

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 834 471**

51 Int. Cl.:

**H02M 1/32** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **08.10.2014 PCT/IB2014/065142**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.04.2015 WO15052660**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.10.2014 E 14802148 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.09.2020 EP 3055924**

54 Título: **Dispositivo de protección frente a la corriente transitoria para sistemas de conversión de energía eléctrica conectados a la red eléctrica**

30 Prioridad:

**10.10.2013 IT FI20130236**

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

**17.06.2021**

73 Titular/es:

**MARICI HOLDINGS THE NETHERLANDS B.V.  
(100.0%)**

**George Hintzenweg 81  
3068AX Rotterdam, NL**

72 Inventor/es:

**MACERINI, SAURO y  
MANCHIA, GIOVANNI**

74 Agente/Representante:

**RUO, Alessandro**

**ES 2 834 471 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

Dispositivo de protección frente a la corriente transitoria para sistemas de conversión de energía eléctrica conectados a la red eléctrica

**Campo de la invención**

5 [0001] La presente invención se refiere a sistemas de conversión de energía eléctrica, en particular, aunque no exclusivamente, la presente invención se refiere a sistemas de conversión de la energía eléctrica generada por sistemas de paneles fotovoltaicos y adaptados para conectarse directamente a la red eléctrica.

**Estado de la técnica**

10 [0002] Se conocen sistemas de conversión de energía eléctrica adaptados para producir energía eléctrica para su introducción directa en las redes eléctricas a partir de la energía eléctrica generada, por ejemplo, por una o varias fuentes renovables, como plantas fotovoltaicas y de generación de energía eólica.

15 [0003] Los sistemas de conversión de energía eléctrica anteriormente mencionados suelen comprender un aparato inversor (comúnmente conocido como inversor) adaptado para convertir tensión de entrada de CC (corriente continua) en una tensión de salida de CA (corriente alterna) que presenta las características de amplitud y frecuencia requeridas por la red eléctrica. Estos aparatos inversores están adaptados para conectarse directamente a la red eléctrica con el fin de suministrar la energía eléctrica requerida por los diversos dispositivos, como, por ejemplo, los electrodomésticos presentes en un hogar, o para transferir la energía generada a la red eléctrica.

[0004] Los sistemas de este tipo presentan problemas relacionados con posibles fenómenos transitorios, presentes en la red eléctrica, que pueden alterar momentáneamente las características de tensión de la red eléctrica.

20 [0005] De hecho, en un inversor convencional, conectado a la red eléctrica, que convierte la energía generada por una o varias fuentes fotovoltaicas, de generación de energía eólica, etc., las corrientes transitorias derivadas, por ejemplo, de una sobretensión en la red eléctrica, transitan libremente a través de los diodos de recirculación de forma antiparalela a los dispositivos de conmutación del inversor. Habitualmente, estos diodos de recirculación no son lo suficientemente robustos como para resistir las elevadas corrientes transitorias de circulación, que pueden alcanzar niveles de cientos o incluso miles de amperios de amplitud y, por lo tanto, son letales para los diodos de recirculación anteriormente mencionados.

[0006] Asimismo, es posible que los propios dispositivos de conmutación tengan que conmutar estas corrientes transitorias con un consiguiente estrés elevado, que muchas veces da como resultado la destrucción de los dispositivos afectados por el transitorio descrito.

30 [0007] Las figuras 1 y 2 adjuntas muestran un ejemplo de la situación descrita.

[0008] Las figuras 1 y 2 muestran inversores del tipo de una etapa y del tipo de dos etapas para la conexión directa a la red eléctrica. En general, los inversores de dos etapas pueden estar provistos de uno o más canales de entrada independientes. Cuando se produce una sobretensión transitoria 11 en la red eléctrica 10, una corriente transitoria 12 con una frecuencia mucho mayor que la de la red eléctrica cruza libremente los diodos de recirculación 13 del inversor y el condensador de filtro en la tensión de CC desde los conjuntos fotovoltaicos. Esta corriente fluye en un circuito con una impedancia normalmente muy baja, e incluso puede alcanzar valores máximos de miles de amperios.

35 [0009] Es evidente que esta corriente es muy peligrosa para los dispositivos semiconductores presentes en el inversor, particularmente los conmutadores y diodos de recirculación.

[0010] En el documento de patente DE4135680 se da a conocer un convertidor de c.a. trifásico para motores eléctricos provisto de una red de puentes compuesta por diodos y tiristores, con conductores trifásicos conectados a dispositivos de inductancia. La entrada al puente se proporciona mediante un circuito rectificador de c.c. intermedio.

[0011] El documento de patente WO02/23705 se refiere a una configuración de circuito de filtro para un circuito convertidor monofásico o trifásico para limitar la pendiente de la tensión de conmutación del circuito convertidor al cambiar el potencial.

45 [0012] Por consiguiente, el objeto de la presente invención es introducir un dispositivo adaptado para solucionar el problema técnico anteriormente descrito y, en consecuencia, permitir que los dispositivos semiconductores del inversor y, por lo tanto, el propio inversor, sobrevivan a los fenómenos transitorios presentes en la red eléctrica.

50 [0013] Otras características y ventajas de la presente invención se pondrán de manifiesto en la siguiente descripción de una forma de realización no limitativa con referencia a las figuras en los dibujos adjuntos, que son esquemáticas y muestran bloques funcionales que están adaptados para realizarse en la práctica de acuerdo con distintas soluciones de circuitería. De forma detallada:

la Fig. 1 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa afectado por el fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

la Fig. 2 muestra el circuito esquemático de un inversor de dos etapas afectado por el fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

la Fig. 3 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa que comprende una primera forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

5 la Fig. 4 muestra el circuito esquemático de un inversor de dos etapas que comprende una primera forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

10 la Fig. 5 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa que comprende una primera forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, que comprende filtros de reducción de corriente de Foucault en modo común, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

la Fig. 6 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa que comprende una segunda forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

15 la Fig. 7 muestra el circuito esquemático de un inversor de dos etapas que comprende una segunda forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

20 la Fig. 8 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa que comprende una segunda forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, que comprende filtros de reducción de corriente de Foucault en modo común, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

la Fig. 9 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa que comprende una tercera forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

25 la Fig. 10 muestra el circuito esquemático de un inversor de dos etapas que comprende una tercera forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria;

30 la Fig. 11 muestra el circuito esquemático de un inversor de una etapa que comprende una tercera forma de realización preferida del dispositivo según la presente invención, que comprende filtros de reducción de corriente de Foucault en modo común, afectado por un fenómeno transitorio presente en la red eléctrica y la ruta de la consiguiente corriente transitoria.

### Sumario de la invención

[0014] La presente invención se refiere a un dispositivo de protección frente a la corriente transitoria para sistemas de conversión de energía eléctrica conectados a la red eléctrica, comprendiendo un puente de diodos conectado entre la red eléctrica y la sección de potencia de dicho inversor, antes de los principales inductores de filtrado.

### 35 Descripción detallada de la invención

[0015] El principal objeto de la presente invención es introducir un dispositivo de protección adicional para aparatos inversores, particularmente para aparatos inversores que vayan a conectarse directamente a la red eléctrica, adaptados para disponerse entre la red eléctrica y la sección de potencia de dicho inversor, antes de los principales inductores de filtrado, para constituir una ruta alternativa para posibles corrientes transitorias, las cuales, por lo tanto, ya no pueden cruzar los diodos de recirculación de los dispositivos de conmutación o los dispositivos de conmutación.

[0016] Otro objeto de la presente invención es introducir un nuevo aparato inversor, concretamente un aparato inversor para conectarse directamente a la red eléctrica provisto de dicho dispositivo adicional.

45 [0017] Una forma de realización preferida del dispositivo 15 objeto de la presente invención comprende un puente de diodos, o puente de Graetz, conectado entre la sección de potencia de dicho inversor y la red eléctrica 10, después del filtro de salida 23, que suele comprender al menos dos inductores de filtrado 16, 17. El cátodo 18 está acoplado al terminal positivo de la entrada de tensión de CC del inversor, después del condensador de filtro, ya sea mediante conexión eléctrica directa o mediante otro elemento intermedio; el ánodo 19 del terminal negativo de la entrada de tensión de CC del inversor, después del condensador de filtro y los dos terminales intermedios 20, 21 eléctricamente conectados a los terminales de salida del inversor, es decir, a los dos terminales de la red eléctrica.

50 [0018] Las figuras 3 y 4 adjuntas muestran dos ejemplos de aplicación de una primera forma de realización preferida del dispositivo 15 de acuerdo con el inversor de la presente invención en los casos de inversor para la conexión directa a la red eléctrica del tipo de una etapa y de dos etapas.

55 [0019] Cuando se produce una sobretensión transitoria 11 en la red eléctrica 10, una corriente transitoria 12 con una frecuencia mucho mayor que la de la red fluye desde la red eléctrica al inversor, pero es «interceptada» por los diodos del puente de Graetz, que actúan como derivación con respecto a los diodos de recirculación 13 del inversor, y que hacen que dicho flujo de corriente circule a través del condensador de filtro dispuesto en la tensión de CC procedente, por ejemplo, de los conjuntos fotovoltaicos 14.

[0020] Por lo tanto, la introducción de los circuitos de puente de diodos según la presente invención, entre la red eléctrica y la potencia de etapa del inversor, antes de los principales inductores de filtrado, constituye una ruta alternativa para las corrientes transitorias, que ya no cruzarán los diodos de recirculación de los dispositivos de conmutación, lo que los protege.

5 [0021] Se pueden seleccionar componentes con características específicas de resistencia a transitorios de corriente para realizar el dispositivo 15 según la presente invención, independientemente de las necesidades de velocidad de conmutación, que, en cambio, son de importancia primordial en la elección de los dispositivos de conmutación semiconductores utilizados en la etapa de potencia del inversor.

10 [0022] El dispositivo 15 según la presente invención puede realizarse ventajosamente utilizando módulos comunes de puente rectificador económicos y de tamaño adecuado en relación con las corrientes transitorias.

[0023] Con referencia a la figura 5 adjunta, dicha primera forma de realización preferida del dispositivo 15 según la presente invención puede comprender al menos un filtro de bloqueo de corriente de Foucault en modo común 22 realizado mediante un par de inductores mutuamente acoplados.

15 [0024] Dicho filtro 22 se compone preferiblemente de un núcleo ferromagnético en el que se enrollan dos conductores eléctricos. El núcleo ferromagnético debe presentar un alto valor de permeabilidad, que debe permanecer lo más constante posible en el intervalo de frecuencia correspondiente, por ejemplo, en el intervalo 150 kHz - 30 MHz. Dicho alto valor de permeabilidad permite obtener un coeficiente de inducción mutua M que es lo más similar posible al valor de inductancia L.

20 [0025] Dicho filtro 22 puede estar conectado eléctricamente antes de dicho puente de diodos, después de dicho puente de diodos, o incluso tanto antes como después de dicho puente de diodos. Por ejemplo, cuando está conectado antes de dicho puente de diodos, dicho filtro se compone de un núcleo ferromagnético apropiado en el que se enrollan dos conductores eléctricos: un primer conductor, que conecta el terminal positivo a la entrada de tensión de CC del inversor, después del condensador de filtro, al cátodo 18 de dicho puente de diodos, un segundo conductor que conecta eléctricamente el ánodo 19 de dicho puente de diodos al terminal negativo de la entrada de tensión de CC del inversor, después del condensador de filtro.

[0026] Por ejemplo, cuando está conectado después de dicho puente de diodos, dicho filtro 22 se compone de un núcleo ferromagnético apropiado en el que se enrollan dos conductores eléctricos que conectan los dos terminales intermedios 20, 21 de dicho puente de diodos a los terminales de salida del inversor.

30 [0027] Las figuras 6, 7 y 8 adjuntas muestran dos ejemplos de aplicación de una segunda forma de realización preferida del dispositivo 15 de acuerdo con el inversor de la presente invención en los casos de inversor para la conexión directa a la red eléctrica del tipo de una etapa y de dos etapas.

35 [0028] Esta segunda forma de realización preferida se aplica en los casos en los que el tipo concreto de modulación por ancho de impulsos (PWM) de los conmutadores del inversor (por ejemplo, modulaciones en las que los conmutadores superiores del inversor siguen siendo conductores durante un semiperíodo completo) puede provocar la conducción no deseada de dicho puente de diodos durante el funcionamiento normal. Esta condición no deseada de los diodos de dicho puente de diodos puede producir una distorsión de la corriente de salida del inversor, también porque la corriente que atraviesa los diodos de dicho puente de diodos no está implicada en el circuito de control que regula el funcionamiento del inversor.

40 [0029] Para solucionar el inconveniente mencionado, dicha segunda forma de realización preferida de la presente invención utiliza un supresor de tensión transitoria 60 (también indicado con el acrónimo TVS) conectado con el cátodo al cátodo 18 de dicho puente de diodos y con el ánodo al terminal positivo de la entrada de tensión de CC del inversor, después del condensador de filtro.

45 [0030] Dicho TVS 60 actúa para introducir una especie de umbral de activación para dicho puente de diodos, evitando la polarización a modo de conducción de los diodos de dicho puente de diodos en ausencia de sobretensiones transitorias en la tensión de la red eléctrica.

[0031] El valor elegido de la tensión de ruptura de dicho TVS 60 debe ser lo suficientemente bajo como para evitar completamente la inhibición del funcionamiento de dicho puente de diodos en presencia de fenómenos transitorios en la red eléctrica. Una tensión de ruptura de dicho TVS 60, ya sea inferior o igual a 10 V, es suficiente para garantizar el correcto funcionamiento del sistema en la mayoría de aplicaciones.

50 [0032] Por último, las figuras 9, 10 y 11 adjuntas muestran dos ejemplos de aplicación de una tercera forma de realización preferida del dispositivo 15 de acuerdo con el inversor de la presente invención en los casos de inversor para la conexión directa a la red eléctrica del tipo de una etapa y de dos etapas.

55 [0033] Esta tercera forma de realización preferida de la presente invención utiliza una serie de diodos 80 conectados con el ánodo al cátodo 18 de dicho puente de diodos y con el cátodo al terminal positivo de la entrada de tensión de CC del inversor, después del condensador de filtro, en lugar de dicho TVS 60. La serie de diodos 80 funciona de manera similar al TVS 60 descrito arriba, introduciendo una especie de umbral de activación para dicho puente de diodos, evitando así la polarización de los diodos de dicho puente de diodos a modo de conducción en ausencia de sobretensiones transitorias en la tensión de la red eléctrica.

5 **[0034]** También en esta tercera forma de realización preferida de la presente invención, el valor elegido de la tensión de ruptura de dicha serie de diodos 80 debe ser lo suficientemente bajo como para inhibir completamente el funcionamiento de dicho puente de diodos en presencia de fenómenos transitorios en la red eléctrica. Una tensión de ruptura de dicho puente de diodos 80, ya sea inferior o igual a 10 V, es suficiente para garantizar el correcto funcionamiento del sistema en la mayoría de aplicaciones.

**[0035]** La presente invención no se aplica únicamente a inversores monofásicos, como los que se muestran en las figuras adjuntas en aras de la simplicidad, sino que también se aplica indistintamente a sistemas trifásicos y, más generalmente, a sistemas de múltiples fases, simplemente mediante el uso de puentes de diodos que comprenden un número adecuado de ramas equivalente al número de líneas que se quieren proteger.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato inversor conectado a la red CC/CA a base de puente completo comprendiendo:
- terminales de entrada de CC positivo y negativo;
  - terminales de salida de CA que son los puntos comunes de los dos conmutadores conectados en serie del puente completo;
  - un dispositivo de filtro que presenta terminales de entrada de filtro conectados a dichos dos terminales de salida de CA y terminales de salida de filtro para su conexión a los terminales de conexión de una red eléctrica;
  - un dispositivo de protección a base de puente completo de diodos (15), estando los terminales de entrada (20, 21) de dicho dispositivo de protección (15) eléctricamente conectados a los terminales de conexión a la red; **caracterizado por que** un primer terminal de salida (18) de dicho dispositivo de protección está conectado a dicho terminal de entrada de CC positivo a través de medios supresores de tensión transitoria unidireccional y un segundo terminal de salida (19) de dicho dispositivo de protección está conectado a dicho terminal de entrada de CC negativo.
2. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos medios supresores de tensión transitoria unidireccional comprenden un supresor de tensión transitoria (60) que tiene el cátodo conectado al primer terminal de salida de dicho dispositivo de protección y el ánodo conectado al terminal de entrada de CC positivo.
3. Aparato según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dichos medios supresores de tensión transitoria unidireccional comprenden una serie de diodos (80) que tienen el ánodo del primer diodo de la serie conectado al primer terminal de salida de dicho dispositivo de protección y el cátodo del último diodo de la serie conectado al terminal de entrada de CC positivo.
4. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 2 y 3, **caracterizado por que** las tensiones de ruptura de dicho supresor de tensión transitoria (60) y de dicha serie de diodos (80) son menores o iguales a 10 V.
5. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado por que** comprende al menos un filtro de bloqueo de corriente de Foucault en modo común (22) asociado a los terminales de salida de dicho dispositivo de protección.
6. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado por que** comprende al menos un filtro de bloqueo de corriente de Foucault en modo común (22) asociado a los terminales de entrada de dicho dispositivo de protección.
7. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 5 y 6, **caracterizado por que** dicho al menos un filtro de bloqueo de corriente de Foucault en modo común (22) comprende un par de inductores mutuamente acoplados.
8. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 5 a 7, **caracterizado por que** dicho filtro (22) comprende conductores eléctricos enrollados en un núcleo ferromagnético.
9. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado por que** dicho dispositivo de protección a base de puente completo de diodos comprende un número de ramas equivalente al número de fases de dicho inversor CC/CA.
10. Aparato según una o varias de las reivindicaciones 5 a 9, **caracterizado por que** dicho al menos un filtro de bloqueo de corriente de Foucault en modo común (22) comprende una pluralidad de inductores mutuamente acoplados iguales en número a las fases de dicho aparato inversor.
11. Sistema de producción de energía eléctrica de CA a partir de fuentes de energía eléctrica de CC comprendiendo paneles fotovoltaicos, **caracterizado por que** comprende al menos un inversor CC/CA según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10.
12. Sistema de producción de energía eléctrica de CA a partir de fuentes de energía eléctrica de CC comprendiendo aerogeneradores, **caracterizado por que** comprende al menos un inversor CC/CA según una o varias de las reivindicaciones 1 a 10.

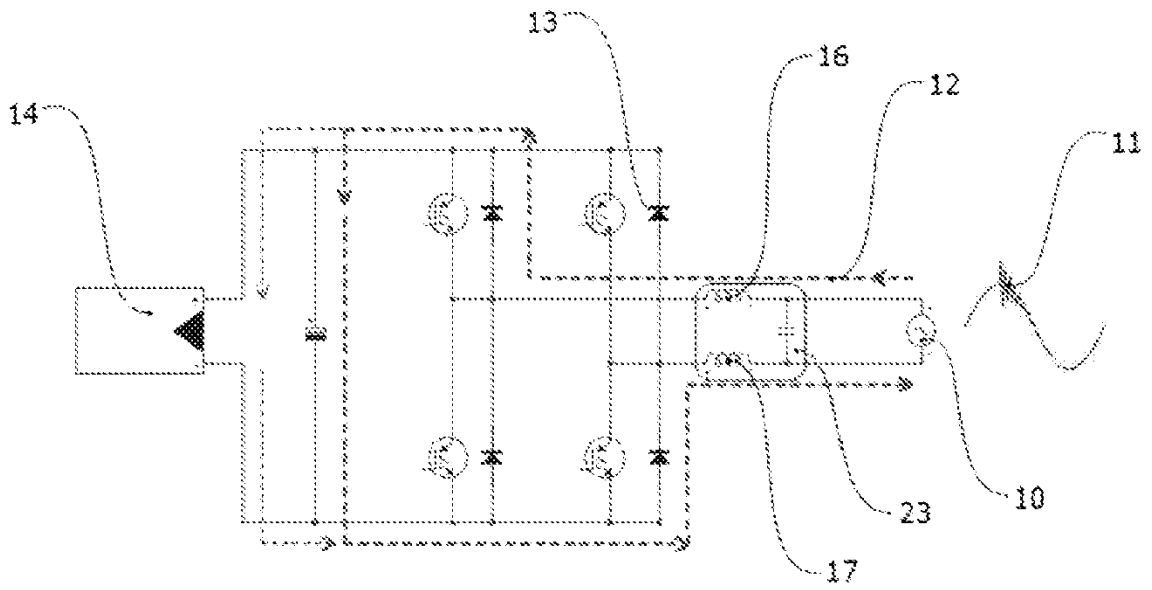


Fig. 1

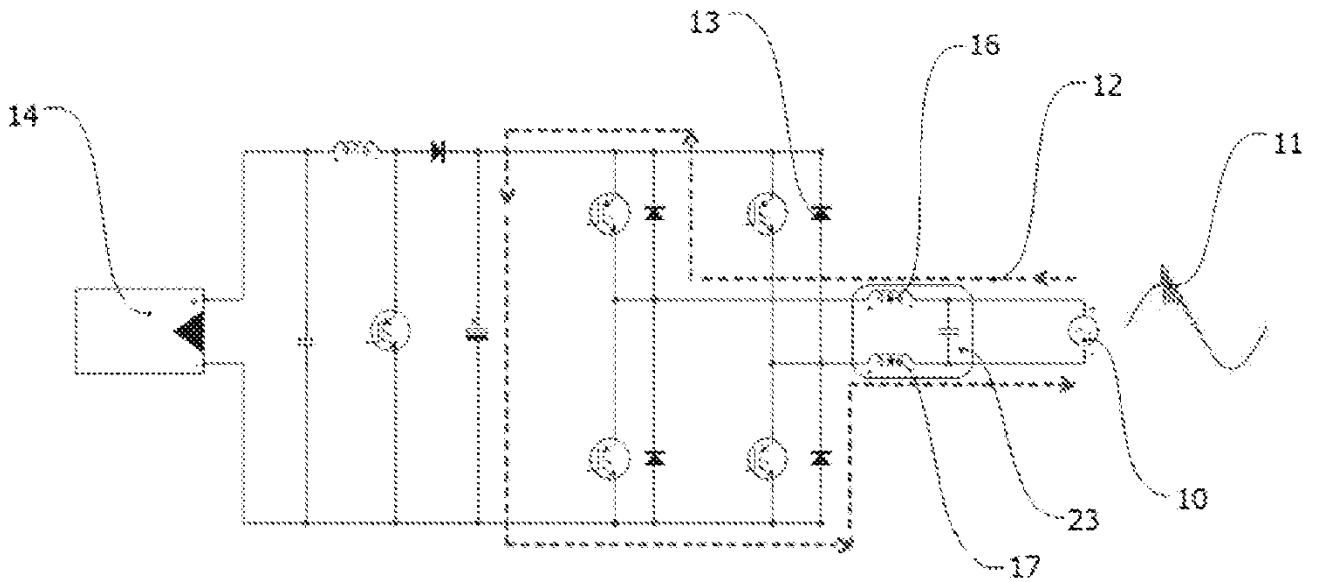


Fig. 2

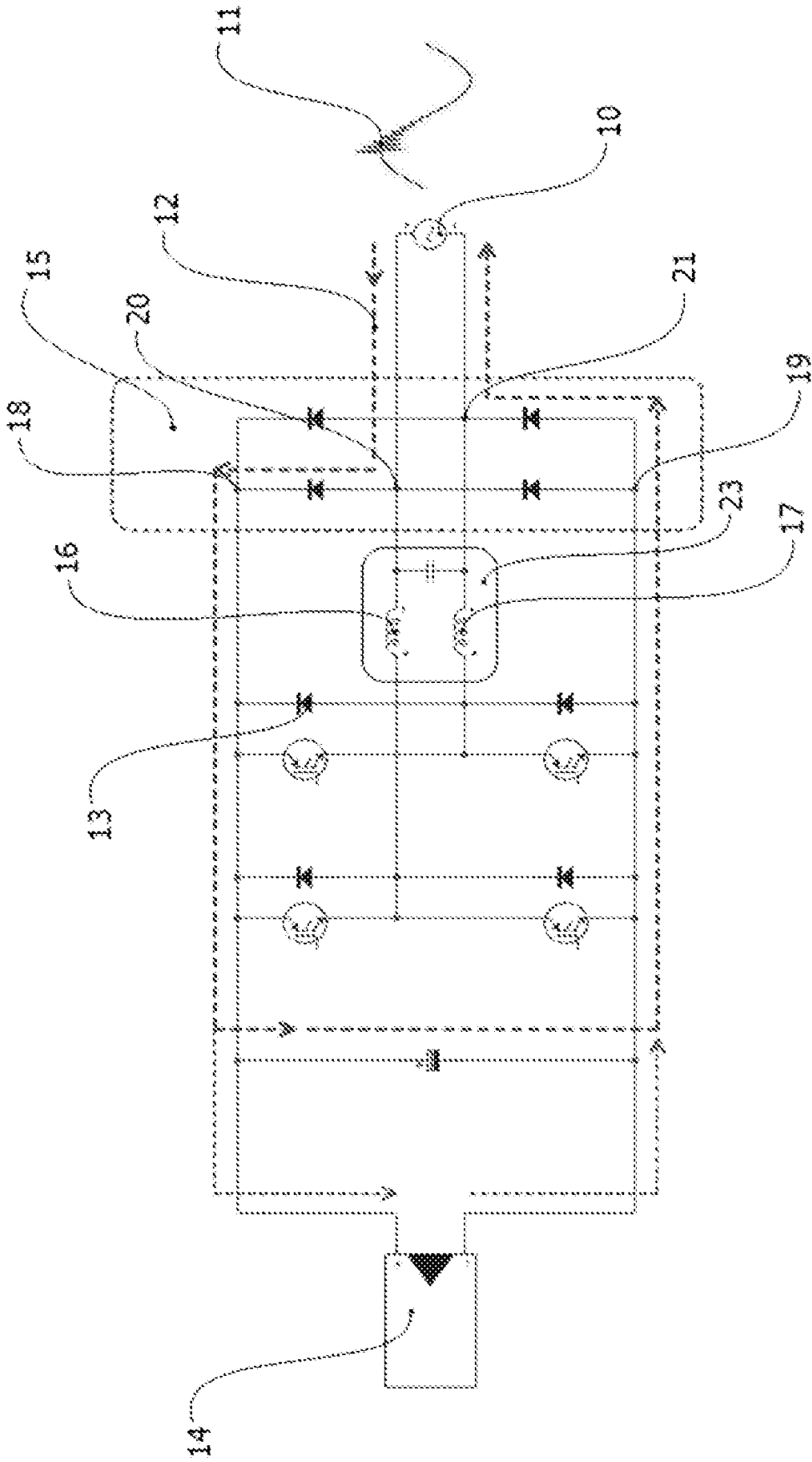


Fig. 3

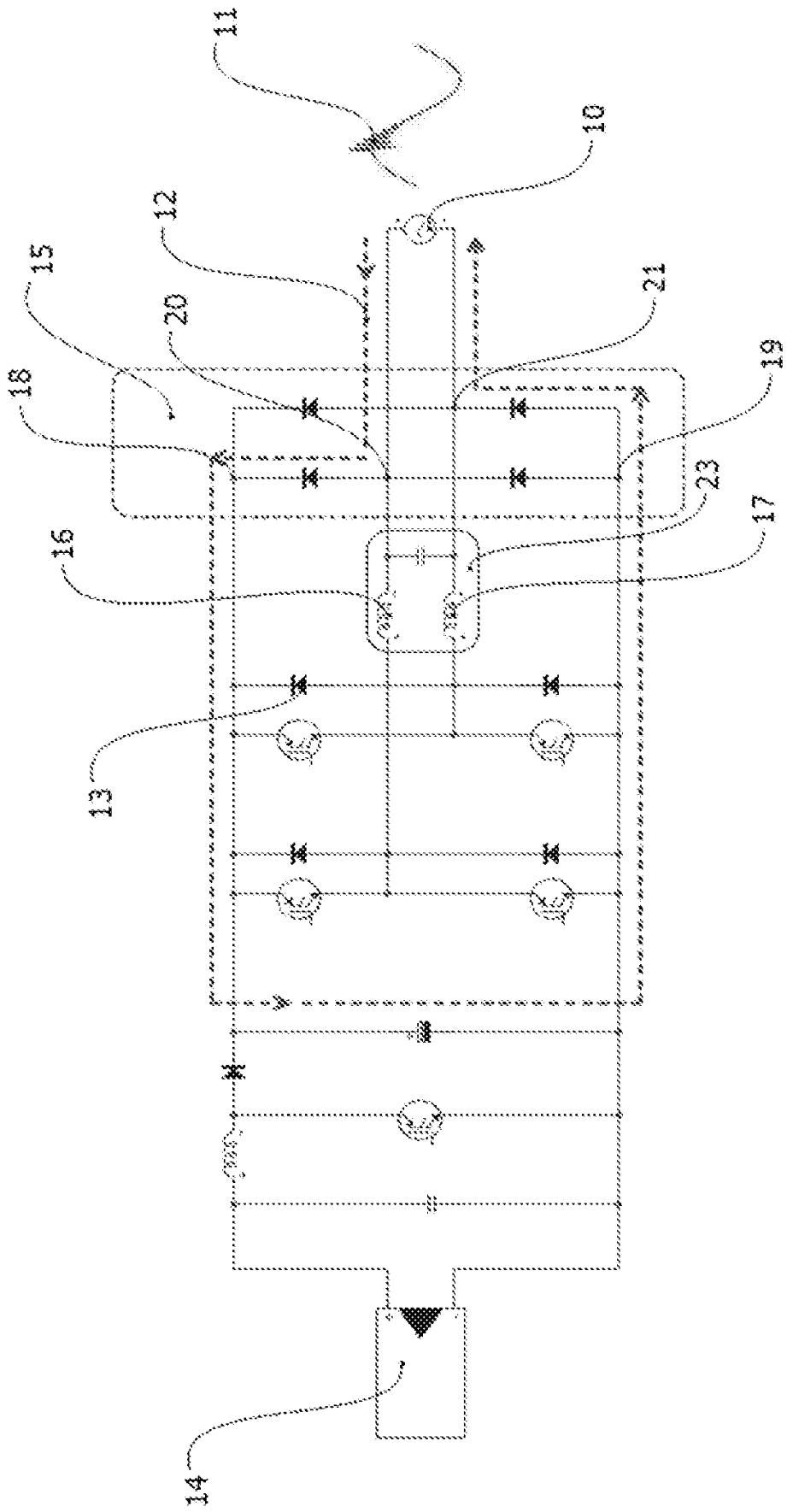


Fig. 4

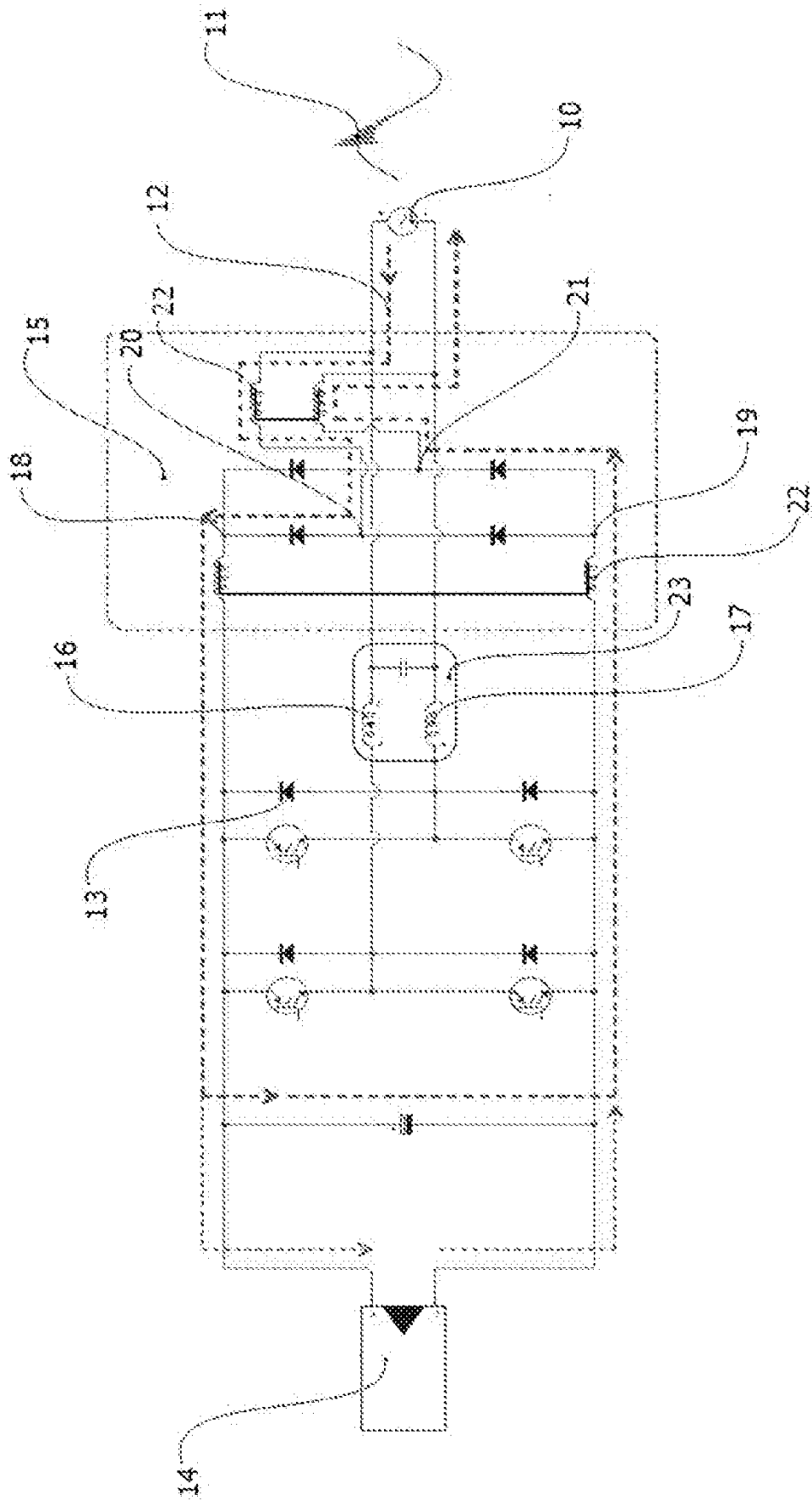


Fig. 5

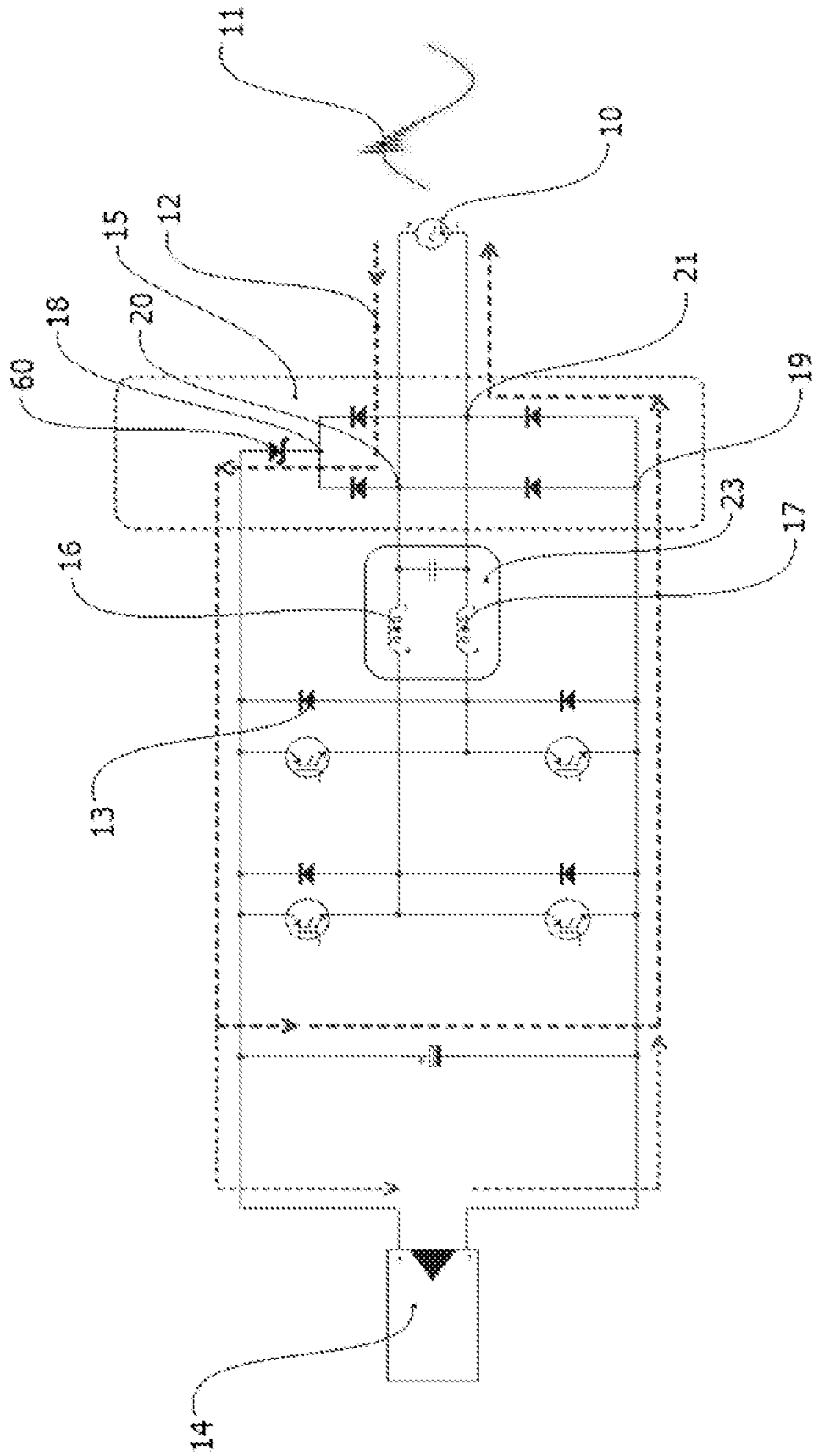


Fig. 6

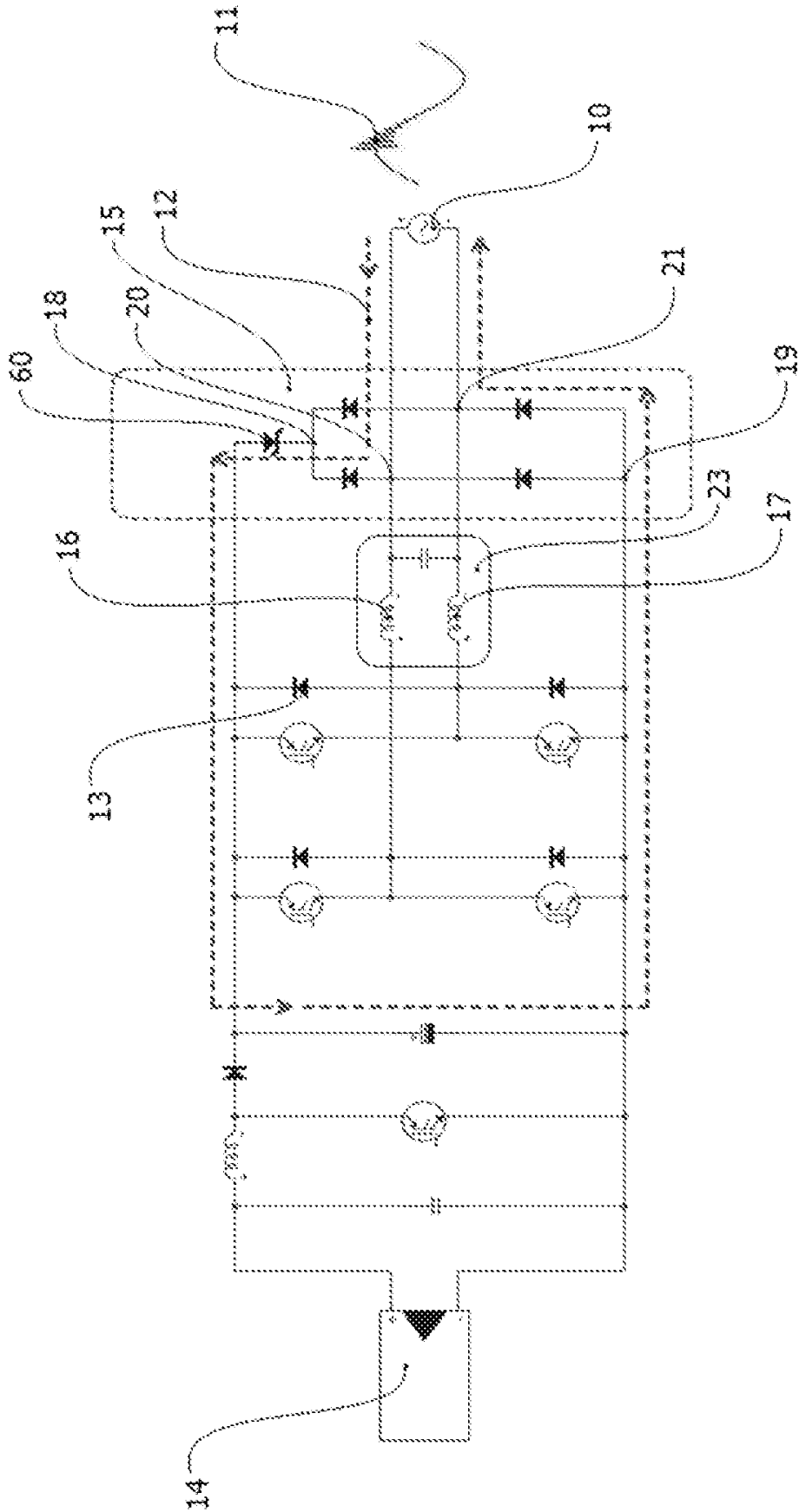


FIG. 7

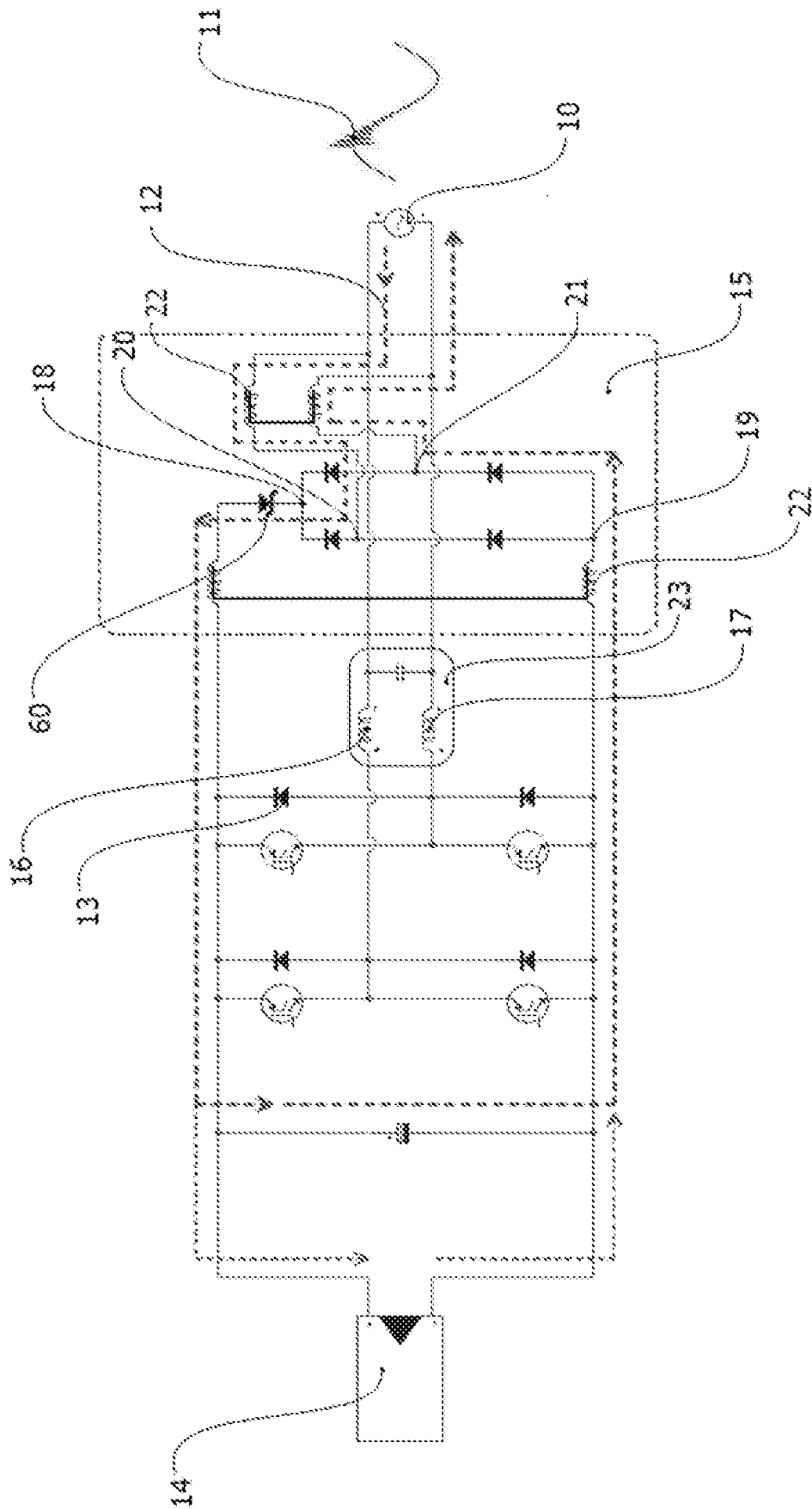


Fig. 8

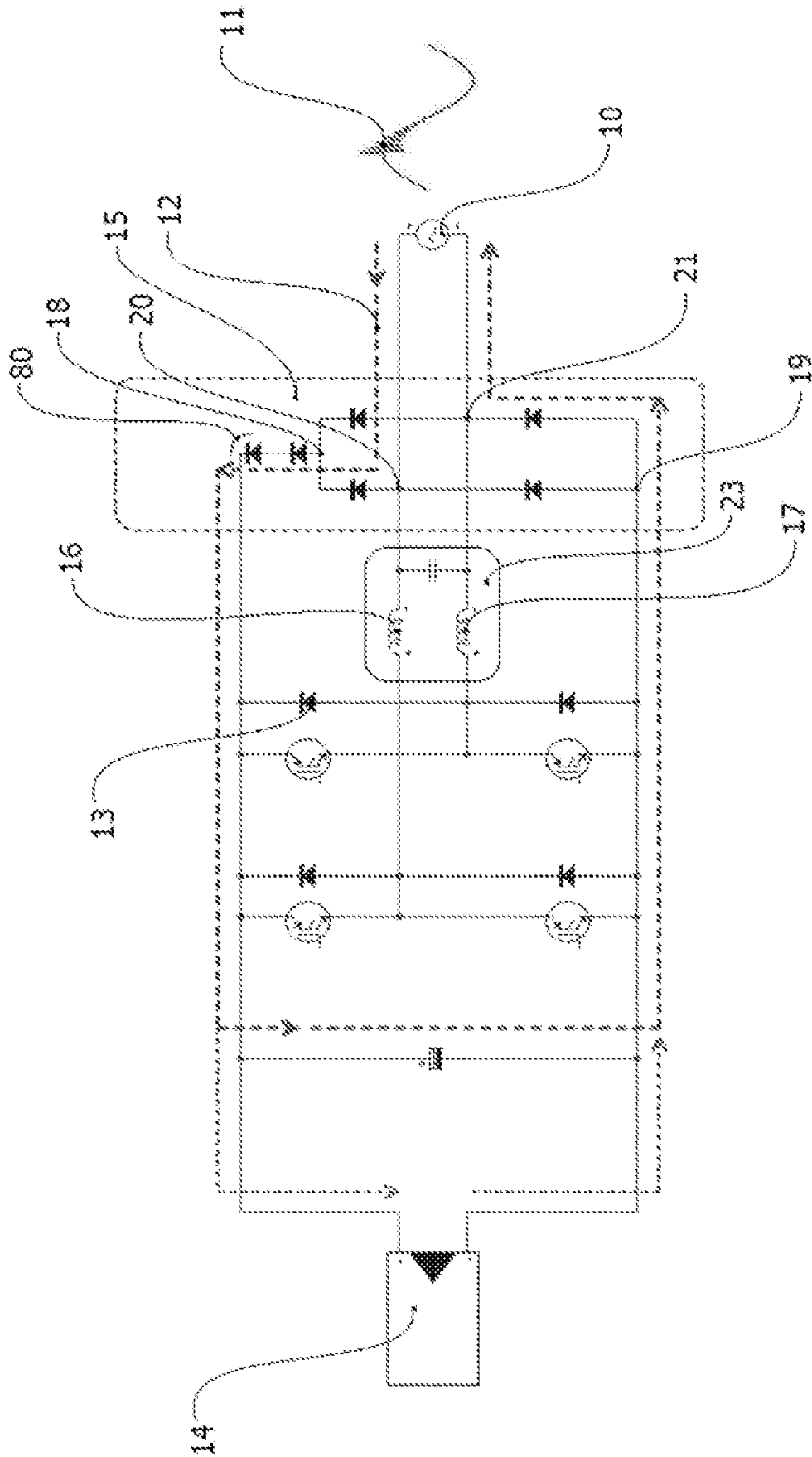


Fig. 9

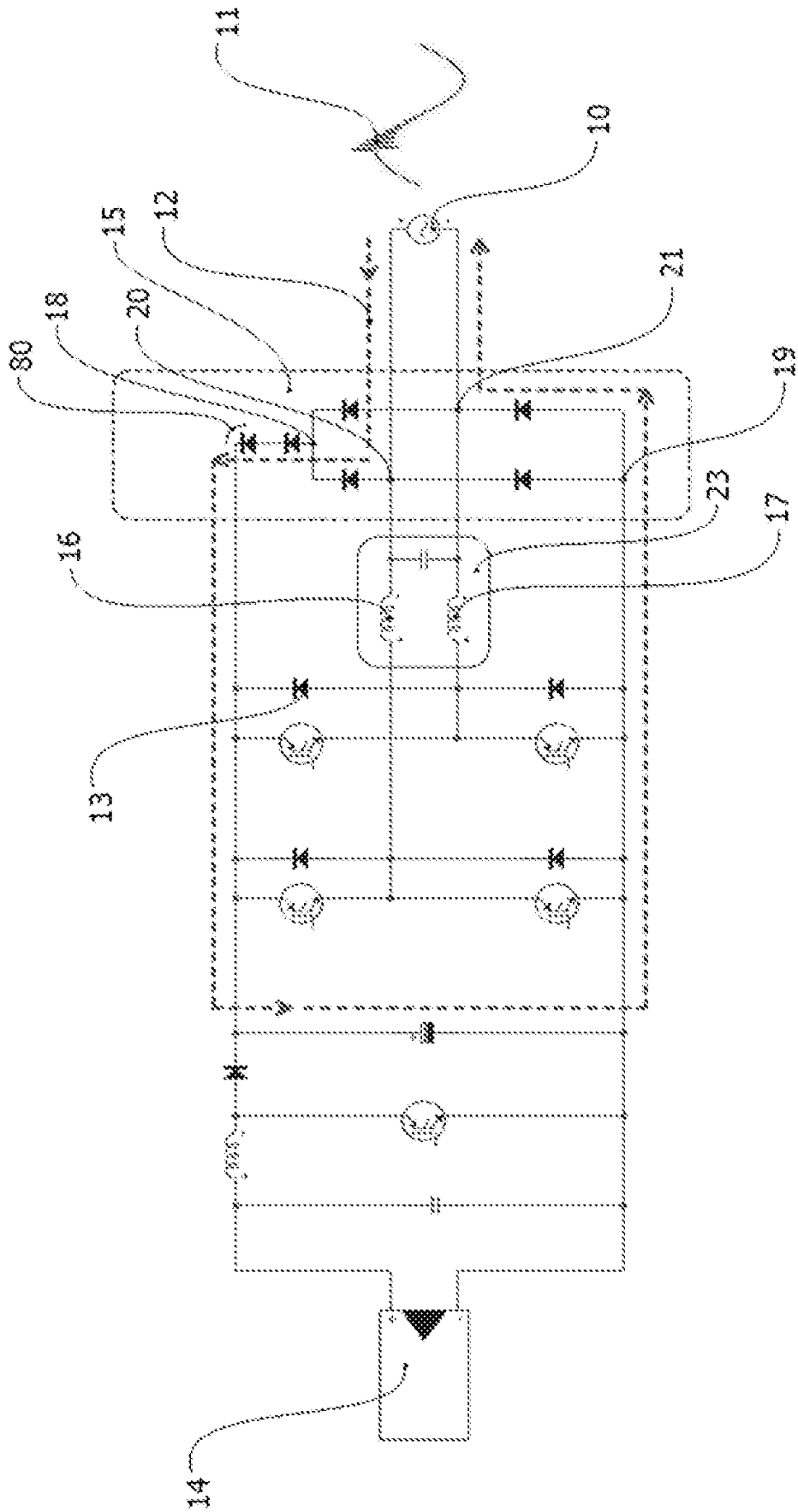


Fig. 10

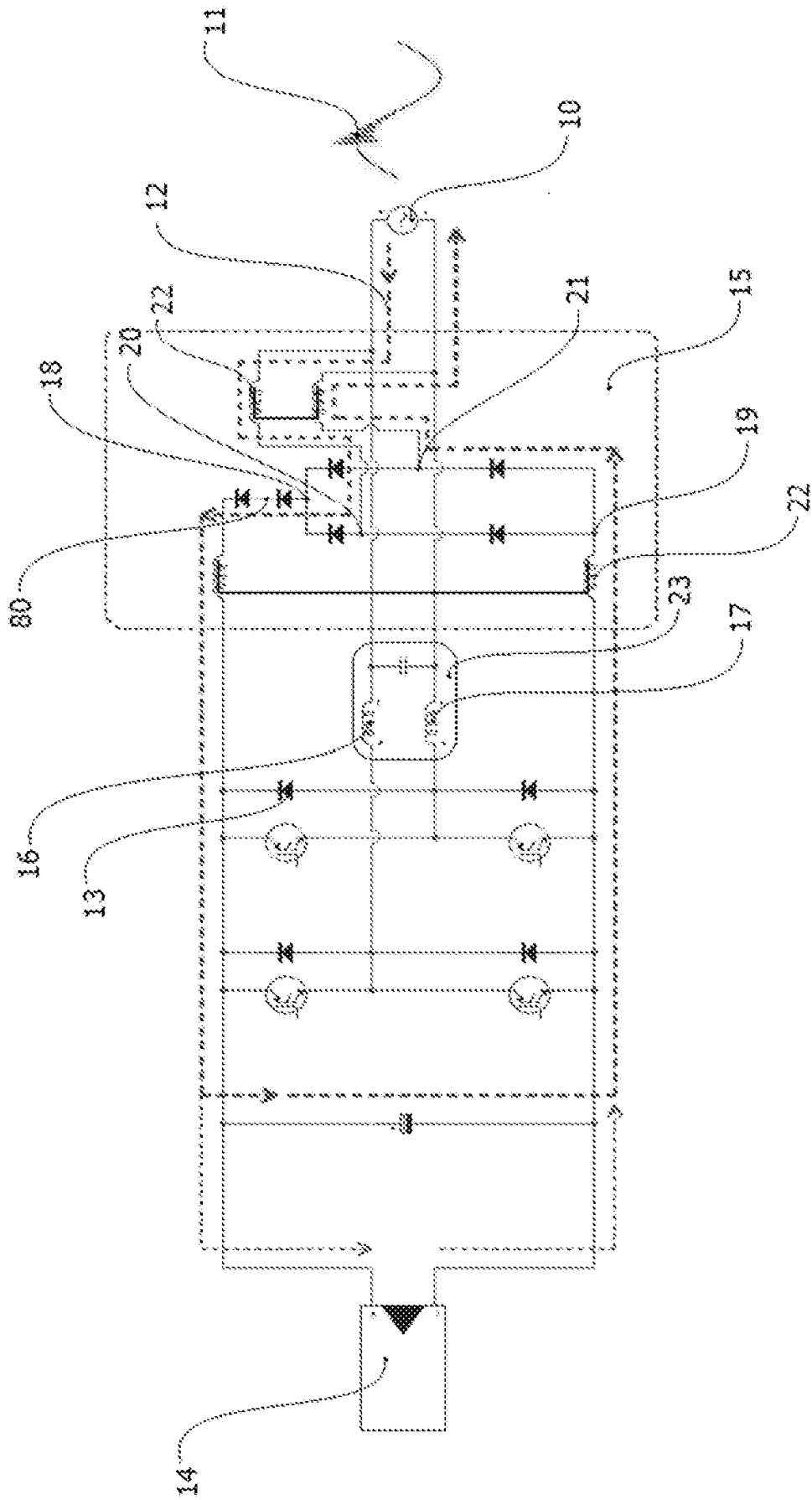


Fig. 11