



PATENTE DE INVENCION

MEMORIA DESCRIPTIVA

Sobre:

"SISTEMA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE CON DOSIFICACION  
DEL FLUJO DE MASA".

-----

Solicitante: PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY, entidad nor-  
teamericana, con domicilio en 2700 Merced -  
Street. SAN LEANDRO, California 94577 (U.S.A).

-----

Inventor: Mr. Cormac G. O'Neill.

-----



Extracto

Se proporciona un sistema de inyección de combustible sincronizado, de flujo de masa, en el que el flujo de combustible se mantiene en todo momento en relación predeterminada con el flujo de la masa de aire que penetra en el motor en cualquier instante, manteniéndose abierta la válvula de inyección de combustible durante un intervalo correspondiente a un ángulo de calado constante. Este intervalo se corrige para compensar cualquier error que pueda haberse producido por imprecisiones introducidas por el venturi a través del cual se dosifica el aire y para compensar las variaciones en la presión corriente abajo de la tobera de descarga, que tienen lugar en las aberturas de inducción.

Esta invención se relaciona con sistemas de inyección de combustible para motores de combustión interna y más particularmente con mejoras en tales sistemas.

En una solicitud de Patente titulada: "Sistema de inyección y control de combustible", depositada el 16 de Septiembre de 1.970, con número 383.679 a nombre de la firma solicitante, se describe un sistema de suministro de combustible de rail común para un motor de combustión interna, en el que la presión con que se aplica combustible a las válvulas de inyección del mismo existentes en el sistema está en proporción con el flujo de la masa de aire, obteniéndose información de ello con el uso de un venturi. La duración de cada uno de los tiempos de apertura de las válvulas de inyección de combustible varía inversamente a la velocidad del motor. Para evitar la formación de vapor a baja potencia del motor, junto con una inadecuada atomización, se impide que la presión del combustible descienda por debajo de un valor mínimo predeter-



minado, que es preseleccionado. A todos los niveles de potencia de funcionamiento situados por debajo de este valor mínimo de la presión del combustible, es evidente que la concentración de la mezcla sería demasiado rica. Para mantener una correcta concentración de la mezcla bajo estas condiciones, se introduce una corrección en la duración de la apertura de las válvulas de suministro de combustible, que acorta la duración de inyección en la relación:

10. 
$$T_a = T_s \sqrt{\frac{P_v}{P_a}}$$

15. donde  $T_a$  es la duración efectiva de apertura de las válvulas de inyección  $T_s$  es la duración de apertura de dichas válvulas, derivada de un ángulo de calado fijo,  $P_v$  es una presión de inyección de combustible derivada de una señal de flujo de la masa de aire y  $P_a$  es la presión efectiva de inyección de combustible. Para estos fines, la presión efectiva de inyección de combustible empleada se considera como la diferencia de presión entre la existente en el conducto de suministro de combustible y la del colector de admisión.

20. Para evitar los problemas producidos por el empleo de un tiempo constante por inyección, el tiempo de apertura de cada una de las válvulas de inyección por ciclo está en proporción inversa a la velocidad (o bien, la válvula de inyección se abre para un ángulo de calado constante cuando la presión de inyección de combustible excede de algún nivel -- predeterminado, tal como  $1,40 \text{ Kg/cm}^2$ ).

25. Descrito en líneas generales, el sistema emplea una señal de depresión del venturi para modular la presión del combustible de alimentación del rail común. Aunque el sistema funciona satisfactoriamente, se advierte una mejora

30.



- cuando se tienen en cuenta ciertos factores que intervienen bajo específicas condiciones de funcionamiento del venturi. Uno de ellos es el hecho de que las pulsaciones de presión y velocidad que se alteran en fase pueden hacer que el medidor venturi produzca una falsa medición del flujo de aire. Para evitar este problema, se realizan esfuerzos conducentes a atenuar la pulsación en el venturi. Este se encuentra situado corriente arriba de un condensador amortiguador de la sobrecarga repentina de aire, lejos de las aberturas del motor, y como no se requiere el paso de combustible a través de él, se evitan los problemas de transporte y depósito de combustible.
- 5.
- 10.

- Se produce un segundo error en las mediciones del flujo de la masa de aire realizadas por medidores venturi a elevados vacíos en el cuello, cuando la expansión de la masa de aire crea una señal de depresión que no sigue una ley "cuadrada". El error incrementa su magnitud como resultado de variaciones en la temperatura y presión ambientes. En consecuencia, para evitar el error en la medición del flujo de la masa de aire por un medidor venturi, que es causado por dichos factores, ha de encontrarse algún sistema para medir estos factores causantes del error y efectuar las adecuadas correcciones de los mismos.
- 15.
- 20.

- Un objeto de esta invención es proporcionar, en un sistema de inyección de combustible del tipo en el que se determina la presión de inyección del combustible mediante el flujo de la masa de aire medido por un medidor venturi, una disposición para compensar ciertas imprecisiones introducidas en la medición del citado flujo de la masa de aire por dicho medidor venturi.
- 25.
- 30.



Otro objeto de la invención es la provisión de un sistema de inyección de combustible sincronizado, de flujo de masa de aire, que compensa los errores causados en la medición del flujo de la masa de aire por un medidor venturi - por variaciones en la temperatura y presión ambientes, y la provisión de un control preciso de la mezcla de combustible a todas las altitudes.

Otro objeto es la provisión de un nuevo y perfeccionado sistema de inyección de combustible.

10. Estos y otros objetos de la invención pueden conseguirse en un sistema de suministro de combustible de rail común, del tipo brevemente descrito antes, en el que se aplican a un circuito eléctrico análogo señales procedentes de varios sensores que respectivamente miden la temperatura ambiente, la temperatura del combustible, la presión atmosférica, la caída de presión entre el conducto a presión de suministro de combustible y el colector, la depresión en el cuello del venturi por debajo de la presión atmosférica y la depresión por debajo de ésta última en el canal de control de ralenti que se encuentra corriente abajo del venturi, produciendo el circuito análogo, a partir de todas estas señales, una señal eléctrica análoga resultante que se usa para acortar la duración del tiempo de apertura de las válvulas de inyección de combustible correspondiente al ángulo de calado constante, compensándose así cualquier error en la medición del flujo de la masa de aire.
- 15.
- 20.
- 25.

Los nuevos aspectos de la invención se exponen con detalle en las adjuntas reivindicaciones. Se comprenderá mejor la invención con la siguiente descripción, leída con referencia a los adjuntos dibujos, en los cuales:

30.



La figura 1ª es una disposición esquemática ilustrativa de los puntos en que se colocan los diversos sensores requeridos por la invención.

5. La figura 2ª es un diagrama esquemático de un computador análogo usado para calcular la señal de error del medidor venturi de acuerdo con la invención.

La figura 3ª es un diagrama esquemático de un circuito de control de las válvulas de inyección de combustible.

10. La figura 4ª es un diagrama del circuito pulsador que se emplea con esta invención.

La figura 5ª es un diagrama de circuito de descarga empleado con la invención.

La figura 6ª es un diagrama de circuito de un inversor de arranque empleado con la invención; y

15. La figura 7ª es un diagrama esquemático de otra versión del circuito de control de las válvulas de inyección de combustible, que puede emplearse con esta invención.

Seguidamente se expone una derivación que tiene por resultado una ecuación llevada a cabo por circuitos análogos para proporcionar la reducción en el tiempo de apertura de las válvulas de inyección de combustible, que compensa cualesquiera errores introducidos en el sistema medidor del combustible con flujo de masa de aire como resultado del uso del venturi para determinar el flujo de la masa de aire.

20. De la ecuación que expresa el flujo de combustible en múltiplos o submúltiplos de 0,454 Kg. por segundo en un sistema de flujo ininterrumpido, y de una ecuación que expresa aproximadamente el flujo de aire en un sistema de flujo continuo a través de un venturi, deriva un factor de "corrección"

25. que puede usarse para corregir la señal del ángulo de calado,

30.



que representa el intervalo en que ha de mantenerse abierta la válvula de inyección de combustible, con lo que se proporciona una compensación al error en la medición del flujo de la masa de aire a través del medidor venturi.

5. Primeramente se mostrará la derivación de una aproximación al flujo de aire a través de un venturi, que se emplea luego con la ecuación que expresa el flujo de combustible a través de un venturi, para obtener el factor de corrección del ángulo de calado.

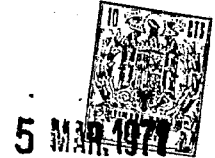
10. El flujo de aire a través de un venturi sigue la ley:

$$W = \left( a g C_{dv} P_1 \sqrt{\frac{2 \gamma}{\gamma - 1} \frac{1}{gRT_1}} \right) \sqrt{\frac{P_2}{P_1} \frac{2 \gamma}{\gamma - 1} \frac{P_2}{P_1} \frac{\gamma + 1}{\gamma}}$$

- 15. donde  $C_{dv}$  = coeficiente de descarga del venturi,
- $W$  = ritmo de flujo,
- $a$  = área del cuello (un múltiplos o submúltiplos de 6,45 cm<sup>2</sup>)
- $g$  = unidades factor conversión,
- 20.  $P_1$  = presión ambiente,
- $T_1$  = temperatura ambiente,
- $P_2$  = presión en el cuello,
- $R$  = constante gaseosa,
- $\gamma$  = factor gaseoso ley gamma.

25. Para construir un computador análogo eléctrico simple para computar  $W$ , es necesario aproximar esta función usando sólo las operaciones de adición, sustracción, multiplicación, división y evaluación de una raíz cuadrada.

30. La cantidad entre paréntesis implica sólo esas operaciones, siendo ahora por tanto necesario encontrar una apro-



estimación a:

$$G = \sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{2/\gamma} - \left(\frac{P_2}{P_1}\right) \frac{\gamma+1}{\gamma}}$$

5.

Esto puede expresarse también como:

$$G = \sqrt{\left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1/\gamma} \left[ \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{1/\gamma} - \frac{P_2}{P_1} \right]}$$

10.

Si  $P_D = P_1 - P_2$ , de manera que  $\frac{P_2}{P_1} = 1 - \frac{P_D}{P_1}$ , con esta sustitución, G pasa a ser:

$$G = \sqrt{\left(1 - \frac{P_D}{P_1}\right)^{1/\gamma} \left[ \left(1 - \frac{P_D}{P_1}\right)^{1/\gamma} - \left(1 - \frac{P_D}{P_1}\right) \right]}$$

15.

Para esta particular aplicación, que es el sistema de carburación, las únicas válvulas de h y P de interés son de los órdenes:

20.

$$0 \leq P_D \leq 152,39 \text{ mm de Hg}$$

$$15 \leq P_1 \leq 787,39 \text{ mm de Hg}$$

de manera que el orden de la relación sin dimensiones  $\frac{P_D}{P_1}$  es:

25.

$$0 \leq \frac{P_D}{P_1} \leq \frac{6}{15} = ,4$$

La pequeñez de la relación  $\frac{P_D}{P_1}$  sugiere que

$$\left(1 - \frac{P_D}{P_1}\right)^{1/\gamma}$$

sea extendido en una serie Taylor aproxima-

30.

madamente  $\frac{P_D}{P_1} = 0$  para obtener una expresión aproximada



para G. Así, usando:

$$\left(1 - \frac{P_D}{P_1}\right)^\gamma = 1 - \frac{1}{\gamma} \left(\frac{P_D}{P_1}\right) + \frac{1}{2\gamma} \left(\frac{1}{\gamma} - 1\right) \left(\frac{P_D}{P_1}\right)^2$$

5. y despreciando todos los términos superiores al segundo orden en  $\frac{P_D}{P_1}$ , se tiene que:

$$G = \sqrt{\frac{\gamma-1}{\gamma} \frac{P_D}{P_1} - \frac{3(\gamma-1)}{2\gamma^2} \left(\frac{P_D}{P_1}\right)^2}$$

10.

$$G \approx \sqrt{\frac{P_D}{P_1} \left(0.286 - 0.306 \frac{P_D}{P_1}\right)}$$

15.

con esta aproximación para G, se tiene finalmente que:

$$W = \text{ag } P_1 \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \frac{1}{gRT_1}}$$

20.

$$W = C_d v A_v \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \cdot \frac{g}{R} \cdot \frac{P_1}{\sqrt{T_1}}} \cdot \left(\frac{P_D}{P_1} 0.286 - 0.306 \frac{P_D}{P_1}\right)$$

25.

Esta fórmula aproximada para W es muy precisa en los valores de  $P_D$  y  $P_1$  objeto de consideración. La siguiente tabla muestra la precisión de la aproximación de  $\gamma = 1,4$  (aire).

Valor de $\frac{P_D}{P_1}$	Error relativo máximo en W = <u>Aproximación exacta x 100%</u>
0 a .4	-0.06% cuando $\frac{P_D}{P_1} = .15$
0 a .5	+0.1% cuando $\frac{P_D}{P_1} = .5$

30.

5 MAR 1977

Supongamos ahora que las condiciones adiabáticas  $\gamma = 1,4$ . El flujo de combustible en múltiplos o submúltiplos de 0,454 Kg por segundo (flujo interrumpido) para un motor de combustión interna puede expresarse como:

5.

$$L_f = A_N V_f p_f tN = A_N C_{DN} \sqrt{2gh_f} p_f tN$$

$$L_f = A_N C_{DN} \sqrt{2g p_f P_f} t x N \quad (1)$$

donde

10.

$A_N$  = área del orificio de la tobera.

$C_{DN}$  = coeficiente de descarga de la tobera.

$p_f$  = densidad del combustible.

$h_f$  = pérdida de carga a través de la tobera.

15.

$P_f$  = caída de presión a través de la tobera en múltiplos o submúltiplos de 0,0703 Kg/cm<sup>2</sup>

$t$  = duración de la inyección (seg.).

$N$  = número de inyecciones por segundo.

$a$  = área del cuello del venturi (un múltiplos o submúltiplos de 6,45 cm<sup>2</sup>)

20.

$P_1$  = presión ambiente en múltiplos o submúltiplos de 0,0703 Kg/cm<sup>2</sup>

$T_1$  = temperatura ambiente (°C)

$P_D$  = depresión en el cuello del venturi en múltiplos o submúltiplos de 0,0703 Kg/cm<sup>2</sup>

$C_{dv}$  = coeficiente de descarga del venturi.

25.

Se indicó anteriormente que una aproximación del flujo de aire en múltiplos o submúltiplos de 0,454 Kg. por segundo (flujo continuo) a través de un venturi puede expresarse aproximadamente por:

30.

$$W = C_d a \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \cdot \frac{g}{R} \cdot \frac{P_1}{T_1}} \left( \frac{P_D}{P_1} 0.286 - 0.306 \frac{P_D}{P_1} \right)^{1/2} \quad (2)$$



5 MAR. 1977

Si  $W = B L_f$ , donde  $B =$  relación aire/combustible, entonces equiparando  $B$  x Ecuación (1) con la Ecuación (2):

5. 
$$B \frac{A_N}{A} C_{dN} tN \sqrt{2g P_f} \cdot \sqrt{P_f} = C_{dv} a \sqrt{\frac{2\gamma}{\gamma-1} \frac{g}{R}} \cdot \frac{P_1}{T_1}$$

10. 
$$K_1 B = \frac{P_1}{\sqrt{T_1}} \sqrt{\frac{0.286 - 0.306 \frac{P_D}{P_1}}{P_1}} \sqrt{\frac{P_D}{P_f}} \frac{1}{tN}$$

donde  $K_1 = \frac{A}{a} \frac{C_{dN}}{C_{dv}} \sqrt{\frac{(\gamma-1)R}{\gamma}} pf$

15. 
$$K_1 B = \sqrt{\frac{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}{T_1}} \sqrt{\frac{P_D}{P_f}} \frac{1}{t.N} \quad (3)$$

Si se controla  $P_f$  a través de una conexión equilibradora de fuerzas, de tal manera que  $P_f = W P_d$ , donde  $W$  es una relación constante, entonces:

20. 
$$B = \frac{1}{tN} \sqrt{\frac{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}{T_1}} \cdot K_2 \quad (4)$$

25. 
$$K_2 = \frac{a}{A_N} \frac{C_{dv}}{C_{dN}} \sqrt{\frac{\gamma}{(\gamma-1)R}} \cdot \frac{1}{P_f W}$$

Si la duración de apertura  $t$  se controla electrónicamente, de manera que:

30.



5 MAR. 1971

$$Nt \sqrt{\frac{T_1}{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}} = \text{una constante } K_3$$

$$t = \frac{K_3}{N} \sqrt{\frac{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}{T_1}} \quad (5)$$

5.

Por consiguiente sustituyendo por t en la Ecuación (4),

$$\sqrt{\frac{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}{T_1}} \cdot K_2$$

10.

$$B = \frac{N}{K_3 N} \cdot \sqrt{\frac{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}{T_1}} = \frac{K_2}{K_3}$$

15.

es decir, la relación combustible/aire depende de  $P_1$ ,  $T_1$  y nivel de señal del venturi.

Hemos de adoptar ahora condiciones de referencia a partir de las cuales aplicar el radical como "corrección" para t.

20.

Las siguientes condiciones han sido adoptadas arbitrariamente sólo con la intención de mantener la corrección inferior a la unidad:

$$T_1 = 440^\circ\text{C}$$

$$P_1 = 787,39 \text{ mm Hg} \approx 1,0686 \text{ Kg/cm}^2$$

25.

$$P_D = 12,7 \text{ mm Hg} \approx 0,01722 \text{ Kg/cm}^2$$

Por consiguiente,

$$K_3 = N t \sqrt{\frac{440}{0.286 \times 15.2 - 0.306 \times 0.245}} = Nt \frac{440}{4.275} \quad (6)$$

30.



Sin "corrección",

$$t = \frac{a}{60 \cdot \text{rpm}} \text{ seg} \quad \text{donde } a = \text{duración de inyección en grados de ángulo de calado.}$$

5. 
$$K_3 = N \frac{a}{60 \cdot \text{rpm}} \sqrt{\frac{440}{(4.275)}}$$

$$t = \frac{a}{60 \text{ rpm}} \sqrt{\frac{440}{T_1} \cdot \frac{0.286 P - 0.306 P}{4.275} \frac{1}{D}} \quad (7)$$

10. 
$$t = \frac{K}{\text{rpm}} \sqrt{\frac{0.286 P - 0.306 P}{T_1} \frac{1}{D}}$$

donde 
$$K_4 = \frac{a}{60} \sqrt{\frac{440}{4.275}}$$

En la ecuación (7) el factor de corrección es:

15. 
$$\frac{440}{T_1} \cdot \frac{0.286 P - 0.306 P}{4.275} \frac{1}{D}$$

20. También ha de emplearse un segundo factor de corrección que reconozca el uso de una incorrecta presión del combustible. En la ecuación (3), el término  $\sqrt{P_D/P_f}$  suponía que  $P_f$ , la caída de presión a través de la tobera, era igual que la caída de presión a través de la válvula de derrame. Sin embargo, a veces difiere de la presión de la tobera y la sustitución de  $W \cdot P_D$  en la ecuación (4) no es válida siempre. Por consiguiente, hemos de multiplicar por  $\sqrt{W P_D/P_{FA}}$ , donde  $P_{FA}$  es la diferencia detectada entre la presión del combustible y la presión del colector.

25. Este término diferencial proporciona un factor de corrección total que puede aplicarse a la duración de apertura de la válvula:

30.



5 MAR 1977

Factor de corrección =

$$\frac{P_D}{P_{FA} T_1} \cdot \frac{440 W.}{4.275} \frac{(0.286 P_1 - 0.306 P_D)}{1}$$

del factor de corrección =

5.

$$K_5 \frac{P_D}{P_{FA} T_1} (0.286 P_1 - 0.306 P_D) \tag{8}$$

donde  $K_5^2 = \frac{440 W}{4.275}$

10.

El factor de "corrección" es

$$K_5 \frac{P_D}{P_{FA} T_1}^{1/2} (0.286 P_1 - 0.306 P_D)^{1/2} \tag{8A}$$

15.

La diferencia  $P_{FA}$  entre la presión del combustible y la presión del colector se obtiene eléctricamente de tres detectores y un circuito análogo. De un generador en rampa se obtiene una señal eléctrica proporcional a la plena inyección  $\alpha_2$ . Esta señal se reduce multiplicándola por el factor de "corrección", empleándose la señal resultante para terminar la inyección en una duración del ángulo de calado correspondientemente inferior a  $\alpha_2$ .

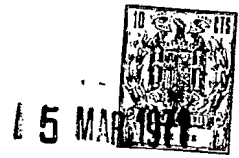
20.

25.

Seguidamente se hará referencia a la figura 1ª de los dibujos. Esta figura 1ª se asemeja a la figura 1ª de la solicitud número seriado 858.717 a que se hizo referencia anteriormente, salvo modificaciones requeridas para los fines de esta invención. Así, se disponen tres detectores adicionales, uno de los cuales es destinado a la presión barométrica, el segundo a la presión ambiente y el tercero a la temperatura del combustible. Este dibujo muestra también la presencia de otras estructuras empleadas de acuerdo con esta invención.

30.

Una bomba de alta presión 10 es accionada en rela-



ción aproximadamente constante con la velocidad del motor, ya sea por acoplamiento directo o preferiblemente mediante un motor de inducción 12 energizado directamente desde la salida de corriente alterna del alternador 14 del vehículo.

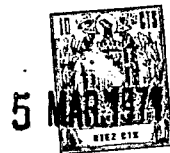
- 5. La bomba 10, que puede ser de desplazamiento positivo, bombea combustible desde un recipiente de flotador convencional 17. Un flotador 16 permite la transferencia de combustible al recipiente 17 desde el tanque de combustible, cuando el nivel de éste en el citado recipiente de flotador desciende por debajo de un valor predeterminado.
- 10. El combustible se bombea a una serie de válvulas de inyección 18A a 18N, una por cada cilindro, que son alimentadas desde un paso común. Luego se pone en circulación el combustible hasta una unidad de válvula de derrame 20 y desde esta unidad retorna al recipiente de flotador 17 y luego a las válvulas de inyección. Cada una de éstas puede ser de tipo electromecánico, que se abren y cierran con gran rapidez en respuesta a una señal eléctrica proporcionada por el sistema 22 de control de la "duración de apertura". La válvula de inyección puede ser también del tipo de accionamiento hidráulico, que responde a presiones hidráulicas del control 22 de duración de apertura. Cada válvula contiene un orificio calibrado a través del cual ha de pasar el combustible antes de que pueda ser descargado.
- 15. La unidad valvular de derrame 20 incluye una cámara cilíndrica 23 provista de un diafragma 24 montado en ella. El diafragma está fijado al vástago 26 de una válvula de contrapunta, sostenido en un taladro de guía 28. La parte inferior del taladro de guía, 28A, está agrandada y el taladro mayor termina en un asiento estrecho sobre el que puede asen-
- 20.
- 25.
- 30.

5 MAR 1971

- tarse la válvula de contrapunta 30. Esta válvula puede deslizarse libremente sobre su vástago, pero es impulsada hacia la posición cerrada o asentada por un resorte 32 montado sobre el vástago entre la contrapunta y una anilla o collar de resorte 34. Para evitar que el resorte impulse al vástago hacia abajo, deformando así al diafragma, se forma un collar 26A en el extremo superior del citado vástago que forma contacto con el alojamiento de la válvula de derrame cuando el diafragma se encuentra en la posición más baja permitida.
5. El silenciador y depurador de aire 36 está sostenido sobre un extremo de la admisión de aire 38 que conduce a una cámara a presión o colector común (sin mostrar) que distribuye el aire a las aberturas de admisión del motor. En esta admisión hay una estructura venturi 40. Entre el venturi y el motor hay una válvula de estrangulación 42. Unas aberturas 44 del cuello del venturi están conectadas a través de un tubo 46 con la cámara de diafragma 23 de la unidad valvular de derrame 20 para aplicar vacío al lado superior del diafragma 24, dependiendo del flujo de aire a través del venturi. Cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el impulso ejercido sobre la válvula de contrapunta y menor la cantidad de combustible que podrá obtenerse a través de ella y por consiguiente mayor será la contrapresión del combustible sobre las válvulas de inyección. Cuanto menor sea el flujo de aire a través del venturi, menor será el impulso sobre el diafragma y la válvula de contrapunta, mayor será la cantidad de combustible que podrá llevarse por la válvula de contrapunta a la cámara de flotador y por consiguiente menor será la presión del combustible sobre las válvulas de inyección.
10. El silenciador y depurador de aire 36 está sostenido sobre un extremo de la admisión de aire 38 que conduce a una cámara a presión o colector común (sin mostrar) que distribuye el aire a las aberturas de admisión del motor. En esta admisión hay una estructura venturi 40. Entre el venturi y el motor hay una válvula de estrangulación 42. Unas aberturas 44 del cuello del venturi están conectadas a través de un tubo 46 con la cámara de diafragma 23 de la unidad valvular de derrame 20 para aplicar vacío al lado superior del diafragma 24, dependiendo del flujo de aire a través del venturi. Cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el impulso ejercido sobre la válvula de contrapunta y menor la cantidad de combustible que podrá obtenerse a través de ella y por consiguiente mayor será la contrapresión del combustible sobre las válvulas de inyección. Cuanto menor sea el flujo de aire a través del venturi, menor será el impulso sobre el diafragma y la válvula de contrapunta, mayor será la cantidad de combustible que podrá llevarse por la válvula de contrapunta a la cámara de flotador y por consiguiente menor será la presión del combustible sobre las válvulas de inyección.
15. El silenciador y depurador de aire 36 está sostenido sobre un extremo de la admisión de aire 38 que conduce a una cámara a presión o colector común (sin mostrar) que distribuye el aire a las aberturas de admisión del motor. En esta admisión hay una estructura venturi 40. Entre el venturi y el motor hay una válvula de estrangulación 42. Unas aberturas 44 del cuello del venturi están conectadas a través de un tubo 46 con la cámara de diafragma 23 de la unidad valvular de derrame 20 para aplicar vacío al lado superior del diafragma 24, dependiendo del flujo de aire a través del venturi. Cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el impulso ejercido sobre la válvula de contrapunta y menor la cantidad de combustible que podrá obtenerse a través de ella y por consiguiente mayor será la contrapresión del combustible sobre las válvulas de inyección. Cuanto menor sea el flujo de aire a través del venturi, menor será el impulso sobre el diafragma y la válvula de contrapunta, mayor será la cantidad de combustible que podrá llevarse por la válvula de contrapunta a la cámara de flotador y por consiguiente menor será la presión del combustible sobre las válvulas de inyección.
20. El silenciador y depurador de aire 36 está sostenido sobre un extremo de la admisión de aire 38 que conduce a una cámara a presión o colector común (sin mostrar) que distribuye el aire a las aberturas de admisión del motor. En esta admisión hay una estructura venturi 40. Entre el venturi y el motor hay una válvula de estrangulación 42. Unas aberturas 44 del cuello del venturi están conectadas a través de un tubo 46 con la cámara de diafragma 23 de la unidad valvular de derrame 20 para aplicar vacío al lado superior del diafragma 24, dependiendo del flujo de aire a través del venturi. Cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el impulso ejercido sobre la válvula de contrapunta y menor la cantidad de combustible que podrá obtenerse a través de ella y por consiguiente mayor será la contrapresión del combustible sobre las válvulas de inyección. Cuanto menor sea el flujo de aire a través del venturi, menor será el impulso sobre el diafragma y la válvula de contrapunta, mayor será la cantidad de combustible que podrá llevarse por la válvula de contrapunta a la cámara de flotador y por consiguiente menor será la presión del combustible sobre las válvulas de inyección.
25. El silenciador y depurador de aire 36 está sostenido sobre un extremo de la admisión de aire 38 que conduce a una cámara a presión o colector común (sin mostrar) que distribuye el aire a las aberturas de admisión del motor. En esta admisión hay una estructura venturi 40. Entre el venturi y el motor hay una válvula de estrangulación 42. Unas aberturas 44 del cuello del venturi están conectadas a través de un tubo 46 con la cámara de diafragma 23 de la unidad valvular de derrame 20 para aplicar vacío al lado superior del diafragma 24, dependiendo del flujo de aire a través del venturi. Cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el impulso ejercido sobre la válvula de contrapunta y menor la cantidad de combustible que podrá obtenerse a través de ella y por consiguiente mayor será la contrapresión del combustible sobre las válvulas de inyección. Cuanto menor sea el flujo de aire a través del venturi, menor será el impulso sobre el diafragma y la válvula de contrapunta, mayor será la cantidad de combustible que podrá llevarse por la válvula de contrapunta a la cámara de flotador y por consiguiente menor será la presión del combustible sobre las válvulas de inyección.
30. El silenciador y depurador de aire 36 está sostenido sobre un extremo de la admisión de aire 38 que conduce a una cámara a presión o colector común (sin mostrar) que distribuye el aire a las aberturas de admisión del motor. En esta admisión hay una estructura venturi 40. Entre el venturi y el motor hay una válvula de estrangulación 42. Unas aberturas 44 del cuello del venturi están conectadas a través de un tubo 46 con la cámara de diafragma 23 de la unidad valvular de derrame 20 para aplicar vacío al lado superior del diafragma 24, dependiendo del flujo de aire a través del venturi. Cuanto mayor sea el flujo de aire, mayor será el impulso ejercido sobre la válvula de contrapunta y menor la cantidad de combustible que podrá obtenerse a través de ella y por consiguiente mayor será la contrapresión del combustible sobre las válvulas de inyección. Cuanto menor sea el flujo de aire a través del venturi, menor será el impulso sobre el diafragma y la válvula de contrapunta, mayor será la cantidad de combustible que podrá llevarse por la válvula de contrapunta a la cámara de flotador y por consiguiente menor será la presión del combustible sobre las válvulas de inyección.



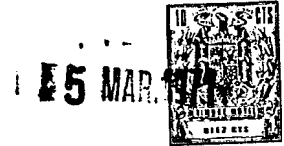
- En el cuerpo del estrangulador u obturador se disponen un sistema de progresión y una abertura de ralenti 50, con un tornillo ahusado 52 de control de volumen, y una derivación de aire de la atmósfera 53, convencionalmente usados en los carburadores, y el canal que enlaza los orificios de ralenti y progresión está conectado a un tercer detector 54 de la presión de ralenti, que se describirá más adelante. Se usa un conducto 56 de derivación de aire para ventilar la abertura de ralenti 50.
- 5.
10. Un conmutador de modo 58, que se explicará más detalladamente con relación a la figura 2ª, responde a una indicación de la válvula de obturación en el sentido de que se requiere una potencia óptima. Es decir, cuando la mezcla de combustible necesita alterarse, por ejemplo, desde una relación aire/combustible de crucero de 16:1 a una relación de plena potencia de 12:1. El conmutador de modo señala entonces a los circuitos de control 22 para alargar el intervalo de inyección de combustible.
- 15.
20. Un primer detector de presión 60 comprende una cámara superior 60U separada de la cámara inferior 60L por un diafragma 60D. El diafragma incluye un núcleo magnético 62. Un devanado 66 detecta la posición del núcleo 62. Es deseable insistir ahora en que la citada construcción de los detectores de presión es meramente ejemplificativa, no sólo del detector de presión 60, sino de otros que se describirán aquí. Pueden emplearse otros transductores de detección de presión bien conocidos, tales como el tipo de calibrador de tensión, sin apartarse del espíritu y ámbito de esta invención.
- 25.
30. La cámara superior del primer detector de presión 60 está conectada al lado superior de la cámara de diafrag-



- ma de la válvula de derrame. La cámara inferior del primer detector de presión está conectada a través de una tubería 68 al lado inferior de la cámara de diafragma de la válvula de derrame. El lado inferior de esta cámara de diafragma comunica también a través de la tubería 70 con el recipiente de flotador. El primer detector de presión proporciona por consiguiente una salida eléctrica, designada por  $P_{dv}$  y aplicada al control 22, que es representativa de la diferencia de presión a través del diafragma, y proporcional a la presión del combustible o del aire de admisión (flujo de masa)<sup>2</sup> que se está señalizando a las válvulas de inyección. Un tubo 41 se extiende también desde la admisión de aire 38 al tubo 68 y luego al tubo 70. Un tubo de impacto 43 está colocado en la unión entre el tubo 41 y la admisión de aire 38 para detectar la presión de estancamiento en el paso de admisión.
- 5.
- 10.
- 15.

- Un segundo detector de presión 72 presenta una construcción similar a la del primer detector de presión. Su cámara inferior 72L está conectada a través de un tubo 73 al colector de admisión corriente abajo de la válvula obturadora 42. La cámara superior 72U está conectada a través de una tubería 74 al paso de combustible de la unidad valvular de derrame 20, que se encuentra corriente arriba de la válvula de contrapunta 30. Un captador inductivo 76 situado en el segundo detector de presión 72 detecta la posición del diafragma en aquél.
- 20.
- 25.

- La salida de señales eléctricas del segundo detector de presión, que se designa por  $P_{fa}$ , se aplica al control 22 y representa la diferencia efectiva de presión del combustible aplicada a través de la calibración en las
- 30.



válvulas de inyección, que se describirá más adelante.

- El detector 54 de presión de ralenti puede denominarse tercer detector de presión y está conectado de manera que el canal de ralenti y progresión 50 esté en comunicación con el lado superior del diafragma 90 incluido en el tercer detector de presión, mientras que el lado inferior del diafragma se comunica con la trompa de admisión de aire situada entre el silenciador de aire y el venturi, mediante su conexión al tubo 41. Un captador eléctrico 94 detecta el desplazamiento del diafragma, La salida de señales eléctricas del tercer detector de presión, que se designa por PDT, se aplica al control 22 e indica el (flujo de masa de aire)<sup>2</sup> durante periodos de ligero funcionamiento del motor, cuando el flujo a través del venturi 40 desciende a un régimen laminar e indica erróneamente el flujo.

- La salida del tercer detector de presión se usa para indicar el momento en que la presión del combustible desciende por debajo de un valor predeterminado, por ejemplo inferior a  $1,4062 \text{ Kg/cm}^2$ . Si la determinación de la presión del combustible permaneciese exclusivamente bajo el control del flujo de masa de aire en el venturi, a una baja potencia del motor habría una baja presión de combustible y se formaría vapor y asimismo habría una inadecuada atomización. El resorte 32 establece una presión mínima del combustible, que evita los efectos de una baja presión del mismo. Sin embargo, a niveles de funcionamiento del motor inferiores a este valor mínimo de presión del combustible, la concentración de la mezcla resultaría demasiado rica. Se efectúa una corrección mediante el control 22 de

5 MAR. 1974



- duración de apertura, durante el tiempo en que la válvula de suministro de combustible está abierta, que acorta el tiempo de inyección de combustible y por consiguiente compensa y mantiene la correcta concentración de la mezcla -
5. combustible. El detector 96 de presión barométrica y el detector 98 de temperatura ambiente están colocados en el filtro del aire. De esta manera, el detector de presión barométrica tiene en cuenta la adicional pérdida de presión debida a la resistencia del elemento filtrante. La
10. salida del detector de presión barométrica es una señal - eléctrica designada por  $P_1$ , representativa de la presión barométrica. El detector de temperatura ambiente produce como salida una señal eléctrica, designada por  $T_1$ , representativa de la temperatura ambiente. Hay también un de-
15. tector 100 de temperatura del combustible, que está colocado en el recipiente 17 y que produce como salida una señal  $T_p$  representativa de la temperatura del combustible. Todas las citadas señales son aplicadas a los circuitos 22 de control de duración de apertura.
20. Cuando se pone en marcha por primera vez el motor, la válvula de obturación 39 situada inmediatamente antes del venturi gira para obstruir el paso del aire. Esto produce un incremento en la presión de aire diferencial a través del diafragma 24. El resultado es una tracción hacia arriba --
25. ejercida sobre el diafragma, que empuja sobre la válvula de derrame. Esto tiene por resultado una incrementada presión y flujo de combustible a las válvulas de inyección del mismo, condición deseable durante el arranque en frío.
30. Seguidamente se hará referencia a la figura 2\*, que es un diagrama esquemático en bloques de un circuito análogo que materializa la ecuación 8A. Esta es la -



ecuación para el factor de corrección con que se precisa reducir el intervalo de inyección de combustible correspondiente a un ángulo de calado constante.

5. La salida del detector de presión 60, que detecta una presión venturi, y que designa por  $P_{dv}$ , se aplica a un amplificador 102. La salida de este amplificador, que es no invertible, se aplica a un diodo 104. La salida del diodo se aplica a un potenciómetro atenuador 106, que multiplica el valor de  $P_{dv}$  por 0,306. Seguidamente, la salida del atenuador se conecta a la entrada de un amplificador sumador 108.
10. La salida del detector de temperatura ambiente 96, que se designa por  $P_1$ , se aplica a un amplificador inversor 110. Su salida, representada por  $-P_1$ , se aplica a un potenciómetro atenuador 112, que atenúa aquella por el factor 0,288. La salida del potenciómetro 112 se aplica al amplificador sumador 108 como su segunda entrada. La salida del amplificador sumador, que comprende ahora  $(-0,288P_1 + 0,306P_{dv})$ , se aplica a un amplificador 114, que la multiplica por un factor de ganancia  $K^2$ . La salida del amplificador 114 se aplica como entrada a un circuito multiplicador 116.
15. La salida del detector de presión 54, que deriva una señal del canal de control de ralenti y que se representa por  $P_{dt}$ , se aplica a un amplificador no inversor 118. La salida de este amplificador se aplica a un diodo 120. Las salidas de los diodos 104 y 120 se conectan conjuntamente y sirven de entrada para un circuito multiplicador 122. La señal que se aplica al multiplicador 122 será la mayor de las dos señales aplicadas a los diodos 104 y 120, puesto que esta señal mayor polarizará al otro diodo. Así, la señal --
- 20.
- 25.
- 30.



aplicada al multiplicador 122 representa la presión del aire en ralenti o la presión del aire sin ralenti.

5. La otra entrada al multiplicador 122 es un factor de corrección que deriva del detector 100 de temperatura del combustible y que se representa por la señal  $T_f$ . Esta señal se aplica a un amplificador inversor 124. La salida de este amplificador se aplica como segunda entrada al multiplicador 122.

10. El detector 72 de presión del combustible, representado por la señal  $P_{fa}$ , se aplica a un amplificador inversor 126. La salida de este amplificador se aplica como entrada a un multiplicador 128. La otra entrada al multiplicador es la salida  $T_1$  del detector 98 de temperatura ambiente, que se aplica a un amplificador inversor 130. La salida del amplificador 130 es la segunda entrada para el multiplicador 128.

20. La razón de la corrección de la temperatura del combustible, proporcionada por la señal  $T_f$ , obedece a que la variación en la gravedad del combustible es aproximada por una relación en línea recta de una reducción de flujo de masa del 7% para un incremento de 37,777°C en la temperatura del combustible. La finalidad del detector 100 de temperatura del combustible es producir una señal que incremente la duración de inyección, con elevación de temperatura para compensar este efecto.

25. La salida del multiplicador 128, consistente en la cantidad  $P_{fa}$ ,  $T_1$ , constituye una entrada para un multiplicador 132. Este multiplicador 132 se encuentra en la trayectoria de realimentación negativa del amplificador 134. Esta realimentación negativa se aplica al multiplicador 132 como su segunda entrada. La salida del multiplicador 132 se su-

30.

5 MAR 1947



ma a la salida del multiplicador 122 y se aplica a la entrada del amplificador 134. Como resultado, la salida del amplificador 134 representa la salida del multiplicador 122 dividida por la salida del multiplicador 132, ó  $\frac{-P_d \cdot T_f}{P_{fa} \cdot T_1}$ .

5.

La salida del amplificador 134 se aplica al multiplicador 116 como su segunda entrada. La salida del multiplicador 116, consistente en el producto de sus dos términos de entrada, se aplica a un amplificador inversor 136. Este amplificador tiene conectada su salida como dos entradas a un multiplicador 138, con lo que la salida del amplificador constituye la raíz cuadrada de su entrada.

10.

Un conmutador 140, que responde al movimiento del pedal de control del obturador, se ajusta de manera que la salida del amplificador 136 pueda pasarse directamente a un multiplicador 162 cuando dicho conmutador está cerrado (obturador totalmente abierto) o pueda reducirse mediante la acción divisora de voltaje de un potenciómetro 139 cuando el conmutador se abre (obturador parcialmente cerrado). La acción del conmutador, cuando está abierto, consiste en reducir el voltaje aplicado al multiplicador 162 y de este modo reducir el suministro de combustible acortando el intervalo de inyección cuando el obturador se encuentra menos que totalmente abierto.

15.

20.

25.

El ajuste del potenciómetro 139 se efectúa en la fábrica. Se determina por las necesidades en la relación combustible/aire de un motor particular, es decir, a valores normales de crucero, este potenciómetro permite efectuar la mezcla combustible/aire tan pobre como pueda tolerarse y seguir sin embargo bajo el control del computador análogo. Cuando se necesita una gran potencia del motor o

30.

5 MAR. 1971



una elevada velocidad, se acciona el conmutador 140. La señal aplicada al multiplicador 142 es una salida no atenuada del circuito del computador análogo, que es naturalmente mayor que la señal atenuada. Esto tiene por resultado, como se verá más adelante, el que el intervalo durante el cual las válvulas de inyección de combustible se mantienen abiertas sea mayor y por consiguiente la mezcla de combustible que se inyecta sea más rica, con lo que se satisface el requisito de una incrementada potencia del motor. Sin embargo, el intervalo de apertura de las válvulas es todavía modificado por la señal de corrección computada por el computador análogo descrito.

La figura 3ª es un diagrama esquemático en bloques de un sistema destinado a generar una señal eléctrica representativa de un intervalo fijo del ángulo de calado, que se multiplica por la señal de corrección para producir una señal resultante destinada a corregir el intervalo de apertura de las válvulas de inyección de combustible a la particular velocidad de operación. En esencia, esto constituye una corrección en el intervalo de apertura de las válvulas de suministro de combustible, que acorta la duración de inyección en la relación  $T_a = T_s$  (factor de corrección), donde  $T_a$  es la duración efectiva de apertura de las válvulas de inyección y  $T_s$  es la duración de apertura de dichas válvulas, derivada de un ángulo de calado fijo. Dos árboles 142 y 144 son accionados por el cigüeñal del motor a la velocidad de éste. El árbol 142 incluye un solo contacto 146 que, durante la rotación de aquel, toca sucesivamente a los contactos 148 y 150. Cuando se efectúa la conexión entre los contactos 146 y 148, -



15 MAR 1947

- se activa un generador de impulsos 152 para generar un impulso que se aplica a un generador de rampa 154, determinando la iniciación por él de la generación de una rampa. Cuando el contacto 146 se conecta al contacto 150, se activa un
5. segundo generador de impulsos 156 para aplicar un impulso a un circuito de demora 158 que, después de un intervalo pre-determinado, reajusta al generador de rampa 154. Este intervalo está determinado por el tiempo requerido para que la salida del generador de impulsos 156 active a un circuito de
10. muestreo y retención 160 para muestrear la salida del generador de rampa en ese momento. Como resultado, el circuito de muestreo y retención 160 presenta una señal eléctrica cuya amplitud representa el intervalo fijo del ángulo de calado entre los contactos 148 y 150 a la particular velocidad de
15. rotación.
- La salida del circuito de muestreo y retención 160 se aplica como entrada a un multiplicador 162, cuya otra entrada es la señal del factor de corrección derivada de la salida del amplificador 136 en la figura 2ª.
20. El árbol 144 tiene cuatro contactos 144A, B, C y D, respectivamente, situados en cuatro cuadrantes. Estos contactos conectarán sucesivamente con un contacto 162 al girar el árbol y también con un contacto 164. Cuando los contactos del árbol 144 conectan con el contacto 162, determinan la
25. aplicación por un generador de impulsos 166 de un impulso a un generador de rampa 168, permitiéndole comenzar la generación de una señal de voltaje en rampa, aplicándose también a un circuito de impulsos 170, activándolo para producir una salida en respuesta a ello.
30. Análogamente, el contacto 164, cuando se conecta a



los sucesivos contactos 144A a D, activa al generador de impulsos 172 para generar un impulso mediante el cual se activa el generador de rampa 174 para iniciar la generación de un voltaje de rampa, determinándose también la generación de un impulso de salida por el circuito de impulsos 170.

5. La salida del generador de rampa 168 se aplica a un comparador de voltaje 180 que funciona comparando el voltaje en rampa con la salida del multiplicador 162. Cuando el voltaje en rampa se iguala al voltaje del multiplicador, el comparador de voltaje 180 proporciona una señal de salida que reajusta al generador de rampa 168 y activa a un circuito de descarga 182 para descargar un voltaje que puede producirse a través de cualquiera de las respectivas válvulas de inyección 190, 192, 194 ó 196. El circuito de descarga cierra así cualquiera de las válvulas que puedan haber estado abiertas. Este circuito descarga en el suministro de energía 184, conservando así el sistema su energía.

10. La salida del generador de rampa 174 se aplica a un comparador de voltaje 186 cuya otra entrada es la salida del multiplicador 162. Cuando el voltaje del generador de rampa se iguala al voltaje del multiplicador, el comparador de voltaje 186 produce una salida que reajusta al generador de rampa y activa a un segundo circuito de descarga 188 para descargar cualesquiera voltajes en el suministro de energía 184, lo que puede producirse a través de cualquiera de las válvulas de inyección 191, 193, 195 ó 197. De esta manera se descarga cualquiera de las válvulas que estuviese abierta en ese momento. El funcionamiento del sistema descrito en la figura 3ª es como sigue: el contacto 150 -



5. está espaciado en un punto respecto al contacto 148, que representa el número máximo de grados del cigüeñal en que se precisa la inyección. El generador de rampa 154 se energiza cuando el contacto 146 conecta con el contacto 148 y genera un voltaje en rampa en el intervalo requerido para que el contacto 146 se desplace el indicado ángulo del cigüeñal hasta conectarse al contacto 150. En este momento, se energiza el circuito de muestreo y retención 160 y se reajusta el generador de rampa 154. La señal de muestreo y retención retiene entonces una señal cuya amplitud representa el tiempo invertido por el árbol en girar el ángulo predeterminado del cigüeñal. Desde un punto de vista del tiempo, esto es también representativo del tiempo máximo en que las válvulas de inyección de combustible deben permanecer abiertas. Esta señal de voltaje se renueva por cada rotación del árbol 142.

10. La salida del circuito de muestreo y retención 160 se reduce en una magnitud determinada por la señal del factor de corrección generada por el computador análogo mostrado en la figura 2ª. Esta señal es de una amplitud de voltaje inferior a 1. Tan pronto como alcanza el valor 1, el intervalo en que la válvula de inyección de combustible permanece abierta se determina exclusivamente por el tiempo requerido para que el motor gire a través del ángulo de calado predeterminado.

25. El generador de rampa 168 se energiza en cuatro momentos sucesivos durante la rotación del árbol 144. El generador de rampa 174 se energiza también en cuatro momentos sucesivos durante la rotación del árbol 144. Cada vez que se energiza cada uno de estos generadores de rampa, se energiza el circuito de impulsos 170. En consecuencia, este circuito suministra ocho impulsos de salida sucesivos a un distribui-

30.



dor 189. Este distribuidor aplica sucesivamente estos impulsos de salida a las respectivas válvulas de inyección de combustible 190 a 197.

5. Una adecuada válvula de inyección, que puede ser eléctricamente controlada por la salida del circuito productor de impulsos, puede ser del tipo descrito, por ejemplo, en una patente de N. Katchee (solicitud núm. seriado 676.458), patente núm. 3.465.732, ó una patente de G. Benson (solicitud núm. seriado 671.065), patente núm. 3.501.099.
10. La naturaleza del material piezoeléctrico usado en las válvulas de inyección de combustible es tal que, tras la aplicación de un impulso de voltaje a las mismas, aquél se mueve y permite así la inyección de combustible en la abertura de admisión. El material piezoeléctrico permanecerá en su condición movida, actuando como capacitor que almacena la energía eléctrica suministrada al mismo. La energización de los circuitos de descarga 182 ó 188 retira el voltaje a través del material piezoeléctrico, permitiendo el cierre de la válvula piezoeléctrica de inyección de combustible.
15. La finalidad de los respectivos diodos 100 a 107, que están conectados entre las respectivas válvulas piezoeléctricas 190 y 197 y los respectivos circuitos de descarga 182 y 188, es evitar que un voltaje aplicado a una válvula, tal como la 190, para causar su apertura, sea aplicado también a las otras tres válvulas 192, 194 y 196 respectivamente, con las que realiza una conexión común.
20. El suministro de energía 184 incluye un alternador de corriente alterna y un regulador normalmente usados con un motor de combustión interna, conteniendo además un capacitor de almacenamiento en su salida, en el que pueden verter-
- 25.
- 30.



5. se los voltajes de los circuitos de descarga a fin de conservar energía. Un circuito inversor de arranque 110, que se muestra en la figura 6ª, es energizado por la batería 112 y energiza al circuito productor de impulsos hasta que arranca el motor, con lo que su alternador puede suministrar la energía requerida.

10. La figura 4ª es un diagrama del circuito 170 productor de impulsos, que puede emplearse con esta invención. Un capacitor 214 es cargado desde el suministro de energía 184. Este capacitor está conectado en serie a dos rectificadores emparejados y controlados por silicio, 216 y 218 -- respectivamente. El electrodo de control del rectificador 218 controlado por silicio se conecta al devanado secundario 220 de un transformador, que tiene un devanado primario dividido 222 y 224 respectivamente. El cátodo del rectificador 218 controlado por silicio está también conectado a un inductor 226 cuyo otro extremo está conectado al distribuidor 189. Los extremos del respectivo devanado primario 222 y 224 están respectivamente conectados a los generadores de impulsos 166 y 172.

25. En presencia de un impulso de cualquiera de los generadores de impulsos 166 ó 172, el rectificador 218 controlado por silicio queda en condiciones de conducir. El voltaje existente en este momento a través del capacitor de almacenamiento 214 es suficiente para disociar al rectificador controlado por silicio 216, que entonces actúa como diodo. Luego se aplica un impulso de voltaje al distribuidor 189.

30. El circuito de descarga se muestra en la figura 5ª. Se usan dos de ellos. Los extremos anódicos de cuatro de los

15 MAR 1954



- diodos 100 a 107 están conectados a dos rectificadores controlados por silicio, emparejados y conectados en serie 230 y 232 respectivamente. El electrodo de control del rectificador 232 está conectado a un devanado secundario 234 de un transformador. El devanado primario del transformador 236 está conectado a la salida de uno de los comparadores de voltaje 180 ó 186. El cátodo del rectificador controlado por silicio 232 está conectado en serie a un inductor amortiguador 238. El otro extremo de este inductor está conectado al devanado primario 240 de un transformador. Un diodo de libre rodadura 242 está conectado entre el primer extremo del inductor y masa. El devanado secundario 244 del transformador está conectado a través de un diodo de cierre 246 con el capacitor de almacenamiento 214.
- 5.
- 10.
15. Cuando un comparador de voltaje produce una salida, activa al rectificador controlado por silicio 232 para su conducción, en virtud de lo cual el voltaje que se aplicó a través de una de las válvulas de inyección de combustible puede descargarse en el devanado primario del transformador 240, induciendo un voltaje en el devanado secundario 244 que se introduce en el capacitor de almacenamiento 214. La finalidad del diodo 242 es evitar un flujo de corriente inverso a través del devanado primario 240 del transformador. El diodo 246 impide un paso a voltaje negativo en la válvula de inyección de combustible.
- 20.
- 25.

La figura 6ª muestra un diagrama de circuito ilustrativo de un circuito inversor de arranque, que puede emplearse con la versión de la invención. Incluye efectivamente un circuito oscilador 250, que se energiza al aplicarse una señal de arranque. Esta señal puede iniciarse des

30.



- de la batería al girarse la llave de encendido. El oscilador oscila y acumula una carga a través de un capacitor 252, que se aplica al circuito productor de impulsos 170, activándolo para que funcione en el arranque del motor del vehículo. Una vez encendido el motor, se aplica una señal de parada al oscilador para interrumpir su funcionamiento.
- 5.
- La figura 7ª ilustra una versión de la invención, que puede emplearse con válvulas de inyección de combustible del tipo de solenoide eléctrico, en lugar de válvulas del tipo piezoeléctrico. En esta disposición, los árboles giratorios y los dispositivos de contacto asociados a ellos, los generadores de rampas y los circuitos de muestreo y retención, son iguales a los descritos en relación con la figura 3ª y por consiguiente las estructuras de funcionamiento análogo llevarán los mismos números de referencia. Sin embargo, como ha de aplicarse una corriente sustancial a las válvulas de inyección de combustible del tipo de solenoide, es necesario emplear algún tipo de dispositivo conmutador para mantener la corriente de la batería aplicada a tales válvulas. En consecuencia, la salida del generador de impulsos 166 pone en conexión a un conmutador de solenoide 260, en virtud de lo cual puede aplicarse corriente de una batería o suministro de energía 262 a un distribuidor 264. Este último distribuye corriente sucesivamente a cuatro válvulas de inyección de combustible 265, 266, 267 y 268 respectivamente. Cuando se produce la salida del comparador de voltaje 180, reajusta al generador de rampa 168 y desconecta al conmutador de solenoide 260, interrumpiendo así la corriente desde la batería 262.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- En presencia de una salida del generador de im-



pulsos 172, se energiza el conmutador de solenoide 270, permitiendo el flujo de corriente desde la batería 262 a un distribuidor 272. Este distribuidor controla la aplicación de corriente a cada una de las cuatro válvulas 273, 274, 275 y 276 respectivamente. En presencia de una salida del comparador de voltaje 186, se inactiva el conmutador de solenoide, impidiéndose así un ulterior flujo de corriente desde la batería 262 al distribuidor 272.

Debe entenderse que la señal de corrección generada por el dispositivo de circuito de la figura 2ª puede emplearse también con un sistema de control hidráulico de las válvulas de inyección de combustible, como se ilustra en las figuras 3ª a 10ª de la solicitud de patente número seriado - 858.717, del presente inventor, que se ha mencionado anteriormente.

En consecuencia, se ha mostrado y descrito anteriormente un sistema de inyección de combustible en el que el tiempo de apertura de las válvulas de inyección ocupa un ángulo de calado constante a todas las velocidades del motor y la presión de alimentación de rail común se modula en proporción a una señal de depresión de un venturi, disponiéndose también medios para la corrección del intervalo de apertura de las válvulas por errores introducidos por el venturi. Durante los periodos en que el funcionamiento del motor se encuentra sometido a cargas ligeras, la presión del combustible es fija. Se aplican correcciones al intervalo de apertura de las válvulas durante tales periodos para evitar que se produzca una mezcla de combustible demasiado rica. Las correcciones aplicadas son generadas por un computador análogo que puede denominarse computador de control de duración.



15 MAR. 1971

5. Este computador responde al error en el flujo de combustible producido por el sistema de válvulas de derrame cuando responde a una señal procedente del cuello del venturi. También detecta el error en el flujo de combustible producido por la efectiva caída de presión a través de la tobera de combustible, en comparación con la caída de presión a través de la válvula de derrame.

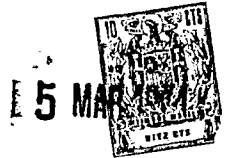
10. El primero de estos errores resulta de la compresibilidad del aire. Al incrementarse la depresión en el venturi, reducirse la presión ambiente o incrementarse la temperatura ambiente, la relación entre el flujo de aire y la depresión en el cuello experimenta un cambio desde una ley cuadrada a un índice superior. El computador detecta estos parámetros y determina un factor de corrección.

15. El segundo error se produce cuando (a) la presión del colector desciende notablemente por debajo del valor atmosférico y/o (b) el collar de la válvula de derrame establece contacto con el alojamiento, desajustando el equilibrio de fuerzas entre la presión del combustible y la depresión del venturi. El computador detecta la caída de presión del combustible a través de la tobera de descarga y, en combinación con la depresión del venturi, produce un segundo factor de corrección en proporción al error de presión existente.

20. Estas correcciones se multiplican entre sí y la resultante corrección se emplea para ajustar la duración de inyección.

N O T A

30. La Patente de Invención, que se solicita por veinte años para España, de acuerdo con la vigente Legislación,



deberá recaer sobre: "SISTEMA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE CON DOSIFICACION DEL FLUJO DE MASA", con Prioridad: Solicitud de Patente en U.S.A. nº 33.376 de fecha 30 de Abril de 1.970, según las características esenciales de las siguientes:

REIVINDICACIONES

10. 1ª.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, para controlar la cantidad de combustible introducida en las cámaras o aberturas de combustión de un motor de combustión interna mediante válvulas de inyección alimentadas desde un colector de admisión de combustible, abriéndose cada válvula de inyección para efectuar ésta durante un intervalo requerido para que dicho motor gire a través de un ángulo fijo de calado, incluyendo el citado motor una admisión de aire, el cual fluye a través de un medidor venturi, cuyo sistema incluye la mejora que comprende: medios valvulares para mantener la presión de combustible aplicada al citado colector de admisión de aquél de manera que no descienda tal presión por debajo de un valor predeterminado aunque la potencia del motor descienda por debajo de un nivel requerido para mantener el citado valor predeterminado; medios para controlar dichos medios valvulares al objeto de variar la presión de combustible aplicada al colector de admisión de éste por encima del referido valor predeterminado en función del flujo de la masa de aire a dicho motor que circula a través del medidor venturi; medios acoplados al motor de combustión interna para generar una señal de corrección representativa de errores introducidos en la función de flujo de la masa de aire debidos a la compresibilidad de éste y por
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



errores producidos cuando la presión del combustible se mantiene al citado valor constante, y medios que responden a dicha señal de corrección para modificar el citado intervalo de inyección de combustible correspondiente al ángulo de calado y compensar así los referidos errores.

5.

2<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 1<sup>a</sup>, en el que se incluyen medios para establecer una señal del ángulo de calado representativa del intervalo durante el cual deben permanecer abiertas las citadas válvulas de inyección de combustible, incluyendo los medios destinados a reducir el intervalo del ángulo de calado fijo en que están abiertas las válvulas de inyección de combustible unos medios para multiplicar la citada señal del ángulo de calado por la salida de los referidos medios análogos para producir una señal resultante representativa de la duración en que deben permanecer abiertas las válvulas de inyección de combustible.

10.

15.

20.

25.

30.

3<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 1<sup>a</sup>, en el que se incluye un canal de control de ralenti que sigue a dicho medidor venturi y el aire que fluye a través de este medidor circula luego a través de dicho canal de control de ralenti, y los medios acoplados al motor de combustión interna para generar una señal de corrección incluyen medios para medir la presión del aire en el venturi y producir una primera señal representativa de ella; medios para medir la presión del aire en el citado canal de control de ralenti y generar una segunda señal representativa de ella; medios para medir la temperatura ambiente y proporcionar una ter-



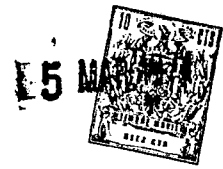
15 MAR 1977

cera señal representativa de ella; medios para detectar la presión barométrica y producir una cuarta señal representativa de ella; medios para determinar cual de dichas señales primera y segunda es la mayor, y medios para modificar esta señal mayor con las referidas señales tercera y cuarta para proporcionar una señal modificada representativa del flujo de la masa de aire sustancialmente correcto a través de dicho venturi.

5.

- 4<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 3<sup>a</sup>, en el que se incluye un medio para medir la presión de combustible aplicada al colector de admisión de aquél y establecer una señal de presión del combustible representativa de la misma; el citado medio valvular es una válvula de derrame; un diafragma va acoplado al medidor venturi y la válvula de derrame para mover ésta de acuerdo con las variaciones de presión del aire en el medidor venturi; medios para incrementar la amplitud de dicha señal modificada en una constante determinada por la relación entre las áreas del diafragma y la válvula de derrame para producir una señal modificada y ampliada; medios para determinar la relación entre la señal de presión del combustible y dicha señal modificada y ampliada para producir una sexta señal representativa de dicha relación, y medios para determinar la raíz cuadrada de esta sexta señal y producir una señal de corrección representativa de ella.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

- 5<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 1<sup>a</sup>, en el que se incluye un medio conmutador de modos para alterar la amplitud de dicha señal de corrección en respues-
- 30.



ta a determinados requisitos de carga sobre el referido motor de combustión interna.

- 6a.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, para el control de la cantidad de combustible introducida en las cámaras o aberturas de combustión de un motor de combustión interna mediante -
5. válvulas de inyección alimentadas desde un colector de admisión de combustible, abriéndose cada una de estas válvulas para la inyección de combustible durante un intervalo
10. determinado por el tiempo requerido para que el motor recorra un predeterminado ángulo de calado, cuyo motor tiene una admisión de aire a través de un medidor venturi seguido de un canal de control de ralenti, cuyo sistema incluye la mejora que comprende: medios valvulares para mantener -
15. la presión de combustible aplicada al colector de admisión del mismo, impidiendo que descienda por debajo de un valor predeterminado a pesar de que la potencia del motor descienda por debajo del nivel requerido para mantener dicho valor; medios para controlar los referidos medios valvulares a fin
20. de variar la presión de combustible aplicada al citado colector de admisión por encima de dicho valor predeterminado, - en función del flujo de la masa de aire al motor, que circula a través de un medidor venturi y luego a través de un canal de control de ralenti; medios para variar dicho intervalo
25. del ángulo de calado a fin de compensar errores introducidos en la función del flujo de la masa de aire y debidos a la compresibilidad de éste último, y errores producidos - cuando dicha presión del combustible se mantiene al citado
30. valor predeterminado, incluyendo; medios para medir la pre-





a reducir el intervalo del ángulo de calado fijo durante el cual están abiertas las válvulas de inyección de combustible unos medios para multiplicar dicha señal del ángulo de calado por la salida de los referidos medios análogos para producir una señal resultante representativa de la duración en que deben permanecer abiertas las válvulas de inyección de combustible.

5.

8.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 6ª, en el que se incluyen medios conmutadores de modos para al terar la amplitud de la salida de los citados medios análo gos en respuesta a predeterminados requisitos de carga sobre el motor de combustión interna.

10.

9.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 6ª, en el que dichos medios análogos comprenden medios para es tablecer cual de las citadas señales primera y segunda es la mayor y producir una séptima señal representativa de la misma, cuyo sistema incluye la mejora que comprende: medios

15.

para combinar dichas señales quinta y séptima y producir una octava señal representativa de tal combinación; medios para incrementar la octava señal mencionada en una garancia predeterminada y producir una octava señal ampliada representativa de ello; medios para multiplicar las citadas se-

20.

ñales séptima y sexta y producir una novena señal representativa de tal multiplicación; medios para multiplicar las señales tercera y cuarta y producir una décima señal representativa de ello; medios para dividir la novena señal por la décima señal y producir una undécima señal representati

25.

va de tal división; medios para multiplicar la octava se-

30.



5. ñal por la undécima y producir una duodécima señal representativa de dicha multiplicación, y medios para obtener la raíz cuadrada de la duodécima señal y producir una décimotercera señal representativa de un factor de corrección destinado a corregir el intervalo durante el cual deben mantenerse abiertas las válvulas de inyección de combustible.

- 10<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, para controlar la cantidad de combustible introducida en las cámaras o aberturas de combustión de un motor de combustión interna mediante válvulas de inyección alimentadas desde un colector de admisión de combustible, abriéndose cada una de estas válvulas para la inyección de combustible durante un intervalo del ángulo de calado requerido para que el motor gire a través de un ángulo de calado predeterminado, a una presión superior a un valor umbral predeterminado al que se aplica dicho combustible a cada válvula, variando tal válvula de inyección en función del flujo de la masa de aire a dicho motor a través de un medidor venturi y luego a través de un canal de control de ralenti, con medios para corregir el intervalo durante el cual dicha válvula de inyección permanece abierta para compensar errores en la presión del combustible que se producen debido a errores introducidos por el uso de un medidor venturi destinado a medir el flujo de la masa de aire al motor, y para controlar la riqueza de la mezcla de combustible cuando dicha presión de éste alcanza su valor umbral predeterminado, cuyo sistema comprende: un primer medio para detectar la presión del aire en el cuello del citado venturi y establecer una primera señal representativa de la misma, un segundo medio para detectar la presión del
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



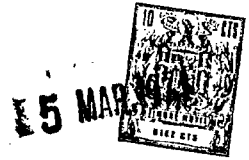
- aire en el canal de control de ralenti, que está corriente abajo respecto al cuello del venturi, y producir una segunda señal representativa de aquélla; un tercer medio para detectar la presión de combustible aplicada a un colector de admisión de aquél y producir una tercera señal representativa de dicha presión; un cuarto medio para detectar la temperatura ambiente y producir una señal eléctrica representativa de ella; un quinto medio para detectar la presión barométrica y producir una quinta señal representativa de ella;
5. un sexto medio para detectar la temperatura del combustible y producir una sexta señal representativa de la misma; medios para establecer cual es la mayor de dichas señales primera y segunda y producir una séptima señal representativa de la misma; medios para combinar dichas señales quinta y séptima y producir una octava señal representativa de tal combinación; medios para incrementar dicha octava señal en una ganancia predeterminada y producir una octava señal ampliada representativa de ello; medios para multiplicar dichas señales séptima y sexta y producir una novena señal representativa de esa multiplicación; medios para multiplicar las señales tercera y cuarta y producir una décima señal representativa de tal multiplicación; medios para dividir la novena señal por la décima y producir una undécima señal representativa de la división; medios para multiplicar la octava señal ampliada y la undécima señal y producir una duodécima señal representativa de tal multiplicación; medios para efectuar la raíz cuadrada de la duodécima señal y producir una décimotercera señal representativa de un factor de corrección destinado a corregir el intervalo durante el cual deben mantenerse abiertas las válvulas de inyección de combus
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- tible; medios para generar una señal eléctrica representativa de dicho intervalo del ángulo de calado, y medios para modificar la citada señal eléctrica representativa del ángulo de calado con la décimotercera señal y producir una señal corregida representativa del intervalo durante el cual deben mantenerse abiertas las citadas válvulas de inyección de combustible.
- 5.

- 11<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, en el que se incluye un aparato para medir de modo sustancialmente preciso el flujo de masa de aire a través del cuello de un medidor venturi empleado con un motor de combustión interna, en el que el aire para este motor se toma a través de un medidor venturi, cuyo aparato comprende: medios para medir la presión del aire en dicho venturi y producir una primera señal representativa de ella; medios para medir la presión del aire en el citado canal de control de ralentí y generar una segunda señal representativa de ella; medios para medir la temperatura ambiente y proporcionar una tercera señal representativa de ella;
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- medios para detectar la presión barométrica y producir una cuarta señal representativa de la misma; medios para determinar cual de las citadas señales primera y segunda es la mayor, y medios para modificar dicha señal mayor con la cuarta y quinta señales mencionadas y proporcionar una señal modificada representativa del flujo de masa de aire sustancialmente correcto a través de dicho venturi.

- 12<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, para controlar la cantidad de combustible introducida en las cámaras o aberturas de combustión de un motor de combustión interna mediante válvulas de inyección alimentadas desde un colector de admisión de
- 30.



- combustible, teniendo dicho motor un árbol accionado por aquéllas y una admisión de aire a través de un medidor venturi seguido de un canal de control de ralenti, cuyo sistema incluye la mejora que comprende: medios valvulares para
5. mantener la presión de combustible aplicada a dicho colector de admisión de manera que se impida su descenso por debajo de un valor predeterminado a pesar de que la potencia del motor descienda por debajo de un nivel requerido para mantener el referido valor predeterminado de la presión del
10. combustible; medios para controlar dichos medios valvulares al objeto de variar la presión de combustible aplicada al citado colector de admisión por encima del mencionado valor predeterminado de tal presión; en función del flujo de la masa de aire a dicho motor, que circula a través del medidor venturi y luego a través del canal de control de ralenti; medios acoplados al motor para generar una señal de corrección representativa de errores introducidos en el flujo de la masa de aire debidos a la compresibilidad de éste y a errores producidos cuando la presión del combustible se
15. mantiene al citado valor predeterminado; medios para generar una señal del ángulo de calado representativa del intervalo requerido para que el citado árbol gire a través de un ángulo predeterminado; medios para modificar dicha señal del ángulo de calado con la referida señal de corrección y producir una señal corregida representativa del intervalo durante el cual deben permanecer abiertas las citadas válvulas de inyección de combustible, y medios para --
20. aplicar dicha señal corregida a las válvulas de inyección de combustible al objeto de mantenerlas abiertas durante
25. un intervalo representado por dicha señal corregida.
- 30.



13<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 12<sup>a</sup>, en el que los medios para aplicar la señal corregida a las válvulas de inyección de combustible incluyen: una fuente de potencial operante para abrir las válvulas de inyección de combustible; medios conmutadores de solenoide; un distribuidor; medios que conectan este distribuidor a las válvulas de inyección de combustible; medios para aplicar potencial operante a dicho distribuidor a través de los citados medios conmutadores de solenoide cuando éstos se activan, y medios para activar a los referidos medios conmutadores de solenoide durante un intervalo representado por dicha señal corregida.

14<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 12<sup>a</sup>, en el que los medios para aplicar la señal corregida a las válvulas de inyección de combustible incluyen un circuito generador de impulsos; un distribuidor conectado a este circuito generador de impulsos; medios que conectan dicho distribuidor a las válvulas de inyección de combustible; un circuito de descarga conectado a las citadas válvulas; medios para establecer un intervalo de tiempo en respuesta a dicha señal corregida, de una duración representada por esta señal; medios para hacer que el circuito generador de impulsos genere un impulso al comienzo del referido intervalo, en virtud de lo cual una válvula de inyección de combustible conectada a dicho circuito generador de impulsos en ese momento se abre y mantiene abierta por el voltaje de dicho impulso, y medios para hacer que el circuito de descarga descargue el voltaje del referido impulso al final del mencionado



do intervalo para cerrar la citada válvula de inyección de combustible.

5. 15<sup>a</sup>.- Sistema de inyección de combustible con dosificación del flujo de masa, según la reivindicación 12<sup>a</sup>, en el que los medios acoplados al motor para generar una señal de corrección incluyen un atenuador ajustable destinado a ajustar la amplitud de la señal de corrección de acuerdo con las características del motor; un conmutador normalmente abierto y conectado a través del citado atenuador, y medios para cerrar dicho conmutador al objeto de desconectar el citado atenuador en respuesta a determinados requisitos de carga en el motor.

10. 16<sup>a</sup>.- "SISTEMA DE INYECCION DE COMBUSTIBLE CON DOSIFICACION DEL FLUJO DE MASA".

15. Según queda sustancialmente descrito en la presen-

.../...



te Memoria, que consta de cuarenta y seis hojas, escritas a máquina por una sola cara y acompañada de dibujos.

Madrid, 5 MAR. 1971

PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY.

P.P.

FRANCISCO GARCIA CADENIZO  
P. P.

Firmado: M.<sup>a</sup> Dolores Jorquera



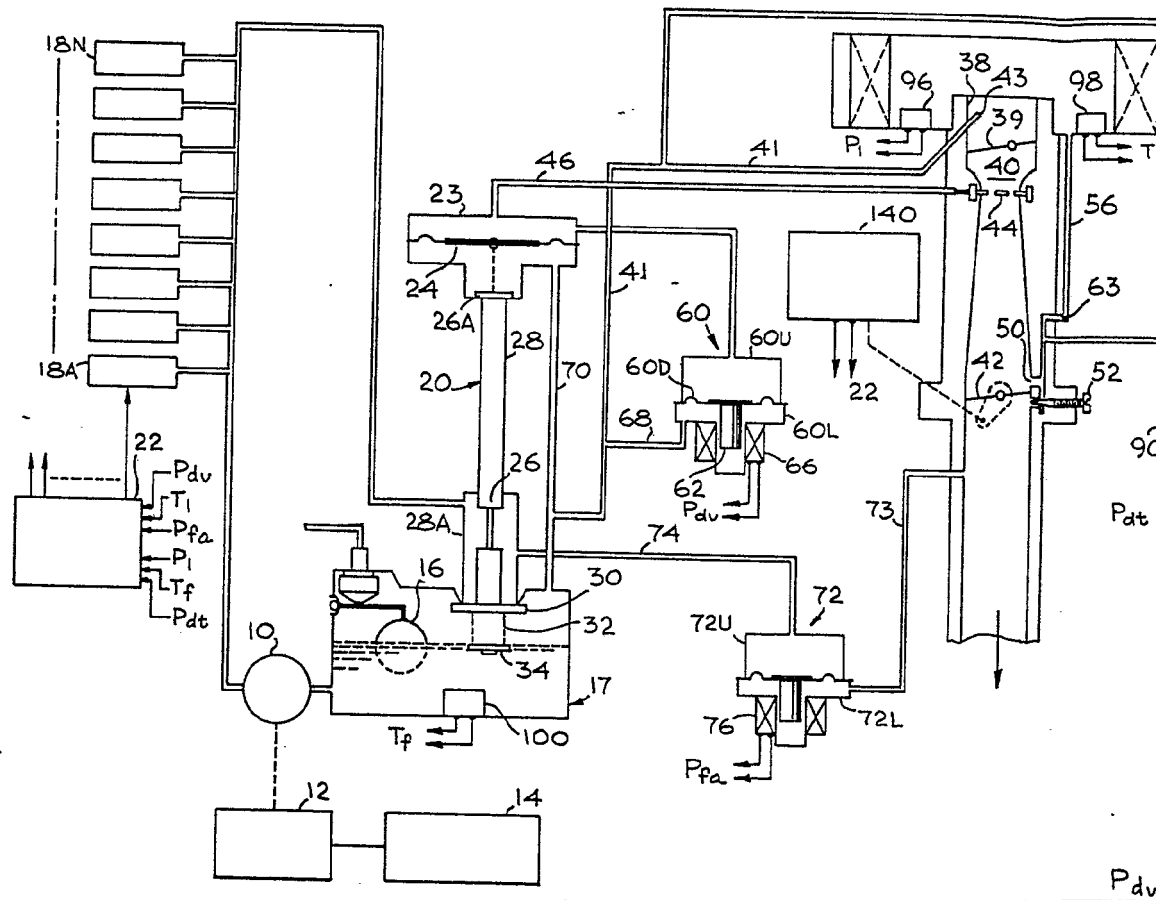


Fig. 1

- 60 —  $P_{dv}$
- 54 —  $P_{dt}$
- 96 —  $P_i$
- 100 —  $T_f$
- 72 —  $P_{fa}$
- 98 —  $T_1$

Escala variable



MAR. 1971

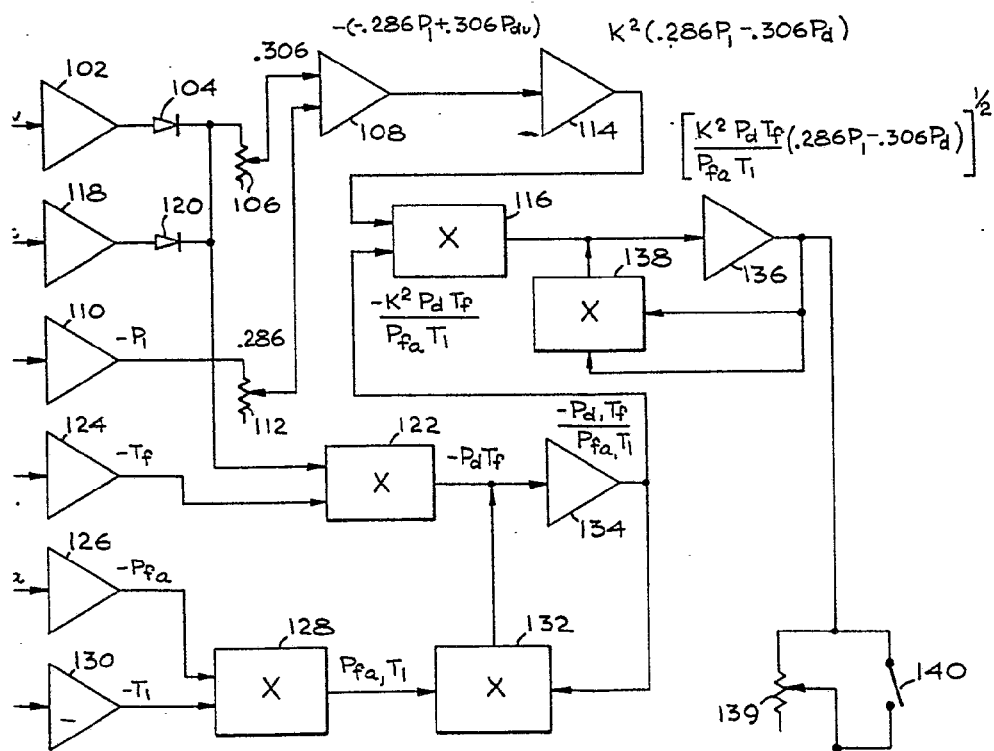
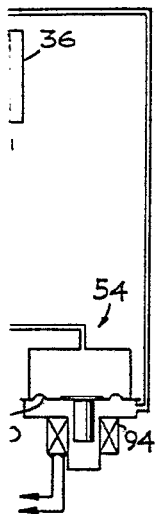


Fig. 2

Madrid, P. MAR 1971  
 (FIG 3)  
 PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY  
 P. R. FRANCISCO GARCIA

FIG 2

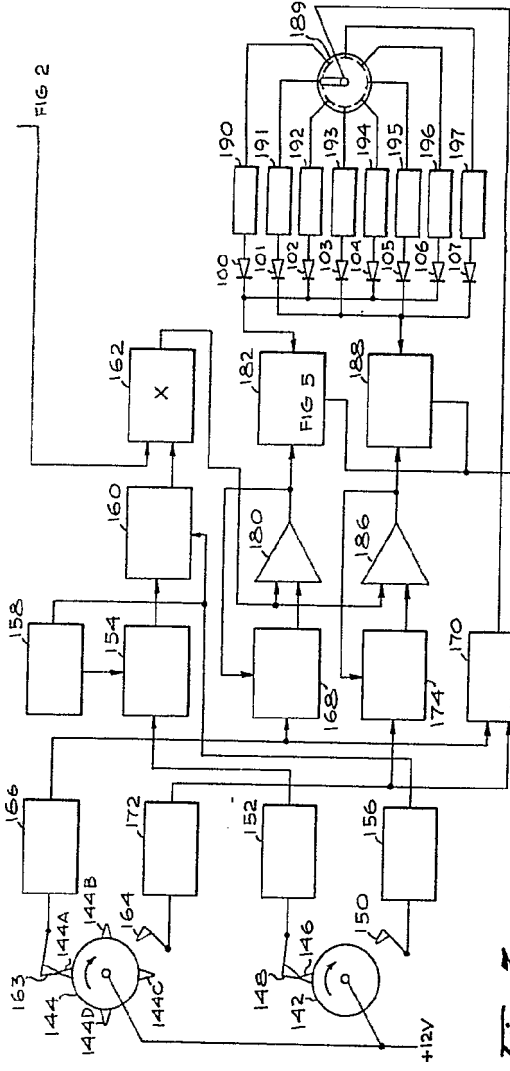


Fig. 3

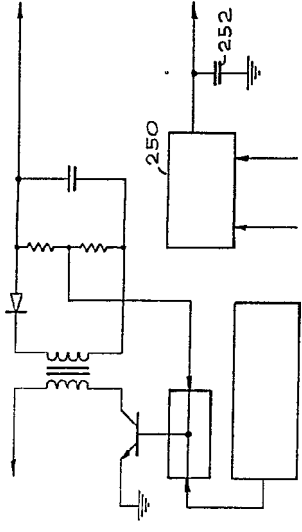


Fig. 6

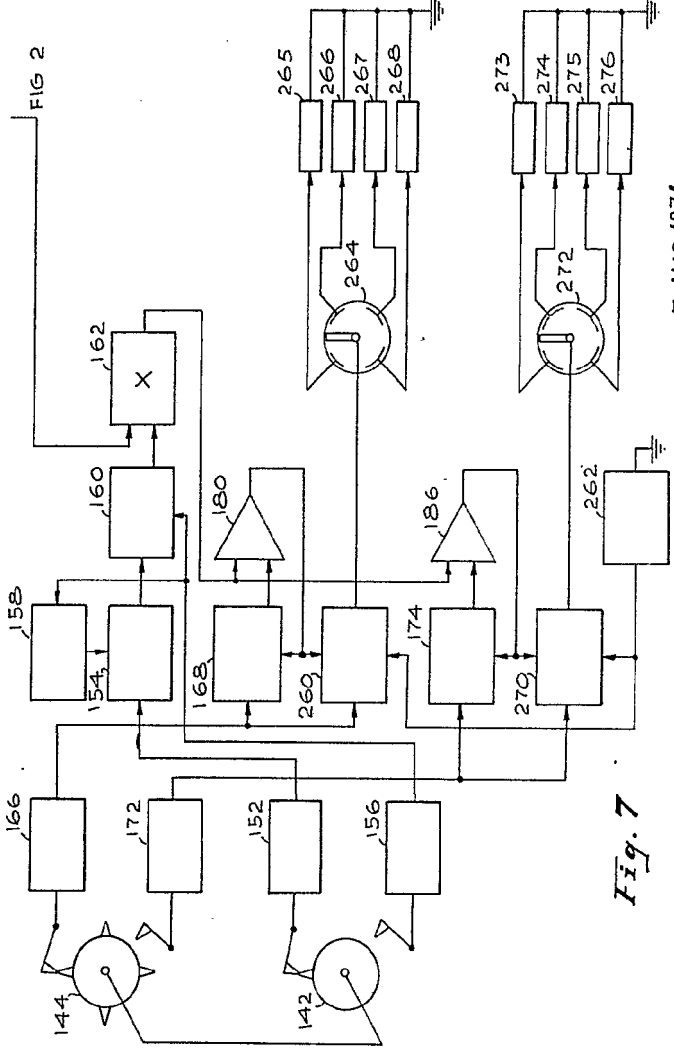


Fig. 7

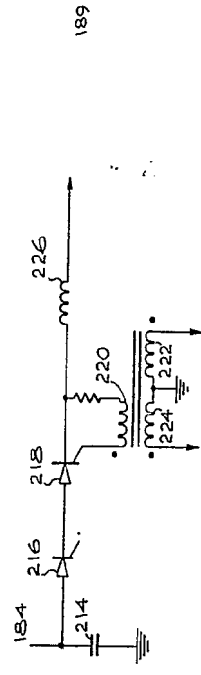


Fig. 4

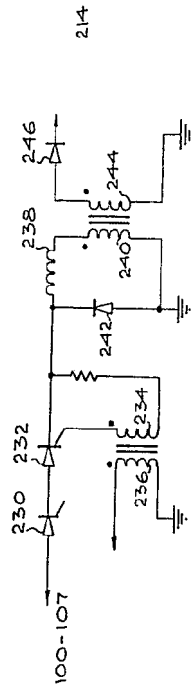


Fig. 5

Escala variable

March 15 MAR 1971  
PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY  
SAN FRANCISCO, CALIFORNIA



MAR 1971



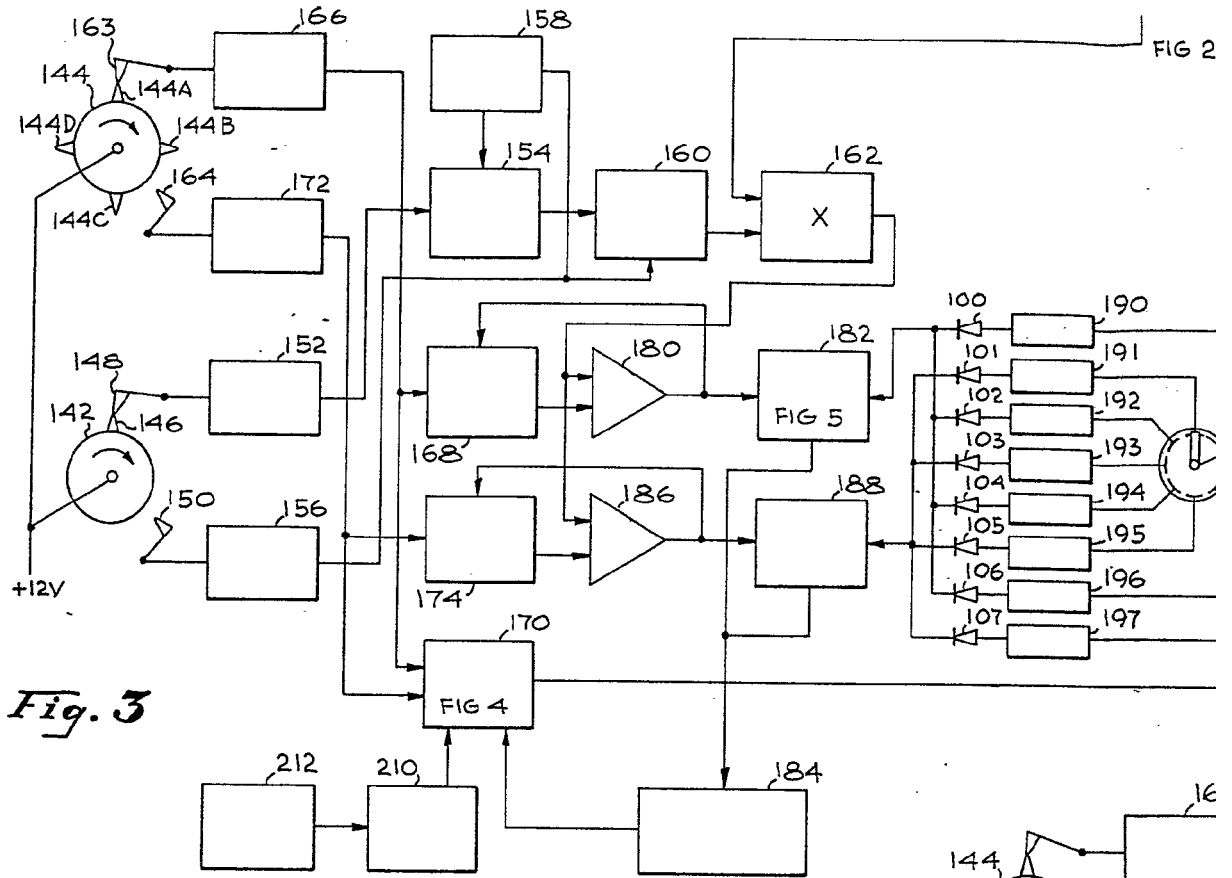


Fig. 3

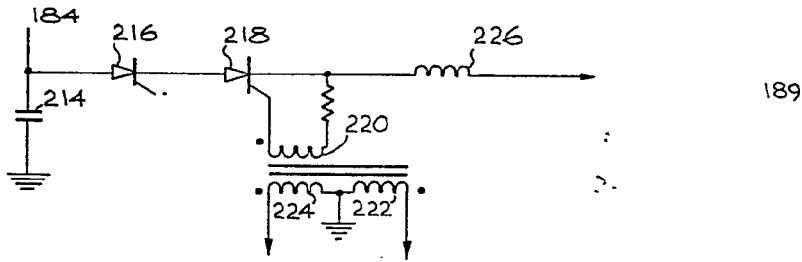


Fig. 4

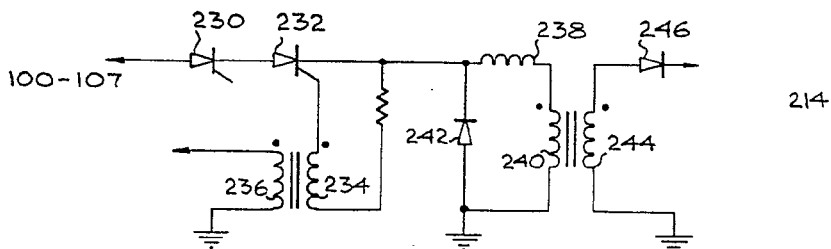


Fig. 5

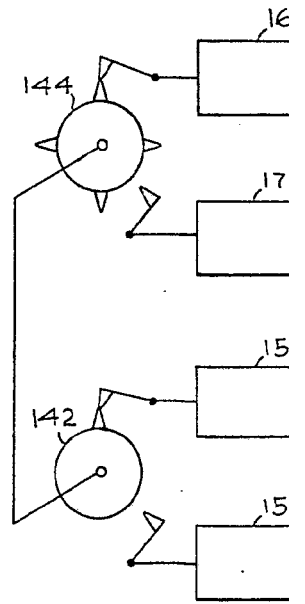


Fig. 6

Escala variable



FIG 2

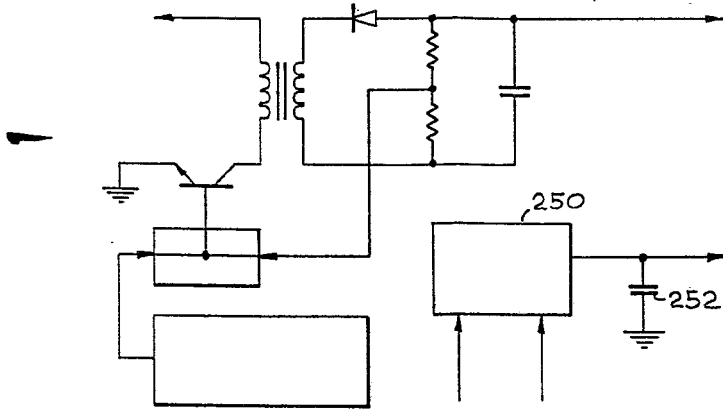
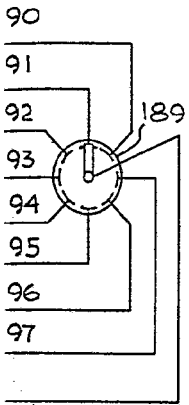


Fig. 6

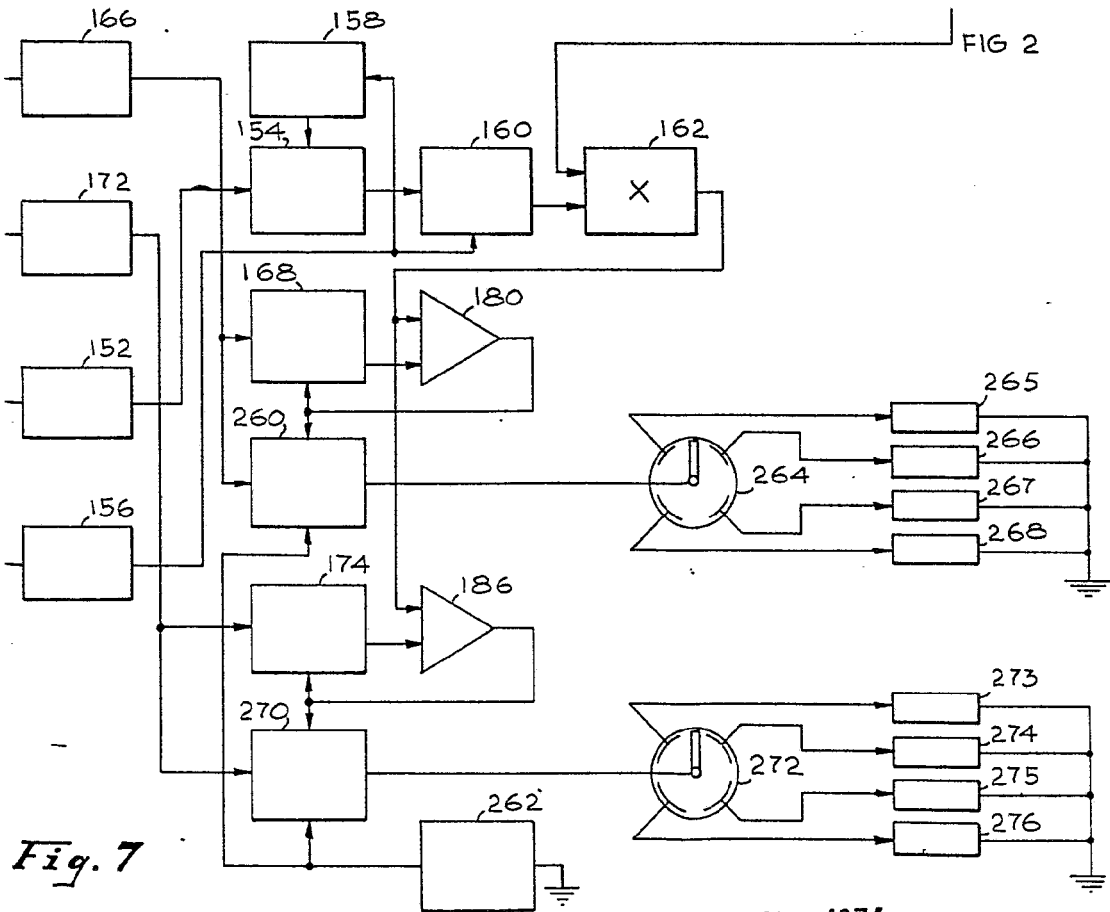


Fig. 7

Madrid, 5 MAR. 1971  
 PHYSICS INTERNATIONAL COMPANY  
 P. P. FRANCISCO CARLOS CASERITO

*[Handwritten signature]*