

(12) **FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: 2010.08.09	(73) Titular(es): ABB RESEARCH LTD.	
(30) Prioridade(s): 2009.08.13 EP 09167796	AFFOLTERNSTRASSE 44 8050 ZÜRICH	CH
(43) Data de publicação do pedido: 2012.06.20	(72) Inventor(es): DIDIER COTTET	CH
(45) Data e BPI da concessão: 2013.05.29 166/2013	(74) Mandatário: ANTÓNIO JOÃO COIMBRA DA CUNHA FERREIRA RUA DAS FLORES, Nº 74, 4º AND 1249-235 LISBOA	PT

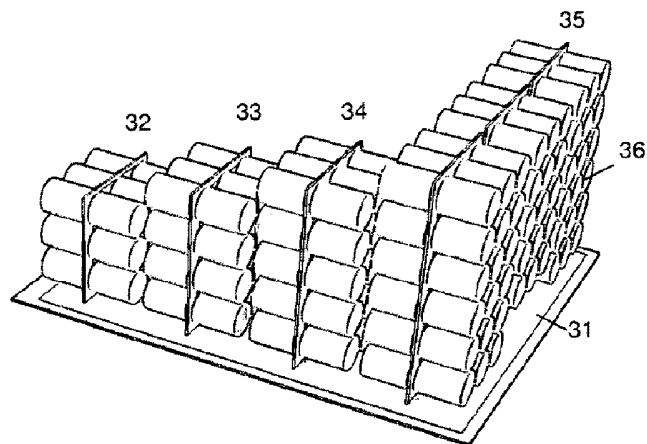
(54) Epígrafe: **CAPACITÂNCIA COMPOSTA E UTILIZAÇÃO DA MESMA**

(57) Resumo:

UM COMPONENTE CAPACITIVO COMPOSTO COMPREENDE UMA PLURALIDADE DE MÓDULOS DE CONDENSADORES QUE PODEM SER DISTINGUIDOS FISICAMENTE OS QUAIS SE ENCONTRAM LIGADOS ELETRICAMENTE UNS AOS OUTROS. OS MÓDULOS QUE PODEM SER DISTINGUIDOS PERMITEM UMA MAIOR FLEXIBILIDADE GEOMÉTRICA E/OU ELÉTRICA NA CONCEÇÃO DO COMPONENTE CAPACITIVO. CADA UM DOS MÓDULOS DE CONDENSADORES COMPREENDE UMA PLURALIDADE DE CONDENSADORES DE BASE DISPOSTOS SOBRE UMA PLACA DE CIRCUITO IMPRESSO PCB ESPECÍFICA DE MÓDULO. TODOS OS CONDENSADORES DE BASE DOS MÓDULOS DE CONDENSADORES SÃO DE UM ÚNICO TIPO, O QUE SIMPLIFICA TANTO A PRODUÇÃO COMO A MANUTENÇÃO DO COMPONENTE CAPACITIVO.

RESUMO**"Capacitância composta e utilização da mesma"**

Um componente capacitivo composto compreende uma pluralidade de módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente os quais se encontram ligados eletricamente uns aos outros. Os módulos que podem ser distinguidos permitem uma maior flexibilidade geométrica e/ou elétrica na conceção do componente capacitivo. Cada um dos módulos de condensadores compreende uma pluralidade de condensadores de base dispostos sobre uma placa de circuito impresso PCB específica de módulo. Todos os condensadores de base dos módulos de condensadores são de um único tipo, o que simplifica tanto a produção como a manutenção do componente capacitivo.

**FIG. 1**

DESCRIÇÃO

"Capacitância composta e utilização da mesma"

Campo técnico

O invento refere-se ao campo dos componentes capacitivos para dispositivos de energia elétrica e em particular, a uma capacitância composta utilizada como uma capacitância de barramento de CC num conversor de frequência de energia elétrica.

Antecedentes da arte

Um conversor de frequência de energia elétrica converte uma tensão alternada monofásica ou trifásica numa tensão alternada com outra frequência e/ou número de fases. Um conversor de frequência de acordo com o estado da técnica tal como representado na Fig. 8 tipicamente compreende um retificador que converte a corrente alternada (CA) em corrente contínua (CC), um inversor que converte corrente contínua (CC) em corrente alternada (CA), bem como um barramento de CC que liga o retificador e o inversor. O barramento de CC compreende um componente capacitivo que actua como um armazenamento de energia e filtro para a tensão do barramento de CC.

Um componente capacitivo convencional utilizado num conversor de frequência de energia elétrica ou outro dispositivo de energia elétrica compreende um ou vários condensadores que se encontram montados diretamente sobre uma placa de circuito principal do conversor de frequência de energia elétrica e tendem a ocupar uma grande área sobre a placa de circuito principal. Em adição, para um fabricante de uma gama de dispositivos de energia elétrica com base em condensadores, de uma pluralidade de tipos distintos de condensadores, a gestão da cadeia de abastecimento é uma questão importante. Finalmente, a substituição de um condensador que falhou na placa de circuito principal pode ser demorada e onerosa.

Deste modo, é um objeto do presente invento criar um componente capacitivo que supere as desvantagens mencionadas acima.

O documento US 6215278 descreve um tipo único de módulos de condensadores semelhantes a uma caixa com densidade de embalagem melhorada e que aloja células de condensadores ligados em série, para serem dispostas em bancos de condensadores com um dissipador de calor montado numa superfície de extremidade dos módulos localizada no exterior do banco. Circuitos impressos flexíveis posicionados em qualquer superfície do módulo incluem interligações para a monitorização de sinais. As células de condensadores dobradas não se encontram rigidamente montadas numa placa de suporte mas firmemente apertadas entre duas placas de pressão em extremidades opostas das células empilhadas.

O documento US 4912597 descreve um banco de condensadores com dez condensadores de base dispostos ao lado uns dos outros em duas filas paralelas, encontrando-se os condensadores de cada fila ligados de um modo elétrico respectivamente a cada uma das duas placas de circuito impresso (PCBs) dielétricas paralelas. As duas PCBs são idênticas e compreendem revestimentos de cobre e faixas dielétricas configurados e dispostos exatamente da mesma maneira. Por conseguinte, os dois módulos que consistem cada um numa PCB e uma fila de cinco condensadores, não podem ser fisicamente distinguidos.

Breve resumo do invento

De acordo com o presente invento, é proposta uma capacitância composta que compreende uma pluralidade de módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente ligados eletricamente uns com os outros. Cada um dos módulos de condensadores compreende um certo número de condensadores de base montados e ligados eletricamente a uma placa de circuito impresso (PCB) específica de módulo, em que todos os condensadores de base da pluralidade de módulos são de um único tipo.

No contexto do presente invento, os módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente apresentam distintas propriedades mecânicas e/ou elétricas. Isto é, dois módulos de condensadores da pluralidade de módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente podem ter um número diferente de condensadores de base. Ou as PCBs dos dois módulos podem ser distintas na forma, tamanho, espessura, ou topografia. Os módulos que podem ser distinguidos podem ainda diferir no circuito elétrico interno, circuitos impressos, ou interligação elétrica dos condensadores de base montados sobre os mesmos.

Compor uma capacitância composta a partir de um único tipo de condensadores de base simplifica consideravelmente tanto a sua produção como a manutenção. A flexibilidade espacial obtida pela utilização de uma pluralidade de módulos de condensadores interligados eletricamente é vantajosa naqueles dispositivos de energia elétrica em que o volume disponível para o componente capacitivo no interior do dispositivo pode ser limitado ou doutra forma restringido em pelo menos uma direção. Uma disposição geometricamente flexível possibilitada por módulos de condensadores distintos, que inclui a possibilidade de os dispor num ângulo arbitrário uns com os outros e ocupar áreas periféricas no dispositivo de energia elétrica que os componentes capacitivos convencionais não são capazes de preencher, em última análise consome menos espaço no interior do dispositivo de energia elétrica.

De acordo com uma concretização preferida do presente invento, pelo menos um dos módulos de condensadores encontra-se montado e ligado eletricamente a uma placa de suporte com um eixo central de todos os seus condensadores de base cilíndricos disposto substancialmente paralelo à superfície da placa de suporte.

De acordo com outra concretização preferida do presente invento, os condensadores de base de um módulo de base estão dispostos num lado ou em ambos os lados da PCB específica de módulo. Os condensadores de base são eletricamente ligados por meio de circuitos impressos sobre a, ou no interior da,

PCB específica de módulo a fim de constituir a capacitância total do módulo de condensadores.

De acordo com outra concretização preferida do presente invento, os módulos compreendem componentes adicionais tais como circuitos divisores de tensão, condensadores de alta frequência, circuitos de carregamento e descarregamento ou circuitos de diagnóstico de condensadores dispostos na PCB específica de módulo. Os componentes adicionais contribuem para uma funcionalidade mais completa da capacitância composta, ao simplificar uma ligação com outros módulos, ampliar uma largura de banda de alta frequência e detectar o desempenho do módulo, respectivamente.

De acordo com outra concretização preferida do presente invento, a PCB específica de módulo pode compreender furos que permitem a passagem de ar de arrefecimento e estabelecem um fluxo de ar de arrefecimento numa direção paralela ao eixo central dos condensadores de base. Os furos estão proporcionados numa área de sobreposição com a área aberta entre os condensadores de base onde a PCB é visível quando se observa o módulo na dita direção.

O presente invento também se refere a uma utilização da capacitância composta mencionada acima como uma capacitância de barramento de CC num conversor de frequência de energia elétrica de baixa tensão ou média tensão com espaço limitado.

Breve descrição dos desenhos

A Fig. 1 mostra uma capacitância composta de acordo com o presente invento;

a Fig. 2, 3 e 4 representam três módulos de condensadores para uma capacitância composta;

a Fig. 5 e 6 mostram dois cortes transversais esquemáticos de um módulo de condensadores;

a Fig. 7 representa cinco módulos de condensadores baseados em cinco tipos diferentes de condensadores de base;

a Fig. 8 mostra um diagrama esquemático de um conversor de frequência de energia elétrica da arte anterior.

Concretizações preferidas do invento

A Fig. 1 representa uma capacitância composta com uma pluralidade de módulos de condensadores (32, 33, 34 e 35) compreendendo cada, uma PCB específica de módulo (Placa de circuito impresso) e encontrando-se montados sobre uma placa de suporte (31). A pluralidade de módulos de condensadores encontram-se ligados eletricamente uns aos outros em ligação em série e/ou paralela por meio de circuitos de ligação apropriados na placa de suporte. Os módulos de condensadores e a placa de suporte em conjunto formam uma capacitância composta ou componente capacitivo para ser utilizado num dispositivo de energia elétrica tal como um conversor de frequência de energia elétrica. Cada módulo de condensadores compreende uma única PCB específica de módulo e todos os condensadores de base cilíndricos (36) dispostos sobre uma única PCB são parte do mesmo módulo específico da placa. Os módulos de condensadores estão montados de uma maneira na placa de suporte de modo que um eixo central de todos os condensadores de base cilíndricos fique disposto substancialmente paralelo à superfície da placa de suporte.

O número de módulos montados, a sua disposição mútua e o tamanho de cada módulo (por exemplo comprimento, largura, profundidade) podem ser selecionados de forma arbitrária, de tal modo que a capacitância composta resultante possa ter uma forma geral que se afaste de um volume padrão rectangular. A título de exemplo, a disposição dos módulos de condensadores representados na Fig. 1 dá origem a um volume global em forma de cunha. A capacitância total é formada pela totalidade dos módulos montados sobre a placa de suporte, o número de condensadores de base em cada módulo e a especificidade da ligação elétrica dos condensadores base.

Pelo menos dois da pluralidade de módulos de condensadores podem ser distinguidos fisicamente em termos de, por exemplo, propriedades mecânicas ou propriedades elétricas. Isto é, as PCBs destes módulos distintos podem diferir em forma, tamanho, espessura, ou topografia. Módulos

distintos também podem ter um número diferente de condensadores de base e/ou diferir no circuito elétrico interno ou interligação elétrica dos condensadores de base. Assim a capacitância total de dois módulos distintos pode ser diferente ou a mesma.

A estrutura e configuração da capacitância composta é muito flexível e pode ser otimizada para se adaptar ou preencher qualquer espaço disponível no dispositivo de energia elétrica. Comparado a um componente capacitivo convencional que utiliza apenas um volume de um só andar mais próximo da superfície da PCB, a capacitância composta proposta pode, ao empilhar os condensadores de base, ocupar partes adicionais do espaço interno acima da superfície da PCB. Por exemplo, os módulos de condensadores (32, 33, 34, 35) na Fig. 1 mostram três a seis condensadores de base (36) dispostos ao lado uns dos outros numa direção perpendicular à placa de suporte (31). Os quatro módulos de condensadores estão dispostos paralelamente uns aos outros. No entanto, a fim de se utilizar mais eficientemente um espaço irregular no interior de um dispositivo de energia elétrica particular, dois ou mais módulos de PCB podem alternativamente formar um ângulo arbitrário na sua intersecção. Por conseguinte, a capacitância composta proposta permite uma utilização otimizada dos espaços tridimensionais disponíveis no interior do dispositivo de energia elétrica.

Os módulos podem ser montados sobre a placa de suporte através de vários meios de ligação. Ao seleccionar os meios de ligação de forma adequada, os módulos podem ser fácil e repetidamente montados e removidos. Isto é, no caso de um único módulo de condensadores não funcionar adequadamente, o último pode ser substituído por um de reserva de um modo simples. Além do mais, caso seja necessário durante o funcionamento uma capacitância total diferente para o dispositivo de energia elétrica, podem ser adicionados ou removidos módulos da placa de suporte em conformidade.

De acordo com os seguintes aspetos de conceção, é preferível construir o módulo de condensadores com base num grande número de condensadores de base com pequena capacitância, em vez de alguns condensadores com grande

capacitância. Ao fazê-lo, se apenas um ou alguns condensadores de base falharem enquanto os outros condensadores de base do módulo de condensadores continuarem a funcionar corretamente, a capacitância total é apenas ligeiramente diminuída. Deste modo a fiabilidade do módulo proposto é melhorada.

Além disso, através da ligação em paralelo massiva de condensadores pequenos numa PCB pouco indutiva, a indutância de dispersão equivalente total do módulo de condensadores torna-se muito baixa, o que pode resultar num comportamento de comutação vantajosamente estável. Em adição, o calor total gerado por um grande número de condensadores pequenos é tipicamente menor do que o calor gerado por alguns condensadores grandes da mesma capacitância.

Finalmente, sendo a capacitância total do módulo constituída por um grande número de condensadores de base idênticos dá origem a uma economia de escala apreciável e uma gestão da cadeia de abastecimento simplificada.

Na Fig. 2, é mostrado um primeiro módulo de condensadores individual. Muitos condensadores de base (12) de um único tipo encontram-se montados numa placa de circuito impresso PCB específica de módulo (11). O tipo e a capacitância dos condensadores de base podem ser selecionados arbitrariamente de acordo com os requisitos da aplicação pretendida. Na Fig. 2, os condensadores de base (12) estão montados em ambos os lados da PCB (11). Alternativamente, os condensadores de base (12) podem ser montados só num único lado da PCB. Considerando-se as dimensões da PCB e a área ocupada por cada condensador de base, são montados sobre a PCB tantos condensadores de base quanto possível. Isto é, ao dispor condensadores de base lado a lado numa malha apertada quadrada ou mesmo triangular, a área de superfície da PCB ocupada pelos condensadores é substancialmente idêntica à área de superfície total da PCB.

A Fig. 3 representa um módulo de condensadores com vários componentes eletrónicos (21) em adição aos condensadores de base dispostos sobre a PCB. Componentes eletrónicos adicionais podem ser facilmente integrados com o

módulo de condensadores a fim de melhorar o desempenho ou adicionar funcionalidades desejadas. Os componentes adicionais podem incluir um circuito divisor de tensão, um condensador de alta frequência e um circuito de diagnóstico de condensadores.

Especificamente, podem ser integrados condensadores de alta frequência dedicados ligados em paralelo com os condensadores principais a fim de melhorar a largura de banda de frequência do módulo; e pode ser integrado um sensor de diagnóstico de forma a detectar e melhorar o desempenho de sinalização do módulo de condensadores. Pode estar proporcionado um circuito divisor de tensão (por exemplo resistências em paralelo) para permitir fácil ligação em série com outros módulos de condensadores. Outras funções adicionais podem ser adicionadas através da integração de circuitos de carregamento e descarregamento de condensadores.

Tal como foi mencionado, os módulos de condensadores com base em PCB podem ser equipados com vários conectores para qualquer aplicação ou finalidade pretendidas. Embora qualquer tipo de conectores disponível comercialmente possa ser utilizado como um meio de ligação para o módulo de condensadores, a Fig. 2 e Fig. 3 representam um conector de baixa impedância extra largo especialmente concebido (13). O conector (13) permite fixar e separar de um modo fácil e reversível o módulo de condensadores na/da placa de suporte.

Deve notar-se que embora as PCBs mostradas na Fig. 2 e 3 tenham forma quadrada, as PCBs podem ser concebidas para ter também qualquer outra forma. Por exemplo, também é possível uma PCB com forma circular ou triangular e pode até mesmo ser preferível em vista do espaço interno do dispositivo de energia elétrica em que irá ser utilizado.

A Fig. 4 representa uma pluralidade de furos de convecção de ar (22) proporcionados na PCB (11) do módulo de condensadores. Os furos de convecção de ar permitem o fluxo de ar de arrefecimento numa direção paralela aos condensadores de base (12) montados sobre a PCB. Para este efeito, os furos estão dispostos na PCB de um tal modo que os furos sejam pelo menos parcialmente visíveis quando se

observa a PCB numa direção dos condensadores de base (12), isto é, os furos basicamente coincidem com os interstícios entre os condensadores de base.

A Fig. 5 e Fig. 6 mostram duas de entre inúmeras maneiras possíveis de interligar os condensadores de base sobre a PCB.

A Fig. 5 representa um corte transversal de um módulo com todos os condensadores de base (41) encontrando-se ligados em paralelo e montados num dos lados da PCB. A PCB compreende três camadas, uma camada condutora do positivo (44), uma camada condutora do negativo (46) e uma camada de isolamento (45) ensanduichada entre as duas camadas condutoras descritas acima. Pinos do positivo e negativo (42, 43) dos condensadores de base estão ligados com camadas condutoras do positivo e negativo (44, 46) em contactos de ligação de pino com PCB (47, 49). Em particular, o pino do positivo 42 liga à camada condutora do positivo (44) no contacto (49), e o pino do negativo atravessa a camada condutora do positivo (44) por intermédio de uma abertura ou recesso (48) proporcionado na camada condutora do positivo e é ligado à camada condutora do negativo (46) no ponto de contacto (47) no lado oposto da PCB. De um modo semelhante os condensadores de base podem ser montados em ambos os lados da PCB e ligados eletricamente em paralelo por meio das duas camadas condutoras.

Na Fig. 6, é mostrado um corte transversal de um módulo, em que, os condensadores se encontram ligados em série dois a dois e montados num dos lados da PCB. Contrariamente à Fig. 5, a camada condutora superior está dividida numa primeira camada condutora superior (610) e uma segunda camada condutora superior (64), as quais servem ambas como contactos em série para os conectores mencionados acima ou para mais pares vizinhos de condensadores de base.

Na Fig. 6, todos os condensadores (61) (C1 a C4) se encontram ligados à camada condutora inferior (611). No entanto, ambos os condensadores C1 e C2 estão ligados à primeira camada condutora superior (610) e ambos os condensadores C3 e C4 estão ligados à segunda camada

condutora superior (64). Por conseguinte, os condensadores de base C1 e C2 estão ligados em paralelo como um primeiro grupo; e os condensadores de base C3 e C4 estão ligados em paralelo como um segundo grupo. O primeiro grupo de condensadores (C1, C2) está ligado em série com o segundo grupo de condensadores (C3, C4).

A Fig. 7 representa cinco módulos de condensadores (71, 72, 73, 74 e 75) de capacitância total substancialmente idêntica e com base em cinco tipos diferentes de condensadores de base. A disposição geométrica e elétrica dos condensadores de base dá origem às propriedades físicas que se seguem.

- o primeiro módulo A (71) compreende 4 condensadores de base e a sua área de superfície total é de $252,675 \text{ mm}^2$; o seu volume total é $7,320,404 \text{ mm}^3$; a sua impedância total Z_{max} (10kHz, 20 °C) é 5 mOhm; e a sua corrente de ondulação total admissível $I_{\text{AC max}}$ (100Hz, 85 °C) é 90,2 A.

- o segundo módulo B (72) compreende 6 condensadores de base e a sua área de superfície total é de $247,815 \text{ mm}^2$; o seu volume total é $7,179,627 \text{ mm}^3$; a sua Z_{max} total (10kHz, 20° C) é 4,67 mOhm; a sua $I_{\text{AC max}}$ total (100Hz, 85 °C) é 97,8 A.

- o terceiro módulo C (73) compreende 33 condensadores de base e a sua área de superfície total é de $431,624 \text{ mm}^2$; o seu volume total é $7,090,664 \text{ mm}^3$; a sua Z_{max} total (10kHz, 20 °C) é 4,36 mOhm; a sua $I_{\text{AC max}}$ total (100Hz, 85 °C) é 151,8 A.

- o quarto módulo D (74) compreende 50 condensadores de base e a sua área de superfície total é de $653,975 \text{ mm}^2$; o seu volume total é $10,743,430 \text{ mm}^3$; a sua Z_{max} total (10kHz, 20 °C) é 4,88 mOhm; e a sua $I_{\text{AC max}}$ total (100Hz, 85 °C) é 170 A.

- o quinto módulo E (75) compreende 270 condensadores de base e a sua área de superfície total é de $932,877 \text{ mm}^2$; o seu volume total é $6,534,000 \text{ mm}^3$; a sua Z_{max} total (10kHz, 20° C) é 4,3 mOhm; a sua $I_{\text{AC max}}$ total (100Hz, 85 °C) é 126,9 A.

Os resultados da simulação listados acima indicam que o volume total dos diferentes módulos apresenta pouca diferença. No entanto, a superfície total do módulo 75 é cerca de quatro vezes a dos módulos 71 ou 72. Deste modo, espera-se que a dissipação de calor seja uma preocupação menor para o módulo 75 do que para os módulos 71 e 72. Além disso, a corrente de ondulação admissível (I_{AC}) dos módulos 73, 74 e 75 é significativamente maior do que para os módulos 71 e 72.

Lisboa, 2013-08-27

REIVINDICAÇÕES

1 - Capacitância composta que compreende uma pluralidade de módulos de condensadores (32, 33, 34, 35) que podem ser distinguidos fisicamente uns dos outros em termos de propriedades mecânicas ou elétricas e que se encontram ligados eletricamente uns aos outros, em que cada um da pluralidade de módulos de condensadores inclui um certo número de condensadores de base (12) montados sobre, e ligados eletricamente a, uma placa de circuito impresso PCB específica de módulo (11) e em que todos os condensadores de base da pluralidade de módulos de condensadores são de um único tipo.

2 - Capacitância composta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por um primeiro módulo de condensadores da pluralidade de módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente ter um certo número de condensadores de base que é diferente de um certo número de condensadores de base num segundo módulo de condensadores da pluralidade de módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente.

3 - Capacitância composta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por as PCBs específicas de módulos de dois módulos de condensadores da pluralidade de módulos de condensadores que podem ser distinguidos fisicamente diferirem em forma, tamanho, espessura, topografia, ou na interligação elétrica dos condensadores de base a serem montados sobre as mesmas.

4 - Capacitância composta de acordo com a reivindicação 1, em que pelo menos um dos módulos de condensadores compreende condensadores de base cilíndricos montados sobre uma PCB específica de módulo, caracterizada por a PCB específica de módulo se encontrar montada sobre uma placa de suporte com um eixo central de todos os condensadores de base cilíndricos disposto substancialmente paralelo à superfície da placa de suporte.

5 - Capacitância composta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por os condensadores de base se encontrarem

dispostos num lado ou em ambos os lados da PCB específica de módulo; e por os condensadores de base se encontrarem ligados através de circuitos impressos da PCB específica de módulo.

6 - Capacitância composta de acordo com a reivindicação 1, caracterizada por pelo menos um dos módulos compreender pelo menos um de entre um circuito divisor de tensão, um circuito de condensador de alta frequência, um circuito de carregamento e descarregamento e um circuito de diagnóstico de condensadores disposto sobre a PCB específica de módulo.

7 - Capacitância composta de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por a PCB específica de módulo incluir furos que permitem que o ar de arrefecimento passe e circule entre os condensadores vizinhos.

8 - Utilização de uma capacitância composta de acordo com uma das reivindicações precedentes num barramento de CC de um conversor de frequência de energia elétrica.

Lisboa, 2013-08-27

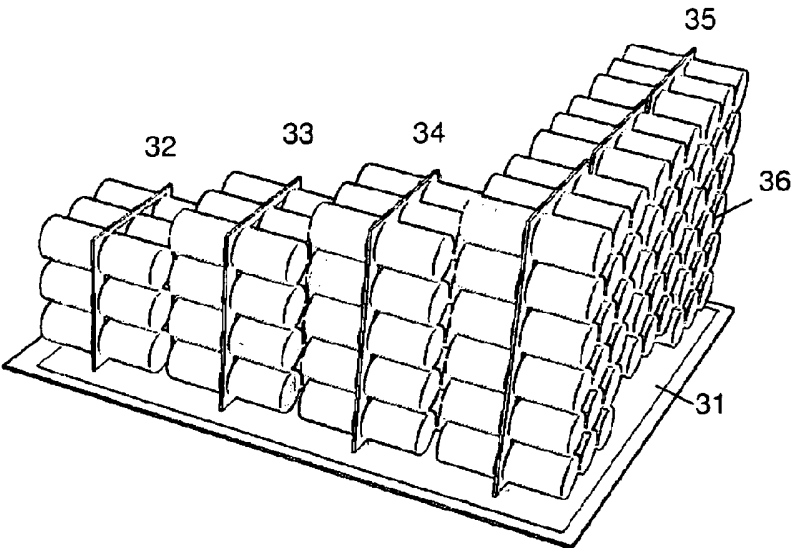


FIG. 1

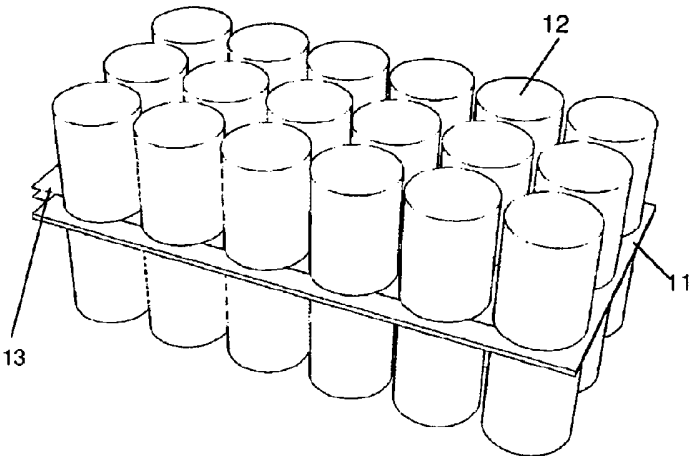


FIG. 2

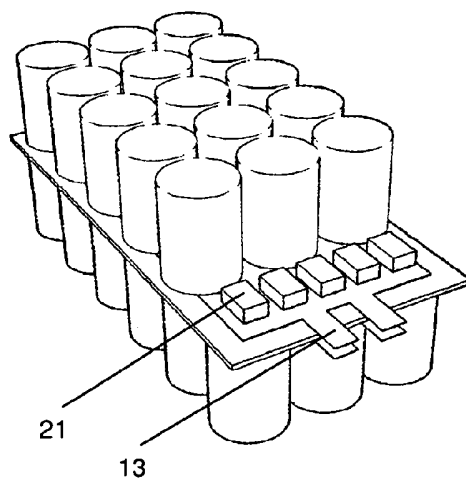


FIG. 3

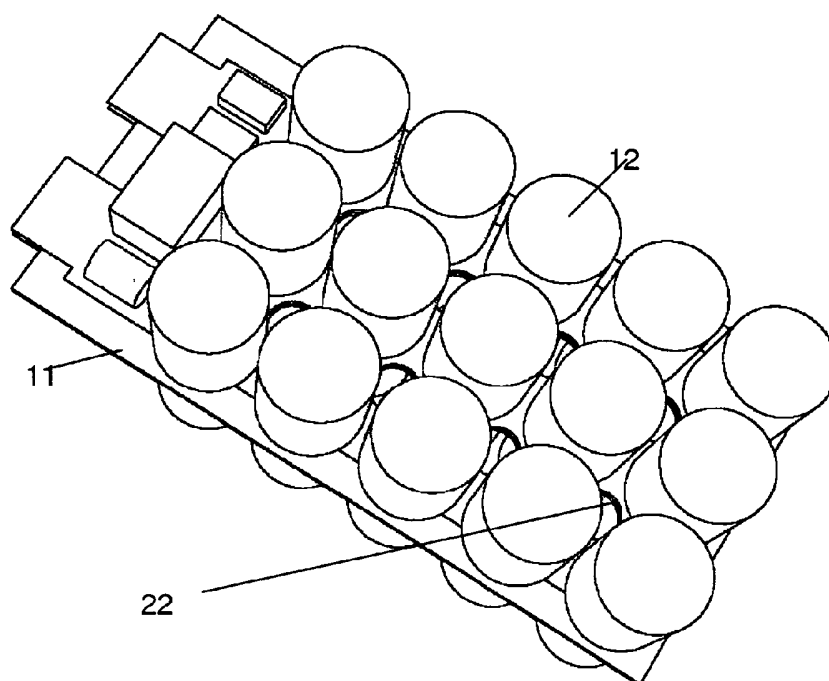


Fig.4

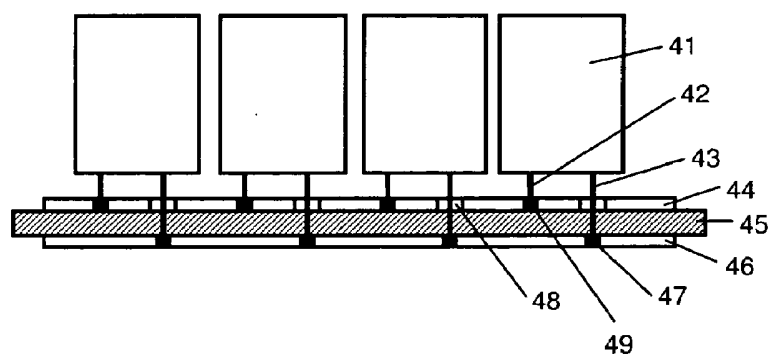


FIG. 5

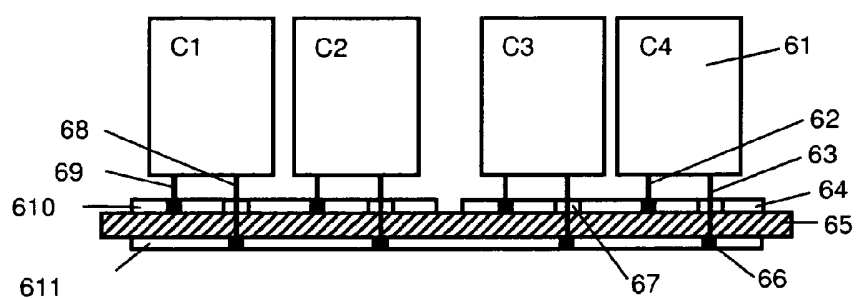


FIG. 6

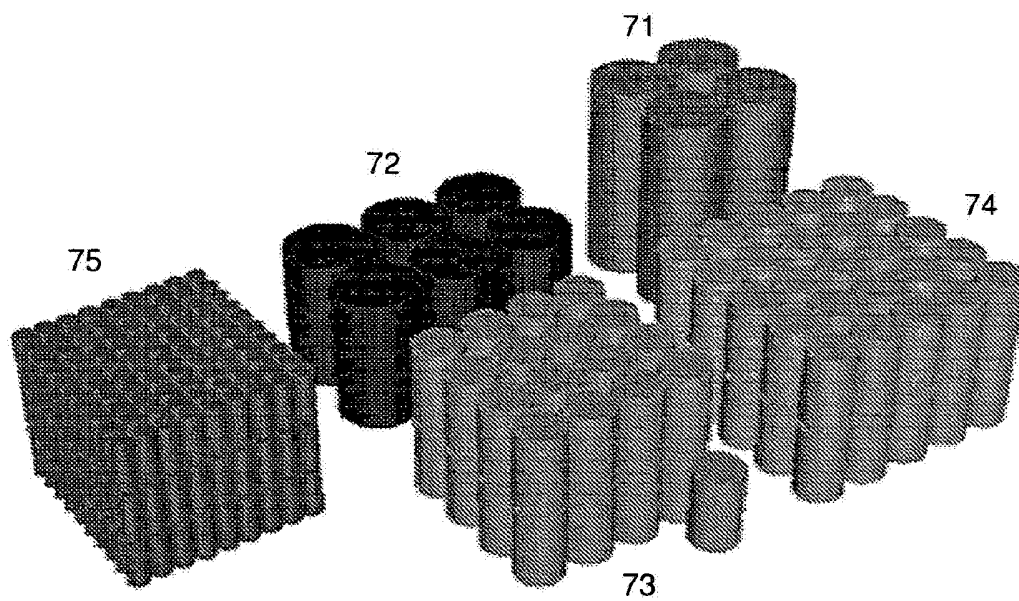


FIG. 7

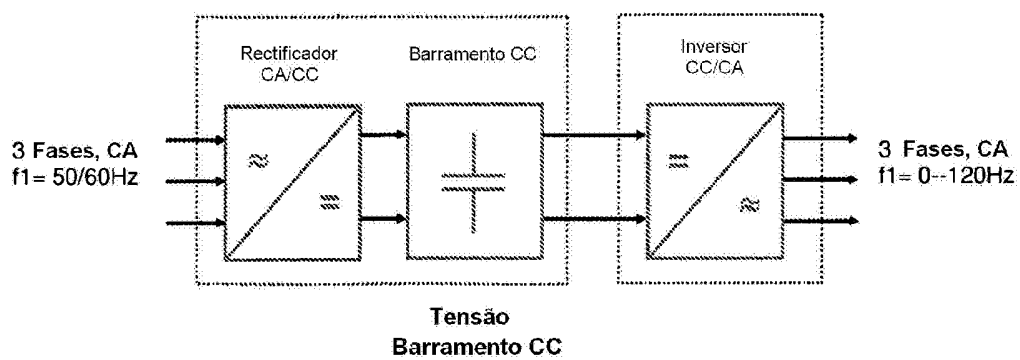


FIG. 8