



ESPAÑA

19 ES	11 21	NUMERO 457.519	10 AI
	22	FECHA DE PRESENTACION 4 abril 1.977	

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

20 OCT. 1978

PATENTE DE INVENCION.

40 PRIORIDADES: 51 NUMERO 695.880	52 FECHA 14.6.1976	53 PAIS Estados Unidos.
---	-----------------------	----------------------------

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL F02D	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

54 TITULO DE LA INVENCION METODO Y APARATO CORRESPONDIENTE PARA CONTROLAR LA CANTIDAD DE CARBURANTE DOSIFICADA EN UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.
--

71 SOLICITANTE (ES) FORD MOTOR COMPANY.
--

DOMICILIO DEL SOLICITANTE The American Road, Dearborn Michigan, Estados Unidos.
--

72 INVENTOR (ES) Roger Alan Moon y Frank Joseph Garofalo.
--

73 TITULAR (ES) El mismo solicitante.
--

74 REPRESENTANTE DON BERNARDO UNGRIA GOIBURU.
--

EXTRACTO DE LA DESCRIPCION

1 Se describen un método y un aparato para controlar la
cantidad de carburante que se introduce de manera dosificada
en un motor de combustión interna, por medio de un dispositivo
de válvulas que puede ser controlado eléctricamente, por ejem
5 plo, empleando inyectores de carburante electromagnéticos. El
dispositivo de válvulas suministra el carburante al motor en
una cantidad, que varía en función de la señal eléctrica que
representa el producto matemático obtenido multiplicando una
señal eléctrica bajo la forma de un número binario por una se
10 ñal eléctrica que representa una condición de funcionamiento
del motor. La señal eléctrica bajo la forma de un número bina
rio es un coeficiente de la señal eléctrica que representa la
condición de funcionamiento del motor y se calcula, por medio
de un ordenador numérico programado, a partir de una o varias
15 funciones que describen una relación deseada entre el valor
del coeficiente y varias señales eléctricas que representan
condiciones variables del funcionamiento del motor. La señal
eléctrica bajo la forma de un número binario es recalculada
reiteradamente por el ordenador numérico. Sin embargo, la se
20 ñal eléctrica del producto se genera continuamente, o a una
velocidad superior a la velocidad a la cual se efectúa el cál
culo repetitivo de la señal eléctrica bajo la forma de un nú
mero binario. Por consiguiente, con respecto a las variaciones
de la señal eléctrica que representan la condición de funciona
25 miento del motor, la señal eléctrica del producto que se utili
za para determinar la cantidad de carburante dosificada en el
motor, es actualizada de manera continua o a una velocidad su
perior a la velocidad a la cual el ordenador numérico actuali
za la señal eléctrica bajo la forma de un número binario. Si
30 una condición de funcionamiento del motor que varía frecuente

1 mente y de manera sustancial, tal como la presión del colector
de admisión del motor o el caudal másico del aire que penetra
en el motor, se representa por la señal eléctrica de condición
de funcionamiento del motor, por medio de la cual se multipli
5 ca la señal eléctrica bajo la forma de un número binario gene
rado por el ordenador, puede conseguirse una mejora sustancial
en el control del motor debido a que puede obtenerse una dosi
ficación más exacta del carburante durante el funcionamiento
del motor en condiciones transitorias.

10

ANTECEDENTES DEL INVENTO

El invento se refiere a un método y a un aparato para
controlar la cantidad de carburante dosificada en un motor de
combustión interna, a través de un dispositivo de válvulas con
trolable eléctricamente.

15

Tal y como se emplea aquí, el término "número binario"
significa un número representado por una multiplicidad de bi
tios de información que pueden presentar uno cualquiera de dos
estados.

20

Un "Método y Aparato para Control de Motores" se des
cribe en la solicitud de Patente de los Estados Unidos n° de se
rie 423.968 del 12 de Diciembre de 1973, a nombre de D.F. Moyer
S.S. Devlin y R.J. Genik, actualmente Patente núm.

25

El sistema de control de motores que se describe en esta paten
te utiliza un ordenador numérico para calcular aritméticamente
y de una manera reiterada los valores que corresponden a los
reglajes del dispositivo de control de la programación de las
chispas de encendido del motor, de la válvula de recirculación
de gases de escape (EGR), y de la cantidad de carburante intro
ducida de manera dosificada en el motor. El ordenador numérico
30 calcula aritméticamente los valores de estas variables contro

1 ladas, partiendo de funciones algebraicas, que describen las
relaciones deseadas entre las variables controladas y las diver
sas condiciones de funcionamiento del motor. Preferentemente,
las relaciones entre las variables controladas y las condicio
5 nes cambiantes de funcionamiento del motor, tienen en cuenta
la interacción de las variables controladas, con el objeto de
conseguir condiciones de control que dan lugar a un funciona
miento estable del motor. Los reglajes de las variables contro
ladas se actualizan de manera reiterada, por ejemplo cada 30
10 milisegundos (ms) o cada cuarta parte de revolución del cigue
ñal del motor.

Para llevar a la práctica el presente invento, se ha
utilizado un sistema numérico de micro-órgano de tratamiento
y memoria, utilizando la tecnología MOS con un formato de in
15 formación y dirección de 12 bitios. Este sistema puede adqui
rirse actualmente, corrientemente, en Japón en la Tokyo
Shibauna Electric Company of Japan. Sin embargo, esta compañía
está desarrollando un nuevo modelo de micro-órgano de trata
miento de 12 bitios con tecnología MOS del cual se prevé que
20 estará disponible en el comercio de los Estados Unidos a fina
les de 1976. El nuevo modelo es el micro-órgano de tratamiento
preferido para ser empleado para llevar a la práctica el inven
to. Naturalmente, podrían utilizarse otros micro-órganos de
tratamiento u otros miniordenadores conocidos, utilizando núme
25 rós de bitios diferentes en un sistema funcionando de acuerdo
con los principios que se describen en lo que sigue, entre los
cuales pueden indicarse: el miniordenador System-User-
Engineering de la Lockheed Electronics Company, descrito en su
publicación titulada "SUE Computer Handbook"; el modelo 8080
30 de la Intel Corporation; el modelo 6800 de Motorola; el modelo

1 F8 de Fairchild; y el modelo PPS-8 de Rockwell. Igualmente,
pueden adquirirse corrientemente micro-órganos de tratamiento
de la Texas Instruments, Inc.; de la National Semiconductor
Corp.; de la Advanced Micro Devices, y de Siemens, tanto en
5 versiones de 8 bitios como en versiones de 16 bitios.

En el micro-órgano de tratamiento y en los circuitos
lógicos asociados que se emplean en un sistema de control de
motor del tipo descrito en la patente a nombre de Moyer y so
cios, puede necesitarse un tiempo sustancial para que el orde
nador realice los cálculos programados y el tiempo que trans
curre entre las actualizaciones de los valores de salida cal
culados por el ordenador, puede ser del orden de 30 milisegun
dos. En un motor de combustión interna de cuatro tiempos y 8
cilindros, funcionando a 3000 rpm, se produce el proceso de
15 combustión en uno de los 8 cilindros cada 5 milisegundos. Por
tanto, entre las actualizaciones realizadas por el ordenador,
pueden producirse hasta seis encendidos por medio de chispas,
para producir la combustión en un cilindro del motor. Durante
las condiciones transitorias del funcionamiento del motor, la
20 relación aire/carburante de la mezcla suministrada a los cilin
dros del motor, puede ser tal que se produzcan fallos de encen
dido o una sincronización mediocre o inadecuada de la combus
tión.

La cantidad de carburante suministrada al motor en un
25 momento cualquiera, de acuerdo con la mayoría de los princi
pios de control de motores actualmente en uso, debe ser la ne
cesaria para suministrar a cada cilindro una mezcla con una
relación aire/carburante sustancialmente estequiométrica. En
un sistema de control de motor que utiliza un ordenador numéri
30 co, puede utilizarse cualquiera de los varios modelos disponi

1 bles de dispositivos de válvulas controlables eléctricamente
para controlar el suministro de carburante al motor. Por ejem
plo, puede emplearse un carburador controlado electrónicamente
o pueden utilizarse inyectores de carburante electromagnéticos,
5 a razón de uno por cada cilindro, y el carburante puede ser in
yectado en el colector de admisión en un punto situado justo
arriba respecto a la válvula de admisión de cada uno de los
cilindros del motor. En variante, los inyectores de carburante
electromagnéticos pueden situarse en un cuerpo de regulador
10 central y el carburante puede inyectarse en el colector de ad
misión o en el cuerpo regulador en un punto situado justo
arriba de todos los tubos que conducen a las válvulas de admi
sión de los varios cilindros del motor.

Los sistemas de inyección de carburante que utilizan
15 inyectores de carburante electromagnéticos, controlan el sumi
nistro de carburante al motor haciendo variar la anchura del
impulso eléctrico aplicado a cada uno de los inyectores de car
burante. Cuanto más importante es la anchura del impulso, tan
to mayor es la cantidad de carburante suministrada al motor a
20 través del inyector. Los sistemas o los dispositivos de control
utilizados para determinar la anchura de los impulsos aplicados
a los inyectores de carburante pueden clasificarse en dos cate
gorías, es decir los dispositivos de control basados en veloci
dad-densidad, o los dispositivos de control basados en la cir
25 culación másica del aire. El dispositivo de control de veloci
dad-densidad, utiliza la presión absoluta en el colector de ad
misión del motor de combustión interna conjuntamente con la ve
locidad del motor y otras variables de las condiciones de fun
cionamiento del motor, tales como la temperatura del motor, la
30 presión atmosférica, etc., para determinar indirectamente la

1 circulación másica del aire en el motor. El dispositivo de con-
trol de circulación másica del aire mide directamente el caudal
de aire en el colector de admisión de motor de combustión inter-
na y ajusta la anchura de los impulsos aplicados a los inyector-
5 res de carburante de manera correspondiente.

Los motores de combustión interna de diseño reciente,
incluyen un sistema de recirculación de gases de escape (EGR)
para reducir el nivel de las emisiones de óxido de nitrógeno
en los gases de escape. Los sistemas de dosificación de carbu-
10 rante, típicos de la técnica anterior, del tipo de velocidad-
densidad, calibran el sistema de suministro de carburante para
algún grado determinado y fijo de recirculación de los gases
de escape. Sin embargo, es conveniente tener en cuenta el gra-
do de recirculación de los gases de escape para determinar la
15 cantidad de carburante que ha de suministrarse al motor, en
particular durante las condiciones de funcionamiento transito-
rias.

RESUMEN DEL INVENTO

En un motor de combustión interna que funciona en ré-
20 gimen estable, la relación aire/carburante (A/C) es la relación
entre el caudal másico del aire que penetra en el motor y el
caudal másico del carburante que penetra en el motor, o, en un
motor equipado con recirculación de gases de escape:

$$25 \quad A/C = \frac{(\text{Caudal másico de aire} + \text{caudal másico de EGR}) - (\text{Caudal másico de EGR})}{(\text{Caudal másico de carburante})} \quad (1)$$

en esta expresión, el término "(Caudal másico de aire + caudal
másico de EGR)" es el caudal másico de los elementos constitu-
tivos gaseosos presentes en el colector de admisión de un motor
30 de combustión interna. La ecuación (1) se aplica, particularmen

1 te, al sistema de control de velocidad-densidad de carburante
y su numerador es el caudal másico de aire en el motor, canti-
dad que puede obtenerse más directamente en un sistema de con-
trol de caudal másico de carburante.

5 En un motor de combustión interna con inyección de car-
burante provisto de recirculación de gases de escape que uti-
liza una válvula sónica de recirculación de gases de escape,
tal como la que se describe en la solicitud de Patente de los
Estados Unidos número de serie 502.523 del 3 de Septiembre de
10 1974, a nombre de Warren F. Kaufman por "Control de Recircula-
ción de Gases de Escape en un Motor", la ecuación (1) puede
expresarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$15 \quad A/C = 14,64\lambda = \frac{\frac{n_v ND}{2} - \frac{HP_e A_t}{\sqrt{T_e}}}{\frac{I_r}{2} n N A_o (W - A_1)} \quad (2)$$

en la cual los elementos de la expresión se definen como sigue:

λ = relación de equivalencia, es decir, relación real
aire/carburante dividida por la relación aire/car-
burante estequiométrica;

20 $14,64$ = relación de aire/carburante estequiométrica supues-
ta;

n_v = rendimiento volumétrico específico en función de
las condiciones de temperatura y presión en el co-
lector de admisión del motor;

25 ρ = densidad de los elementos constitutivos presentes
en el colector de admisión;

N = velocidad del motor en revoluciones por unidad de
tiempo;

D = desplazamiento del motor;

30 A_t = superficie de la abertura de la válvula EGR (de re

1

circulación de gases de escape);

P_e = presión rio arriba respecto a la válvula de EGR (recirculación de gases de escape);

5

T_e = temperatura rio arriba respecto a la válvula de EGR (recirculación de gases de escape);

$$H = \sqrt{\frac{\gamma}{R} \left(\frac{2}{\gamma+1}\right)^{\frac{\gamma+1}{\gamma-1}}} = \text{constante de caudal másico sónico de la válvula de recirculación de ga}$$

ses de escape, en la cual R es la constante ideal

del gas y γ es la relación de los calores específicos del gas de escape;

10

A_0 = caudal de suministro del carburante, en masa por unidad de tiempo, de un solo inyector de carburante;

n = número de inyectores;

I_r = frecuencia de repetición de las inyecciones, es de

15

cir el número de inyecciones realizadas a partir de cada inyector de carburante durante cada ciclo completo del motor (dos revoluciones del cigueñal en un motor de cuatro tiempos);

W = anchura de los impulsos durante cada inyección en unidades de tiempo;

20

A_1 = variación de la anchura de los impulsos en unidades de tiempo.

La ecuación (2) podría disponerse de nuevo algebraicamente de la siguiente manera:

25

$$W = \frac{n_v \rho D}{14,64 \lambda I_r n A_0} - \frac{H P_e A_t}{7,32 \lambda I_r n N A_0 \sqrt{T_e}} + A_1 \quad (3)$$

Sin embargo, la densidad ρ de la mezcla gaseosa en el colector de admisión, puede expresarse como sigue:

30

$$\rho = \frac{G P_m}{R T_m} \quad (4)$$

1 en la cual G es el peso molecular equivalente de la mezcla gaseosa en el colector de admisión, P_m es la presión absoluta en el colector de admisión, R es la constante del gas de peso molecular equivalente en la mezcla del colector de admisión y
5 T_m es la temperatura absoluta en el colector de admisión. Puede admitirse que el peso molecular equivalente G y la constante R del gas tienen valores iguales respectivamente a 13,114 kg (28,95 libras) y 1038,42 m/kg (1545,5 pie/libra) por grado Rankin.

10 Cuando se sustituye la ecuación (4) en la ecuación (3), la ecuación que indica la anchura W de los impulsos de inyección pasa a ser:

$$W = \frac{n_v G D}{14,64 \lambda I_{rn} A_o R T_m} [P_m] - \frac{H P_e}{7,32 \lambda I_{rn} N A_o \sqrt{T_e}} [A_t] + A_1 \quad (5)$$

15 es decir:

$$W = M_1 P_m - M_2 A_t + A_1 \quad (6)$$

en la cual M_1 representa el coeficiente de presión de colector P_m y M_2 representa el coeficiente de la superficie A_t de la abertura de la válvula de recirculación de gases de escape en la ecuación (5), es decir:

$$M_1 = \frac{n_v G D}{14,64 \lambda I_{rn} A_o R T_m} \quad (7)$$

y

$$M_2 = \frac{H P_e}{7,32 \lambda I_{rn} N A_o \sqrt{T_e}} \quad (8)$$

25

De acuerdo con el método y el aparato según el invento, se controla la cantidad de carburante dosificada en un motor de combustión interna. Se genera una multiplicidad de señales eléctricas que indican, cada una, una condición de funcionamiento del motor en un momento determinado de su funcionamiento.

30

1 En una forma preferida del invento, un ordenador numérico (mi
cro-unidad de tratamiento y memoria asociada) se utiliza para
calcular uno o varios valores de coeficiente, por ejemplo, los
valores de M_1 y M_2 de las ecuaciones (7) y (8) que anteceden.
5 Esta multiplicidad de señales eléctricas se emplean para cal
cular el valor o los valores de los coeficientes. Si los valo
res de M_1 y M_2 han de ser calculados, la multiplicidad de las
señales eléctricas de condiciones de funcionamiento del motor
representan aquellos factores de las ecuaciones (7) y (8) que
10 se consideran como factores variables en el funcionamiento
del motor. Los valores de coeficiente calculados se extraen
periódicamente del ordenador numérico bajo la forma de señales
de salida eléctricas constituidas por números binarios. Mien
tras el motor está funcionando, estas operaciones se repiten
15 continuamente, es decir que se recalculan reiteradamente los
valores de los coeficientes y se obtienen bajo la forma de nú
meros binarios a la salida del ordenador numérico.

Un circuito eléctrico, conectado entre el ordenador
numérico y el dispositivo controlable eléctricamente que se
20 emplea para dosificar el carburante en el motor de combustión
interna, multiplica las señales eléctricas en forma de números
binarios representativas de los valores de coeficiente por se
ñales eléctricas representativas de las condiciones de funcio
namiento del motor, lo que permite obtener señales eléctricas
25 de producto. Estas señales eléctricas de producto pueden repre
sentar los productos M_1P_m y M_2A_t . A continuación, el circuito
eléctrico puede ser empleado para determinar la diferencia en
tre la señal eléctrica de producto mencionada más arriba M_1P_m
y la segunda señal eléctrica de producto M_2A_t , y la variación
30 A_1 de inyección de carburante puede añadirse a la diferencia,

1 siendo el resultado de este cálculo la anchura W de los impulsos de inyección de carburante de acuerdo con la ecuación (6) mencionada más arriba.

La presión P_m del colector de admisión y la superficie A_t de la abertura de la válvula de recirculación de gases de escape son unos parámetros que cambian rápidamente durante las condiciones transitorias de funcionamiento del motor. Estos cálculos realizados por el ordenador numérico de los coeficientes M_1 y M_2 , pueden repetirse, por ejemplo cada 30 milisegundos, pero entre estos cálculos es conveniente modificar la señal de control de carburante, para tener en cuenta los cambios que pueden haberse producido en los parámetros que cambian rápidamente. De acuerdo con el invento, la multiplicación de los coeficientes M_1 y M_2 por los parámetros P_m y A_t , respectivamente, se hace continuamente o a una velocidad superior a la velocidad a la cual los coeficientes M_1 y M_2 se actualizan mediante los cálculos repetidos realizados por el ordenador.

En las ecuaciones (7) y (8), se observará que números de los varios factores de los términos situados a la derecha, pueden tratarse, ya sea como constante, ya sea como variables. El equivalente G de peso molecular de los elementos constitutivos de los gases contenidos en el colector de admisión del motor puede cambiar, en función de su contenido de vapor de agua, del emplazamiento geográfico del vehículo o del grado de recirculación de los gases de escape. Esta variación puede ser considerada como insignificante y G puede tratarse como constante, o bien el ordenador numérico puede tener en cuenta las variaciones de G cuando calcula el coeficiente M_1 . De manera similar, la frecuencia de repetición de las inyecciones durante cada ciclo I_r del motor, puede fijarse en un sistema de

1 control de dosificación de carburante de un motor dado, lo mis
mo que el número de los inyectores N, o es posible hacer variar
estos números durante el funcionamiento del motor. Los inyectores
pueden agruparse de modo que sean energizados simultáneamente
5 mente o que se energice al mismo tiempo solamente uno de ellos
o dos o cuatro de ellos. El parámetro R de la ecuación (7) no
es una constante sino que varía en cierto grado en función de
la mezcla en el colector de admisión en cualquier momento dado,
y en función de las condiciones de peso y temperatura reinantes
10 en este momento. Se tendrá también en cuenta las variaciones
en la relación estequiométrica aire/carburante, que se supone
igual a 14,64 en las ecuaciones (7) y (8), las cuales se deben
a las diferencias que presentan los carburantes suministrados
por diferentes refinerías o por la misma refinería en momentos
15 diferentes del año o en emplazamientos geográficos distintos.
Además, se observará que los cálculos del ordenador definidos
por las ecuaciones (7) y (8) permiten que el ordenador y los
demás circuitos utilizados para llevar a la práctica el inven
to, se adapten a varios tipos de motor y a varios conceptos de
20 control de carburante, sin modificación de los circuitos elec
trónicos, salvo el reglaje del programa del ordenador para te
ner en cuenta los cambios experimentados por los varios facto
res en las ecuaciones (7) y (8).

Pueden utilizarse uno o varios inyectores de carburante
25 te u otros dispositivos de dosificación de carburante, contro
lables eléctricamente, para introducir de manera dosificada el
carburante en el colector de admisión del motor o en un cuerpo
de regulación, situado preferentemente en un punto céntrico,
tal como en la entrada del colector de admisión del motor. En
30 variante, el sistema de control de carburante puede utilizar

1 dispositivos de dosificación individuales para cada uno de los
cilindros del motor, o para cada una de las combinaciones de
cilindros del mismo.

Las ecuaciones (1) a (8) se aplican a un sistema de
5 control de motor de combustión interna del tipo de velocidad-
densidad, que utiliza un control de relación A/C que utiliza
la variación de la anchura de los impulsos de inyección de car-
burante. Sin embargo, el principio del invento puede ser utili-
zado en un sistema de dosificación de carburante que mide di-
10 rectamente el caudal volumétrico del aire que penetra en el co-
lector de admisión del motor y que modifica este caudal volumé-
trico del aire para tener en cuenta las variaciones de la densi-
dad del aire, con el objeto de producir una señal representati-
va del caudal másico del aire, y que suministra a continuación
15 el carburante, de acuerdo con el caudal másico del aire en el
motor. Cuando se utiliza un sistema de este tipo, una señal de
caudal volumétrico de aire puede multiplicarse de manera conti-
nua por un coeficiente que representa la densidad del aire que
se aspira en el motor y puede incluir factores destinados a te-
20 ner en cuenta las variaciones de parámetros, tales como veloci-
dad de suministro del carburante, número de inyectores de car-
burante empleados, número de inyecciones durante cada ciclo
del motor, relación deseada entre aire y carburante, que puede
ser distinta de la relación estequiométrica, características
25 del carburante, etc. El coeficiente por medio del cual el cau-
dal volumétrico del aire ha de ser multiplicado, se calculará
reiteradamente por el ordenador numérico a intervalos unifor-
mes de tiempo o de grados de rotación del cigüeñal del motor.

Sin tener en cuenta si el sistema de control del motor
30 es del tipo velocidad-densidad o del tipo de caudal másico de

1 aire, puede ser necesario modificar los valores de coeficiente
calculados por el ordenador numérico, aplicándoles unos facto
res de escala (calibración) que podrían ser convenientes para
mejorar el funcionamiento de los componentes del sistema de
5 control del motor; o para reducir la complejidad de los mismos.

El invento se entenderá más claramente haciendo referen
cia a la descripción detallada que sigue y a los dibujos que la
acompañan;

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

10 La figura 1 es un diagrama eléctrico en bloques del
aparato que puede ser empleado para llevar a la práctica el mé
todo según el invento;

la figura 2 es un diagrama eléctrico, en forma esque
mática, de tres multiplicadores de frecuencia y de dos circui
15 tos de retención que se ilustran en forma de bloques en la
figura 1;

la figura 3 es un diagrama eléctrico en forma de esque
ma de una red de ajuste de fase y de un circuito generador de
ritmo trifásico, representado en forma de bloques en la figura
20 1 e incluye una puerta representada en la figura 1;

la figura 4 es un diagrama eléctrico en forma de esque
ma de un circuito de control de límites de contador, de un con
tador sumador/restador, de un sumador de variación de inyector,
de un dispositivo de retención de variación, de un comparador
25 de magnitud y de un generador de impulsos de muestra de compa
rador, que se ilustra en forma de bloques en la figura 1; y

la figura 5 es un diagrama eléctrico en forma de esque
ma de dos circuitos divisores, de un generador de anchura de
impulsos de inyección, de un contador de tiempo de inyección,
30 de un amplificador de salida de anchura de impulsos, de dos

1 excitadores de inyector y de un circuito programador de defec
to y generador de impulsos, que se representan en forma de blo
ques en la figura 1.

5 En las figuras 2 a 5, los elementos que corresponden
a los que se representan en forma de bloques en la figura 1,
están rodeados por líneas interrumpidas, y los circuitos conte
nidos dentro de los límites de las líneas interrumpidas están
identificados por un número que corresponde al bloque de la fi
gura 1, o al mismo tiempo por la denominación y la numeración
10 que identifican el circuito. Igualmente, los mismos números
se aplican a elementos idénticos en las diversas figuras. En
los diagramas eléctricos en forma de esquemas detallados, los
números de tipo de los componentes y sus valores, así como los
valores de frecuencia de las señales han sido indicados a títu
15 lo de ejemplo y sin carácter limitativo.

DESCRIPCION DETALLADA

Haciendo referencia particular a la figura 1, se re
presenta en ésta un diagrama esquemático de un aparato que pue
de ser utilizado para llevar a la práctica el método del inven
20 to aplicado al control de velocidad-densidad del suministro de
carburante a un motor de combustión interna del tipo de cámaras
de combustión múltiples con inyección de carburante. Este apa
rato está designado de manera general por la referencia numé
rica 10 e incluye un dispositivo 12, que puede ser un potenció
25 metro conectado a una fuente de tensión de referencia y que
tiene un brazo móvil 14, que sirve para proporcionar una señal
eléctrica P_m proporcional a la presión absoluta que reina en
el colector de admisión del motor. La señal P_m es amplificada
por un amplificador 16, cuya salida se aplica a un convertidor
30 de tensión-frecuencia 18. La salida 20 del convertidor se su

1 ministra a un multivibrador monoestable 22, La salida del multi
vibrador 22 aparece en su terminal 24 y consiste en una serie
de impulsos que tienen una frecuencia de repetición de impul
5 sos (PRF) proporcional a la presión absoluta P_m que reina en
el colector de admisión,

De la misma manera, un dispositivo 40, que puede tam
bién ser un potenciómetro provisto de un brazo móvil 42, gene
ra una señal eléctrica A_t que es proporcional a la superficie
de la abertura de una válvula de circulación sónica de recircu
10 lación de gases de escape que puede ser del tipo descrito en
la Patente de Kaufman indicada más arriba. La señal eléctrica
que tiene una tensión proporcional a la superficie A_t de la
abertura de la válvula de recirculación de gases de escape se
suministra a un amplificador 44, cuya salida se aplica a un
15 convertidor de tensión-frecuencia 46 que genera una tensión de
salida 48 que se aplica a un multivibrador monoestable 50 para
producir en su terminal de salida 52 una frecuencia de repeti
ción de impulsos proporcional a la superficie A_t de la abertu
ra de la válvula de recirculación de los gases de escape.

20 La señal que aparece en el terminal 24 tiene una fre
cuencia de repetición de impulsos igual a $K_1 P_m$, siendo K_1 un
factor de escala entre la presión absoluta P_m del colector y
la frecuencia de señal real que aparece en el terminal 24. De
manera similar, la señal presente en el terminal 52 tiene una
25 frecuencia de repetición de impulsos igual a $K_3 A_t$, siendo K_3
un factor de escala. La señal de frecuencia de repetición de
impulsos $K_1 P_m$ constituye una entrada que se aplica a un multi
plicador de frecuencia 26, el cual tiene una segunda entrada
28, en la que aparece una señal eléctrica bajo la forma de un
30 número binario. Esta señal eléctrica bajo la forma de un núme

1 ro binario es igual a M_1/K_2 , siendo M_1 definido en la ecuación
(7), y siendo K_2 un factor de escala. La señal de número bina
rio M_1/K_2 se obtiene a partir de un dispositivo de retención
30. El dispositivo de retención 30 está controlado por una uni
5 dad de tratamiento central de ordenador numérico (CPU) que cal
cula la cantidad M_1/K_2 . Este cálculo puede ser actualizado o
repetido, y el número binario en el dispositivo de retención
30 puede cambiarse como consecuencia de esta operación, a inter
valos de tiempo uniformes, por ejemplo, cada 30 milisegundos;
10 o a intervalos uniformes de rotación del cigüeñal del motor,
o de cualquier otra manera deseada. De manera similar, la se
ñal presente en el terminal 52 que tiene una frecuencia de re
petición de impulsos igual a K_3A_t , se aplica como entrada a un
multiplicador de frecuencia 54, el cual tiene una segunda entra
15 da 56 en la que aparece una señal eléctrica de número binario
 M_2/K_4 , siendo M_2 definido por la ecuación (8) y siendo K_4 un
factor de escala. La señal eléctrica de número binario M_2/K_4
se obtiene a partir de un dispositivo de retención 58, que re
cibe su entrada repetidamente actualizada M_2/K_4 , a partir de
20 la unidad de tratamiento central del ordenador numérico.

Los multiplicadores binarios de frecuencia 26 y 54, así
como el multiplicador binario de frecuencia 70, que se descri
birá más adelante, pueden ser dispositivos del tipo de circui
to integrado disponibles en el comercio. Como se describe en
25 el Boletín de Información de Aplicaciones CA-160, titulado
"Multiplicador Binario de Frecuencia SN7497", publicado por el
Grupo de Componentes de Texas Instruments, Inc., un multiplica
dor binario de frecuencia es un dispositivo capaz de producir
en su salida una señal $r_{out} = Xr_n/2^b$, en la cual r_{out} es la
30 frecuencia de repetición de los impulsos de la señal de salida,

1 X es una entrada en forma de número binario, que se aplica al
multiplicador binario de frecuencia, r_n es la frecuencia de
repetición de impulsos de la señal de entrada y b es un número
de bits de entrada binarios disponibles en el multiplicador
5 binario de frecuencia. Por tanto, la señal que aparece en el
terminal de salida 32 del multiplicador de frecuencia 26, tie
ne una frecuencia de repetición de impulsos igual a (K_1/K_2)
 $(M_1)(P_p)/2^b$. De la misma manera, el terminal de salida 60 del
multiplicador binario de frecuencia 54 tiene una señal que pre
10 senta una frecuencia de repetición de impulsos igual a (K_3/K_4)
 $(M_2)(A_t)/2^b$.

La señal 32 procedente del multiplicador de frecuencia
26 se suministra, a través de una red de ajuste de fase 34 y
de un terminal 36, a la entrada sumadora de un contador sumador/
15 restador 38. La señal que aparece en el terminal de salida 60
del multiplicador de frecuencia 54 se suministra, a través de
la red de ajuste de fase 34, a un terminal 62 que constituye
una entrada de una puerta 64, provista de un terminal de sali
da 66 conectado con la entrada de resta del contador sumador/
20 restador 38. Una frecuencia f_1 se suministra al terminal de en
trada 68 de un multiplicador de frecuencia de realimentación
binario 70, que tiene un terminal de salida 72 conectado a tra
vés de la red de reglaje de fase 34, con un terminal 74 que
constituye la otra entrada de la puerta 64.

25 La salida del contador sumador/restador 38 es una señal
eléctrica en forma de número binario que aparece en sus termi
nales de salida 76. Esta señal de palabra binaria, identifica
da por Z', se suministra a un circuito de control de límites
de contador 78, por medio de los terminales 84. El circuito de
30 control de límites de contador 78 tiene sus terminales de sali

1 da 80 y 82 conectados con el contador 38 para controlar la cuenta máxima y la cuenta mínima cuya aparición es permitida bajo la forma de un número binario en el terminal 76 del contador. Esta señal eléctrica de número binario Z' se aplica también, 5 por medio de los terminales 86, a un multiplicador de frecuencia de realimentación binario 70 y constituye su entrada de señal eléctrica de número binario. La señal que aparece en la salida 72 del multiplicador de frecuencia de realimentación binario 70 tiene una frecuencia de repetición de impulsos igual 10 a $f_1 Z' / 2^b$. Se supone que todos los multiplicadores de frecuencia 26, 54 y 70 reciben el mismo número de bits b en sus entradas binarias.

Una señal de ritmo, que puede ser de 1,28 MHz, se suministra a un terminal de entrada 88 de un circuito generador de 15 ritmo trifásico 90, que tiene sus terminales de salida 92, 94 y 96 en los cuales aparecen una señales de reloj que tienen unas fases $\emptyset 1$, $\emptyset 2$, $\emptyset 3$, respectivamente. Estas señales controlan la red de ajuste de fase 34, de modo que las señales de impulsos que corresponden a las de los terminales 32, 60 y 72 aparezcan en los terminales respectivamente correspondientes 36, 20 62 y 74 en unos tiempos adecuadamente separados para asegurar que cada uno de estos impulsos producirá un incremento o un decremento en el contador. En otras palabras, la red de ajuste de fase impide que se produzcan simultáneamente impulsos en los 25 terminales 36, 62 y 74.

Quando se suministra la señal eléctrica de número binario Z' a multiplicador de frecuencia de realimentación 70, la señal de número binario Z' alcanza un estado tal que la frecuencia a la cual los impulsos aparecen en la entrada de suma del 30 contador binario 38 es igual a la frecuencia a la cual los im

1 pulsos aparecen en su entrada de resta. Esto puede expresarse matemáticamente de la siguiente manera:

$$\frac{(K_1/K_2)(M_1)(P_m)}{2^b} = \frac{(K_3/K_4)(M_2)(A_t)}{2^b} + \frac{(f_1 Z')}{2^b} \quad (9)$$

5 ó

$$Z' = \frac{(K_1/K_2)(M_1)(P_m) - (K_3/K_4)(M_2)(A_t)}{f_1} \quad (10)$$

La ecuación 10 debe compararse con la ecuación (6) indicada más arriba, lo que permite ver que la ecuación (10) no incluye el término A_1 y, por el contrario, incluye los varios factores de escala y el factor de frecuencia f_1 .

El término A_1 en la ecuación (6) es el término de variación de anchura de impulsos del inyector de carburante, que tiene en cuenta el retardo que se produce en el suministro del carburante entre la aplicación de un potencial eléctrico a la bobina de un inyector de carburante electromagnético y la circulación real del carburante, y también puede tener en cuenta las variaciones en el caudal de suministro del carburante al inyector, en función del tiempo de energización del inyector.

20 En el aparato de la figura 1, la señal Z' presente en los terminales 76, se suministra a un sumador de variación de inyector 98, que tiene una salida 100 en la cual aparece una señal eléctrica bajo la forma de un número binario igual a la suma de la señal eléctrica de número binario Z' y de $K_5 A_1$, siendo K_5 un factor de escala. La señal de número binario $K_5 A_1$ aparece a la salida de un dispositivo de retención de variación de inyector 102, que tiene una entrada 106, que incluye una porción de una señal E obtenida a partir de la unidad central de tratamiento del ordenador numérico. La señal E es una pala
 25 bra de ordenador la cual, por ejemplo, puede consistir en 12
 30

1 bitios, de los cuales los cuatro primeros pueden aplicarse por un terminal 108 a un circuito divisor de P_r 110, para una aplicación que se describirá más adelante. Los siguientes siete bitios de los 12 bitios, puede representar la señal eléctrica de número binario K_5A_1 , y el doceavo bitio de la señal E puede ser no utilizado.

La señal que aparece en los terminales de salida 100 a partir del sumador de variación de inyector es una señal eléctrica de número binario Z definida por la siguiente ecuación:

$$Z = f_2 W' = \frac{(K_1/K_2)(M_1)(P_m) - (K_3/K_4)(M_2)(A_t)}{f_1} + K_5 A_1 \quad (11)$$

en la cual f_2 es un factor de frecuencia que se describirá mas adelante. En la ecuación (11), W' es igual a la anchura de impulsos de inyección de carburante W definida por la ecuación (6) si $K_1/K_2 = K_3/K_4 = f_1 f_2$ y si $K_5 = f_2$. En este caso, la ecuación (11) pasa a ser la siguiente:

$$Z = f_2 W' = f_2 W = f_2 [(M_1)(P_m) - (M_2)(A_t) + (A_1)] \quad (12)$$

El divisor de P_r 110 tiene un terminal de entrada 111 en el cual se producen los impulsos P_r . Preferentemente estos impulsos se generan de la manera descrita en la Patente a nombre de Moyer y Socios mencionada más arriba, y tienen una frecuencia de repetición de impulsos proporcional a la velocidad angular del motor y son indicativos de la posición del cigüeñal del motor. El terminal de salida 112 del divisor de P_r está sometido a una señal que tiene una frecuencia de repetición de impulsos, I_r , que es la frecuencia de repetición de inyección definida más arriba. Los impulsos I_r que se producen en el terminal 112 se suministran a un generador 116 de anchura de impulsos de inyector, que inicia la inyección de carburante a

1 partir de los inyectores electromagnéticos o de los grupos de
inyectores magnéticos de carburante 144 y 146, que se energizan
simultáneamente por los circuitos de excitación de inyectores
140 y 142. Los excitadores de inyectores 140 y 142 se contro
5 lan, respectivamente, por medio de señales que aparecen en los
terminales de salida 136 y 138 del amplificador de salida de
anchura de impulsos 134 controlado por una señal que aparece
en el terminal de salida 132 del generador 116 de anchura de
impulsos de inyector.

10 Cuando el generador 116 de anchura de impulsos de in
yector recibe un impulso de inyección I_p , se aplica una señal
por medio de un terminal 152 a un contador de tiempo de inyec
ción 114. La señal transmitida por el terminal 152 al contador
de tiempo de inyección 114, permite a este contador recibir
15 impulsos a la frecuencia f_2 , preferentemente igual a 20 KHz,
que aparece en el terminal de salida 120 de un circuito divisor
por dos 118 que recibe impulsos de ritmo de 40 KHz. Un compa
rador de magnitud 122 tiene unas entradas que consisten en la
señal eléctrica de número binario Z que aparece en los termina
20 les 100, y una señal eléctrica de número binario que aparece
en los terminales 128 y que representa la cuenta almacenada en
el contador de tiempo de inyección 114. Un generador de impul
sos de muestra del comparador 124 aplica al terminal 126 conec
tado con el comparador de magnitud unas señales que hacen que
25 el comparador compare reiteradamente la señal eléctrica de nú
mero binario Z con la cuenta almacenada en el contador 114.
Cuando la cuenta es igual al número binario Z, una señal es
transmitida por medio de la salida 130 al generador 116 de an
chura de impulsos de inyección. Esto finaliza el suministro de
30 carburante e impide cualquier suministro suplementario de car

1 burante a partir de los inyectores 144 y 146 hasta que se pro
duzca el siguiente impulso de repetición de inyección I_r en
el terminal 112.

5 El circuito de la figura 1 incluye un temporizador de
defectos y un generador de impulsos 148, al cual se aplican co
mo señal de entrada los impulsos de inyección I_r , que aparecen
en el terminal 112. El terminal de salida 150 del circuito 148
está conectado al amplificador de salida de anchura de impul
10 sos 134. Si el ordenador numérico falla en introducir las en
tradas de número binario en los multiplicadores de frecuencia
26 y 54 con la regularidad predeterminada, el circuito 148
hace que el amplificador de salida de anchura de impulsos 134
produzca impulsos de salida de duración fija en los terminales
15 136 y 138 para energizar los inyectores de carburante 144 y
146 durante unos tiempos de duración suficiente para mantener
el motor en funcionamiento.

Los diagramas de circuito detallados de las figuras 2
a 5 y la descripción que sigue, describen conjuntamente, de ma
nera más completa, el método del invento y el modo de llevar
20 a la práctica el aparato ilustrado en forma de bloques en la
figura 1. Los circuitos de las figuras 2 a 5 han sido construi
dos y comprobados en aplicaciones de control de motores y se
ha comprobado que son extremadamente satisfactorios, aunque no
han sido optimizados desde el punto de vista de la mayor redu
25 ción posible del número de componentes de los circuitos. Pre
ferentemente, los circuitos de las figuras 2 a 5 deberían ser
rediseñados para realizar las funciones descritas en un solo
circuito integrado a gran escala, con el objeto de efectuar
las diversas funciones lógicas y para controlar los inyectores
30 de carburante electromagnéticos y sus circuitos amplificadores

1 y excitadores. Igualmente, en las figuras 2 a 5, un cierto número de elementos de puerta tienen sus terminales identificados por el símbolo X o por el símbolo \bar{X} ; estos símbolos representan impulsos de vaciado complementarios que se suministran por la unidad central de tratamiento del ordenador numérico en los momentos en que se aplica energía al sistema de control del motor, o cuando los cálculos del ordenador se inician de nuevo por un motivo cualquiera. La señal representada por X tiene normalmente un nivel bajo y hace volver a cero las puertas cuando presenta un nivel alto, mientras que la señal \bar{X} tiene normalmente un valor alto y efectúa la vuelta en cero cuando presenta un nivel bajo.

Haciendo particularmente referencia a la figura 2, se representan en ésta los multivibradores 22 y 50 formados por unas resistencias y condensadores conectados con un conjunto de circuito integrado 154, que constituye un multivibrador monoestable doble. El terminal de salida 24 procedente del multivibrador monoestable 22 está conectado con los tres multiplicadores de frecuencia de cuatro bitios tipo CD4089 de la RCA, 156, 158 y 160 para aplicarles la entrada de ritmo. Una señal eléctrica de número binario de 12 bitios, que tiene un valor M_1/K_2 calculado por la unidad central de tratamiento del ordenador numérico, constituye la entrada que se aplica al dispositivo de retención de M_1/K_2 30. Una señal de carga procedente de la unidad central de tratamiento, que aparece en un terminal 162, transfiere la palabra M_1/K_2 desde la unidad central de tratamiento a los terminales de salida 28 del dispositivo de retención 30, y como resultado de ello, el número binario M_1/K_2 forma la entrada de número binario que se aplica al multiplicador binario de frecuencia 26. Por tanto, la señal que aparece en

1 el terminal de salida 32 a partir del multiplicador de frecuencia 26 es un tren de impulsos que tiene una frecuencia de repetición de impulsos media igual a $(K_1/K_2)(M_2)(P_m)$ dividido por 2^{12} , siendo 12 el número de bits que pueden incluirse en la
5 entrada del multiplicador de frecuencia 26.

La señal que aparece en el terminal de salida 52 a partir del multivibrador monoestable 50, se suministra como entrada de frecuencia al multiplicador de frecuencia 54, el cual consiste en unos multiplicadores de frecuencia binarios en cascada
10 164, 166 y 168. La señal que aparece en el terminal de entrada 52 tiene una frecuencia de repetición de impulsos igual a K_3A_t . La palabra binaria o número igual a M_2/K_4 que está generada por la unidad central de tratamiento del ordenador numérico, se suministra como entrada a dispositivo de retención de M_2/K_4
15 que tiene unos terminales de salida 56, a los cuales la señal de número binario de 12 bits M_2/K_4 es transferida cuando aparece una señal de carga en el terminal 170. La señal que aparece en el terminal 60, que forma la salida del multiplicador de frecuencia 54, tiene una frecuencia de repetición de impulsos
20 media igual a $(K_3/K_4)(M_2)(A_t)$ dividido por 2^{12} , siendo 12 en este caso también el número de bits que pueden incluirse en la entrada de número binario que se aplica al multiplicador de frecuencia 54.

El multiplicador de frecuencia de realimentación 70 tiene, en su entrada de frecuencia, una señal de impulsos de ritmo
25 que tiene una frecuencia f_1 igual a 640 KHz. El multiplicador de frecuencia 70 está constituido por tres multiplicadores binarios de frecuencia en cascada 172, 174 y 176 y está provisto del terminal de salida 72. La señal de entrada de número binario
30 aplicada a los terminales 86 del multiplicador de frecuencia de

1 realimentación 70 es el número binario Z' producido en los ter
minales de salida 76 del contador 38, según se representa en
la figura 4. La señal Z' del modo de realización descrito aquí,
consiste en 10 bitios; estos 10 bitios $Z'0$ a $Z'9$, se aplican
5 a las diez posiciones de bitios menos significativos del multi
plicador de frecuencia 70, cuyas dos posiciones de bitios más
significativos están conectadas a masa. La señal de salida que
aparece en el terminal 72 tiene una frecuencia de repetición
de impulsos media igual a $Z'f_1/2^{12}$.

10 Haciendo ahora referencia particular a la figura 3, se
representa en ésta el circuito generador de ritmo trifásico 90,
la red de ajuste de fase 34 y la puerta asociada 64. El circui
to generador de ritmo trifásico 90 recibe una señal de ritmo
de 1,28 MHz en su terminal de entrada 88 conectado con una
15 puerta AND intermedia 178. Preferentemente, la señal aplicada
al terminal de entrada 88 se obtiene a partir de un circuito
generador de señal de ritmo situado en el ordenador numérico.

La función del circuito generador de ritmo trifásico
constituye en producir las señales de fase distinta pero de
20 idéntica frecuencia de repetición de impulsos $\emptyset 1$, $\emptyset 2$ y $\emptyset 3$, en
los terminales de salida 92, 94 y 96, respectivamente, del cir
cuito 90. La frecuencia de repetición de impulsos de estas 3
señales es igual a la tercera parte de la frecuencia de repeti
ción de impulsos de la señal que aparece en el terminal de en
25 trada 88, y la función del circuito 90 consiste en conducir
secuencialmente los impulsos de entrada a los tres terminales
92, 94 y 96, de modo que uno de estos tres circuitos de entra
da aparezca en cada uno de estos tres terminales de salida. De
este modo, la salida de la puerta intermedia 178 está conecta
30 da por un terminal 180 con cada una de las entradas de las puer

1 tas 182, 184 y 186. Las otras entradas de estas puertas se ob-
tienen a partir de las salidas Q y \bar{Q} de unos flip-flop tipo
D 188 y 190, con los cuales está también asociada una puerta
AND 192. La salida de la puerta AND 192 está conectada con la
5 entrada D del flip-flop 188. La entrada de ritmo de este flip-
flop se obtiene a partir de la salida de un inversor 194 alimen-
tado por los impulsos de ritmo de entrada procedentes de la
puerta intermedia 178. La frecuencia de repetición de impulsos
de las señales de fase $\emptyset 1$, $\emptyset 2$ y $\emptyset 3$, es preferentemente más ele-
10 vada que la frecuencia de repetición de impulsos máxima de
cualquiera de las señales que aparecen en los terminales de
salida 32, 60 y 72 a partir de los multiplicadores de frecuen-
cia 26, 54 y 70.

Las señales de fase $\emptyset 1$, $\emptyset 2$ y $\emptyset 3$ se suministran a la
15 red de ajuste de fase 34, que incluye tres circuitos idénticos.
Cada uno de estos circuitos consiste en siete puertas NAND y
dos inversores. Por ejemplo, el circuito de la red de ajuste
de fase asociado con el terminal de salida 32 procedente del
multiplicador de frecuencia 26, incluye las puertas NAND 196,
20 198, 200, 202, 204, 206 y 208, e incluye además los inversores
210 y 212. La señal de ajuste de fase $\emptyset 1$ se suministra bajo la
forma de una de las entradas a cada una de las puertas NAND
202 y 204 y la señal de ajuste de fase $\emptyset 2$ se suministra bajo
la forma de una señal de entrada a la puerta NAND 200. Estos
25 componentes actúan de tal manera que un impulso aparece en el
terminal de salida 36, el cual está conectado a la entrada
sumadora del contador sumador/restador 38, cada vez que se pro-
duce un impulso $\emptyset 1$ después del flanco negativo de un impulso
que aparece en el terminal 32. De manera similar, unos impulsos
30 aparecen en el terminal 62 cuando el flanco negativo de un im-

1 pulso presente en el terminal de entrada 60 es seguido por un
impulso $\emptyset 2$. Igualmente, un impulso aparece en el terminal 74
cuando el flanco negativo de un impulso presente en el terminal
de entrada 72 es seguido por un impulso $\emptyset 3$.

5 Cada vez que un flanco negativo de un impulso aparece
en cualquier terminal 62 o 74, se produce un impulso en el terminal
66 conectado con la entrada de resta del contador sumador/restador 38.

Haciendo referencia particular a la figura 4, se re
10 presenta en ésta el circuito 38 de contador sumador/restador,
el circuito de control 78 de límites de contador, el sumador
de variación de inyector 98, el dispositivo de retención de va
riación de inyector 102, el comparador de magnitud 122 y el
generador de impulsos de muestra de comparador 124.

15 El contador sumador/restador 38 incluye unos contadores
binarios de cuatro bitios 214, 216, 218 montados en cascada,
para que tengan una capacidad de recuento de doce bitios.
Se utilizan solamente diez bitios de esta capacidad de recuento
para producir la cuenta de salida en los terminales 76. Es
20 ta cuenta de salida aparece en los terminales Z'0 a Z'9, constituyendo
el primero el bitio menos significativo y el último
el bitio más significativo. Unos impulsos de nivel lógico bajo
que se aplican al terminal de suma 220 de la unidad de recuento
218 aumentan la cuenta en los terminales de salida 76, y
25 unos impulsos de nivel lógico bajo aplicados a la entrada de
resta de la unidad de recuento 218 reducen la cuenta que aparece
en los terminales de salida 76. La operación de suma resulta
de los impulsos que aparecen en los terminales 36, que
constituyen una de las entradas de una puerta NAND 224. La frecuencia
30 de repetición de impulsos media de la señal aplicada

1 al terminal 36 es $(K_1/K_2)(M_1)(P_m)$ dividido por 2^{12} . Los impulsos que producen la operación de resta son los que aparecen en el terminal 66 que constituye una de las entradas de una puerta NAND 226. El terminal 66 es el terminal de salida de la puerta 64, y los impulsos que aparecen en él tienen una frecuencia de repetición igual a la suma de las frecuencias de impulsos de los terminales de entrada de puerta 62 y 74, es decir que la frecuencia de repetición de los impulsos de la señal 66 es igual a $(K_3/K_4)(M_2)(A_T)$ dividida por 2^{12} . El resultado neto de las operaciones de suma y resta que se producen en el contador 38 es una señal de número binario Z' definida de acuerdo con la ecuación (10), indicada más arriba. Este número binario Z' aparece en los terminales 76 del contador.

15 El terminal de entrada 228 del contador sumador/restador 38 procede del terminal numerado idénticamente en el circuito 116 generador de anchura de impulsos de inyección (figura 5). La señal presente en este terminal se utiliza para inhibir el contador 38, con el objeto de impedir un cambio en la señal de número binario Z' cuando se energizan los inyectores de carburante, es decir durante el tiempo en el que el contador de tiempo de inyección 114 está acumulando una cuenta que ha de ser comparada con Z' , a una frecuencia determinada por la frecuencia de repetición de los impulsos de la señal f_2 .

25 Los terminales 80 y 82 procedentes del circuito 78 de control de límites de contador llevan, normalmente, señales de nivel lógico alto, lo mismo que el terminal 228 y, por tanto, las puertas NAND 224 y 226 pueden dejar pasar los impulsos que aparecen en sus terminales de entrada respectivos 36 y 66 cuando se producen estos impulsos. Las señales de nivel bajo presentes en los terminales 80 y 82 inhiben, respectivamente,

30

1 las puertas NAND 224 y 226 si la señal de salida de número bina-
rio Z' alcanza unos límites predeterminados. Por tanto, si to-
dos los bitios de la señal Z' son señales de nivel lógico bajo,
las puertas 230 y 232 producen señales de nivel lógico alto en
5 sus salidas, dando lugar a que una puerta 234 produzca un nivel
lógico bajo en su salida 82. Esto inhibe la puerta 226 e impi-
de que el contador 38 pueda seguir descontando. Por otra parte,
cuando los nueve bitios más significativos de Z' tienen un ni-
vel lógico alto y el bitio menos significativo, Z'_{10} tiene un
10 nivel lógico bajo, las puertas 236, 238 y 240 producen en sus
salidas unas señales las cuales, a través de los inversores
242 y 244 y de la puerta 246, hacen que aparezca en el termi-
nal 80 una señal de nivel lógico bajo. Esta señal inhibe la
puerta 224 e impide que el contador 38 siga sumando.

15 El sumador 98 de de desviación de inyector recibe la
señal Z' procedente del contador 38 y añade a ese número bina-
rio Z' el número binario representado por la señal de siete bi-
tios que aparece en los terminales de salida 104 del disposi-
tivo de retención 102 de desviación de inyector. Esta señal se
20 suministra al dispositivo de retención 102 bajo la forma de 7
bitios de la palabra E del ordenador, tal y como se ha descri-
to más arriba. Estos siete bitios representan la cantidad (K_5)
 (A_1) , y se emplean para compensar la anchura de los impulsos
de inyección de carburante cuando se producen retardos en el
25 suministro de carburante a partir de los inyectores. La salida
del sumador de desviación de inyector aparece en los termina-
les 100 y es la cantidad Z definida en la ecuación (11).

El comparador de magnitud 122 incluye tres comparado-
res de magnitud del tipo de circuito integrado, modelo MC14585
30 de cuatro bitios, montados en cascada, 250, 252 y 254 y varias

1 puertas interconectadas para producir el bitio $Z'0$ en su salida. Bajo el control del generador de impulsos de muestra de comparador 124, el comparador de magnitud 122 compara el número binario Z de doce bitios con otro número binario C de 12
5 bitios, que incluye los bitios $C0$ a $C11$, y que representa la cuenta almacenada en el contador de tiempo de inyección 114. La comparación realizada por el comparador de magnitud 122 se produce cada vez que un impulso aparece en el terminal de salida 126 del generador de impulsos de muestra de comparador 124.
10 Si el número binario C procedente del contador de tiempo de inyección es superior o igual al número binario Z, en este caso, un impulso aparece en el terminal de salida 130 de una puerta 256 del comparador de magnitud.

La función del generador de impulsos de muestra de comparador 124 consiste en hacer que el comparador de magnitud 122 realice una comparación entre los números binarios Z y C, cada vez que uno de los impulsos de la señal f_2 ocurre, suministrándose estos impulsos al contador del tiempo de inyección para incrementar la cuenta representada por el número binario
20 C. El generador de impulsos de muestra de comparador hace que el comparador de magnitud efectúe una comparación al producirse el primer impulso de sincronización de fase ϕ_1 en el terminal 92 después de un impulso de la señal f_2 . Sin embargo, se efectúa la comparación solamente durante el tiempo de energización de los inyectores de carburante.
25

En el generador de impulsos de muestra de comparador 124, están incluidas las puertas 258 y 260 y los flip-flop, tipo D 262 y 264. La señal que aparece en el terminal de entrada 93 de la puerta 260 tiene una frecuencia de repetición de impulsos que corresponde a la frecuencia de repetición de impulsos
30

1 sos de la señal f_2 , pero aparece en el terminal 93 solamente
durante los intervalos de tiempo en los cuales se energizan los
inyectores de carburante. La señal que aparece en el terminal
93 se obtiene a partir del contador de tiempo de inyección 144.
5 La señal que aparece en el terminal 91 conectado con la entra
da de ritmo del flip-flop 262 es el complemento de la señal de
sincronización de fase $\emptyset 1$ que aparece en el terminal 92. A la
salida 126 del generador de impulsos de muestra de comparador,
se produce un impulso de nivel lógico alto cada vez que un im
10 pulso de sincronización $\emptyset 1$ se produce simultáneamente con un
impulso en el terminal de entrada 93.

Haciendo ahora referencia particular a la figura 5, se
representa en ésta el circuito divisor 110 de P_r . El contador
de tiempo de inyección 114, el generador de anchura de impul
15 sos de inyección 116, el circuito divisor por dos 118, el tem
porizador de defecto y el generador de impulsos 148, así como
el amplificador de salida de anchura de impulsos 134, que con
trola los circuitos de excitación de inyectores 140 y 142, que
están asociados con los inyectores de carburante o los grupos
20 de inyectores de carburante 144 y 146.

El circuito divisor 110 de P_r recibe los impulsos P_r
los cuales, preferentemente, se generan a la frecuencia de 4
por cada revolución del cigüeñal del motor en el caso de un
motor de combustión interna de cuatro tiempos y ocho cilindros.
25 La manera con la cual los impulsos pueden ser generados se des
criben en la Patente a nombre de Moyer y Socios mencionada más
arriba. Por consiguiente, los impulsos de P_r se producen a ra
zón de cada ocho por cada ciclo del motor, incluyendo un ciclo
del motor dos revoluciones del cigüeñal, o a la frecuencia de γ
30 un impulso de P_r por cada cámara de combustión de cada ciclo

1 del motor. Los impulsos de salida procedentes del divisor de
2 P_r aparecen en el terminal 112 y constituyen la señal identi-
3 cada por I_r , cuya frecuencia de repetición de impulsos determi-
4 na el número de inyecciones por ciclo del motor. La unidad cen-
5 tral de tratamiento del ordenador numérico suministra cuatro
6 bitios de la señal E de doce bitios a los terminales de entra-
7 da 108 de un dispositivo de retención 266, el cual transfiere
8 estos cuatro bitios a sus terminales de salida 268 cuando se
9 produce una señal de carga en su clavija 5. Los cuatro bitios
10 representan, preferentemente, la relación P_r/I_r . Este número
11 se suministra a un contador programable de cuatro bitios 270
12 de división por N. Por tanto, los impulsos de P_r que se produ-
13 cen en el terminal de entrada 111 se dividen por P_r/I_r , de mo-
14 do que la salida del contador 270 es una señal que aparece en
15 el terminal 112 y que tiene una frecuencia de repetición de im-
16 pulsos igual a I_r , es decir la frecuencia de inyección deseada.

17 La aparición de un impulso I_r en el terminal 112 ini-
18 cia la energización de los inyectores de carburante. Estos im-
19 pulsos presentes en el terminal 112 se suministran a la entra-
20 da D de un flip-flop tipo D 272, situados en el circuito gene-
21 rador de anchura de impulsos de inyección 116. La entrada de
22 ritmo de este flip-flop se obtiene bajo la forma de la salida
23 \bar{Q} , que aparece en el terminal 120 de un flip-flop 274 del cir-
24 cuito divisor por dos 118. El flip-flop tipo JK 274 divide la
25 frecuencia de 40 KHz para producir la señal de 20 KHz f_2 en el
26 terminal 120. El primero de estos impulsos que se produce en
27 el terminal 120 después de la aparición de un impulso de I_r en
28 la entrada D del flip-flop 272 hace que el impulso de I_r sea
29 transferido a la salida Q del flip-flop 272. Este impulso, que
30 aparece en el terminal 276 se aplica a la entrada de reloj de

1 un flip-flop tipo D 278 y, por consiguiente, la señal de nivel
lógico alto que se aplica a la entrada D del flip-flop 278 es
transferida a su salida Q y su salida \bar{Q} que aparece en el ter
5 minal 280 es invertida por un inversor 282 y se aplica a las
entradas 284 y 286 de un circuito integrado 408 fabricado por
la Sprague Electric Company. Este aparato consiste en cuatro
circuitos idénticos que incluyen cada uno una puerta AND de do
ble entrada que controla la corriente de base-emisor suminis
trada a un transistor tipo NPN que tiene su emisor conectado
10 a masa y su colector en circuito abierto. Los terminales del
colector de los cuatro circuitos están conectados, respectiva
mente, con los terminales 288, 290, 292 y 294.

En ausencia de un defecto en el circuito, los termina
les 288 y 292 se conectan efectivamente al potencial de masa,
15 a través de los transistores del circuito integrado 283, cada
vez que la señal que aparece en el terminal 280 a partir del
generador 116 de anchura de impulsos de inyección presenta un
nivel lógico bajo. Esto produce la circulación de la corriente
a través de los circuitos emisor-base de los transistores de
20 excitación 296 y 298 en los circuitos de excitación de inyec
tor 140 y 142, respectivamente. La energización de estos tran
sistores hace que los transistores Darlington tipo 2N6058 pa
sen a conducir la corriente, lo que permite que la corriente
circule a través de los inyectores de carburante electromagné
25 ticos de los grupos de inyectores de carburante 144 y 146. En
la disposición que se representa aquí, los inyectores de carbu
rante se energizan simultáneamente, aunque podrían ser energi
zados en grupos separados mediante unas modificaciones introdu
cidas fácilmente en los circuitos por unos especialistas en la
30 materia. Igualmente, la señal de frecuencia de repetición de

1 inyección I_r que aparece en el terminal 112 puede ser cambiada
durante el funcionamiento del motor, de tal manera que el núme
ro de inyecciones por cada ciclo del motor varíe, según se de
see, durante el funcionamiento del motor. Naturalmente, el nú
5 mero binario Z se ajustará en este caso, según las necesidades,
mediante una modificación por el ordenador de los números bina
rios suministrados a los multiplicadores de frecuencia 26 y 54.
En variante, la frecuencia f_2 podría ser modificada. Igualmen
te, los inyectores de carburante o los grupos de inyectores
10 de carburante 144 y 146 pueden energizarse por separado, en lu
gar de energizarse simultáneamente, o puede utilizarse un in
yector energizado separadamente para cada cámara de combustión
del motor. En este último caso, los inyectores podrían energi
zarse secuencialmente. Esto puede hacerse modificando la señal
15 eléctrica de número binario que aparece en los terminales 108
y que se aplica al circuito divisor de P_r 110 y utilizando un
circuito lógico, tal como el que se describe en la Patente
mencionada más arriba a nombre de Moyer y Socios, capaz de pro
ducir la energización secuencial de los inyectores a intervalos
20 de tiempo predeterminados.

Los inyectores de carburante o los grupos de inyectores
de carburante 144 y 146 permanecen energizados hasta que el
comparador de magnitud 122 proporcione una señal de nivel ló
gico elevada al terminal 130 del generador de anchura de im
25 pulsos de inyección 116. Esta señal de impulso se produce cuan
do el número binario C, que aparece en los terminales 300 del
contador de tiempo de inyección 114 es igual al número binario
Z que aparece en los terminales 100.

El contador de tiempo de inyección 114 incluye los con
30 tadores binarios sumadores/restadores de cuatro bits monta

1 dos en cascada 302, 304 y 306. El terminal 120 está conectado
con una entrada de una puerta NAND 308 y los impulsos de 20
KHz de la señal f_2 aparecen en este terminal. La señal presen
te en el terminal 228, la cual, durante los períodos de inyec
5 ción de carburante tiene un nivel lógico alto y que se obtie
ne bajo la forma de la tensión de salida Q del flip-flop 278
en el generador de anchura de impulsos de inyección 116, se
aplica a la otra entrada de la puerta NAND 308, de modo que el
complemento de los impulsos de la frecuencia f_2 presentes en
10 el terminal 120 aparezcan a la salida de esta puerta NAND y a
continuación sean invertidos por un inversor 310, con el obje
to de incrementar la cuenta del contador de tiempo de inyec
ción. Este funcionamiento continua hasta que el número binario
resultante C sea igual al número binario Z, y en ese momento,
15 el impulso presente en el terminal 130 del circuito 116 genera
dor de anchura de impulsos de inyección, da lugar a la apari
ción de una señal de nivel lógico alto a la salida de una puer
ta OR 312. Esta señal de nivel lógico alto hace volver a cero
el flip-flop 278 de modo que su salida Q presente un nivel ló
20 gico bajo y su salida \bar{Q} presente un nivel lógico alto. El nivel
lógico alto presente en el terminal de salida \bar{Q} 280 finaliza
la energización de los inyectores de carburante.

El temporizador de defectos y el generador de impulsos
148 están previstos para suministrar impulsos de energización
25 de inyección de carburante de una duración de 2 milisegundos,
suficiente para mantener el motor en funcionamiento, en el ca
so de que se haya detectado un defecto en el ordenador o en su
circuito asociado. El circuito 148 incluye un multivibrador
monoestable doble 314 que tiene una señal de entrada de "car
30 ga", que es la señal de impulsos utilizada para cargar las en

1 tradas de número binario de los multiplicadores de frecuencia
26 y 54. Esta entrada de carga dispara de nuevo el multivibra
dor monoestable doble de manera continua, mientras los impulsos
de carga siguen produciéndose y da lugar a la aparición de una
5 señal de nivel lógico alto continua en el terminal 316. Esta
señal de nivel lógico alto en el terminal 316 se aplica a tra
vés de una etapa intermedia 318 a las entradas de dos de las
puertas AND del circuito integrado 283. Las otras entradas de
estas puertas AND son las señales que aparecen en los termina
10 les 284 y 286, las cuales cuando están presentes hacen que los
inyectores de carburante sean energizados de la manera descri
ta más arriba.

La señal presente en el terminal 316 es la salida de
uno de los multivibradores del multivibrador monoestable doble
15 314 y se ajusta, por ejemplo, en 100 milisegundos. Si una señal
de carga no se produce como se ha previsto, el tiempo de 100
ms del multivibrador se agota y se produce una señal de nivel
lógico alto en el terminal 320. El segundo multivibrador del
multivibrador monoestable doble 314 recibe los impulsos de I_r
20 en el terminal 112 y produce un impulso de 2 ms en el terminal
de salida 322 cada vez que se produce un impulso de I_r en el
terminal 112. Las señales presentes en los terminales 320 y
322 se aplican a las entradas de las puertas AND de dos entra
das del circuito integrado 283, de modo que los terminales 292
25 y 294 sean conectados efectivamente al potencial de masa duran
te 2 ms cada vez que se produce un impulso de I_r en el termi
nal 112.

El método de control de motor que se describe aquí,
está particularmente destinado a ser empleado en un sistema
30 electrónico de dosificación de carburante del tipo de velocidad-

1 densidad. Sin embargo, si se deseara emplear un sistema de cau
dal másico que proporciona una señal indicando directamente la
cantidad de aire que penetra en el motor de combustión interna,
podría utilizarse el método según el invento, empleando una se
5 ñal de número binario generada por el ordenador, con el objeto
de formar un producto con una segunda señal eléctrica suminis
trada directamente a un multiplicador, por ejemplo, el multi
plicador de frecuencia descrito más arriba. La entrada directa
al multiplicador, puede estar constituida por una señal que
10 tiene una frecuencia de repetición de impulsos directamente
representativa del caudal volumétrico de aire en el motor, tal
como la señal que puede ser obtenida a partir de medidores de
aire del tipo de turbulencia limitada, y la señal eléctrica
de número binario generada por el ordenador puede representar
15 los factores necesarios para transformar una señal de circula
ción volumétrica de aire en una señal de circulación másica
de aire. Igualmente, pueden realizarse correcciones para tener
en cuenta los retardos que se producen en el suministro del
carburante a partir del sistema de dosificación de carburante,
20 de una manera muy parecida a la corrección de variación de in
yector efectuada en el modo de realización preferido descrito
aquí.

En resumen, la señal eléctrica de número binario gene
rada por el ordenador se utiliza conjuntamente con una señal
25 que se suministra directamente en un dispositivo multiplicador
para obtener señales eléctricas de producto de manera continua,
o por lo menos a un ritmo superior a la frecuencia a la cual
la señal eléctrica de número binario suministrada por el orde
nador numérico es actualizada. Esto resulta particularmente
30 ventajoso porque permite obtener un control preciso de la dosi

denador numérico programado para calcular dicho primer valor del coeficiente a partir de una o varias funciones que describen una relación deseada entre dicho primer valor del coeficiente y una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor;

5 calcular un segundo valor de coeficiente, que representa un segundo coeficiente en un segundo producto, efectuándose el cálculo de dicho segundo valor del coeficiente, utilizando una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de un ordenador numérico programado para calcular dicho segundo valor del coeficiente a partir de una o varias funciones que describen una relación deseada entre dicho segundo valor del coeficiente y una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor mencionadas en último lugar;

10 obtener a la salida de dicho ordenador numérico, dicho primer valor del coeficiente calculado bajo la forma de una señal eléctrica de número binario y dicho segundo valor de coeficiente calculado bajo la forma de una segunda señal eléctrica de número binario;

15 mientras este motor está funcionando, repetir continuamente las operaciones anteriores para producir cambios en dichas primera y segunda señales eléctricas de número binario;

25 estando un circuito eléctrico conectado entre dicho ordenador numérico y dicho dispositivo de válvula controlable eléctricamente, y de manera continua o a un ritmo superior al ritmo al cual se produce la repetición de las operaciones, multiplicar dicha primera señal eléctrica de número

30

binario por una primera de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, de modo que se obtenga una primera señal eléctrica de producto, y multiplicar dicha segunda señal eléctrica de número binario por una segunda de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, con el objeto de obtener una segunda señal eléctrica de producto; y

5
10 por medio de dicho circuito eléctrico y de dicho dispositivo de válvula controlable eléctricamente, determinar la diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto y dosificar el carburante en dicho motor proporcionalmente a la diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto.

15 2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho motor incluye un colector de admisión y un dispositivo para hacer recircular los gases de escape a través de dicho motor por medio de dicho colector de admisión, y porque la primera de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de la cual se multiplica dicha primera señal eléctrica de número binario, es proporcional a la velocidad de circulación de la mezcla de aire y de gases de escape en dicho colector de admisión y porque la segunda de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de la cual se multiplica dicha segunda señal eléctrica de número binario, es proporcional a la velocidad de circulación de los gases de escape en dicho colector de admisión.

25 30 3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye la operación suplementaria que consiste, con dicho circuito eléctrico, en añadir a la diferencia en-

tre dicha primera y segunda señales eléctricas de producto, una señal eléctrica representativa de una característica de dicho dispositivo de válvula controlable eléctricamente.

5 4. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dichas primera y segunda señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de las cuales se multiplican dichas primera y segunda señales eléctricas de número binario, respectivamente, se utilizan por dicho ordenador numérico en el cálculo de dichas primera y segunda señales eléctricas de número binario.

10 5. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho circuito eléctrico incluye una multiplicad de multiplicadores de frecuencia binarios, y un contador sumador/restador, obteniéndose dichas primera y segunda señales eléctricas de producto bajo la forma de las salidas respectivas de dos de dichos multiplicadores de frecuencia binarios y obteniéndose dicha diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto bajo la forma de una cuenta de número binario en dicho contador sumador/restador.

15 20 suministrándose dichas primera y segunda señales eléctricas de producto a dicho contador sumador/restador.

6. Aparato para llevar a cabo el método de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque incluye:

25 un dispositivo controlable eléctricamente para controlar la velocidad con la cual se dosifica el carburante en dicho motor;

30 un dispositivo para generar una multiplicidad de señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, siendo cada una de dichas señales representativa de una condición de funcionamiento de dicho motor;

un dispositivo de ordenador numérico;

5 (1) para calcular un primer valor de coeficiente que representa un primer coeficiente en un primer producto, realizándose dicho cálculo de dicho primer valor de coeficiente mediante la utilización de una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por dicho ordenador, estando dicho ordenador numérico programado para calcular dicho primer valor de coeficiente a partir de una o varias funciones que describen una relación deseada entre dicho primer valor de coeficiente y una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor;

10

15 (2) para calcular un segundo valor de coeficiente que representa un segundo coeficiente en un segundo producto, efectuándose dicho cálculo de dicho segundo valor de coeficiente mediante la utilización de una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por dicho ordenador numérico, estando dicho ordenador numérico programado para calcular dicho segundo valor de coeficiente a partir de una o varias funciones que describen una relación deseada entre dicho segundo valor del coeficiente y una o varias de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor mencionadas en último lugar;

20

25 (3) para obtener dicho primer valor de coeficiente calculado bajo la forma de una primera señal eléctrica de salida de número binario y dicho segundo valor de coeficiente calculado bajo la forma de una segunda señal eléctrica de salida de número binario; y

30 (4) para repetir continuamente dicho cálculo de dichos primero y segundo valores de coeficiente, con el obje-

to de realizar cambios en dichas primera y segunda señales eléctricas de salida de número binario en respuesta a los cambios en dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, de las cuales dichos primero y segundo valores de coeficiente son unas funciones;

un dispositivo de circuito eléctrico, conectado entre dicho ordenador numérico y dicho dispositivo controlable eléctricamente, para controlar la velocidad con la cual se dosifica el carburante en dicho motor, para multiplicar, de manera continua o a una frecuencia superior a la frecuencia a la cual se repite dicho cálculo de dichos primero y segundo valores de coeficiente por medio de dicho ordenador numérico:

(a) dicha primera señal eléctrica de salida de número binario por una primera de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, con el objeto de obtener una primera señal eléctrica de producto, y

(b) dicha segunda señal eléctrica de salida de número binario por una segunda de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, con el objeto de obtener una segunda señal eléctrica de producto; y

incluyendo dicho dispositivo de circuito eléctrico unos medios para determinar la diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto y para hacer que dicho dispositivo controlable eléctricamente dosifique el carburante en dicho motor proporcionalmente a la diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto.

7. Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho motor incluye un colector de admisión y unos

medios para hacer recircular los gases de escape a través de dicho motor por medio de dicho colector de admisión, y porque la primera de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de la cual se multiplica dicha primer señal eléctrica de salida de número binario, es proporcional a la velocidad de circulación de la mezcla de aire y de gases de escape en dicho colector de admisión, y porque la segunda de dichas señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de la cual se multiplica dicha segunda señal eléctrica de salida de número binario, es proporcional a la velocidad de circulación de los gases de escape en dicho colector de admisión.

8. Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque incluye un dispositivo de circuito para añadir, a dicha diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto, una señal eléctrica representativa de una característica de dicho dispositivo de válvula controlable eléctricamente.

9. Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque dichas primera y segunda señales eléctricas de condición de funcionamiento del motor, por medio de las cuales se multiplican dichas primera y segunda señales eléctricas de salida de número binario, respectivamente, se utilizan por dicho ordenador numérico para calcular dichas primera y segunda señales eléctricas de salida de número binario.

10. Aparato según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho circuito eléctrico incluye una multiplicidad de multiplicadores de frecuencia binarios, y un contador sumador/restador, obteniéndose dichas primera y segunda señales eléctricas de producto bajo la forma de las salidas res-

5 pectivas de dos de dichos multiplicadores de frecuencia binarios, y obteniéndose dicha diferencia entre dichas primera y segunda señales eléctricas de producto bajo la forma de una cuenta de número binario en dicho contador sumador/
restador, suministrándose dichas primera y segunda señales eléctricas de producto a dicho contador sumador/restador.

10 11. Se reivindica por último como objeto sobre el que ha de recaer la Patente de Invención que se solicita:
METODO Y APARATO CORRESPONDIENTE PARA CONTROLAR LA CANTIDAD
DE CARBURANTE DOSIFICADA EN UN MOTOR DE COMBUSTION INTERNA.

Todo conforme queda descrito y reivindicado en la presente memoria descriptiva que consta de cuarenta y siete páginas mecanografiadas y dibujos que se acompañan.

15

Madrid, 4 abril 1.977

BERNARDO UNGRIA

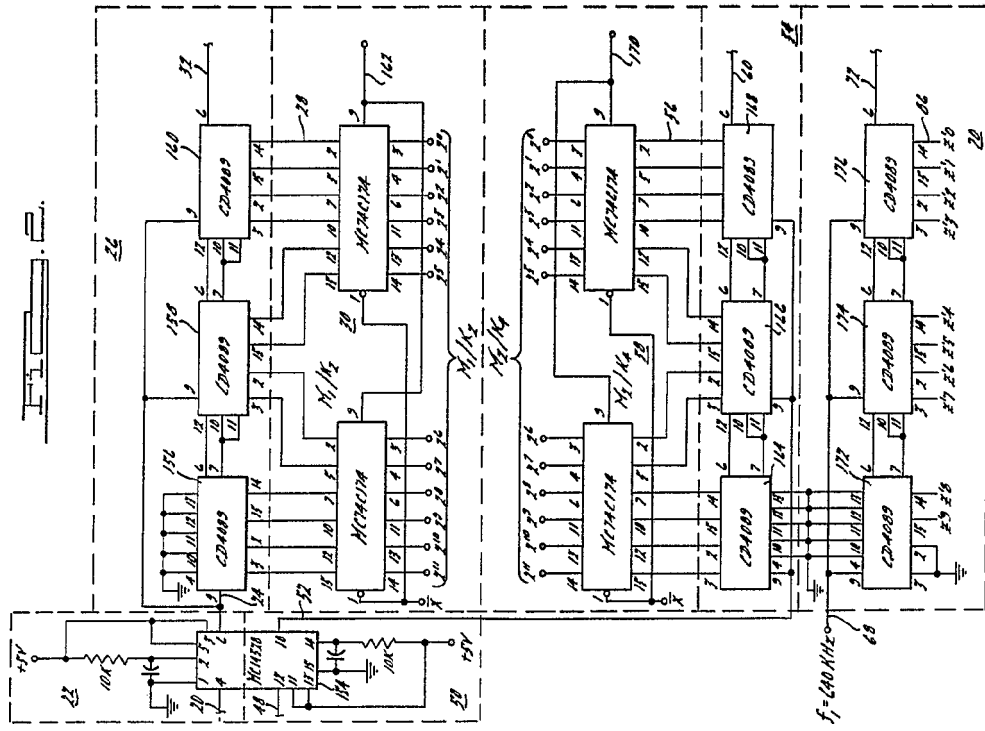
D.P.



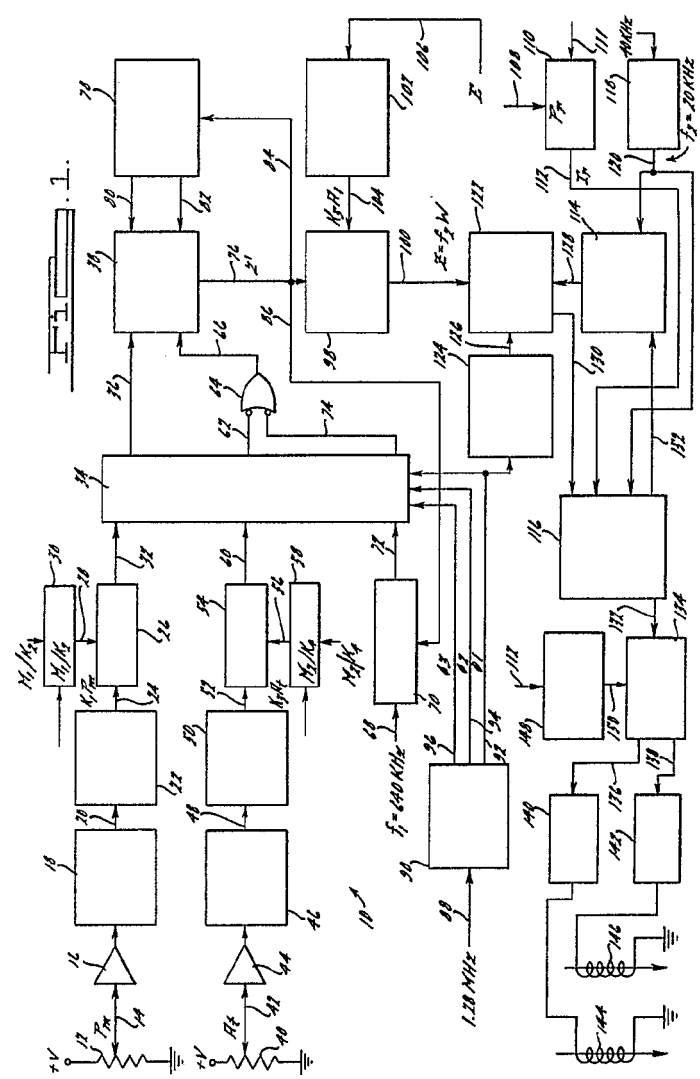
20

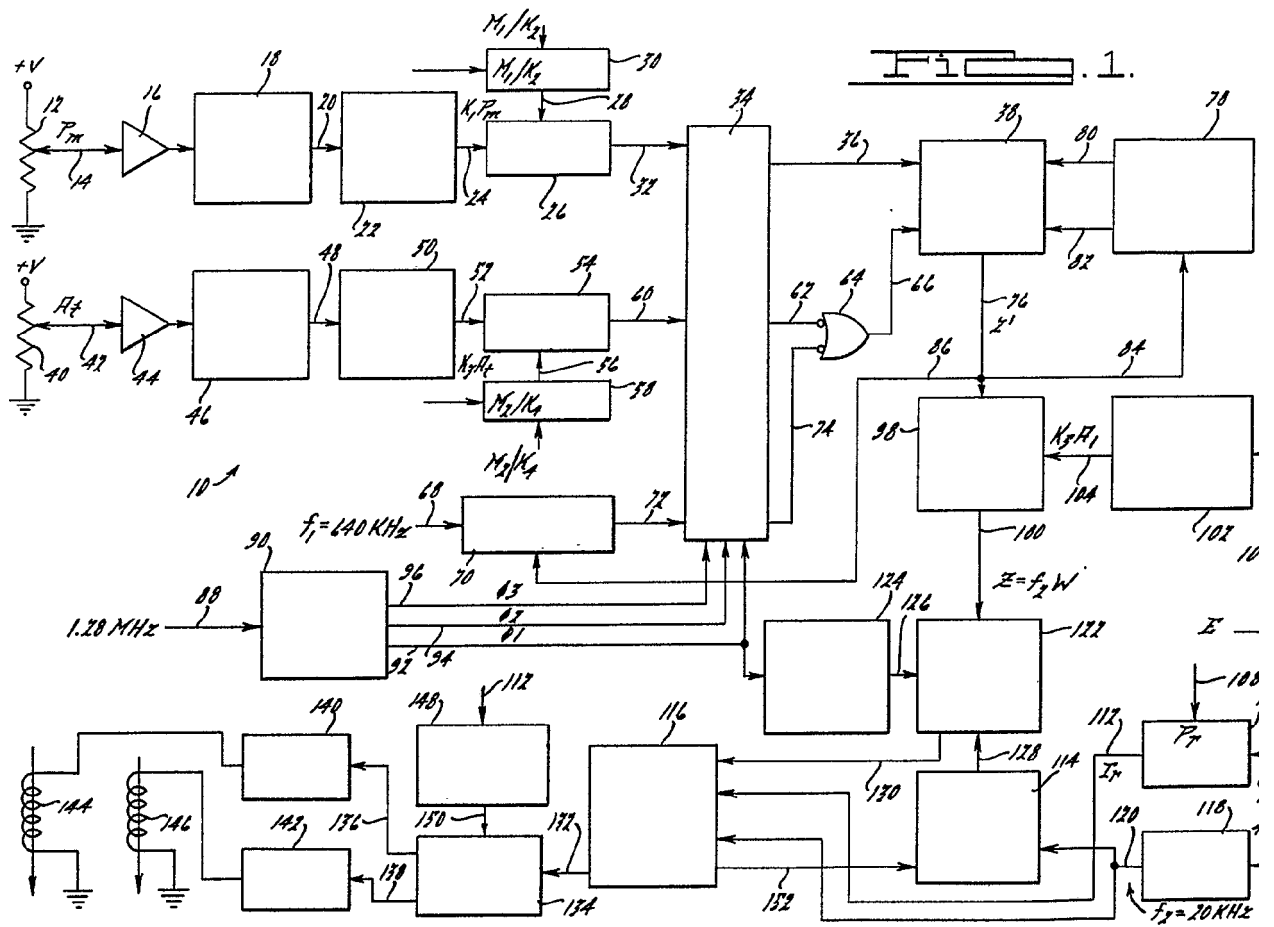
25

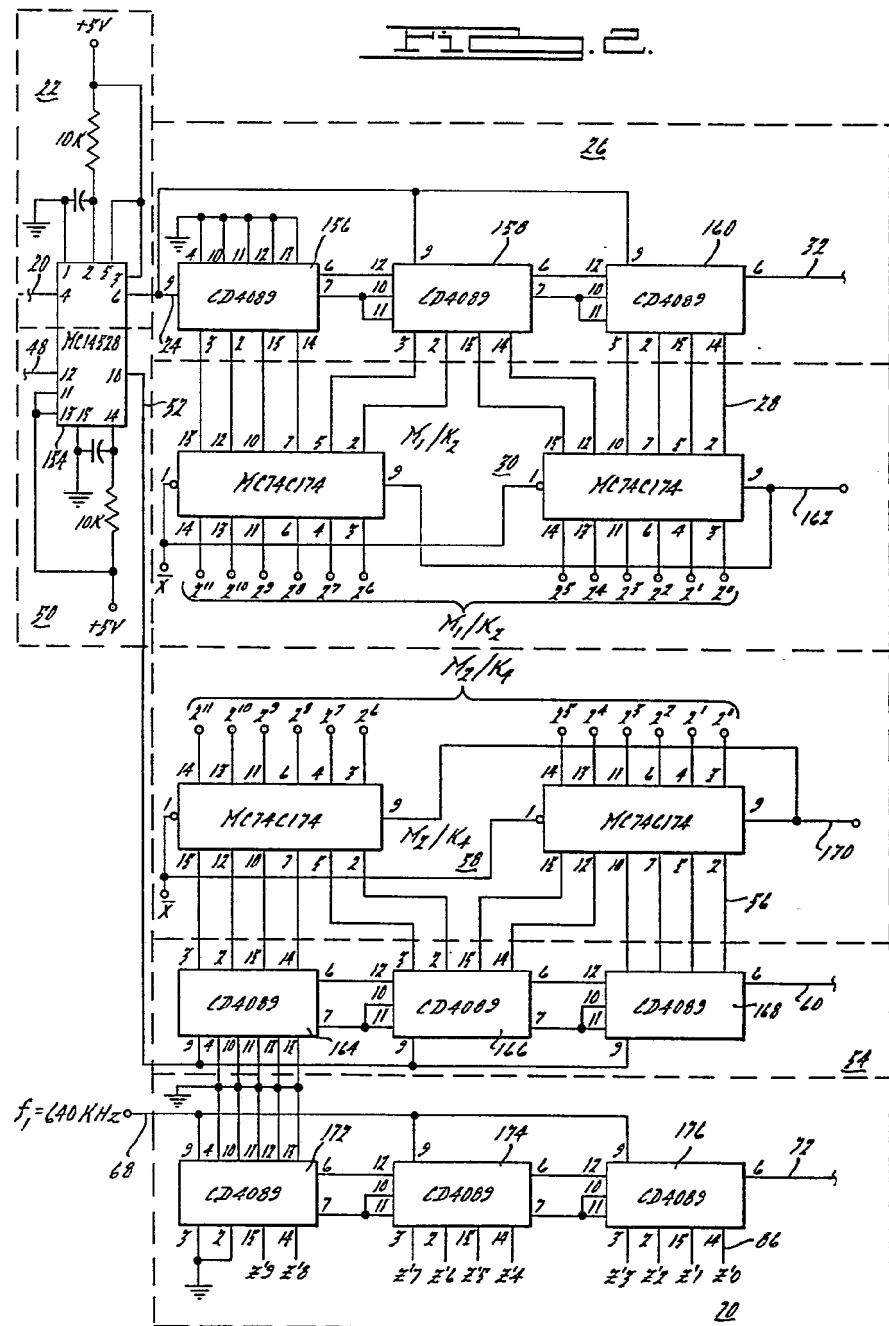
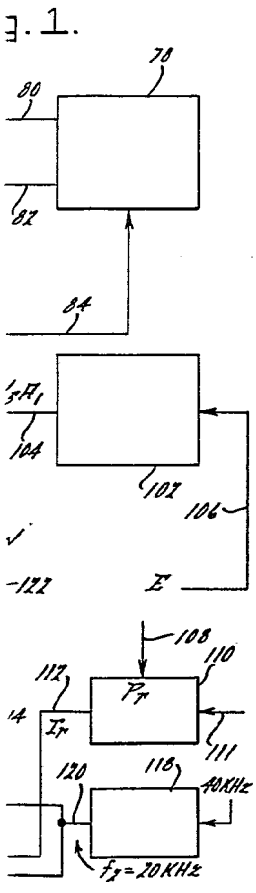
30



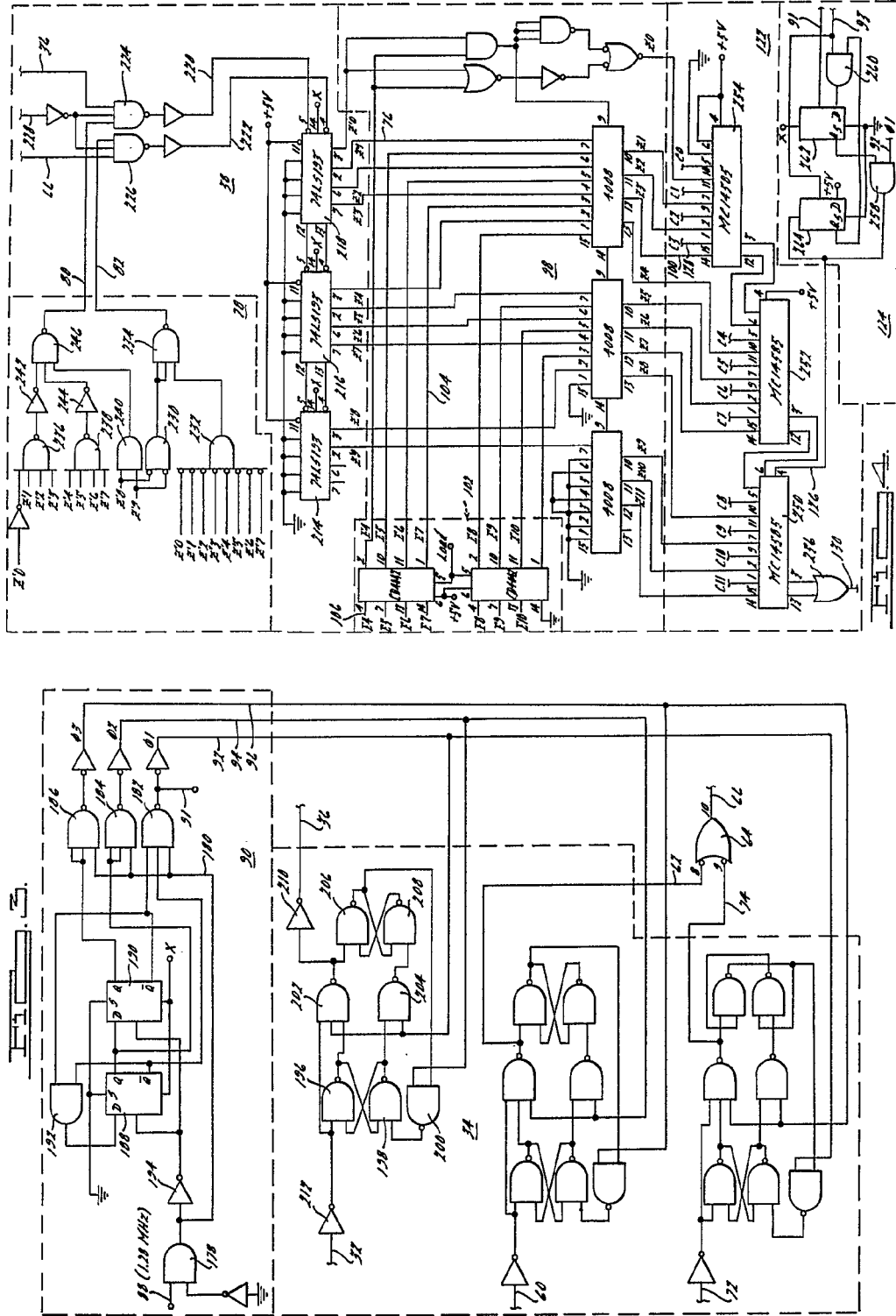
ESCALA VARIABLE
 Madrid 4 de abril de 1977
 BERNARDO UNGHERIA
 p.p.





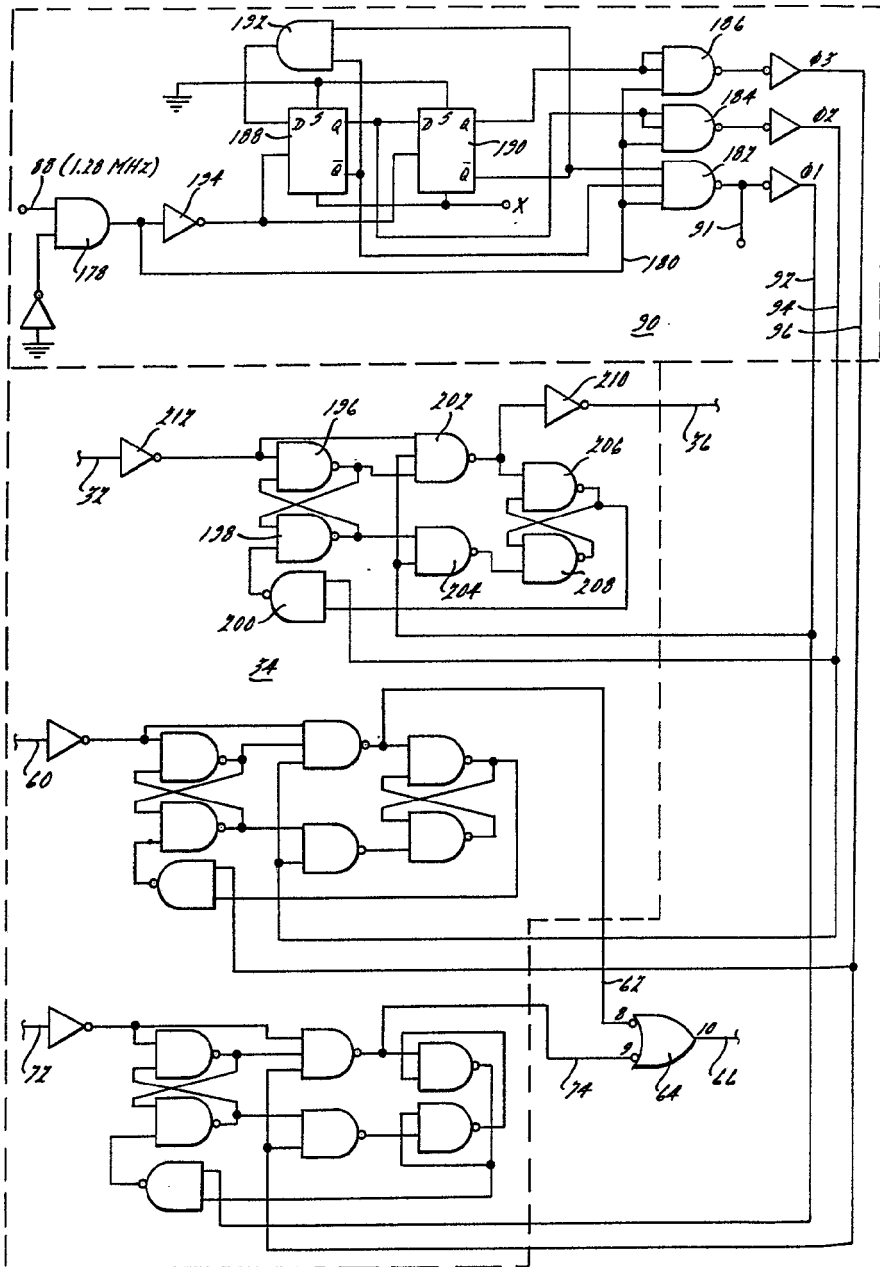


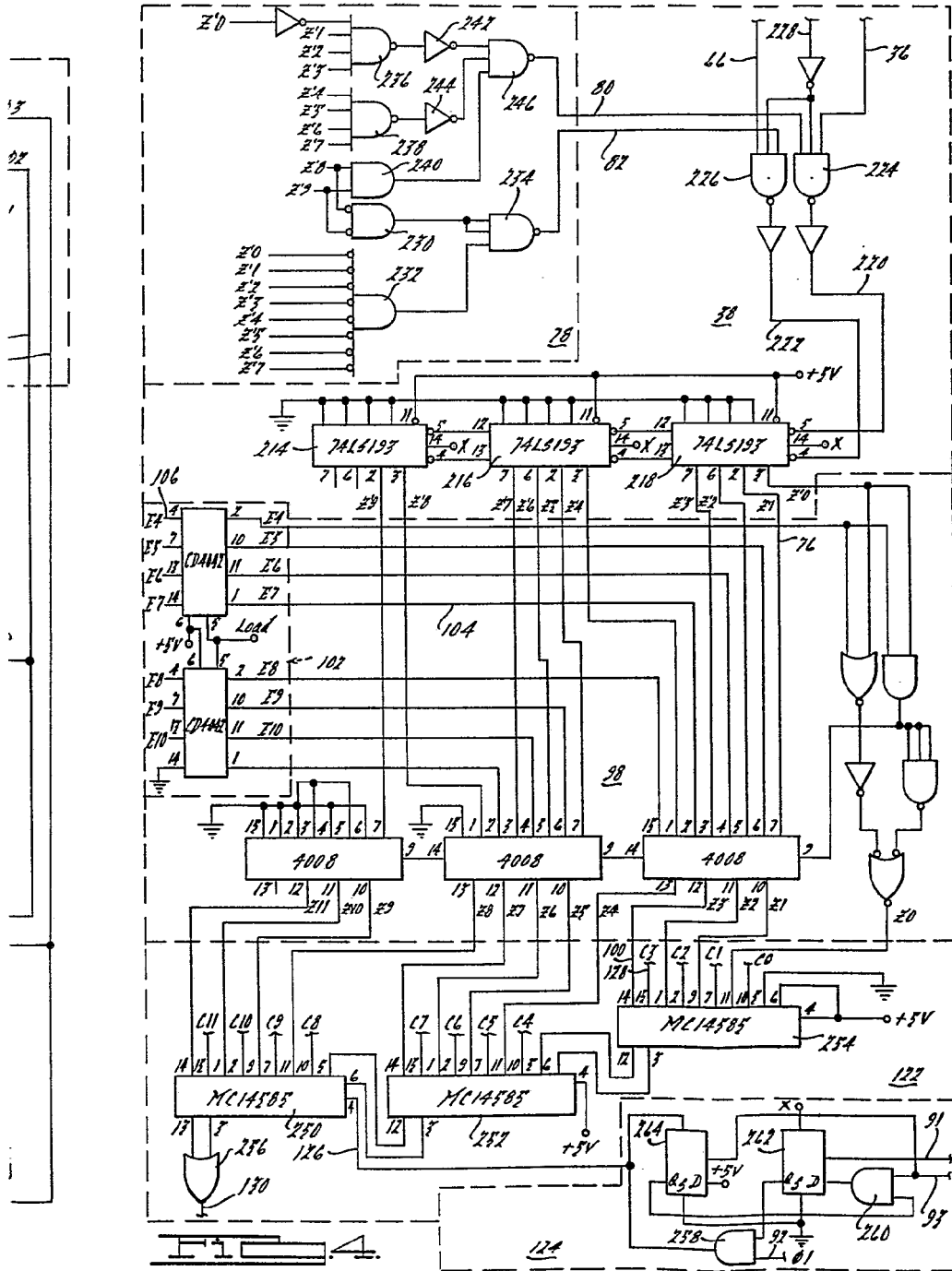
ESCALA VARIABLE
 Madrid 4 de abril de 1977
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.



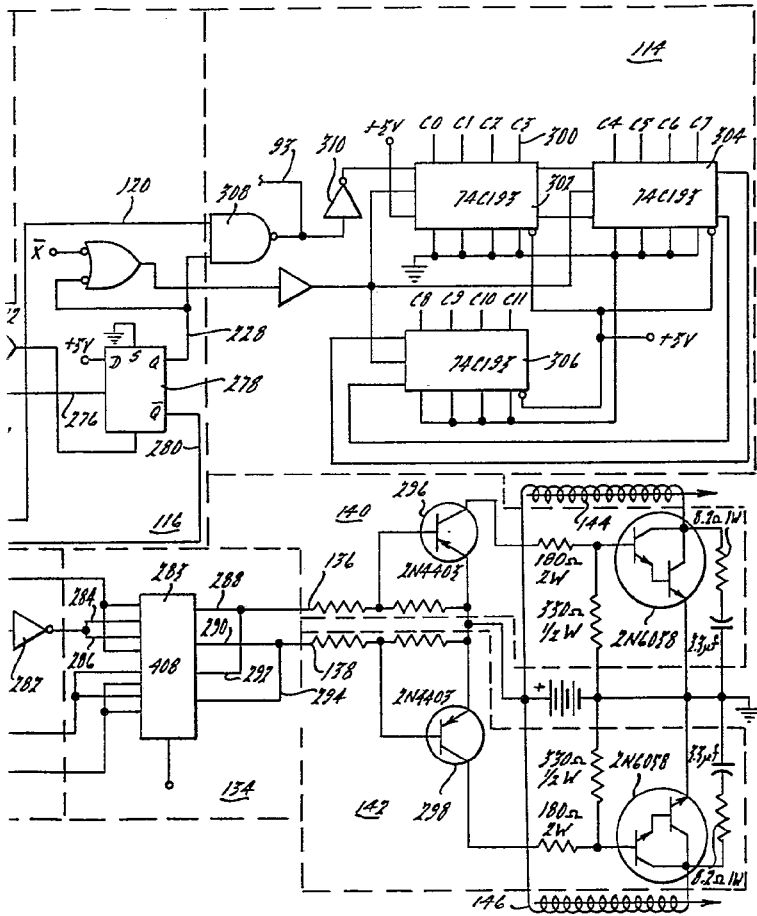
ESCALA VARIABLE
Madrid 4 de abril de 1977
BERNARDO UNGRIA
P.p.

FIG. 3.





ESCALA VARIABLE
 Madrid 4 de abril de 1977
 BERNARDO UNGRIA
 P.P.



ESCALA VARIABLE
 Madrid 4 de abril de 1977
 BERNARDO UNGRIA
 p.p.