



IPI INSTITUTO
NACIONAL
DA PROPRIEDADE
INDUSTRIAL
Assinado
Digitalmente

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DO DESENVOLVIMENTO, INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 112019015750-6

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 112019015750-6

(22) Data do Depósito: 03/01/2018

(43) Data da Publicação Nacional: 17/03/2020

(51) Classificação Internacional: B03C 3/12; B03C 3/68; B03C 3/72.

(30) Prioridade Unionista: CH 00098/17 de 30/01/2017.

(54) Título: ELETROFILTRO

(73) Titular: CLEAN AIR ENTERPRISE AG, Pessoa Jurídica. Endereço: ST. WENDELIN 1, HOLZHAUSERN ZG 6343, SUIÇA(CH), Suíça

(72) Inventor: KASPAR SCHINDLER.

(87) Publicação PCT: WO 2018/137899 de 02/08/2018

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 03/01/2018, observadas as condições legais

Expedida em: 14/02/2023

Assinado digitalmente por:

Alexandre Dantas Rodrigues

Diretor Substituto de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados

15 de Novembro
REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
de 1889

"ELETROFILTRO"

[001] A invenção refere-se a um eletrofiltro, que é projetado para o emprego em um equipamento de ventilação de prédio.

Antecedentes da invenção

[002] Eletrofiltros são empregados, por exemplo, para filtrarem partículas contidas em uma corrente de gás ou de ar. Eletrofiltros podem, de fato, ser empregados em aparelhos de ventilação, aparelhos de climatização e equipamentos de climatização, mas não se comprovaram no ramo de ventilação. No ramo de ventilação, especialmente em equipamentos de ventilação de prédio, ainda continuam sendo empregados filtros de bolsa.

[003] Eletrofiltros operam com descarga corona e campos eletrostáticos. Eles contêm um estágio de ionização e um estágio de coletor, bem como um aparelho de alimentação de alta tensão para operação dos mesmos. Partículas de pó, aerossóis, etc. fluindo para dentro do eletrofiltro com o ar são eletrostaticamente carregadas e depois separadas em áreas de eletrodo do estágio de coletor. O aparelho de alimentação de alta tensão deve fornecer tanto uma alta tensão contínua para a produção da descarga corona no estágio de ionização como também uma menor alta tensão contínua para a produção de um forte campo eletrostático no estágio de coletor. Essas altas tensões contínuas são tipicamente produzidas por uma cascata de duplicamento de tensão, sendo que a tensão na saída do último duplicador de tensão do estágio de ionização e a tensão na saída de um dos duplicadores de tensão pré-montados é aduzida ao estágio de coletor. A alta tensão contínua para o estágio de coletor tem, portanto, a metade da dimensão ou é ainda menor do que

a alta tensão contínua para o estágio de ionização.

[004] Para o emprego em um equipamento de ventilação de prédio, um eletrofiltro deve cumprir diversos requisitos. Entre eles, por exemplo dimensões predeterminadas, para que o eletrofiltro possa substituir um filtro de bolsa, correntes de volume de ar predeterminadas e um grau de eficiência de filtração predeterminado.

[005] A invenção tem por objetivo desenvolver um eletrofiltro para equipamentos de ventilação de prédio, que com uma corrente de volume de ar de 3400 m³/h referida ao tamanho de construção padronizada (B/H/T) 592 mm x 592 mm x 300 mm deva alcançar o grau de eficiência de filtração E10.

Breve descrição da invenção

[006] A invenção está caracterizada na reivindicação 1. Execuções vantajosas se depreendem das reivindicações dependentes.

[007] A invenção se refere a fonte de alimentação e a eletrônica de tal eletrofiltro, cuja concepção deve se basear nos seguintes reconhecimentos:

a corrente fluindo pelo estágio de ionização é um importante indicador para a confiabilidade da ionização das partículas a serem filtradas. Quando, apesar de alta tensão aplicada, nenhuma ou uma corrente demasiadamente pequena flui pelo estágio de ionização, então não há ionização ou há ionização insuficiente. Isso tem por consequência o fato de que o eletrofiltro não mais purifica o ar, ou apenas insuficientemente.

[008] Quando da operação do eletrofiltro com a máxima corrente de volume de ar de 3400 m³/h, a alta tensão contínua aplicada ao estágio de coletor deve ser elevada para valores

na faixa de 5.5 a 6 kV, para que possa ser alcançado o grau de eficiência de filtração E10 requerido.

[009] Pelo estágio de coletor não flui normalmente uma corrente, isto é, a corrente se situa na faixa de no máximo alguns microampères. Quando, porém, a alta tensão contínua ultrapassa um valor limiar, que no presente eletrofiltro se situa aproximadamente acima de 5 kV, a corrente aumenta e alcança com relativa rapidez valores na faixa de miliampères.

[010] Um aparelho de limitação de alta tensão do tipo acima descrito, em que está presente uma cascata de duplicadores de tensão, em que são captadas tanto a alta tensão contínua para o estágio de ionização como também a alta tensão contínua para o estágio de coletor, perde o controle sobre a alta tensão contínua aplicada ao estágio de ionização, quando a corrente fluindo pelo estágio de coletor se situa na faixa de miliampères. Isto é, a alta tensão contínua para o estágio de ionização então não mais é estável.

[011] Um objetivo específico da invenção é, portanto, desenvolver um suprimento de energia e eletrônica de controle para a operação do eletrofiltro, que considerem esses reconhecimentos. Além disso, o eletrofiltro deve produzir tanto pouco ozônio quanto possível e consumir pouca energia.

[012] Segundo a invenção, a fonte de alimentação, que fornece o suprimento de energia da eletrônica de controle, do estágio de ionização e do estágio de coletor com outras tensões, que não a tensão disponibilizada pela rede de corrente, é um primeiro aparelho de alimentação de alta tensão para o suprimento do estágio de ionização com uma primeira alta tensão contínua e um segundo aparelho de alimentação de alta tensão para suprimento do estágio de coletor com uma alta

tensão contínua. Isso possibilita a operação do estágio de coletor com uma alta tensão contínua, em que pode fluir uma corrente na faixa de miliampères, sem que a alta tensão contínua do estágio de ionização se torne instável. O primeiro aparelho de alimentação de alta tensão contínua compreende, ainda, um sensor de corrente e um regulador de tensão, sendo que o sensor de corrente mede a corrente de ionização fluindo pelo estágio de ionização e o regulador de tensão provê para que a primeira alta tensão contínua seja de tal maneira ajustada que a corrente de ionização medida atinja um valor predeterminado. O estágio de ionização é assim operado controlado por corrente, isto é, o estágio de ionização é ativado com uma corrente contínua predeterminável.

[013] Ademais, o eletrofiltro é de preferência conectado à terra, isto é, apresenta uma conexão ligável com terra, e o estágio de ionização e o estágio de coletor contêm eletrodos, que estão unidos entre si com uma conexão conectável com terra.

[014] A eletrônica de controle é ademais vantajosamente projetada para

- a) ajustar a corrente contínua fluindo pelo estágio de ionização e a segunda alta tensão contínua aplicada ao estágio de coletor correspondente à corrente de volume de ar fluindo pelo eletrofiltro, isto é, reduzir a corrente contínua e a segunda alta tensão contínua, quando a corrente de volume de ar se torna menor, ou para aumentar, quando a corrente de volume de ar se torna maior, e
- b) monitorar a corrente contínua fluindo pelo estágio de coletor, e emitir um sinal de alarme ou sinal de instrução,

quando a corrente contínua se situar fora de um intervalo predeterminado.

[015] A realização desses dois pontos ocorre como segue:

a) A eletrônica contém uma entrada de controle para a manutenção ao menos de um sinal de controle e é projetada para ajustar a corrente contínua a ser predeterminada para o estágio de ionização e a segunda alta tensão contínua a ser aplicada ao estágio de coletor correspondente ao valor do, ao menos um, sinal de controle.

b) O segundo aparelho de alimentação de alta tensão compreende um sensor de corrente, que mede a corrente contínua fluindo pelo estágio de coletor, e é projetado para emitir um sinal de alarme ou sinal de instrução, quando a corrente contínua fica abaixo de um valor mínimo predeterminado e/ou ultrapassa um valor máximo predeterminado.

[016] Para que as duas correntes contínuas possam ser medidas por meio de um assim chamado "shunt" no lado de tensão baixa dos aparelhos de alimentação de alta tensão, ambos os aparelhos de alimentação de alta tensão são separados galvanicamente no lado de entrada tanto da conexão de rede (e com isso da terra) como também entre si. Isso ocorre por elementos de separação galvânicos.

[017] A invenção será, a seguir, mais detalhadamente explicada com base em exemplos de execução e do desenho.

Descrição das Figuras

[018] A Figura 1 mostra um esquema de ligação de bloco com suprimento de energia e eletrônica de controle de um eletrofiltro conforme um primeiro exemplo de execução, e a Figura 2 mostra um esquema de ligação de bloco do suprimento

de energia e eletrônica de um eletrofiltro conforme um segundo exemplo de execução.

Descrição detalhada da invenção

[019] A Figura 1 mostra um esquema de ligação de bloco de uma fonte de alimentação de acordo com a invenção para o suprimento de energia dos estágios de alta tensão e da eletrônica de controle 1 de um eletrofiltro 2 conforme um primeiro exemplo de execução. O eletrofiltro 2 compreende um estágio de ionização 3 e, nesse exemplo, um único estágio de coletor 4. A fonte de alimentação compreende, de preferência, uma fonte de alimentação de potência para o suprimento de energia do estágio de ionização 3 e do estágio de coletor 4 e uma fonte de alimentação de controle separada para o suprimento de energia da eletrônica de controle 1. A fonte de alimentação compreende, portanto, no total duas partes de rede de baixa tensão 5 e 6 e dois aparelhos de alimentação de alta tensão 7 e 8.

[020] A fonte de alimentação de potência compreende a primeira fonte de alimentação de baixa tensão 5, que converte a tensão alternada de rede aplicada à conexão de rede 9 em uma tensão contínua de baixa voltagem, por exemplo em uma tensão contínua de 24 V, bem como dois aparelhos de alimentação de alta tensão 7, 8 aí conectados. O primeiro aparelho de alimentação de alta tensão 7 serve ao suprimento do estágio de ionização 3 com uma primeira alta tensão contínua e o segundo aparelho de alta tensão 8 serve ao suprimento do estágio de coletor 4 com uma segunda alta tensão contínua.

[021] O emprego de dois aparelhos de alimentação de alta tensão 7, 8 possibilita, de um lado, operar o estágio de

ionização 3 e o estágio de coletor 4 independentemente entre si e, com isso, otimizar a operação de ambos os estágios individualmente. Assim, é especialmente possível operar o estágio de coletor 4 (também) com uma alta tensão contínua de tal maneira elevada, em que uma corrente de coletor flui na faixa de miliampères, sem que com isso seja influenciada a alta tensão contínua aplicada ao estágio de ionização 3.

[022] A fonte de alimentação de controle compreende a segunda fonte de alimentação de baixa tensão 6, que converte a tensão de rede aplicada à conexão de rede 10 igualmente em uma tensão contínua de baixa voltagem, por exemplo em uma tensão contínua de 12 V.

[023] O suprimento separado da eletrônica de controle 1 e da eletrônica de potência do eletrofiltro 2 possibilita que elementos de indicação da eletrônica de controle 1, que fornecem informação sobre o estado do eletrofiltro 2, como, por exemplo, LEDs, também então iluminam quando a eletrônica de potência está separada da rede de corrente. Trabalhos de teste e manutenção na eletrônica de controle 1 como também no eletrofiltro 2 podem ser realizados a qualquer tempo sem risco do operador com suprimento de corrente da eletrônica de controle 1 ligada.

[024] O estágio de ionização 3 e o estágio coletor 4 do eletrofiltro 2 contêm eletrodos, via de regra eletrodos em forma de placa, que são de preferência conectados à terra. As duas partes de rede de baixa tensão 5 e 6 contêm cada uma um elemento de separação 14 ou 15 galvânico, que separa o lado de saída galvanicamente do lado de entrada. São, por exemplo, partes de rede de tráfico, cujo transformador é um elemento de separação galvânico. Os dois elementos de

alimentação de alta tensão 7, 8 são assim galvanicamente separados da conexão de rede 9 ou 10. Os aparelhos de alimentação de alta tensão 7, 8 contêm um regulador de tensão 11 ou 12 e um reforçador de tensão 13 para a produção da primeira ou segunda alta tensão contínua. O reforçador de tensão 13 consiste, por exemplo, em uma cascata de duplicadores de tensão.

[025] A operação do estágio de ionização 3 ocorre, de preferência, controlada por corrente, isto é, a primeira alta tensão contínua produzida pelo primeiro aparelho de alimentação de alta tensão 7 é de tal maneira ajustada que a corrente de ionização (uma corrente contínua) fluindo pelo estágio de ionização 3 assume um valor predeterminado. O primeiro aparelho de alimentação de alta tensão 7 compreende para tanto um sensor de corrente, que mede a corrente de ionização fluindo pelo estágio de ionização 3 e cujo sinal de saída é aduzido ao regulador de tensão 11. O regulador de tensão 11 regula a tensão contínua emitida ao reforçador de tensão 13 seguinte de tal maneira que a primeira alta tensão contínua se ajusta de tal maneira que a corrente de ionização medida assume o valor predeterminado. A corrente de ionização ou pode ser medida no acesso, em que flui do primeiro aparelho de alimentação de alta tensão 7 para o eletrodo de ionização do estágio de ionização 3, ou no retorno, em que a corrente reflui da terra (pois os correspondentes eletrodos do eletrofiltro 2 estão conectados à terra) para o aparelho de alimentação de alta tensão 7. Como o eletrodo de ionização é ativado com uma alta tensão contínua muito alta de vários quilovolts, a medição da corrente de ionização no retorno é muito mais simples. Como se pode ver da Figura 1, os retornos

da conexão conectada à terra do eletrofiltro 2 para os dois aparelhos de alimentação de alta tensão 7 e 8 decorrem em conjunto e depois se ramificam. A medição da corrente de ionização refluindo para o primeiro aparelho de alimentação de alta tensão 7 pode ocorrer com auxílio de um "shunt" 16 (resistência ôhmica), que está disposto no primeiro aparelho de alta tensão 7 no retorno depois da ramificação. A tensão caindo no "shunt" é medida e aduzida como valor de corrente ao regulador de tensão 11, que compara o valor de corrente medido com um valor teórico predeterminado e daí forma a tensão de controle para o reforçador de tensão seguinte. Mas, para tanto, é necessário que o circuito para a corrente de ionização seja "flutuante", isto é, não deve haver qualquer outra trilha de corrente, sobre a qual corrente possa fluir da terra para o eletrodo de ionização do estágio de ionização 3. Isso é obtido na medida em que o primeiro aparelho de alta tensão 7 é galvanicamente separado tanto de ambas as conexões de rede 9 e 10 (porque as saídas das partes de rede de baixa tensão 5 e 6 são galvanicamente separadas da conexão de rede 9 ou 10) como também do segundo aparelho de alimentação de alta tensão 8. A separação galvânica de ambos os aparelhos de alimentação de alta tensão 7 e 8 ocorre por um elemento de separação 17 galvânico.

[026] O controle do eletrofiltro 2 ocorre, de preferência, em função da potência. O eletrofiltro 2 é específico para um determinado grau de eficiência de filtração, por exemplo, o grau de eficiência de filtração E10, e para uma corrente de volume de ar máxima, em que o grau de eficiência de filtração ainda é alcançado. Quanto menor a corrente de volume de ar, tanto menor a velocidade de fluxo do ar e, portanto, mais

longo o tempo de permanência das partículas ionizadas no eletrofiltro 2. A segunda alta tensão contínua aplicada ao estágio de coletor 4 produz no estágio de coletor 4 uma intensidade de campo elétrico, que atua como força elétrica sobre as partículas ionizadas e as acelera, e com isso faz com que as partículas ionizadas nos eletrodos sejam separadas. Quanto mais longo o tempo de permanência das partículas ionizadas no estágio de coletor 4, tanto menor deve ser a intensidade de campo elétrico e, com isso, também a segunda alta tensão contínua.

[027] A eletrônica de controle é, portanto, de preferência projetada para ajustar a segunda alta tensão contínua aplicada ao estágio de coletor 4 correspondente à efetiva corrente de volume de ar. Via de regra, também a corrente de ionização pode ser reduzida, quando a corrente de volume de ar diminui. A eletrônica está, portanto, de preferência, também projetada para ajustar a corrente de ionização correspondente à efetiva corrente de volume de ar. Para essa finalidade, a eletrônica de controle contém uma entrada de controle para a obtenção de um ou mais sinais de controle e meios (hardware e/ou software) para ajustar a corrente de ionização e a segunda alta tensão contínua em correspondente ao, ou aos, sinais de controle.

[028] O segundo aparelho de alimentação de alta tensão 8 compreende, ademais, vantajosamente, um segundo sensor de corrente, igualmente em forma de um "shunt" 18, que mede a corrente de coletor (uma corrente contínua) fluindo pelo estágio de coletor 4, e a eletrônica 1 é projetada para indicar um sinal de alarme ou sinal de erro quando a corrente de coletor medida ultrapassa uma corrente máxima

predeterminada.

[029] A Figura 2 mostra um esquema de ligação de bloco de uma fonte de alimentação de acordo com a invenção para o suprimento de energia dos aparelhos de alimentação de alta tensão 7 e 8 e da eletrônica de controle 1 de um eletrofiltro 2 conforme um segundo exemplo de execução. A fonte de alimentação de potência compreende aqui duas partes de rede de baixa tensão 5 e 5B, que contêm cada qual um elemento de separação 14 galvânico ou elemento de separação 14B. Também nessa execução estão os aparelhos de alimentação de alta tensão 7 e 8 separados tanto da rede de corrente como também entre si.

[030] Ainda que modalidades desta invenção tenham sido mostradas e descritas, é evidente para o técnico que mais modificações do que as acima mencionadas são possíveis, sem que haja desvio da concepção inventiva. A invenção é restrita, portanto, apenas pelas reivindicações e seus equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Eletrofiltro (2), compreendendo um estágio de ionização (3), um estágio de coletor (4) e uma fonte de alimentação, sendo que a fonte de alimentação compreende um primeiro aparelho de alimentação de alta tensão (7) para ativação do estágio de ionização (3) com uma primeira alta tensão contínua e um segundo aparelho de alimentação de alta tensão (8) para ativação do estágio de coletor (4) com uma segunda alta tensão contínua, **caracterizado** pelo fato

de que o primeiro aparelho de alimentação de alta tensão (7) compreende um sensor de corrente e um regulador de tensão (11), sendo que o sensor de corrente mede a corrente de ionização fluindo através do estágio de ionização (3),

de que o regulador de tensão (11) provê para que a primeira alta tensão contínua se ajuste de tal maneira que a corrente de ionização alcança um valor predeterminado,

de que o eletrofiltro (2) apresenta uma conexão conectável com terra,

de que o estágio de ionização (3) e o estágio de coletor (4) contêm eletrodos, que são unidos com a conexão conectável com terra,

de que o primeiro aparelho de alimentação de alta tensão (7) e o segundo aparelho de alimentação de alta tensão (8) são ambos separados galvanicamente tanto de uma conexão de rede (9) como também entre si, e

de que o sensor de corrente está disposto no retorno conduzindo da conexão conectável com terra para o primeiro aparelho de alimentação de alta tensão (7).

2. Eletrofiltro (2), de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que compreende ainda uma entrada de controle ativável com um sinal de controle, sendo que o primeiro aparelho de alimentação de alta tensão (7) é projetado para ajustar a corrente de ionização correspondente ao valor do sinal de controle.

3. Eletrofiltro (2), de acordo com a reivindicação 2, **caracterizado** pelo fato de que o segundo aparelho de alimentação de alta tensão (8) é projetado para ajustar a segunda alta tensão contínua correspondente ao valor do sinal de controle.

4. Eletrofiltro (2), de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o segundo aparelho de alimentação de alta tensão (8) compreende um segundo sensor de corrente, sendo que o segundo sensor de corrente detectando a corrente de coletor fluindo pelo estágio de coletor (4) no retorno conduzindo da conexão conectável com terra para o segundo aparelho de alimentação de alta tensão (8).

5. Eletrofiltro (2), de acordo com a reivindicação 4, **caracterizado** pelo fato de que é produzido um sinal de alarme ou de erro, quando a corrente de coletor ultrapassa uma corrente máxima predeterminada.

Fig. 1

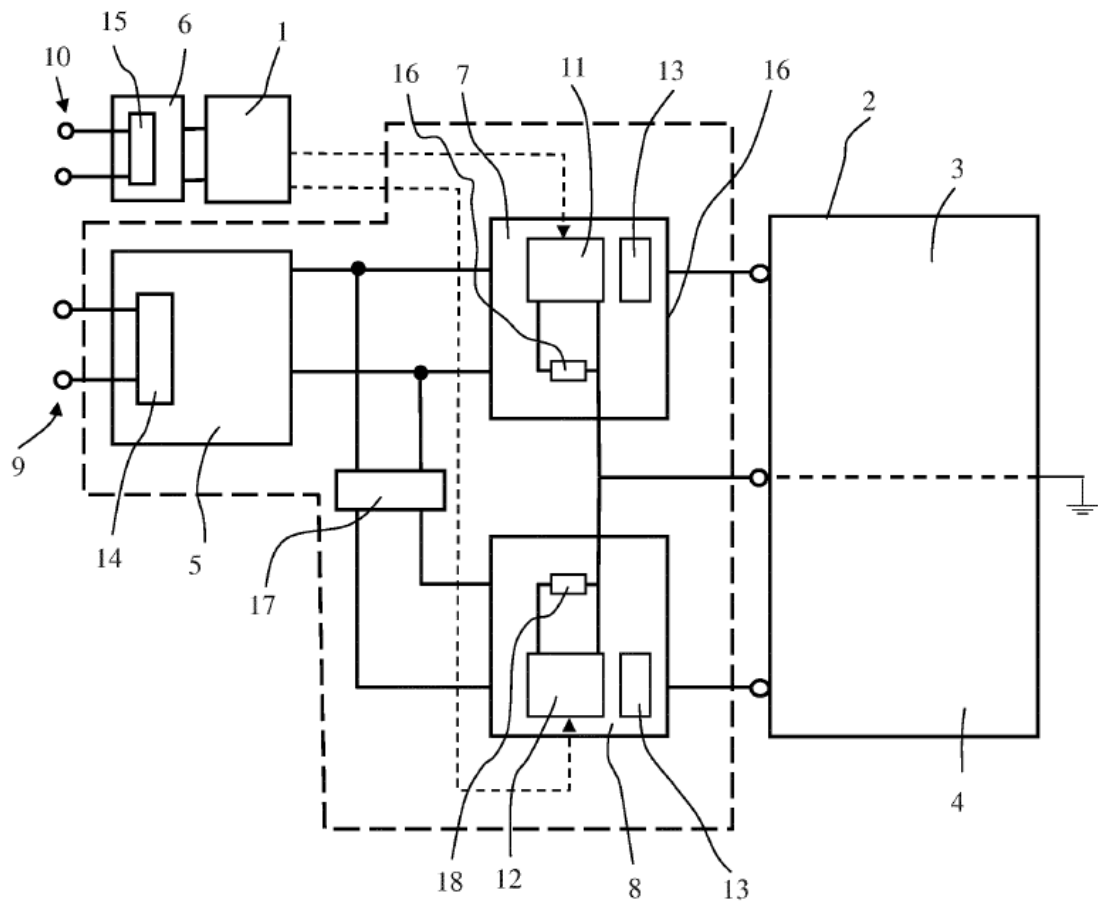


Fig. 2

