

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 156**

51 Int. Cl.:

H05K 1/14 (2006.01)

B05B 5/053 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2009 E 09719745 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2013 EP 2271435**

54 Título: **Configuración de tarjeta de circuitos impresos para pistola de pulverización de aire comprimido y con asistencia electrostática**

30 Prioridad:

10.03.2008 US 45175

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

18.07.2013

73 Titular/es:

**ILLINOIS TOOL WORKS INC. (100.0%)
3600 West Lake Avenue
Glenview, IL 60026, US**

72 Inventor/es:

ALTENBURGER, GENE P.

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 414 156 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

Configuración de tarjeta de circuitos impresos para pistola de pulverización de aire comprimido y con asistencia electrostática

5

CAMPO DE LA INVENCION

Esta invención se refiere a dispositivos dispensadores y de atomización de material de revestimiento con asistencia electrostática, en adelante a veces denominados pistolas de pulverización o simplemente pistolas. Sin limitar el alcance de la invención, se da a conocer en el contexto de una pistola de pulverización accionada por gas comprimido, normalmente aire comprimido, en lo sucesivo, dichas pistolas se denominan, a veces, pistolas de pulverización inalámbricas o pistolas inalámbricas.

10

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

15

Varios tipos de pistolas de pulverización manuales y automáticas son conocidas en este ámbito. Se dan a conocer pistolas de mano electrostáticas inalámbricas según se ilustra y describe en las patentes de Estados Unidos: 4,219,865; 4,290,091; 4,377,838 y 4,491,276. Existen también, a modo de ejemplo, las pistolas de pulverización manuales y automáticas ilustradas y descritas en las siguientes patentes de los Estados Unidos listadas y las solicitudes publicadas: 2006/0283386; 2006/0219824; 2006/0081729; 2004/0195405; 2003/0006322; patentes de Estados Unidos números 7,296,760; 7,296,759; 7,292,322; 7,247,205; 7,217,442; 7,166,164; 7,143,963; 7,128,277; 6,955,724; 6,951,309; 6,929,698; 6,916,023; 6,877,681; 6,854,672; 6,817,553; 6,796,519; 6,790,285; 6,776,362; 6,758,425; RE38,526; 6,712,292; 6,698,670; 6,679,193; 6,669,112; 6,572,029; 6,488,264; 6,460,787; 6,402,058; RE36,378; 6,276,616; 6,189,809; 6,179,223; 5,836,517; 5,829,679; 5,803,313; RE35/769; 5,647,543; 5,639,027; 5,618,001; 5,582,350; 5,553,788; 5,400,971; 5,395,054; D350,387; D349,559; 5,351,887; 5,332,159; 5,332,156; 5,330,108; 5,303,865; 5,299,740; 5,289,977; 5,289,974; 5,284,301; 5,284,299; 5,236,425; 5,236,129; 5,218,305; 5,209,405; 5,209,365; 5,178,330; 5,119,992; 5,118,080; 5,180,104; D325,241; 5,093,625; 5,090,623; 5,080,289; 5,074,466; 5,073,709; 5,064,119; 5,063,350; 5,054,687; 5,039,019; D318,712; 5,022,590; 4,993,645; 4,978,075; 4,934,607; 4,934,603; D313,064; 4,927,079; 4,921,172; 4,911,367; D305,453; D305,452; D305,057; D303,139; 4,890,190; 4,844,342; 4,828,218; 4,819,879; 4,770,117; 4,760,962; 4,759,502; 4,747,546; 4,702,420; 4,613,082; 4,606,501; 4,572,438; 4,567,911; D287,266; 4,537,357; 4,529,131; 4,513,913; 4,483,483; 4,453,670; 4,437,614; 4,433,812; 4,401,268; 4,361,283; D270,368; D270,367; D270,180; D270,179; RE30,968; 4,331,298; 4,289,278; 4,285,446; 4,266,721; 4,248,386; 4,216,915; 4,214,709; 4,174,071; 4,174,070; 4,171,100; 4,169,545; 4,165,022; D252,097; 4,133,483; 4,122,327; 4,116,364; 4,114,564; 4,105,164; 4,081,904; 4,066,041; 4,037,561; 4,030,857; 4,020,393; 4,002,777; 4,001,935; 3,990,609; 3,964,683; 3,949,266; 3,940,061; 3,932,071; 3,557,821; 3,169,883 y 3,169,882. Existen también las revelaciones de los documentos WO 2005/014177 y WO 01/85353. Existen también las revelaciones de las patentes EP 0 734 777 y GB 2 153 260. Asimismo, existen las pistolas Ransburg modelos REA 3, REA 4, REA 70, REA 90, REM y M-90, todas ellas disponibles desde ITW Ransburg, 320 Phillips Avenue, Toledo, Ohio, 43612-1493.

20

25

30

35

40

El listado anterior no está provisto para ser una aseveración de que se ha realizado una búsqueda completa de toda la técnica pertinente o que no existe más técnica pertinente que las listadas o que la técnica listada es esencial para la patentabilidad. Tampoco debe deducirse ninguna de dichas aseveraciones.

45

En particular, el documento US 4,978,075 da a conocer un dispositivo dispensador de revestimiento del tipo establecido en el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta.

SUMARIO DE LA INVENCION

50

Según un aspecto de la idea inventiva, un dispositivo dispensador de revestimiento incluye un conjunto de disparo para accionar el dispositivo dispensador de revestimiento para distribuir material de revestimiento y una tobera a través de la que se dispensa el material de revestimiento. El dispositivo dispensador de revestimiento comprende, además, un primer orificio adaptado para suministrar gas comprimido al dispositivo dispensador de revestimiento y un segundo orificio adaptado para suministrar material de revestimiento al dispositivo dispensador de revestimiento. El dispositivo dispensador de revestimiento comprende, además, un generador que tiene un eje y una rueda de turbina montada en el eje. Gas comprimido acoplado al primer orificio hace girar la rueda de la turbina para impulsar el eje, generando una tensión correspondiente. El dispositivo dispensador, comprende, además, un electrodo adyacente a la tobera y acoplado por circuitos al generador para recibir electricidad desde este último con el fin de cargar electrostáticamente el material de revestimiento. Un conjunto de tarjetas de circuitos, que contienen componentes de los circuitos, está configurado para rodear parcialmente y encerrar parcialmente el generador.

55

60

El conjunto de tarjetas de circuitos configurado para rodear parcialmente y encerrar parcialmente el generador comprende un conjunto de tarjetas en forma a modo de U que comprende una tarjeta central que presenta dos zonas laterales opuestas y una tarjeta que se extiende desde cada una de dichas dos zonas laterales opuestas de la tarjeta central.

65

De forma ilustrativa según este aspecto de la invención, el dispositivo dispensador de revestimiento comprende, además, un regulador acoplado al generador para regular la tensión generada por el generador. Al menos algunos componentes del regulador están provistos en el conjunto de tarjetas en forma a modo de U. El gas comprimido que impulsa la rueda de la turbina circula también más allá de los al menos algunos componentes del regulador provisto en el conjunto de tarjetas en forma a modo de U para eliminar el calor procedente de los al menos algunos componentes del regulador provistos en el conjunto de tarjetas en forma a modo de U.

A modo ilustrativo, según este aspecto de la invención, los al menos algunos componentes del regulador incluyen un circuito limitador para reducir la probabilidad de embalamiento del generador cuando el generador experimente una carga ligera.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, los al menos algunos componentes del regulador incluyen un circuito limitador para reducir la probabilidad del embalamiento a la salida del generador en el caso de flujo de gas comprimido excesivo hacia la rueda de la turbina.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, gas comprimido que hace moverse la rueda de la turbina circula también más allá del circuito limitador. El circuito limitador comprende un dispositivo disipador de calor, que disipa más calor cuando gas comprimido excesivo circula hacia la rueda de la turbina, de modo que el flujo de gas comprimido excesivo hacia la rueda de la turbina proporcione una mayor capacidad de enfriamiento para el dispositivo disipador de calor.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, el circuito limitador comprende n dispositivos de estado sólido, siendo $n > 1$. Cada dispositivo de estado sólido es capaz de disipar aproximadamente $1/n$ del calor total disipado por los n dispositivos de estado sólido colectivamente.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, los al menos algunos componentes del regulador incluyen un circuito de ajuste de la tensión de salida adaptado para cargar el generador, lo que hace que se produzca una caída de la velocidad del generador, por lo que proporciona una más baja tensión de salida del generador.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, el circuito de ajuste de la tensión de salida comprende un conmutador accionado magnéticamente que controla la circulación de corriente a través del circuito de ajuste de la tensión de salida y un imán móvil para accionar el conmutador de accionamiento magnético, de forma selectiva, para colocar el circuito de ajuste de la tensión de salida en el circuito regulador y eliminar el circuito de ajuste de la tensión de salida desde el circuito del regulador.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, los al menos algunos componentes del regulador incluyen un circuito de protección contra sobretensiones.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, el circuito de protección contra sobretensiones comprende un circuito de protección contra sobretensiones de reposición automática.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, el circuito de ajuste de la tensión de salida incluye m resistencias, siendo $m > 1$. Cada resistencia es capaz de disipar aproximadamente $1/m$ del calor total disipado por las m resistencias, colectivamente.

De forma ilustrativa según este aspecto de la invención, el regulador incluye un terminal de salida y un fusible de reposición automática en serie con el terminal de salida.

De forma ilustrativa según este aspecto de la invención, el regulador incluye un orificio de salida y un diodo supresor de transitorios, a través del orificio de salida, para proteger el orificio de salida contra la propagación, en sentido inverso, de transitorios que penetran en el regulador.

De forma ilustrativa, según este aspecto de la invención, el regulador incluye un terminal de salida acoplado al electrodo y los al menos algunos componentes del regulador incluyen una resistencia en serie con el terminal de salida.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La invención puede entenderse mejor haciendo referencia a la siguiente descripción detallada y a los dibujos adjuntos que ilustran la invención. En los dibujos:

La Figura 1a ilustra una vista en perspectiva, parcialmente en despiece, de una pistola de pulverización inalámbrica portátil;

La Figura 1b ilustra una vista en alzado lateral, en sección longitudinal, de la pistola de pulverización inalámbrica portátil ilustrada en la Figura 1a;

La Figura 1c ilustra una vista en perspectiva de algunos detalles de la pistola de pulverización inalámbrica portátil ilustrada en las Figuras 1a-b;

5 La Figura 1d ilustra una vista en perspectiva de algunos detalles de la pistola de pulverización inalámbrica portátil ilustrada en las Figuras 1a-b;

La Figura 2a ilustra una vista en planta superior de un conjunto en cascada de tensión de alta magnitud de utilidad en la pistola de pulverización descrita;

10 La Figura 2b ilustra una vista en sección parcial de un conjunto en cascada de tensión de alta magnitud, de utilidad en la pistola de pulverización descrita, tomada generalmente a lo largo de las líneas de sección 2b-2b de la Figura 2a;

15 La Figura 2c ilustra una vista en alzado extrema del conjunto en cascada de tensión de alta magnitud ilustrado en las Figuras 2a-b, tomado generalmente a lo largo de las líneas de sección 2c-2c de las Figuras 2a-b;

La Figura 2d ilustra una vista en sección parcial del conjunto en cascada de tensión de alta magnitud, ilustrado en las Figuras 2a-b, tomado generalmente a lo largo de las líneas de sección 2d-2d de las Figuras 2a-b;

20 La Figura 2e ilustra una vista en alzado extrema del conjunto en cascada de tensión de alta magnitud ilustrado en las Figuras 2a-b, tomado generalmente a lo largo de las líneas de sección 2e-2e de las Figuras 2a-b;

Las Figuras 3a-c ilustran vistas en perspectiva, Figuras 3a-b y una vista en alzado, Figura 3c, de un conjunto de tarjetas de circuitos impresos (PC) que contienen circuitos de control, de utilidad en la pistola de pulverización descrita;

25 La Figura 4 ilustra un diagrama esquemático de circuitos de control del generador de tensión de baja magnitud accionado por aire comprimido, de utilidad en la pistola de pulverización descrita;

La Figura 5 ilustra un diagrama esquemático de de un conjunto en cascada de tensión de alta magnitud, de utilidad en la pistola de pulverización descrita y

30 La Figura 6 ilustra un diagrama esquemático de un circuito de diodos emisores de luz (LED) de utilidad en la pistola de pulverización descrita.

DESCRIPCIONES DETALLADAS DE FORMAS DE REALIZACIÓN ILUSTRATIVAS

35 Tal como aquí se utiliza, el término "generador" significa una máquina que convierte energía mecánica en energía eléctrica y abarca dispositivos para generar corriente eléctrica continua o alterna.

40 Las descripciones de los diagramas de circuitos esquemáticos y de bloques, proporcionadas a continuación, identifican circuitos integrados específicos y otros componentes y en numerosos casos, sus fuentes específicas. Los números y nombres de terminales y patillas de conexión se suelen dar en relación con estos últimos para los fines de integridad. Ha de entenderse que estos identificadores de terminales y de patillas de conexión se proporcionan para estos componentes específicamente identificados. Ha de entenderse que esto no constituye una representación, ni debería deducirse ninguna representación de que los componentes específicos, valores de componentes o fuentes son los únicos

45 componentes disponibles desde la misma o cualquier otra fuente capaces de realizar las funciones necesarias. Ha de entenderse, además, que otros componentes adecuados disponibles a partir de las mismas o diferentes fuentes pueden no utilizar los mismos identificadores de terminales/patillas de conexión de los que se dan a conocer en esta descripción.

Haciendo referencia a las Figuras 1a-d, una pistola de pulverización inalámbrica portátil 20 incluye un conjunto del mango 22 que proporciona un mango de forma a modo de empuñadura de pistola 24, un conjunto de dispositivo de disparo 26 para accionar la pistola 20 para dispensar, gotículas de material de revestimiento atomizadas y electroestáticamente cargadas y un conjunto del cañón 28 que soporta en su extremo distante, una tobera 30. En su extremo inferior, el conjunto del mango 22 soporta un conjunto del módulo de potencia 32 que incluye accesorios 34,36 a través de los cuales se suministra gas comprimido, normalmente aire comprimido, y material de revestimiento, en esta forma de

50 realización, se suministra pintura líquida, respectivamente, a la pistola 20. El módulo de potencia 32 aloja un generador trifásico 38 tal como, a modo de ejemplo, el denominado Maxon EC-max, con número de referencia 348702 disponible a través de Maxon Precision Motors, Inc., 101 Waldron Road, Fall River, MA 02720. Una ventaja importante, disponible con el uso de un generador multifásico 38, es que el generador 38 se puede accionar a un régimen de rotación más bajo (a modo de ejemplo, significativamente más bajo; 300 rpm frente a los hasta 42 Krpm de la técnica anterior). En general, un

55 régimen de rotación más bajo da lugar a una más prolongada vida útil del generador, una reducción del coste de reparación y una disminución del tiempo inactivo del equipo.

Una rueda de turbina 40 está montada en el eje 42 del generador 38. Aire comprimido, acoplado a través de un conjunto de manguera de aire puesto a masa 44 acoplado al accesorio 34, se canaliza a través del conjunto 32 y se dirige a las paletas de la rueda 40 para hacer girar el eje 42 generando una tensión trifásica en los terminales 75-1, 75-2, 75-3 (Figura 4). La salida procedente del generador 38 se rectifica y regula en el conjunto del módulo de potencia 32 y la

salida rectificada y regulada desde el conjunto del módulo de potencia 32 se acopla, a través de los conductores en el conjunto del mango 22, a un conjunto en cascada 50 que se extiende desde la parte frontal superior del conjunto del mango 22 al interior del conjunto del cañón 28.

5 Las pistolas inalámbricas, de la técnica anterior, incorporan generadores que utilizan un casquillo metálico sinterizado para guiar los extremos del eje del generador. De este modo, las pistolas inalámbricas de la técnica anterior no proporcionan un guiado de precisión del eje del generador. Esta circunstancia puede dar lugar a la transmisión de más altos niveles de vibración desde el generador al cuerpo del operador. El generador 38 de la pistola 20 actual utiliza cojinetes de bolas o de rodillos. Un generador 38 guiado por cojinetes de bolas o de rodillos de precisión, reduce la
10 vibración transmitida a los puntos de montaje y en consecuencia, al operador, con lo que se reduce potencialmente la fatiga del operador. Sin embargo, los cojinetes de motores de potencia fraccionaria comercialmente disponibles, tales como el generador 38, son susceptibles a la penetración de disolventes, degradación de la lubricación de los cojinetes, con los posibles fallos de los cojinetes y del generador 38. Las pruebas de los motores anteriormente identificados, utilizados como el generador 38, demostraron que una inmersión de un solo minuto en disolvente degradada, con bastante
15 rapidez, el lubricante de los cojinetes y produce el denominado agarrotamiento de los cojinetes. Para superar este posible modo de fallo, cubiertas protectoras superior e inferior 51, 53, respectivamente, se fijaron a la carcasa del generador 38, reduciendo así la probabilidad de penetración de disolvente en el interior de los cojinetes. Las mismas pruebas de inmersión en disolvente, durante un minuto, se realizaron en el generador 38 así protegido. Estas pruebas no dieron lugar a ninguna degradación detectable del rendimiento, incluso después de varias pruebas de inmersión en
20 disolvente de un minuto.

Haciendo referencia ahora, más en particular, a las Figuras 2a-e, el conjunto en cascada 50 incluye una carcasa de receptáculo 52 en el que se aloja el conjunto en cascada 50, un conjunto de oscilador 54 en una tarjeta de circuito
25 impreso (PC), un conjunto de transformador 56, un conjunto en cascada de multiplicadores de tensión 58 y una cadena de resistencia de salida en serie 60 que proporcionan una salida del conjunto en cascada 58 de acoplamiento de resistencia de 160 M Ω a un electrodo de carga 62 en la tobera 30 en el extremo de una aguja de válvula 64.

Haciendo referencia ahora, más en particular, a las Figuras 3a-c y 4, los circuitos de control del generador 38 están montados en tres tarjetas de circuito impreso interconectadas 70, 72, 74 que forman una configuración en una forma
30 semejante a una "U" invertida, de utilidad para enfriar componentes de circuitos y una utilización eficiente del espacio disponible en el interior del conjunto del módulo de potencia 32. Un diagrama de circuito del circuito extendido en las tres tarjetas de circuito impreso 70, 72, 74, se ilustra en la Figura 4 con líneas de trazos alrededor de los componentes proporcionados en cada tarjeta de circuito impreso 70, 72, 74. Los arroyamientos trifásicos del generador 38, los terminales 75-1, 75-2, 75-3 están acoplados a las uniones de los cátodos de los respectivos diodos 76, 78, 80 y a los
35 ánodos de los respectivos diodos 82, 84, 86. Los diodos 76, 78, 80, 82, 84, 86 son, a modo ilustrativo, diodos Schottky de ON Semiconductor tipo MBR140SFT. El potencial trifásico, así rectificado, a través de los conductores 88, 90 se filtra por el circuito en paralelo que incluye condensadores de 47 μ F 92, 94 y una resistencia de 15 K Ω , 0.1 W, 1% 96. Una combinación en serie de resistencia de 100 K Ω , 0.1 W, 1% 98 y de un condensador de 1 μ F, 10%, 35 V 100 se acopla también a través de los conductores 88, 90. El conductor 90 está acoplado a masa.

40 La puerta de un transistor de efecto de campo FET 102, a modo ilustrativo, un transistor FET 2N7002 de Fairchild Semiconductor, está acoplado a la unión de la resistencia 98 y del condensador 100. La fuente del transistor FET 102 está acoplada al conductor 90. Su drenaje está acoplado, a través de una resistencia de 10 K Ω , 0.1 W, 1% 104 al conductor 88. El drenaje del transistor FET 102 está acoplado también a la puerta de un transistor FET 106, a modo
45 ilustrativo, un transistor FET IRLU3410 de International Rectifier. El drenaje y la fuente del transistor FET 106 están acoplados a los conductores 88, 90, respectivamente. Una resistencia de 15 K Ω , 0.1 W, 1% 108 está acoplado a través de los conductores 88, 90. Una combinación en serie de una resistencia de 100 K Ω , 0.1 W, 1% 110 y un condensador de 1 μ F, 10%, 35 V 112 está acoplada a través de los conductores 88, 90. La puerta de un transistor FET 114, a modo
50 ilustrativo, un transistor FET 2N7002 de Fairchild Semiconductor está acoplada a la unión de la resistencia 110 y del condensador 112. La fuente FET de 114 está acoplada al conductor 90. Su drenaje está acoplado a través de una resistencia de 10 K Ω , 0.1 W, 1% 116 al conductor 88. El drenaje de FET 114 está también acoplado a la puerta de un FET 118, a modo ilustrativo, un transistor FET IRLU3410 de International Rectifier. El drenaje y la fuente del transistor FET 118 están acoplados a los conductores 88, 90, respectivamente.

55 El cátodo de un diodo Zener 120 está acoplado al conductor 88. El diodo 120, a modo ilustrativo, es un diodo Zener de 17 V, 0.5 W. El ánodo del diodo 120 está acoplado, a través de una resistencia de 1 K Ω , 0.1 W, 1% 122, a la puerta de un SCR 124 y a través de una resistencia de 2 K Ω , 0.1 W, 1% 126 al conductor 90. El ánodo de SCR 124 está acoplado al conductor 88. Su cátodo está acoplado al conductor 90. A modo ilustrativo, SCR 124 es un SCR tipo MCR100-3 de ON Semiconductor. El emisor de un transistor PNP bipolar 128 está acoplado al conductor 88. Su colector está acoplado
60 al conductor 90. Su base está acoplada, a través de una resistencia de 1.1 Ω , 1 W, 1% 130 al conductor 88. El transistor 128, a modo ilustrativo, es un transistor tipo MJD32C de ON Semiconductor. Su base está también acoplada a los cátodos de cuatro diodos Zener en paralelo 132, 134, 136, 138, cuyos ánodos están acoplados al conductor 90. Los diodos 132, 134, 136, 138, a modo ilustrativo, son diodos Zener tipo IN5352B de 15 V, 5 W, de ON Semiconductor.

65 La base del transistor 128 está también acoplada a un terminal de un conmutador 140, a modo ilustrativo, un conmutador de láminas tipo MITI-3V1 de Hamlin. El otro terminal del conmutador 140 está acoplado a un terminal de una red de diez

resistencias de 324 Ω , 1 W, 1% 142-1, 142-2,142-10. Los otros terminales de las resistencias 142-1, 142-2, ...142-10 están acoplados al conductor 90. La base del transistor 128 está también acoplada, a través de una red en paralelo de tres resistencias de 1 Ω , 1 W, 1% 144-1, 144-2, 144-3 y un fusible de 1.5 A, 24 V en serie 146 al terminal VCenterTap del conjunto del transformador 56. Véase Figura 5. La tensión máxima (en adelante, a veces, VCT) a través del terminal VCT y del conductor 90 está regulada por un diodo Zener bidireccional 148 que, de forma ilustrativa, es un diodo de 15 V tipo SMBJ15CA de Littelfuse.

Haciendo referencia a la representación esquemática, en la Figura 4, la tensión eficaz rms típica desde cada una de las tres fases de entrada, 75-1, 75-2, 75-3 a masa es aproximadamente 7.5 V rms a una frecuencia de aproximadamente 300 Hz. Los diodos 76, 78, 80, 82, 84 y 86 y forman un rectificador en puente de onda completa trifásico para convertir la salida de corriente alterna AC trifásica del generador 38 a corriente continua DC. Los condensadores de filtros 92 y 94 suavizan el rizado de la salida rectificada. La tensión típica a través de los conductores 88,90, es aproximadamente 15.5 VDC de corriente continua.

El circuito de la Figura 4 incluye dos circuitos de retardo individuales conectados en paralelo. Si un fallo inhibe uno de los circuitos de retardo, el otro sigue siendo utilizable. El primer circuito de retardo incluye resistencias 96, 98, 104, un condensador 100 y transistores FETs 102, 106. El segundo circuito de retardo incluye las resistencias 108, 110, 116, un condensador 112 y transistores FETs 114, 118. Según se describió anteriormente, el generador 38 y el circuito ilustrado en la Figura 4 están situados en la propia pistola de pulverización 20. Puesto que la pistola de pulverización 20 puede pulverizar materiales líquidos inflamables, su entorno operativo se considera peligroso por numerosas normas industriales, tales como FM, EN, etc. El generador 38 y el circuito de la Figura 4 deben cumplir los requisitos de dichas normas industriales para equipos eléctricos utilizados en atmósferas explosivas. Entre los métodos para cumplir estos requisitos está el de localizar el generador 38 y el circuito de la Figura 4 en el interior de un recinto que está presurizado, antes de que se alcancen potenciales eléctricos peligrosos. Las normas requieren que cinco volúmenes de recintos sean purgados antes de que se alcancen potenciales peligrosos. El generador ilustrativo 38 (Maxon EC-max, número de referencia 348702) no genera una tensión peligrosa para los flujos de aire inferiores a 90 SLPM, puesto que el flujo de aire es insuficiente para superar la inercia del generador 38 y hacer girar el generador 38 a una velocidad suficiente para hacerlo. El volumen del recinto para el generador 38 y el circuito de la Figura 4 es de 40 mL. La conversión de 90 litros estándar por minuto a mL por segundo proporciona:

$$90 \text{ L/min} \times 1 \text{ min}/60 \text{ seg} \times 1000 \text{ mL/L} = 1500 \text{ mL/seg}$$

El tiempo requerido para purgar 200 mL (5 purgas por 40 mL/purga) a un caudal de aire de 90 SLPM es, por lo tanto:

$$200 \text{ mL} (1500 \text{ mL/seg}) = 133 \text{ ms.}$$

Para más altos flujos de aire, los tiempos de purga serán más cortos. De este modo, para purgar completamente el recinto, antes de que se alcance tensiones peligrosas, el tiempo de purga deberá ser 133 ms o mayor.

Puesto que el aire de purga y el aire de la turbina 40 del generador 38 son los mismos, si se retarda el aire del generador, también se retarda el aire de purga. Por lo tanto, al retardar la puesta en marcha del generador 38 hasta que se purgue el volumen del recinto no era una opción. Aunque sea posible utilizar fuentes de aire independientes para el aire de la purga y el aire de la turbina 40, se consideró que será más complejo y de más alto coste para establecerse y utilizarse y se tendría una pistola 20 más pesada.

Puesto que la puesta en marcha del generador no se puede retrasar, los circuitos de la pistola 20 acortan la salida del suministro de energía de la Figura 4 hasta que se purguen cinco volúmenes de recintos deseados. Las pruebas utilizando la norma EN 60079-11:2007 atmósferas explosivas – Protección eléctrica mediante seguridad intrínseca “i” establece que la salida acortada del suministro de energía, que se ilustra en la Figura 4, es insuficiente para la combustión de la mezcla más peligrosa para gases del grupo IIB. Por ello, si la salida puede acortarse en al menos 133 ms, los potenciales peligrosos ya no estarán presentes hasta después de que se purguen cinco volúmenes del recinto. Los dos circuitos de retardo individuales, conectados en paralelo, consiguen este objetivo.

Haciendo referencia a la Figura 4, inicialmente la tensión a través de los condensadores 92, 94 es de cero voltios. Una tensión de cero voltios aparecerá también a través de las puertas de los transistores 102, 114 al conductor 90, por lo que inicialmente, los transistores 102, 114 estarán desconectados (en circuito abierto). Cuando el generador 38 comience a girar, la tensión a través de los conductores 88, 90 comienza a elevarse. Puesto que los transistores 102, 114 están desconectados, la tensión a través de los conductores 88, 90 aparece también en las puertas de los transistores 106,118 al conductor 90. Una vez que esta tensión alcance la tensión de umbral de la puerta (aproximadamente 2.5 voltios para cada uno de los transistores 106, 118), los transistores 106, 118 entrarán en conducción y fijarán la tensión a través de los conductores 88, 90 a este nivel (aproximadamente 2.5 voltios). Mientras tanto, la tensión a través de los condensadores 100, 112 se eleva a medida que circula la carga a través de las combinaciones en serie 98, 100 y 110, 112. Cuando la tensión a través de los condensadores 100, 112 alcanza la tensión de umbral de puerta de los transistores 102, 114, los transistores 102, 114 entrarán en conducción. Las tensiones de las puertas de los transistores 106, 118, caen por debajo de sus tensiones umbral y los transistores 106, 118 dejarán de conducir. Esto permite que la tensión a través de los conductores 88, 90 se eleve a su nivel operativo normal, aproximadamente 15.5 voltios de

corriente continua. Los valores de la constante de tiempo RC de las combinaciones en serie 98, 100 y 110, 112 se seleccionan de modo que los transistores 106, 118 permanezcan activados durante al menos 133 ms, pero no durante un tiempo mucho más largo, de modo que el retardo en obtener el potencial operativo normal sea corto.

5 Las resistencias 96 y 108, purgan la carga desde los condensadores 100 y 112 cuando se libera el dispositivo de disparo 26, de modo que el circuito de retardo esté preparado para funcionar de nuevo cuando la pistola 20 se dispare a continuación. Las resistencias 96 y 108 están dimensionadas de modo que se tarde unos pocos segundos (normalmente 2-5) en descargar los condensadores 100 y 112, de modo que no exista esencialmente ningún retardo para las interrupciones de disparo relativamente cortas (2-5 segundos) encontradas durante las aplicaciones de pulverización típicas. Para interrupciones de disparo más largas, los condensadores 100 y 112 se descargan y los circuitos de retardo 10 96, 98, 104, 100, 102, 106; 108, 110, 116, 112, 114, 118 efectúan su reposición antes del disparo siguiente. El dimensionamiento de las resistencias 96 y 108 es una solución de compromiso entre la reducción del retardo entre disparos operativos y asegurar que cuando se libere el dispositivo de disparo 26 durante un tiempo suficientemente largo para que se recoja una atmósfera potencialmente peligrosa en el volumen del recinto, los circuitos de retardo 96, 98, 104, 15 100, 102, 106; 108, 110, 116, 112, 114, 118 funcionan, según se describió anteriormente, en el momento siguiente en que se accione el dispositivo de disparo 26.

El circuito de la Figura 4 incluye un circuito de protección contra sobretensiones que comprende un diodo Zener 120, las resistencias 122 y 126 y SCR 124. El diodo Zener 120 es un diodo Zener de 17 voltios. La tensión operativa máxima normal, a través de los conductores 88, 90 es aproximadamente 15.5 VDC de corriente continua. Si la tensión a través de los conductores 88, 90 se elevara, podría dar lugar a una tensión insegura a través del electrodo 62 y masa. Si esta tensión se eleva aproximadamente a 17 VDC de corriente continua, el diodo Zener 120 comenzará a conducir dando lugar a una circulación de corriente a través de la resistencia 126. La corriente que circula a través de la resistencia 126 da lugar a una tensión en el nodo de la resistencia 122, resistencia 126 y diodo Zener 120. Esta tensión crea una 20 circulación de corriente en la resistencia 122 que activa SCR 124. La activación del SCR 124 cortocircuita efectivamente los conductores 88, 90, haciendo caer la tensión a través de los conductores 88, 90 desde aproximadamente 17 VDC en el orden de magnitud de un par de voltios. El generador se carga por el cortocircuito. Al liberar el dispositivo de disparo 26 se para el generador 38, que elimina la tensión a través de los conductores 88, 90, efectuando la reposición de SCR 124. No se requiere ninguna acción por parte del usuario para el restablecimiento de esta condición.

El circuito de la Figura 4 incluye un circuito limitador de corriente que comprende un transistor de potencia 128 y una resistencia 130. Una característica de un generador eléctrico 38 accionado por una turbina de aire 40 es que el flujo de aire a la turbina 40 aumenta, lo que hace que también aumente la potencia de salida del generador 38. Sin la presencia de un circuito limitador de corriente, este incremento en la potencia de salida puede hacer que la magnitud de la tensión de salida de la pistola de pulverización 20 se haga demasiado elevada. La potencia de salida incrementada puede superar también los valores nominales de la potencia de los componentes del circuito acoplados al generador 38. El circuito limitador de corriente incluyendo el transistor de potencia 128 y la resistencia 130 resuelven este problema. A medida que aumenta la corriente a través de la resistencia 130, también lo hace la caída de tensión a través de dicha resistencia en función de la denominada Ley de Ohm. Si esta caída de tensión alcanza la tensión de activación de base-emisor (normalmente unos 0.7 V) del transistor 128, el transistor 128 comienza a establecer una derivación de la corriente hacia masa, manteniendo la circulación de corriente a través de la resistencia 130 relativamente constante. En este circuito, la resistencia 130 se dimensiona de modo que el transistor 128 entre en conducción cuando la circulación de corriente a través de la resistencia 130 sea aproximadamente 0.5 A. De este modo, la circulación de corriente máxima en VCT es aproximadamente 0.5 A. A medida que aumenta el flujo de aire, también aumenta la corriente a través del transistor 128. Esto puede dar lugar a alguna disipación de calor importante en el transistor 128. Para aliviar esta situación, el transistor 128 está provisto de un disipador de calor. La placa de circuito en forma de U 70, 72, 74, que contiene el transistor 128, está instalada sobre el generador 38, uniéndose mediante tres tornillos roscados en la parte superior de la carcasa del generador 38. De este modo, la tarjeta de circuito 70, 72, 74 está situada en el mismo recinto que el generador 38. Este recinto es pequeño para disminuir el volumen y el peso de la pistola de pulverización 20 y para mantener pequeño el volumen de purga requerido. Con la tarjeta de circuito en forma de U, de tres piezas 70, 72, 74, la tarjeta 70, 72, 74 puede situarse en la cámara con el generador 38 impulsado por la turbina 40. El aire de escape completo, desde el generador 38, se dirige sobre los componentes de la tarjeta 70, 72, 74 incluyendo el transistor 128 y su disipador de calor para ayudar a su enfriamiento. La tarjeta de circuito 70, 72, 74 y el generador 38 deben cumplir ambos los requisitos para los equipos eléctricos para uso en atmósferas explosivas. De este modo, es una ventaja 45 colocarles en el mismo recinto, de modo que el método de purga, anteriormente descrito, satisfará los requisitos para ambos.

El circuito de la Figura 4 incluye un circuito regulador de la tensión que comprende los diodos Zener 132, 134, 136 y 138. Sin la presencia de diodos Zener 132, 134, 136 y 138, cuando disminuya la corriente de carga en VCT, disminuiría la carga en el generador 38. La velocidad del generador 38 se incrementaría, dando lugar a un aumento en la tensión a través de VCT y del conductor 90. Para cargas ligeras, el aumento en la velocidad y tensión pueden ser importantes, en la medida en que el generador 38 pudiera exceder su velocidad nominal, en este caso 300 Hz, y la tensión a través de VCT y del conductor 90 podría dar lugar a un funcionamiento inseguro de la pistola de pulverización 20. El circuito regulador de la tensión 132, 134, 136 y 138 resuelve estos problemas. Cuando disminuye la corriente de carga en VCT, aumenta la velocidad del generador 38 y también aumenta la tensión en la base del transistor 128 (en este caso, a aproximadamente 15 voltios de corriente continua DC), con lo que los diodos Zener 132, 134, 136, 138 comienzan a conducir. De este 60 65

modo, para cargas ligeras, la tensión en la base del transistor 128 está limitada a aproximadamente 15 voltios en este caso. Esta circunstancia operativa contribuye a un funcionamiento seguro de la pistola de pulverización 20. Cuando los diodos Zener 132, 134, 136, 138 conducen corriente desde el generador 38, crean una carga adicional en el generador 38. Los diodos Zener 132, 134, 136, 138 están dimensionados (15 voltios, en este caso) para mantener el generador 38 (con una frecuencia nominal de 300 Hz en este caso) sin alcanzar una velocidad excesiva cuando existe poca o ninguna extracción de corriente en el terminal VCT.

La turbina 40 genera una torsión basada en el flujo del aire a la turbina 40. Cuando aumenta o disminuye el flujo de aire a la turbina 40, también lo hace la corriente de salida del generador 38. Con los diodos Zener 132, 134, 136, 138, una corriente de aproximadamente 0.5 A está siempre circulando a través de la resistencia 130. Lo que no circula a través de VCT circula a través de los diodos Zener 132, 134, 136, 138. Cuando aumenta la corriente de carga a través de VCT, disminuye la corriente a través de los diodos Zener 132, 134, 136, 138. Ocasionalmente, en alguna condición operativa, el flujo de corriente a través de los diodos Zener 132, 134, 136, 138 cae a cero, la tensión a través de los diodos Zener cae por debajo de 15 voltios y los diodos Zener dejan de conducir. Esto sucede cuando la carga requiere toda la corriente que el generador 38 está proporcionando en su torsión de entrada actual.

Múltiples (n) diodos Zener 132, 134, 136, 138 (en este caso $n = 4$) se utilizan para dispersar la disipación de potencia a través de múltiples dispositivos 132, 134, 136, 138, de modo que cualquiera de los dispositivos 132, 134, 136, 138 sólo necesita ser capaz de disipar aproximadamente $1/n$ de la potencia que disiparía si estuviera en el circuito por sí mismo. Además, algunas normas de seguridad requieren la duplicación de los circuitos de seguridad, de modo que si falla un dispositivo, los demás dispositivos continuarán proporcionando la protección para la que los dispositivos están incluidos en el circuito.

Para las cargas más ligeras, los diodos Zener 132, 134, 136, 138 pueden disipar una potencia importante. De este modo, están también montados en la tarjeta de circuito 70, 72, 74 y enfriados utilizando el aire de escape desde la turbina de aire 40 que fluye sobre los diodos Zener 132, 134, 136, 138 y los demás componentes circuitales.

El circuito de la Figura 4 incluye un circuito de punto de ajuste de KV, de baja potencia, que incluye un conmutador de láminas 140 y las resistencias 142-1, ...142-10. Las resistencias 142-1,...142-10 están dimensionadas (en este caso, con una resistencia de 324Ω) de modo que su combinación en paralelo (en este caso, 32.4Ω) presenta una carga al generador 38 que, cuando se conmuta por el conmutador de láminas 140, hace que la velocidad del generador 38 y, por lo tanto, la tensión a través de VCT al conductor 90 experimente una caída, lo que produce una más baja tensión de salida en el electrodo 62 de la pistola de pulverización 20. Esto es conveniente cuando el operador está realizando el revestimiento de artículos que presentan las denominadas jaulas de Faraday, en donde la más baja tensión de salida, en la pistola de pulverización 20, ayudará a proporcionar una mejor cobertura en dichas zonas blindadas. Además, algunos operadores desean utilizar los electrodos de salida de dichas pistolas, a más bajas tensiones de magnitud alta a la salida durante la pulverización normal para reducir el retorno de pintura de las partículas del material de revestimiento cargadas en la dirección del operador y por otros motivos que se determinen por el operador. En condiciones normales, el punto de ajuste más bajo se elige para estar comprendido entre el 50% y el 75% de la salida total disponible cuando el conmutador de láminas 140 está abierto, pero pueden ser también otros valores.

El conmutador de láminas 140 está situado cerca del borde del conjunto de tarjetas 70, 72, 74, de modo que el conmutador de láminas 140 pueda activarse por un mando de control 141 para desplazar un imán provisto en una cabeza 143 del mando 141 en la parte exterior del recinto. Cuando el mando 141 se pivote para situar el imán cerca del conmutador de láminas 140, el conmutador de láminas 140 se cierra, conectando la combinación en paralelo de resistencias 142-1,...142-10 en circuito, con lo que se obtiene el punto de ajuste de KV más bajo en la salida 62 de la pistola de pulverización 20. Cuando el mando 141 se desplaza a la posición en la que el imán se aleja del conmutador de láminas 140, se abre el conmutador de láminas 140, llevando la combinación en paralelo de las resistencias 142-1,...142-10 fuera del circuito, con lo que se obtiene el alto punto de ajuste en KV en la salida 62 de la pistola de pulverización 20.

Cuando se selecciona el punto de ajuste de KV bajo, alguna potencia, en el orden de magnitud de unos pocos vatios, se disipará en las resistencias 142-1,...142-10. Según se indicó anteriormente, una resistencia de múltiples vatios única suele ser grande y voluminosa. Para poder mantener adecuado el tamaño del paquete global, se utilizan diez resistencias de 1 vatio, (324Ω), de montaje en supe 142-1,...142-10 en paralelo en lugar de una sola resistencia de 10 vatios (32.4Ω). El perfil global del conjunto se mantiene pequeño, lo que da lugar a un menor volumen de empaquetamiento y un recinto más pequeño. La disipación de potencia en todas las resistencias 142-1,...142-10 está limitada al 50% de su valor nominal. De este modo, si la disipación de potencia máxima de una resistencia estuviera provista para ser 0.5 vatios, se utilizaría una resistencia de 1 vatio.

Puesto que las resistencias 142-1,...142-10 disipan colectivamente en el orden de magnitud de vatios de potencia, están también montadas en tarjetas de circuito 70, 72, 74 y enfriadas utilizando el aire de escape desde la turbina de aire 40 que circula sobre las resistencias 142-1,...142-10 y los demás componentes circuitales montados en las tarjetas 70, 72, 74.

El circuito ilustrado en la Figura 4 incluye una combinación en paralelo de resistencias de caídas de tensión de las resistencias 144-1, 144-2 y 144-3, El suministro de la mayor parte de la tensión a VCT da lugar a un más alto rendimiento

de transferencia del material de revestimiento al artículo que se está revistiendo. Sin embargo, la pistola 20 debe cumplir también los requisitos de seguridad según se determina por las agencias de autorización tales como Factory Mutual y las normas europeas tales como EN 50050. Estos requisitos suelen traer consigo que la salida 62 de la pistola de pulverización 20 no sea capaz de producir la ignición de la mezcla más explosiva de una atmósfera explosiva especificada (en este caso, propano al 5.25% en el aire). Las resistencias 144-1,...144-3 se proporcionan para permitir la caída de la salida en la pistola de pulverización 20 si fuera necesario para cumplir los requisitos.

Cuando las resistencias 144-1,...144-3 están en el circuito, la tensión en VCT es objeto de caída por el producto de la corriente que circula a través de la combinación en paralelo de R20, R21 y R22 y la resistencia eléctrica de la combinación en paralelo de las resistencias 144-1,...144-3 en función de la Ley de Ohm. De este modo, la tensión en VCT viene dada por:

$$VCT = V_{base} \text{ de } 128 - I_{R144-1, R144-2, R144-3} \times R144-1 \parallel R144-2 \parallel R144-3$$

Puede deducirse que cuando aumenta la corriente de carga ($I_{R144-1, R144-2, R144-3}$), también lo hará la caída de tensión a través de la combinación en paralelo de R144-1||R144-2||R144-3. La mayoría de las pistolas se clasifican por su KV sin carga. Por ello, en la condición sin carga, habrá un efecto mínimo sobre la tensión de salida de la pistola de pulverización, pero cuando aumenta la carga, disminuirá más la tensión. De este modo, el valor nominal de KV de la pistola de pulverización puede permanecer esencialmente el mismo. Si, en una aplicación particular, las resistencias 144-1,...144-3 no son necesarias para cumplir los requisitos de seguridad, pueden simplemente eliminarse del conjunto de las tarjetas 70, 72, 74 e insertarse un puente de modo que la tensión en VCT sea la misma que en la base del transistor 128. Conviene señalar, además, que si son necesarios medios adicionales para cumplir los requisitos de seguridad, la resistencia eléctrica limitadora de la corriente de la resistencia 130 puede aumentarse en el orden de magnitud de décimas de ohmios para reducir la corriente de salida disponible de la pistola de pulverización 20.

Las resistencias 144-1,...144-3 son resistencias de montaje en supe de un vatio, sustituyendo a una resistencia de tres vatios única, lo que da lugar a un recinto global más pequeño. Asimismo, están montadas en las tarjetas de circuito 70, 72, 74 y enfriadas utilizando el aire de escape desde la turbina de aire 40.

El circuito de la Figura 4 incluye un fusible politérmico 146. Este fusible está diseñado para abrirse si su corriente de disparo (en este caso, 1.5 A) se supera y efectúa una reposición por sí mismo cuando se desconecta la potencia. La corriente de retención del fusible 146 es 0.75 A, que permite un flujo ininterrumpido de la corriente prevista máxima de aproximadamente 0.5 A, incluso para temperaturas elevadas en donde los dispositivos politérmicos están sujetos al disparo operativo para niveles de corriente más pequeños.

El circuito ilustrado en la Figura 4 incluye un diodo supresor de transitorios 148. El diodo supresor de transitorios 148 está acoplado a través de VCT y del conductor 90 y está dimensionado para la derivación a masa de cualesquiera sobretensiones superiores a un voltio o dos por encima de la salida nominal de 15.5 VDC de corriente continua. La finalidad principal del diodo 148 es derivar a masa cualesquiera transitorios desde los circuitos de la Figura 5 acoplados a VCT para mantener a dichos transitorios sin afectar adversamente a cualquiera de los circuitos de la Figura 4.

El conjunto de tarjetas en forma de U 70, 72, 74 se ilustran mejor en las Figuras 3a-c. Este conjunto incluye tres tarjetas de circuito impreso 70, 72, 74 que están unidas juntas para crear el conjunto de tarjetas en forma de U final. Disponiendo el conjunto de tarjetas de esta manera, y utilizando un pequeño agujero pasante y componentes de montaje en supe permite el montaje del generador 38/turbina 40 en el conjunto de tarjetas en forma de U 70, 72, 74 y permite que el perfil global del conjunto de tarjetas 70, 72, 74 se mantenga próximo al perfil global del generador 38/ turbina 40, según se ilustra en la Figura 4. Esto da lugar a un volumen de recinto más ligero y pequeño que requiere menos tiempo de purga.

Para proteger los componentes de la tarjeta 70, 72, 74 contra los contaminantes que puedan introducirse desde el aire de entrada que impulsa la turbina 40, la tarjeta puede revestirse de modo conformal utilizando cualquiera de las técnicas disponibles conocidas, tales como pulverización, inmersión o deposición en vacío, a modo de ejemplo, con parileno. Sin embargo, debe prestarse atención a un enfriamiento adecuado de los componentes disipadores de calor, cuando se utiliza un revestimiento conformal.

El generador 38, a título ilustrativo, es un motor de corriente continua sin escobillas trifásico que funciona en sentido inverso. Un motor sin escobillas elimina el desgaste de las escobillas que da lugar a una más corta vida útil del motor. Un motor bifásico puede utilizarse también, pero el rizado de salida desde un motor bifásico será mayor, quizás requiriendo mayores condensadores de filtro 92, 94. Además, un motor bifásico puede requerirse para hacer girar más rápido el generador para genera la misma potencia de salida, lo que puede dar lugar a una más corta vida útil del motor. El aire de escape de la turbina de aire 40 se dirige también sobre y alrededor del generador 38 para enfriarlo durante el funcionamiento. Esto da lugar también a una más larga vida útil del motor.

Haciendo referencia ahora, en particular, a la Figura 5, el conjunto en cascada 50, que incluye un conjunto de oscilador 54, un conjunto de transformador 56, un montaje en cascada 58 y una cadena de resistencias de salida en serie 60 pueden ser prácticamente según se ilustra y describe en la solicitud de patente publicada de Estados Unidos 2006/0283386 A1 y por ello, no se describirá aquí con mayor detalle. La realimentación desde el arroyamiento

ES 2 414 156 T3

secundario 56-2 del transformador de alta tensión del conjunto del transformador 56 está acoplado a un terminal de entrada no inversor (+) de un amplificador diferencial 150 configurado como un circuito tampón de ganancia unidad. Los terminales de salida y de inversión (-) unidos del amplificador 150 están acoplados, a través de una resistencia 152 de 49.9 K Ω , al terminal de entrada – de un amplificador diferencial 154. Los amplificadores 150, 154, a modo ilustrativo, son un amplificador operacional dual tipo LM358DMR2 de ON Semiconductor.

El terminal de entrada + del amplificador 154 está acoplado, a través de una resistencia de 49.9 K Ω 156 a masa y a través de una resistencia de 49.9 K Ω 158 al suministro de VCT. El terminal de entrada – del amplificador 154 está acoplado, a través de una resistencia de 49.9 K Ω 160 al terminal de salida del amplificador 154, que está acoplado (Figura 6) a través de una combinación en paralelo de dos resistencias de 2.05 K Ω 161-1, 161-2 al ánodo de un diodo LED rojo 163. El cátodo del diodo LED 163 está acoplado a masa. Cuando se activa, el diodo LED 163 es visible para un operador de la pistola 20 a través de una lente en un conjunto de cubierta posterior 165 (Figura 1) en la parte superior del conjunto del mango 22. El terminal de entrada + del amplificador 150 está acoplado, a través de la combinación en paralelo de un varistor 162, un condensador de 0.47 μ F 164 y una resistencia de 49.9 K Ω 166 a masa. A título ilustrativo, el varistor 162 es un dispositivo de 15 V de tipo SMBJ15A de Littelfuse.

Los electrones descargados desde el electrodo 62 fluyen a través del espacio entre la pistola y el objetivo, cargando las partículas de material de revestimiento previstas para el revestimiento del objetivo. En el objetivo, que suele mantenerse lo más cerca posible del potencial de masa para esta finalidad, las partículas de material de revestimiento cargadas inciden sobre el objetivo y los electrones procedentes de las particulares de material de revestimiento cargadas retornan a través de la masa y la combinación en paralelo de los componentes 162, 164, 166 al lado de “nivel alto” o + (es decir, cerca del potencial de masa) del secundario del transformador de alto potencial 56-2. De este modo, una caída de tensión proporcional a la corriente de salida del montaje en cascada 58 se produce a través de la resistencia 166. El condensador 164 filtra esta tensión, proporcionando un nivel de corriente continua DC menos ruidos en el terminal de entrada + del amplificador operacional 150. El varistor 162 reduce la probabilidad de daño al amplificador operacional 150 y a otros componentes circuitales por los transitorios atribuibles al funcionamiento del montaje en cascada 58. El amplificador operacional 150 está configurado como un seguidor de tensión para aislar la tensión en su terminal de entrada + desde la tensión en su terminal de salida. Esto ayuda a garantizar que la totalidad de la corriente que retorna al lado de “nivel alto” o + del secundario de transformador de alto potencial 56-2 fluye a través de la resistencia 166.

La tensión a través de la resistencia 166 se proporciona por:

$$V_{R166} = I_{OUT} \times R_{166}$$

en donde I_{OUT} es igual a la corriente que circula desde el electrodo 62 y R_{166} es la resistencia eléctrica del componente de resistencia 166. Puesto que el amplificador operacional 150 está configurado como un seguidor de tensión, una tensión V_{R166} aparece en el terminal de salida del amplificador operacional 150 y en el terminal de entrada – del amplificador operacional 150. La resistencia 166 está dimensionada de modo que la tensión en el terminal de entrada + del amplificador operacional 150 sea de 5 voltios por 100 microamperios de corriente que circula a través de la resistencia 166. La combinación de las resistencias 152, 160, 156 y 158 y del amplificador operacional 154 forman un amplificador de diferencia que da lugar a una tensión en el terminal de salida del amplificador operacional 154 de:

$$V_{LED} = VCT - V_{OUT150}$$

VCT es la salida de tensión de corriente continua DC regulada del circuito suministrador de energía eléctrica de la Figura 4 que se aplica a la derivación central del arroyamiento primario 56-1 del transformador 56. Los transistores de salida del oscilador 54 conmutan, de forma alternativa, las respectivas mitades del primario 56-1 del transformador 56 a masa a una frecuencia en el orden de magnitud de varias decenas de kilohertzios. La salida del secundario 56-2 se rectifica y multiplica por el montaje en cascada 58. La pistola de pulverización 20 debe cumplir los requisitos de seguridad de varias agencias de autorización tales como Factory Mutual y las normas EN tales como EN 50050. Estos requisitos suelen traer consigo que la salida de la pistola de pulverización 20, en el electrodo 62, no sea capaz de producir la ignición de la mezcla más explosiva de una atmósfera explosiva especificada (en este caso, propano al 5.25% en el aire). Para ayudar a conseguirlo, el circuito suministrador de energía suele estar dispuesto de modo que VCT disminuya con el aumento de la corriente de carga desde el electrodo 62 de la pistola de pulverización 20.

Puesto que,

$$V_{OUT150} = V_{R166} = I_{OUT} \times R_{166}$$

entonces

$$V_{LED} = VCT - I_{OUT} \times R_{166}$$

Para cargas ligeras, la magnitud de salida en el electrodo 62 es alta, I_{OUT} es pequeña y VCT está en el orden de magnitud de 15 a 15.5 voltios. De este modo, para las cargas ligeras, V_{LED} está en el orden de magnitud de 12 a 15 voltios. Cuando aumenta la carga, la magnitud de salida en el electrodo 62 disminuye y también disminuye V_{LED} , al

menos porque las cargas más pesadas en el circuito de entrada que suministra energía a VCT, dan lugar a un decremento de VCT y porque aumenta la I_{OUT} para cargas más pesadas. Ocasionalmente, para cargas pesadas, en donde la magnitud de la tensión de salida en el electrodo 62 es baja, $I_{OUT} \times R_{166}$ excede de VCT. Cuando ocurre esta circunstancia, V_{LED} pasa a cero voltios. De este modo, el circuito está diseñado de modo que:

5 para cargas ligeras, cuando la magnitud de la tensión de salida en el electrodo 62 es alta, V_{LED} está en el orden de magnitud de 12 a 15 VDC de corriente continua;

10 para cargas medias, cuando la magnitud de la tensión de salida en el electrodo 62 está en su magnitud media, V_{LED} está en el orden de magnitud de 5 a 12 V de corriente continua y

para cargas pesadas, cuando es baja la magnitud de la tensión de salida en el electrodo 62, V_{LED} está en el orden de magnitud de 0 a 5 voltios de corriente continua.

15 V_{LED} , el terminal de salida del amplificador operacional 154, está acoplado a la patilla de conexión H1-1 del circuito ilustrado en la Figura 6. La patilla H1-2 del circuito ilustrado en la Figura 6 está acoplada a masa. De este modo, para cargas ligeras, el diodo LED 163 de la Figura 6 tiene una combustión brillante. El diodo LED 163 tiene una regulación semejante a la de cargas medias y reduce su luminosidad de forma notable o se desactiva por completo para cargas pesadas. De este modo, la intensidad de iluminación del diodo LED 163 refleja la tensión real en el terminal 62 de la pistola de pulverización 20. Además, para los modos de fallos que den lugar a una corriente de salida excesiva desde el montaje en cascada 58, el diodo LED 163 reduce su luminosidad de forma notable o se desactiva por completo, lo que avisará al usuario de la presencia de una situación que requiera que pueda tomarse una acción correctora. Esto es de especial importancia para el operador de la pistola 20 cuando pulveriza materiales de revestimiento conductores que pueden poner en cortocircuito la salida de la pistola de pulverización 20 dando lugar a poca o ninguna tensión de salida en el terminal 62. La pistola se diseña con dispositivos de presentación visual que operan desde el circuito de entrada del montaje en cascada que pudiera presentar o ninguna variación en su brillo.

El aire se suministra a la pistola de pulverización 20 a través del conjunto de manguera de aire puesto a masa 44, desde una fuente 172 de aire seco limpio. El aire se suministra al conjunto del mango 24 para la válvula del dispositivo de disparo 174. La tracción en el dispositivo de disparo 26 abre la válvula de disparo 174 que permite la circulación de aire desde la parte frontal de la pistola 20 para atomizar el material de revestimiento que se está pulverizando. La apertura de la válvula de disparo 174 permite también la circulación de aire de retorno al conjunto del mango 24 a través del tubo de suministro de aire 175 en el conjunto del mango 22 al generador 38. El aire de entrada al generador 38 se suministra a través de una entrada de aire a un casquete 176. El casquete 176 rodea la rueda de turbina 40 montada en el eje 42 del generador 38 y está herméticamente sellada con una junta tórica, de modo que la única dirección de la circulación de aire sea a través de cuatro aberturas en el casquete 176 separadas en 90°, que dirigen el aire hacia la rueda de la turbina 40. El flujo de aire hace que gire la rueda 40 y el eje del generador 42 en el que está montado. Después de fluir a través de la rueda 40, el aire fluye alrededor de las tarjetas de circuito impreso interconectadas 70, 72, 74 que proporcionan aire de enfriamiento al generador 38, las tarjetas 70, 72, 74 y los componentes montados en ellas. El aire se escapa luego a través del accesorio 182.

Al hacer girar el eje 42 del generador 38 hace que el generador trifásico 38 genere electricidad que es objeto de rectificación de onda completa por los circuitos en las tarjetas de circuito impreso 70, 72, 74 antes de suministrarse al conjunto en cascada 50 a través de VCT. La tensión máxima a través del diodo Zener 148 es 16 VDC de corriente continua debido a la acción limitadora de los cuatro diodos Zener 132, 134, 136, 138. Cuando se libera el dispositivo de disparo de la pistola de pulverización 26, la válvula de disparo 174 se cierra, interrumpiendo el flujo de aire al generador 38 y a la tobera 30.

50

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo dispensador de revestimiento (20) que comprende un conjunto de disparo (26) para accionar el dispositivo dispensador de revestimiento (20) con el fin de dispensar un material de revestimiento y una tobera (30) a través de la que se dispensa el material de revestimiento, un primer orificio (34) adaptado para suministrar gas comprimido al dispositivo dispensador de revestimiento (20), un segundo orificio (36) adaptado para suministrar material de revestimiento al dispositivo dispensador de revestimiento (20), un generador (38) que tiene un eje (42), una rueda de turbina (40) montada en el eje (42), gas comprimido acoplado al primer orificio (34) que entra en contacto con la rueda de turbina (40) para hacer girar el eje (42), generando una tensión eléctrica, un electrodo (62) adyacente a la tobera (30) y acoplado al generador (38) para recibir electricidad desde este último para cargar, de forma electrostática, el material de revestimiento y un conjunto de tarjetas de circuito impreso (70, 72, 74) configurado para rodear parcialmente y para encerrar parcialmente el generador (38), caracterizado por estar el conjunto de tarjetas de circuito impreso (70, 72, 74) configurado de forma que rodeen parcialmente y encierren parcialmente el generador (38), comprendiendo dicho dispositivo un conjunto de tarjetas de circuito impreso en una forma a modo de U (70, 72, 74) que comprende una tarjeta central (70) que presenta dos zonas de bordes opuestos y una tarjeta (72, 74) que se extiende desde cada una de dichas dos zonas de bordes opuestas de la tarjeta central (70).
2. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 1 que comprende, además, un regulador (92-148) acoplado al generador (38) para regular la tensión generada por el generador (38), estando al menos algunos componentes del regulador (92-148) provistos en el conjunto de tarjetas de forma a modo de U (70, 72, 74), gas comprimido que hace girar la rueda de la turbina (40) circulando también más allá de los al menos algunos componentes del regulador (92-148) provisto en el conjunto de tarjetas en forma a modo de U (70, 72, 74) para eliminar calor desde los al menos algunos componentes del regulador (92-148) provistos en el conjunto de tarjetas en forma a modo de U (70, 72, 74).
3. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 2, en donde los al menos algunos componentes del regulador (92-148) comprenden un circuito limitador (132, 134, 136, 138) para reducir la probabilidad de embalamiento del generador (38) cuando el generador (38) experimenta una carga ligera.
4. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 2, en donde los al menos algunos componentes del regulador (92-148) comprenden un circuito limitador (128, 130) para reducir la probabilidad del embalamiento de salida del generador (38) en el caso de un flujo excesivo de gas comprimido hacia la rueda de la turbina (40).
5. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 4, en donde el gas comprimido que hace girar la rueda de la turbina (40) fluye también más allá del circuito limitador (128, 130), incluyendo dicho circuito limitador (128, 130) un dispositivo disipador de calor (128) que disipa más calor cuando fluye gas comprimido excesivo hacia la rueda de la turbina (40), de modo que el flujo de gas comprimido excesivo hacia la rueda de la turbina (40) proporcione una mayor capacidad de enfriamiento para el dispositivo disipador de calor (128).
6. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 3, 4 o 5 en donde el circuito limitador (132, 134, 136, 138) comprende n dispositivos de estado sólido, $n > 1$, siendo cada dispositivo de estado sólido (132, 134, 136, 138) capaz de disipar aproximadamente $1/n$ del calor total disipado por los n dispositivos de estado sólido (132, 134, 136, 138) colectivamente.
7. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde los al menos algunos componentes del regulador (92-148) incluyen un circuito de ajuste de la tensión de salida (140, 142-1, ... 142-10) adaptado para cargar el generador (38), lo que causa una caída de la velocidad del generador, que genera una tensión de salida más baja del generador.
8. El dispensador de revestimiento (20), según la reivindicación 7, en donde el circuito de ajuste de la tensión de salida (140, 142-1, ... 142-10) incluye un conmutador accionado magnéticamente (140) que controla la circulación de corriente a través del circuito de ajuste de la tensión de salida (140, 142-1, ... 142-10) y un imán móvil para accionar el conmutador accionado magnéticamente (140) para colocar, de forma selectiva, el circuito de ajuste de la tensión de salida (140, 142-1, ... 142-10) en el circuito del regulador (92-148) y para eliminar el circuito de ajuste de la tensión de salida (140, 142-1, ... 142-10) desde el circuito del regulador.
9. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en donde los al menos algunos componentes del regulador (92-148) incluyen un circuito de protección contra sobretensiones (120, 122, 126, 124).
10. El dispositivo dispensador de revestimiento (20), según la reivindicación 9, en donde el circuito de protección contra sobretensiones (120, 122, 126, 124) comprende un circuito de protección contra las sobretensiones de reposición automática (120, 122, 126, 124).

11. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 3, en donde el circuito limitador (132, 134, 136, 138) está dimensionado de modo que impida al generador (38) funcionar a una velocidad excesiva cuando el generador (38) experimente una carga ligera.
- 5 12. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según la reivindicación 7 u 8, en donde el circuito de ajuste de la tensión de salida (140, 142-1, ...142-10) incluye m resistencias (142-1, ...142-10), siendo $m > 1$, y siendo cada resistencia (142-1, ...142-10) capaz de disipar aproximadamente $1/m$ del calor total disipado por las m resistencias (142-1, ...142-10) colectivamente.
- 10 13. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12, en donde el regulador (92-148) incluye un terminal de salida (VCT) y un fusible de reposición automática (146) en serie con el terminal de salida (VCT).
- 15 14. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, en donde el regulador (92-148) incluye un orificio de salida y un diodo supresor de transitorios (148) a través del orificio de salida para proteger el orificio de salida contra la propagación en sentido inverso, de transitorios que penetren en el regulador (92-148).
- 20 15. El dispositivo dispensador de revestimiento (20) según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 14, en donde el regulador (92-148) incluye un terminal de salida (VCT) acoplado (56, 58) al electrodo (62) y los al menos algunos componentes del regulador (92-148) incluyen una resistencia (144-1, 144-2, 144-3) con el terminal de salida (VCT).

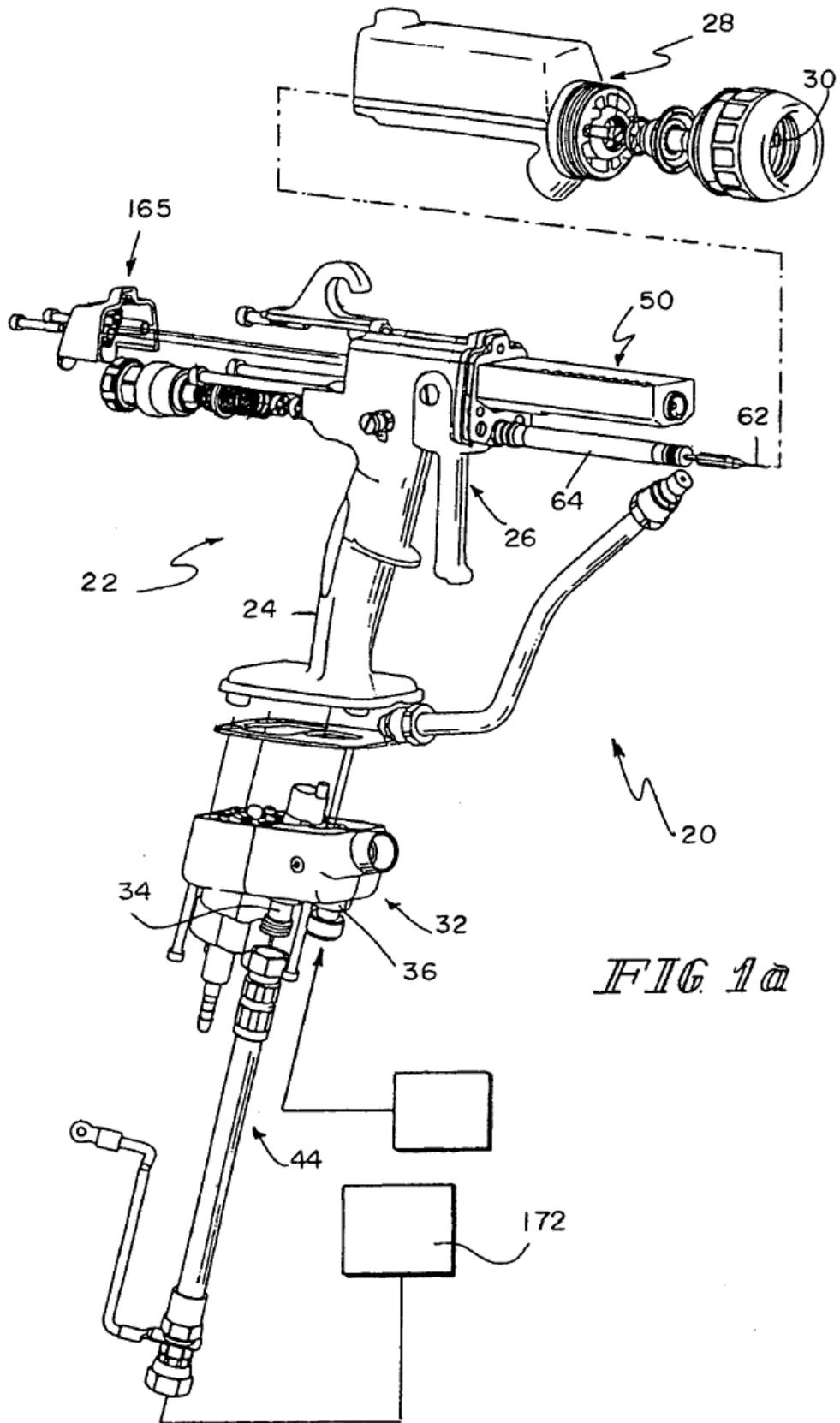


FIG 1a

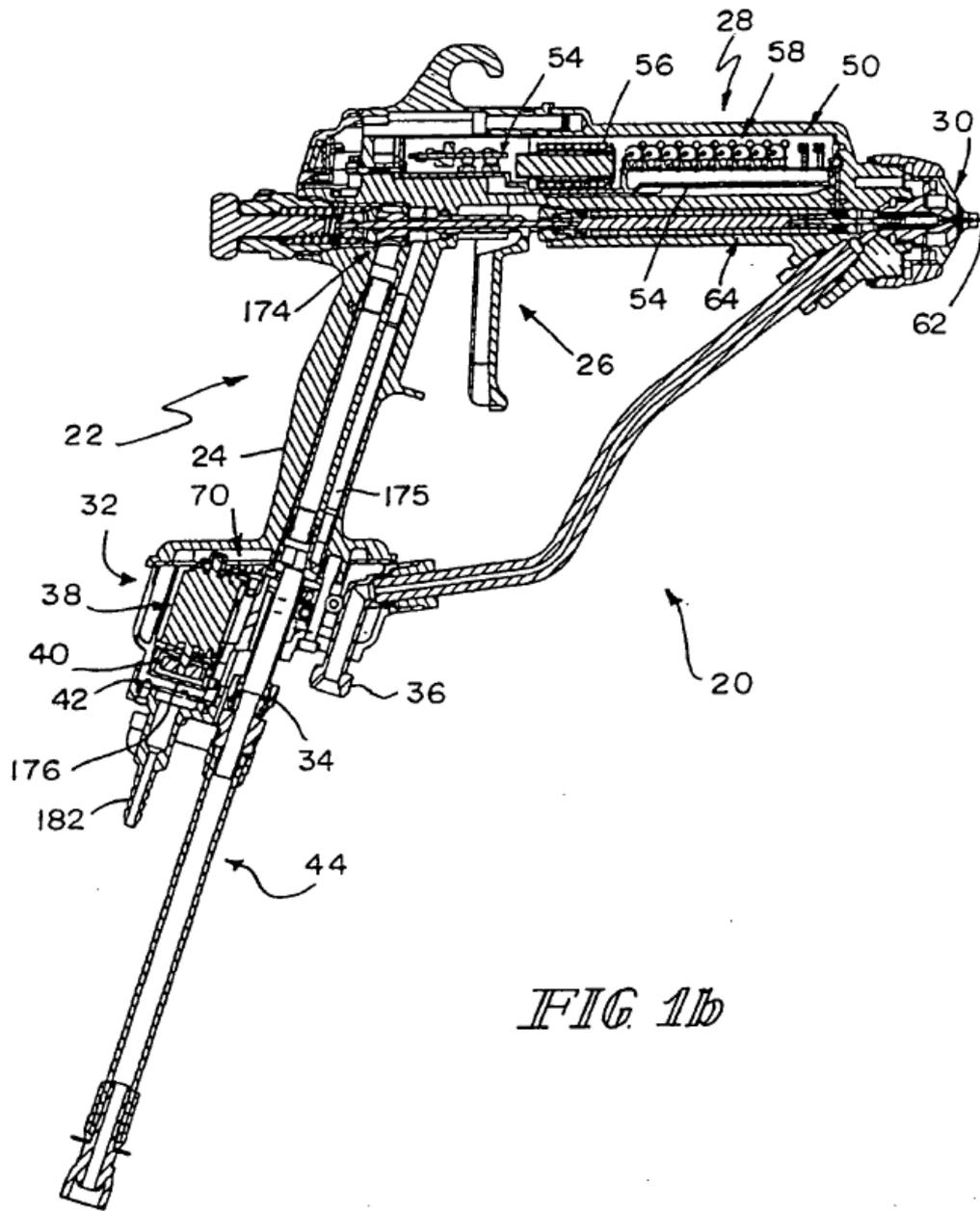


FIG 1b

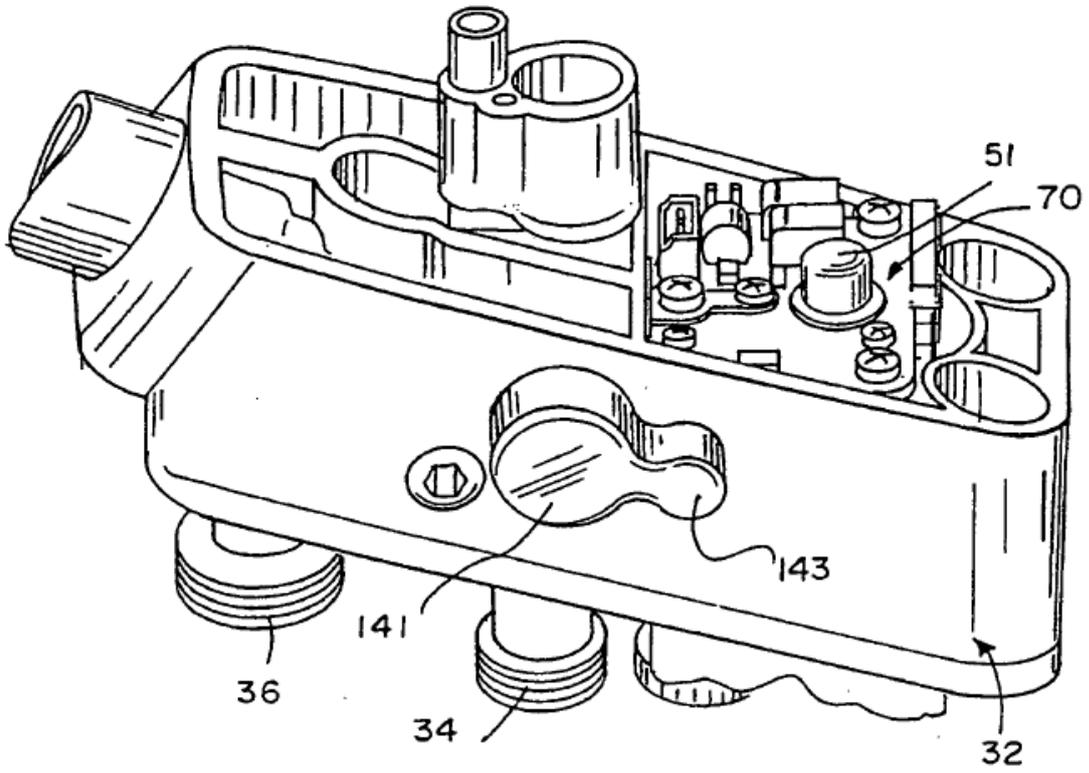


FIG. 1c

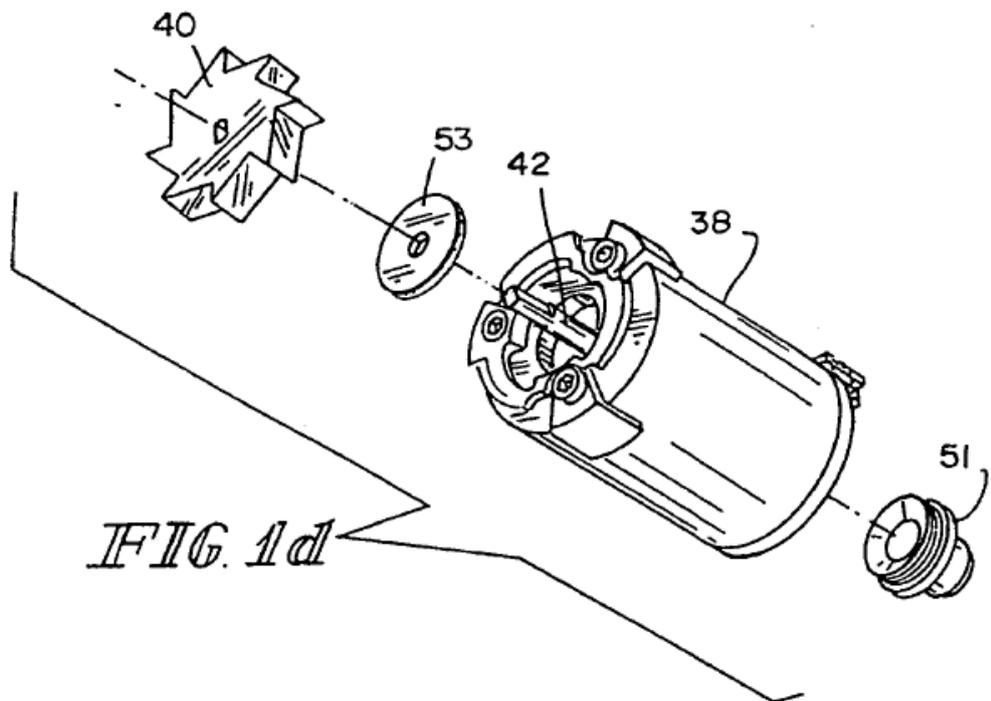
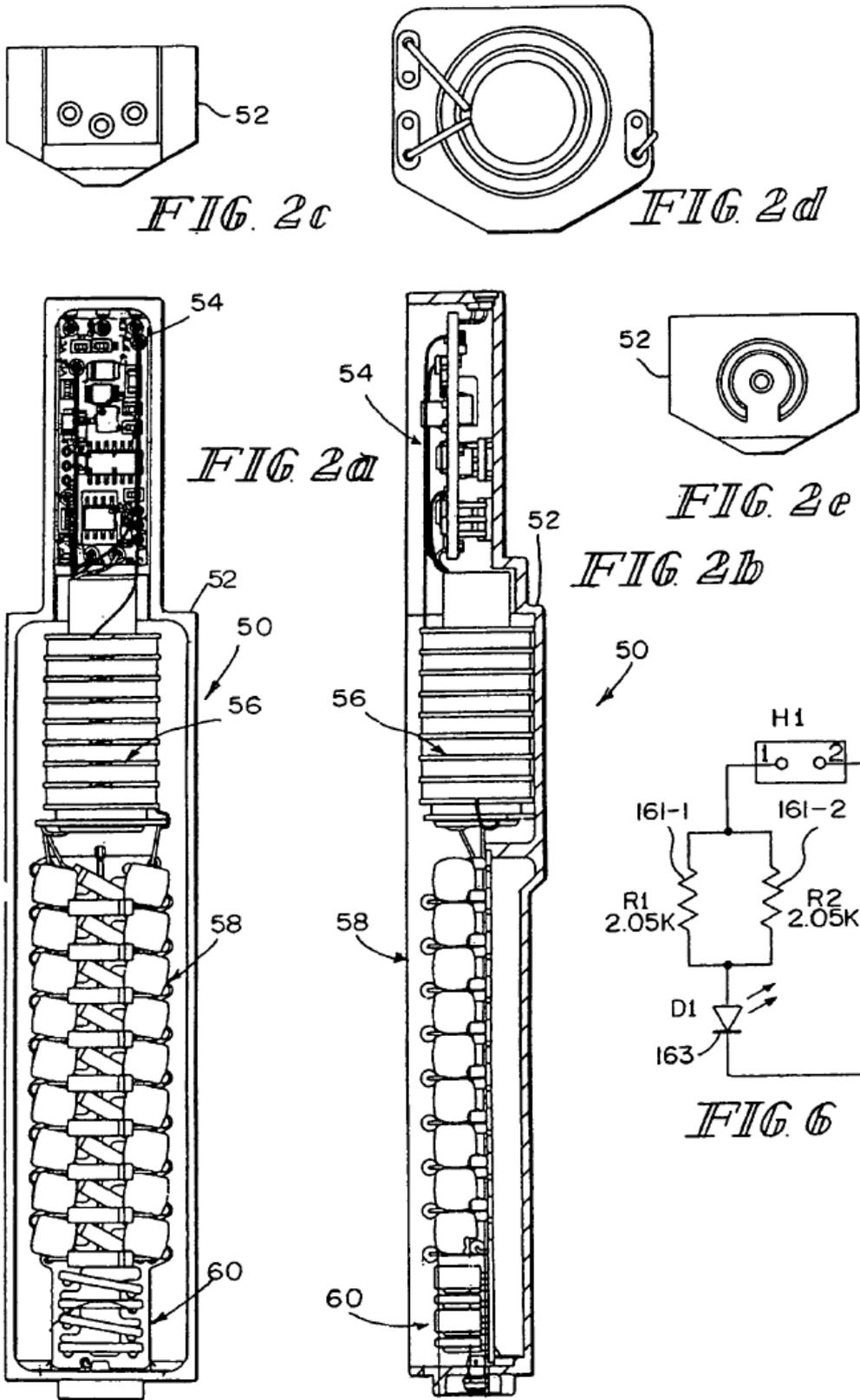


FIG. 1d



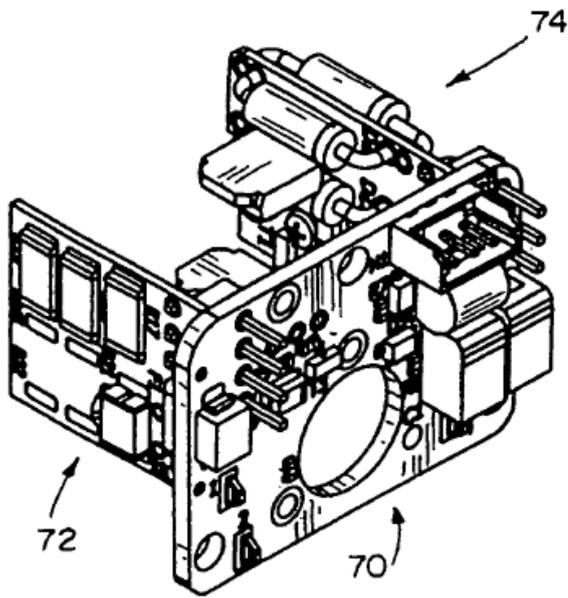


FIG. 3a

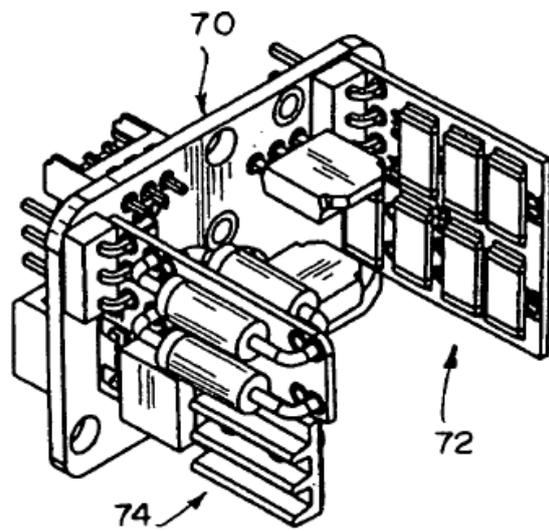


FIG. 3b

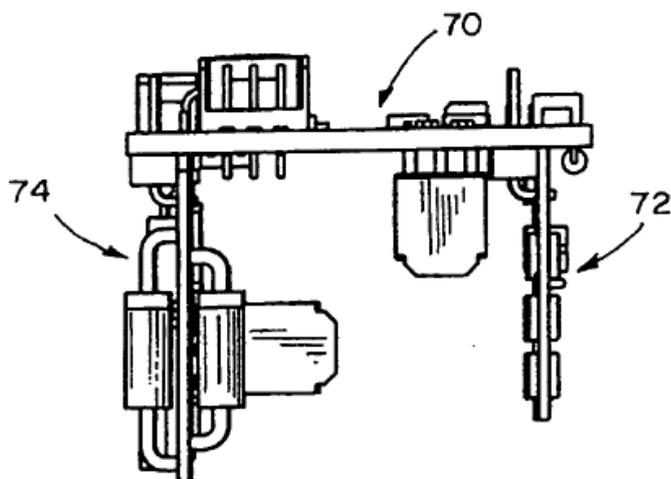


FIG. 3c

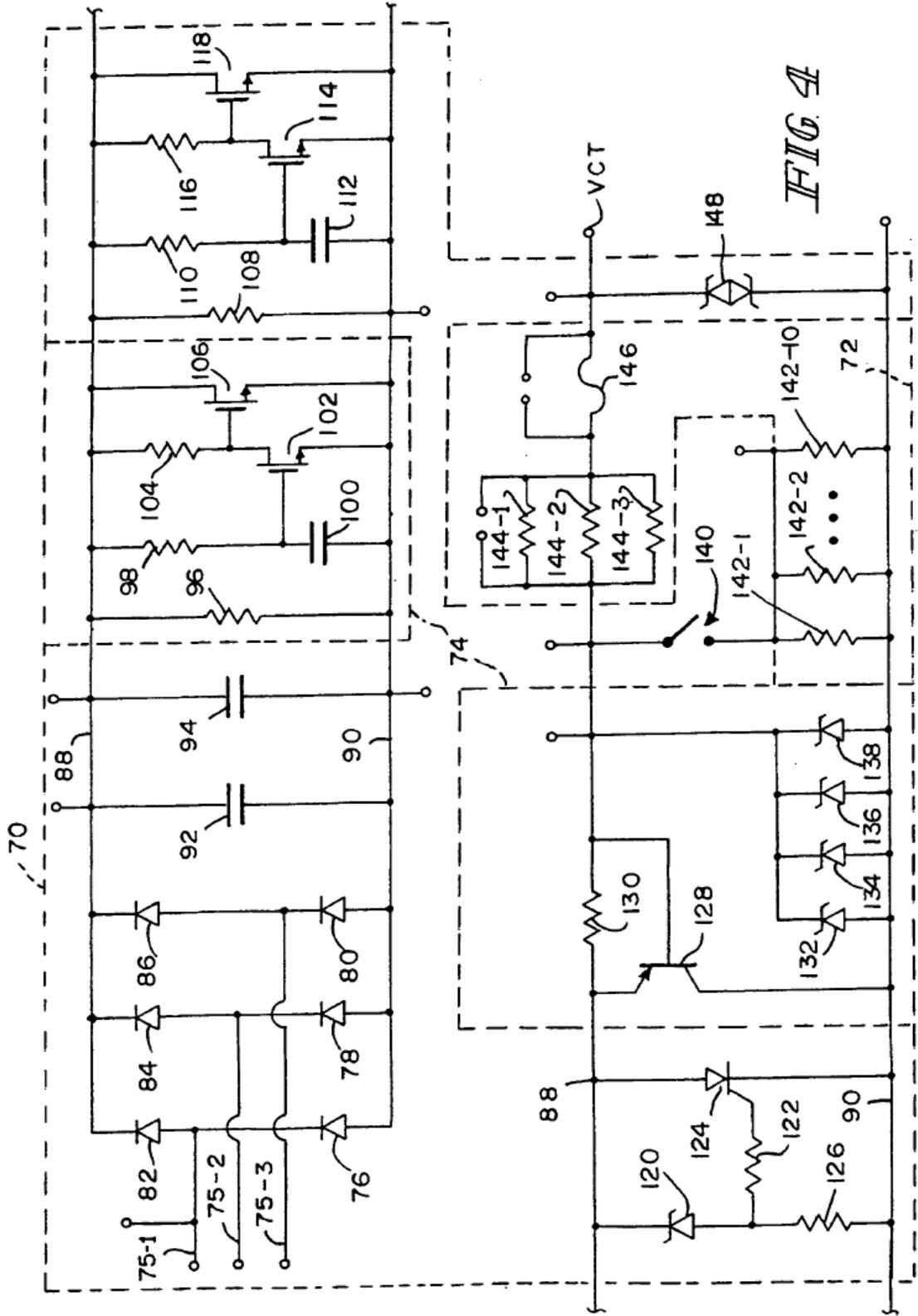


FIG. 4

