



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

**PATENTE DE INVENCION**

|    |    |    |                       |    |     |
|----|----|----|-----------------------|----|-----|
| 10 | ES | 11 | 470175                | 10 | A 1 |
| 21 |    | 22 | FECHA DE PRESENTACION |    |     |
|    |    |    | 24 MAYO 1978          |    |     |

5 ENE. 1979

|    |              |    |                     |    |             |
|----|--------------|----|---------------------|----|-------------|
| 30 | PRIORIDADES: | 32 | FECHA               | 33 | PAIS        |
| 31 | NUMERO       |    |                     |    |             |
|    | 22082/77     |    | 25 de Mayo de 1.977 |    | Inglaterra. |

|    |                     |    |                             |    |                                   |
|----|---------------------|----|-----------------------------|----|-----------------------------------|
| 47 | FECHA DE PUBLICIDAD | 51 | CLASIFICACION INTERNACIONAL | 62 | PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA |
|    |                     |    | F02P                        |    |                                   |

|    |                                                                                                                    |
|----|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 64 | TITULO DE LA INVENCION                                                                                             |
|    | Procedimiento y aparato para regular el funcionamiento de un motor de combustión interna con encendido por chispa. |

|    |                                          |
|----|------------------------------------------|
| 71 | SOLICITANTE (S)                          |
|    | RICARDO & CO., ENGINEERS (1927) LIMITED. |

|  |                                                                 |
|--|-----------------------------------------------------------------|
|  | DOMICILIO DEL SOLICITANTE                                       |
|  | Bridge Works, Shoreham-by-Sea. West Sussex BN4 5FG, Inglaterra. |

|    |                      |
|----|----------------------|
| 72 | INVENTOR (ES)        |
|    | ROBERT ALAN HASLETT. |

|    |              |
|----|--------------|
| 73 | TITULAR (ES) |
|    |              |

|    |                                     |
|----|-------------------------------------|
| 74 | REPRESENTANTE                       |
|    | D. Jose Miguel Gomez-Acebo y Pombo. |

5. La presente invención se refiere al control de funcionamiento de motores de combustión interna con encendido por chispa que utilizan como combustible gasolina u otro líquido hidrocarburo volátil (v.g., metanol o etanol) o mezcla líquida, o gas hidrocarburo, y pueden utilizar cualquier forma de descarga de chispa para iniciar de una forma positiva la combustión. Dichos motores se denominarán en adelante simplemente como "motores de combustión interna de encendido por chispa".

10. El invento tiene aplicación a dichos motores provistos de carburador y a dichos motores provistos de inyección de combustible directa a alta presión en la cámara de combustión o con inyección a baja presión en el colector de admisión o lumbreras de admisión individuales a través de una tobera pulverizadora y se refiere a procedimientos y medios para conseguir control de realimentación de la riqueza de la carga gaseosa suministrada para la combustión en el motor por medio de una señal de realimentación derivada de un parámetro del estado variable del gas de escape descargado de la cámara de combustión del motor.

15. El principio de control de realimentación de motores de gasolina por inyección y carburador es un principio perfectamente comprendido y comprende el empleo de un sensor en el sistema de escape del motor que detecta de los gases de escape si la combustión es en exceso o en defecto al valor estaquiométrico, y produce una señal correspondiente que se utiliza como señal de realimentación para controlar el régimen de alimentación de combustible del motor con el fin de tender a mantener una característica de relación de aire/ combustible correspondiente a la estequiometría. Los medios físicos para controlar el régimen de alimentación de combustible dependiendo de la señal de realimentación puede comprender el controlar el periodo durante el cual

20.

25.

30.

- la tobera de inyección está abierta cuando se trata de una tobera de inyección de gasolina o de otro combustible líquido, o cuando se trata de un motor con carburador con una mariposa que regula un flujo de aire en derivación alrededor del carburador a la lumbrera o colector de admisión o, como variante, por medio de un surtidor o aguja ajustable que controla el flujo de combustible del carburador. Los sensores utilizados con anterioridad a este invento para esta finalidad han sido del tipo de zirconio estabilizado que produce un cambio gradual en la señal en el punto de estequiometría de la mezcla de combustión de aire/combustible. Esto es particularmente idóneo para el funcionamiento con un catalizador tridireccional para el control de emisión, puesto que se pueden controlar simultáneamente por dicho catalizador las emisiones de hidrocarburos, monóxido de carbono y óxido de nitrógeno.
- 5.
- 10.
- 15.

- No obstante, este concepto conocido de control de realimentación tiene un inconveniente relativo a la eficacia del motor puesto que un motor de gasolina no alcanza su máxima eficacia en el punto de estequiometría al que se regularía por el dispositivo sensor de zirconio estabilizado que hemos mencionado, sino a una concentración de mezcla algo más pobre, normalmente alrededor de 17 a 18:1 de relación de aire/combustible. La figura 1 de los dibujos adjuntos, que es un diagrama que ilustra una característica de eficacia térmica normal y características de concentraciones de emisiones de escape de HC, CO y  $MO_x$ , trazada contra la relación de aire/combustible, indica este punto en la curva A. Los motores de gasolina que no están provistos de dispositivos de control de realimentación normalmente funcionan en la gama de concentración de mezcla comprendida entre el valor de eficacia máxima (17-18:1) y el valor estequiométrico (15:1),
- 20.
- 25.
- 30.

en cuya gama las emisiones de  $MO_x$  son elevadas, pero se pueden controlar en cierto grado por medio de recirculación de los gases de escape.

5. Desde muchos aspectos, sería conveniente que los motores de gasolina funcionaran en el lado pobre de eficacia máxima en cuya región  $MO_x$  las emisiones son bajas, y las emisiones de HC y CO se pueden controlar fácilmente por un catalizador de oxidación simple sin bomba de aire. La dificultad de conseguirlo surge del hecho de que el proceso de funcionamiento del motor
10. tiene una cierta irregularidad ciclica, y una proporción de los ciclos la combustión no se completa hasta muy por debajo de la carrera o tiempo de expansión. La proporción de estos ciclos de "combustión tardía" ineficaces se hace progresivamente mayor a medida que la mezcla se vuelve más pobre, siendo esta la razón
15. del porque en la curva A de la figura 1 la eficacia tiene una plataforma en la relación de 17:1 y cae por debajo de dicho valor. Es difícil controlar un motor en esta región con un carburador normal de "circuito abierto" o sistema de inyección de combustible, y puede volverse totalmente inestable dando lugar a
20. una mala capacidad de conducción y aún a fallo del encendido. Aún cuando pudiera detectarse la relación de aire/combustible en esta gama y utilizarse para controlar el dispositivo de alimentación de combustible, el sistema no sería totalmente seguro. Las relaciones de aire/combustible en las cuales se produce
25. eficacia máxima, inestabilidad y algunos fallos del encendido están gobernadas por un cierto número de factores que comprenden temperatura del motor, velocidad, potencia del par, temperatura del aire y nivel de recirculación de los gases de escape, cuyo último factor ejerce una influencia particularmente notable.
30. Por lo tanto, el presente invento tiene por objeto pro

5. proporcionar un método y un aparato para el control de realimentación de la marcha de un motor de combustión interna de encendido por chispa que utiliza una carga combustible más pobre que la carga estequiométrica de manera que se pueda alcanzar una gran eficacia de funcionamiento sin irregularidades ni inestabilidad de funcionamiento y sin emisiones excesivas de  $MO_x$  en el gas de escape.

10. El presente invento proporciona un dispositivo y un procedimiento de proporcionar control de realimentación del funcionamiento de un motor de combustión interna con encendido por chispa por medio de un detector de ionización que responde a las condiciones de ionización en el gas de escape del motor, proporcionando el detector de ionización una señal de salida eléctrica de la cual se deriva una señal de realimentación para controlar la mezcla de hidrocarburo/aire suministrada al motor para la combustión.

15. De este modo, la señal de salida del detector de ionización incorporará fluctuaciones correspondientes a la aparición de ciclos de "combustión tardía" cuando el motor funciona en la gama más pobre que la que proporciona una eficacia térmica máxima, y se pueden habilitar medios para derivar una señal de realimentación de estas fluctuaciones y para utilizar la señal de realimentación con el fin de controlar, por ejemplo, la relación de aire/combustible y/o el régimen de recirculación de gas de escape.

20. El detector de ionización en el sistema de gas de escape responde a la mayor ionización producida por la temperatura instantáneamente superior del gas de escape descargado después de un ciclo de "combustión tardía" de modo que la señal de salida del detector de ionización de una indicación de la frecuencia

30.

de aparición de estos ciclos de "combustión tardía", que se pueden observar como una serie de fluctuaciones de voltaje de hiperamplitud mayores que lo normal y de amplitud en aumento (que se denominarán en adelante como "hiperamplitudes") en una representación oscilográfica de la salida del detector. Estas "hiperamplitudes" de voltaje mayores se pueden utilizar para proporcionar la señal de realimentación y restablecer el proceso de combustión pobre a un punto próximo al estequiométrico.

5.

De este modo, según el presente invento, desde uno de sus aspectos, un método de controlar el funcionamiento de un

10.

motor de combustión interna de encendido por chispa comprende verificar, continuamente el grado de ionización del gas de escape del motor por medio de un detector de ionización que da una señal de voltaje de salida correspondiente al grado de ionización y derivando de la señal de salida del detector de ionización una señal de realimentación que se utiliza para controlar

15.

la pobreza de la mezcla de combustible suministrada a la cámara de combustión del motor.

La señal de realimentación se puede obtener detectando la aparición de "hiperamplitudes" de voltaje extraordinariamente grandes en la característica de la señal de salida del detector de ionización y generando la señal de realimentación en respuesta a dicha aparición.

20.

El invento, según otro aspecto, comprende un aparato para controlar el funcionamiento de un motor de combustión interna de encendido por chispa en condiciones más pobres que la estequiométrica, cuyo aparato comprende un detector de ionización destinado a situarse en el sistema de gas de escape del motor para verificar de una forma continua el grado de ionización del gas de escape, produciendo el detector una señal de voltaje

25.

30.

5. de salida continuamente fluctuante que representa el grado de ionización, y medios para verificar continuamente la señal de salida del detector, y para derivar una señal de realimentación y utilizar la señal de realimentación para controlar la pobreza de la mezcla de combustible suministrada a la admisión del motor.

10. El detector de ionización puede comprender un transductor del tipo de bujía que tiene medios para imponer un voltaje elevado de corriente continua a través de los electrodos transductores, con medios para medir el cambio de voltaje debido a flujo de corriente a través del chispero entre los electrodos correspondiente al grado de ionización del gas de escape en las proximidades del chispero.

15. El dispositivo de control puede ser del tipo "detector" u optimizador dispuesto para medir la magnitud de las hiperamplitudes de voltaje sucesivas de la señal del detector y para funcionar en ciclos de control sucesivos en cada uno de los cuales primero debilita progresivamente la mezcla de combustible suministrada al motor, v.g., en fases sincronizadas con los ciclos de explosión, hasta que se produce una "hiperamplitud" o grupo de "hiperamplitudes" extraordinariamente grandes, y como respuesta restablece la pobreza de la mezcla a su valor inicial, para restablecer las condiciones de la combustión hacia la estequiometría.

20. El invento se puede poner en práctica de diversos modos, pero a continuación se describe una modalidad específica y ciertas variaciones y modificaciones a título de ejemplo solamente y tomando como referencia las figuras 2 a 5 de los dibujos adjuntos, en los que:

30. La figura 1, según se ha mencionado anteriormente, es

un diagrama que representa una característica de eficacia térmica normal y características de concentraciones de emisión de escape de  $\text{NG}$ ,  $\text{CO}$  y  $\text{MO}_x$  para un motor de gasolina, trazadas contra la relación de aire/combustible.

5. La figura 2 es un diagrama de un sistema de control de realimentación que regula la relación de aire/combustible en la gama más pobre que la estequiométrica.

10. Las figuras 3 (a) a 3 (e) son diagramas que ilustran registros normales de las señales de salida del detector de ionización del sistema de la figura 1, para condiciones de combustión de pobreza progresivamente mayor; y

Las figuras 4 y 5 son diagramas de conjuntos que ilustran dos posibles formas del módulo de control 19 de la figura 2.

15. En la modalidad del invento ilustrado en la figura 2, un motor de gasolina ilustrado esquemáticamente por la referencia 10 tiene una tobera de inyección de combustible 11 en su tubo de admisión 12 que se abastece por una bomba de combustible normal controlada por cremallera 13. En el colector de escape 14 del motor 10 se monta un detector de ionización 16 en forma de bujía que tiene electrodos largos, colocado con su chispero en una distancia de 15 cm de la lumbrera de escape del motor en el trayecto del flujo de los gases de escape. Un alto voltaje suministrado por una batería 17 de corriente continua de 130 voltios o fuente de alimentación de corriente continua equivalente, en serie con un resistor 18 de 100K se conecta a través del detector de ionización 16 y la caída de voltaje a través del chispero, que corresponde al flujo de corriente a través del chispero y depende del grado de ionización del gas que pasa por el chispero, se detecta por medio de un módulo detector de voltaje elec-

20.

25.

30.

5. trónico y unidad de control de realimentación combinados 19 conectados a través de los terminales del detector de ionización 16. La salida de la unidad de control 19 se conecta como una señal de realimentación a un accionador 20 que activa el mando de cremallera 21 de la bomba de combustible 13 para variar la duración de la carrera de inyección de combustible o periodo de la bomba 13, dependiendo del tipo de bomba empleada y, por lo tanto, variar la relación de aire/combustible de la carga de combustible suministrada al motor.
10. Según se describirá más adelante, en un motor de cilindros multiples se proporciona preferiblemente un detector de ionización 16 por cilindro, situado en el colector de escape que conduce desde la lumbrera de escape del cilindro, conectándose la salidas de los detectores 16 todas ellas a la entrada
15. común de la unidad de control 19. No obstante, por conveniencia la figura 2 se describirá como si tuviera solamente un único detector de ionización 16.
20. Cada vez que el gas de escape ionizado caliente se descarga a través de la lumbrera de escape del motor 10 una vez por cada ciclo y pasa a través del chispero de los electrodos del detector de ionización 16, este último conduce y genera una fluctuación en el nivel de voltaje a través de los electrodos que se detecta por la unidad 19 y se puede observar como una "hiperamplitud" en la característica de voltaje en un osciloscopio. La magnitud (amplitud) de la hiperamplitud depende del reglaje del encendido y finalización de la combustión en la carrera de expansión, y es muy consistente en ciclos sucesivos que
25. tengan el mismo reglaje de combustión, puesto que el grado de ionización del gas de escape está determinado por la temperatura del gas. Para un funcionamiento normal del motor a aproxima-
- 30.

damente una eficacia máxima, las hiperamplitudes tendrían una amplitud de 5-40 mV. No obstante, si el motor funciona en condiciones ligeramente más pobres de eficacia máxima se producirán de vez en cuando los ciclos de "combustión tardía" descritos anteriormente y producirán hiperamplitudes de voltaje mucho más largas, de 50 a 500 mV, producidas por la temperatura de los gases de escape instantánea mucho mayor, que se pueden ver con muchas claridad en el osciloscopio. La aparición de estas hiperamplitudes mucho más largas se utilizan para generar una señal de realimentación con el fin de controlar al motor 10.

La figura 3(a) a 3(e) representan algunas lecturas de osciloscopio tomadas de un motor de gasolina de un sólo cilindro en condiciones de funcionamiento diferentes. En la figura 3(a) y 3(b) con una relación de aire/combustible de 13,1:1 y 14,8:1, respectivamente, la representación en el osciloscopio es un zumbido continuo de pequeñas hiperamplitudes de voltaje 24, no existiendo ciclos de "combustión tardía". La figura 3(c) ilustra el funcionamiento con una relación de aire/combustible de 16,2:1, v.g., más pobre que la estequiométrica y las grandes hiperamplitudes de voltaje 25 debidas a ciclos de "combustión tardía" aparecen de una forma vivida, siendo la proporción del 3%. A medida que la mezcla de aire/combustible se empobrece progresivamente la proporción de los ciclos "combustión tardía" resulta progresivamente mayor. Por lo tanto, en una relación de aire/combustible de 17,5:1 (figura 3(d) la proporción de grandes hiperamplitudes 25 es del 21 % y a 18;1 (figura 3(e)) a aumentado al 40 %. De este modo, la variación en la aparición de estas grandes hiperamplitudes de voltaje 25 con el cambio en la relación de aire/combustible se puede detectar y utilizar para generar una señal de realimentación con el fin de controlar

el funcionamiento del motor.

Es preferible así para un sistema de control de "funcionamiento irregular" o de control optimizador que proporciona la unidad 19. Funciona como sigue:

5. 1. Cuando se pone en marcha el motor, el carburador o sistema inyector regula inicialmente la relación de aire/combustible a aproximadamente 15:1.
10. 2. Después, la mezcla se hace aproximadamente de una forma automática un cuarto de relación más débil en ciclos de encendidos sucesivos del motor. Se efectúa automáticamente por un dispositivo de funcionamiento gradual en la unidad de control 19. La unidad 19 detecta las hiperamplitudes 24, 25 en la característica de voltaje del detector de ionización 16 y mide el tamaño de cada hiperamplitud, calculando el promedio de las tres hiperamplitudes anteriores. Este aumento escalonado progresivo
15. de la relación de aire/combustible continua automáticamente ciclo por ciclo en tanto que se generen solamente hiperamplitudes de voltaje pequeñas 24 y se efectúa por la salida de la unidad 19 que hace que el accionador 20 reduzca la duración en la cual
20. se abre la válvula de la tobera de inyección 11 ajustando la cremallera de la bomba 21.
25. 3. Finalmente el motor funcionará en una relación tan pobre que se producirá un ciclo de "combustión tardía" y producirá una hiperamplitud mucho mayor 25 (figura 3(c)). Cuando se produce, la unidad de control 19 medirá su tamaño y lo comparará con el promedio de tamaño anterior y menor, y en respuesta a este cambio de tamaño producirá una señal de salida al accionador 20 que aumentará inmediatamente la descarga de la bomba de combustible suficientemente para enriquecer la relación de
30. aire/combustible aproximadamente en una relación, después de lo

cual se debilita progresivamente en etapas de un cuarto de relación en ciclos sucesivos.

4.- El procedimiento se repite indefinidamente dando regulación de realimentación a la relación de aire/combustible en una gama de aproximadamente una relación en la región pobre.

5.

Si se desea regular el motor aún más en la gama de mezcla pobre, se puede realizar programando la unidad de control 19 para que se puedan producir dos o tres hiperamplitudes grandes 25 antes de que enriquezca la mezcla aproximadamente en una relación. No obstante, es importante que el motor no funcione con tanta debilidad que pudiera fallar completamente y no produjera hiperamplitud de voltaje 24 o 25 en modo alguno. Este hecho daría lugar a un grave problema de emisión de hidrocarburo.

10.

El sistema de regulación se puede disponer también de modo que no ajuste en modo alguno la relación de la mezcla de aire/combustible si no que, por el contrario, controle la relación de recirculación del gas de escape a través del motor. De este modo, en un motor de carburador, el carburador funcionaría en la forma normal, pero la apertura de la válvula de recirculación del gas de escape (e. g. r.) se regularía por la señal de salida de la unidad de control 19. La válvula de e.g.r. es normalmente del tipo de "aguja en orificio" y su posición se puede controlar por una señal neumática. Esta señal neumática se controlaría, a su vez, por una servoválvula electromagnética que funciona en el circuito de la unidad electrónica de control 19, utilizando el colector de admisión como depósito.

15.

20.

25.

Como variante, la aguja del carburador podría controlarse directamente por un solenoide posicionador.

El control combinado de la mezcla de aire/combustible y recirculación de gas de escape por el sistema de realimenta-

30.

ción es posible también utilizando un microprocesador para decidir que parámetro debiera controlarse en cualquier condiciones de funcionamiento del motor.

5. Se comprenderá que para conseguir un par máximo del motor con la mariposa totalmente abierta, la mezcla se enriquecería automáticamente más allá del punto estequiométrico y el sistema de control de realimentación se derivaría o se sobrepasaría y no funcionaría entonces.

10. La figura 4 ilustra en un diagrama de conjuntos un dispositivo detector de voltaje y regulador de realimentación 19. La señal de entrada del detector de ionización 16 se suministra en 50 por un amplificador compensador 51 a las entradas I de cuatro módulos de muestreo y retención de crestas 52, 53, 54 y 55. La salidas respectivas A, B, C y D de los cuatro módulos 15. 52 a 55 se conectan a cuatro entradas de un amplificador adicional 56 y se pueden conectar también en secuencia por un selector 57 de cuatro a uno a la entrada de un amplificador 58A. Las salidas de los dos amplificadores 56 y 58 se conectan a las dos 20. entradas de un comparador 59 cuyas salidas se suministran por un amplificador compensador 60 al accionador 20. La señal de entrada del primer amplificador compensador 51 se suministra también a través de un circuito excitador 61 y un monoestable 62 a la entrada de cronometración CK de un contador 63 divisor por cuatro. El contador 63 controla al selector 57 para que ali 25. mente la salida de cada uno de los circuitos de muestreo y retención 52 a 55 por turno al amplificador 58 y también se conecta a una entrada "activadora" Em de cada circuito de muestreo y retención, para activar estos circuitos en secuencia. En cualquier momento, el circuito activado es aquel cuya salida se ali 30. menta al amplificador 58.

5. El dispositivo de funcionamiento gradual que produce señales de realimentación para debilitar automáticamente la relación de aire/combustible en etapas de un cuarto de relación en ciclos sucesivos de encendido está indicado por la referencia 65 en la figura 4. La salida del amplificador 60 sobrepasa a este dispositivo cuando la unidad de control 19 produce una señal de "predicción de fallo del encendido" por lo cual se hace que el accionador enriquezca la relación de aire/combustible aproximadamente en una relación completa, antes de un ciclo de control ulterior.

10. El circuito de la figura 4 funciona para detectar el momento en que el motor se aproxima a un fallo de encendido, por lo que la señal de salida del comparador 59 se puede utilizar como "señal de predicción de fallo del encendido" para enriquecer la concentración de la mezcla del motor antes de que se produzca un fallo de encendido real. El criterio para detectar dicha condición de "predicción de fallo del encendido" es que la amplitud máxima de una hiperamplitud de "combustión tardía" 25 en la característica del voltaje de salida del detector de ionización habrá de ser un 50 % mayor que el promedio de las tres hiperamplitudes precedentes 24. El circuito funciona como sigue:

20. Las amplitudes máximas de cuatro hiperamplitudes de voltaje consecutivas se almacenan en los cuatro módulos de muestreo y retención de crestas 52 a 55, respectivamente. A medida que se recibe cada hiperamplitud de la señal dicha hiperamplitud es detectada por el excitador 61 y el monoestable 62 y se suministra para hacer funcionar el contador 63 y activar el siguiente en secuencia de los módulos 52 a 55. Los módulos 52, 53, 54 o 55 reciben simultáneamente las señales de entrada del amplificador 51 directamente en sus entradas I y como se acti-

25.

30.

van por turno por acción del contador 63 almacenan respectivamente los valores máximos de cuatro hiperamplitudes de voltaje sucesivas.

5. Las señales de salida A, B, C y D de los cuatro módulos 52 a 54 se suman en el amplificador adicionador 56 y el selector 57 conmuta estas señales de salida por turno a la entrada del amplificador 58 con ganancia K. El comparador 59 genera una salida si la señal del amplificador 58 excede a la del amplificador adicionador 56, v.g., si cuando el módulo 52 se activa y elige,

10. 
$$K X A > A + B + C + D$$
  
o 
$$B + C + D < (K-1)A$$

Si el criterio para una predicción de fallo del encendido es  $A_K > 1,5 \frac{(B+C+D)}{3}$  entonces  $K = 2$ .

15. El módulo 19 incorpora también medios para indicar un fallo real del encendido. De este modo, las hiperamplitudes de voltaje detectadas por el excitador 61 y el monoestable 62 se suministran también a una entrada de reposición R de un contador 70 que tiene una longitud de conteo de 110 y se cronometra en CK por un dispositivo apropiado (no ilustrado) movido por el cigüeñal del motor, v.g., una rueda de cien dientes y captador electro-

20. magnético. Si no se detecta una hiperamplitud de voltaje correspondiente a la ionización debida a una carrera de combustión de la mezcla durante un ciclo completo del motor (v.g., cien impulsos de contador más 10 %) en un motor de cuatro cilindros, se genera entonces una señal de fallo del encendido mediante un circuito de enganche 71 a cuya entrada D de "posición" se suministra la salida de conteo 110 del contador 71 y a cuya entrada R de "reposición" se suministra a la salida del monoestable 62.

25. Los trabajos de prueba realizados con un motor de un sólo cilindro han demostrado que la técnica descrita funciona satis-

30.

factoriamente en una gama razonable de cargas y velocidades. No obstante, en los extremos del espectro de funcionamiento del motor el tamaño de la señal de ionización cambia de acuerdo con la temperatura del escape. En estas condiciones, las señales podrían saturar el circuito, y para evitarlo, se ha introducido el amplificador compensador de ganancia variable automático 51 en la etapa de entrada.

5.

10.

15.

20.

25.

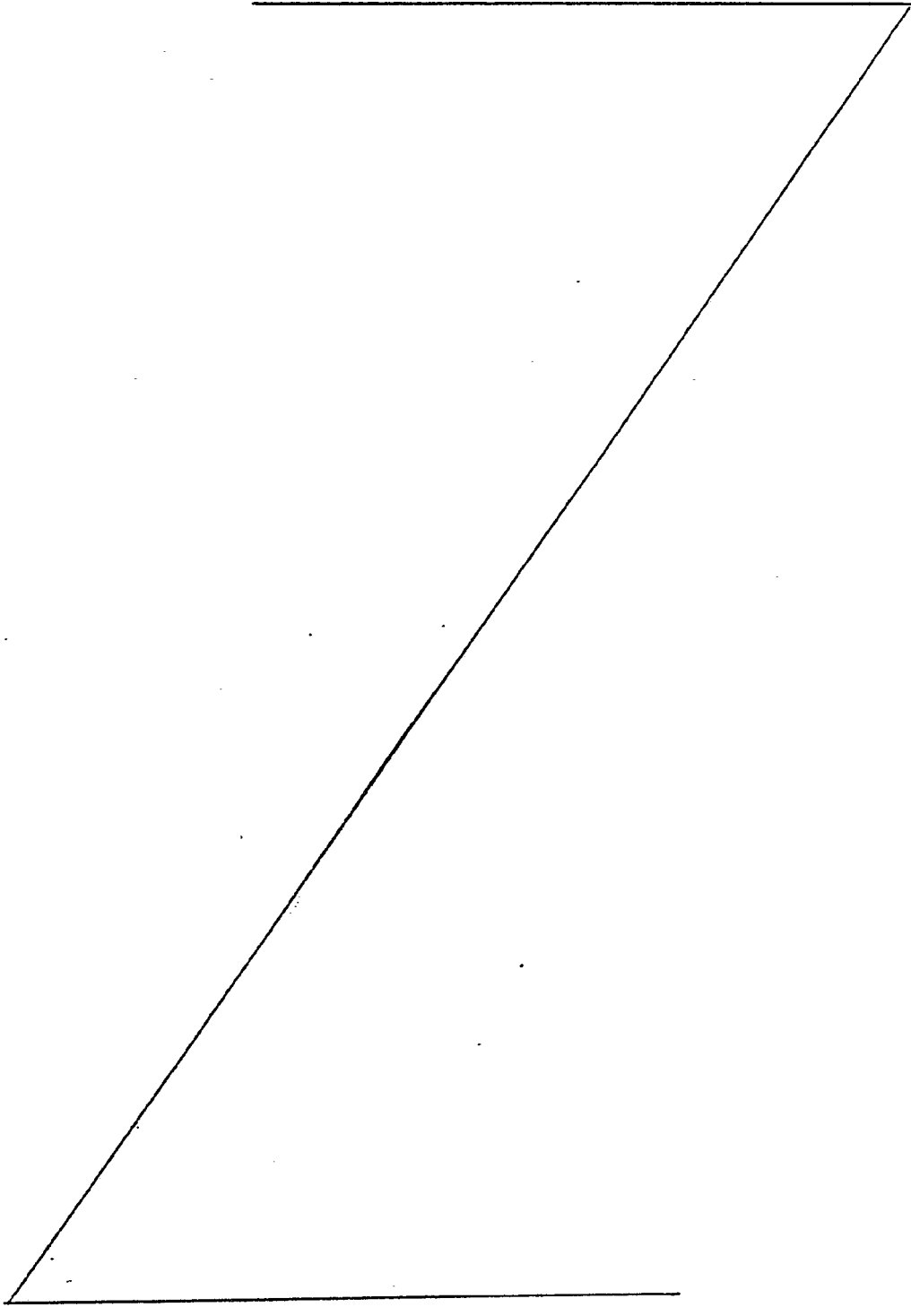
30.

Se ha averiguado también que según se mueve la posición del detector de ionización desplazándose de la lumbrera de escape del motor, aumenta el nivel de la señal. Con un motor de cuatro cilindros, se utilizan preferiblemente detectores de ionización múltiples, adaptándose uno en cada uno de los cuatro conductos de escape a 10 cm de la válvula de escape respectiva. El módulo de control 10 de la figura 4 se diseña para utilizarse con dicho dispositivo. No obstante, si por razones de simplificación se utiliza un sólo detector de ionización, adaptado en la lumbrera de ramificación o unión de los cuatro conductos, este detector único estará a más de 30 cm de la válvula de escape más lejana y sus señales de salida (las hiperamplitudes 24) cuando el motor funciona correctamente frecuentemente no se pueden distinguir del ruido de fondo. Las grandes hiperamplitudes de voltaje 25 resultantes de ciclos de combustión tardía se pueden detectar todavía con claridad. El módulo de control 19A de la figura 5 se diseña para utilizarse en este caso. Expuesto brevemente, el principio de funcionamiento de este módulo es que la salida del detector de ionización 16 se verifica por cuatro grupos sucesivos de 20 ciclos del motor y se produce una señal de "predicción de fallo del encendido" si, durante cualquier grupo de ciclos, se detectan tres o más señales suficientemente grandes para indicar combustión tardía. En este caso se emplea de nuevo un dispositivo para la reducción

gradual progresiva de la concentración de la mezcla para producir ciclos de "funcionamiento irregular".

5. Describiendo la figura 5 con más detalle, el módulo de control 19A comprende un contador 150 divisor por cien que recibe señales de cronometración de un dispositivo apropiado movido por el cigueñal del motor, como por ejemplo una rueda de cien dientes y un captador electromagnético asociado. La salida del contador 150 cronometra a un contador 152 divisor por veinte, cuya salida comprende por lo tanto un impulso en cada veinte ciclos del motor. Esta salida se alimenta a una entrada de reposición R de un contador 54 divisor por tres.
10. La salida del detector de ionización 16 pasa a un amplificador compensador 156, cuya polarización se puede ajustar por medio de un potenciómetro 158 de este modo se puede ajustar la amplitud umbral que debe superar una hiperamplitud de voltaje de entrada para producir un impulso de salida del amplificador 156. Los impulsos de salida del amplificador pasa, a través de un monoestable 160, a la entrada de cronometración CK del contador 154. De este modo, si se produce más de tres hiperamplitudes de voltajes de entrada 25 suficientemente grandes para producir impulsos de salida desde el amplificador 156, en el periodo entre impulsos sucesivos del contador 152, el contador 154 contará hasta tres y producirá entonces una señal de "predicción de fallo del encendido" al alcanzar un contaje de tres. No obstante, si se producen menos de tres de las grandes hiperamplitudes 25 en los veinte ciclos del motor entre impulsos del contador 152, el contador 154 no alcanzará el contaje de tres y se repondrá por la salida del contador 152 al final del periodo de veinte ciclos sin producir una señal de "predicción de fallo del encendido".
15. 20. 25. 30. Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así

como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constatar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.



REIVINDICACIONES

5. 1.- Procedimiento y aparato para regular el funcionamiento de un motor de combustión interna con encendido por chispa, en condiciones más pobres que la estequiométrica, procedimiento caracterizado porque comprende, verificar de una forma continua el grado de ionización de los gases de escape del motor, por medio de un detector de ionización que da una señal de voltaje de salida correspondiente al grado de ionización, y que deriva de la señal de salida del detector de ionización una señal de realimentación que se utiliza para controlar la pobreza de la mezcla de combustible suministrada a la cámara de combustión del motor.

15. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la señal de realimentación se deriva detectando la aparición de "hiperamplitudes" de voltaje extraordinariamente grande en la característica de la señal de salida del detector de ionización, y generando la señal de realimentación en respuesta a dicha aparición.

20. 3.- Procedimiento según la reivindicación 2, caracterizado porque el control de realimentación se efectúa en una serie de ciclos de control en cada uno de los cuales la mezcla de combustible se debilita primero progresivamente a partir de un valor inicial hasta que se produce una hiperamplitud extraordinariamente grande, después de lo cual se utiliza la detección de la hiperamplitud extraordinariamente grande para generar la señal de realimentación y restablecer la pobreza de la mezcla al valor inicial.

30. 4.- Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado porque en cada ciclo de control se efectúa la debilitación

progresiva de la mezcla en una sucesión de etapas, una por cada ciclo de encendido del motor y porque su restablecimiento ulterior se efectúa por el dispositivo de realimentación en una sola etapa.

5. 5.- Procedimiento según las reivindicaciones 3 o 4, caracterizado porque la detección de la aparición de hiperamplitudes extraordinariamente grandes se efectúa midiendo el tamaño de hiperamplitudes sucesivas, calculando el promedio de tamaño de un grupo de hiperamplitudes sucesivas y comparando el tamaño medido de cada hiperamplitud con el promedio del grupo de hiperamplitudes precedentes.

10. 6.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la generación de la señal de realimentación se inicia por la aparición de la primera hiperamplitud de tamaño extraordinariamente mayor que el promedio del grupo inmediatamente precedente.

15. 7.- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque la iniciación de la generación de la señal de realimentación se retarda hasta que se detectan varias hiperamplitudes de tamaño sustancialmente mayor que el promedio.

20. 8.- Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el motor es un motor que utiliza gasolina como combustible.

25. 9.- Aparato para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque comprende un detector de ionización destinado a situarse en el sistema de gases de escape del motor para verificar de una forma continua el grado de ionización del gas de escape, produciendo el detector una señal de voltaje de salida de fluctuación continua que representa el grado de ionización, y medios para verificar de una for

30.

ma continúa la señal de salida del detector y para derivar de la misma una señal de realimentación y para utilizar la señal de realimentación con el fin de controlar la pobreza de la mezcla de combustible suministrada a la admisión del motor.

5. 10.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado porque el detector de ionización comprende un transductor del tipo de bujía que tiene medios para imponer un voltaje de corriente continua elevado a través de los electrodos del transductor, y porque los medios empleados para verificar la señal de salida del detector miden el cambio de voltaje debido al flujo de corriente a través del chispero entre los electrodos correspondiente al grado de ionización del gas de escape en las proximidades del chispero.

10. 11.- Aparato según la reivindicación 10, caracterizado porque los medios empleados para verificar la señal de salida del detector funcionan detectando la aparición de hiperamplitudes de voltaje extraordinariamente grandes en la señal de salida del detector, e iniciando la generación de la señal de realimentación en respuesta a la misma.

15. 12.- Aparato según la reivindicación 11, caracterizado porque los medios empleados para verificar la señal de salida del detector funcionan en una serie de ciclos de control, en cada uno de los cuales debilitan primero progresivamente la mezcla de combustible a partir de un valor inicial de pobreza hasta que se produce una hiperamplitud extraordinariamente grande, después de lo cual responden a la aparición iniciando la generación de la señal de realimentación para restablecer la pobreza de la mezcla a su valor inicial.

20. 13.- Aparato según la reivindicación 12, caracterizado porque los medios empleados para verificar la señal de salida del

30.

detector funciona debilitando progresivamente la mezcla en una sucesión de etapas, una por cada ciclo de encendido del motor, en cada ciclo de control, hasta que se produce una hiperamplitud extraordinariamente grande, y restableciendo después la pobreza de la mezcla en una sola etapa a su valor inicial.

5.

14.- Aparato según las reivindicaciones 12 o 13, caracterizado porque los medios empleados para verificar la señal de salida del detector de ionización funcionan para detectar la aparición de hiperamplitudes extraordinariamente grandes midiendo el tamaño de hiperamplitudes sucesivas, calculando el promedio de tamaño de un grupo de hiperamplitudes sucesivas, y comparando el tamaño medido de cada hiperamplitud con el promedio del tamaño del grupo de hiperamplitudes precedentes.

10.

15.- Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios empleados para verificar la señal de salida se construyen y disponen para que inicien la generación de la señal de realimentación en respuesta a la aparición de la primera hiperamplitud de tamaño sustancialmente mayor que el promedio del grupo de hiperamplitudes inmediatamente precedentes.

15.

16.- Aparato según la reivindicación 14, caracterizado porque los medios para verificar la señal de salida se construyen y disponen de modo que retarde la generación de la señal de realimentación hasta que se han detectado varias hiperamplitudes de tamaño sustancialmente mayor que el promedio.

20.

17.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 16, caracterizado porque el detector de ionización comprende un transductor del tipo de bujía que tiene medios para imponer un voltaje elevado de corriente continua a través de sus electrodos, y porque los medios empleados para verificar la señal de salida del detector de ionización funcionan midiendo el cam-

25.

30.

bie de voltaje debido al flujo de corriente a través del chispero entre los electrodos correspondiendo con el grado de ionización del gas de escape en las proximidades del chispero.

5. 18.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17, caracterizado porque los medios empleados para utilizar la señal de realimentación con el fin de controlar la pobreza de la mezcla funciona controlando la relación de combustible de aire/hidrocarburo de la mezcla abastecida a la admisión del motor.

10. 19.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones 9 a 17, para utilizarse con un motor de combustión interna que tiene medios para la recirculación del gas de escape, en el cual los medios para utilizar la señal de realimentación con el fin de controlar la pobreza de la mezcla funcionan controlando la proporción de gases de escape en recirculación en la mezcla abastecida a la admisión del motor.

15. 20.- Procedimiento y aparato para regular el funcionamiento de un motor de combustión interna con encendido por chispa, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.

20.

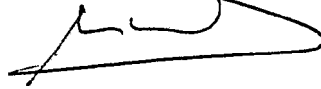
Esta Memoria consta de veintitres hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, 24 MAYO 1978

RICARDO & CO., ENGINEERS (1927) LIMITED.

J. M. GOMEZ AGUIRRE Y PONS

Por Firmado: J. Suarez Gilma



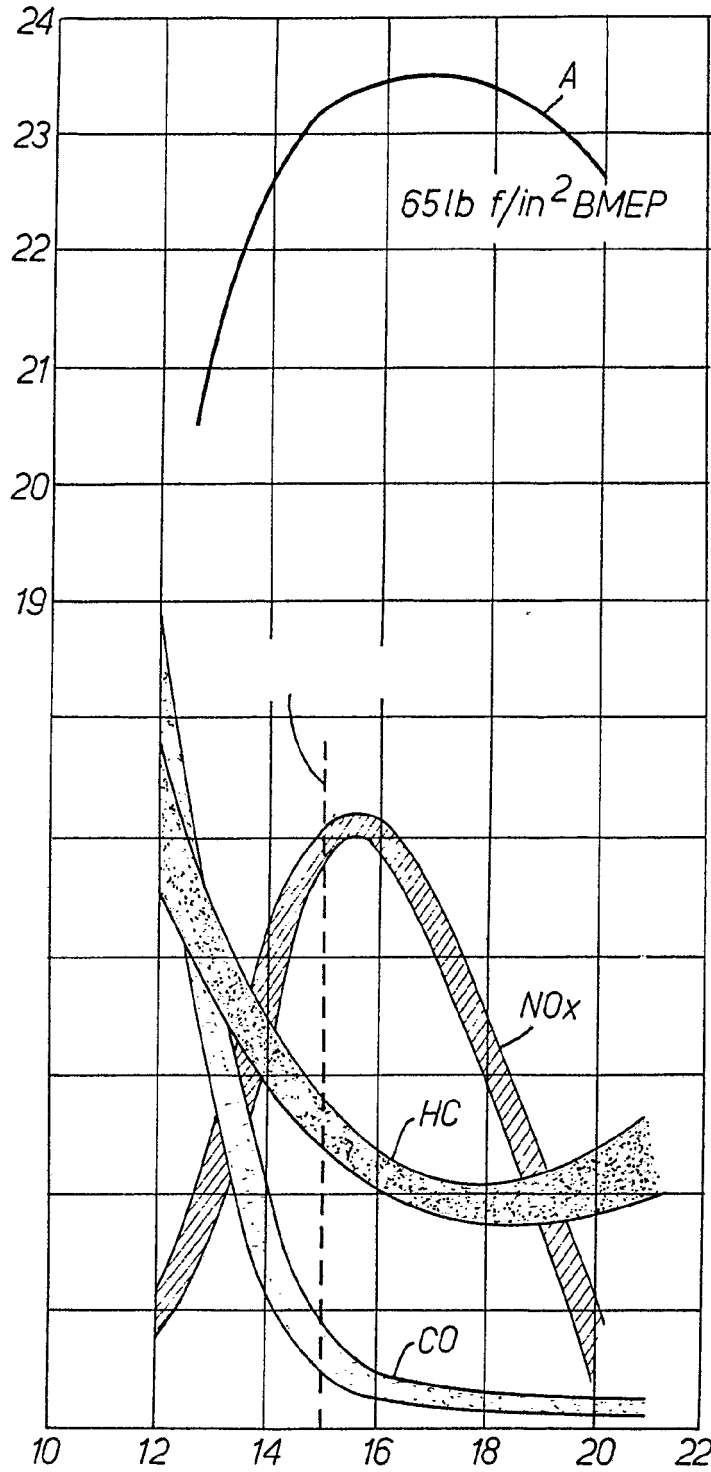


FIG. I.

22 JUN 1978

J. M. GOMEZ ACEBO Y CIA  
Ingenieros

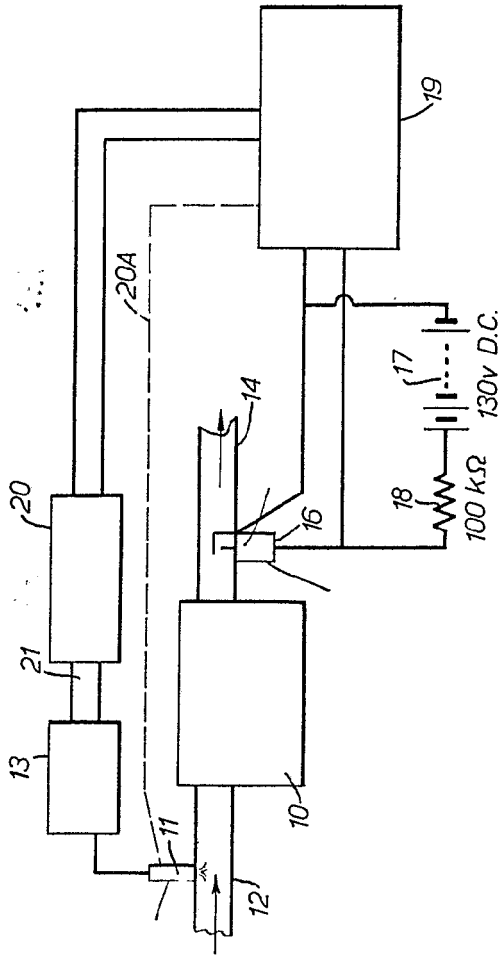


FIG. 2.

ESCALA  
VARIABLE

2 JUN 1978

1. REVISOR: ...

...  
...

*[Handwritten signature]*

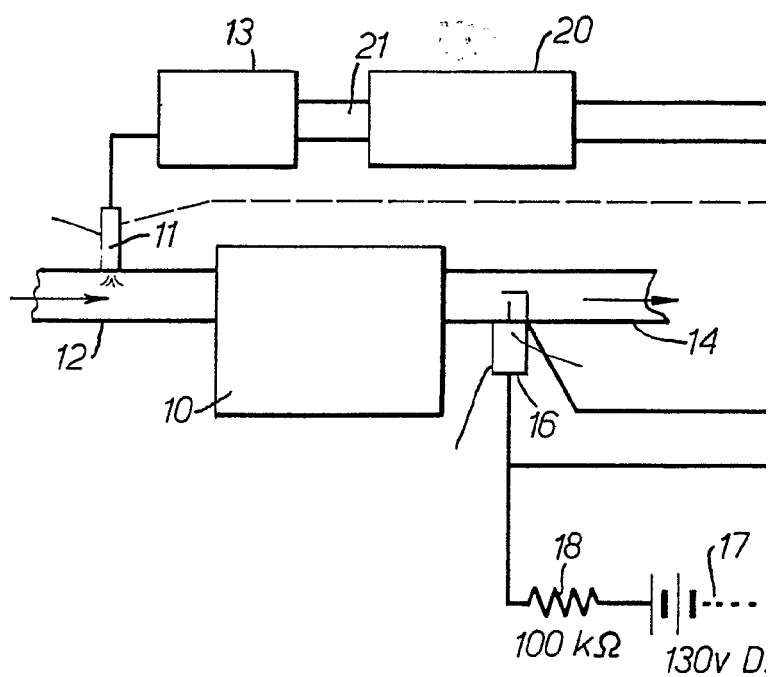
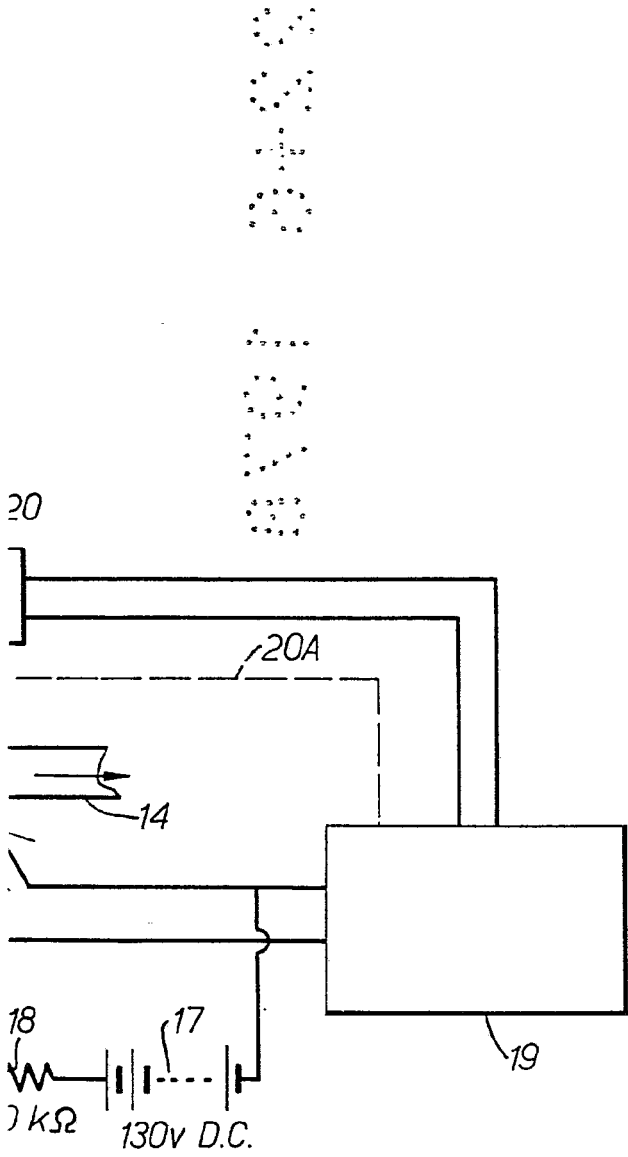


FIG. 2.



ESCALA  
VARIABLE

2 JUN. 1978

J. M. GOMEZ ABEL V. P.  
por el Encargado J. S. G.

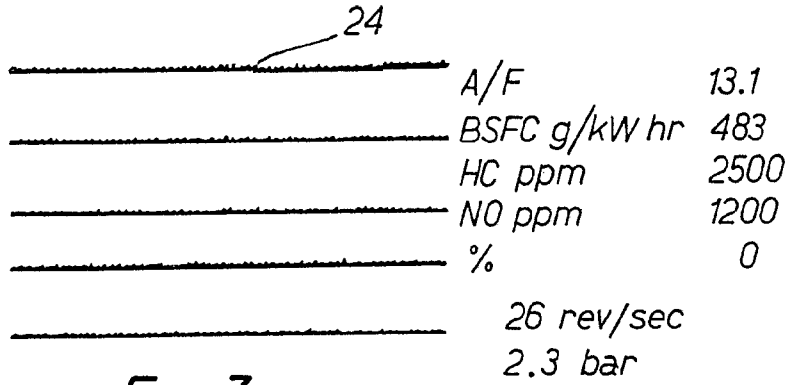


Fig. 3a.

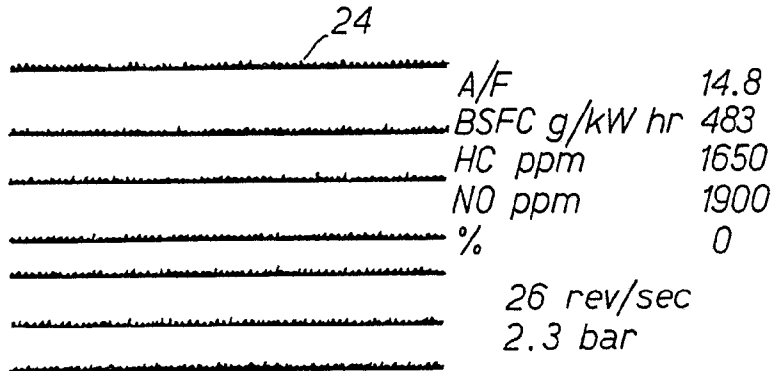


Fig. 3b.

ESCALA  
VARIABLE

29 JUN 1978

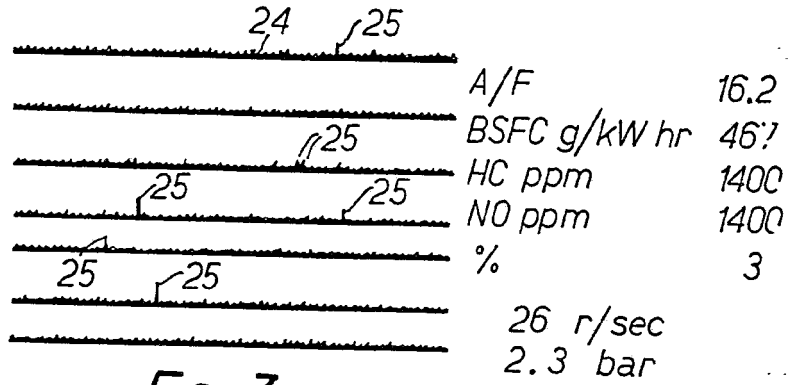


Fig. 3c.

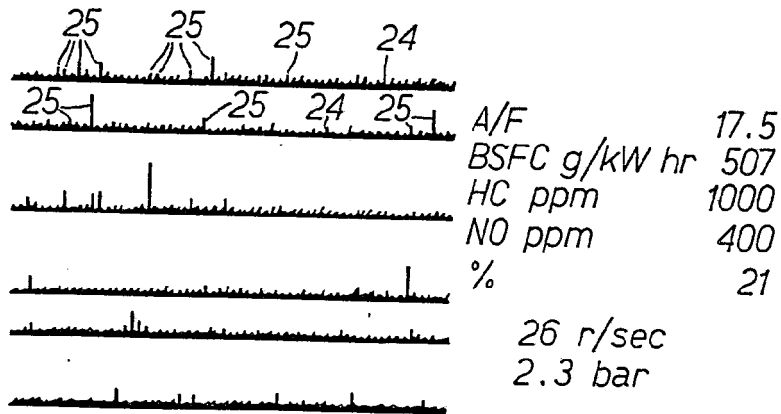


Fig. 3d.

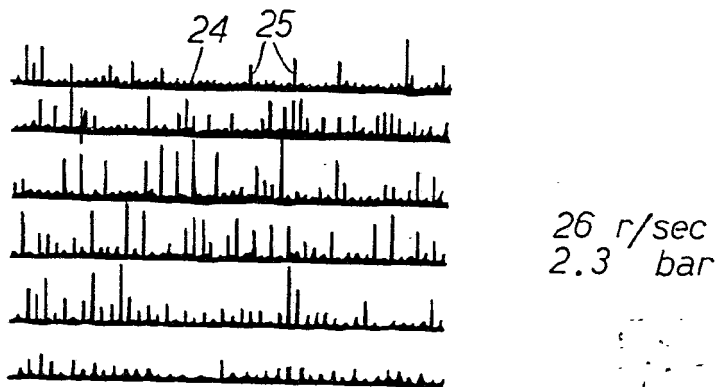


Fig. 3e.

22 JUN. 1978

J. M. GOMEZ ACEBO Y POMER  
p. El Firmador J. Suarez Diaz

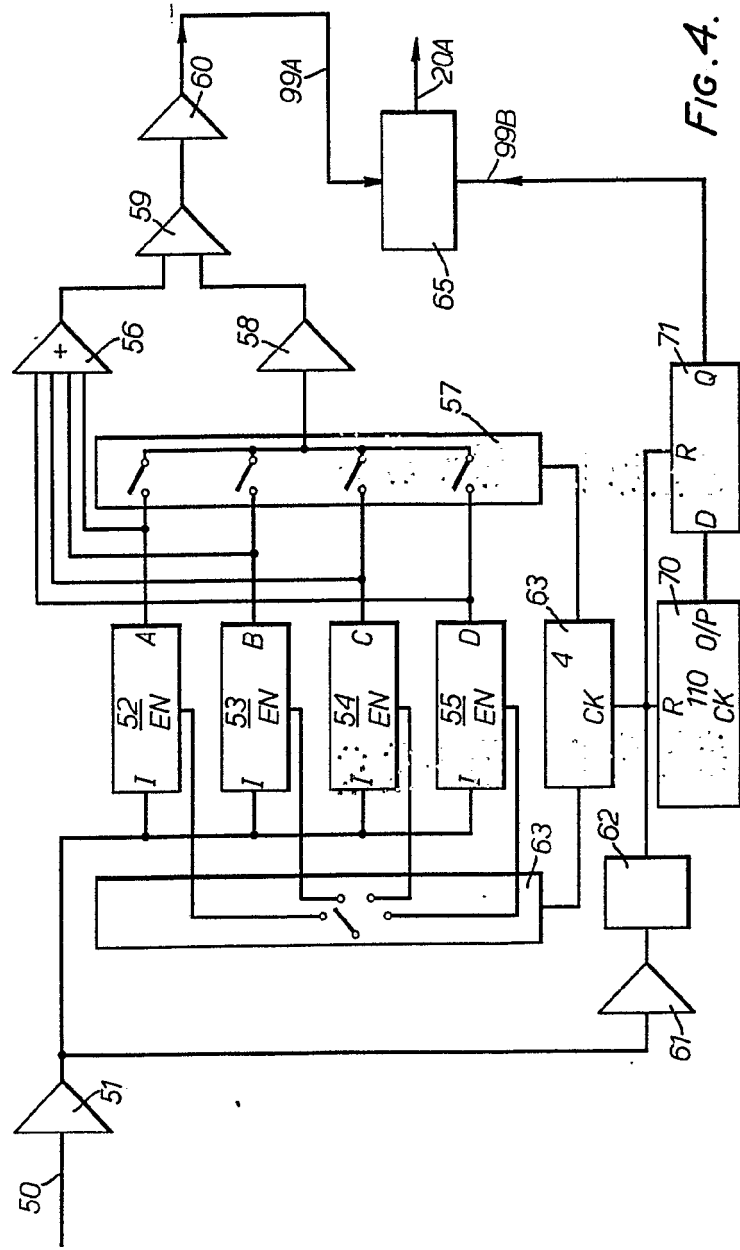
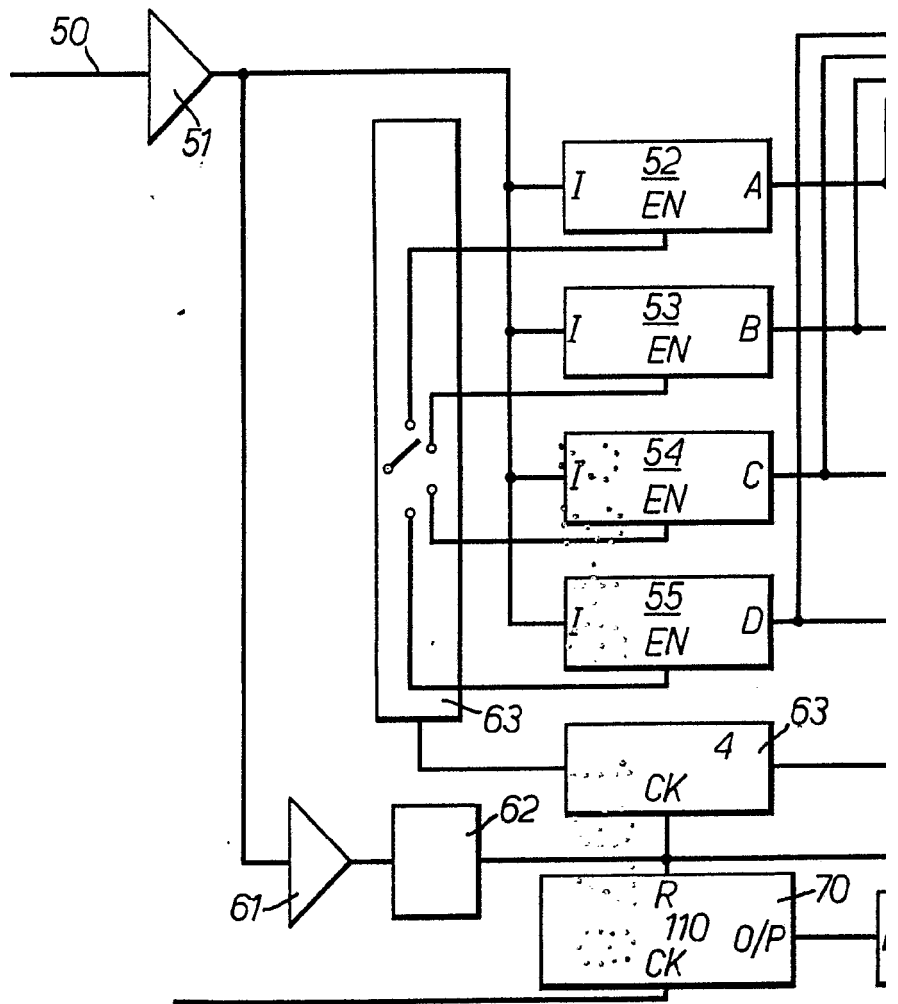


FIG. 4.

200

27 JUN 1978  
RIGARDO & CO. ENGINEERS



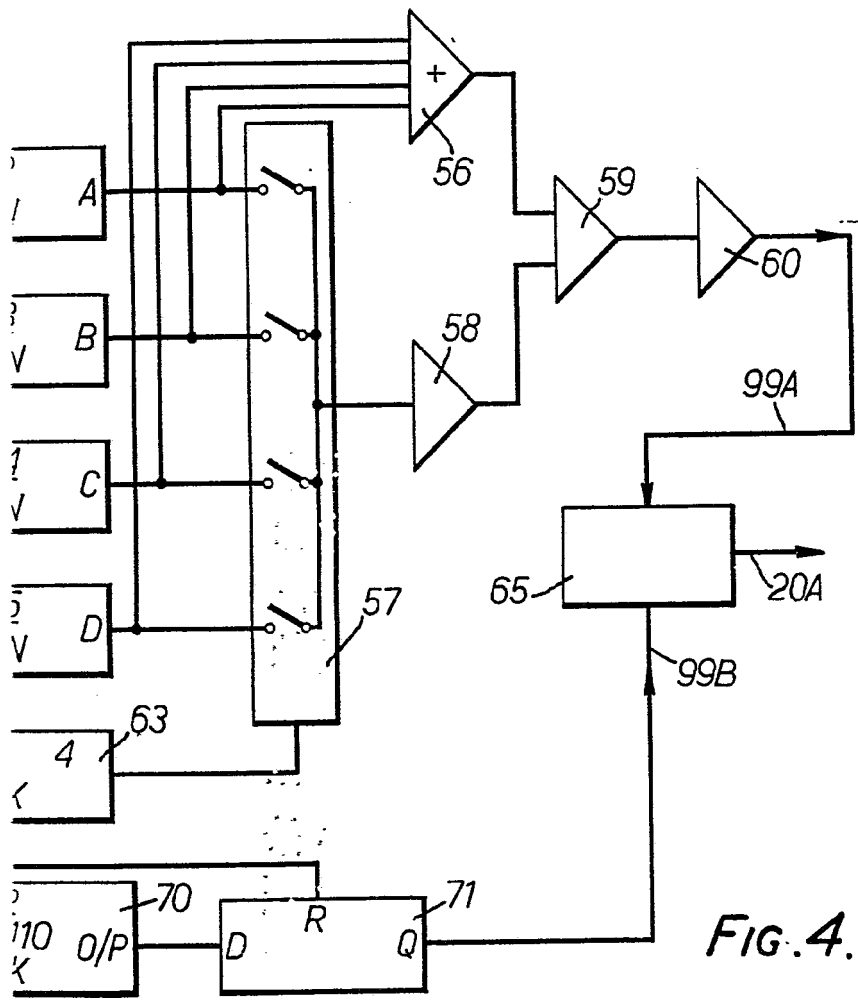


FIG. 4.

92 JUN 1978

J. KR. GONZALEZ  
Firmador J. Suarez

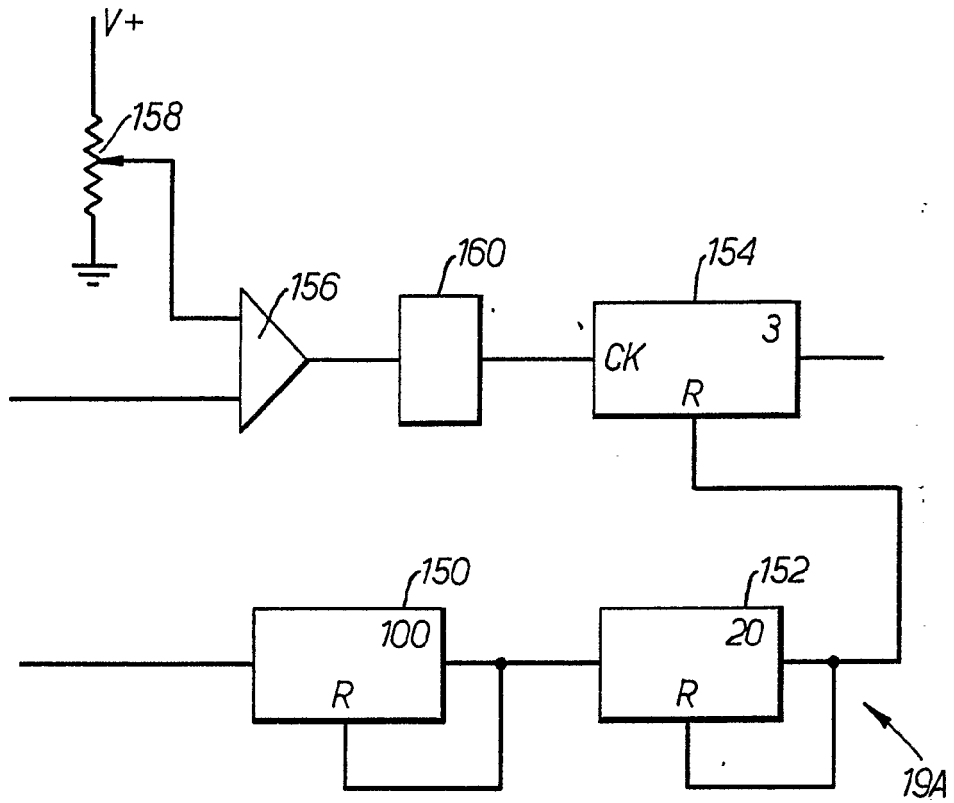


FIG. 5.

PROCESO  
22 JUN. 1978  
E. DE...  
[Signature]

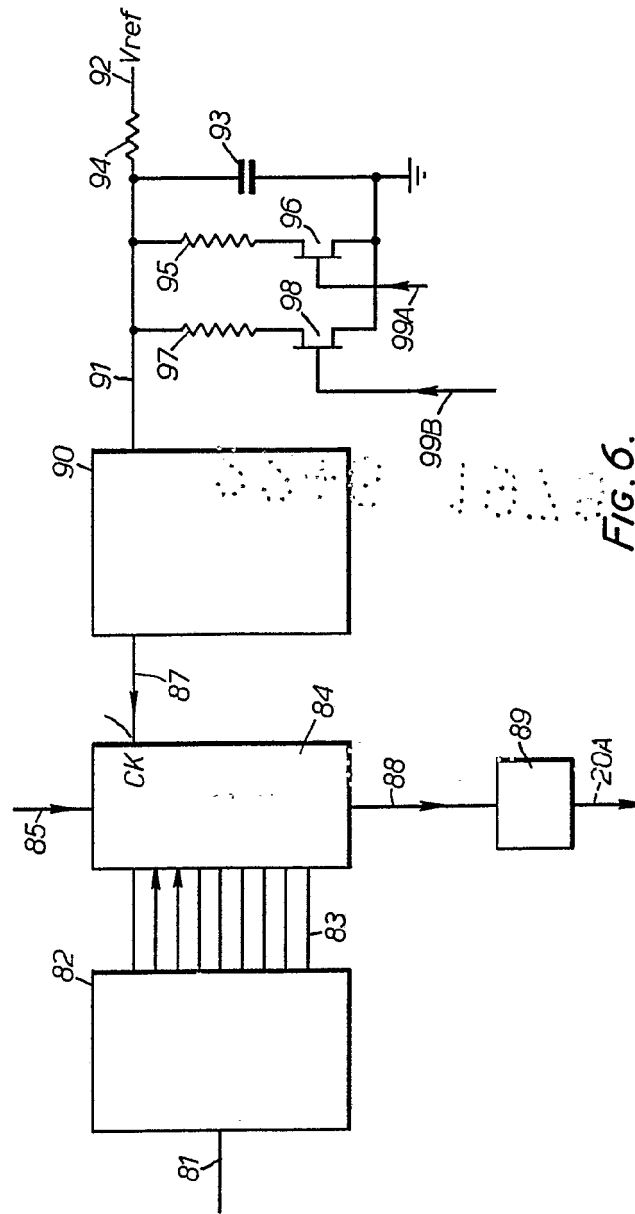
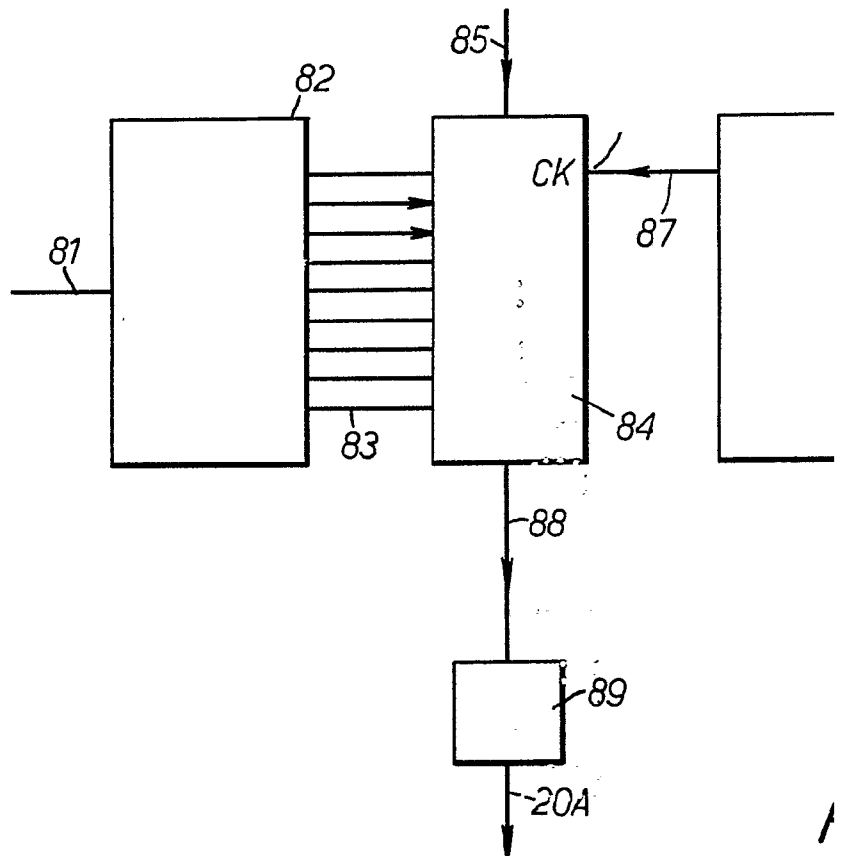


FIG. 6.

27 JUN 1973



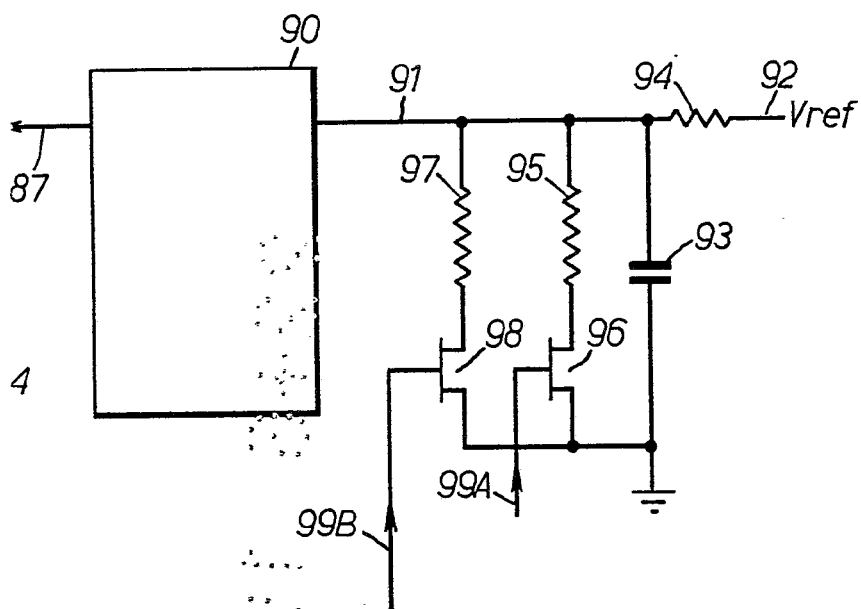


FIG. 6.

ESPANA

29 JUN 1978

*[Handwritten signature]*

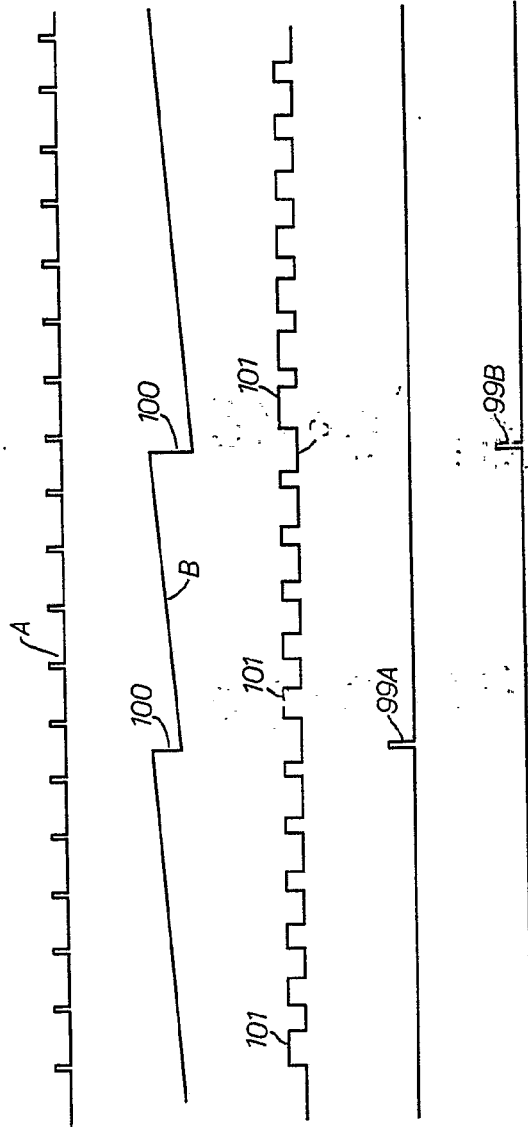


FIG. 7.

29 MAR 1978

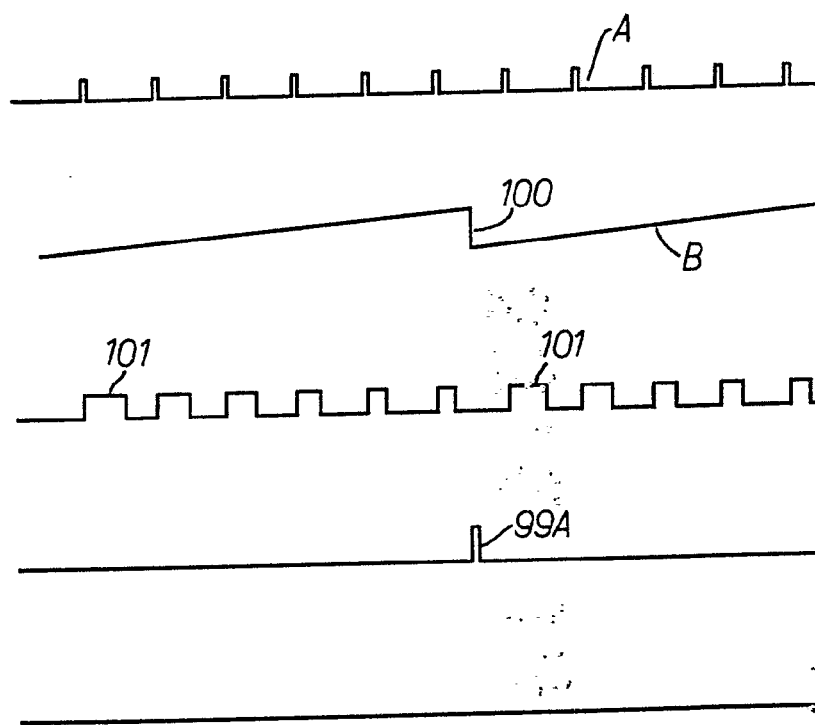


FIG. 7.

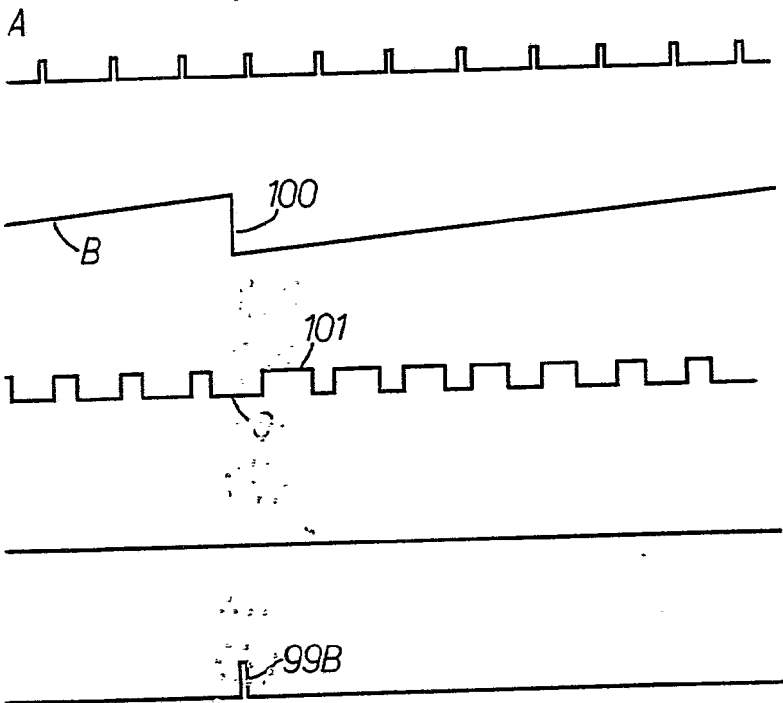


FIG. 7.

27 JUN 1978