



República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior
e Serviços
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) PI 0512320-8 B1

(22) Data do Depósito: 21/06/2005

(45) Data de Concessão: 17/10/2017



(54) Título: MÉTODO E APARELHO PARA MEDIR TENSÃO EM DISPOSITIVO DE COMUTAÇÃO DE ENERGIA

(51) Int.Cl.: G01R 15/18; G01R 15/06; G01R 15/16

(30) Prioridade Unionista: 21/06/2004 US 60/581.451

(73) Titular(es): ABB TECHNOLOGY AG

(72) Inventor(es): ERSKINE BARBOUR; MIETEK GLINKOWSKI

“MÉTODO E APARELHO PARA MEDIR TENSÃO EM
DISPOSITIVO DE COMUTAÇÃO DE ENERGIA”

Referência Cruzada a Pedido Relacionado

Esse pedido reivindica a prioridade do pedido de
5 patente provisório Norte-Americano No. Serial 60/581.451,
depositado em 21 de Junho de 2004, intitulado “Medição de
Tensão Usando Capacitância de Proteção”, o conteúdo do qual
é confiado e incorporado por referência aqui em sua integri-
dade, e o benefício de prioridade sob 35 U.S.C 119(e) é aqui
10 reivindicado.

Campo da Invenção

A presente invenção está relacionada a um disposi-
tivo de comutação de energia e mais particularmente a um mé-
todo de medir níveis de tensão em um dispositivo de comuta-
15 ção de energia.

Fundamentos da Invenção

Na indústria de geração e distribuição de energia,
companhias de serviço público geram e distribuem eletricida-
de a consumidores. Para facilitar o processo de distribuição
20 de eletricidade, vários tipos de dispositivos de comutação
de energia são usados. Em um circuito de distribuição, ele-
tricidade flui através dos dispositivos de comutação de
energia a partir de uma fonte de operação de energia (uma
subestação ou seus similares) ao consumidor. Quando uma fa-
25 lha é detectada no circuito de distribuição, o dispositivo
de comutação de energia é aberto e a conexão elétrica é que-
brada.

Vários relés controladores e protetores são usados

pela companhia de serviços públicos para detectar falhas que ocorrem no circuito de distribuição. A maioria desses controladores usa um microprocessador programado para responder à falha, baseado no tipo de falha e no tipo de dispositivo de comutação de energia conectado ao controlador. O controlador pode responder a uma falha particular através de levar o dispositivo de comutação de energia a abrir. Alternativamente, mediante a detecção de uma falha, o controlador pode levar o dispositivo de comutação de energia a abrir e fechar múltiplas vezes.

De modo a fazer a comutação mais eficiente no circuito de distribuição e isolar a falha, os controladores necessitam monitorar ambas a tensão presente no dispositivo de comutação de energia e a corrente elétrica fluindo através do dispositivo de comutação de energia. Se a quantidade de corrente excede um limite pré-programado por um certo período de tempo, o controlador instrui o dispositivo de comutação de energia a executar a resposta pré-programada. Se a falha continuar a persistir, o dispositivo de comutação de energia abre e permanece aberto.

Monitorar os níveis de tensão no dispositivo de comutação de energia é essencial para determinar, por exemplo, a direção do fluxo de energia, se o dispositivo de comutação de energia está sendo alimentado de volta, ou se as três fases de energia são sincronizadas. Adicionalmente, o pessoal de serviços públicos pode usar essa informação para monitorar a saída e eficiência dos transformadores de distribuição fornecendo energia através dos dispositivos de co-

mutação de energia. Presentemente, o pessoal da companhia de serviços públicos monitora níveis de tensão presentes no dispositivo de comutação de energia através de usar transformadores de potencial diferente que são conectados aos dispositivos de comutação de energia. Os controladores amost-
5 tram a saída dos transformadores de potencial e relatam essa informação ao especialista ou outro pessoal de serviços públicos. Os níveis de tensão podem ser monitorados em ambos o conector de entrada e o conector de saída do dispositivo de
10 comutação de energia.

Usar um transformador de potencial dedicado como um dispositivo de medição de tensão é enfadonho e dispendioso porque cada fase de tensão deve ser monitorada separadamente. Se a tensão é medida em ambos os conectores, dois
15 transformadores de potencial dedicados são exigidos por fase e pode não haver suficiente espaço no poste de serviços públicos para cada um dos transformadores de potencial. Uma solução é usar um circuito divisor de tensão conectado a um condutor de um dispositivo de energia. O circuito divisor de
20 tensão pode ser projetado para incluir resistores e capacitores. Tipicamente, a queda de tensão sobre uma impedância de carga do divisor (ramo de baixa tensão) é medida com relação a uma queda de tensão sobre uma impedância de referência (ramo de alta tensão). A partir dessa relação, um valor
25 do tensão é determinado.

O uso de um divisor capacitivo de tensão em um dispositivo de comutação de energia para medir tensão é descrito na Patente Norte-Americana No. 4.074.193 ("a patente

'193"). A patente '193 descreve o uso de um condutor cilíndrico separado como um eletrodo formando em parte a ramo de alta tensão de um divisor capacitivo de tensão. A tensão correspondente da ramo de baixa tensão do divisor capacitivo de tensão é amplificada e enviada a um dispositivo de medição de tensão, medidor ou controlador.

A presente invenção elimina a necessidade de um condutor dedicado separado para a ramo de alta tensão do divisor capacitivo de tensão. A presente invenção, ao invés, usa uma proteção existente de um dispositivo de medição de corrente tal como, por exemplo, um transformador ou bobina Rogowski no dispositivo de comutação de energia. A relação capacitiva entre a proteção e o condutor de alta tensão da ramo de alta tensão do divisor capacitivo de tensão. Através de usar a proteção existente, o custo do condutor separado é eliminado. A presente invenção também permite ao divisor capacitivo de tensão ser ligado para desse modo fornecer maior precisão na medição do tensão no dispositivo de comutação de energia.

20 Sumário da Invenção

Um método de determinar um tensão em um condutor em um dispositivo de comutação de energia tendo as etapas de:

Fornecer um transformador de corrente alojado no dispositivo de comutação de energia, o transformador de corrente ter uma proteção, a proteção em relação ao condutor formar uma ramo de alta tensão de um divisor capacitivo de tensão;

Conectar a proteção a uma ramo de baixa tensão de um divisor capacitivo de tensão; e

Medir o tensão através da ramo de baixa tensão.

Um método de determinar um tensão em um condutor em um dispositivo de comutação de energia tendo as etapas de:

Fornecer uma bobina alojada no dispositivo de comutação de energia, a bobina ter uma proteção, a proteção em relação ao condutor formar uma ramo de alta tensão de um divisor capacitivo de tensão;

Conectar a proteção a uma ramo de baixa tensão do divisor capacitivo de tensão, a ramo de baixa tensão ter uma pluralidade de capacitores;

Ajustar o divisor capacitivo de tensão através de remover pelo menos um dos capacitores;

Medir o tensão através da ramo de baixa tensão; e

Determinar um valor do tensão.

Um circuito de medição de tensão para uso com um dispositivo de comutação de energia tendo:

Uma bobina, a bobina rodeada por uma proteção;

Um condutor, a bobina e a proteção posicionados em torno do condutor;

Um dielétrico formado entre a proteção e o condutor tal que o dielétrico, a proteção, e o condutor compreenderem uma ramo de alta tensão de um divisor capacitivo de tensão e, uma ramo de baixa tensão compreender um ou mais capacitores.

Breve Descrição dos Desenhos

A invenção é adicionalmente descrita na descrição detalhada que segue, como referência aos desenhos em anexo a título de modalidades ilustrativas não limitantes da invenção, nas quais os números de referência representam elementos similares por todas as várias vistas dos desenhos, e onde:

A FIG. 1 ilustra um diagrama de bloco de uma configuração de dispositivo de comutação de energia típico.

A FIG. 2 ilustra uma vista transversal de um relíngador usado na indústria de geração e distribuição de energia.

A FIG. 3 ilustra uma vista transversal explodida de um transformador de corrente instalado no dispositivo de comutação de energia.

A FIG. 4 ilustra um diagrama esquemático de um circuito divisor capacitivo de tensão de acordo com uma modalidade da presente invenção.

Descrição Detalhada das Modalidades Ilustrativas

A FIG. 1 mostra um diagrama de bloco de uma configuração de comutação de energia típica 100. A configuração de comutação de energia 100 tem um dispositivo de comutação de energia 110 que é conectado em série entre uma fonte de alimentação 120 e uma carga 130. O circuito elétrico entre a fonte de alimentação 120 e a carga 130 é relacionado como o circuito de distribuição de energia 140. O dispositivo de comutação de energia 110 é conectado a um controlador 112 através de um barramento de comunicação bidirecional 114. Um microprocessador 115 fornece o controlador 112 com a capacidade de processamento para monitorar o dispositivo de comu-

tação de energia 110 para falhas bem como condições de operação. Na modalidade preferencial, um microprocessador Motorola HC12D60 é usado. Um usuário 118 configura o controlador 112 e recebe informação a partir do controlador 112 via uma interface de usuário 116. A interface de usuário 116 conecta ao controlador 112 através de um dispositivo de comunicações 122. O circuito de distribuição 140 é mostrado como uma única fase de um circuito de três fases para facilitar a ilustração. As outras duas fases são idênticas.

10 O dispositivo de comutação de energia 110 conecta a fonte de alimentação 120 à carga 130. A fonte de alimentação 120 usada com a presente invenção é uma subestação que fornece, por exemplo, uma fonte de 1 kilovolt (kV) até 40 kV de energia AC de três fases. Um transformador de distribuição individual ou banco de transformadores conectados juntos 15 compreende a carga 130. Os transformadores podem ser transformadores trifásicos para grandes aplicações industriais ou transformadores de única fase usados para fornecer eletricidade a um consumidor residencial.

20 Três tipos de dispositivos de comutação de energia 110 que companhias de serviços públicos usam na configuração de comutação de energia 100 são interruptores de falha, quebradores e religadores. Cada dispositivo de comutação de energia 110 executa uma resposta pré-programada quando uma 25 condição de falha no circuito de distribuição de energia 140 é detectada pelo controlador 112. Por exemplo, o interruptor de falha abre uma vez e permanece aberto quando uma condição de falha é detectada. O quebrador abre depois de uma falha,

mas tenta fechar antes de permanecer aberto se a falha continua a existir. Um religador abre e fecha múltiplas vezes quando uma condição de falha existe. Abrindo e fechando múltiplas vezes, o religador tenta apagar a falha. Se a condição de falha continuar a existir, o religador abre e permanece aberto até zerar manualmente. O religador entra em um estado de "cegueira" quando isso ocorre.

Uma condição de falha ocorre quando uma fase de energia se torna curto para terra, as fases se tornam curtos uma para a outra, ou quando relâmpagos cortam o circuito de distribuição 140. Quando uma condição de falha ocorre, grandes quantidades de corrente fluem através do circuito de distribuição de energia 140. O controlador 112 monitora os níveis de tensão e corrente, comunicados a ele pelo dispositivo de comutação de energia 110. O dispositivo de comutação de energia 110 envia essa informação ao controlador 112 através do barramento de comunicação bidirecional 114. Quando um nível de corrente anormal é detectado pelo controlador 112, o controlador 112 sinaliza ao dispositivo de comutação de energia 110 para executar a resposta pré-programada. Dois exemplos de controladores 112 usados com a presente invenção são o ICD (Dispositivo de Controle Inteligente) e o PCD (Dispositivo de Controle Programável), fabricados pela ABB Inc.

Um usuário 118 pode ser o especialista de serviços públicos que está na localização do dispositivo de comutação de energia. O especialista pode usar um PC laptop como a interface de usuário 116 e conectar diretamente a uma porta

serial no controlador 112. A conexão à porta serial é o dispositivo de comunicações 122. Um outro usuário 118 pode ser a pessoa de manutenção dos serviços públicos remotamente conectada no controlador 112. Nesse exemplo, a pessoa de manutenção do serviço público localizada remotamente usa um PC de mesa para a interface de usuário 116 e uma configuração de modem como o dispositivo de comunicação 122 para se conectar ao controlador 112.

Uma vista transversal de um dispositivo típico de comutação de energia 110, na forma de um religador 200, tal como o Religador de Única Fase OVR 1 fabricado pela ABB Inc. é ilustrado na FIG. 2. A corrente flui através do religador 200 a partir de um conector H1 212, através de um interruptor a vácuo 230 e um conjunto de transferência de energia 224 para um conector H2 214. O interruptor a vácuo 230 fornece uma área que aloja um contato estacionário 232 e um contato móvel 234. O contato estacionário 232 é diretamente conectado ao conector H1 212. O conjunto de transferência de corrente 224 fornece a conexão elétrica entre o contato móvel 234 e o conector H2 214.

Montado em torno do conector H2 214 está um transformador de corrente 236. O transformador de corrente 236 fornece uma corrente ao controlador 112 que é proporcional à corrente fluindo através do conector H2 214. O controlador 112 amostra a corrente proporcional e determina um valor apropriado que é por sua vez conduzido ao usuário 118 através da interface de usuário 116.

Uma vista transversal do transformador de corrente 236 ao longo do eixo X-X da FIG. 2 é mostrado na FIG. 3. O transformador de corrente 236 tem fio enrolado em torno de um núcleo ferroso em forma anular 306 para formar um enrolamento 308. O enrolamento 308 e o núcleo magnético 306 são encapsulados em uma proteção eletrostática 310. Em uma modalidade, fita condutiva ou fita semicondutiva é usada para a proteção eletrostática 310. Em uma outra modalidade, a proteção eletrostática é um revestimento de alumínio aplicado ao núcleo 306 e enrolamento 308. Entre o conector H2 214 e o transformador de corrente 236 está uma camada de material de preenchimento 304 tal como epóxi ou poliuretana. Esse é o mesmo material que é usado para o alojamento 210 do religador 200.

O transformador de corrente 236 é eletricamente conectado ao barramento de comunicação bidirecional 114 através dos dois fios de enrolamento 312 e o fio de proteção 314. Os fios de enrolamento 312 são conectados ao enrolamento 308 e o fio de proteção 314 é conectado à proteção 310. O barramento de comunicação bidirecional 114 direciona sinais elétricos a partir dos fios de enrolamento 312 e do fio de proteção 314 ao controlador 112 para processamento. Dentro do controlador 112, os sinais a partir dos fios de enrolamento 312 são conectados a um circuito de sensoriamento de corrente (não mostrado) e o sinal a partir do fio de proteção 314 é conectado a um circuito divisor capacitivo de tensão 400, uma modalidade da qual é mostrada na FIG. 4.

A camada 304 entre o transformador de corrente 236 e o condutor H2 214 fornece uma propriedade dielétrica consistente e previsível entre a proteção 310 e o conector H2 214. A combinação da proteção 310, a camada 304, e o conector H2 214 forma um capacitor C1 que é mostrado no esquema da FIG. 4. O capacitor C1 forma uma ramo de alta tensão do divisor capacitivo de tensão 400. No religador OVR-1 descrito previamente 200, a capacitância de C1 é aproximadamente 30-50 pF.

10 Como mostrado na FIG. 4, o fio de proteção 314 se conecta à ramo de baixa tensão 404 do divisor capacitivo de tensão 400. Nessa modalidade, a ramo de baixa tensão 404 compreende capacitores individuais C2-C21, que são conectados entre a proteção 310 e a terra. Removendo um ou mais capacitores C2-C21 permite ao divisor capacitivo de tensão 400 ser ajustado. Isso é explicado em maiores detalhes nas seções subseqüentes. Alternativamente, o divisor capacitivo de tensão 400 não deveria necessitar ser ajustado, os capacitores C2-C21 podem ser combinados em um único capacitor.

20 No controlador 112, a tensão de saída V_{out} através da ramo de baixa tensão 404 é enviada a um estágio de amplificação (não mostrado) e então a um estágio de circuito conversor analógico para digital (não mostrado). Em uma modalidade preferencial, o microprocessador 115 tem vários conversores A/D embutidos que são conectados ao estágio de amplificação. O microprocessador 115 determina o valor de tensão apropriado a partir da saída do conversor A/D, e esse valor é exibido a um usuário 118 via a interface de usuário 116.

Em uma modalidade preferencial, os capacitores C2-C21 da ramo de baixa tensão 404 são montados em uma placa de circuito impresso (não mostrada) no controlador 112 e são facilmente acessíveis pelo pessoal de manutenção e um especialista. Nessa modalidade, os capacitores C4-C21 podem ser removidos através de quebrá-los ou cortá-los da placa de circuito impresso enquanto os capacitores C2 e C3 não são removíveis. Removendo um ou todos dos capacitores C4-C21 reduz a capacitância total da ramo de baixa tensão 404 e aumenta o valor da tensão de saída V_{out} . Os valores dos capacitores C4-C21 são escolhidos para permitir ao divisor capacitivo de tensão 400 ser ajustado com tanta granularidade quanto possível. Em um divisor capacitivo de tensão 400 baseado na capacitância de C1 sendo aproximadamente 40 pF, a capacitância de cada um dos capacitores C2-C21 e a mudança percentual em V_{out} resultando da remoção de cada um dos capacitores C4-C21 são mostradas na tabela abaixo.

Capacitores	Valor	Mudança Percentual
C2, C3	0,1 μF	Não Removível
C4-C7	0,033 μF	7,5 %
C8-C15	0,01 μF	2 %
C16-C21	3.300 pF	0,76 %

O divisor de tensão 400 é ajustado para executar qualquer variância na capacitância da ramo de alta tensão C1. Para a modalidade da FIG. 4, a relação de capacitância ajustada da ramo de baixa tensão 404 à ramo de alta tensão C1 é aproximadamente 10.000:1. Essa relação foi escolhida para fornecer o circuito controlador (estágio de amplifica-

ção e estágio de conversão A/D) com uma tensão AC em uma área de amostra. Aqueles versados na técnica apreciam que essa relação é também um padrão de indústria de fato. Como um exemplo ilustrativo, a ramo de baixa tensão 404 do divisor capacitivo de tensão 400 deveria necessitar ser ajustada para baixo em 18,5 %, os capacitores C4, C5, C8, C16 e C17 são removidos e a tensão de saída V_{out} aumenta em 18,5%.

Como discutido previamente, os capacitores C4-C21 no controlador 112 são acessíveis ao pessoal de manutenção e de serviços públicos. Durante o processo de fabricação e montagem, o controlador 112 pode ser emparelhado com um dispositivo de comutação de energia 110. Nesse caso, o circuito divisor capacitivo de tensão 400 pode ser ajustado para o valor de única capacitância C1 do dispositivo de comutação de energia 110 antes do envio. A pessoa de fabricação mede a capacitância de C1 e então remove os capacitores apropriados C4-C21 para alcançar a relação 10.000:1. Se o controlador 112 é enviado ao campo separadamente, o especialista de serviços públicos pode ajustar o divisor de tensão 400 no sítio da instalação executando as mesmas etapas antes de colocar o dispositivo de comutação de energia 110 em linha.

A presente invenção pode também ser aplicada a dispositivos de comutação de energia 110 usando outros tipos de bobinas protegidas para uso em medição de corrente e tensão, tal como as bobinas protegidas Rogowski. Aqueles versados na técnica apreciam que a bobina Rogowski é uma bobina toroidal de núcleo de ar localizada em torno de um condutor. O núcleo da bobina Rogowski é construído de um material não

ferroso. Um campo magnético alternativo na bobina, produzido pela corrente fluindo no condutor, induz uma tensão que é proporcional à relação de mudança de corrente. A saída da bobina Rogowski é enviada a um integrador onde o valor de
5 tensão é extrapolado. A tensão medida com a bobina Rogowski é uma função da quantidade de corrente fluindo através do dispositivo de comutação de energia 110.

Enquanto a bobina Rogowski não é mostrada em qualquer dos desenhos, a FIG. 4 mostra o fio de proteção 406 da
10 bobina Rogowski e o condutor 408 em torno do qual a bobina toroidal de núcleo de ar da bobina Rogowski é localizada. O capacitor C1 do circuito 400 é formado a partir da combinação da proteção da bobina Rogowski, do conduto 408 e do núcleo de ar entre eles. Nessa modalidade, o núcleo de ar é o
15 dielétrico do capacitor C1. A ramo de baixa tensão 404 do divisor capacitivo de tensão 400 é projetada com os valores apropriados para os capacitores C2-c21 para fornecer a relação preferencial 10.000:1. A presente invenção mede o tensão no condutor 408 independente da quantidade de corrente flu-
20 indo através do dispositivo de comutação de energia 110.

É para ser entendido que a descrição anterior foi fornecida meramente com o propósito de explicação e de forma alguma é construída como limitante da invenção. Onde a invenção foi descrita com relação às modalidades, é entendido
25 que as palavras que foram usadas aqui, são palavras de descrição e ilustração, ao invés de palavras de limitação. Adicionalmente, embora a invenção tenha sido descrita aqui com referência a estrutura, materiais e/ou modalidades particu-

lares, a invenção não pretende ser limitada aos particulares descritos aqui. De preferência, a invenção se estende a todas as estruturas funcionalmente equivalentes, métodos e usos, tais como estão no escopo das reivindicações em anexo.

- 5 Aqueles versados na técnica, tendo o benefício dos ensinamentos dessa especificação, podem efetuar numerosas modificações nesta e mudanças podem ser feitas sem abrir mão do escopo da invenção em seus aspectos.

REIVINDICAÇÕES

1. Método de determinar uma tensão em um condutor (214) em um dispositivo de comutação de energia (110) compreendendo:

5 fornecer um dispositivo de medição de corrente (236) alojado no dito dispositivo de comutação de energia (110), o dito dispositivo de medição de corrente (236) circundando um dito condutor (214) e adaptado para medir o fluxo de corrente no dito condutor (214);

10 fornecer uma proteção eletrostática (310) encapsulando o dito dispositivo de medição de corrente (236), a dita proteção eletrostática (310) estando em relação espaçada ao dito condutor (214);

CARACTERIZADO por compreender ainda:

15 fornecer um dielétrico (304) localizado entre a dita proteção eletrostática (310) e o dito condutor (214) de modo que o dito dielétrico, a dita proteção eletrostática (310) e o dito condutor (214) formam um primeiro capacitor (C1) eletricamente conectando a dita proteção eletrostática (310) a um ou mais segundos capacitores (C2-C21); e

20 medir o tensão através do dito um ou mais segundos capacitores (C2-C21).

25 2. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a medição da tensão adicionalmente compreender conectar o dito um ou mais segundos capacitores (C2-C21) a um conversor analógico para digital.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** adicionalmente pelo fato de compreender exibir a um usuário a tensão medido.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito primeiro capacitor (C1) e o dito um ou mais segundos capacitores (C2-C21) formam um divisor capacitivo de tensão.

5. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito primeiro capacitor (C1) forma um ramo de alta tensão do dito divisor de tensão e o dito um ou mais capacitores (C2-C21) formam um ramo de baixa tensão do dito divisor capacitivo de tensão.

6. Método, de acordo com a reivindicação 4, **CARACTERIZADO** pelo fato de adicionalmente compreender ajustar o dito divisor capacitivo de voltagem (400) através da remoção de pelo menos um do dito um ou mais segundos capacitores (C2-C21).

7. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a proteção eletrostática (310) compreender uma fita condutiva ou semicondutiva.

8. Método, de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de a proteção eletrostática (310) compreender um revestimento de alumínio.

9. Aparelho de medição de tensão para medir uma tensão em um condutor (214) em um dispositivo de comutação de energia (110), compreendendo:

um dispositivo de medição de corrente (236) alojado no dito dispositivo de comutação de energia e circundando

o dito condutor (214), o dito dispositivo de medição de corrente (236) sendo adaptado para medir um fluxo de corrente no dito condutor;

5 uma proteção eletrostática (310) encapsulando o dito dispositivo de medição de corrente (236) e estando em relação espaçada com o dito condutor (214);

CARACTERIZADO por compreender ainda:

10 um dielétrico (304) localizado entre a dita proteção (310) e o dito condutor (214) de modo que o dito dielétrico (304), a dita proteção eletrostática (310) e o dito condutor (214) formam um primeiro capacitor (C1); e,

15 um ou mais segundos capacitores (C2-C21) eletricamente conectados a dita proteção dielétrica (310), em que um tensão é medido através do dito um ou mais segundos capacitores (C2-C21).

10. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito dielétrico (304) inclui um material de preenchimento.

20 11. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de o dito dispositivo de medição de corrente (236) ser um transformador de corrente.

12. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de a bobina (306) ser uma bobina Rogowski.

25 13. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a proteção eletrostática (310) compreende uma fita condutiva ou semicondutiva.

14. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a proteção eletrostática (310) compreende um revestimento de alumínio.

15. Aparelho, de acordo com a reivindicação 10, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o dito preenchimento inclui epóxi ou poliuretano.

16. Aparelho, de acordo com a reivindicação 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o primeiro capacitor e o dito um ou mais segundos capacitores formam um divisor capacitivo de tensão (400).

17. Aparelho, de acordo com a reivindicação 16, **CARACTERIZADO** pelo fato de o dito primeiro capacitor formar um ramo de alta tensão do dito divisor capacitivo de tensão (400), e o dito um ou mais capacitores formam um ramo de alta tensão (404) do dito divisor capacitivo de tensão (400).

18. Aparelho, de acordo com a reivindicação 17, **CARACTERIZADO** pelo fato de a ramo de baixa tensão ser ajustável através da remoção de um ou mais capacitores.

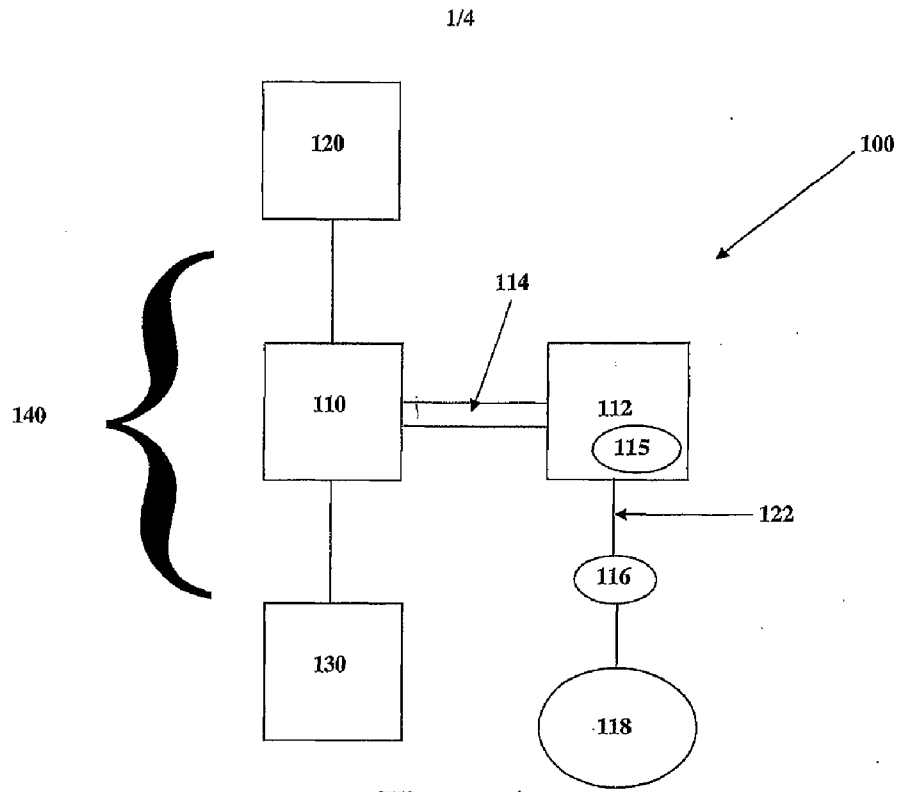


Figura 1

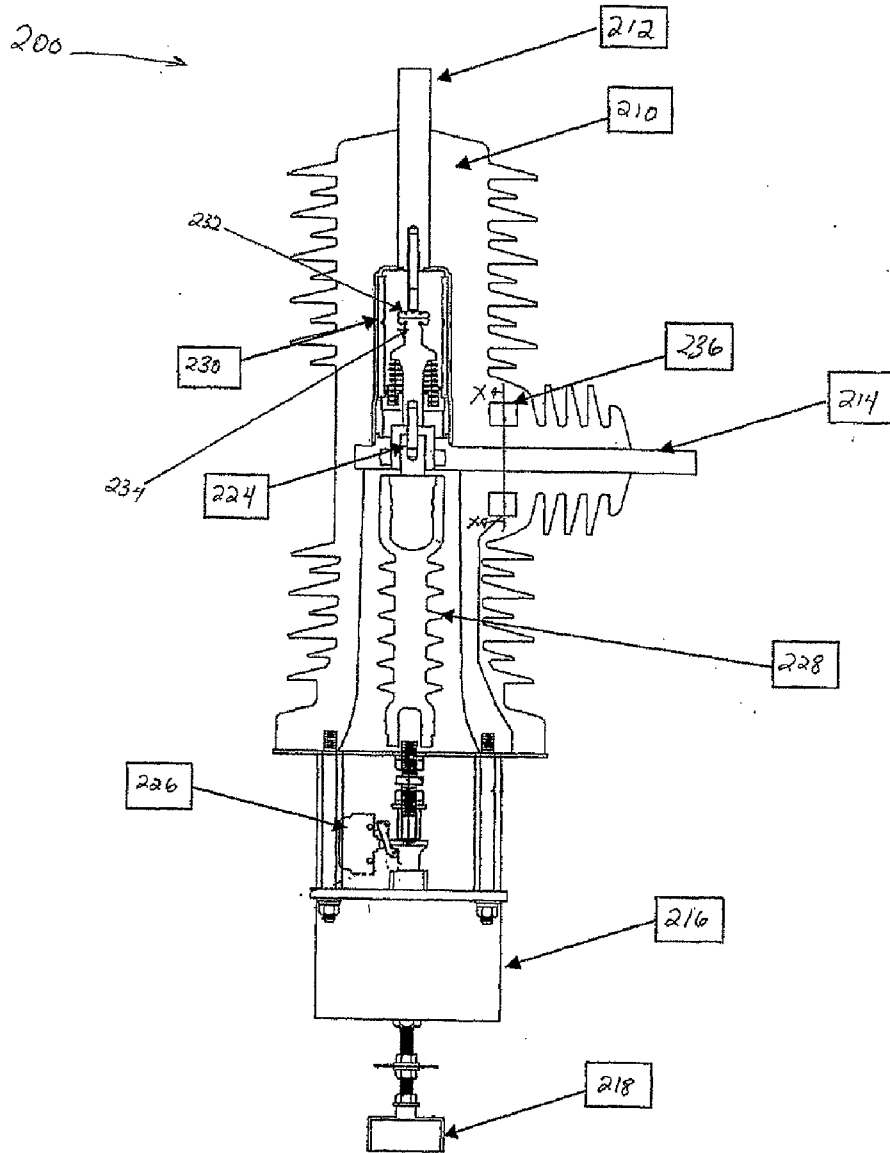


Figura 2

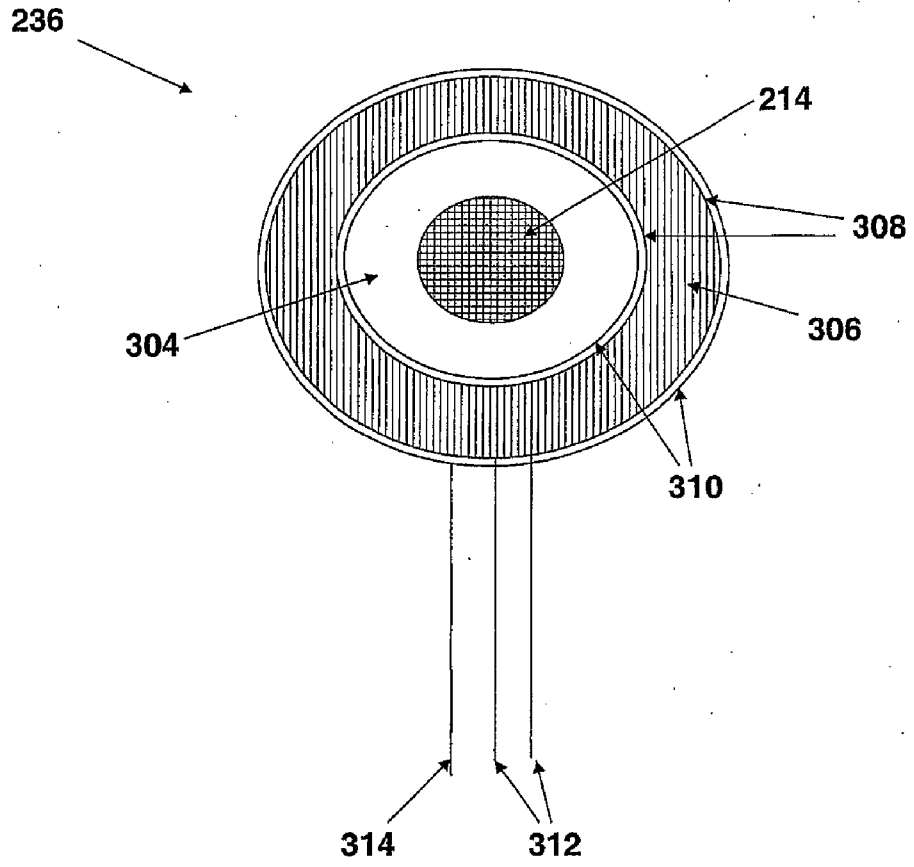
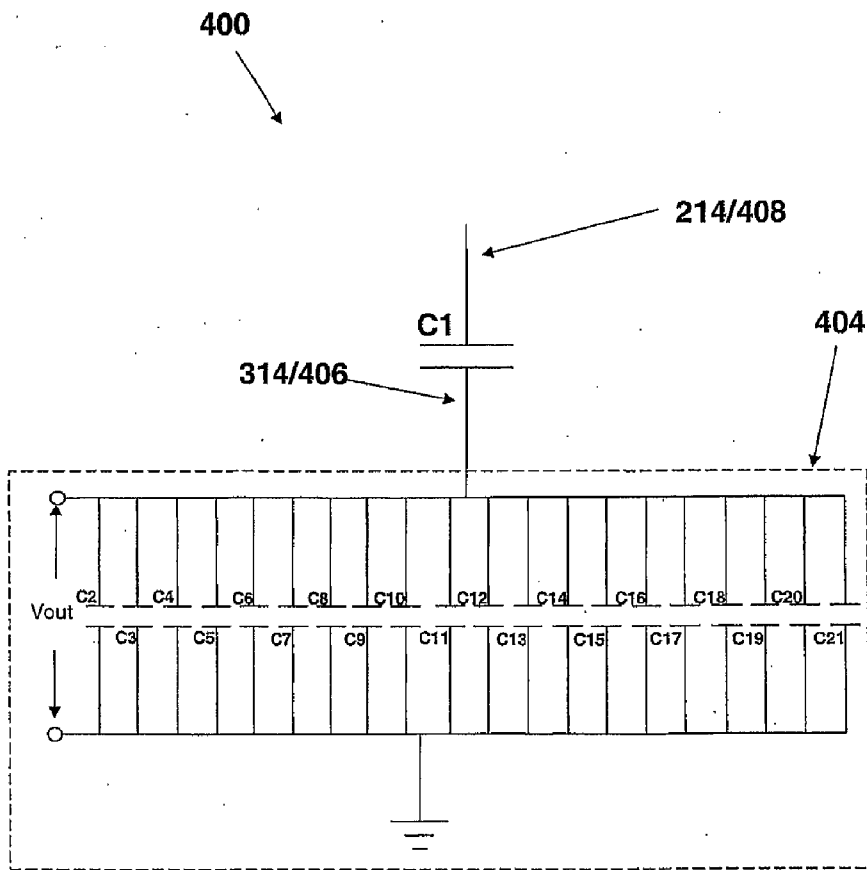


Figura 3



112

Figura 4