



República Federativa do Brasil
Ministério da Economia
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0904267-9 B1



(22) Data do Depósito: 30/10/2009

(45) Data de Concessão: 09/04/2019

(54) Título: CONVERSOR DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO PIEZELÉTRICO

(51) Int.Cl.: H02M 7/00; H04R 17/00.

(30) Prioridade Unionista: 22/05/2009 TW 098117075.

(73) Titular(es): MIDAS WEI TRADING CO., LTD.; CHAMPION ELITE COMPANY LIMITED.

(72) Inventor(es): TAO-CHIN WEI.

(57) Resumo: CONVERSOR DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO PIEZELÉTRICO. Trata-se de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico em que um elemento piezelétrico é usado para substituir um capacitor convencional devido à sua característica de ressonância mecânica; o referido elemento piezelétrico é capaz de conter maior capacitância do que o referido capacitor convencional, além de sua resistência parasita ser menor do que a de um capacitor comum. Por meio da ressonância entre um elemento indutivo adicionado externamente, um capacitor piezelétrico e a referida ressonância do referido elemento piezelétrico em si, o referido elemento piezelétrico é capaz de transmitir energia elétrica com eficácia, atingido assim uma grande energia de saída. Sendo assim, o referido capacitor piezelétrico é capaz de solucionar as desvantagens dos referidos capacitores convencionais, que possuem baixa resistência à tensão elétrica, grande corrente de vazamento e pouca energia de saída.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção
para “**CONVERSOR DE FONTE DE ALIMENTAÇÃO
PIEZELÉTRICO**”.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Campo da Invenção

A presente invenção refere-se a um conversor de fonte de alimentação piezelétrico e, especialmente, a um conversor de fonte de alimentação capaz de aumentar sua energia de saída por meio de elementos piezelétricos.

DESCRIÇÃO DA TÉCNICA ANTERIOR

Hoje em dia, mais e mais dispositivos eletrônicos portáteis são capazes de oferecer várias funções avançadas, como, por exemplo, telas coloridas, áudio estéreo, hiper-conexões (como GPRS, conexão sem fio e Bluetooth) e registro de fotos e vídeos. Ao contrário dos dispositivos eletrônicos portáteis existentes, em geral volumosos e inconvenientes, o que os consumidores desejam é que o design dos produtos não tenha somente tamanho compacto, perfil fino, peso leve e operação facilitada, mas a bateria também deve ser capaz de oferecer alimentação o suficiente para períodos de operação longos o bastante. Essa necessidade do consumidor colocou os engenheiros de projeto de circuitos em um dilema: eles devem ser capazes de oferecer muito mais energia ao sistema e mais conjuntos de tensão elétrica, contudo, o espaço ocupado pelo equipamento da fonte de alimentação e a bateria do dispositivo eletrônico portátil têm de ser reduzidos regularmente.

A fim de satisfazer todos esses requisitos técnicos, os engenheiros de projeto devem adotar fontes de alimentação de maior eficácia, contudo, no circuito de um conversor de fonte de alimentação comum, um capacitor comum é conectado a um indutor em série ou em paralelo para a realização do efeito de ressonância, porém, no caso em que a tensão elétrica de um sinal de entrada em um capacitor comum é grande demais, isso levaria a uma enorme corrente de vazamento, tornando a eficácia da transmissão de energia não muito satisfatória. Além disso, a resistência à tensão elétrica do capacitor comum não é suficiente, portanto, a falha na operação pode resultar na explosão do capacitor e, com isso, há o perigo de incêndio. Sendo assim, as funções e o desempenho dos conversores de fonte de alimentação convencionais não são muito satisfatórios e há grande margem para melhorias.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

Em vista aos problemas e desvantagens da técnica anterior, a presente invenção apresenta um conversor de fonte de alimentação piezelétrico com o intuito de superar os tais problemas.

O objetivo principal da presente invenção é o de oferecer um conversor de fonte de alimentação piezelétrico em que elementos piezelétricos de estrutura simples são utilizados em conjunto com um transformador comum a fim de oferecer energia de saída de várias linhas, atingindo assim o resultado de grande saída de energia.

Outro objetivo da presente invenção é o de oferecer um conversor de fonte de alimentação piezelétrico em que elementos piezelétricos de estrutura simples são utilizados para substituir os capacitores comuns. Visto que a corrente de vazamento de um elemento piezelétrico é pequena, sua resistência à tensão elétrica é alta, sem perigo de incêndio devido ao superaquecimento, e, portanto, sua confiabilidade também é alta; dessa forma, eles podem ser usados para resolver o problema de risco de incêndio dos conversores de fonte de energia convencionais devido à baixa resistência à tensão elétrica destes e ao superaquecimento causado pelos capacitores neles contidos. Além disso, devido ao tamanho compacto e ao perfil de embalagem fino, os elementos piezelétricos garantem uma vantagem excelente no mercado competitivo.

A fim de atingir o objetivo supramencionado, a presente invenção oferece um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado para converter corrente de CA em corrente de CC compreendendo: um transformador, pelo menos um primeiro elemento piezelétrico e pelo menos um segundo elemento piezelétrico. Em tal conversor, o transformador é munido de um lado primário e um lado secundário; uma extremidade do pelo menos um primeiro elemento piezelétrico é conectada ao lado primário, com sua outra extremidade sendo usada para receber uma tensão de pulso e transmiti-la para o lado primário. A saída do conversor de fonte de alimentação é munida de pelo menos um segundo elemento piezelétrico do lado secundário e é usada para

transmitir uma tensão de CC a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Ademais, a presente invenção oferece outro conversor de fonte de alimentação piezelétrico, este usado para converter uma corrente de CA em uma corrente de CA compreendendo: um transformador e pelo menos um primeiro elemento piezelétrico. Em tal conversor, o transformador é munido de um lado primário e um lado secundário; uma extremidade do pelo menos um primeiro elemento piezelétrico é conectada ao lado primário, com sua outra extremidade sendo usada para receber uma tensão de pulso e transmiti-la para o lado primário, e o lado secundário é usado para transmitir uma tensão de CA a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Outras áreas de aplicabilidade da presente invenção transparecerão na descrição detalhada apresentada a seguir. No entanto, deve-se compreender que, embora indiquem concretizações preferidas da presente invenção, a descrição detalhada e os exemplos específicos são dados a título meramente exemplificativo, visto que várias alterações e modificações incluídas na essência e no âmbito da presente invenção transparecerão aos versados na técnica pela leitura da descrição detalhada.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

Os desenhos relacionados com referência à descrição detalhada da presente invenção, que será apresentada mais adiante, são brevemente descritos a seguir, nos quais:

A Fig. 1 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a primeira concretização da presente invenção;

A Fig. 2(A) é o diagrama esquemático de um oscilador piezelétrico de acordo com a primeira concretização da presente invenção;

A Fig. 2(B) é o circuito equivalente de um oscilador piezelétrico de acordo com a primeira concretização da presente invenção;

A Fig. 2(C) é o circuito equivalente de um capacitor piezelétrico de acordo com uma concretização da presente invenção;

A Fig. 3 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a segunda concretização da presente invenção;

A Fig. 4 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a terceira concretização da presente invenção;

A Fig. 5 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada

de ponte completa de acordo com a quarta concretização da presente invenção;

A Fig. 6 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a quinta concretização da presente invenção;

A Fig. 7 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a sexta concretização da presente invenção;

A Fig. 8 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a sétima concretização da presente invenção;

A Fig. 9 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a oitava concretização da presente invenção;

A Fig. 10(A) é o circuito equivalente de um oscilador piezelétrico isolante de acordo com uma concretização da presente invenção;

A Fig. 10(B) é uma vista em seção cruzada de um oscilador piezelétrico isolante de acordo com uma concretização da presente invenção;

A Fig. 11 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada

de meia-ponte de acordo com a nona concretização da presente invenção;

A Fig. 12 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico de CA para CA em
5 meia-ponte de acordo com a décima concretização da presente invenção;

A Fig. 13 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima primeira
10 concretização da presente invenção;

A Fig. 14 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima segunda concretização da presente invenção;

15 A Fig. 15 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima terceira concretização da presente invenção;

A Fig. 16 é o diagrama esquemático de um
20 conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima quarta concretização da presente invenção;

A Fig. 17 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada
25 de ponte completa de acordo com a décima quinta concretização da presente invenção;

A Fig. 18 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a décima sexta concretização da presente invenção; e

A Fig. 19 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a décima sétima concretização da presente invenção;

DESCRIÇÃO DETALHADA DA CONCRETIZAÇÃO PREFERIDA

O propósito, a construção, as características, as funções e as vantagens da presente invenção serão apreendidos e compreendidos com mais precisão pela leitura da descrição detalhada a seguir com referência aos desenhos em anexo.

Em primeiro lugar, a Fig. 1 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a primeira concretização da presente invenção. Conforme ilustra a Fig. 1, o conversor de fonte de alimentação piezelétrico inclui: um transformador 11, pelo menos um primeiro elemento piezelétrico e pelo menos um segundo elemento piezelétrico. Em tal conversor, o transformador 11 é munido de um lado primário 111 e de um lado secundário 112. O lado primário do transformador 11 é utilizado como um indutor e é conectado em série ao primeiro elemento piezelétrico para formar um circuito de ressonância; ao passo que a capacitância intrínseca do primeiro

elemento piezelétrico é utilizada como o oscilador piezelétrico 12 e este é usado para substituir um capacitor em um conversor de fonte de alimentação convencional. Em tal conversor, conforme ilustra a Fig. 2(A), o oscilador piezelétrico 12 revelado na presente concretização é formado por um substrato 21 na forma de uma placa circular feita de material piezelétrico. Obviamente, seu formato pode ser quadrangular, retangular ou algum outro formato geométrico; em seguida, duas camadas de condução 22 e 23 do mesmo formato circular feitas de pasta de prata, pasta de cobre ou pasta de níquel são formadas respectivamente por toda ou em parte de uma superfície anterior ou posterior do substrato 21, de modo a formar os dois eletrodos do oscilador piezelétrico 12 responsáveis por guiar a corrente. Agora, far-se-á referência à Fig. 2 (B) para um circuito equivalente do oscilador piezelétrico 12. Neste circuito equivalente, são ilustrados, respectivamente, um resistor equivalente R , um indutor equivalente L e um capacitor equivalente C_a representando a característica mecânica e um capacitor estático C_b representando a característica elétrica. Na presente concretização, o lado primário 111 do transformador 11 é usado como um indutor para formar um circuito de ressonância em meia-ponte. Como tal, quando o circuito de ressonância ressoa, o oscilador piezelétrico 12 é usado para armazenar energia elétrica e possui características piezelétricas; sendo, portanto, capaz de ajustar o fator de potência e, então, transmitir a energia. Visto que a resistência parasita de um elemento piezelétrico é menor do que a de um capacitor comum,

ele é capaz de chegar ao resultado de grande energia de saída. Nele, a grandeza de um capacitor estático C_b representando a característica elétrica é determinada pela dimensão da placa piezelétrica; e o resistor equivalente R , o indutor equivalente L e o capacitor equivalente C_a representando a característica mecânica são usados em conjunto e para auxiliar o capacitor estático C_b a aumentar a capacitância equivalente geral da placa piezelétrica. Visto que a ramificação do resistor equivalente R , do indutor equivalente L e do capacitor equivalente C_a é derivada da oscilação da estrutura, então, quanto menor a distância entre sua frequência de operação e sua frequência de ressonância, maior a capacitância efetiva do resistor equivalente R , do indutor equivalente L e do capacitor equivalente C_a que pode ser obtida e, por conseguinte, maior também toda a capacitância equivalente do elemento piezelétrico que pode ser aumentada. No caso de um capacitor comum, ele é munido somente das características do capacitor estático C_b , ao passo que, uma vez que um oscilador piezelétrico 12 é auxiliado por sua oscilação piezelétrica, ele pode atingir uma capacitância maior.

Quando o valor do resistor equivalente R é muito pequeno, o indutor L e o capacitor C_a do circuito equivalente podem ser conectados em série para formar um capacitor equivalente com um valor de capacitância de $C_a/(1 - \omega^2 \times C_a \times L)$, onde ω representa uma frequência de operação (rad/s). Como tal, o valor $C_a/(1 - \omega^2 \times C_a \times L)$ é positivo quando uma placa piezelétrica é oscilada em uma frequência menor do que sua

frequência de ressonância e negativo quando a placa piezelétrica é
 oscilada em uma frequência maior do que sua frequência de
 ressonância. Isso quer dizer que o indutor L e o capacitor C_a
 formados pela oscilação da estrutura piezelétrica são capazes de
 5 oferecer um capacitor equivalente adicional quando forem
 oscilados em uma frequência menor do que sua frequência de
 ressonância. Sendo assim, quando uma placa piezelétrica é
 operada em uma frequência menor do que sua frequência de
 ressonância, a capacitância geral de um oscilador piezelétrico 12 é
 10 a soma de $C_a/(1-\omega^2 \cdot C_a \cdot L)$ do indutor L e do capacitor C_a mais a
 capacitância do capacitor C_b . Sendo assim, quanto mais sua
 frequência de operação se aproxima de sua frequência de
 ressonância, maior o valor $C_a/(1-\omega^2 \cdot C_a \cdot L)$ obtido. Dessa forma,
 quando a placa piezelétrica é operada perto de sua frequência de
 15 ressonância, ela é capaz de obter a maior capacitância possível.
 Pelos motivos supramencionados, um oscilador piezelétrico 12 é
 capaz de ter uma capacitância maior do que a de um capacitor
 comum e uma resistência parasita do elemento piezelétrico em si
 é menor do que a de um capacitor comum, logo, o oscilador
 20 piezelétrico 12 é capaz de proporcionar energia de saída
 aumentada de várias linhas, aumentando assim a eficácia da
 conversão de energia.

O segundo elemento piezelétrico encontra-se no
 lado secundário 112 do transformador; a capacitância intrínseca
 25 do segundo elemento piezelétrico é usada como o capacitor
 piezelétrico 13 e este é usado para substituir o capacitor em um

conversor de fonte de alimentação convencional. Neste caso, conforme ilustra a Fig. 2(C), o capacitor piezelétrico 13 revelado na presente concretização é um capacitor piezelétrico 13 em um circuito equivalente. Neste circuito equivalente, é ilustrado um resistor equivalente R, um indutor equivalente L, um capacitor equivalente C_a e um capacitor estático C_b . O capacitor piezelétrico 13 encontra-se na tensão elétrica de saída de CC, a diferença entre o capacitor piezelétrico 13 e o oscilador piezelétrico 12 é que o capacitor piezelétrico 13 tem polaridade (positiva e negativa). A diferença entre o capacitor piezelétrico 13 e um capacitor comum é que, na presente concretização, no caso do oscilador piezelétrico 12 e do capacitor piezelétrico 13, suas correntes de vazamento são pequenas e suas resistências à tensão elétrica são altas, eliminando o risco de superaquecimento e, por conseguinte, de incêndios, logo, a confiabilidade de ambos alta e, dessa forma, eles podem ser usados para resolver os problemas de risco de incêndio dos conversores de fonte de alimentação convencionais resultantes da baixa resistência à tensão elétrica destes e do superaquecimento causado pelos capacitores neles contidos. Além disso, devido ao tamanho compacto e ao perfil de embalagem fino, o oscilador piezelétrico 12 e o capacitor piezelétrico 13 garantem uma vantagem excelente no mercado competitivo.

O lado secundário 112 do transformador 11 é conectado a dois diodos D1 e D2, e os diodos D1 e D2 são conectados a um indutor de filtro 14, respectivamente. O segundo

elemento piezelétrico é conectado ao indutor de filtro 14 para formar um circuito retificador de filtro de saída. Visto que os diodos D1 e D2 têm características de condução elétrica unidirecional, eles podem ser usados para converter a tensão de CA de direções e grandezas alternadamente variantes em tensão de CC, logo, eles são usados para o fim de retificar a corrente.

Quando a tensão elétrica de entrada do lado primário 111 é positiva, então, a tensão elétrica de entrada induzida no lado secundário 112 também é positiva. Quando a tensão elétrica de entrada está em seu semicírculo positivo, a extremidade superior do lado secundário 112 do transformador 11 é positiva e a inferior é negativa, então, o diodo D1 é polarizado adiante, assim, a corrente pode fluir do diodo D1 para o capacitor piezelétrico 13 atravessando o indutor de filtro 14 para prosseguir com o carregamento do capacitor piezelétrico 13; por outro lado, neste momento, o diodo D2 é polarizado de volta e está em uma condição de circuito aberto equivalente e, portanto, não há corrente fluindo através dele. Quando a tensão elétrica de entrada está em seu semicírculo negativo, a extremidade superior do lado secundário 112 do transformador 11 é negativa e a inferior é positiva, então, o diodo D1 é polarizado de volta, assim, não há fluxo de corrente através dele; porém, neste momento, o diodo D2 é polarizado adiante e, portanto, a corrente pode fluir do diodo D2 para o capacitor piezelétrico 13 atravessando o indutor 14 para prosseguir com o carregamento do capacitor piezelétrico 13. Por meio das operações supramencionadas, o capacitor piezelétrico 13

pode ser usado para transmitir tensão de CC de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Agora, far-se-á referências às Figs. 1 e 3 ao mesmo tempo. A Fig. 3 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a segunda concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da segunda concretização são as mesmas descritas para a primeira concretização da Fig. 1. Sendo assim, as partes semelhantes não serão repetidas para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que, na segunda concretização, são oferecidos dois primeiros elementos piezelétricos, e suas características intrínsecas de capacitância são usadas como um primeiro oscilador piezelétrico 31 e um segundo oscilador piezelétrico 32, os quais se encontram no lado primário 111 do transformador 11 e usam o lado primário do transformador 11 para formar um circuito de ressonância de ponte completa. Os osciladores piezelétricos 31 e 32 encontram-se nas duas extremidades do lado primário 111. O primeiro oscilador piezelétrico 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32 são usados para receber tensão de pulso. Quando o circuito de ressonância ressoa, o efeito piezelétrico produzido é usado para aumentar a capacitância e transferi-la para o lado primário 111, desse modo, pode-se atingir uma maior saída de energia do que se utilizando um único oscilador piezelétrico.

Agora, far-se-á referências às Figs. 3 e 4 ao mesmo tempo. A Fig. 4 é o diagrama esquemático de um

conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a terceira concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da terceira concretização são as mesmas descritas para a segunda concretização da Fig. 3. Sendo assim, as partes semelhantes não serão repetidas para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que, na terceira concretização, pelo menos uma derivação central 41 é incluída no transformador 11 e posicionada no centro do lado secundário 112, e as diferenças de tensão elétrica da derivação central 41 para as duas extremidades são iguais.

Quando a tensão elétrica de entrada está em seu semicírculo positivo, então, o diodo D1 é polarizado adiante, assim, a corrente pode fluir do diodo D1 para o capacitor piezelétrico 13 atravessando indutor de filtro 14 para prosseguir com o carregamento do capacitor piezelétrico 13 e, então, a corrente pode voltar à derivação central 41; por outro lado, neste momento, o diodo D2 é polarizado de volta e está em uma condição de circuito aberto equivalente e, portanto, não há fluxo de corrente através dele. Quando a tensão elétrica de entrada está em seu semicírculo negativo, então, o diodo D1 é polarizado de volta, assim, não há fluxo de corrente através dele, porém, neste momento, o diodo D2 é polarizado adiante, assim, a corrente pode fluir do diodo D2 para o capacitor piezelétrico 13 atravessando o indutor de filtro 14 para prosseguir com o carregamento do capacitor piezelétrico 13 e, então, a corrente pode voltar à derivação central 41; sendo assim, a polaridade da queda de

tensão elétrica ao longo do capacitor piezelétrico 13 no semicírculo negativo é a mesma que no semicírculo positivo. A saber, isso indica que as correntes fluindo através do capacitor piezelétrico 13 estão na mesma direção. Em seguida, o capacitor piezelétrico 13 é usado para transmitir a tensão de CC de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Agora, far-se-á referências às Figs. 4 e 5 ao mesmo tempo. A Fig. 5 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a quarta concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da quarta concretização são as mesmas descritas para a terceira concretização da Fig. 4. Sendo assim, as partes semelhantes não serão repetidas para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que, na quarta concretização, um primeiro indutor de ressonância 51 e um segundo indutor de ressonância 52 são incluídos e conectados, respectivamente, em série com o primeiro oscilador piezelétrico 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32, formando assim um circuito de ressonância de ponte completa localizado no lado primário 111 do transformador 11. O primeiro oscilador piezelétrico 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32 são usados para receber tensão de pulso através do primeiro indutor de ressonância 51 e do segundo indutor de ressonância 52, respectivamente. Visto que o primeiro indutor de ressonância 51 e o segundo indutor de ressonância 52 podem armazenar energia, eles podem fornecer mais tensão elétrica para o primeiro oscilador

piezelétrico 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32. Quando o circuito de ressonância ressoa, o efeito piezelétrico produzido é usado para aumentar a capacitância, a qual é transmitida ao lado primário 111 e usada para fornecer maior energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias. Além disso, o transformador 11 pode ser projetado sem possuir uma derivação central; consulte a Fig. 6 para ver o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a quinta concretização da presente invenção. Conforme ilustra a Fig. 6, as duas extremidades do lado secundário 112 de um transformador 11 são conectadas respectivamente a diodos D1 e D2, os quais são usados para transformar a tensão de CA em tensão de CC. Em seguida, o capacitor piezelétrico 13 é usado para transferir a tensão de CC de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Agora, far-se-á referências às Figs. 5 e 7 ao mesmo tempo. A Fig. 7 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a sexta concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da sexta concretização são as mesmas descritas para a quinta concretização da Fig. 6. Sendo assim, não repetiremos as partes semelhantes para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que, na sexta concretização, um indutor de ressonância 51 é conectado a um oscilador piezelétrico 31 em série para formar um circuito de ressonância

em meia-ponte do lado primário 111 de um transformador 11. Quando o circuito de ressonância ressoa, o efeito piezelétrico produzido é usado para aumentar a capacitância, a qual é transmitida ao lado primário 111 e usada para fornecer menor energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias. Além disso, o transformador 11 pode ser projetado sem possuir uma derivação central. Consulte a Fig. 8 para visualizar o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a sétima concretização da presente invenção. Conforme ilustra a Fig. 8, as duas extremidades do lado secundário 112 de um transformador 11 são conectadas, respectivamente, aos diodos D1 e D2, os quais são usados para transformar a tensão de CA em tensão de CC. Em seguida, o capacitor piezelétrico 13 é usado para transferir tensão de CC de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Agora, far-se-á referências às Figs. 6 e 9 ao mesmo tempo. A Fig. 9 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a oitava concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da oitava concretização são as mesmas descritas para a sétima concretização da Fig. 6. Sendo assim, não repetiremos as partes semelhantes para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que, na oitava concretização, o primeiro oscilador piezelétrico 31 e o

segundo oscilador piezelétrico 32 da Fig. 6 são fundidos em um oscilador piezelétrico isolante 91. Obviamente, mais osciladores piezelétricos podem ser fundidos para formar um oscilador piezelétrico isolante 91 dependendo das necessidades reais.

5 Consulte a Fig. 10(A) para visualizar o circuito equivalente de um oscilador piezelétrico isolante 91 de acordo com uma concretização da presente invenção, o qual é obtido pela fusão de dois circuitos equivalentes ilustrados na Fig. 2(B), produzindo, dessa forma, um primeiro terminal de entrada 911, um segundo
10 terminal de entrada 912, um primeiro terminal de saída 913 e um segundo terminal de saída 914.

A partir de agora, consulte a Fig. 10(B) para visualizar uma vista em seção cruzada de um oscilador piezelétrico isolante de acordo com uma concretização da
15 presente invenção. Conforme ilustra a Fig. 10(B), o oscilador piezelétrico isolante 91 compreende: um substrato 92, pelo menos um primeiro eletrodo anterior 93, pelo menos um primeiro eletrodo posterior 94, pelo menos um segundo eletrodo anterior 95 e pelo menos um segundo eletrodo posterior 96. O substrato 92
20 é feito de material cerâmico e possui uma superfície anterior e uma superfície posterior. O primeiro eletrodo anterior 93 é disposto na superfície anterior do substrato 92, e o primeiro eletrodo posterior 94 é disposto na superfície posterior do substrato 92 correspondente ao primeiro eletrodo anterior 93. O
25 primeiro terminal de entrada 911 é usado para receber uma tensão de pulso e transmiti-la para o primeiro eletrodo anterior 93, com a

capacitância sendo aumentada por meio de um efeito piezelétrico interno; a seguir, a tensão de pulso é transmitida para fora pelo primeiro eletrodo posterior 94, o qual está conectado ao terminal de saída 913. Por sua vez, o segundo terminal de entrada 912 é usado para receber uma tensão de pulso e transmiti-la ao segundo eletrodo anterior 95 disposto na superfície anterior do substrato 92, e o segundo eletrodo posterior 96 é dispositivo na superfície posterior do substrato 92 correspondendo ao segundo eletrodo anterior 95. O segundo terminal de entrada 912 é usado para receber uma tensão de pulso e transmiti-la para o segundo eletrodo anterior 95, com a capacitância sendo aumentada por meio de um efeito piezelétrico interno; a seguir, a tensão de pulso é transmitida para fora pelo primeiro eletrodo posterior 96, o qual está conectado ao terminal de saída 914. Visto que o substrato entre o primeiro eletrodo anterior 93 e o primeiro eletrodo posterior 94 e o substrato entre o segundo eletrodo anterior 95 e o segundo eletrodo anterior 96 recebem tensão de CA e são polarizados respectivamente, eles têm polaridade positiva e polaridade negativa após a polarização e a parte central não-polarizada mantém sua faculdade de material cerâmico, portanto, sem possuir polaridade e, quando a tensão de CA passa através dela, ela indica uma condição de isolamento. A seguir, na presente concretização, um primeiro indutor de ressonância 51 e um segundo indutor de ressonância 52 são conectados respectivamente a um primeiro terminal de entrada 911 e um segundo terminal de entrada 912 de um oscilador piezelétrico

isolante 91, formando assim um circuito de ressonância de ponte completa do lado primário 111 de um transformador 11. Dessa forma, quando o circuito de ressonância ressoar, o primeiro terminal de entrada 911 e o segundo terminal de entrada 912 do oscilador piezelétrico isolante 91 serão conectados ao primeiro indutor de ressonância 51 e ao segundo indutor de ressonância 52, produzindo assim um efeito piezelétrico e aumentando a capacitância. O primeiro terminal de saída 913 e o segundo terminal de saída 914 do oscilador piezelétrico isolante 91 são conectados às duas extremidade do lado primário 111 de modo que o lado primário 111 receba alta tensão de CA por conversão piezelétrica, proporcionando assim maior energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Ademais, consulte a Fig. 11 para visualizar o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a nona concretização da presente invenção, em que um primeiro indutor de ressonância 51 é conectado a um oscilador piezelétrico isolante 91, formando assim um circuito de ressonância de ponte completa do lado primário 111 de um transformador 11. Dessa forma, quando o circuito de ressonância ressoar, o oscilador piezelétrico isolante 91 será compelido a produzir um efeito piezelétrico para aumentar a capacitância, a qual será transferida para o lado primário 111 e usada para fornecer menor energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Nas concretizações supramencionadas, definiu-se apenas uma saída de tensão elétrica para uma carga externa pela realização das operações necessárias; porém, no caso em que o sinal de tensão elétrica de entrada é muito maior, é possível definir mais de duas saídas. Em outras palavras, mais de duas derivações centrais podem ser incluídas em conjunto com mais de dois circuitos retificadores de filtro de modo a oferecer mais de duas saídas de tensão elétrica a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

Consulte a Fig. 12 para visualizar um diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico de CA para CA em meia-ponte de acordo com a décima concretização da presente invenção. A diferença entre a décima concretização e a primeira concretização da Fig. 1 é que a presente concretização é incorporada em um conversor de fonte de alimentação de CA para CA; ao passo que, na primeira concretização da Fig. 1, é usado um conversor de fonte de alimentação de CA para CC. Portanto, na presente concretização, o lado secundário 112 do transformador 11 não precisa incluir um circuito retificador de filtro de saída para converter uma tensão de CA para uma tensão de CC. O conversor de fonte de alimentação piezelétrico de CA para CA inclui: um transformador 11 e pelo menos um primeiro elemento piezelétrico. Sendo assim, na presente concretização, o transformador 11 é munido de um lado primário 111 e de um lado secundário 112. O lado primário do transformador 11 é usado como um indutor e é conectado em

série ao primeiro elemento piezelétrico para formar um circuito de ressonância de meia-ponte; ao passo que a capacitância intrínseca do primeiro elemento piezelétrico é usada como o oscilador piezelétrico 12, que é usado para substituir um capacitor em um conversor de fonte de alimentação convencional. Sendo assim, a estrutura e o circuito equivalente do oscilador piezelétrico 12 revelados na presente concretização são ilustrados nas Figs. 2(A) e 2(B). Na presente concretização, o lado primário 111 do transformador 11 é usado como um indutor para formar um circuito de ressonância de meia-ponte. Dessa forma, quando o circuito de ressonância ressoar, o oscilador piezelétrico 12 será usado para armazenar energia elétrica e terá características piezelétricas; sendo, portanto, capaz de ajustar o fator de potência e, então, transmitir a energia assim obtida. Quanto ao oscilador piezelétrico 12, quando receber uma tensão elétrica, ele deformará para produzir um efeito piezelétrico inverso, ao passo que, após a deformação, ele produzirá um efeito piezelétrico adiante, e a conversão entre os efeitos piezelétricos adiante e inverso produzirá cargas positivas, amplificando assim a tensão elétrica e obtendo os resultados de amplificação da tensão elétrica, chegando assim à consequência de uma maior saída de energia. Dessa forma, a capacitância de característica mecânica C_b do capacitor equivalente no circuito equivalente é cerca de três vezes à da característica elétrica C_a . Em seguida, somam-se as capacitâncias de C_a e C_b para que o oscilador piezelétrico 12 possa ter uma capacitância elevada ($Q=C*V$) e, por conseguinte,

ser capaz de fornecer maior energia de saída das várias sobras, aumentando assim a eficácia da conversão de energia.

Agora, far-se-á referências às Figs. 12 e 13 ao mesmo tempo. A Fig. 13 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima primeira concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da décima primeira concretização são as mesmas descritas para a décima concretização da Fig. 12. Sendo assim, não repetiremos as partes semelhantes para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que, na décima primeira concretização, são oferecidos dois primeiros elementos piezelétricos em que a capacitância intrínseca do primeiro elemento piezelétrico é usada como um primeiro oscilador piezelétrico 31 e um segundo oscilador piezelétrico 32 do lado primário 111 do transformador 11, que é usado como um indutor para formar um circuito de ressonância de ponte completa. O primeiro oscilador piezelétrico 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32 são conectados, respectivamente, a ambas as extremidades do lado primário 111 e são usados para receber tensão de pulso. Quando o circuito de ressonância ressoa, o efeito piezelétrico produzido é usado para aumentar a capacitância e transferi-la para o lado primário 111, desse modo, pode-se aumentar uma saída de energia ainda mais do que se usando um único oscilador piezelétrico.

Agora, far-se-á referências às Figs. 13 e 14 ao mesmo tempo. A Fig. 14 é o diagrama esquemático de um

conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima segunda concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da décima segunda concretização são as mesmas descritas para a décima primeira concretização da Fig. 13. Sendo assim, as partes semelhantes não serão repetidas para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que pelo menos uma diversificação central 41 é incluída no transformador 11 localizada no centro do lado secundário 112 de modo que as diferenças de tensão elétrica das duas extremidades do lado secundário sejam iguais, produzindo assim duas linhas de tensão elétrica de saída, as quais são usadas para fornecer uma maior energia de saída a uma carga externa. Além disso, consulte a Fig. 15 para visualizar o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a décima terceira concretização da presente invenção. Nela, pelo menos uma diversificação central 41 é incluída no transformador 11 localizada no centro do lado secundário 112 de modo que as diferenças de tensão elétrica entre as duas extremidades do lado secundário sejam iguais, produzindo assim duas linhas de tensão elétrica de saída, as quais são usadas para fornecer uma energia de saída menor a uma carga externa.

Agora, far-se-á referências às Figs. 14 e 16 ao mesmo tempo. A Fig. 16 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima quarta concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da décima quarta

concretização são as mesmas descritas para a décima segunda concretização da Fig. 14. Sendo assim, as partes semelhantes não serão repetidas para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que: na quarta concretização, um primeiro indutor de ressonância 51 e um segundo indutor de ressonância 52 são incluídos, os quais são conectados em série e correspondem respectivamente ao primeiro oscilador piezelétrico 31 e ao segundo oscilador piezelétrico 32, formando assim um circuito de ressonância de ponte completa do lado primário 111 do transformador 11. O primeiro oscilador piezelétrico 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32 são usados para receber tensão de pulso do primeiro indutor de ressonância 51 e do segundo indutor de ressonância 52, respectivamente. Visto que o primeiro indutor de ressonância 51 e o segundo indutor de ressonância 52 podem armazenar energia, eles podem fornecer mais tensão elétrica para o primeiro oscilador piezelétricos 31 e o segundo oscilador piezelétrico 32. Quando o circuito de ressonância ressoa, o efeito piezelétrico produzido é usado para aumentar a capacitância, a qual é transmitida ao lado primário 111 e usada para fornecer maior energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias. Além disso, o transformador 11 pode ser projetado sem possuir uma derivação central; consulte a Fig. 17 para ver o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima quinta concretização da presente invenção. Conforme ilustra a Fig. 17, o lado primário 111 de um

transformador 11 é usado para induzir o lado secundário 112, e uma tensão de CA é transmitida para fora pelo lado secundário 112, os quais são usados para fornecer maior energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

5 Agora, far-se-á referências às Figs. 15 e 18 ao mesmo tempo. A Fig. 18 é o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de ponte completa de acordo com a décima sexta concretização da presente invenção. A estrutura e a operação da décima sexta
10 concretização são as mesmas descritas para a décima quinta concretização da Fig. 15. Sendo assim, não repetiremos as partes semelhantes para fins de concisão. Entretanto, a diferença é que: na décima sexta concretização, um indutor de ressonância 51 é conectado a um oscilador piezelétrico 31 em série para formar um
15 circuito de ressonância de meia-ponte do lado primário 111 de um transformador 11. Quando o circuito de ressonância ressoa, o efeito piezelétrico produzido é usado para aumentar a capacitância, a qual é transmitida ao lado primário 111 e usada para fornecer menor energia de saída a uma carga externa pela
20 realização das operações necessárias. Além disso, o transformador 11 pode ser projetado sem possuir uma derivação central. Consulte a Fig. 19 para visualizar o diagrama esquemático de um conversor de fonte de alimentação piezelétrico usado em entrada de meia-ponte de acordo com a décima sétima concretização da
25 presente invenção. Conforme ilustra a Fig. 19, o lado primário 111 de um transformador 11 é usado para induzir o lado

secundário 112, e uma tensão de CA é transmitida para fora pelo lado secundário 112, os quais são usados para fornecer maior energia de saída a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

5 Nas concretizações supramencionadas, definiu-se apenas uma saída de tensão elétrica para uma carga externa pela realização das operações necessárias; porém, no caso em que o sinal de tensão elétrica de entrada é muito maior, é possível definir mais de duas saídas. Em outras palavras, mais de duas
10 derivações centrais podem ser necessárias para proporcionar mais de duas saídas de tensão elétrica a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

 A descrição detalhada da concretização preferida acima se destina a descrever com maior clareza as
15 características e o âmbito da presente invenção. Sendo assim, as concretizações preferidas reveladas acima não se destinam a limitar o âmbito da presente invenção de qualquer forma que seja. Pelo contrário, têm o propósito de abranger várias alterações e combinações equivalentes que estejam incluídas no âmbito das
20 reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico usado em um conversor CA para CA, compreendendo:

um transformador munido de um lado (111) e um lado secundário (112); pelo menos um primeiro elemento piezoelétrico (12; 31, 32; 91), com uma extremidade conectada ao referido lado primário(111), e outra usada para receber uma tensão de pulso e transmiti-la ao referido lado primário (111),; e referido lado secundário (112) é usado para transmitir uma tensão de AC a uma carga externa pela realização das operações necessárias, caracterizado pelo fato de que o primeiro elemento piezoelétrico (12; 31, 32; 91), é um oscilador piezoelétrico ou um oscilador piezoelétrico isolante e em que o referido circuito equivalente do referido oscilador piezoelétrico inclui o resistor equivalente R, o indutor equivalente L e o capacitor equivalente Ca e um capacitor estático Cb, e a referida capacitância equivalente do referido oscilador piezoelétrico é expressa pela equação a seguir:

$$Ca/(1 - \omega^2 * Ca * L) + Cb$$

em que ω é uma frequência de operação (rad/s).

2. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que

o referido oscilador piezoelétrico (12; 31, 32) compreende um substrato (21) e duas camadas de condução (22, 23), o referido substrato (21) é munido de uma superfície superior e uma superfície inferior, as referidas duas camadas de condução (22, 23) são formadas respectivamente na referida superfície superior e na referida superfície inferior, formando dois eletrodos no referido oscilador piezoelétrico (12; 31, 32; 91).

3. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que o formato do referido substrato (21) é circular, quadrangular, retangular ou algum outro formato geométrico.

4. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido oscilador piezoelétrico isolante (91) compreende: um substrato (92), pelo menos um primeiro eletrodo superior (93), pelo menos um primeiro eletrodo inferior (94), pelo menos um segundo eletrodo superior (95), pelo menos um segundo eletrodo inferior (96); o referido substrato (92) é feito de material cerâmico e possui uma superfície superior e uma superfície inferior; o referido primeiro eletrodo superior (93) é disposto na referida superfície superior do referido substrato (92) e o primeiro eletrodo inferior (94) é disposto na referida superfície inferior do referido substrato (92) e corresponde ao referido primeiro eletrodo superior (93); o referido segundo eletrodo superior (95) é disposto na referida superfície superior do referido substrato (92) e o referido segundo eletrodo inferior (96) é disposto na referida superfície inferior do referido substrato (92) e corresponde ao referido segundo eletrodo superior, em que o referido substrato (92) encontra-se entre os referidos primeiros eletrodos superior e inferior e entre os referidos segundos eletrodos superior e inferior, que recebem respectivamente a referida tensão de pulso e são polarizados e, quando na ausência de tensão elétrica de entrada aplicada, a parte central não-polarizada apresenta uma condição de isolamento.

5. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o referido transformador é munido de pelo menos uma derivação central (41) no centro do referido lado secundário (112) de modo que as diferenças de tensão elétrica de ambas as extremidades do referido lado secundário (112) sejam iguais.

6. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por adicionalmente compreender:

um indutor de ressonância (51) conectado em série ao referido primeiro elemento piezoelétrico (31, 32) para formar um circuito de ressonância de meia-ponte localizado no referido lado primário (111) do referido transformador.

7. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado por adicionalmente compreender: dois referidos indutores de ressonância (51, 52), conectados em série de forma correspondente aos referidos dois primeiros elementos piezoelétricos (31, 32) respectivamente para formar um circuito de ressonância de ponte completa no referido lado primário (111) do referido transformador.

8. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que compreende ainda pelo menos um segundo elemento piezoelétrico (13) localizado no lado secundário (112) e usado para transmitir uma tensão CD a uma carga externa pela realização das operações necessárias.

9. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que o segundo elemento piezoelétrico (13) é um capacitor piezoelétrico.

10. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que um circuito equivalente do referido capacitor piezoelétrico (13) inclui um resistor equivalente R, um indutor equivalente L e um capacitor equivalente Ca e um capacitor estático Cb, e a referida capacitância equivalente do referido capacitor piezoelétrico é expressa pela equação a seguir:

$$C_a / (1 - \omega^2 * C_a * L) + C_b$$

em que ω é uma frequência de operação (rad/s).

11. – Conversor de fonte de alimentação piezoelétrico, de acordo com a reivindicação 8, caracterizado por adicionalmente compreender:

dois diodos (D1, D2) e um indutor de filtro (14); uma extremidade do referido indutor de filtro (14) é conectada aos referidos dois diodos (D1, D2) e a referida outra extremidade é conectada ao referido segundo elemento piezoelétrico (13) para formar um circuito retificador de filtro no referido lado secundário (112) do referido transformador.

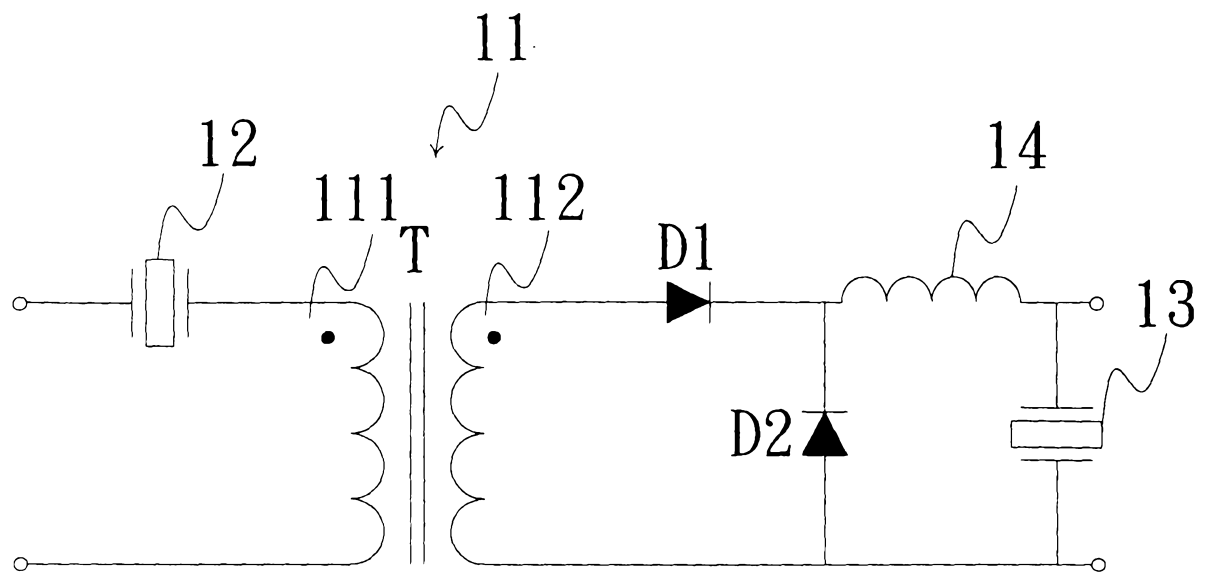


Fig. 1

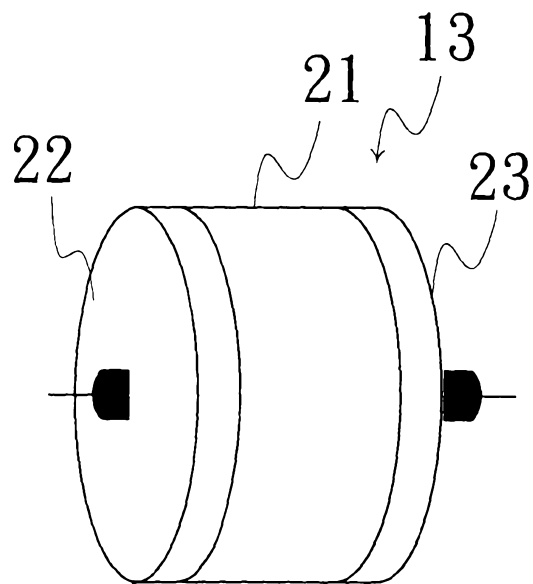


Fig. 2(A)

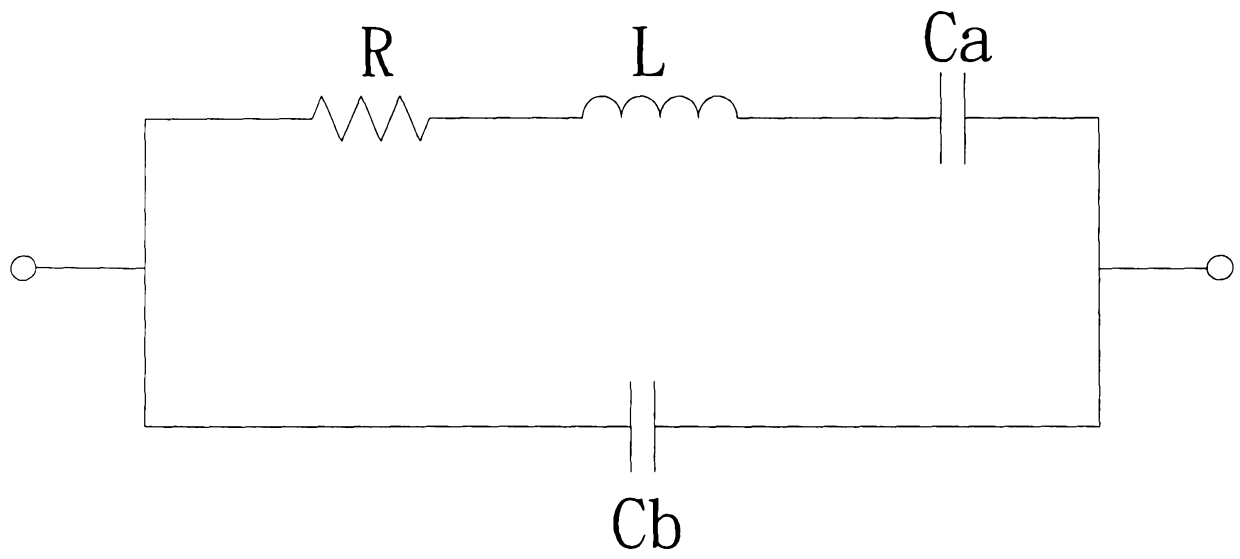


Fig. 2(B)

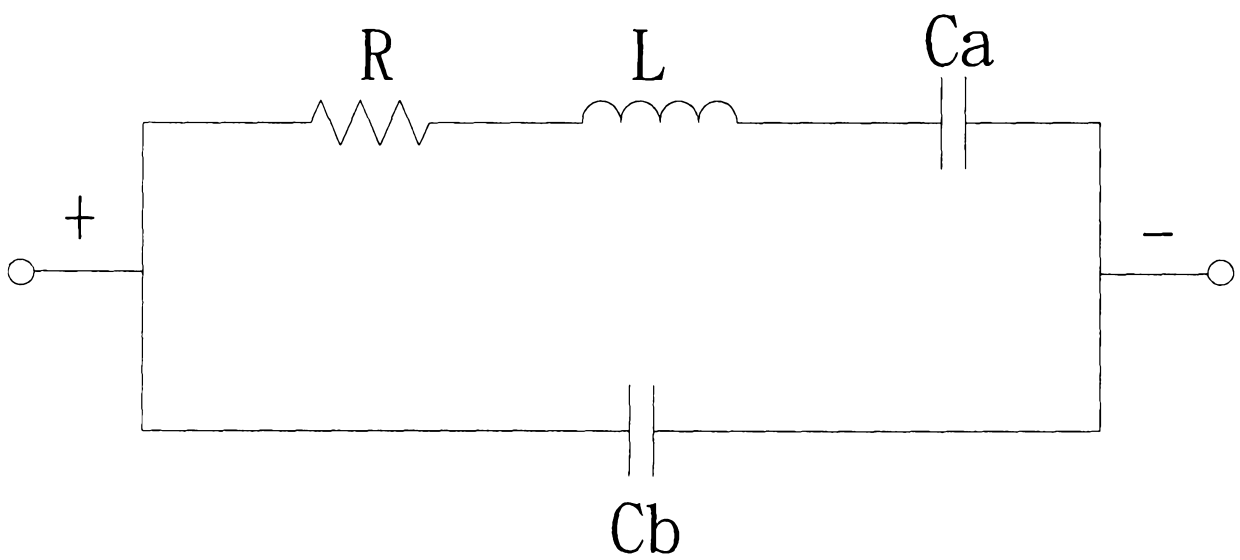


Fig. 2(C)

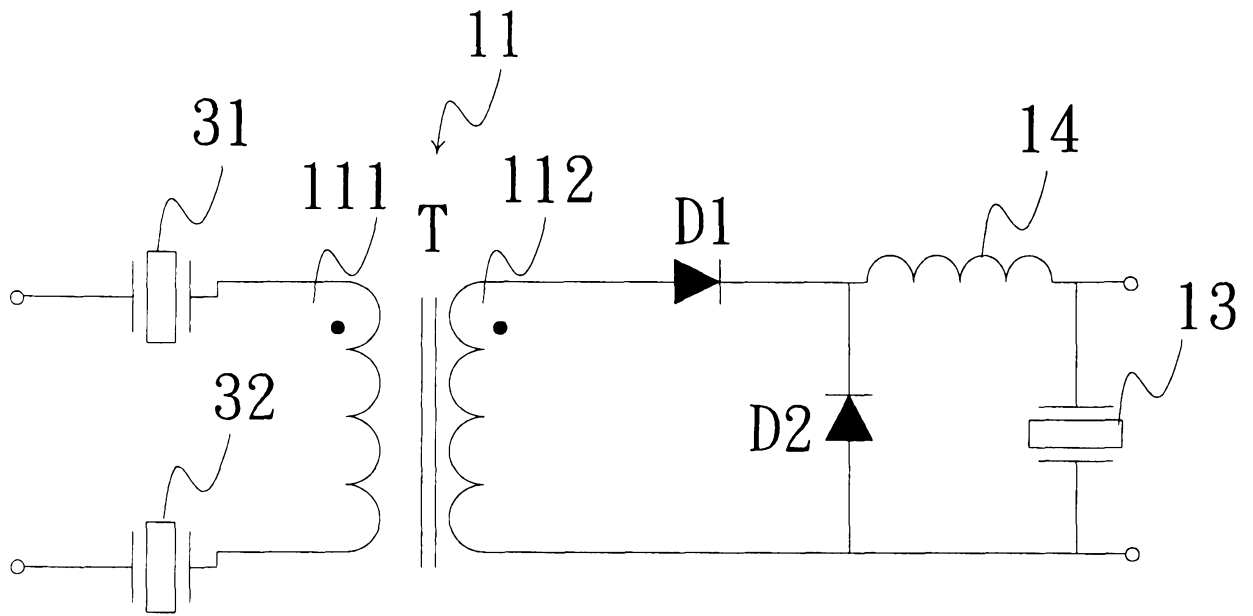


Fig. 3

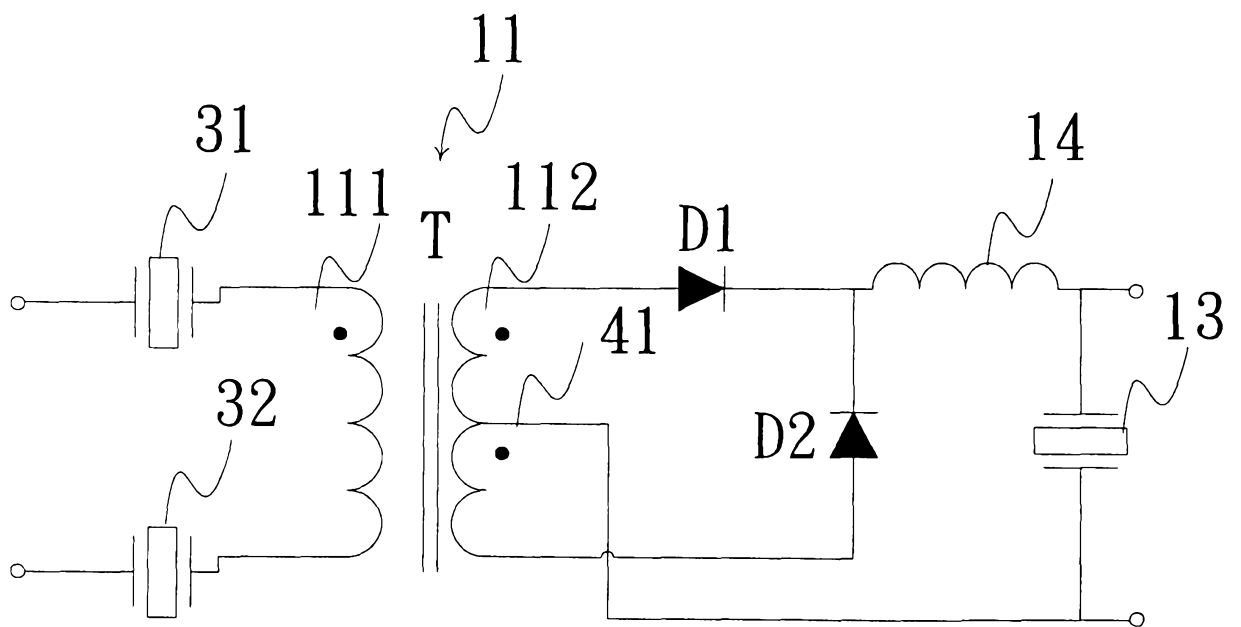


Fig. 4

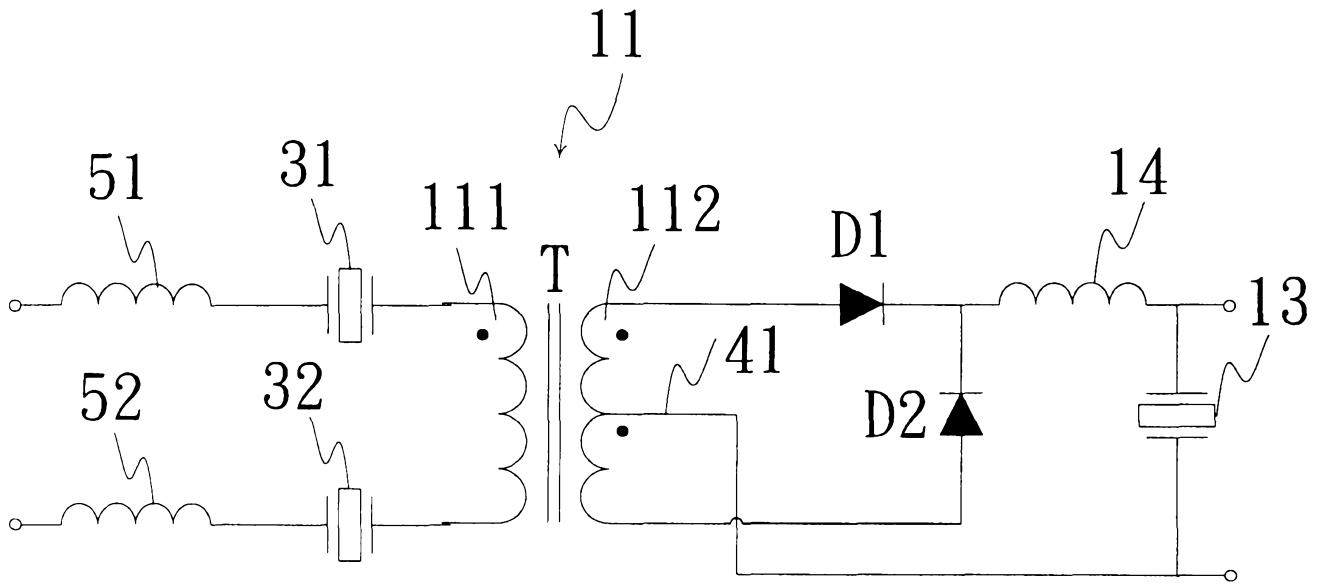


Fig. 5

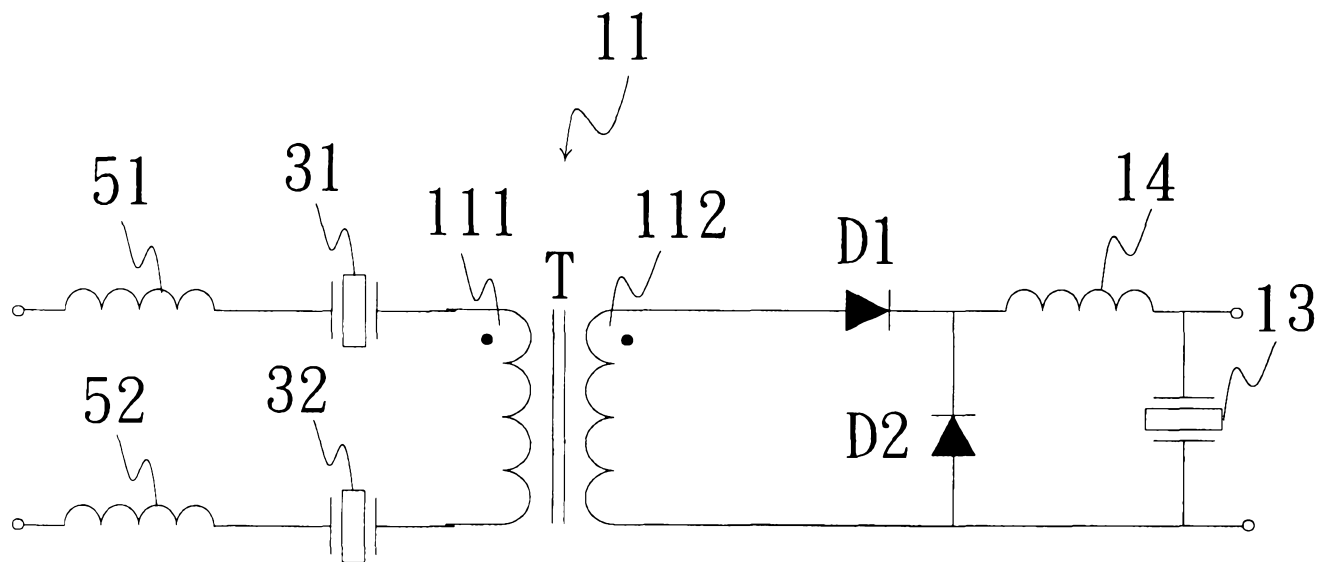


Fig. 6

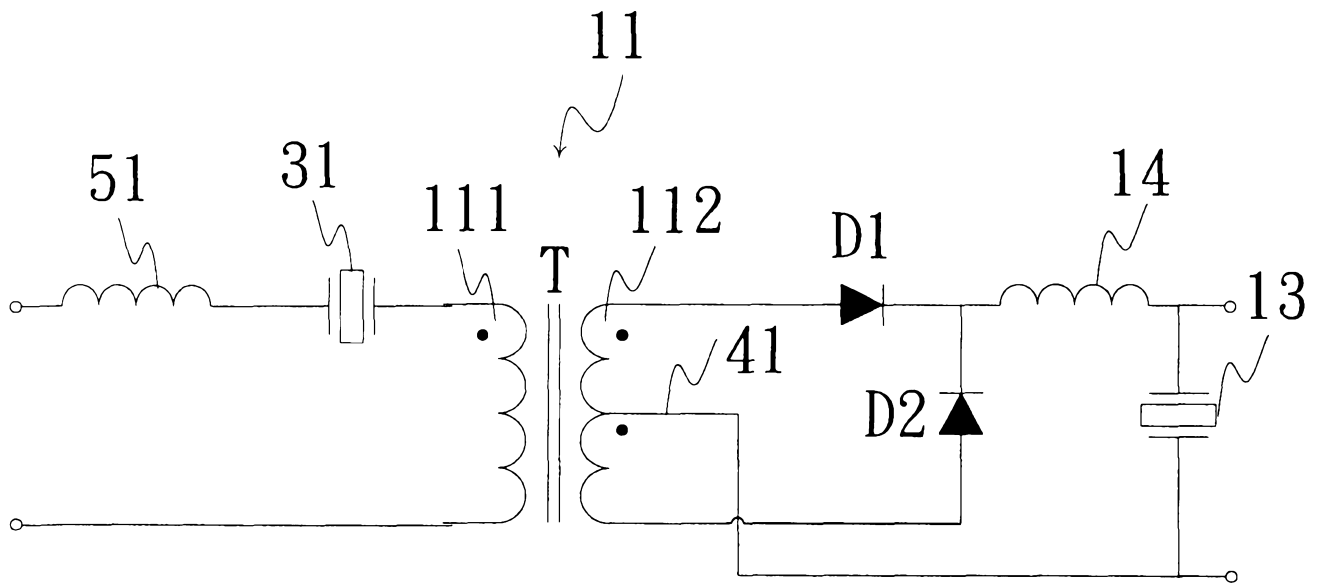


Fig. 7

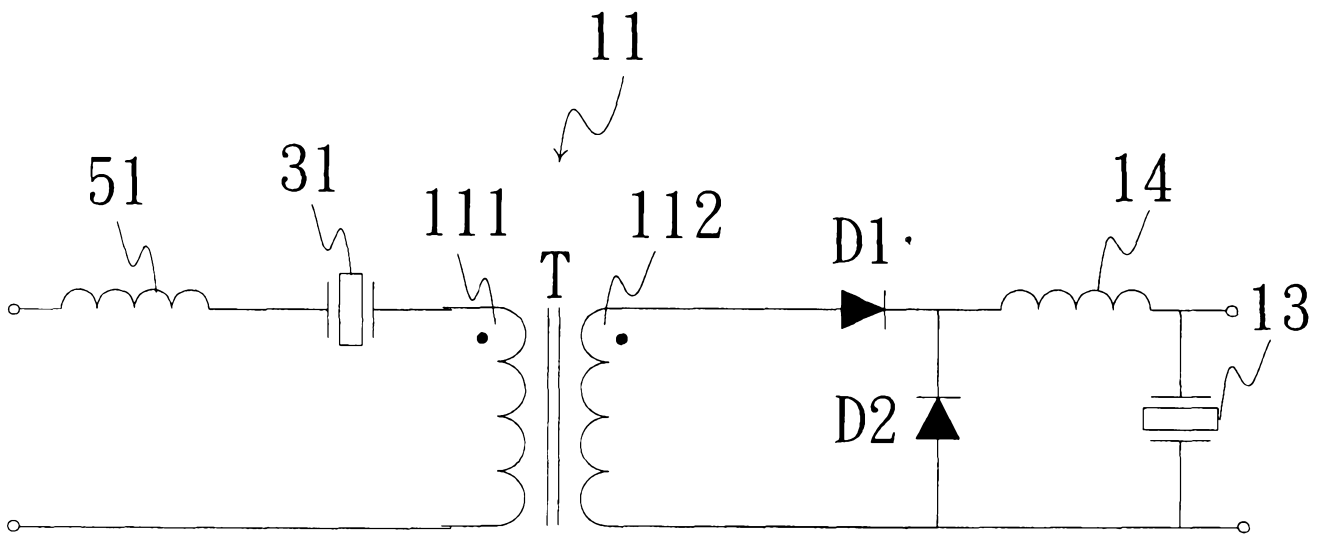


Fig. 8

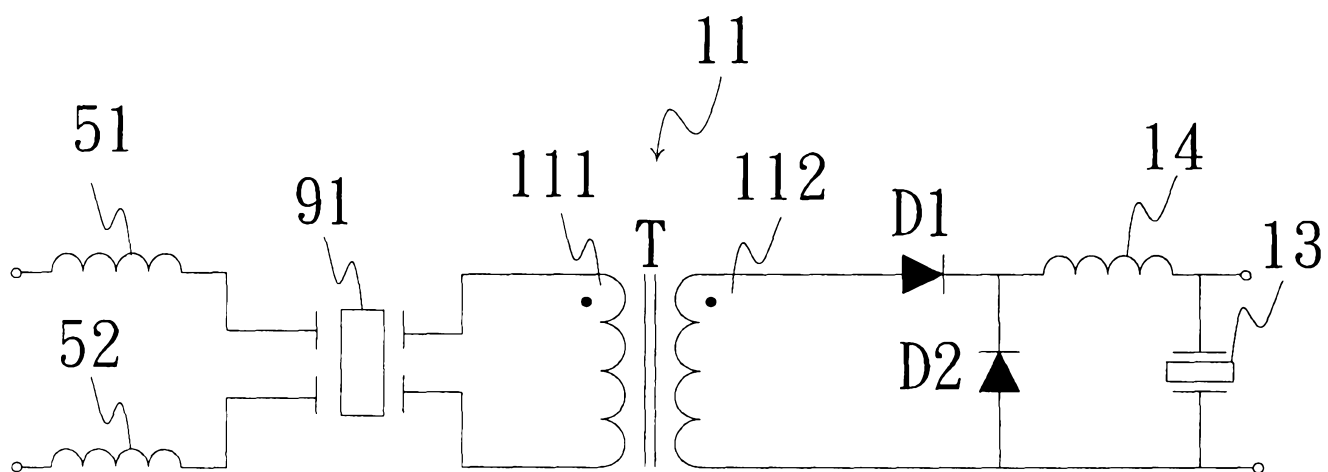


Fig. 9

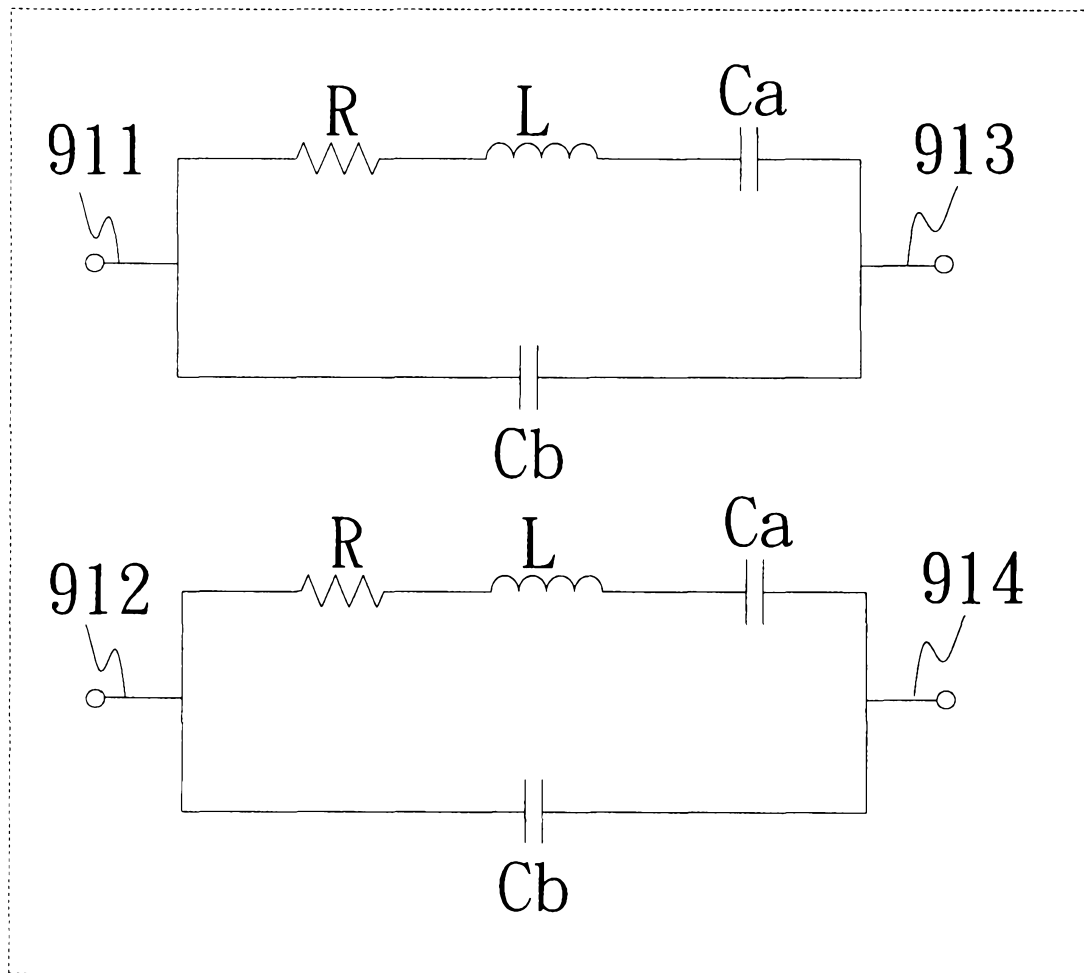


Fig. 10(A)

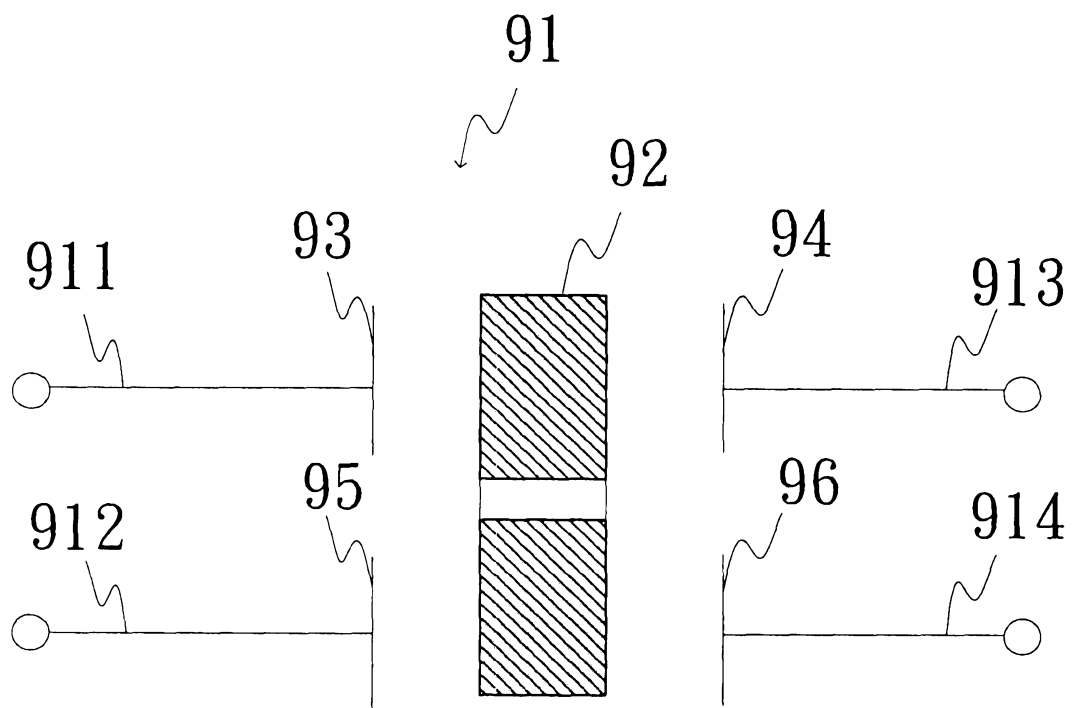


Fig. 10(B)

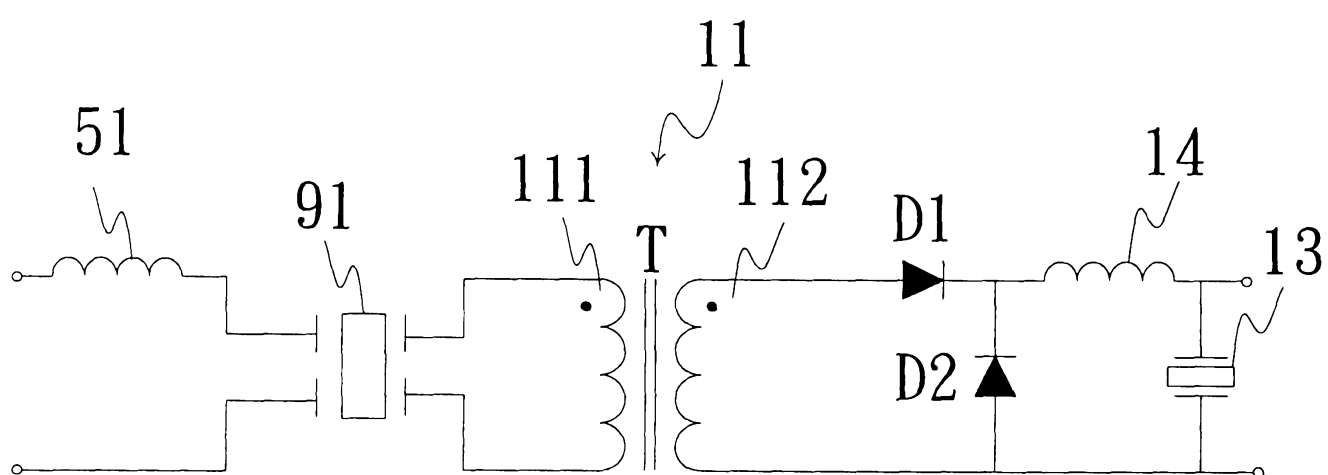


Fig. 11

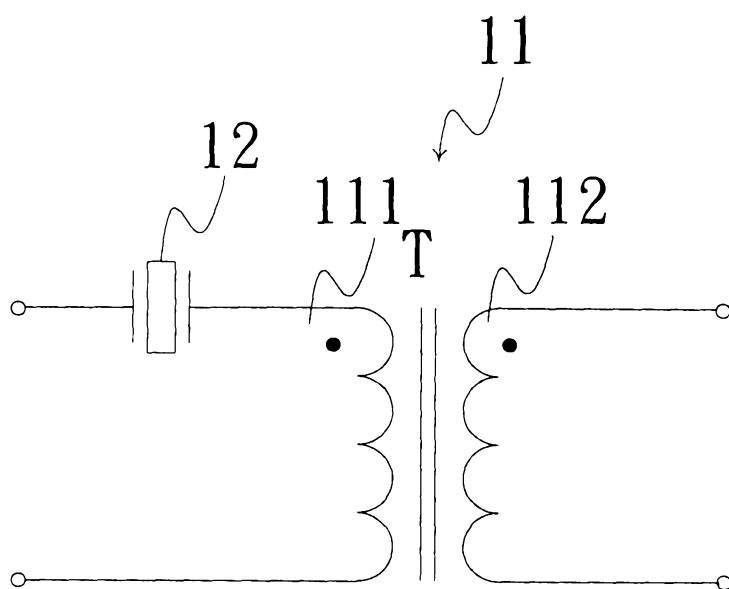


Fig. 12

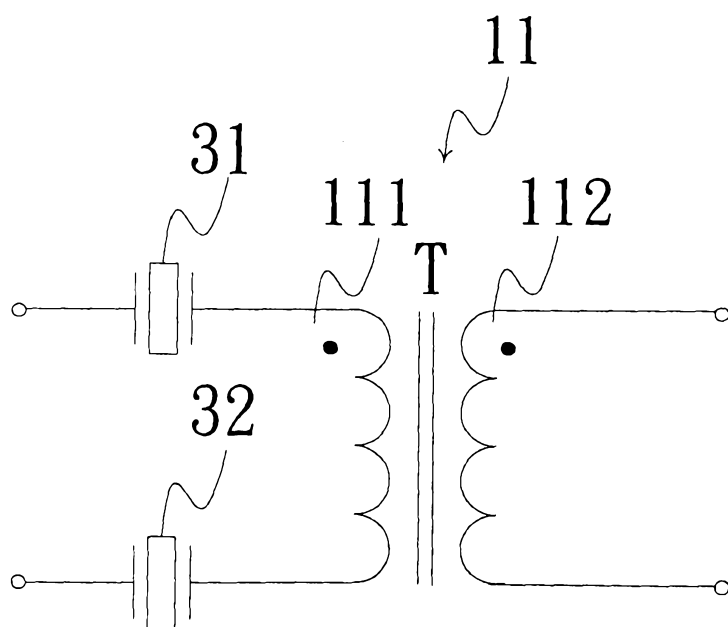


Fig. 13

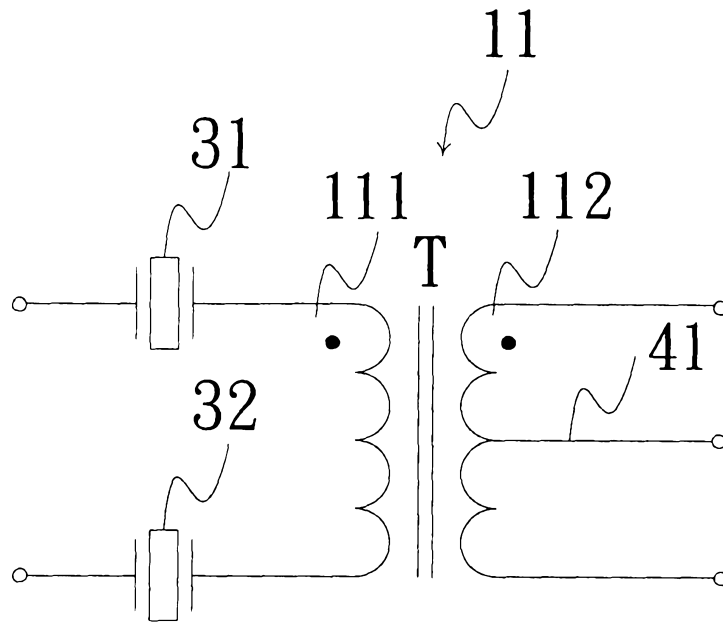


Fig. 14

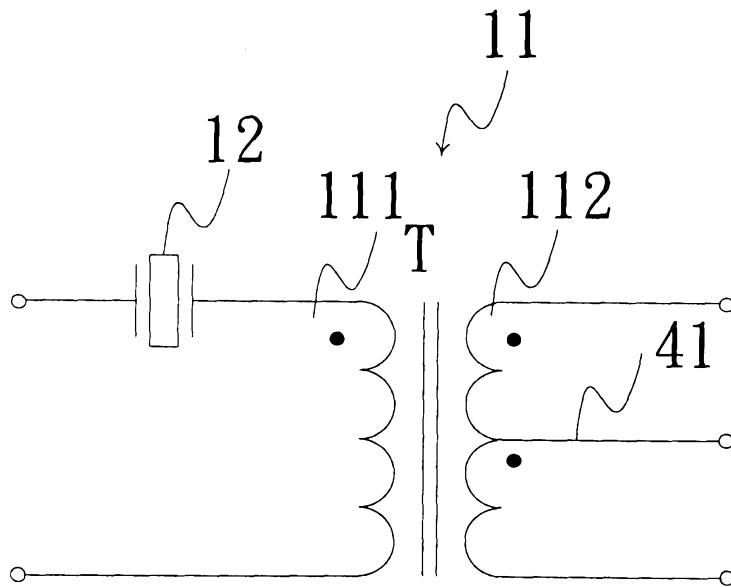


Fig. 15

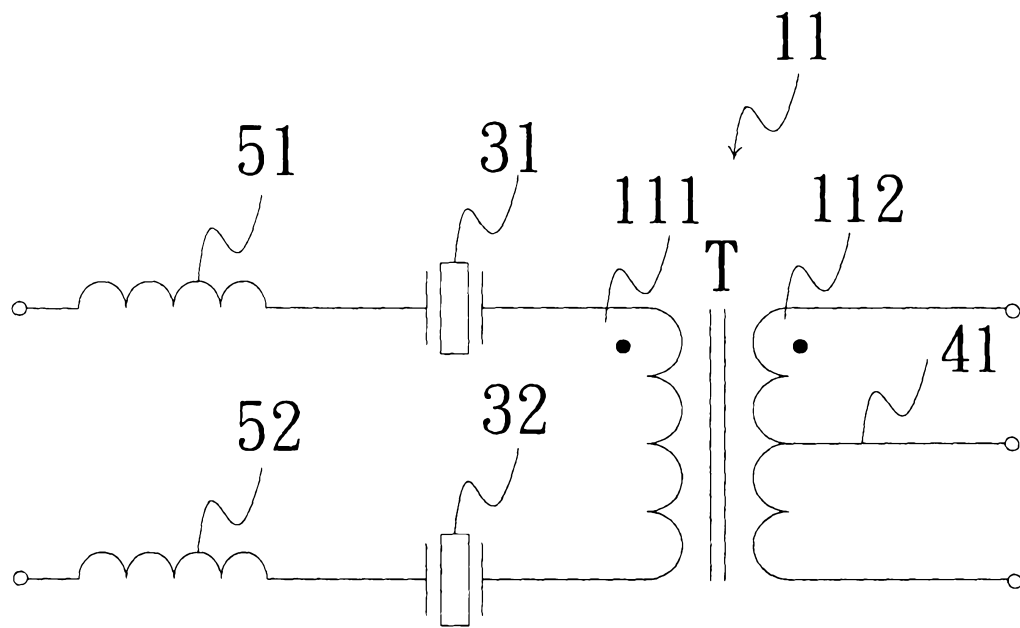


Fig. 16

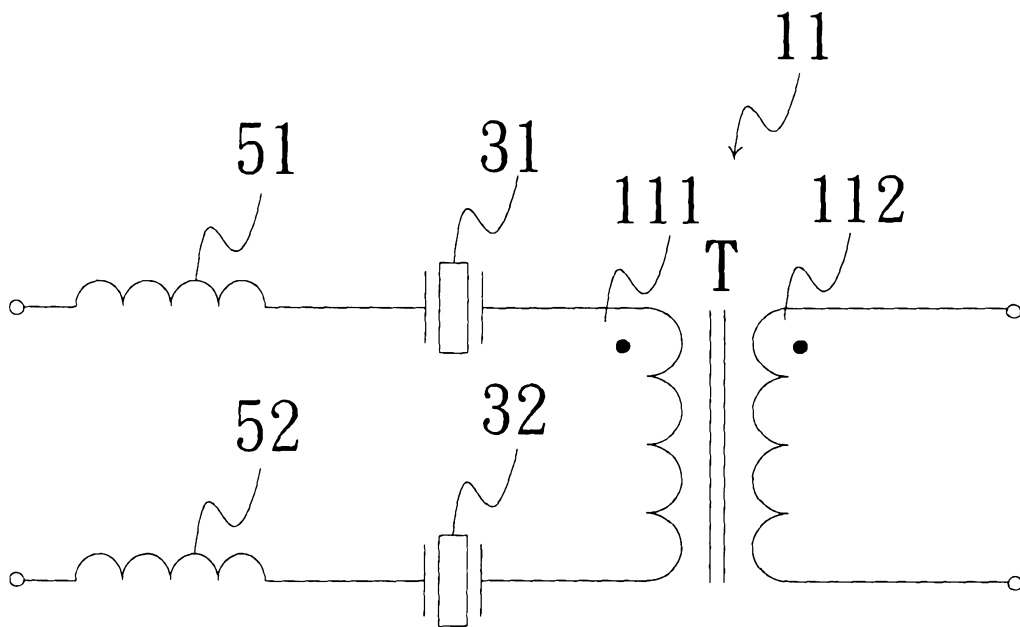


Fig. 17

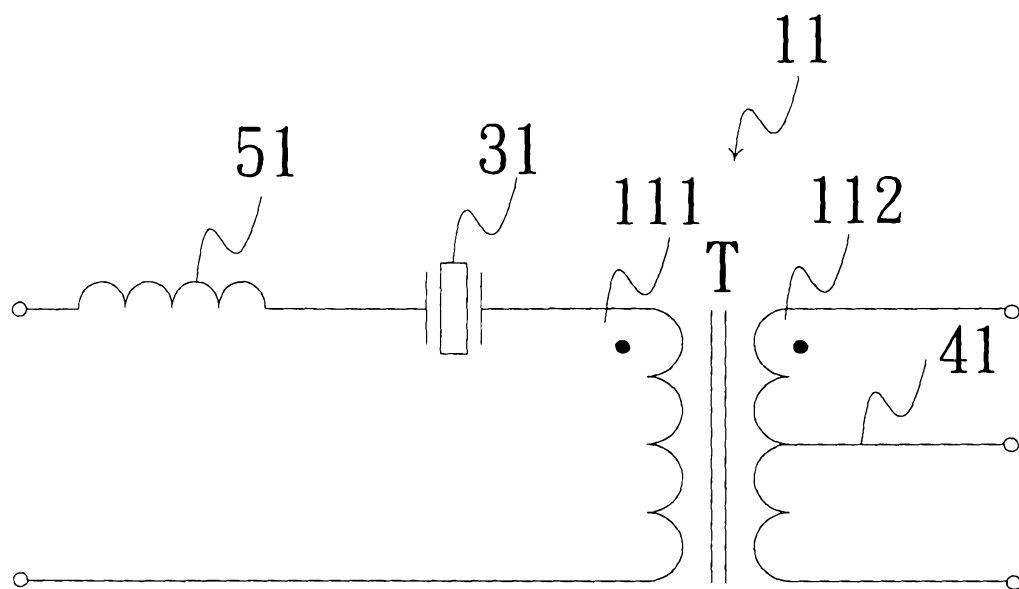


Fig. 18

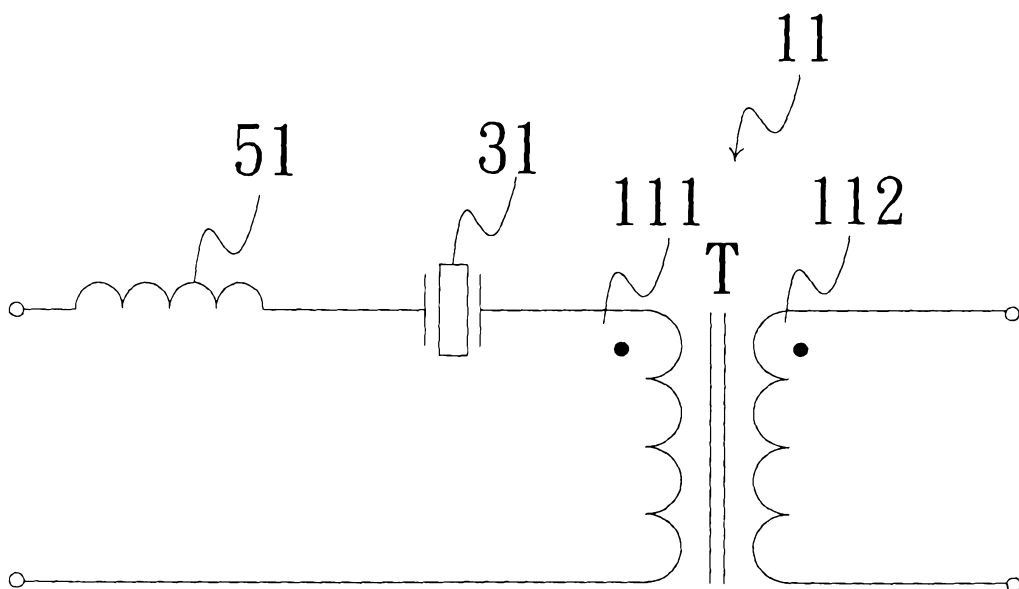


Fig. 19