316667

2

M E M O R I A D E S C R I P T I V A.

PATENTE DE INTRODUCCION.

P A I S : ESPAÑA.

DURACION : 10 AÑOS.

OBJETO : "UN APARATO REGULADOR DEL COMBUSTIBLE "PARA UNA INSTALACION MOTRIZ DE TURBINA "PARA AVIONES".

= =

A nombre de : GENERAL ELECTRIC COMPANY.

Residente en : SCHENECTADY (Nueva York), 1 River Road.

Nacionalidad : NORTEAMERICANA.

(P. 2247, N.T.)
(Docket 75.795)

2 C AGO 1965

316667

El presente invento se refiere a instalaciones motrices de turbina de gas y a un mecanismo de control para las mismas y es de importancia particular en relación con las turbinas para la propulsión a chorro de los aviones. Las turbinas de gas para aviación presentan difíciles problemas de control debidos a los diversos cambios en las condiciones de funcionamiento a que están sometidas. Estas variaciones cubren amplias gamas de presión atmosférica ambiente, temperatura, velocidad y carga, necesitando cambios correspondientemente grandes en el caudal o gasto de alimentación de combustible. Ordinariamente, se necesita la alimentación mínima de combustible durante el funcionamiento al ralenti a gran altura y la máxima alimentación de combustible se necesita para obtener la plena potencia al nivel del mar.

Un objeto de este invento es crear un sistema de control perfeccionado para una instalación motriz de turbina de gas. Otro objeto es crear un mecanismo de control para variar el caudal de la alimentación de combustible en una instalación motriz de esta clase en respuesta a los cambios en una combinación de diversas condiciones de funcionamiento. Otro objeto es crear componentes mejorados de tal mecanismo de control con lo cual se aseguran un control eficaz, un funcionamiento seguro y una larga vida de la instalación motriz.

Otros objetos y ventajas resultarán evidentes por la

316667

1965

sogioente descripción y por los puntos finales tomados en relación con los dibujos adjuntos, en los cuales:

La figura 1 ilustra un motor de chorro de turbina de gas para aviación con un sistema de combustible dispuesto y controlado de acuerdo con este invento; y

La figura 2 es una vista diagramática en perspectiva del mecanismo de control para el sistema de combustible mostrado en la figura 1.

La instalación motriz de la figura 1 comprende el alojamiento 1 que contiene un compresor de aire que puede ser del tipo centrífugo o del tipo de flujo axial de pesos múltiples. La caja 1 tiene una entrada 6 dispuesta para recibir aire desde aberturas de admisión adecuadas de la góndola o carlinga del motor (no representada) cuyas aberturas pueden mirar en la dirección del vuelo, con el pasaje hacia las entradas 6 dispuesto como difusor para convertir una parte de la presión dinámica de vuelo en una carga estática en las entradas 6. El aire es comprimido a medida que pasa a través del compresor y es descargado dentro de una pluralidad de cámaras de combustión 8 dispuestas circunferencialmente en torno del eje del motor. Las cámaras de combustión pueden ser del tipo descrito en la solicitud de Patente americana Nº. 501.106, presentada el 3 de septiembre de 1.943, y en la Patente americana Nº. 2.601.000, a nombre de Anthony J. Nerad y cedida al mismo cesionario que el presente invento. El combustible es suministrado por una tobera 13 que penetra dentro de un extremo de cada cámara de combustión y conectada a los múltiples de combustión 12 y 14. A causa de la amplia gama de cargas de trabajo que ha de obterse, el sistema de combustión del carburante es de un tipo destina-

316667

do a dar un gasto de combustible que cambia como función predeterminada de la presión del combustible, en el punto de entrada 9 al sistema quemador, sobre una amplia gama de presiones. El sistema de combustión del carburante mostrado comprende una conexión directa 2 desde el conducto principal 30 de alimentación del combustible al múltiple 14 de alta presión, una segunda conexión 4 a través de una válvula mano-reductora o "divisor de flujo" 5 al múltiple 12 de baja presión y bifurcaciones adecuadas 7 desde los múltiples a las respectivas toberas de combustible 13. Se disponen "válvulas de goteo" 26 y 27 en los puntos más bajos de los múltiples de alta y de baja presión, respectivamente, y están dispuestas para abrirse automáticamente y vaciar los múltiples de combustible a través de los conductos 27' cuando se para el motor y la presión en el sistema de combustible cae a un valor mínimo preseleccionado. Este sistema de combustión del carburante se ha descrito con más detalle en la Patente americana Nº. 2.390.853, de Charles D. Fulton, cedida al mismo cesionario del presente invento.

Los gases calientes procedentes de las cámaras de combustión 8 pasan a una turbina de gas en el alojamiento 15 desde donde pasan a través del cono 18 al tubo de cola 19 que conduce a cualquier tipo adecuado de tobera de propulsión 19a. Por supuesto, la turbina de gas está dispuesta para accionar el compresor de aire. Los detalles del compresor, cámaras de combustión y turbina no son necesarios para comprender el presente invento, habiéndose descrito disposiciones específicas, con más detalle, en las Patentes americanas Nos. 2.479.573 y 2.432.359 y en la solicitud de Patente americana Nº. 541.565, presentada el 22 de junio de 1.944.

20 AGO 1965

En el extremo delantero del motor hay un carter 16 de los engranajes de accionamiento de accesorios provisto de una pluralidad de árboles estriados salientes para impulsar diversos accesorios del motor asegurados al frente del carter 16. Estos accesorios pueden incluir muchos no representados en la figura 1, tales como generador eléctrico, motor de arranque, dispositivos de encendido, bomba hidráulica, bomba de vacio, accionamiento del tacómetro y diversos otros mecanismos eléctricos e hidráulicos. Tal sección de accionamiento de accesorios se describe en la Patente americana Nº. 2.432.358 de Donald F. Warner, cedida al mismo cesionario que el presente invento.

Montada en una de las almohadillas de accionamiento de accesorios, hay una bomba de combustible 28 que tiene un conducto de entrada 29 conectado con el depósito principal de combustible 20 y un conducto de descarga 30 que lleva la alimentación principal de combustible a través de una válvula de cierre 21 al punto 9 en el cual el combustible entra en el sistema de combustión antes mencionado. La bomba 28 se ilustra del tipo de desplazamiento imperativo y carrera variable. El desplazamiento de la bomba se varía mediante un mecanismo de control o regulador 31 montado también en el carter 16 de accionamiento de accesorios y que recibe aceite o un fluido de trabajo similar bajo presión desde una segunda bomba 32 de desplazamiento imperativo que tiene una entrada 33 para conexión con una fuente de control y descarga en un conducto 34 conectado al regulador 31. Tanto la bomba de combustible 28 como la bomba 32 de aceite de control son impulsadas por la turbina a través de los engranajes del carter 16.

316667

La alimentación de combustible a las toberas 13 en las cámaras de combustión 8 es hecha variar por la acción del regulador 31 en respuesta a los cambios de diversas condiciones de funcionamiento, como se describirá con más detalle en lo que sigue.

Bombas de aceite.

Como se ha dicho antes, el caudal del combustible en una instalación motriz de turbina de gas del tipo descrito debe variarse continuamente sobre una amplia gama, del orden de 1 a 20, desde funcionamiento en vacio o rallenti a plena carga. Tal funcionamiento puede obtenerse con una bomba de desplazamiento imperativo y carrera variable tal como la bomba 28 (figura 2) que comprende una caja 35 que forma una pluralidad de cilindros 36 axiales, circunferencialmente espaciados, cada uno de los cuales acomoda un pistón alternativo 37. Los extremos exteriores de los pistones son cogidos por un miembro de bamboleo 38. La relación angular del miembro 38 respecto al eje de la bomba es gobernada por un servomotor que incluye un pistón que tiene un vástago conectado al miembro 38 y dispuesto a deslizamiento en una cámara de presión 40 formada en una prolongación agrandada de un árbol 41. El árbol 41 tiene un ánima central 42 que conecta la cámara de presión 40 a un tubo 43, estando el último conectado a una válvula de control 44 cuya función es variar la presión del aceite en la cámara 40. La alimentación del aceite a la cámara 40 por la válvula 44 fuerza al pistón 39 hacia fuera, aumentando con ello la angularidad del miembro de bamboleo 38 y aumentando la carrera de los pistones y el desplazamiento de la bomba 28. Al vaciar el líquido de la cámara 40, se disminuye la angula-

ridad del miembro de bamboleo. El flujo se hace cero cuando la cara de accionamiento del miembro de bamboleo es perpendicular al árbol 41 y la angularidad es cero. El miembro de bamboleo 38 está cargado contra la presión de aceite de la cámara 40 por un muelle helicoidal 45 que rodea a la caja 35, apoyándose en su extremo de la derecha contra una pestaña de la caja y en su extremo de la izquierda contra un anillo 46 axialmente deslizable. El conducto de entrada 29 de la bomba comunica con un canal anular 47 que tiene varias lumbreras axiales que establecen conexión con algunos de los cilindros durante una parte del ciclo de funcionamiento, mientras que el conducto de descarga 30 está conectado por lumbreras similares y otro canal anular 48 de la bomba a los cilindros restantes de los cuales es descargado líquido durante la misma parte del ciclo. Los técnicos comprenderán que la bomba mostrada en la figura 2 es meramente una representación diagramática de un tipo de bomba de desplazamiento imperativo variable que es bien conocido, y que pueden usarse igualmente otras bombas adecuadas de este tipo.

Un conducto de derivación 30' que incluye una válvula 30'' de alivio de la presión impide que la presión de descarga de la bomba de combustible exceda de un valor seguro predeterminado.

El dispositivo 44 para controlar la carrera de los pistones 37 comprende una caja 50 que tiene una lumbrera de admisión 51 para recibir aceite a alta presión del conducto de alimentación 34 y otra lumbrera concetada a un conducto 52 para recibir aceite del regulador 31 bajo una presión de control variable. La presión del aceite en el conducto 34

316667

2 0 AGO 1965

es relativamente constante, de, por ejemplo, 17,50 Kgs/cm^2. (salvo ligeras variaciones debidas a las características de la bomba 32 y de la válvula 70), al paso que el aceite de control en el conducto 52 tiene una presión que varía con las condiciones de funcionamiento variables, como luego describiremos. El casquillo 53 es desplazable axialmente en la caja 50 y tiene lumbreras 54 y 55 espaciadas axialmente controladas por los discos de válvula 56 y 57 asegurados a una varilla 58. En la posición mostrada, la cabeza 56 cubre la lumbrera 54, interrumpiendo con ello la comunicación entre la tubería de alta presión 34 y el conducto 43 que lleva a la cámara de presión 40 para controlar la bomba de combustible. La cabez 57 y la caja forman una cámara de presión de control 59 conectada al conducto 52. La fuerza de la presión de fluido en la cámara 59 contra la cabeza de válvula 57 es contrarrestada por un pistón 61 sensible a la presión que está en el cilindro 60, conectado a una prolongación del vástago de válvula 58. El cilindro 60 está conectado al conducto de descarga 30 de la bomba de alimentación de combustible de modo que el pistón 61 responde a la presión monométrica del combustible en el conducto 30. El pistón 61 y el miembro valvular 56, 57, 58 son cargados a una posición neutra por dos muelles centradores opuestos 62 que se aplican a caras opuestas del pistón 61 y de la cabeza de válvula 57. El casquillo 53 está conectado a pivotamiento a una palanca de seguimiento 63 que tiene una parte intermedia retenida sobre un punto fijo de pivotamiento y una parte extrema que se aplica al anillo 46 axialmente corredizo de la bomba de combustible. La válvula de control 44 tiene un conducto de alivio 64 que está conectado para mayor conveniencia a la

316357

caja del regulador 31, desde la cual el aceite se vacia por el conducto 71 de nuevo al depósito 68 de aceite de control.

Durante condiciones de estado estable la presión de alimentación del combustible percibida por el pistón 61 en el cilindro 60 equilibra la presión en la cámara de control 59 de la válvula y el disco de válvula 56 cubre la lumbrera 54 que va al conducto 43. Para cualquier grupo dado de condiciones de funcionamiento, la presión en el cilindro de control 40 de la bomba permanece constante. Al aumentar la presión de control en la cámara 59, los discos valvulares son forzados hacia la izquierda contra la presión que hay en el cilindro 60 causando el flujo de aceite desde el conducto 34 a través del conducto 51, la válvula 44, el conducto 43 y el ánima 42 del árbol de la bomba, a la cámara 40, provocando el movimiento del miembro de bamboleo 38 para aumentar la carrera y, por consiguiente, la presión de descarga de la bomba 28. Esta presión de descarga aumentada es comunicada al cilindro 60 donde el pistón 61 se mueve a la derecha haciendo que el disco valvular 56 tome su posición alineada orifinal con la lumbrera 54.

Se ve así que el pistón 61 proporciona acción de seguimiento para el miembro de válvula de control 56, 57, 58. Sin embargo, el retardo entre un cambio de presión en la cámara 59 de la válvula y el movimiento de restauración del pistón 61 puede provocar oscilaciones e inestabilidad en el funcionamiento. La palanca 63 entre el casquillo 53 de la válvula y el anillo 46 de la bomba constituye un medio mecánico directo de seguimiento para reducir el retardo efectivo, impidiendo de este modo las oscilaciones.

Como se ha señalado antes, el movimiento del disco val

vular 56 hacia la izquierda provoca un aumento de carrera de los pistones de la bomba, efectuado aumentando la angularidad del miembro de bamboleo 38 con lo que este último fuerza al anillo 46 hacia la derecha en contra de la fuerza de carga del muelle de compresión 45. Esto a su vez permite el movimiento de sentido contrario al reloj de la palanca 63 en torno de su punto de pivotamiento bajo la influencia de carga de la presión en la cámara 59 que actua sobre el extremo del casquillo 53, con lo que este último es movido hacia la izquierda para efectuar una restauración al menos parcial de la posición relativa orifinal entre el disco valvular 56 y la lumbrera 54 del manguito o casquillo. Normalmente, el casquillo 53 es mantenido estacionario por la palanca 63 que le impide moverse hacia la izquierda por la presión del fluido en la cámara 59 que actúa contra el extremo de la derecha del casquillo.

Se verá que la bomba de combustible 28 y su válvula de control 44 constituyen medios para el suministro de combustible líquido al conducto 30 a una presión que es una función predeterminada de una presión de control variable suministrada a la válvula 44, dependiendo la relación entre las dos presiones del proporcionamiento de los pistones 57, 61 y de las características de los muelles 62.

El aceite de control es suministrado a la válvula 44 por el conducto 51 conectado por medio del tubo 34 al lado de descarga de la bomba 32 del aceite de control. Esta última puede ser del tipo de engranajes bien conocido, como se muestra en la figura 2 y puede ser impulsada desde el árbol 41 de la bomba de combustible 28. El conducto de entrada 33 de la bomba de aceite de control está conectado a

316667

un depósito 68. A fin de impedir presiones excesivas en el conducto de descarga 34, está prevista una derivación 69 con una válvula 70 de alivio de la presión entre el conducto 34 y el depósito 68.

Regulador.

Con referencia ahora al regulador para establecer la presión de control en la cámara 59, se han dispuesto varios dispositivos de control que responden a distintas condiciones, para variar la presión de control automáticamente en respuesta a los cambios de ciertas condiciones de funcionamiento, así como otro mecanismo a manipular por el operador para seleccionar la salida de carga de la instalación motriz. Los medios de control automáticos actúan para mantener sustancialmente constante la salida de carga elegida por el operador al tiempo que protegen al motor contra condiciones de velocidad y temperatura excesivas.

Control manual.

Como puede verse en la figura 2, el mecanismo de control manual comprende una palanca de control principal 72 que tiene una parte intermedia soportada sobre un pivote 73. Una parte de la palanca por encima del pivote 73 está en contacto con una leva 74 ajustable a mano asegurada a un árbol 75 el cual tiene una parte extrema conectada por un brazo 76 (véase la figura 1) a una biela 77 a manipular por el operador o piloto por medio de la palanca de mano 22, la biela 25 y la palanca 24, estando ésta pivotada en torno al pivote 3. El movimiento de la palanca 22 causa la rotación de la leva 74 efectuando el movimiento de giro de la palanca principal de control 72 en torno del pivote 73. El extremo inferior de la palanca 72 es mantenido en aplica

316667 20 AGO. 1965

ción con una palanca 78 de control y seguimiento por la acción de un muelle de tensión 79 conectado al extremo inferior de la palanca 72. La palanca 78 tiene una parte ranurada intermedia conectada a un vástago 80 de un motor hidráulico 81 controlado por una válvula 82 que tiene una lumbrera de admisión 83 conectada al conducto 34 de alimentación del aceite de control y una lumbrera de evacuación 84 que descarga dentro de la caja 65. La válvula piloto 82 tiene discos 85 asegurados a un vástago 86 conectado al extremo de la izquierda de la palanca 78 y cargado hacia la derecha por un muelle de tensión 87. Los discos 85 están normalmente en posición alineada con las respectivas lumbreras 83, 84. Una tercera lumbrera 88 está situada entre los discos 85 y conectada al conducto 52 que tiene una bifurcación 89 conectada a la cámara de presión del servomotor 81. El vástago 80 con el pistón del servomotor 81 están cargados en contra de la presión de fluido en el servomotr por un muelle de tensión 90 que actúa sobre el pistón a través de un brazo de momentos variables 91 que describimos luego con más detalle. Por ahora basta decir que la fuerza producida por el servomotor 81 sobre la varilla 80 es equilibrada por una fuerza producida por el muelle 90.

Durante el funcionamiento, una tracción sobre la barra 77 de control manual provoca una alimentación menor de combustible y, por tanto, una menor velocidad y potencia del motor. Más especificamente, dicha tracción sobre la barra 77 provoca el movimiento de giro, en contra del reloj, de la leva 74, forzando así a la palanca principal de control 72 en el sentido del reloj en torno a su pivote 73, en contra de la fuerza de carga del muelle 79. El extremo inferior de

20 AGO. 1965

la palanca 72 tiende a apartarse de su aplicación con la palanca 78. La aplicación entre las palancas 72, 78, sin embargo, es mantenida por la acción del muelle 87 que hace girar a la palanca 78 en el sentido del reloj en torno a su conexión de pivotamiento con el vástago 80. Esto causa el movimiento de los discos 85 de la válvula piloto para descubrir la lumbrera de salida 84, permitiendo la descarga de fluido del motor hidráulico 81 y de la cámara de presión 59 a través de los conductos 89 y 92, dando por resultado la disminución de la presión en la cámara de presión del motor 81 y en la cámara de la presión de control 59 de la válvula 44. La disminución de la presión en la cámara 59 de la válvula, como se ha explicado antes, provoca una menor presión de descarga de la bomba 28 y, por tanto, un flujo de combustible menor a las cámaras de combustión 8. La menor presión en el servomotor 81 hace que el pistón se mueva hacia la izquierda por la acción del muelle 90, con lo que el extremo de la izquierda de la palanca 78 efectúa la restauración de la posición alineada de los discos 85 de la válvula. Análogamente, un empuje sobre la barra 77 provoca el giro en el sentido del reloj de la leva 74, efectuando el funcionamiento de los diversos elementos en una dirección opuesta a la antes descrita, dando por resultado una mayor alimentación de combustible a las cámaras de combustión.

El mecanismo de control manual comprende así un motor de presión de fluido que tiene una válvula piloto situada por el operador para comunicar a la válvula 44 una presión de control que corresponde a la potencia deseada.

Control de la velocidad.

316667

Se disponen medios de control de la velocidad para que se hagan cargo del control de la instalación motriz al aumentar la velocidad por encima de un valor preseleccionado. En la presente realización, este control de la velocidad comprende un dispositivo centrífugo que responde a la velocidad que incluye pesos 92 mantenidos a pivotamiento sobre pivotes 93 asegurados a una rueda dentada 94. Esta engrana con una rueda 95 asegurada a un eje 96 de accionamiento del regulador movido por un muñón que sobresale del carter de engranajes 16. Los pesos 92 accionan una válvula piloto 97 para gobernar un cilindro 98 perceptor de la velocidad. La válvula piloto 97 tiene una caja estacionaria 99 con aberturas espaciadas conectada a la tubería 34 de alimentación de la presión y a un conducto 100 que tiene otro extremo conectado al cilindro 98. Un manguito 101 está dispuesto a deslizamiento en la caja 99 y en su extremo de la izquierda está provisto de una pestaña en contacto con los pesos 92. El extremo de la derecha del manguito está en contacto con un muelle 102 de compresión variable que en su extremo de la derecha se apoya contra una tapa 103 que puede correr libremente sobre la varilla 106 y que es ajustable por medio de un par de levas 104 que se apoyan contra la superficie superior de la tapa y están dispuestas para ser situadas por la rotación del árbol 23. El manguito 101 tiene dos lumbreras espaciadas que comunican con el tubo 34 y el conducto 100, respectivamente y controladas por los discos 105 de válvula asegurados a la varilla 106 que en su extremo de la derecha está conectada a pivotamiento a una palanca 107 por medio de una conexión de ranura. La palanca 107 está pivotada en su extremo superior sobre un pivote

316667

108. El extremo inferior de la palanca está cargado por un muelle de compresión 109 contra el extremo de la derecha del vástago 110 del motor 98. El vástago 110 está conectado a la palanca principal de control 72 por medio de una palanca acodada soportada a rotación sobre un pivote 111 y que tiene un extremo bifurcado 112 asociado con un apoyo 113 del vástago 110 y otro brazo 114 con una espiga roscada ajustable 115 dispuesta para hacer contacto con la palanca de control principal 72.

Durante el funcionamiento con control manual directo por medio de la leva 74, siendo ineficaz el regulador de velocidad (como se muestra en la figura 2), el manguito 101 estará en el extremo de la izquierda de su gama de movimiento de modo que el líquido procedente del motor 98 será vaciado a la izquierda del pistón 105 y por la lumbrera 101' al interior de la caja 65, impidiendo de este modo el desplazamiento del pistón en el servomotor 98. Al aumentar la velocidad, los pesos 92 se mueven hacia fuera por acción de la fuerza centrífuga, empujando así al manguito 101 hacia la derecha en contra de la fuerza de carga del muelle 102. El movimiento del manguito 101 hacia la derecha establece comunicación entre las lumbreras del manguito, causando así el flujo del aceite desde la tubería de alimentación 34 al conducto 100 y a la cámara de presión del motor 98. El pistón del motor 98 es forzado así a la derecha causando el movimiento de giro en sentido contra el reloj de la palanca acodada en torno del pivote 111 y moviendo la espiga 115 hacia la palanca de control principal.72, al paso que la conexión entre la palanca 107 y la varilla 106 da como resultado la restauración de la válvula piloto para cerrar la alimentación de lí-

316667

quido al motor 98. A una velocidad preseleccionada, la espiga 115 toca la palanca 72 y, al seguir aumentando la velocidad, aparta a la palanca 72 de la leva 74. Así, a una velocidad predeterminada el regulador se hace cargo del control de la palanca 72 separándola de los medios 74 - 77 de control manual directo.

Cuando la palanca principal de control 72 es apartada de la leva 74, la válvula piloto 83 es accionada para provocar la descarga de aceite desde la cámara de presión del motor 81 y de la cámara 59 de la válvula 44, dando por resultado una menor alimentación de combustible a las cámaras de combustión de la manera antes explicada. Al moverse el vástago 110 del servomotor 98 hacia la derecha, la palanca 107 es girada en sentido contrario al reloj en torno del pivote 108 y con ello repone los discos 105 de la válvula piloto a su posición original con relación a las lumbreras del manguito.

Al disminuir la velocidad de la turbina, el funcionamiento es similar al descrito antes, moviéndose los diversos elementos en dirección opuesta y produciendo un mayor flujo de fluido a las cámaras de combustión. Al disminuir la velocidad, la palanca 72 se mueve contra el reloj y toca la leva 74; y al seguir disminuyendo la velocidad, la espiga roscada 115 se aparta de la palanca 72, haciéndose con ello ineficaz el mecanismo regulador de velocidad y siendo devuelto el control de la instalación al mecanismo de control manual directo (y a los otros dispositivos de control que describiremos todavía en lo que sigue).

Control de la temperatura.

La eficacia, la economía de funcionamiento y la duración de una instalación motriz de turbina de gas varían considera-

blemente con las temperatura s de funcionamiento. Hemos descubierto que un criterio práctico y satisfactorio del valor de la temperatura general al cual está funcionando el motor de chorro de turbina de gas de un avión es la temperatura de los gases descargados desde la turbina. En general, la eficacia y la economía del motor de chorro aumentan con el valor de la temperatura, aunque la duración disminuye. Por tanto, es deseable hacer funcionar tal instalación motriz al valor de temperatura máximo seguro que sea compatible con la duración requerida. Esto se realiza de acuerdo con nuestro invento disponiendo medios que permitan el funcionamiento hasta una temperatura máxima predeterminada de los gases de espape de la turbina pero que impiden el funcionamiento a temperaturas superiores a ese valor a fin de impedir esfuerzos excesivos y el deterioro prematuro de los diversos elementos estructurados de la instalación motriz.

En una realización preferida, se disponen medios de control de l. temperatura que incluyen un mecanismo dispuesto para actuar sobre la palanca de control principal 72 a través de una conexión de movimiento perdido de modo que sea normalmente ineficaz y se haga operante sólo cuando es excedida la temperatura límite. Al excederse la temperatura límite es deseable, en interés de la seguridad, que los medios térmicos se hagan cargo rápidamente del control de la alimentación del combustible y efectuen una rápida disminución en la presión del combustible; al paso que, al disminuir la temperatura, es deseable en interés de la estabilidad, aumentar lentamente la alimentación de combustible a las cámaras de combustión, de modo que se impida un aumento demasiado rápido en la temperatura, con el peligro inherente de recalen-

20 AGO 1965

tamiento y de sobrepasar el valor límite.

Los medios mostrados en el dibujo para realizar estos objetos incluyen una unidad térmica 116 asegurada en el cono de cola 18. Aun cuando sólo se ha ilustrado una unidad térmica en los dibujos, se comprenderá por parte de los técnicos que pueden usarse varias unidades similares circunferencialmente espaciadas y conectadas en paralelo, para obtener una indicación de la temperatura media existente en toda la sección transversal del cono de cola. La unidad térmica está conectada a un conducto de entrada 117 y a un conducto de descarga 118 que se vacía en la caja 65 del regulador. La función de la unidad (o unidades) térmica es la de establecer una presión de control para un cilindro sensible a la temperatura 119 (figura 2) que tiene un pistón 120 cargado por muelle y conectado por medios de movimiento perdido a una palanca acodada 121 pivotada sobre un pivote 122 y que tiene un brazo asociado con miembro de forma de U, 123, asegurado al extremo del vástago del servomotor 119. El otro brazo de la palanca acodada tiene una espiga roscada 124 asegurada de modo ajustable a su extremo y dispuesta para aplicarse a la palanca de control principal 72. La cámara de presión del servomotor 119 está conectada por un conducto 125 al conducto 117.

El aceite de control a presión es suministrado a los conductos 125 y 117 desde el conducto de alimentación 34 a través de un limitador de flujo rotativo 126 que comprende una parte del árbol 96 con una ranura 127 que se extiende axialmente dispuesta dentro de un manguito estacionario 128. Partes axialmente espaciadas del manguito están conectadas con los conductos 34 y 117 respectivamente. Durante la rota-

316667

ción del árbol 96, la ranura 127 efectúa comunicación perió
dica entre los conductos 34 y 117. La ranura rotativa 127 y el
el manguito con lumbreras 128 constituyen un "estrechador
rotativo" que presenta una resistencia al flujo de líquido
desde el conducto de alimentación 34 a los conductos 125,
117, cuya resistencia depende primordialmente de la longi-
tud y la anchura de la ranura 127. Este limitador de flujo
rotativo tiene la grandísima ventaja de producir una "resis
tencia efectiva" deseada al flujo sin recurrir a pequeños
orificios limitadores del flujo que pudieran ensuciar por la
suciedad del aceite de control. El limitador rotativo del
flujo no está expuesto a este peligro, porque los pasajes
son todos de sección transversal relativamente grande. Cuan
do la ranura conecta los conductos permite el paso sustan-
cialmente libre a su través. La restricción del flujo es de
bida a la interrupción periódica sucesiva rápida del camino
de flujo entre los conductos 34 y 117. Se comprendera que
la velocidad de rotación del árbol 96 es suficientemente
grande para que la proporción media de flujo más allá del
estrechador rotativo sea sustancialmente constante.

El paso de fluido desde el conducto 34 al conducto 117
y , por consiguiente, la presión en la cámara de presión del
servomotor 119, es determinado por el funcionamiento de los
medios 116 de control térmico. El dispositivo 116 comprende
medios que responden a los cambios de la temperatura y una
válvula asociada con el conducto 117 para controlar el flujo
de aceite a su través. Más específicamente, los medios que
responden a la temperatura en el presente ejemplo incluyen
un tubo exterior 129 y una varilla interior 130 dispuesta
centralmente dentro del extremo inferior del tubo 129 y ase

316667
20 AGO 1965

gurada de modo adecuado a él. El tubo y la varilla están hechos de materiales que tiene coeficientes de dilatación diferentes. Por ejemplo, el tubo 129 puede ser de un metal resistente a la temperatura elevada tal como Nichrome y la varilla 130 puede ser cuarzo fundido. El extremo superior del tubo metálico 129 está asegurado a la brida 131'. La varilla interior 130 está provista de una prolongación 132 unida de modo estanco a la caja 131 por medios que incluyen un fuelle 133, estando el extremo inferior del fuelle unido de modo estanco a la caja 131. El extremo superior de la prolongación 132 penetra en una cámara 134 y se aplica a una palanca, en el caso presente en forma de muelle volado 135 que tiene un extremo derecho aplicándose a un tornillo de ajuste 136 y un extremo izquierdo aplicándose a un émbolo 137. El miembro 137 está asociado con una salida 138 del conducto 117. El movimiento del miembro 137 hacia la salida 138 aumenta la resistencia al flujo del flúido a su través y con ello aumenta la presión dentro del conducto 117, y también en la cámara del servomotor 119 sensible a la temperatura. A la inversa, el movimiento del émbolo desde la salida 138 reduce la resistencia al flujo desde la salida 138 y por consiguiente reduce la presión en el conducto 117 y en la cámara de presión del servomotor 119. El aceite de control descargado desde el conducto 117 en la cámara 134 es vaciado a través del conducto 118 de nuevo a la caja 65 del regulador, y luego a través del tubo 71 al depósito 68.

Al aumentar la temperatura, el tubo metálico que tiene un coeficiente de dilatación mayor que el de la varilla interior de cuarzo 130, se expande hacia abajo y con ello provoca el aplastamiento del fuelle 133. Este efectúa el movimiento

hacia abajo o de apertura del émbolo 137, dando como resultado una menor presión en el servomotor 119. El pistón cargado por muelle 120 se mueve entonces a la izquierda provocando el movimiento de giro en sentido contrario al reloj de la palanca acodada que en cierta posición predeterminada toca a la palanca de control principal 72 y, al aumentar la temperatura, el dispositivo térmico se hace entonces cargo del control del motor.

Como se ha dicho antes, el movimiento de giro en el sentido del reloj de la palanca principal de control 72 en torno del pivote 73 efectúa una alimentación disminuída de combustible a las cámaras de combustión, al tiempo que el movimiento en el santido contrario al reloj da como resultado una mayor alimentación de combustible. En el caso de que suba la temperatura, tiene lugar una acción rápida de control porque el movimiento de apertura o hacia abajo del émbolo 137 causa el rápido vaciado o alivio de la presión en la cámara del servomotor 119 a través de los conductos 125, 117. Es importante observar que en esta acción el estrechador rotativo 126 carece de efecto sobre la rapidez de respuesta del control témico porque el estrechador está fuera del circuito de fluido que conecta el cilindro 119 sensible a la temperatura con el dispositivo térmico 116. Por otra parte, al disminuir la temperatura, cuando el émbolo o miembro valvular 137 es movido hacia la salida 138, hay una respuesta menos inmediata del pistón 120, porque dicho movimiento requiere primero la alimentación de aceite de control desde el conducto 34 a través del tubo 125 al cilindro 119, cuya alimentación es retardada por el estrechador de flujo 126. Así se obtiene una lenta respuesta del mecanismo de con

trol de la temperatura al bajar ésta, en comparación con la pronta acción producida cuando la temperatura aumenta.

La temperatura del tubo de cola o de descarga de la turbina a la cual el dispositivo térmico se hace cargo del control es una función de la salida de carga seleccionada por el mecanismo de control manual. Cuanto mayor sea el ajuste de carga seleccionado por el operador, menor será la temperatura a la cual el control es tomado por el mecanismo sensible a la temperatura porque al aumentar la carga la cantidad de movimiento perdido entre la palanca de control principal 72 y la palanca acodada 121, 124 se reduce. Por tanto, el punto al cual el dispositivo térmico se hace cargo del control es una función tanto de la temperatura de descarga de la turbina como del ajuste de la carga. Esto es necesario porque la finalidad primordial del control térmico es impedir la temperatura excesiva de partes críticas, particularmente de la rueda de álabes de la turbina; y la temperatura media de la turbina es función de la temperatura de entrada, de la caída de presión a través de la turbina y de diversos otros factores secundarios, tales como el recalentamiento en los pasos de los álabes de la turbina debido a pérdidas por fricción. Se ha encontrado por experiencia que la temperatura de descarga de la turbina es una indicación satisfactoria y segura de la temperatura media de la instalación motriz cuando se modifica así de acuerdo con el ajuste de la carga, el cual puede ser considerado que representa una medida de la caída de temperatura a través de la turbina.

Para un ajuste de carga dado, el mecanismo de control puede ser ajustado situando la espiga roscada 124 de la palanca acodada o situando el tornillo 136 del dispositivo térmico

116. Debe observarse que la temperatura crítica a la cual el dispositivo térmico se hace eficaz varía sólo en función del ajuste de la carga ya que, como antes se ha dicho, una posición dada de la palanca 72 corresponde a un ajuste de carga dado cualquiera que sea la altitud.

Hay que notar que la presión del aceite de control suministrado al dispositivo térmico desde el conducto 34 puede no ser totalmente constante durante el funcionamiento. Sin embargo, el pistón 137 cargado por muelle actúa como dispositivo regulador de la presión para mantener la presión en el tubo 117 (y en el servomotor 119) constante, de modo que la presión variará para accionar el pistón 120 que responde a la temperatura sólo cuando el dispositivo térmico 134 indica un cambio de presión.

Puede decirse que las variaciones de la presión en la tubería 117 tiene el efecto de impedir que se agarrote el pistón 137.

Para resumir, nuestro invento incluye un medio de control que responde a los cambios de la temperatura de los gases de escape de una turbina para hacerse cargo del control de la instalación motriz a un valor máximo preseleccionado y seguro de la temperatura, siendo la temperatura crítica función de la salida, aumentando al disminuir la carga y viceversa. La disposición incluye medios que efectúan una rápida respuesta por el mecanismo respondiente a la temperatura al aumentar la temperatura, pero que efectúan una lenta acción de control al disminuir la temperatura.

Control de la altitud.

La eficacia de una instalación motriz de turbina de gas es función de cierto número de factores, siendo uno importan-

te el nivel de energía al cual funciona la turbina. Generalmente, la eficacia aumenta al aumentar la temperatura inicial de la turbina y al aumentar la caída de presión a través de la turbina. La presión en la caja de tobera de la turbina y la temperatura en un motor de chorro del tipo a que se ha hecho referencia en esta Memoria es función del caudal de alimentación del combustible y de la presión de descarga del compresor; mientras que la presión de escape de la turbina es función de la altitud, disminuyendo al aumentar la altitud. Por consiguiente, se verá que la eficacia y la potencia variarían con la altitud a menos que se dispusieran medios de compensación adecuados. Una importante característica de nuestro invento es la disposición de medios para recalibrar el regulador en respuesta a los cambios de alguna presión perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz, cuya presión varía en función de la altitud. Además, al aumentar la altitud, la eficacia global de un avión propulsado a chorro que tenga una instalación motríz de turbina de gas aumenta en razón de la menor resistencia y de otros factores; por consiguiente, a elevada altitud, se requiere menos combustible para un efecto propulsor dado que a baja altitud. De acuerdo con nuestro invento, se provee un mecanismo que responde a los cambios de la presión que varía en función de la altitud para variar el gasto de combustible.

Este mecanismo que responde a la altitud comprende un dispositivo sensible a las variaciones de la presión atmosférica absoluta e incluye un fuelle evacuado 139 retenido en el extremo de la izquierda sobre un soporte fijo 140 y conectado en su extremo de la derecha a una varilla 141 conectada a pivotamiento a un punto intermedio de una palanca 142. Un

segundo fuelle 143 está asegurado en su extremo de la derecha a un soporte fijo 144 y está conectado en su extremo de la izquierda a una prolongación de la varilla 141. El fuelle 143 está cargado contra la expansión por un muelle de compresión 145 entre su extremo de la izquierda y un soporte fijo 146. El interior del fuelle 143 comunica a través de un conducto 147 con la presión de control que responde a la altitud, que puede ser la presión atmosférica ambiente o la presión de descarga del compresor. Actualmente, preferimos usar la presión de descarga del compresor que, en una instalación motriz del tipo ilustrado es función de la presión atmosférica ambiente, la presión de ariete de vuelo (es decir, la velocidad respecto al aire) y la velocidad del compresor. Los fuelles son de iguales superficies efectivas de modo que la presión común en la caja 65 que actúa de modo parejo sobre el exterior de ambos fuelles carece de efecto neto y la varilla 141 es movida sólo en respuesta a los cambios del valor absoluto de la presión comunicados a través del conducto 147 al interior del fuelle 143.

El extremo superior de la palanca 142 está cargado por un muelle 148 y forma una conexión de pivotamiento con el vástago 148 de una válvula piloto 150 que tiene discos valvulares 151 asegurados al vástago 149 y asociados cooperativamente con dos lumbreras. La lumbrera de la derecha está conectada a la tubería 34 de alimentación del aceite de control y la lumbrera de la izquierda está conectada por un conducto 152 a un limitador rotativo de flujo 153 (que es similar al dispositivo 126) que tiene una ranura 154, una lumbrera de entrada 155 y una lumbrera de evacuación 156. La válvula piloto 150 está conectada entre sus citadas lumbreras por un

conducto 157 a la cámara de presión de un servomotor 158 que incluye un pistón cargado por muelle 159 conectado a un vástago 160. El extremo inferior de la palanca 142 está cargado por el muelle 148 a aplicación con una espiga transversal del vástago 160.

Al aumentar la altitud, el fuelle 143 se aplasta, causando el movimiento en el sentido del reloj de la palanca 142 en torno a su conexión con el vástago 160 en razón de la carga del muelle 148, con lo cual los discos 151 de la válvula piloto 150 son movidos hacia la derecha, admitiendo flúido a alta presión procedente del conducto 34 al conducto 157 para aumentar la presión en la cámara del servomotor 158 y dando como resultado un movimiento hacia fuera del pistón 159. Esto efectúa el movimiento de seguimiento de la válvula piloto por el movimiento de giro en sentido contrario al reloj de la palanca 142 en torno a su conexión de pivotamiento con la varilla 141, dando como resultado el movimiento de reposición de los discos 151 a posición alineada con sus respectivas lumbreras.

Es importante notar que al disminuir la presión en el fuelle 143 (al aumentar la altitud), el pistón 159 se mueve rápidamente, siendo la presión en su cámara rápidamente aumentada a causa de que los conductos 34 están libres de cualquier restricción al flujo. Por el contrario, al aumentar la presión en el fuelle 143 (al disminuir la altitud) los diversos elementos son movidos en la dirección opuesta. Los discos valvulares 151 descubren la conexión con el conducto 152, causando la evacuación de flúido de la cámara del servomotor 158 a través del conducto 157, la válvula piloto 150, el conducto 152, el limitador 153 y la lumbrera de evacuación 156.

El limitador de flujo 153 retarda esta descarga de flúido desde el servomotor 158 y, por consiguiente, causa una lenta acción del mecanismo respondiente a la altitud al aumentar la presión en el fuelle 143 (al disminuir la altitud).

El pistón 159 del servomotor está dispuesto para variar la presión de salida de la bomba de combustible y, en vista de la acción que acabamos de describir, causa una caída relativamente rápida de dicha presión de salida al disminuir la presión de la atmósfera y un lento aumento de la presión de salida al aumentar la presión de la atmósfera.

Una característica de nuestro invento es el conjunto de palanca variable 91 conectado entre el vástago 80 del servomotor 81, el muelle 90 y el vástago de pistón 160 del servomotor 158. En términos amplios, este dispositivo de palanca de relación variable incluye dos palancas conectadas entre sí por un pivote ajustable situado por el servomotor 158 de los medios que responden a la altitud.

Más específicamente, el mecanismo de palanca variable comprende una primera palanca 161 pivotada en su extremo de la izquierda por medio de un pivote 162 y conectada en su extremo de la derecha al muelle 90 por medio de una varialla roscada ajustable 163. Una segunda palanca 164 sustancialmente paralela está conectada a pivotamiento en su extremo de la izquierda al vástago 80 y en su extremo de la derecha es mantenida contra rodillo 165 montado sobre un eje fijo.

La conexión de pivotamiento entre la primera palanca 161 y la segunda palanca 164 es realizada por medio de un árbol o eje 166 que lleva un rodillo intermedio 167 y dos rodillos exteriores 168. El rodillo intermedio 167 se apoya contra la palanca 164 y los rodillos exteriores 168 se apoyan contra

el borde colgante 169 de la primera palanca 161. El eje 166 está conectado entre los brazos de una horquilla 170 que en su extremo de la izquierda está conectada a pivotamiento al vástago 160 del servomotor 158. Con esta disposición, la fuerza del muelle 90 es transmitida a través de la primera palanca 161 al eje 166 portador del rodillo a la segunda palanca 164 y desde ella al vástago 80 del servomotor 81. Con el eje portador de rodillo o pivote móvil 166 en una posición fija, el funcionamiento del servomotor 81 es el mismo que el de un servomotor ordinario que tenga un pistón cargado por un muelle de fuerza adecuada.

A una presión "de corte" definida como la presión en la cámara de control 59 cuando la llave de cierre 21 se cierra justamente, es decir, cuando la presión del combustible en la estación 9 cae a cero, las palancas 161, 164 están exactamente paralelas entre sí y a la trayectoria de movimiento del pivote variable 167. En este estado, el movimiento del pivote 167 carecerá de efecto sobre la varilla 80. Por consiguiente, la presión en la cámara de control 59 correspondiente a la presión cero del combustible es sustancialmente constante cualquiera que sea la altitud. Cuando la presión de control está a algún valor por encima de la presión de corte, las palancas 161, 164 están en ángulo entre sí y con la trayectoria de movimiento del pivote variable 167, de modo que el movimiento del pivote calibra de nuevo el regulador como se describe en lo que sigue.

Con nuestra disposición, el pivote variable 166, 167, 168 es situado en respuesta a los cambios de una presión que varía en función de la altitud. Al aumentar la presión en el fuelle 143, el pistón 159 del servomotor se mueve hacia la

316667

izquierda y con ello mueve al pivote variable hacia la izquierda aumentando el brazo del momento efectivo entre el muelle 90 y el vástago 80 del servomotor 81 y produciendo un ligero movimiento hacia dentro del pistón del servomotor 81, aumentando de este modo la presión en la cámara de control 59 de la válvula 44. Este aumento de la presión en el servomotor 81 es ayudado todavía por el movimiento del disco 85 de la válvula piloto para admitir presión de fluido desde el conducto 34 de la presión de alimentación al servomotor 81 y la cámara de presión 59. La mayor presión en la cámara 59, como se ha explicado antes, da como resultado una alimentación mayor de combustible a las cámaras de combustión y, por consiguiente, mayor salida de la instalación motriz. También, la alimentación de fluido a presión desde el conducto 34 a través de la válvula piloto al servomotor 81 fuerza al pistón de nuevo hacia fuera, reponiendo con ello a los discos 85 de la válvula piloto en su posición original alineada con sus respectivas lumbreras.

A la inversa, al disminuir la presión en el fuelle 143, el pivote variable 166, 167, 168 es movido hacia la derecha, es decir, hacia el pivote fijo 165, causando el movimiento hacia fuera del pistón del servomotor 81 y de los discos de válvula 85 con lo cual el fluido es vaciado de la lumbrera 84 de su válvula piloto, dando como resultado una presión decreciente en la cámara de presión del servomotor 81 y la cámara de presión del servomotor 81 y la cámara de control 59 de la válvula 44 y disminuyendo la presión de salida de la bomba 28 de alimentación del combustible.

El ajuste del pivote variable 166, 167, 168 tiene el efecto de calibrar de nuevo la fuerza del muelle 90, aumen-

tando la fuerza al aumentar la presión atmosférica ambiente y disminuyendo al disminuir la presión atmosférica ambiente. Este ajuste de la fuerza del muelle 90 por la acción del control que responde a la altitud, tiene el efecto adicional de recalibrar el mecanismo de control manual, del cual forma también parte el muelle 90. La palanca variable 91 y el enlace de control manual están dispuestos de modo que el pleno desplazamiento del mango 22 de control del operador (figura 1) desde la posición "cerrada" a la posición "abierta" corresponde siempre a la completa gama de salida del motor desde "ralenti" a "plena carga", cualquiera que sea la altitud. La salida segura máxima, es decir, la "plena carga" nominal de un motor de chorro de turbina de gas para aviones varía con la altitud; y el mecanismo de palanca variable 91 está también diseñado de modo que, con el mango de control manual 22 en una posición dada, la instalación motriz mantendrá un porcentaje sustancialmente fijo de la salida "a plena carga" a altitudes variables. La fuerza del muelle 90 puede ser ajustada por medio de la espiga roscada 163 unida al muelle 90.

Se ve así que el control de la altitud incluye medios para variar la presión de descarga de la bomba de combustible en respuesta a los cam bios en una presión de control que es función de la altitud variando el brazo del momento efectivo de una fuerza de carga, incluyendo el mecanismo un limitador rotativo de flujo dispuesto para efectuar una lenta respuesta al disminuir la altitud y una acción rápida al aumentar la altitud.

Los controles de velocidad, de temperatura y manual descritos más arriba pueden resultar inoperantes en condicio

nes de funcionamiento particulares; pero el control de la altitud es eficaz en todo momento para modificar simultánea mente la acción de cada uno de los otros dispositivos de control.

870.- Funcionamiento.

El funcionamiento coordinado del sistema completo de control descrito más arriba puede discutirse brevemente como sigue:

Todos los controles para el sistema de combustible es-
875.- tán integrados por medio de enlaces adecuados que conectan los diversos dispositivos de control al único mango de manio bra 22 (figura 1) que acciona la palanca principal de control 24 a través de la varilla de empuje 25. Comparando el enlace mostrado diagramáticamente en la figura 1 con los com
880.- ponentes del regulador mostrado en la figura 2, se verá que el control manual para el regulador 31 se efectúa a través del eje 75, la palanca 76 y la biela 77. La recalibración del regulador de velocidad se efectúa a través del árbol 23, la palanca portador 23', conectada esta última a la biela 10
885.- a través de una conexión 11 de espiga y ranura de movimiento perdido. La llave de paso 21 es accionada por la palanca 21' asegurada al eje 3 sobre el cual está montada la palanca prin cipal de control 24.

Debe observarse que en la figura 1 la estrangulación 22
890.- y el sector 22' se han ampliado algo fuera de su proporción con el resto del sistema de enlace de control.

El sistema de enlace arriba descrito está proporcionado de modo que el mango de control 22 sea movido desde la posición cerrada, la llave de paso 21 sea movida rápidamente a
895.- la posición totalmente abierta, por ejemplo, durante los pri

316667

meros 10 segundos de movimiento. Durante este movimiento, el eje 75 del regulador se mueve, pero el eje del regulador 23 se deja permanecer estacionario por la conexión de movimiento perdido 11.

Durante los primeros veinte grados de movimiento desde la posición completamente cerrada, la rotación del eje 75 en sentido contrario al reloj acciona el regulador situando la palanca 72 por medio de la leva 74 para pedir un aumento de la presión del combustible en el punto 9 y la velocidad del motor sube a aproximadamente 2600 rpm (aproximadamente 35 por ciento de la velocidad nominal a plena carga). Durante estos primeros veinte grados de desplazamiento el ajuste del regulador de velocidad permanece inalterado en razón de la conexión 11 de movimiento perdido para mantener constante la velocidad de 2600 rpm. Si, por alguna razón, la velocidad aumentara por encima de 2600 rpm, el regulador de velocidad funcionará para reducirla a ese valor; pero mientras la velocidad permanezca por debajo de 2600 rpm el regulador de velocidad no funciona con la empuñadura de control ajustada en cualquier punto dentro de los primeros veinte grados de su movimiento, y la regulación de la salida se hace por control manual actuando directamente sobre la palanca 72 a través de la leva 74.

Cuando la empuñadura de control pasa la posición de los veinte grados, el movimiento perdido de la conexión 11 es absorbido y el ulterior movimiento de la empuñadura 22 sirve para actuar a través de la biela 23' y del eje 23 para cambiar el ajuste del regulador de velocidad. Desde la posición de veinte grados a la posición totalmente abierta de la estrangulación 22, el control manual del motor es efectua

do por la recalibración del regulador de velocidad. Durante tal funcionamiento, la leva de control manual 74 del eje 75 no toca la palanca 72, sino que sigue el movimiento de la palanca 72 con una ligera holgura entre ellas. Con esta disposición, la leva 74 de control manual está siempre en una posición para tomar a su cargo inmediatamente el control del motor en el caso de que fallara el regulador de velocidad.

Será evidente para los expertos que el sistema de enlace coordinador de nuestro sistema de control podría disponerse de modo que cuando la empuñadura 22 se mueva desde la posición cerrada, primero se abre ampliamente la llave de paso, luego se hace operativo el control manual a través del árbol 75 en la mayoría o en la totalidad del resto del desplazamiento de la palanca 22, no haciéndose nunca eficaz el regulador de velocidad salvo en el caso de un estado transitorio de emergencia que tienda a producir una velocidad excesiva peligrosa. Actualmente, sin embargo, preferimos usar el control manual a través del árbol 75 durante sólo una pequeña parte de la gama de movimiento de la estrangulación, asegurando el control principal por la recalibración del regulador de velocidad y usando control directo a través del árbol 75 como disposición de reserva para que se haga operativa en el caso de que falle el regulador de velocidad.

Nuestro invento proporciona un sistema de regulación del combustible para instalaciones motrices de turbina de gas para aviones con inclusión de medios para recalibrar el control manual de modo que un ajuste dado corresponda a un porcentaje fijo de plena carga nominal, cualquiera que sea la altitud, y que tiene dispositivos respondientes a la ve-

locidad y la temperatura dispuestos para permitir el funcionamiento a la máxima carga segura con economía, mientras que al mismo tiempo se impiden velocidades o temperaturas peligrosamente altas.

N O T A.-

Los puntos de invención propia pero no nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Introducción en España, por 10 años, son los siguientes:

1º.- Un aparato regulador del combustible para una instalación motriz de turbina para aviones, destinado a variar el caudal de combustible en respuesta a una señal de presión variable, que tiene medios para suministrar flúido de control a presión sustancialmente constante, un motor hidráulico con un primer miembro movible cargado por la presión del flúido de control en el motor en una dirección, una válvula piloto para regular el flujo de flúido de control desde dichos medios para alimentación al motor, medios de palanca de seguimiento que conectan la válvula piloto con dicho primer miembro movible, medios para situar los medios de palanca de seguimiento para variar la alimentación de flúido de control al motor, medios elástico ajustables que cargan al primer miembro movible en oposición a la presión del flúido en dicho motor, y medios de servomotor que incluyen un segundo miembro movible en relación de aplicación con dicho primer miembro y con los medios de carga elásticos ajustables para modificar la acción de dichos medios de carga sobre el primer miembro movible en respuesta a una presión perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz, con lo cual la presión suministrada al motor hidráulico es

variada automáticamente cualquiera que sea la posición de la palanca de seguimiento.

2º.- Un aparato regulador para una instalación motriz que tiene un dispositivo de control del combustible para controlar el flujo de combustible en respuesta a una señal de presión variable, una palanca principal, de control destinada a ser situada para seleccionar una salida de carga deseada, un motor hidráulico que tiene un cilindro y un pistón dispuesto a deslizamiento en el cilindro y que forma una cámara de presión con él, medios para suministrar un flúido de control a presión, medios de válvula piloto para controlar la admisión de flúido de control a dicha cámara, medios de palanca de seguimiento que conectan la palanca de control principal con dicho pistón y con los medios de válvula piloto, medios de resorte, medios de palanca de relación variable conectados entre el resorte y el pistón para cargar al pistón contra la presión del flúido en el cilindro, y medios de servomotor que incluyen un miembro movible conectado a los medios de palanca de relación variable para variar el efecto de carga de los medios de muelle sobre dicho pistón en respuesta a una presión perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz, con lo cual la cámara de presión es automáticamente variada cualquiera que sea la posición de la palanca principal de control

3º.- Un aparato regulador en un sistema de control de control de una instalación motriz que tiene medios de alimentación del combustible de entrega variable, que incluye la combinación de primeros medios de servomotor de presión de flúido para variar la entrega de combustible, segundos medios de servomotor de presión de flúido que producen una pre

sión de señal para situar los primeros medios de servomotor, incluyendo dichos segundos medios de servomotor medios para suministrar una flúido de control a presión a una caja que contiene un primer miembro movible en correspondencia con la presión del flúido de control que le es suministrado, medios de válvula piloto para regular la admisión de flúido de control desde los medios de alimentación a los segundos medios de servomotor, medios de conducto que comunican la presión de los segundos medios de servomotor con los primeros medios de servomotor, y medios de palanca de seguimiento conectados a la válvula piloto y a dicho primer miembro, un miembro de control que se aplica a la palanca de seguimiento para situar la válvula piloto, medios ajustables que cargan a dicho miembro movible en la dirección de disminución del combustible, y medios de servomotor que incluyen un segundo miembro movible que se aplica a los medios de carga ajustables para ajustar dichos medios de carga en respuesta a una presión perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz, con lo cual la presión del flúido de control suministrada a los primeros medios de servomotor se varía automáticamente en correspondencia con dicha presión de funcionamiento de la instalación motriz cualquiera que sea la posición de dicho miembro de control.

4º.- Un aparato regulador, en una instalación motriz térmica rotativa que tiene un generador de gas caliente y medios para suministrar combustible al mismo en una proporción variable, medios reguladores para la alimentación del combustible que incluyen un miembro movible destinado a ser situado de acuerdo con la potencia de salida deseada, un miembro de control conectado al miembro movible para situar

lo, medios que cargan al miembro movible a un extremo de su gama de movimiento, un regulador que responde a una condición de velocidad de rotación en la instalación motriz y que incluye un miembro destinado a mover al miembro de control en la dirección que disminuye la alimentación de combustible cuando dicha velocidad sube por encima de un valor predeterminado, un dispositivo térmico que responde a una condición de temperatura en la instalación motriz y que incluye un miembro destinado a mover al miembro de control en la dirección que disminuye la alimentación de combustible cuando dicha condición de la temperatura sube a un valor preseleccionado, y medios de servomotr que responden a una presión que varía en función de la presión atmosférica ambiente para ajustar la fuerza ejercida sobre el miembro movible por dichos medios de carga coh lo cual la acción del miembro de control, del regulador de velocidad y del dispositivo térmico son modificadas simultáneamente de acuerdo con los cambios en dicha presión.

5º.- Un aparato regulador en un sistema de combustible para una instalación motriz de turbina de gas que tiene un generador de gas caliente y medios de alimentación variable del combustible que incluye un miembro de control del combustible que responde a la presión de flúido para ajustar la alimentación del combustible, medios reguladores para suministrar flúido a una presión de control variable al miembro de control del combustible y que incluye medios para suministrar un flúido de control a presión sustancialmente constante, una sola válvula para regular la alimentación de flúido de control al miembro de control del combustible, medios accionadores para dicha válvula que incluyen un segundo

motor que responde a la presión de un flúido que tiene un miembro movible cargado en la dirección de aumento del combustible por la presión de control variable suministrada al miembro de control del combustible, medios ajustables que cargan a dicho miembro movible en la dirección de disminución del combustible en oposición a dicha presión de control variable, medios para situar dicha válvula que incluyen una palanca de seguimiento conectando dicha válvula con dicho miembro movible, un miembro de palanca de control que se aplica a la palanca de seguimiento para situar la válvula, medios para ajustar la palanca de control para seleccionar una salida de carga deseada, medios reguladores que responden a una condición de velocidad de rotación en la instalación motriz y destinados a mover la palanca de control en la dirección de disminución del combustible cualquiera que sea la posición de los medios de selección de la carga, un dispositivo térmico que responde a una condición de temperatura perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz y destinado también a mover la palanca de control en la dirección de disminución del combustible independientemente de la posición de los medios selectores de la carga, y medios que responden a una condición de presión perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz para ajustar dichos medios de carga para modificar simultáneamente el efecto de los medios selectores de la carga, el regulador de velocidad y el dispositivo térmico.

6º.- Un aparato regulador en un control de combustible para una instalación motriz térmica, que incluye un cilindro hidráulico con un pistón corredizo que definen una cámara de presión, medios para suministrar un flúido de control a pre-

sión a dicha cámara, medios para variar la alimentación de combustible de acuerdo con los cambios de la presión en dicha cámara, un muelle destinado a cargar a dicho pistón en contra de la presión del flúido de control, primeros medios que incluyen una válvula piloto conectada al pistón por una palanca de seguimiento para variar la señal de presión suministrada a dicha cámara, un mecanismo de palanca de relación variable que conecta el muelle al pistón, y medios que incluyen un servomotor conectado a dicho mecanismo y operable para variar la relación de palanca efectiva en respuesta a los cambios en una presión de control que es función de la presión atmosférica ambiente.

7º.- Un aparato regulador para una instalación motriz térmica, que comprende la combinación de un cilindro hidráulico con un pistón corredizo que definen una cámara de presión, medios para suministrar un flúido de control a presión a dicha cámara, medios para variar la proporción de combustible suministrado a la instalación motriz de acuerdo con el cambio de presión en dicha cámara, un muelle destinado a cargar dicho pistón en contra de la presión del flúido de control, primeros medios que incluyen una válvula piloto conectada a dicho pistón por una palanca de seguimiento para variar la señal de presión suministrada a dicha cámara, un mecanismo de relación variable que conecta el muelle al pistón, y medios para variar la relación de dicho mecanismo incluyendo un motor hidráulico con una segunda válvula piloto para regular el flujo de flúido motor a y desde el motor, medios que responden a una presión que varía en función de la presión atmosférica ambiente para situar la segunda válvula piloto, y medios para limitar la relación de flujo de flúido

motor en la dirección de disminución de altitud solamente, con lo cual el mecanismo regulador tiene una relación limitada de respuesta al disminuir la altitud, al tiempo que efectúa una rápida respuesta al aumentar la altitud.

8º.- Un aparato regulador para una instalación motriz térmica, que tiene un generador de gases calientes y medios para suministrar combustible al generador a una proporción variable, un regulador para los medios de alimentación de combustible que incluye un miembro de control, medios para situar el miembro de control para seleccionar una proporción de combustible que corresponda a una salida de potencia deseada, un servo-mecanismo que incluye un dispositivo que responde a una condición de temperatura perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz, y un motor hidráulico con un miembro accionador destinado a aplicarse al miembro de control y moverlo en la dirección de disminución del combustible, independientemente de la posición de los medios selectores de la salida, medios para suministrar flúido motor a presión, una válvula piloto situada por el dispositivo térmico y destinada a controlar el flujo de flúido a y desde el motor hidráulico, y medios que restringen el caudal de flúido motor al motor en una dirección solamente para limitar la rapidez de la respuesta del servomotor al disminuir la temperatura, mientras que efectúan una rápida respuesta al aumentar la temperatura.

9º.- Un aparato regulador para una instalación motriz térmica que incluye un miembro de control, medios para situar el miembro de control para seleccionar una velocidad de liberación de calor deseada, un servo-mecanismo térmico que responde a una condición de temperatura perteneciente al fun

cionamiento de la instalación motriz y que incluye un motor hidráulico con un miembro de accionamiento destinado a aplicarse al miembro de control a través de una conexión de movimiento perdido para moverlo en la dirección de salida deseada independientemente de los medios selectores de la salida, variando el grado de movimiento permitido por dicha conexión de movimiento perdido con la posición del miembro de control y determinando el aumento de temperatura que ocurrirá antes de que el servo-mecanismo se haga eficaz para disminuir la salida, medios para suministrar flúido motor a presión, una válvula piloto situada por el dispositivo térmico para controlar el flujo de flúido a y desde el motor hidráulico, y medios que restringen el caudal de flúido motor en una dirección solamente para limitar la rapidez de respuesta del mecanismo servo al disminuir la temperatura al tiempo que efectúan una rápida respuesta al aumentar la temperatura.

10º.- Un aparato regulador en un sistema de control para una instalación motriz térmica que tiene un generador de calor y medios para variar la alimentación de combustible al mismo que incluyen un miembro de control cuya posición determina la proporción de la alimentación del combustible, la combinación de primeros medios de motor hidráulico para situar el miembro de control del combustible, un segundo motor hidráulico que incluye una caja que define una cámara de presión de flúido y un miembro movible en dicha cámara de acuerdo con los cambios en la presión de ella, medios para suministrar un flúido de control a presión, medios de válvula piloto para regular el flúido de control desde los medios de alimentación a dichos primero y segundo motores hidráulicos

316667

en paralelo, medios de palanca de seguimiento que conectan la válvula piloto y el miembro movible de dicho segundo motor hidráulico, un miembro de palanca de control que se aplica a la palanca de seguimiento para situar la válvula piloto, primeros medios elásticos que cargan a la palanca de control en la dirección de aumento del combustible, medios para situar la palanca de control en la dirección de disminución del combustible en contra de la carga de dichos primeros medios elásticos, para seleccionar una salida de carga deseada, servo-mecanismos que responden a las condiciones de temperatura y de velocidad en la instalación motriz para mover la palanca de control en la dirección de disminución del combustible cualquiera que sea la posición de los medios selectores de la carga, segundos medios de carga conectados a dicho miembro movible a través de un mecanismo de palancas de relación variable, y medios de servomotor para variar el brazo de momento efectivo de dicha palanca variable de acuerdo con una condición de presión perteneciente al funcionamiento de la instalación motriz, con lo cual la acción de los medios selectores de la carga y de los medios que responden a la velocidad y a la temperatura es modificada simultáneamente de acuerdo con los cambios en dicha presión perteneciente al funcionamiento.

11º.- Un aparato regulador para una instalación motriz de turbina de gas que tiene medios para variar su salida, que comprende la combinación de un miembro de palanca de control destinado a ser situado de acuerdo con la salida deseada, medios para situar a mano el miembro de palanca de control para seleccionar una salida deseada, medios que responden a una velocidad perteneciente al funcionamiento de la

instalación motriz para accionar la palanca de control en una dirección que reduzca la salida, cualquiera que sea la posición de los medios selectores de salida a fin de limitar dicha velocidad de funcionamiento a un valor preseleccionado, medios para ajustar dicho dispositivo que responde a la velocidad para variar dicho valor preseleccionado al cual dicho dispositivo se hace eficaz para ocuparse del control de los medios selectores de la carga, y medios que conectan dichos medios de ajuste con los medios manuales de control, con lo cual mientras los medios que responden a la velocidad están en aplicación operativa con el miembro de la palanca de control, los medios selectores de la salida permanecen fuera de aplicación con el miembro de la palanca de control pero la sigue con una holgura predeterminada en posición para ocuparse de nuevo rápidamente del control en el caso de fallo del dispositivo que responde a la velocidad.

12º.- Un aparato regulador para una instalación motriz térmica rotativa para aviones que tiene un generador de calor y medios para variar la alimentación de combustible al mismo que incluyen un miembro de control cuya posición determina el caudal de alimentación de combustible, que comprende la combinación de primeros medios de motor hidráulico para situar el miembro de control del combustible, segundos medios de motor hidráulico que incluyen una caja que define una cámara de presión de flúido y un miembro movible en dicha cámara de acuerdo con los cambios en la presión de la misma, medios para suministrar un flúido de control a presión, medios de válvula piloto para regular el flujo de flúido de control desde los medios de alimentación al primero y

316667

segundo motores hidráulicos en paralelo, medios de palanca de seguimiento que conectan la válvula piloto y el miembro movible de dicho segundo motor hidráulico, un miembro de palanca de control que se aplica a la palanca de seguimiento para situar la válvula piloto, primeros medios elásticos que cargan a la palanca de control en la dirección de aumento del combustible, medios para situar la palanca de control en la dirección de disminución del combustible en contra de la carga de dichos primeros medios elásticos para seleccionar una salida de carga deseada, un primer servo-mecanismo que responde a una condición de velocidad en la instalación motriz y que tiene un miembro de accionamiento para mover la palanca de control a través de una conexión de movimiento perdido en la dirección de la disminución del combustible, cualquiera que sea la posición de los medios selectores de la carga, siendo el grado de movimiento perdido permitido por dicha conexión proporcional al aumento de velocidad que ocurrirá antes de que el servo-mecanismo se vuelva eficaz para reducir la alimentación de combustible, un segundo servo-mecanismo que responde a una condición de temperatura en la instalación motriz y que tiene un miembro de accionamiento destinado a mover la palanca de control a través de una conexión de movimiento perdido en la dirección de disminución del combustible, siendo el grado de movimiento permitido por dicha conexión proporcional al aumento de temperatura que ocurrirá antes de que el segundo servo-mecanismo se vuelva eficaz, variando el grado de movimiento libre en dichas conexiones de movimiento perdido en función de la posición de la palanca de control con lo cual los aumentos de velocidad y de temperatura permitidos por

316667

1285.- los respectivos servo-mecanismos variarán en función del ajuste de la carga, segundos medios que cargan a dicho miembro movible a través de un mecanismo de relación de palanca variable en contra de la presión de flúido en dicha cámara de presión y un terder servo-mecanismo de compensación para
1290.- variar el brazo de momento efectivo de dicha palanca variable de acuerdo con una condición de la presión que varía en función de la presión atmosférica ambiente, con lo cual la acción de los medios selectores de la carga y de los servomecanismos de la velocidad y la temperatura es simultánea-
1295.- mente modificada de acuerdo con los cambios en la presión atmosférica ambiente, incluyendo dicho servo-mecanismo térmico un motor con medios que limitan la proporción o velocidad del movimiento efectuada por él en una dirección solamente para limitar la velocidad de respuesta del mismo al
1300.- disminuir la temperatura al paso que efectúa respuesta rápida al aumentar la temperatura, incluyendo dicho mecanismo servo de compensación un motor con medios para limitar la rapidez del movimiento en una dirección solamente con lo cual la rapidez de respuesta del mismo es limitada al dis-
1305.- minuir la altitud al paso que efectúa una respuesta rápida al aumentar la altitud.

13º.- "UN APARATO REGULADOR DEL COMBUSTIBLE PARA UNA INSTALACION MOTRIZ DE TURBINA PARA AVIONES", todo tal y conforme se describe en la presente Memoria, la cual consta de
1310.- 1311 líneas y a título de ejemplo se representa en los adjuntos dibujos.

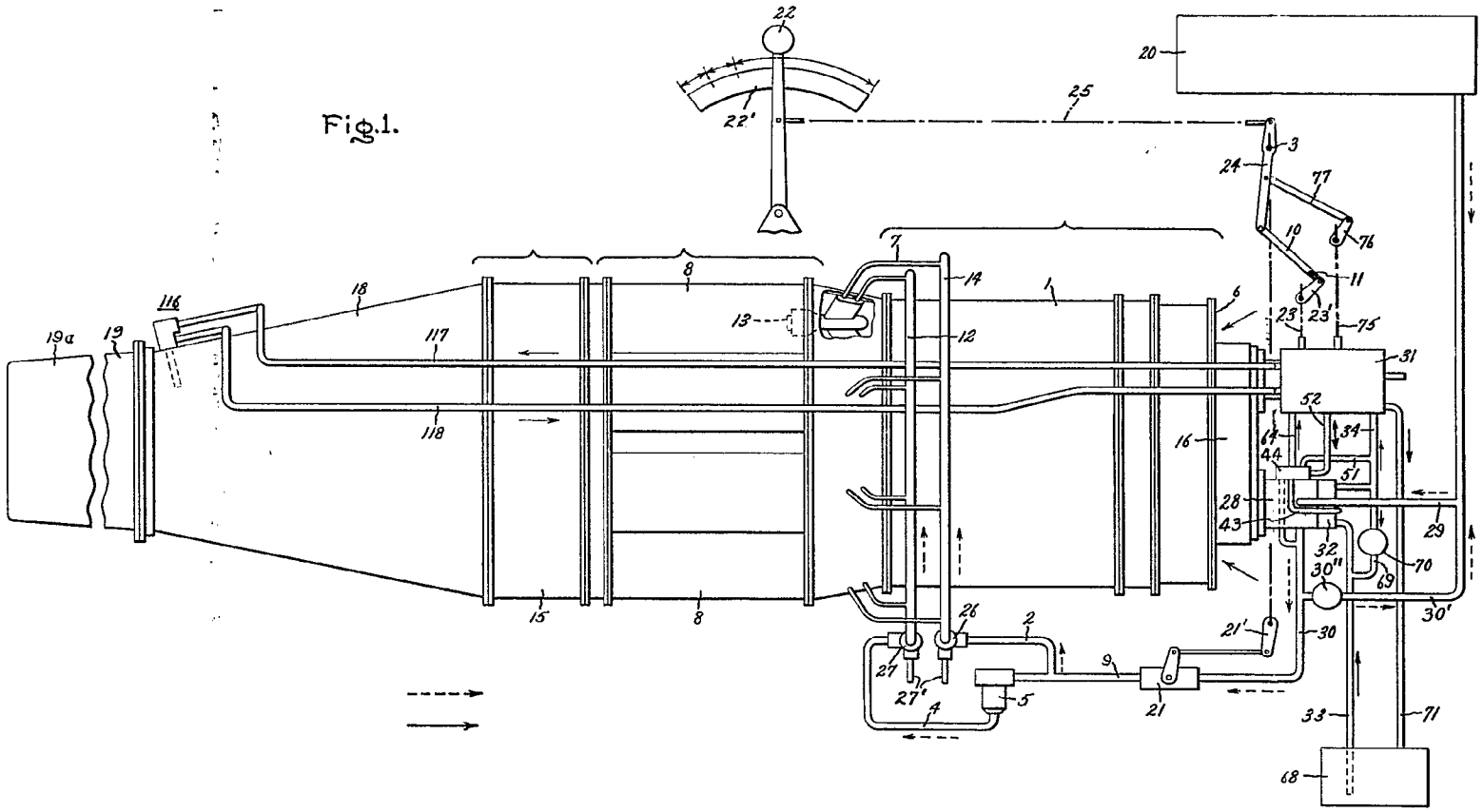
Madrid, 20 AGO. 1965

P. A.

ESCALA VARIABLE.

316667

Fig.1.



Madrid, 20 AGO. 1965

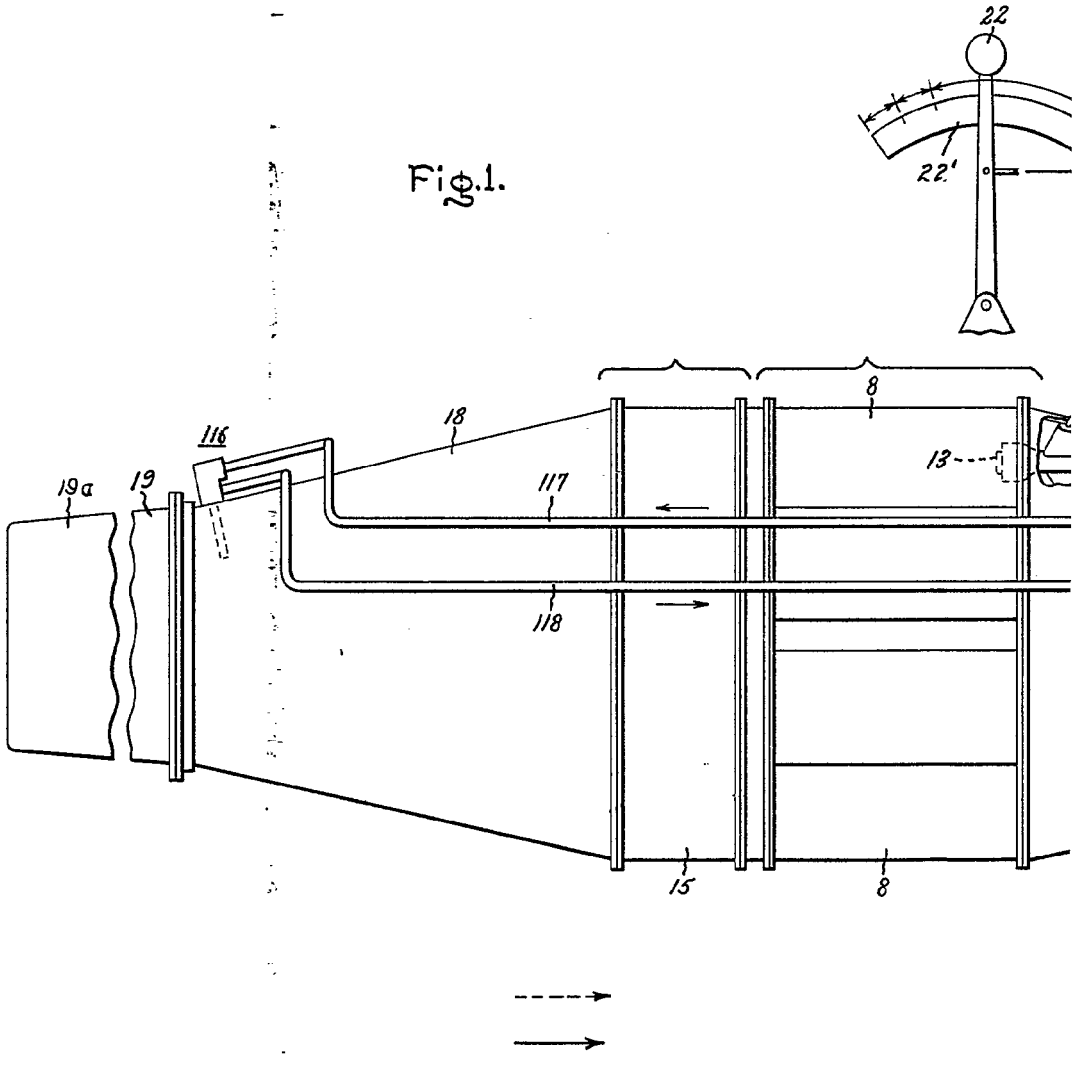
P. A.

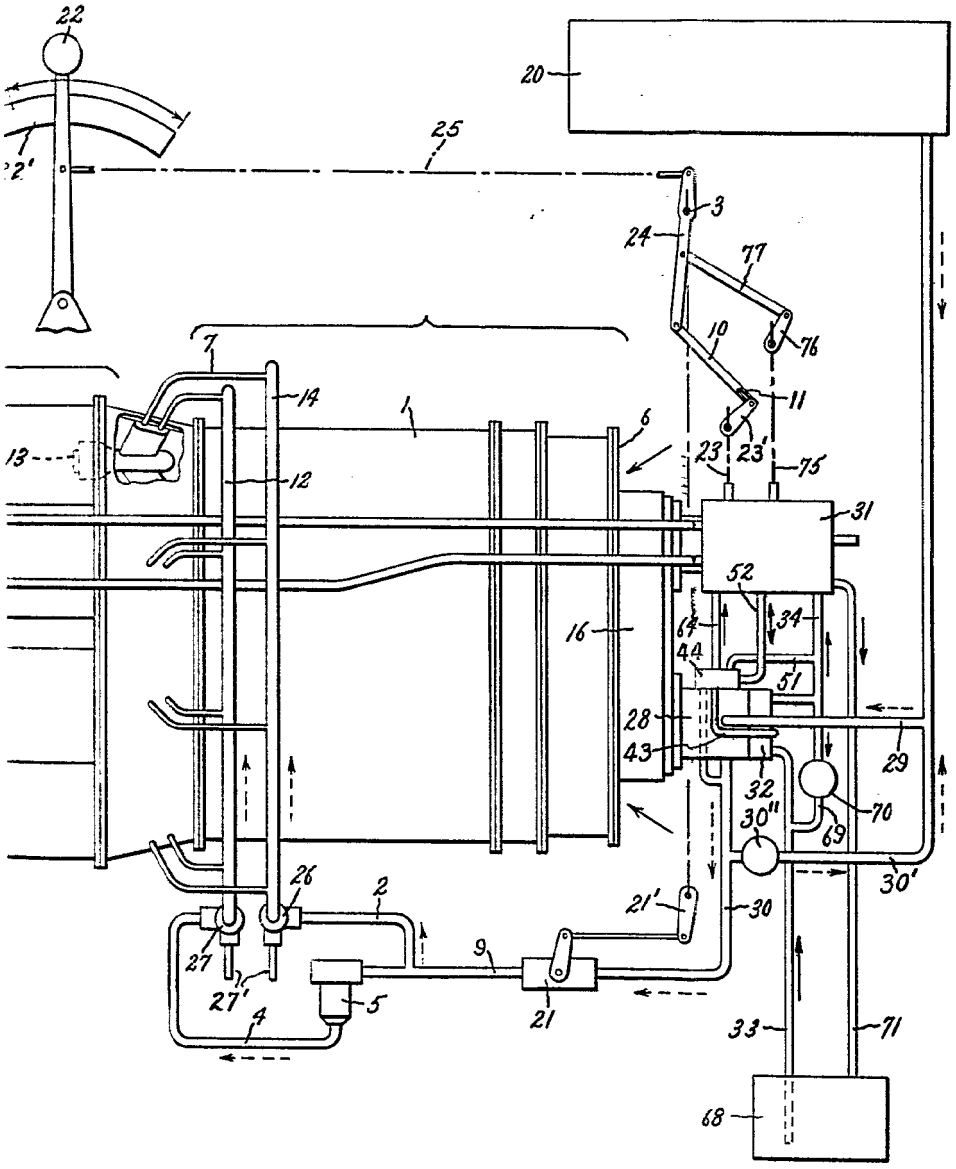
GENERAL ELECTRIC COMPANY.

ESCALA VARIABLE.

316667

Fig.1.





Madrid, 20 AGO. 1965

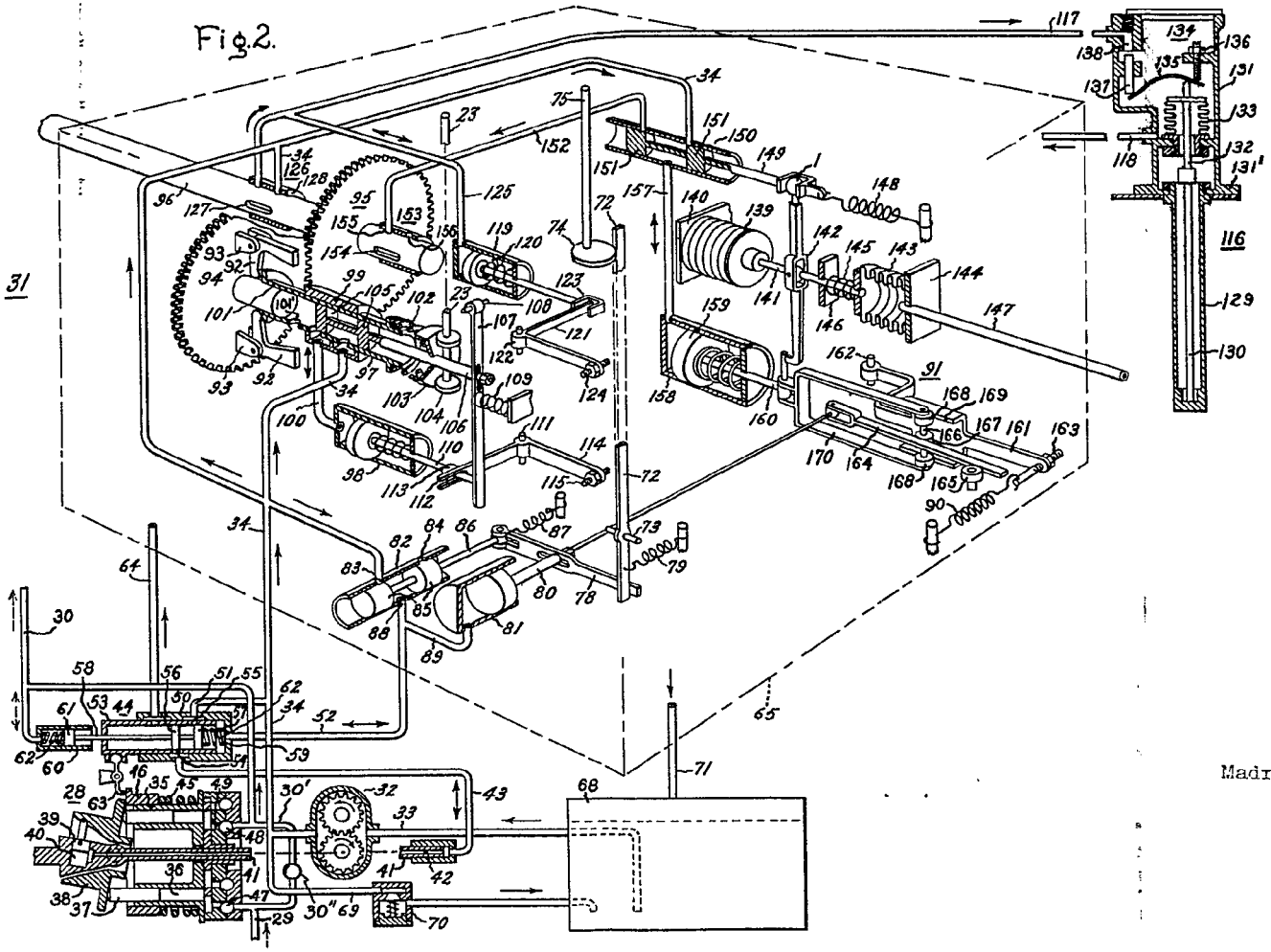
P. A.

ESCALA VARIABLE.

316667

2 0 AGO. 1965

Fig.2.



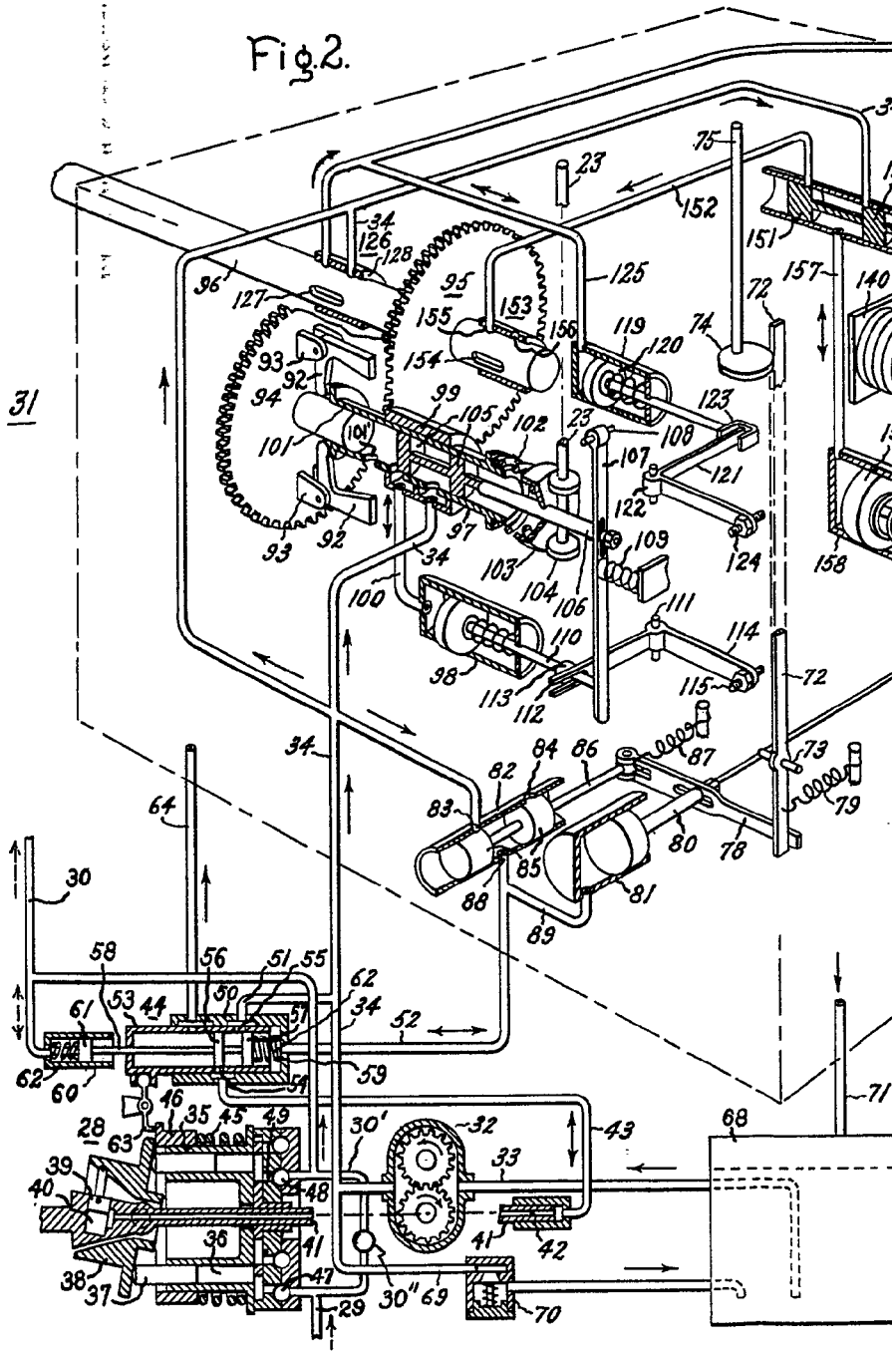
Madrid, 2 0 AGO. 1965
P. A.

GENERAL ELECTRIC COMPANY.

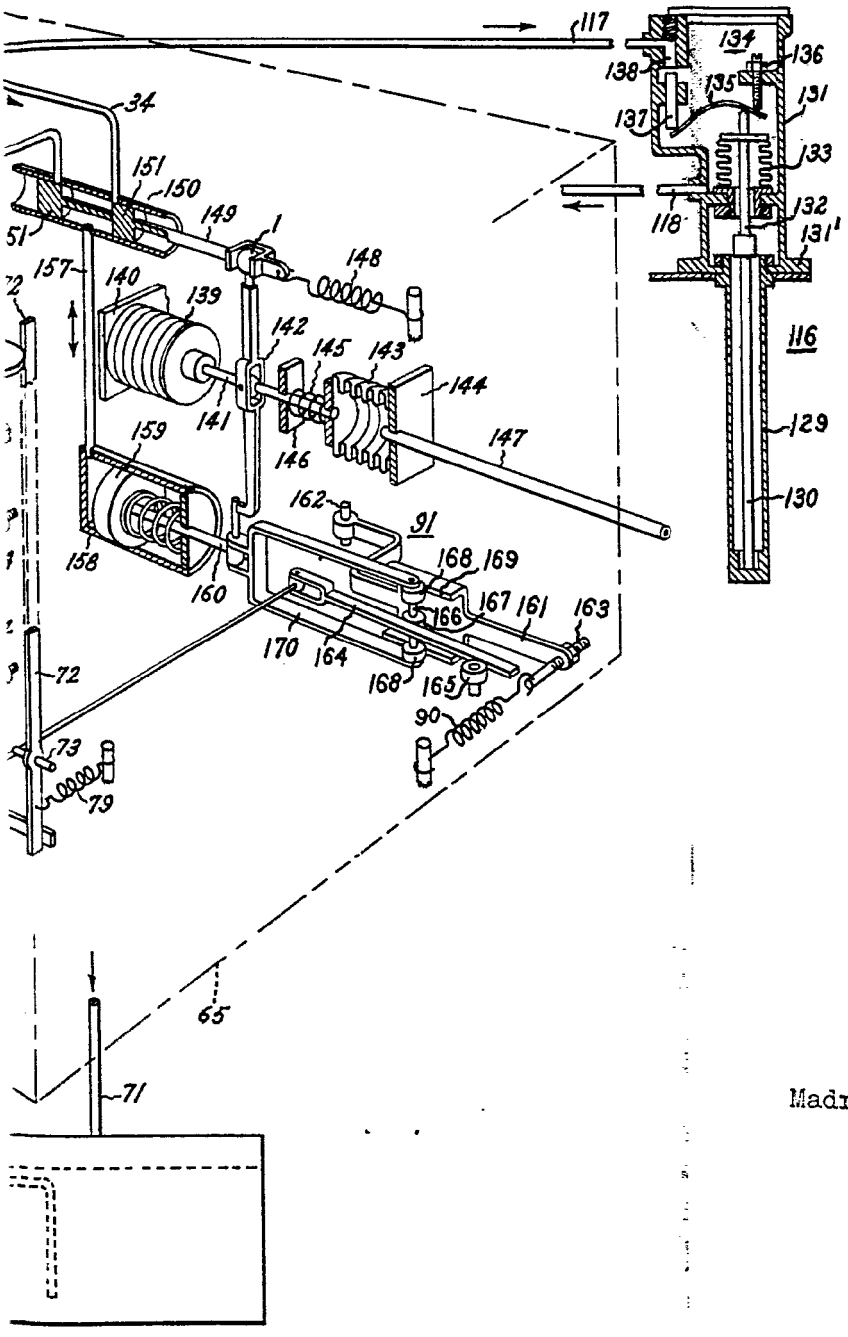
ESCALA VARIABLE.

316667

Fig.2.



2 C AGO 1965



Madrid, 2 C AGO 1965

P. A.