

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 687 320**

51 Int. Cl.:

H03K 3/017 (2006.01)

H03K 7/08 (2006.01)

H05B 33/08 (2006.01)

H05B 41/392 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2015** E 15191356 (3)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018** EP 3012974

54 Título: **Método para controlar un dispositivo de iluminación de vehículo de motor que usa LEDs**

30 Prioridad:

24.10.2014 IT TO20140870

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

24.10.2018

73 Titular/es:

**AUTOMOTIVE LIGHTING ITALIA S.P.A. (100.0%)
Via Cavallo, 18
10078 Venaria Reale, IT**

72 Inventor/es:

**CODUTTI, GIANCARLO;
BACCARIN, DAVIDE;
GUIOTTO, ALBERTO y
KRESO, JASMIN**

74 Agente/Representante:

UNGRÍA LÓPEZ, Javier

ES 2 687 320 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Método para controlar un dispositivo de iluminación de vehículo de motor que usa LEDs

5 La presente invención se refiere a un método para controlar un dispositivo de iluminación de vehículo de motor que usa LEDs (diodos fotoemisores).

10 Como es conocido, los LEDs encuentran creciente aplicación en el campo del automóvil a causa de las ventajas intrínsecas asociadas a su uso, tal como, por ejemplo: reducido consumo de potencia, peso reducido, dimensiones generales reducidas, alta fiabilidad, duración media de servicio mayor que la de las lámparas normales, diseño atractivo, baja emisión térmica, y la posibilidad de modular la intensidad de luz emitida por los LEDs.

15 Con respecto a este último aspecto, es conocido llevar a la práctica el control de brillo de LEDs suministrándoles una corriente que tiene una forma de onda rectangular y ajustando la anchura de tiempo (duración) de los pulsos rectangulares por medio de un control PWM (Modulación de Pulsos en Anchura). El uso de un control PWM permite la operación de los LEDs en una zona operativa en la que la duración se maximiza y la emisión térmica se reduce más.

20 Por ejemplo, la solicitud de patente DE 10 2008 027 148 presentada a nombre de TechnisSat Digital GmbH describe un dispositivo de iluminación de vehículo, en particular una luz de freno trasera, en el que al menos tres conjuntos de LEDs pertenecientes a respectivas derivaciones de circuito son alimentados a través de conmutadores conmutados por medio de respectivas señales de activación primera, segunda y tercera que tienen una forma de onda rectangular y frecuencia constante. Cada forma de onda está desfasada con respecto a las otras formas de onda de tal forma que, globalmente, los varios LEDs se iluminen a intervalos de tiempo que sean sustancialmente contiguos (el borde descendente de un pulso rectangular coincide con o está cerca del borde ascendente de un pulso rectangular de otra forma de onda; véase la figura 4 de la solicitud de patente DE 10 2008 027 148) con el fin de proporcionar un efecto de iluminación "prácticamente continuo" que mejora la percepción por el ojo humano de la luz producida por el dispositivo de iluminación.

30 US 2010/0001944 describe un método para activar la fuente de luz de una unidad de luz trasera.

El desfase de las varias formas de onda una con respecto a otra se obtiene aplicando una diferencia de fase que es un múltiplo entero $N \cdot T_f$ de una diferencia de fase común T_f entre las varias formas de onda. De esta forma, la corriente globalmente suministrada a los varios conjuntos de diodos viene dada por la expresión siguiente:

35

$$I_t = i(t) + i(t-T_f) + i(t-2T_f), \dots, i(t-NT_f)$$

donde $i(t) + i(t-T_f) + i(t-2T_f), \dots, i(t-NT_f)$ son las corrientes pulsantes suministradas a cada derivación.

40 Los términos $i(t), i(t-T_f), i(t-2T_f), \dots, i(t-NT_f)$ tienen una forma de onda rectangular.

En otros términos, la espaciación temporal entre una forma de onda y la siguiente es constante (T_f).

45 La corriente globalmente suministrada a los LEDs es variable en el tiempo, y el espectro de frecuencia de dicha corriente es distinto de cero para frecuencias más altas que cero.

Para calcular el espectro de frecuencia, hay que calcular la transformada de Fourier de la función $i(t)$, recordando que la transformada de Fourier de la función boxcar es la función sinc(f).

50 Dado que la señal es periódica, su espectro $N'(f)$ viene dado por la suma de funciones sinc(f) para las varias funciones boxcar y una fase dada por la suma de las fases $e^{j2\pi f t_i}$ (o fasores), es decir

$$N'(f) = \sum_{i=0}^2 \text{sinc}(f) \cdot e^{-j2\pi f t_i}$$

55 Extrayendo la parte real de la suma, se obtiene:

$$N'(f) = \text{sinc}(f) \cdot \sum e^{-j2\pi f t_i}$$

60 La presencia de un espectro de frecuencia no cero implica inevitablemente la generación de una perturbación que puede ser transmitida en una forma conducida o irradiada y que puede ser potencialmente peligrosa en la medida en que interfiere con otros dispositivos electrónicos dispuestos en el vehículo. En particular, en el caso de la patente

indicada anteriormente, puede representarse matemáticamente cómo los fasores se suman; por esta razón, el valor absoluto de la suma de los fasores

$$\left| \sum_{i=0}^2 e^{-j2\pi f t_i} \right|$$

5

es igual al número de derivaciones.

La espaciación de tiempo entre las señales de activación y las formas de onda contempladas según la técnica conocida (solicitud de patente DE 10 2008 027 148) representa en consecuencia la espaciación que concurre a maximizar la perturbación electromagnética.

La finalidad de la presente invención es proporcionar un método para controlar un dispositivo de iluminación de vehículo de motor en el que diferentes conjuntos de LEDs son alimentados con técnicas PWM donde las emisiones electromagnéticas son minimizadas en comparación con la técnica conocida. La invención se describe por el contenido de las reivindicaciones independientes. La finalidad anterior se logra con la presente invención en la medida en que se refiere a un método para controlar un dispositivo de iluminación de vehículo de motor incluyendo: un primer conjunto de LEDs que forman una primera derivación de un circuito provisto de al menos un primer conmutador electrónico que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la primera derivación; un segundo conjunto de LEDs que forman una segunda derivación de un circuito provisto de al menos un segundo conmutador electrónico que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la segunda derivación; y un tercer conjunto de LEDs que proporciona una tercera derivación de un circuito provisto de al menos un tercer conmutador electrónico que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la tercera derivación; incluyendo el método los pasos de: calcular una primera fase de tiempo t1 y una segunda fase de tiempo t2 diferentes una de otra; definir límites en la frecuencia de un intervalo de interés donde una perturbación electromagnética irradiada o conducida producida por dicho dispositivo de iluminación no debe exceder de un valor umbral máximo θ_{max} ; suministrar a cada primer, segundo y tercer conmutador electrónico una señal de activación primera, segunda y tercera respectiva que tiene una forma de onda rectangular, una frecuencia constante, y una duración que puede ser ajustada según un control PWM con el fin de controlar la corriente suministrada a cada conjunto de LEDs y el brillo de los LEDs propiamente dichos, estando espaciada la segunda señal de activación de la primera señal de activación por la fase de tiempo t1, y estando espaciada la tercera señal de activación de la segunda señal de activación por la fase de tiempo t2; comparar la forma de onda medida o simulada de la perturbación electromagnética que deriva de las fases t1 y t2 con el valor umbral máximo dentro del intervalo de interés definido; en el caso donde la forma de onda de la perturbación excede del umbral recalcular dos fases t1 y t2, de nuevo diferentes una de otra; de otro modo, seleccionar las últimas fases t1 y t2 calculadas y usarlas en el control PWM. Según la invención, el paso de calcular una primera fase t1 y una segunda fase t2 incluye los pasos de: generar un primer par de números aleatorios N1, N2 del orden de entre cero y uno; calcular la primera fase t1 como $T_b \cdot N1$ y la segunda fase t2 como $T_b \cdot N2$ en base al primer par de números aleatorios de tal forma que las fases sean diferentes una de otra, representando T_b un período base.

Preferiblemente, se contemplan los pasos siguientes: detectar la frecuencia f° del reloj asociado a un microcontrolador del dispositivo de activación; y calcular el período base T_b como $1/f^\circ$.

La invención se ilustrará ahora con referencia especial a los dibujos adjuntos, que ilustran una realización preferida no limitadora de la misma y en los que:

La figura 1 es una ilustración esquemática de un dispositivo de iluminación de vehículo de motor obtenido según las ideas de la presente invención.

La figura 2 representa un par de señales de activación del dispositivo de iluminación de la figura 1.

Y la figura 3 representa un diagrama que ejemplifica la intensidad del campo electromagnético producido por el dispositivo según la presente invención.

El número 1 en la figura 1 indica en conjunto el circuito eléctrico de un dispositivo de iluminación de vehículo de motor, en particular una luz delantera, una luz trasera, o también un indicador, por ejemplo, un indicador de dirección, una luz de freno, etc.

El dispositivo de iluminación incluye:

- un primer conjunto 3-A de LEDs 5 que forman una primera derivación 7-A de un circuito provisto de al menos un primer conmutador electrónico 11-A que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs 5 de la primera derivación 7-A;

ES 2 687 320 T3

- un segundo conjunto 3-B de LEDs 5 que forman una segunda derivación 7-B de un circuito provisto de al menos un segundo conmutador electrónico 11-B que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs 5 de la segunda derivación 7B;

5 - un tercer conjunto 3-C de LEDs 5 que forman una tercera derivación 7C de un circuito provisto de al menos un tercer conmutador electrónico 11-C que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs 5 de la tercera derivación 7-C;

10 - un dispositivo de activación 13 diseñado para suministrar a cada primer, segundo y tercer conmutador electrónico 11-A, 11-B, 11C una señal de activación primera, segunda y tercera respectiva que tiene una forma de onda rectangular, una frecuencia constante, y una duración que puede ser ajustada según un control PWM con el fin de controlar la corriente suministrada a cada conjunto de LEDs y el brillo de los LEDs propiamente dichos.

15 Naturalmente, el número de derivaciones puede diferir del representado anteriormente (la figura 1 representa una derivación sin números para indicar la posible presencia de otras derivaciones). Típicamente, los LEDs pertenecientes a cada derivación realizan una función específica en el dispositivo de iluminación.

20 En el ejemplo representado, los LEDs 5 están en serie uno con respecto a otro a lo largo de cada derivación 7. El ejemplo ilustra tres LEDs en serie uno con respecto a otro, pero el número puede ser cualquier otro. Además, los LEDs se pueden disponer según diferentes topologías, por ejemplo, en paralelo uno con respecto a otro, o, en otro caso, conjuntos de LEDs en paralelo puestos en serie uno con respecto a otro.

25 Una resistencia 15 está puesta a lo largo de cada derivación y tiene un valor de resistencia configurado para limitar la corriente que fluye dentro de los diodos, por ejemplo, 150 Ω , a un valor máximo. Cada derivación está dimensionada, con respecto al número de los LEDs 5 y de resistencias 15, de tal forma que presente la misma impedancia que la presentada por las otras derivaciones de tal forma que la corriente se divida por igual entre las varias derivaciones (es decir, cada derivación absorbe sustancialmente la misma corriente).

30 En el ejemplo de realización representado, el conmutador electrónico lo facilita un transistor bipolar NPN 17 que tiene su emisor conectado a tierra, su colector conectado al cátodo del último diodo 5 de la serie, y su base recibe la señal de activación que varía en voltaje a través de una resistencia 18. El transistor bipolar 17, que opera en saturación, es movido al estado de cierre cuando la señal de activación tiene un primer valor lógico (1) y permanece abierto cuando la señal de activación tiene un segundo valor lógico (0).

35 El dispositivo 1 es alimentado por una fuente de voltaje 20 (típicamente, la batería del vehículo de motor) que tiene un terminal negativo conectado a tierra y un terminal positivo conectado a un primer terminal de las resistencias 15 a través de una línea eléctrica 21. Las resistencias 15 tienen un segundo terminal conectado a un ánodo de un primer diodo 5 de la serie.

40 Un par de condensadores electrolíticos 23, 24 tiene un primer terminal conectado a tierra y un segundo terminal conectado a la línea 21. Entre los segundos terminales de los condensadores 23 y 24 hay un diodo 25 con el cátodo mirando a los conjuntos de diodos 5. Los condensadores 23 y 24 y el diodo 25 proporcionan un circuito diseñado para estabilizar el voltaje suministrado a los diodos 5 por la batería 20 (como es conocido, el voltaje suministrado por la batería de un vehículo de motor presenta considerables fluctuaciones).

45 El dispositivo de activación 13 según la presente invención realiza espaciación de la segunda señal de activación p2 con respecto a la primera señal de activación p1 (figura 2) por una fase de tiempo t1. La tercera señal de activación p3 está espaciada de la segunda señal de activación p2 por una fase de tiempo t2. Las fases t1 y t2 son diferentes una de otra y se definen iterativamente con las modalidades que se aclararán a continuación.

50 La forma de onda de la corriente $i(t_0-t_1)$ que fluye en la segunda derivación está espaciada por un intervalo t1 con respecto a la forma de onda $i(t_0)$ que fluye en la primera derivación, y la forma de onda de la corriente $i(t_0-t_2)$ que fluye en la tercera derivación está espaciada por un intervalo t2 con respecto a la forma de onda $i(t_0-t_1)$ que fluye en la segunda derivación. Puede demostrarse, calculando la transformada de Fourier de la corriente general suministrada a las tres derivaciones ($i(t_0) + i(t_0-t_1) + i(t_0-t_2)$), que el módulo de los fasores de la transformada es normalmente (es decir, para gran número de frecuencias) inferior al número de las derivaciones (tres, en el ejemplo).

55 La condición anterior se cumple para cualquier número de derivaciones donde la espaciación de tiempo entre cada señal de activación y la de la derivación que es alimentada después es un número que cambia para cada par de derivaciones tomadas en consideración.

60 Según la presente invención, el dispositivo de activación 13 está diseñado para generar las fases t1 y t2 realizando las operaciones siguientes:

65 A. Detectar la frecuencia f° del reloj asociado a un microcontrolador del dispositivo de activación 13 (por ejemplo, $f^\circ = 4$ MHz);

- B. Calcular un período base T_b como $1/f^\circ$ (por ejemplo $1/4 \cdot 10^6 = 0,25 \mu s$);
- 5 C. Generar un primer par de números aleatorios N_1 , N_2 del orden de entre cero y uno con una metodología conocida (por ejemplo, usando MatlabTM o una aplicación informática similar);
- D. Calcular un primer valor de la primera fase t_1 como $T_b \cdot N_1$ y la segunda fase t_2 como $T_b \cdot N_2$ en base al primer par de números aleatorios;
- 10 E. Definir límites en frecuencia de un intervalo de interés (por ejemplo, 100-300 kHz) en que la perturbación electromagnética no debe exceder de un valor umbral máximo θ_{max} (por ejemplo, 70 dB μ V);
- F. Comparar la forma de onda (medida/simulada) de la perturbación electromagnética que deriva de las fases $t_b \cdot N_1$ y $T_b \cdot N_2$ con el valor umbral máximo dentro del intervalo de interés definido;
- 15 G. En el caso donde la forma de onda de la perturbación excede del umbral, repetir los pasos c) y d); de otro modo, seleccionar el par de los números N_1 y N_2 definido en el paso c) y usarlos para la definición final de las fases t_1 y t_2 ; convenientemente, almacenar el valor final t_1 y t_2 en una memoria de modo que pueda ser usado posteriormente de forma continua.
- 20 Obviamente, en el caso donde hay N derivaciones, se generan $N-1$ números aleatorios para calcular las $N-1$ fases $t_1, t_2, t_3, \dots, t_i, \dots, t_{N-1}$.
- 25 Naturalmente, las fases diferentes t_1 y t_2 podrían obtenerse con tecnologías diferentes, por ejemplo, usando contadores, redes lógicas, etc.
- Los estudios teóricos y las pruebas realizados por el solicitante de la presente invención han demostrado cómo el método iterativo descrito anteriormente permite la generación de fases que concurren globalmente a la definición de fasores que se cancelan parcialmente en un amplio espectro de frecuencia, permitiendo, a un nivel global, la
- 30 reducción de la perturbación electromagnética en la región de 10-20 dB a la frecuencia de interés (véase la figura 3, que representa con la línea de trazos el valor de perturbación para un primer par t_1, t_2 y con la línea continua el valor de perturbación para un par t_1, t_2 obtenido después de un cierto número de iteraciones, por ejemplo, 160).
- El procedimiento iterativo resaltado anteriormente hace posible, de hecho, extraer el conjunto de números aleatorios que mejor concurre a la reducción de ruido electromagnético en la ventana de frecuencia definida.
- 35 Por ejemplo, el valor umbral máximo θ_{max} puede fijarse a 33 dB μ V para un intervalo de interés del orden de 150 kHz a 120 MHz. Según otro ejemplo, el valor umbral máximo θ_{max} se fija a 20 dB μ V para un intervalo de interés del orden de 150 kHz a 6 GHz.
- 40 Con respecto a la medición de la perturbación electromagnética, ésta se puede llevar a cabo usando una sonda S (figura 1) conectada a la línea de suministro de potencia 21 con el fin de determinar la perturbación electromagnética realizada. Alternativamente, la perturbación puede ser detectada poniendo una antena A (figura 1) a una distancia preestablecida del circuito electrónico 1 y usando un medidor de campo para determinar la perturbación irradiada.
- 45 Gracias a las operaciones ilustradas anteriormente, es posible reducir marcadamente la emisión electromagnética típicamente al menos 20 dB.

REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un dispositivo de iluminación de vehículo de motor, incluyendo:

- 5 - un primer conjunto (3-A) de LEDs (5) que forman una primera derivación (7-A) de un circuito provisto de al menos un primer conmutador electrónico (11-A) que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la primera derivación (7-A);
- 10 - un segundo conjunto de LEDs (3-B) que forman una segunda derivación (7-B) de un circuito provisto de al menos un segundo conmutador electrónico (11-B) que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la segunda derivación (7-B); y
- 15 - un tercer conjunto de LEDs (3-C) que forman una tercera derivación (7-C) de un circuito provisto de al menos un tercer conmutador electrónico (11-C) que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la tercera derivación (7-C);

incluyendo el método los pasos de:

- 20 - calcular una primera fase de tiempo t1 y una segunda fase de tiempo t2 diferentes una de otra;
- definir límites en la frecuencia de un intervalo de interés en el que una perturbación electromagnética irradiada o conducida producida por dicho dispositivo de iluminación no debe exceder de un valor umbral máximo θ_{max} ;
- 25 - suministrar a cada primer, segundo y tercer conmutador electrónico una primera, segunda y tercera señal de activación respectiva que tiene una forma de onda rectangular, una frecuencia constante, y una duración que puede ser ajustada según un control PWM con el fin de controlar la corriente suministrada a cada conjunto de LEDs y el brillo de los LEDs propiamente dichos, estando espaciada la segunda señal de activación de la primera señal de activación por la fase de tiempo t1, y estando espaciada la tercera señal de activación de la segunda señal de activación por la fase de tiempo t2;
- 30 - comparar la forma de onda medida o simulada de la perturbación electromagnética que deriva de las fases t1 y t2 con el valor umbral máximo dentro del intervalo de interés definido; y
- 35 - en el caso donde la forma de onda de la perturbación excede del umbral, recalculer dos fases t1 y t2 de nuevo diferentes una de otra; en caso contrario, seleccionar las últimas fases t1 y t2 calculadas y usarlas en el control PWM, **caracterizado porque** el paso de calcular la primera fase t1 y la segunda fase t2 incluye los pasos de:
 - generar un primer par de números aleatorios N1, N2 del orden de entre cero y uno;
 - 40 - calcular la primera fase t1 como $T_b \cdot N1$ y la segunda fase t2 como $T_b \cdot N2$ en base al primer par de números aleatorios de tal forma que las fases sean diferentes una de otra, representando T_b un período base.

2. El método según la reivindicación 1, donde se realizan los pasos siguientes:

- 45 - detectar la frecuencia f° del reloj asociado con un microcontrolador del dispositivo de activación (13); y
- calcular el período base T_b como $1/f^\circ$.

3. El método según alguna de las reivindicaciones 1 o 2, donde dicho valor umbral máximo θ_{max} es 33 dB μ V durante un intervalo de interés del orden de 150 kHz a 120 MHz.

4. El método según alguna de las reivindicaciones 1 o 2, donde dicho valor umbral máximo θ_{max} es 20 dB μ V durante un intervalo de interés del orden de 150 kHz a 6 GHz.

55 5. Un dispositivo de iluminación de vehículo de motor, incluyendo:

- un primer conjunto (3-A) de LEDs (5) que forman una primera derivación (7-A) de un circuito provisto de al menos un primer conmutador electrónico (11-A) que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la primera derivación (7-A);
- 60 - un segundo conjunto de LEDs (3-B) que forman una segunda derivación (7-B) de un circuito provisto de al menos un segundo conmutador electrónico (11-B) que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la segunda derivación (7-B);

- un tercer conjunto de LEDs (3-C) que forman una tercera derivación (7-C) de un circuito provisto de al menos un tercer conmutador electrónico (11-C) que puede ser activado por cierre para alimentar los LEDs de la tercera derivación (7-C); y

5 - un dispositivo de activación (13) diseñado para suministrar a cada primer, segundo y tercer conmutador electrónico una señal de activación primera, segunda y tercera respectiva que tiene una forma de onda rectangular, una frecuencia constante, y una duración que puede ser ajustada según un control PWM con el fin de controlar la corriente suministrada a cada conjunto de LEDs y el brillo de los LEDs propiamente dichos,

10 estando espaciada la segunda señal de activación de la primera señal de activación por una fase de tiempo t1, y estando espaciada la tercera señal de activación de la segunda señal de activación por una fase de tiempo t2,

caracterizándose dicho dispositivo porque el dispositivo de activación (13) está configurado para generar las fases t1 y t2 según el método de la reivindicación 1.

15 6. El dispositivo según la reivindicación 5, donde los LEDs (5) están dispuestos en serie uno con respecto a otro a lo largo de cada derivación (7-A, 7-B, 7-C).

20 7. El dispositivo según la reivindicación 5, donde una resistencia (15) está colocada a lo largo de cada derivación y tiene un valor de resistencia configurado para limitar la corriente que fluye dentro de los diodos a un valor deseado.

8. El dispositivo según la reivindicación 5, donde el conmutador lo proporciona un conmutador semiconductor que es movido al estado de cierre cuando la señal de activación tiene un primer valor lógico (1) y permanece abierto cuando la señal de activación tiene un segundo valor lógico (0).

25 9. El dispositivo según la reivindicación 5, donde cada derivación está dimensionada de tal forma que presente la misma impedancia que la presentada por las otras derivaciones de tal forma que cada derivación absorba sustancialmente la misma corriente.

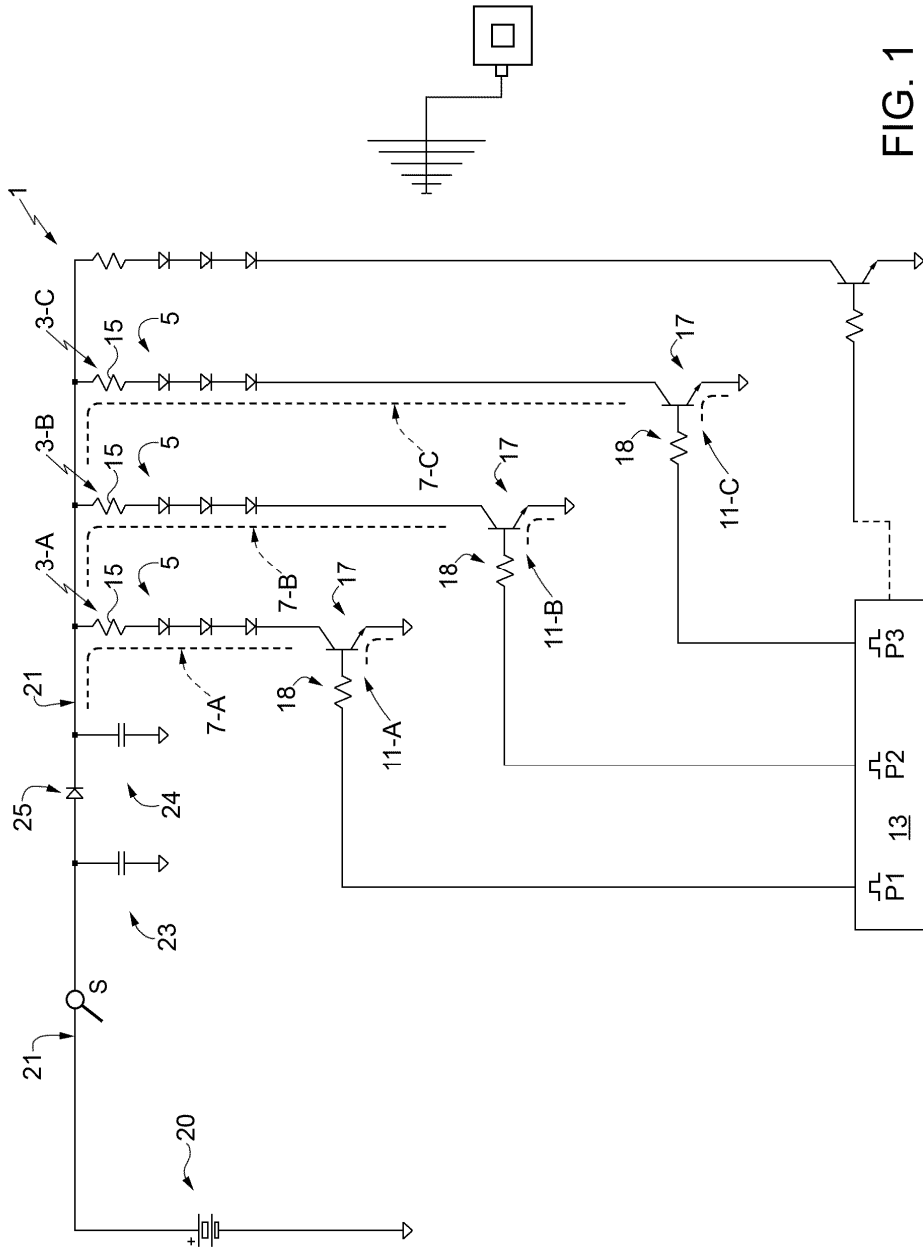


FIG. 1

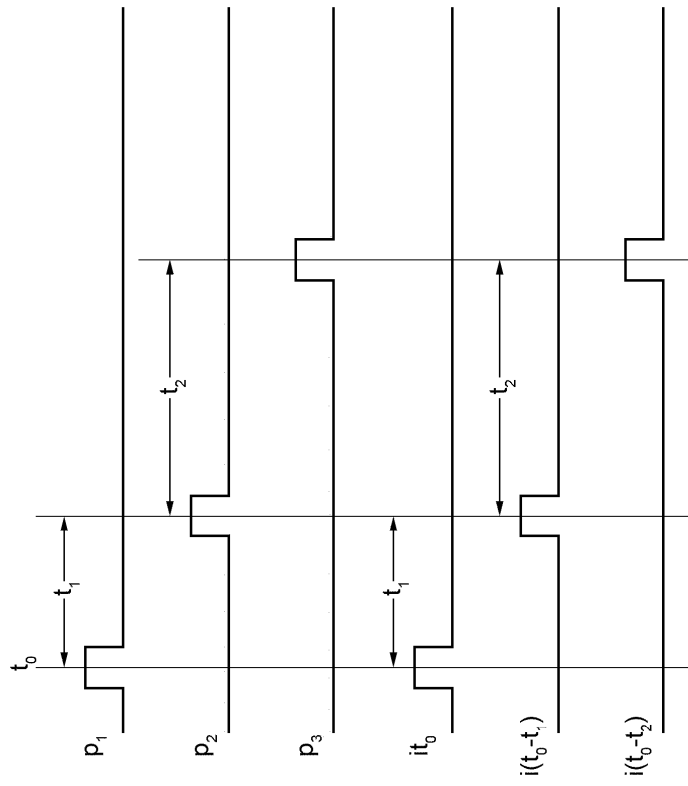


FIG. 2

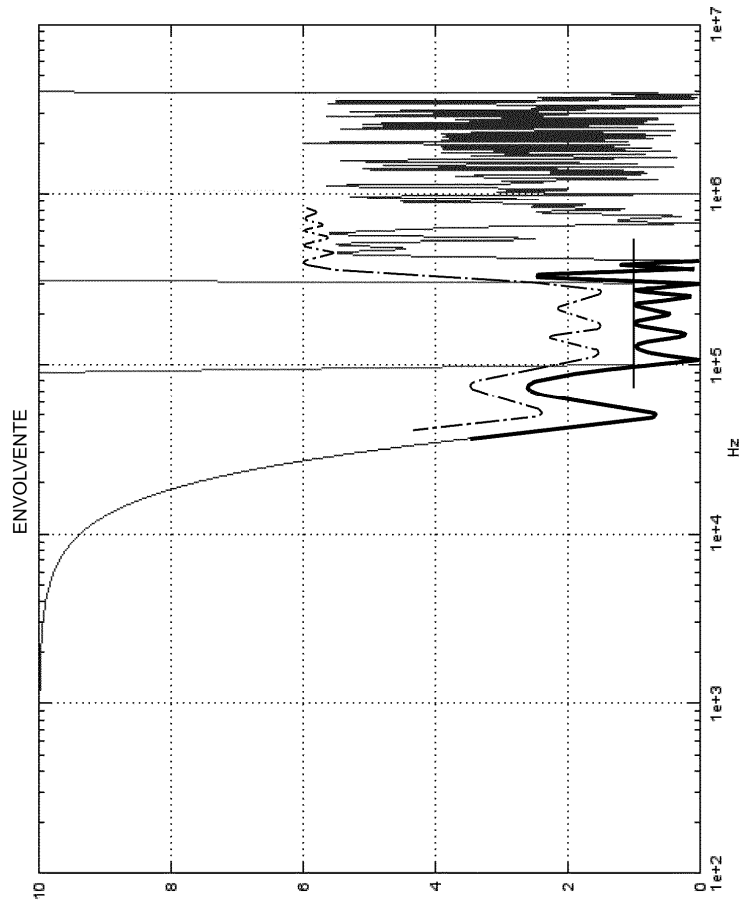


FIG. 3