

(12) PEDIDO INTERNACIONAL PUBLICADO SOB O TRATADO DE COOPERAÇÃO EM MATÉRIA DE PATENTES (PCT)

(19) Organização Mundial da Propriedade Intelectual
Secretaria Internacional



(43) Data de Publicação Internacional
25 de Abril de 2013 (25.04.2013)

WIPO | PCT

(10) Número de Publicação Internacional

WO 2013/056325 A1

(51) Classificação Internacional de Patentes :
H02J 3/04 (2006.01) *G05F 1/10* (2006.01)
H02J 3/38 (2006.01)

(81) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção nacional existentes*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(21) Número do Pedido Internacional :
PCT/BR2012/000390

(22) Data do Depósito Internacional :
15 de Agosto de 2012 (15.08.2012)

(25) Língua de Depósito Internacional : Português

(26) Língua de Publicação : Português

(30) Dados Relativos à Prioridade :
PI1106471-4
17 de Outubro de 2011 (17.10.2011) BR

(71) Requerente (*para todos os Estados designados, exceto US*) : **COMPANHIA HIDRO ELECTRICA DO SÃO FRANCISCO - CHESF [BR/BR]**; Rua Delmiro Gouveia, 333, San Martin, Edificio André, Falcão, Recife, PE (BR).

(72) Inventor; e

(75) Inventor/Requerente (*para US únicamente*) : **LISBOA, Luciano Antonio Calmon [BR/BR]**; Rua Aristides Muniz, 89, Apartamento 702, Boa Viagem, Recife, PE (BR).

(74) Mandatário : **ATEM & REMER ASSESSORIA E CONSULTORIA DE PROPRIEDADE INTELECTUAL LTDA**; Praça Floriano, 19/28°, Andar Cinelândia, Rio de Janeiro CEP: 20031-050, RJ (BR).

(84) Estados Designados (*sem indicação contrária, para todos os tipos de proteção regional existentes*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), Eurasiático (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), Europeu (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declarações sob a Regra 4.17 :

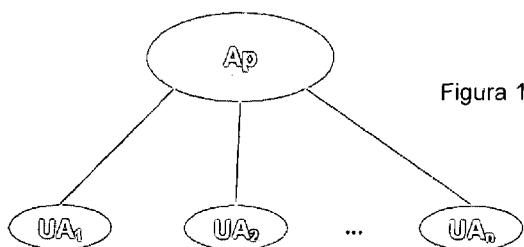
— relativa à autoria da invenção (Regra 4.17(iv))

Publicado:

— com relatório de pesquisa internacional (Art. 21(3))

(54) Title : INTEGRATION SYSTEM AND METHOD FOR REGULATING AND OPERATING IN PARALLEL DIFFERENT HIGH-VOLTAGE SOURCES

(54) Título : SISTEMA E MÉTODO DE INTEGRAÇÃO PARA REGULAÇÃO E PARALELISMO ENTRE DIFERENTES FONTES DE ALTA TENSÃO



(57) Abstract : The present invention provides integration systems and methods for regulating and operating in parallel different models of voltage sources and/or high-voltage powered taps. In a preferred embodiment, the present invention allows any number of devices such as transformers, with different voltages and different specifications, to be integrated in an efficient and inexpensive manner, according to a same logic of operation in parallel, while complying with rigorous criteria and requirements.

(57) Resumo : A presente invenção proporciona sistemas e métodos para integração e para a regulação e paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão. Em uma concretização preferencial, a presente invenção apresenta uma maneira eficiente e de baixo custo para integrar equipamentos como transformadores, em quaisquer quantidades, com diferentes tensões e de diferentes especificações em uma mesma lógica de paralelismo, atendendo a critérios e requisitos rigorosos.

WO 2013/056325 A1

Relatório Descritivo de Patente de Invenção

SISTEMA E MÉTODO DE INTEGRAÇÃO PARA REGULAÇÃO E PARALELISMO ENTRE DIFERENTES FONTES DE ALTA TENSÃO

5 Campo da Invenção

A presente invenção se situa no campo da Engenharia Elétrica. Mais especificamente, a presente invenção proporciona sistemas e métodos para integração e para a regulação e paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão. Em uma concretização preferencial, a presente invenção apresenta uma maneira eficiente e de baixo custo para integrar equipamentos como transformadores com diferentes tensões e de diferentes especificações em uma mesma lógica de paralelismo, atendendo a critérios e requisitos rigorosos.

15 Antecedentes da Invenção

Equipamentos de potência são amplamente utilizados para a transformação de tensões e correntes com altos valores de potência em subestações (SEs) como, por exemplo, transformadores. Uma dificuldade encontrada atualmente se refere à integração de sistemas digitais com tecnologias existentes para supervisão do sistema elétrico em uma base lógica que facilite a eficiência e agilidade da operação. Um exemplo disso são os transformadores com equivalências de *taps*, muitas vezes de diferentes modelos, fabricantes e potências, entre outras características em uma subestação. Além disso, muitas vezes são encontradas dificuldades em obter informações conclusivas sobre o sistema de regulação e paralelismo implantado em uma subestação já existente. Há também dificuldade em encontrar soluções economicamente viáveis que atendam a critérios rigorosos e sejam de alta confiabilidade e eficiência conforme o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS) estabelece.

Sistemas anteriores ao da presente invenção não tinham tecnologias de controles digitais satisfatórias, pois as soluções existentes não resolvem o problema das subestações com a integração entre fontes de tensão e/ou vãos energizados, usando equipamentos elétricos dedicados com fios para a regulação de tensão e o paralelismo destes. Além disso, os sistemas anteriores:

5 (a) não atendem a critérios rigorosos de confiabilidade, segurança e desempenho; (b) não atendem a todos os requisitos estabelecidos pelos procedimentos de rede do ONS; (c) não atendem às funcionalidades operacionais necessárias, incluindo alterações automáticas de valores de referência de tensões; (d) não são aplicáveis para quaisquer quantidades e tipos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão, como transformadores, e para quaisquer quantidades de níveis de tensão; (e) não independem de equipamento e/ou fabricante; (f) não são de baixo custo.

10

A Treetech® disponibiliza produtos aplicados a linha de regulação de tensão como dispositivos físicos dotados de leituras e comandos em função da curva de cargas. Esses dispositivos não interagem com outros dispositivos de fabricantes e modelos diferentes de forma satisfatória, em especial, em larga quantidade e também não integram de forma eficiente com alarmes e supervisões existentes.

15

A presente invenção, ao contrário, proporciona uma solução para projetos de automatismos para a regulação e o paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão que: (a) atende a critérios rigorosos de confiabilidade, segurança e desempenho; (b) atende a todos os requisitos estabelecidos pelos procedimentos de rede do ONS; (c) atende às funcionalidades operacionais necessárias, incluindo alterações automáticas de valores de referência de tensões; (d) é aplicável para quaisquer quantidades e tipos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão, como transformadores e/ou bancos de autotransformadores, e para quaisquer quantidades de níveis de tensão; (e) independe de equipamento e/ou fabricante; (f) é de baixo custo.

20

25

30

A invenção resolve o problema de integração para obter informações conclusivas sobre o sistema de regulação e paralelismo implantado em uma subestação já existente entre os diferentes dispositivos e interfaces. Por exemplo, concretizações preferenciais da invenção são aplicáveis em 5 subestações de energia de 230/69 kilovolts (kV) e 230/138 kV, para as quais já foram demonstrados resultados positivos, sendo também aplicáveis a outros tipos de subestações/fontes de alta tensão.

No âmbito patentário, foram localizados alguns documentos parcialmente relevantes, que serão descritos a seguir.

10 O documento US 5,498,954 revela um método para controle de pelo menos dois reguladores de tensão, cada regulador possuindo um comutador de *taps*, compreendendo operação em paralelo, determinar tensão de saída e potência reativa de cada regulador e determinar a posição do *tap* para cada regulador. A presente invenção difere do referido documento, dentre outras 15 razões técnicas, por proporcionar um método implementável em computador e possuir arquitetura mestre-comandado. Além disso, o método do referido documento tem requisitos funcionais não presentes na presente invenção: faz medição de fluxo de MVAR no lado de baixo de um transformador, requer a medição média de tensão do lado de baixo através de um controlador lógico programável (CLP); requer que o CLP calcule uma tensão em função da 20 potência reativa para cada transformador com o objetivo de evitar certas diferenças entre os transformadores.

O documento US 5,210,443 revela um processo para controle paralelo em combinações chaveadas selecionadas de comutadores de *tap* de uma pluralidade de transformadores em paralelo compreendendo a detecção das configurações dos *taps* dos transformadores, a medição e processamento da tensão e corrente de saída, e a regulagem de tais transformadores em função de 25 tais variáveis. A presente invenção difere do referido documento, dentre outras razões técnicas, por proporcionar um método implementável em computador e possuir arquitetura mestre-comandado, dados não citados no referido documento. Além disso, o método do referido documento tem requisitos 30

funcionais não presentes na presente invenção: há necessidade de medição de valores de amplitudes de corrente e ângulos de fases de correntes; necessidade de cálculo de corrente de carga parcial e de corrente reativa circulante para transmissão para os reguladores de tensão; necessidade de cálculo de variáveis nos reguladores de tensão individuais para determinar os novos *setpoints* dos reguladores de tensão individuais.

Do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta, aos olhos dos inventores, possui 10 novidade e atividade inventiva frente ao estado da técnica.

Sumário da Invenção

A presente invenção proporciona sistemas e métodos para integração e para a regulação e paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão 15 e/ou vãos energizados de alta tensão.

É um dos objetos da presente invenção um sistema e método de integração para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão que compreende as etapas de:

- a) identificar as variáveis de controle de diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão para operação em regime de paralelismo;
- b) compor um modelo complexo para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão (relações causais dos componentes do automatismo e paralelismo); e
- c) converter os referidos modelos em uma aplicação para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão.

Em uma concretização preferencial, o sistema e método de integração 30 para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão usa como modelo complexo para a automação um

algoritmo que compreende a comparação entre o valor de tensão medido em uma das fontes de alta tensão e um valor de referência; caso o valor de tensão medido seja distinto do valor de referência em até um valor limite determinado pelo usuário e por um tempo determinado, é acionado um comando para restabelecer o valor de tensão ao valor de referência.

É outro dos objetos da invenção um sistema e método de regulação e paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão que atende a critérios rigorosos de confiabilidade, segurança e desempenho. Em um aspecto, referidos sistema e método atendem a todos os requisitos estabelecidos pelos procedimentos de rede do ONS. Em outro aspecto, referidos sistema e método são aplicáveis a quaisquer quantidades e tipos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão e a quaisquer quantidades de níveis de tensão. Em um outro aspecto, referidos sistema e método atendem às funcionalidades operacionais necessárias de uma subestação de energia, incluindo alterações automáticas de valores de referência de tensões. Em um outro aspecto, referidos sistema e método independem do tipo de equipamento e/ou fabricante. Em um outro aspecto, referidos sistema e método são de baixo custo e fácil implementação.

Em uma concretização preferencial, o sistema e método de regulação e paralelismo entre fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão compreende as etapas de:

- a) verificar a tensão de ao menos uma fonte de tensão e/ou vâo energizado, a partir da medição da tensão da mesma;
- b) comparar a tensão medida na etapa anterior com um valor de referência aceitável para a equivalência de regulação, e paralelismo; e
- c) emitir um comando automatizado para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo da tensão programada.

Em uma concretização preferencial, as referidas etapas de comparação e emissão de comando são feitas com o uso de um algoritmo que compreende a comparação entre o valor de tensão medido em uma das fontes de alta

tensão e um valor de referência; caso o valor de tensão medido seja entre 0,5-5% distinto em relação ao valor de referência por um tempo determinado, é acionado um comando para restabelecer a tensão ao valor de referência. Assim, é definido o acionamento da etapa de comando para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo entre as fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão.

Em concretizações mais preferenciais, o referido sistema e método: é controlado através do sistema de aquisição de dados e controle de supervisório (SCADA, *Supervisory Control and Data Acquisition*); monitora falhas e alerta o usuário sobre as mesmas; proporciona a escolha entre controle manual ou automático de cada fonte de tensão e/ou vão energizado de alta tensão; e proporciona a inclusão e exclusão, pelo usuário, de qualquer fonte de tensão e/ou vão energizado de alta tensão da lógica de paralelismo.

Em uma concretização ainda mais preferencial, o referido sistema e método é aplicado à regulação e paralelismo entre diferentes modelos de transformadores e/ou bancos de autotransformadores de potência, e compreende as etapas de:

- 20 a) determinar uma equivalência entre os *taps* dos referidos transformadores, a partir da medição da alimentação da respectiva barra;
- b) selecionar transformador mestre e transformador(es) comandados dentre os transformadores a serem regulados;
- c) comutar *tap* do transformador mestre a fim de manter a tensão da barra de alimentação dentro de uma faixa pré-determinada; e
- d) comutar *taps* dos transformadores comandados de acordo com a equivalência determinada em a) em relação ao *tap* do transformador mestre.

A etapa de medição da barra de alimentação de baixa (ou de alta) é feita na fase B. Alternativamente, pode também ser feita na fase A ou C.

30 Em uma concretização ainda mais preferencial, a referida etapa de comutação é comandada por um algoritmo que compreende a comparação

entre o valor de tensão medido na barra e um valor de referência; caso o valor de tensão medido na barra seja distinto em até um valor limite determinado pelo usuário e por um tempo determinado, é acionado um comando para ajustar o tap, aumentando-o ou diminuindo-o. Assim, é definido o acionamento da etapa de comando para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo de transformadores de potência. Em uma concretização mais preferencial, o valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão entre o valor medido e o de referência é de 0,5-5%, e mais preferencialmente de 1-3%.

10 Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

15 A Figura 1 revela um diagrama simplificado de funcionamento de uma concretização preferencial de sistema e método da presente invenção, onde: (Ap) Aplicação; (UA) unidade autônoma de vão, por exemplo um transformador de potência.

A Figura 2 revela um fluxograma do desenvolvimento de uma concretização preferencial do sistema e método da presente invenção, onde: (21) Identificar os elementos básicos para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão; (22) Analisar o automatismo para regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão (relações causais dos componentes do automatismo e paralelismo); (23) Modelar os elementos básicos da regulação e paralelismo; (24) Compor modelos complexos a partir dos modelos básicos da regulação e paralelismo; (25) Integrar os modelos complexos no modelo global; (26) Analisar o modelo global; (27) Certo; (28) Converter o modelo global em uma aplicação para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão; e (29) Errado.

Descrição Detalhada da Invenção

A presente invenção proporciona sistemas e métodos para integração e para a regulação e paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão. O conceito inventivo comum aos diversos objetos da invenção é uma lógica que proporciona o controle/ajuste automático da integração e/ou de regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão, atendendo a critérios rigorosos de confiabilidade, segurança e desempenho, além de todos os requisitos estabelecidos pelos procedimentos de rede do ONS. A invenção proporciona, dentre outras, as seguintes vantagens/efeitos técnicos: é aplicável a quaisquer quantidades e tipos de fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão e a quaisquer quantidades de níveis de tensão; atende às funcionalidades operacionais necessárias de uma subestação de energia, incluindo alterações automáticas de valores de referência de tensões; independe do tipo de equipamento e/ou fabricante; é de baixo custo e fácil implementação.

Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo, sem limitar o escopo da mesma.

20 Sistema e método de integração para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão

O sistema e método de integração para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão da invenção compreende as etapas de:

- 25 a) identificar as variáveis de controle de diferentes fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão para operação em regime de paralelismo;
- b) compor um modelo complexo para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou váos energizados de alta tensão (relações causais dos componentes do automatismo e paralelismo); e

c) converter os referidos modelos em uma aplicação para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão.

Em uma concretização preferencial, o sistema e método de integração para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão usa como modelo complexo para a automação um algoritmo que compreende a comparação entre o valor de tensão medido em uma das fontes de alta tensão e um valor de referência; caso o valor de tensão medido seja distinto em até um valor limite determinado pelo usuário e por um tempo determinado, é acionado um comando para restabelecer o valor de tensão ao valor de referência.

Em uma outra concretização preferencial, ilustrada na figura 2, o sistema e método de integração para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão compreende as etapas de:

- 15 a) identificar os elementos básicos para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão (21) figura 2;
- 20 b) analisar o automatismo para regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão (relações causais dos componentes do automatismo e paralelismo) (22) figura 2;
- 25 c) modelar os elementos básicos da regulação e paralelismo (23) figura 2;
- d) compor modelos complexos a partir dos modelos básicos da regulação e paralelismo (24, figura 2);
- e) integrar os modelos complexos no modelo global (26) e analisar o modelo global (25, figura 2); e
- 30 f) converter o modelo global em uma aplicação para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão (28) figura 2.

Sistema e método de regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão

O sistema e método de regulação e paralelismo entre diferentes modelos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão da invenção é aplicável a quaisquer quantidades e tipos de fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão e a quaisquer quantidades de níveis de tensão, como ilustrado na figura 1 e atende às funcionalidades operacionais necessárias de uma subestação de energia, incluindo alterações automáticas de valores de referência de tensões.

Em uma concretização preferencial, o sistema e método de regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão compreende as etapas de:

- a) verificar a tensão de ao menos uma fonte de tensão e/ou vâo energizado, a partir da medição da tensão da mesma;
- b) comparar a tensão medida na etapa anterior com um valor de referência aceitável para a equivalência de regulação e paralelismo; e
- c) emitir um comando automatizado para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo da tensão programada.

Em uma concretização mais preferencial, a referida etapa de comparação é feita com o uso de um algoritmo que compreende a comparação entre o valor de tensão medido em uma das fontes de alta tensão e um valor de referência; caso o valor de tensão medido seja entre 0,5-5% ou mais preferencialmente entre 1-3% distinto em relação ao valor de referência por um tempo determinado, é acionado um comando para restabelecer a tensão ao valor de referência. Assim, é definido o acionamento da etapa de comando para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo das fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão.

Em concretizações mais preferenciais, o referido sistema e método: é controlado através do sistema SCADA; monitora falhas e alerta o usuário sobre as mesmas; proporciona a escolha entre controle manual ou automático de

cada fonte de tensão e/ou vão energizado de alta tensão; e proporciona a inclusão e exclusão, pelo usuário, de qualquer fonte de tensão e/ou vão energizado de alta tensão da lógica de paralelismo.

Sistemas SCADA

5 Sistemas SCADA são sistemas que supervisionam e acionam variáveis e dispositivos de subsistemas de medição, proteção, comando, controle, supervisão e regulação (MPCCSR), sendo implementados por *software*. Estes sistemas podem assumir topologias como mono-posto, cliente-servidor ou múltiplos servidores-clientes, não se limitando a estas. Geralmente, um sistema
10 SCADA compreende interface humano-máquina, um subsistema de computação, unidades terminais remotas e/ou unidades de controle digitais e/ou relés de proteção digitais e/ou unidades de oscilografias digitais e/ou controladores lógicos programáveis, e estrutura de comunicação entre os elementos.

15 Sistema e método de regulação e paralelismo aplicado a transformadores

Em uma concretização ainda mais preferencial, o referido sistema e método é aplicado à regulação e paralelismo entre diferentes modelos de transformadores de potência, e comprehende as etapas de:

- 20 a) determinar uma equivalência entre os *taps* dos referidos transformadores e/ou bancos de transformadores, a partir da medição da alimentação da respectiva barra;
- b) selecionar transformador ou banco de transformadores como mestre e transformador(es) e/ou banco(s) de transformadores comandados dentre os transformadores a serem regulados;
- 25 c) comutar *tap* do transformador ou banco de transformadores mestre a fim de manter a tensão da barra de alimentação dentro de uma faixa pré-determinada; e
- d) comutar *taps* dos transformadores e/ou bancos de transformadores comandados de acordo com a equivalência determinada em a) em relação ao *tap* do transformador ou banco de transformadores mestre.

A etapa de medição da barra de alimentação de baixa (ou de alta) é feita na Fase B. Alternativamente, pode também ser feita na fase A ou C.

As etapas de medir e comutar são computadas por um algoritmo que 5 compreende a comparação entre o valor de tensão medido na barra e um valor de referência; caso o valor de tensão medido na barra seja superior ao valor de referência até um limite determinado por um tempo determinado, é acionado um comando para aumentar o tap; caso o valor de tensão medido na barra seja inferior ao valor de referência até um limite determinado por um tempo 10 determinado, é acionado um comando para abaixar o tap. Valores de referência preferenciais são de 0,5-5% e mais preferencialmente de 1-3%. Assim, é definido o acionamento da etapa de comando para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo de transformadores e/ou bancos de transformadores de potência.

Referido sistema e método proporciona a integração de diferentes 15 modelos de transformadores e/ou bancos de transformadores onde antes se tinha dificuldades em obter informações conclusivas sobre o sistema de regulação e paralelismo implantado em subestação. A consideração dessas informações, além de ser útil para a prevenção de problemas, é imprescindível 20 para o controle eficiente do sistema elétrico de potência, evitando desta forma a perda de cargas para algumas condições deste sistema. Além disso, por ser automatizado, diminui falhas humanas que possam ocorrer durante a operação. Outras características/vantagens: monitora falhas e alerta o usuário 25 sobre as mesmas; proporciona a escolha entre controle manual ou automático de cada transformador e/ou banco de transformadores; proporciona a inclusão e exclusão, pelo usuário, de qualquer transformador e/ou banco de transformadores da lógica de paralelismo.

EXEMPLOS

Exemplo 1. Regulação e Paralelismo de Transformadores Trifásicos de Potência

Em uma concretização preferencial, a invenção soluciona uma situação problemática em transformadores com as seguintes características:

- 5 i) integração de um transformador de potência 230/69 kV 04T3 de uma subestação;
- ii) transformador de potência 04T3 tem equivalências de *taps* diferentes com os transformadores de potência 04T1 e 04T2 da referida subestação;
- 10 iii) dificuldades em obter informações conclusivas sobre o sistema de regulação e paralelismo implantado na referida subestação; e
- iv) inexistência de solução de engenharia para realizar a regulação e o paralelismo dos transformadores de potência 04T1, 04T2 e 04T3 desta subestação.

Solução empregada

A formulação para resolver o problema foi realizada através de estudos da:

- i) tabela de equivalência de *taps* dos transformadores de potência de 230/69 kV 04T1, 04T2 e 04T3 da referida subestação;
- 20 ii) instrução de patamares de carga da subestação;
- iii) filosofia de regulação e paralelismo de transformadores de potência de uma central elétrica.

Nesta concretização preferencial da invenção, foi elaborada uma especificação técnica (ET) funcional, utilizando técnicas de sistemas especialistas, para uma aplicação que realiza a regulação e o paralelismo de transformadores de potência. Na Figura 2, um diagrama de fluxo da metodologia utilizada para desenvolvimento da aplicação pode ser observado. Esta ET tornou possível a codificação em um aplicativo conforme a presente invenção, para regulação e paralelismo de transformadores de potência no sistema SCADA. Este aplicativo é genérico, ou seja, em casos reais, pode ser usado para quaisquer quantidades e tipos de transformadores de potência e

para quaisquer quantidades de níveis de tensão. A única necessidade para a aplicação funcionar corretamente é que os pontos necessários, através das Unidades Autônomas (UAs) dos subsistemas digitais de MPCCSR, associadas a cada transformador de potência, têm de ser supervisionados.

5 Especificação técnica da lógica da aplicação de regulação e do paralelismo dos transformadores trifásicos de potência

Tabela 1 – Equivalência de *taps* no paralelismo dos transformadores de potência de 230/69 kV:

04T1	04T2	04T3
5, 6	5, 6	1
7, 8	7, 8	2
9, 10	9, 10	3
...
29, 30	29, 30	13
31, 32 e 33	31, 32 e 33	14

10 OBS1: Desconsiderar os *taps* do 04T3 \geq 15, pois não há equivalência deste *tap* nos *taps* do 04T1 e 04T2.

OBS2: Quando os transformadores (trafos) 04T1 e/ou 04T2 estiverem no *tap* 33 e/ou o 04T3 estiver no *tap* 14, deverá sinalizar “Limite Superior Atuado” e bloqueia a comutação para aumentar *taps*.

15 OBS3: Quando os trafos 04T1 e/ou 04T2 estiverem no *tap* 5 e/ou o 04T3 estiver no *tap* 1, deverá sinalizar “Limite Inferior Atuado” e bloqueia a comutação para baixar *taps*.

Seleção Mestre/Comandado/Individual:

20 OBS5: Variáveis para os transformadores 04T1, 04T2 e 04T3 são criadas para selecionar estes transformadores para Mestre ou Comandado ou Individual.

OBS5A: Quando um transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) estiver como Individual, o comando deste transformador é preferencialmente efetuado pelo modo manual.

25 OBS6: Nesta concretização, apenas um transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) pode ser selecionado como Mestre.

OBS7: Quando qualquer transformador estiver na posição Individual, este deve ser retirado da lógica de paralelismo.

OBS8: Quando um transformador estiver como Mestre, os transformadores que estão como Comandados devem seguir o comportamento de aumentar ou baixar *tap* do Mestre, respeitando a equivalência de *taps*.

OBS9: Quando o transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) estiver como Mestre e for desenergizado (por exemplo, em manutenção), deve-se passar este para Individual automaticamente e um alarme “Inconsistência de Mestre” deve ser gerado.

OBS10: Quando o transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) estiver como Comandado e for desenergizado (por exemplo, em manutenção), devem-se passar todos os transformadores que estão em Automático para Individual automaticamente.

Seleção Automático/Manual:

OBS10A: A seleção de Automático/Manual se dá por transformador.

OBS10B: A seleção de Automático/Manual se dá apenas, quando o transformador está como Mestre e Comandado.

OBS10C: Seleção Manual – desativa a regulação (Relé 90) Automática.

OBS10C: Seleção Automática – ativa a regulação (Relé 90) Automática.

Regulação (Relé 90):

OBS10D: Se 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 está energizado pela barra 02B1 e não esteja impedido, 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 deve ser acionado, de acordo com a tensão da barra 02B1.

OBS10E: Se 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 está energizado pela barra 02B2 e não esteja impedido, 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 deve ser acionado, de acordo com a tensão da barra 02B2.

OBS11: Lê-se a tensão da barra de 69 kV (02BP) e compara com o nível de referência ($69,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 71,2 \text{ kV}$). Se a tensão lida $> 71,2 \text{ kV}$ por um tempo definido (por exemplo, 5s), envia ordem para aumentar *tap*.

OBS12: Lê-se a tensão da barra de 69 kV (02BP) e compara com o nível de referência ($69,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 71,2 \text{ kV}$). Se a tensão lida < 69,8 kV por um tempo definido (por exemplo, 5s), envia ordem para baixar tap.

5 OBS12A: A tensão recomendada na SE é de 71 kV durante todo o período de carga com variação de tensão de até 1,2 kV para mais ou para menos.

OBS12B: A tensão de barramento deve ser mantida dentro dos limites inferior e superior e não constantemente na tensão recomendada.

10 OBS12C: Quando a tensão ultrapassar o limite de 72,5 kV (barramento de 69 kV), a operação da instalação deve realizar a referida regulação de tensão de modo manual.

OBS12D: As faixas de tensões devem poder ser alteradas remotamente.

15 OBS13: Após cada comando para aumentar ou baixar tap, deve-se confirmar se a operação de comutação foi concluída com sucesso, ou seja, após a ordem do comando para aumentar ou baixar tap, se após um tempo a ser definido (por exemplo, 30s), a operação de comutação não for concluída com sucesso (por exemplo, a informação do trafo Mestre do seu comutador em andamento, após 30s, permanecer atuada), bloqueia a comutação para aumentar ou baixar tap de todos os transformadores que estão em Automático.

20 OBS14: Se a informação do comutador aumentando ou diminuindo do trafo 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 ficar atuada por um tempo definido (por exemplo, 15s), deve-se comandar a parada de emergência.

OBS14A: A regulação (Relé 90) só poderá ser ativada, quando o transformador estiver como Mestre.

25 OBS14B: Caso um dos trafos esteja no automatismo e não esteja impedido, caso não haja equivalência de taps ≤ 2 entre trafos, este trafo deve ser retirado do paralelismo (Desabilitação do Relé 90) e deve ser atuada a parada de emergência.

30 OBS14C: Caso esteja atuada a sobretensão ou a subtensão ou a sobrecorrente de um comutador em um dos trafos, os trafos devem ser bloqueados – temporariamente – do paralelismo (Desabilitação do Relé 90).

Lógica do Paralelismo:

OBS15: Quando há um transformador selecionado como Mestre, os Comandados devem seguir o comportamento (aumentar ou baixar tap) do Mestre, respeitando a equivalência de taps.

5 OBS15A: Quando os transformadores estiverem operando em paralelo, só o Mestre comanda.

OBS16: Quando estiver havendo uma operação conjunta de transformadores (1 Mestre + 1 Comandado ou 1 Mestre + 2 Comandados), deve haver uma supervisão das equivalências de taps, ou seja, se todos 10 envolvidos na operação conjunta, após um tempo a ser definido (por exemplo, 20s), executaram a operação de mudança de tap com sucesso, ou seja, estão respeitando a tabela de equivalência. Após este tempo, caso haja discordância de taps, deve ser bloqueada a operação conjunta e gerado um alarme “Discordância de Taps”.

15 OBS17: Devido à diferença entre as equivalências (Tap 14 do 04T3 = Tap 31 do 04T2 ou Tap 32 do 04T2 ou Tap 33 do 04T2 = Tap 31 do 04T1 ou Tap 32 do 04T1 ou Tap 33 do 04T1) de taps, quando 1 comando de aumentar ou baixar tap do 04T3 for efetuado, 2 ordens sucessivas de comando, respeitando a física do processo (espera-se a conclusão do 1º comando, para 20 só então dar-se o 2º comando), devem ser dadas para os transformadores 04T1 e/ou 04T2.

Condições de Segurança da Aplicação:

OBS18: Deve ser considerada robustez a condições sistêmicas (por exemplo, falha de comunicação). Nesta condição, deve-se observar que o 25 automatismo da regulação e paralelismo dos traços 04T1, 04T2 e 04T3 deve ser bloqueado, visando à segurança do sistema de potência e à confiabilidade da aplicação.

OBS19: Deve ser considerada robustez a condições operacionais (por exemplo, manobras indevidas). Nesta condição, deve-se observar que a 30 aplicação não deve permitir a realização de tais manobras, visando à segurança do sistema de potência e à confiabilidade da aplicação.

Exemplo 2. Regulação e Paralelismo de Bancos de Autotransformadores Monofásicos de Potência

Nesta concretização preferencial, foram realizados testes com a especificação técnica da lógica da aplicação de regulação e do paralelismo de 5 bancos de autotransformadores monofásicos 05T1, 05T2 e 05T3 de uma SE:

Tabela 2 - Equivalência de taps no paralelismo:

05T1 (Fase A)	05T1 (Fase B)	05T1 (Fase C)	05T2 (Fase A)	05T2 (Fase B)	05T2 (Fase C)	05T3 (Fase A)	05T3 (Fase B)	05T3 (Fase C)
5, 6	5, 6	5, 6	5, 6	5, 6	5, 6	1	1	1
7, 8	7, 8	7, 8	7, 8	7, 8	7, 8	2	2	2
9, 10	9, 10	9, 10	9, 10	9, 10	9, 10	3	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29, 30	29, 30	29, 30	29, 30	29, 30	29, 30	13	13	13
31, 32, 33	14	14	14					

OBS1: Desconsiderar os taps do 05T3 ≥ 15 , pois não há equivalência deste tap nos taps do 05T1 e 05T2.

10 OBS2: Quando os bancos de autotransformadores 05T1 e/ou 05T2 estiverem no tap 33 e/ou o 05T3 estiver no tap 14, deverá sinalizar “Limite Superior Atuado” e bloqueia a comutação para aumentar taps.

15 OBS3: Quando os bancos de autotransformadores 05T1 e/ou 05T2 estiverem no tap 5 e/ou o 05T3 estiver no tap 1, deverá sinalizar “Limite Inferior Atuado” e bloqueia a comutação para baixar taps.

Seleção Mestre/Comandado/Individual

OBS5: Devem-se criar variáveis para os bancos de autotransformadores 05T1, 05T2 e 05T3 que permitam selecionar estes bancos de autotransformadores para Mestre ou Comandado ou Individual.

20 OBS5A: Quando um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) estiver como Individual, o comando deste banco de autotransformadores é preferencialmente efetuado pelo modo manual.

OBS6: Apenas um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) pode ser selecionado como Mestre.

OBS7: Quando qualquer banco de autotransformadores estiver na posição Individual, este deve ser retirado da lógica de paralelismo.

OBS8: Quando um banco de autotransformadores estiver como Mestre, os bancos de autotransformadores que estão como Comandados devem seguir o comportamento de aumentar ou baixar tap do Mestre, respeitando a equivalência de taps.

OBS9: Quando um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) estiver como Mestre e for desenergizado (por exemplo, em manutenção), deve-se passar este para Individual automaticamente e um alarme “Inconsistência de Mestre” deve ser gerado.

OBS10: Quando um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) estiver como Comandado e for desenergizado (por exemplo, em manutenção), devem-se passar todos os bancos de autotransformadores que estão em Automático para Individual automaticamente.

15 Seleção Automático/Manual:

OBS10A: A seleção de Automático/Manual se dá por banco de autotransformadores.

OBS10B: A seleção de Automático/Manual se dá apenas, quando o banco de autotransformadores está como Mestre e Comandado.

OBS10C: Seleção Manual - desativa a regulação (Relé 90) Automática.

OBS10C: Seleção Automática - ativa a regulação (Relé 90) Automática.

Regulação (Relé 90):

OBS10D: Se 05T1 e/ou 05T2 e/ou 05T3 está energizado pela barra 04B1 e não esteja impedido, 05T1 e/ou 05T2 e/ou 05T3 deve ser acionado, de acordo com a tensão da barra 04B1.

OBS10E: Se 05T1 e/ou 05T2 e/ou 05T3 está energizado pela barra 04B2 e não esteja impedido, 05T1 e/ou 05T2 e/ou 05T3 deve ser acionado, de acordo com a tensão da barra 04B2.

OBS11: Lê-se a tensão de barra de 230 kV (04B1, por exemplo) e compara com o nível de referência ($230,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 232,2$)

kV). Se a tensão lida > 232,2 kV por um tempo a ser definido (por exemplo, 5s), envia ordem para aumentar tap.

OBS12: Lê-se a tensão da barra de 230 kV (04B1, por exemplo) e compara com o nível de referência ($230,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 232,2 \text{ kV}$). Se a tensão lida < 230,8 kV por um tempo a ser definido (por exemplo, 5s), envia ordem para baixar tap.

OBS12A: A tensão recomendada na SE é de 232 kV durante todo o período de carga com variação de tensão de até 1,2 kV para mais ou para menos.

OBS12B: A tensão de barramento deve ser mantida dentro dos limites inferior e superior e não constantemente na tensão recomendada.

OBS12C: Quando a tensão ultrapassar o limite de 233,5 kV (barramento de 230 kV), a operação da instalação deve realizar a referida regulação de tensão de modo manual.

OBS12D: As faixas de tensões devem poder ser alteradas remotamente.

OBS13: Após cada comando para aumentar ou baixar tap, deve-se confirmar se a operação de comutação foi concluída com sucesso, ou seja, após a ordem do comando para aumentar ou baixar tap, se após um tempo a ser definido (por exemplo, 30s), a operação de comutação não for concluída com sucesso (por exemplo, a informação do banco de autotransformadores Mestre, associada a um dos seus comutadores, em andamento, após 30s, permanecer atuada), bloqueia a comutação para aumentar ou baixar tap de todos os bancos de autotransformadores que estão em Automático.

OBS14: Se alguma das informações dos comutadores aumentando ou diminuindo do banco de autotransformadores 05T1 e/ou 05T2 e/ou 05T3 ficar atuada por um tempo definido (por exemplo, 15s), deve-se comandar a parada de emergência.

OBS14A: A regulação (Relé 90) só poderá ser ativada, quando o banco de autotransformadores estiver como Mestre.

OBS14B: Caso um dos bancos de autotransformadores esteja no automatismo e não esteja impedido, caso não haja equivalência de taps ≤ 2

entre bancos de autotransformadores, este banco de autotransformadores deve ser retirado do paralelismo (Desabilitação do Relé 90) e deve ser atuada a parada de emergência. Além disto, os demais bancos de autotransformadores que estão em Automático têm de sair de Automático.

5 OBS14C: Caso um dos autotransformadores de um banco esteja no automatismo e não esteja impedido, caso não haja equivalência de taps ≤ 2 no banco de autotransformadores, o banco de autotransformadores deve ser retirado do paralelismo (Desabilitação do Relé 90) e deve ser atuada a parada de emergência. Além disto, os demais bancos de autotransformadores que
10 estão em Automático têm de sair de Automático.

OBS14D: Caso esteja atuada a sobretensão ou a subtensão ou a sobrecorrente de um comutador em um banco de autotransformadores, os bancos de autotransformadores devem ser bloqueados – temporariamente – do paralelismo (Desabilitação do Relé 90).

15 Lógica do Paralelismo:

OBS15: Quando há um banco de autotransformadores selecionado como Mestre, os Comandados devem seguir o comportamento (aumentar ou baixar tap) do Mestre, respeitando a equivalência de taps.

20 OBS15A: Quando os bancos de autotransformadores estiverem operando em paralelo, só o Mestre comanda.

OBS16: Quando estiver havendo uma operação conjunta de bancos de autotransformadores (1 Mestre + 1 Comandado ou 1 Mestre + 2 Comandados), deve haver uma supervisão das equivalências de taps entre bancos, ou seja, se todos envolvidos na operação conjunta, após um tempo a ser definido (por exemplo, 20s), executaram a operação de mudança de tap com sucesso, ou seja, estão respeitando a tabela de equivalência. Após este tempo, caso haja discordância de taps, deve ser bloqueada a operação conjunta e gerado um alarme “Discordância de Taps”.

30 OBS16A: Quando estiver havendo uma operação conjunta de bancos de autotransformadores (1 Mestre + 1 Comandado ou 1 Mestre + 2 Comandados), deve haver uma supervisão das equivalências de taps em cada banco, ou seja,

se todos envolvidos na operação conjunta em cada banco, após um tempo a ser definido (por exemplo, 20s), executaram a operação de mudança de tap com sucesso, ou seja, estão respeitando a tabela de equivalência. Apesar deste tempo, caso haja discordância de taps, deve ser bloqueada a operação conjunta e gerado um alarme “Discordância de Taps”.

OBS17: Devido à diferença entre as equivalências (Tap 14 do 05T3 = Tap 31 do 05T2 ou Tap 32 do 05T2 ou Tap 33 do 05T2 = Tap 31 do 05T1 ou Tap 32 do 05T1 ou Tap 33 do 05T1) de taps, quando 1 comando de aumentar ou baixar tap do 05T3 for efetuado, 2 ordens sucessivas de comando, respeitando a física do processo (espera-se a conclusão do 1º comando, para só então dar-se o 2º comando), devem ser dadas para os bancos de autotransformadores 05T1 e/ou 05T2.

Condições de Segurança da Aplicação:

OBS18: Deve ser considerada robustez a condições sistêmicas (por exemplo, falha de comunicação). Nesta condição, devemos observar que o automatismo da regulação e paralelismo dos bancos de autotransformadores 05T1, 05T2 e 05T3 deve ser bloqueado, visando à segurança do sistema de potência e à confiabilidade da aplicação.

OBS19: Deve ser considerada robustez a condições operacionais (por exemplo, manobras indevidas). Nesta condição, devemos observar que a aplicação não deve permitir a realização de tais manobras, visando à segurança do sistema de potência e à confiabilidade da aplicação.

Exemplo 3. Regulação e Paralelismo de Bancos de Autotransformadores Monofásicos de Potência e Transformadores Trifásicos de Potência

Nesta concretização preferencial, a especificação técnica da lógica da aplicação de regulação e do paralelismo foi realizada com dois bancos de autotransformadores monofásicos 04T1 e 04T2 e um transformador trifásico 04T3 de uma SE:

Tabela 3 - Equivalência de taps no paralelismo:

04T1 (Fase A)	04T1 (Fase B)	04T1 (Fase C)	04T2 (Fase A)	04T2 (Fase B)	04T2 (Fase C)	04T3
---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	---------------------	------

5, 6	5, 6	5, 6	1	1	1	1
7, 8	7, 8	7, 8	1	1	1	2
9, 10	9, 10	9, 10	3	3	3	3
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
29, 30	29, 30	29, 30	13	13	13	13
31, 32, 33	31, 32, 33	31, 32, 33	14	14	14	14

OBS1: Desconsiderar os taps do 04T2 e do 04T3 ≥ 15 , pois não há equivalência destes taps no taps do 04T1.

OBS2: Quando os bancos de autotransformadores 04T1 e/ou 04T2 estiverem no tap 33 e/ou o 04T3 estiver no tap 14, deverá sinalizar “Limite Superior Atuado” e bloqueia a comutação para aumentar taps.

OBS3: Quando os bancos de autotransformadores 04T1 e/ou 04T2 estiverem no tap 5 e/ou o 04T3 estiver no tap 1, deverá sinalizar “Limite Inferior Atuado” e bloqueia a comutação para baixar taps.

Seleção Mestre/Comandado/Individual:

OBS5: Devem-se criar variáveis para os bancos de autotransformadores 04T1 e 04T2 e para o transformador 04T3 que permitam selecionar estes bancos de autotransformadores e este transformador para Mestre ou Comandado ou Individual.

OBS5A: Quando um dos bancos de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Individual, o comando deste banco de autotransformadores ou deste transformador é preferencialmente efetuado pelo modo manual.

OBS6: Apenas um dos bancos de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 pode ser selecionado como Mestre.

OBS7: Quando qualquer um dos bancos de autotransformadores ou o transformador estiver na posição Individual, este deve ser retirado da lógica de paralelismo.

OBS8: Quando um dos bancos de autotransformadores ou o transformador estiver como Mestre, o banco de autotransformadores e o transformador ou os bancos de autotransformadores que estão como

Comandados devem seguir o comportamento de aumentar ou baixar tap do Mestre, respeitando a equivalência de taps.

OBS9: Quando um dos bancos de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Mestre e for desenergizado (por exemplo, em manutenção), deve-se passar este para Individual automaticamente e um alarme “Inconsistência de Mestre” deve ser gerado.

OBS10: Quando um dos bancos de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Comandado e for desenergizado (por exemplo, em manutenção), devem-se passar todos os bancos de autotransformadores e/ou transformador que estão em Automático para Individual automaticamente.

Seleção Automático/Manual:

OBS10A: A seleção de Automático/Manual se dá por banco de autotransformadores ou por transformador.

OBS10B: A seleção de Automático/Manual se dá apenas, quando um dos bancos de autotransformadores ou o transformador está como Mestre e Comandado.

OBS10C: Seleção Manual - desativa a regulação (Relé 90) Automática.

OBS10C: Seleção Automática - ativa a regulação (Relé 90) Automática.

Regulação (Relé 90):

OBS10D: Se 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 está energizado pela barra 02B1 e não esteja impedido, 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 deve ser acionado, de acordo com a tensão da barra 02B1.

OBS10E: Se 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 está energizado pela barra 02B2 e não esteja impedido, 04T1 e/ou 04T2 e/ou 04T3 deve ser acionado, de acordo com a tensão da barra 02B2.

OBS11: Lê-se a tensão de barra de 69 kV (02B1, por exemplo) e compara com o nível de referência ($69,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 71,2 \text{ kV}$). Se a tensão lida $> 71,2 \text{ kV}$ por um tempo a ser definido (por exemplo, 5s), envia ordem para aumentar tap.

OBS12: Lê-se a tensão da barra de 69 kV (02B1, por exemplo) e compara com o nível de referência ($69,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 71,2 \text{ kV}$). Se a tensão lida $< 69,8 \text{ kV}$ por um tempo a ser definido (por exemplo, 5s), envia ordem para baixar tap.

5 OBS12A: A tensão recomendada na SE é de 71 kV durante todo o período de carga com variação de tensão de até 1,2 kV para mais ou para menos.

OBS12B: A tensão de barramento deve ser mantida dentro dos limites inferior e superior e não constantemente na tensão recomendada.

10 OBS12C: Quando a tensão ultrapassar o limite de 72,5 kV (barramento de 69 kV), a operação da instalação deve realizar a referida regulação de tensão de modo manual.

OBS12D: As faixas de tensões devem poder ser alteradas remotamente.

15 OBS13: Após cada comando para aumentar ou baixar tap, deve-se confirmar se a operação de comutação foi concluída com sucesso, ou seja, após a ordem do comando para aumentar ou baixar tap, se após um tempo a ser definido (por exemplo, 30s), a operação de comutação não for concluída com sucesso (por exemplo, a informação de um banco de autotransformadores em Mestre, associada a um dos seus comutadores, em andamento, após 30s, permanecer atuada), bloqueia a comutação para aumentar ou baixar tap de todos os bancos de autotransformadores e transformador que estão em Automático.

20 OBS14: Se alguma das informações dos comutadores aumentando ou diminuindo de um dos bancos de autotransformadores 04T1 e/ou 04T2 e/ou do transformador 04T3 ficar atuada por um tempo definido (por exemplo, 15s), deve-se comandar a parada de emergência.

OBS14A: A regulação (Relé 90) só poderá ser ativada, quando um dos bancos de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Mestre.

30 OBS14B: Caso um dos bancos de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 esteja no automatismo e não esteja impedido, caso

5 não haja equivalência de taps ≤ 2 entre bancos de autotransformadores e o transformador, este banco de autotransformadores ou o transformador deve ser retirado do paralelismo (Desabilitação do Relé 90) e deve ser atuada a parada de emergência. Além disto, o outro banco de autotransformadores e/ou transformador que estão em Automático têm de sair de Automático.

10 OBS14C: Caso um dos autotransformadores de um banco esteja no automatismo e não esteja impedido, caso não haja equivalência de taps ≤ 2 em um banco de autotransformadores, o banco de autotransformadores deve ser retirado do paralelismo (Desabilitação do Relé 90) e deve ser atuada a parada de emergência. Além disto, o outro banco de autotransformadores e/ou transformador que estão em Automático têm de sair de Automático.

15 OBS14D: Caso esteja atuada a sobretensão ou a subtensão ou a sobrecorrente de um comutador em um banco de autotransformadores ou em um transformador, o banco de autotransformadores ou o transformador deve ser bloqueado – temporariamente – do paralelismo (Desabilitação do Relé 90).

Lógica do Paralelismo:

20 OBS15: Quando há um banco de autotransformadores ou um transformador selecionado como Mestre, os Comandados devem seguir o comportamento (aumentar ou baixar tap) do Mestre, respeitando a equivalência de taps.

OBS15A: Quando os bancos de autotransformadores e o transformador estiverem operando em paralelo, só o Mestre comanda.

25 OBS16: Quando estiver havendo uma operação conjunta de bancos de autotransformadores e de transformador (1 Mestre + 1 Comandado ou 1 Mestre + 2 Comandados), deve haver uma supervisão das equivalências de taps entre bancos e transformador, ou seja, se todos envolvidos na operação conjunta, após um tempo a ser definido (por exemplo, 20s), executaram a operação de mudança de tap com sucesso, ou seja, estão respeitando a tabela de equivalência. Após este tempo, caso haja discordância de taps, deve ser 30 bloqueada a operação conjunta e gerado um alarme “Discordância de Taps”.

OBS16A: Quando estiver havendo uma operação conjunta de bancos de autotransformadores e de transformador (1 Mestre + 1 Comandado ou 1 Mestre + 2 Comandados), deve haver uma supervisão das equivalências de taps em cada banco, ou seja, se todos envolvidos na operação conjunta em 5 cada banco, após um tempo a ser definido (por exemplo, 20s), executaram a operação de mudança de tap com sucesso, ou seja, estão respeitando a tabela de equivalência. Após este tempo, caso haja discordância de taps, deve ser bloqueada a operação conjunta e gerado um alarme “Discordância de Taps”.

OBS17: Devido à diferença entre as equivalências (Tap 14 do 04T3 = 10 Tap 14 do 04T2 = Tap 31 do 04T1 ou Tap 32 do 04T1 ou Tap 33 do 04T1) de taps, quando 1 comando de aumentar ou baixar tap do 04T3 ou do 04T2 for efetuado, 2 ordens sucessivas de comando, respeitando a física do processo (espera-se a conclusão do 1º comando, para só então dar-se o 2º comando), devem ser dadas para o banco de autotransformadores 04T1.

15 Condições de Segurança da Aplicação:

OBS18: Deve ser considerada robustez a condições sistêmicas (por exemplo, falha de comunicação). Nesta condição, devemos observar que o automatismo da regulação e paralelismo dos bancos de autotransformadores (04T1 e 04T2) e do transformador 04T3 deve ser bloqueado, visando à 20 segurança do sistema de potência e à confiabilidade da aplicação.

OBS19: Deve ser considerada robustez a condições operacionais (por exemplo, manobras indevidas). Nesta condição, devemos observar que a aplicação não deve permitir a realização de tais manobras, visando à segurança do sistema de potência e à confiabilidade da aplicação.

25 Conforme relatada no presente Exemplo, a solução da presente invenção se mostrou uma eficiente alternativa para o controle da regulação e paralelismo na integração de transformadores de diferentes especificações a subestações.

Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e 30 poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outros variantes, abrangidos no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

SISTEMA E MÉTODO DE INTEGRAÇÃO PARA REGULAÇÃO E PARALELISMO ENTRE DIFERENTES FONTES DE ALTA TENSÃO

- 5 1. Sistema e método de integração para regulação e paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão **caracterizados por** compreender as etapas de:
- 10 a) identificar as variáveis de controle de diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão para operação em regime de paralelismo;
- 15 b) compor um modelo complexo para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão (relações causais dos componentes do automatismo e paralelismo); e
- 20 c) converter os referidos modelos em uma aplicação para automatizar a regulação e o paralelismo entre diferentes fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão.
- 25 2. Sistema e método conforme a reivindicação 1, **caracterizado pelo fato de** que usa como modelo complexo para a automação um algoritmo que **compreende a comparação entre o valor de tensão medido em uma das fontes de alta tensão e um valor de referência; caso o valor de tensão medido seja distinto do valor de referência em até um valor limite determinado pelo usuário e por um tempo determinado, é acionado um comando para restabelecer o valor de tensão ao valor de referência.**
- 30 3. Sistema e método conforme a reivindicação 2, **caracterizado pelo fato de** que o valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão entre o valor medido e o de referência é de 0,5-5%.
4. Sistema e método conforme a reivindicação 3, **caracterizado pelo fato de** que o valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão entre o valor medido e o de referência é de 1-3%.

5. Sistema e método de regulação e paralelismo entre fontes de tensão e/ou
vãos energizados de alta tensão **caracterizado por** compreender as
etapas de:

- a) verificar a tensão de ao menos uma fonte de tensão e/ou vâo
energizado, a partir da medição da tensão da mesma;
- b) comparar a tensão medida na etapa anterior com um valor de
referência aceitável para a equivalência de regulação, e paralelismo;
e
- c) emitir um comando automatizado para proporcionar/restabelecer a
equivalência da regulação e paralelismo da tensão programada.

10 6. Sistema e método conforme a reivindicação 5, **caracterizado pelo** fato de
que as referidas etapas de comparação e emissão de comando são feitas
com o uso de um algoritmo que compreende a comparação entre o valor
de tensão medido em uma das fontes de alta tensão e um valor de
referência; caso o valor de tensão medido seja distinto em relação ao valor
de referência por um tempo determinado e até um limite determinado, é
acionado um comando para restabelecer a tensão ao valor de referência.

15 7. Sistema e método conforme a reivindicação 6, **caracterizado pelo** fato de
que o valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão
entre o valor medido e o de referência é de 0,5-5%.

20 8. Sistema e método conforme a reivindicação 7, **caracterizado pelo** fato de
que o valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão
entre o valor medido e o de referência é de 1-3%.

25 9. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 5-8,
caracterizado pelo fato de ser controlado através do sistema SCADA e
compreender ao menos uma das seguintes funcionalidades:
monitoramento de falhas e/ou alerta sobre as mesmas; escolha entre
controle manual ou automático de cada fonte de tensão e/ou vâo
energizado de alta tensão; inclusão e exclusão da lógica de paralelismo,
pelo usuário, de qualquer fonte de tensão e/ou vâo energizado de alta
tensão.

10. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 5-9, **caracterizado pelo fato de que as referidas fontes de tensão e/ou vãos energizados de alta tensão compreendem transformadores e/ou bancos de transformadores de potência, e por compreender as etapas de:**

- 5 a) determinar uma equivalência entre os *taps* dos referidos transformadores e/ou bancos de transformadores, a partir da medição da alimentação da respectiva barra;
- 10 b) selecionar transformador ou banco de transformadores como mestre e transformador(es) e/ou banco(s) de transformadores comandados dentre os transformadores a serem regulados;
- 15 c) comutar *tap* do transformador ou banco de transformadores mestre a fim de manter a tensão da barra de alimentação dentro de uma faixa pré-determinada; e
- 20 d) comutar *taps* dos transformadores e/ou bancos de transformadores comandados de acordo com a equivalência determinada em a) em relação ao *tap* do transformador ou banco de transformadores mestre.

11. Sistema e método conforme reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de que a referida etapa de comutação é comandada por um algoritmo que compreende a comparação entre o valor de tensão medido na barra e um valor de referência; caso o valor de tensão medido na barra seja distinto em até um valor limite determinado pelo usuário e por um tempo determinado, é acionado um comando para ajustar o tap, aumentando-o ou diminuindo-o, definindo assim o acionamento da etapa de comando para proporcionar/restabelecer a equivalência da regulação e paralelismo de transformadores e/ou bancos de transformadores de potência.**

25 12. Sistema e método conforme reivindicação 11, **caracterizado pelo fato de que o referido valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão entre o valor medido e o de referência é de 0,5-5%.**

13. Sistema e método conforme reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** o valor limite determinado pelo usuário para a diferença de tensão entre o valor medido e o de referência é de 1-3%.

14. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-13, **caracterizado pelo fato de que:**

- a equivalência de *taps* no paralelismo dos transformadores de potência de 230/69 kV assim definida:

04T1	04T2	04T3
5, 6	5, 6	1
7, 8	7, 8	2
9, 10	9, 10	3
...
29, 30	29, 30	13
31, 32 e 33	31, 32 e 33	14

- a desconsideração dos *taps* do 04T3 ≥ 15 , pois não há equivalência deste *tap* nos *taps* do 04T1 e 04T2;

- quando os transformadores (trafos) 04T1 e/ou 04T2 estiverem no *tap* 33 e/ou o 04T3 estiver no *tap* 14, bloqueia a comutação para aumentar *taps* e opcionalmente emite um sinal correspondente; e

- quando os trafos 04T1 e/ou 04T2 estiverem no *tap* 5 e/ou o 04T3 estiver no *tap* 1, bloqueia a comutação para baixar *taps* e opcionalmente emite um sinal correspondente.

15. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-14, **caracterizado pelo fato de que:**

- variáveis para os transformadores 04T1, 04T2 e 04T3 são criadas para selecionar estes transformadores para Mestre ou Comandado ou Individual; e

- quando um transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) estiver como Individual, o comando deste transformador é preferencialmente efetuado pelo modo manual.

25 16. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-15, **caracterizado pelo fato de que:**

- apenas um transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) pode ser selecionado como Mestre;

- quando qualquer transformador estiver na posição Individual, este deve ser retirado da lógica de paralelismo;

5 - quando um transformador estiver como Mestre, os transformadores que estão como Comandados devem seguir o comportamento de aumentar ou baixar *tap* do Mestre, respeitando a equivalência de *taps*;

10 - quando o transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) estiver como Mestre e for desenergizado, este passa para Individual automaticamente;

15 - quando o transformador (04T1 ou 04T2 ou 04T3) estiver como Comandado e for desenergizado, devem-se passar todos os transformadores que estão em Automático para Individual automaticamente.

17. Sistema e método de acordo com uma das reivindicações de 10 a 16, **caracterizado pelo fato de que:**

- a equivalência de *taps* no paralelismo de bancos de autotransformadores de potência de 500/230 kV assim definida:

05T1 (Fase A)	05T1 (Fase B)	05T1 (Fase C)	05T2 (Fase A)	05T2 (Fase B)	05T2 (Fase C)	05T3 (Fase A)	05T3 (Fase B)	05T3 (Fase C)
5, 6	5, 6	5, 6	5, 6	5, 6	5, 6	1	1	1
7, 8	7, 8	7, 8	7, 8	7, 8	7, 8	2	2	2
9, 10	9, 10	9, 10	9, 10	9, 10	9, 10	3	3	3
:	:	:	:	:	:	:	:	:
:	:	:	:	:	:	:	:	:
29, 30	29, 30	29, 30	29, 30	29, 30	29, 30	13	13	13
31, 32, 33	14	14	14					

20 - a desconsideração dos *taps* do 05T3 \geq 15, pois não há equivalência deste *tap* nos *taps* do 05T1 e 05T2;

- quando os bancos de autotransformadores (trafos) 05T1 e/ou 05T2 estiverem no *tap* 33 e/ou o 05T3 estiver no *tap* 14, bloqueia a

comutação para aumentar *taps* e opcionalmente emite um sinal correspondente; e

- quando os trafos 05T1 e/ou 05T2 estiverem no *tap* 5 e/ou o 05T3 estiver no *tap* 1, bloqueia a comutação para baixar *taps* e opcionalmente emite um sinal correspondente.

5 18. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-17, **caracterizado pelo fato de que:**

- variáveis para os bancos de autotransformadores 05T1, 05T2 e 05T3 são criadas para selecionar estes bancos de autotransformadores para Mestre ou Comandado ou Individual; e

- quando um banco de autotransformador (05T1, 05T2 e 05T3) estiver como Individual, o comando deste banco de autotransformadores é preferencialmente efetuado pelo modo manual.

10 19. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-18, **caracterizado pelo fato de que:**

- apenas um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) pode ser selecionado como Mestre;

- quando qualquer banco de autotransformadores estiver na posição Individual, este deve ser retirado da lógica de paralelismo;

- quando um transformador estiver como Mestre, os bancos de autotransformadores que estão como Comandados devem seguir o comportamento de aumentar ou baixar *tap* do Mestre, respeitando a equivalência de *taps*;

- quando um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) estiver como Mestre e for desenergizado, este passa para Individual automaticamente;

- quando um banco de autotransformadores (05T1 ou 05T2 ou 05T3) estiver como Comandado e for desenergizado, devem-se passar todos os bancos de autotransformadores que estão em Automático para Individual automaticamente.

20. Sistema e método de acordo com uma das reivindicações de 10 a 19, **caracterizado pelo fato de que:**

- a equivalência de *taps* no paralelismo de bancos de autotransformadores e transformadores de potência de 230/69 kV e assim definida:

5

04T1 (Fase A)	04T1 (Fase B)	04T1 (Fase C)	04T2 (Fase A)	04T2 (Fase B)	04T2 (Fase C)	04T3
5, 6	5, 6	5, 6	1	1	1	1
7, 8	7, 8	7, 8	1	1	1	2
9, 10	9, 10	9, 10	3	3	3	3
..
29, 30	29, 30	29, 30	13	13	13	13
31, 32, 33	31, 32, 33	31, 32, 33	14	14	14	14

- a desconsideração dos *taps* do 04T2 e do 04T3 ≥ 15 , pois não há equivalência deste *tap* nos *taps* do 04T1;

10

- quando os bancos de autotransformadores (trafos) 04T1 e/ou 04T2 estiverem no *tap* 33 e/ou o 04T3 estiver no *tap* 14, bloqueia a comutação para aumentar *taps* e opcionalmente emite um sinal correspondente; e

15

- quando os trafos 04T1 e/ou 04T2 estiverem no *tap* 5 e/ou o 04T3 estiver no *tap* 1, bloqueia a comutação para baixar *taps* e opcionalmente emite um sinal correspondente.

21. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-20, **caracterizado pelo fato de que:**

20

- variáveis para os bancos de autotransformadores 04T1, 04T2 e para o transformador 04T3 são criadas para selecionar estes bancos de autotransformadores e transformador para Mestre ou Comandado ou Individual; e

25

- quando um banco de autotransformadores (04T1, 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Individual, o comando deste banco de autotransformadores ou deste transformador é preferencialmente efetuado pelo modo manual.

22. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-21, **caracterizado pelo fato de que:**

- apenas um banco de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou um transformador 04T3 pode ser selecionado como Mestre;
- 5 - quando qualquer banco de autotransformadores ou transformador estiver na posição Individual, este deve ser retirado da lógica de paralelismo;
- quando um banco de autotransformadores ou transformador estiver como Mestre, o banco de autotransformadores e o transformador ou os bancos de autotransformadores que estão como Comandados devem seguir o comportamento de aumentar ou baixar *tap* do Mestre, respeitando a equivalência de *taps*;
- 10 - quando um banco de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Mestre e for desenergizado, este passa para Individual automaticamente;
- quando um banco de autotransformadores (04T1 ou 04T2) ou o transformador 04T3 estiver como Comandado e for desenergizado, devem-se passar todos os bancos de autotransformadores e/ou transformador que estão em Automático para Individual automaticamente.

20 23. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-22, **caracterizado pelo fato de que a seleção de Automático/Manual se dá por transformador ou banco de transformadores e se dá apenas quando o transformador ou banco de transformadores está como Mestre ou Comandado.**

25 24. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-23, **caracterizado pelo fato de que:**

- a tensão da barra de 69 kV (02B1 e/ou 02B2) é medida e comparada com o nível de referência ($69,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 71,2 \text{ kV}$); se a tensão lida $> 71,2 \text{ kV}$ por um tempo definido, aumenta *tap*; e

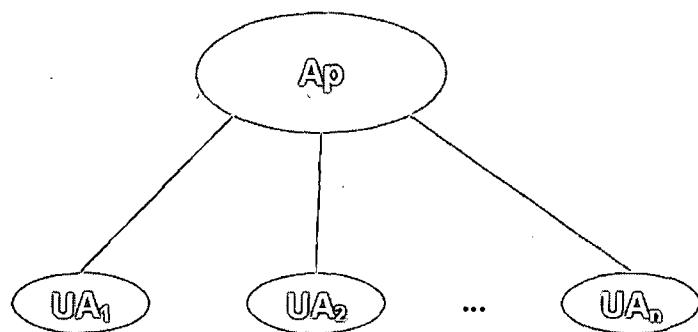
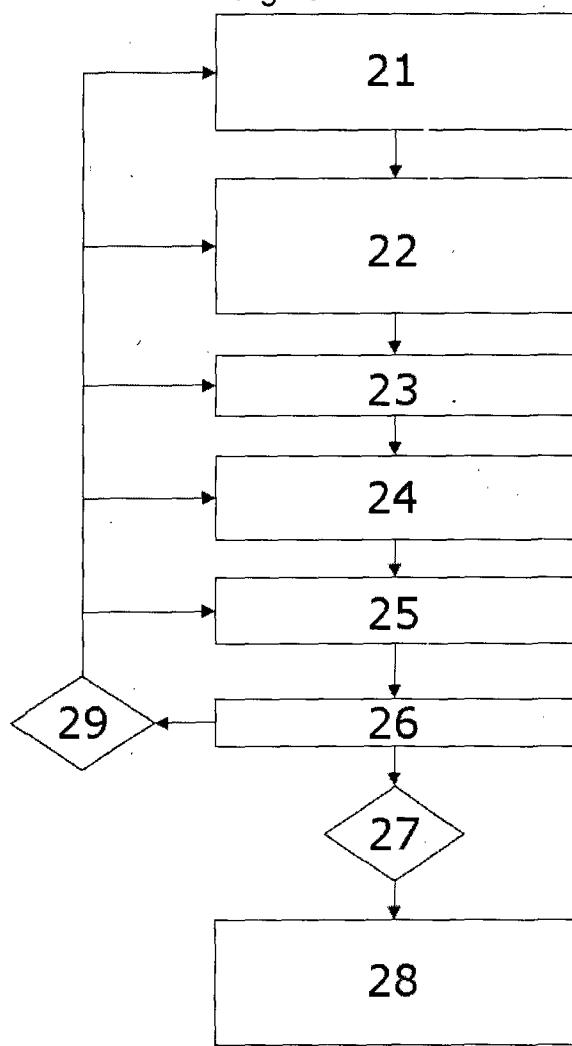
- a tensão da barra de 69 kV (02B1 e/ou 02B2) é medida e comparada com o nível de referência ($69,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 71,2 \text{ kV}$); se a tensão lida $< 69,8 \text{ kV}$ por um tempo definido, baixa tap.

- 5 25. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-24, **caracterizado pelo fato de que:**

- a tensão da barra de 230 kV (04B1 e/ou 04B2) é medida e comparada com o nível de referência ($230,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 232,2 \text{ kV}$); se a tensão lida $> 232,2 \text{ kV}$ por um tempo definido, aumenta tap; e

- a tensão da barra de 230 kV (04B1 e/ou 04B2) é medida e comparada com o nível de referência ($230,8 \text{ kV} < \text{Tensão Lida da Barra} < 232,2 \text{ kV}$); se a tensão lida $< 230,8 \text{ kV}$ por um tempo definido, baixa tap.

- 10 15 26. Sistema e método conforme qualquer uma das reivindicações 10-25, **caracterizado pelo fato de que a variação de tensão é de 0,5 a 5% para mais ou para menos, e o referido tempo definido é de até 5 segundos.**

Figuras**Figura 1****Figura 2**

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2012/000390

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H02J3/04 (2006.01), H02J3/38 (2006.01), G05F1/10 (2006.01)

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H02J; G05F; G06F; G05D; H02M;

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

IEEE-Transactions on Power Delivery

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPODOC FREEPATENTS

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2011016321 A1 20 January 2011 (2011-01-20) abstract; [0018]; [0023] to [0026]; [0068]; [0073] to [0074]; [0083]	1-9
X	US 2007025217 A1 (CANON KK [SP]) 01 February 2007 (2007-02-01) [0009]; [0011] abstract; [0001]; [Q007] to [0009]	1-4 5-9
A	US 2011049992 A1 03 March 2011 (2011-03-03)	

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

04 December 2012**27 02 13**

Name and mailing address of the ISA/



INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua São Bento nº 1, 17º andar
cep: 20090-010, Centro - Rio de Janeiro/RJ
Facsimile No. +55 21 3037-3663

Authorized officer

Peter Michael Beer

Telephone No.

+55 21 3037-3493/3742

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/BR2012/000390

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2010057265 A1 04 March 2010 (2010-03-04) [0005]	1-9
A	US 2002017615 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO [JP]) 14 February 2002 (2002-02-14) [0002] to [0004]; [0006]; Fig.2; Fig.6; .	1-9
A	US 2009147554 A1 (SOLAREDGE LTD [IL]) 11 June 2009 (2009-06-11) Abstract; Figs..8A and 8B	1-4
A	US 5517423 A (SYSTEMS ANALYSIS AND INTEGRATION [US]) 14 May 1996 (1996-05- 14) The whole document	1-9
A	The Unified Power Controller: A New Approach to Power Transmission. Control - IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 10, N°2, April 1995 The whole document	1-9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/BR2012/000390

US 2011016321 A1	2011-01-20	WO 2011008498 A2	2011-01-20
US 2007025217 A1	2007-02-01	JP 2007035147 A	2007-02-08
US 2011049992 A1	2011-03-03	NONE	
US 2010057265 A1	2010-03-04	AT 491980 T CA 2674474 A1 CA 2703500 A1 CN 101611359 A DE 102007026176 A1 DE 502007005991 D1 EP 2118712 A1 ES 2349449 T1 JP 2010518296 A MX 2009007159 A WO 2008080564 A1	2011-01-15 2008-07-10 2008-07-10 2009-12-23 2008-07-17 2011-01-27 2009-11-18 2011-01-03 2010-05-27 2009-09-10 2008-07-10
US 2002017615 A1	2002-02-14	JP 2001330425 A JP 4797150 B2 US 6617761 B2 US 2004065819 A1 US 6809306 B2	2001-11-30 2011-10-19 2003-09-09 2004-04-08 2004-10-26
US 2009147554 A1	2009-06-11	CN 101636847 A CN 101933209 A CN 101953060 A CN 102239618 A EP 2089913 A2 EP 2092625 A2 EP 2092631 A2 EP 2135348 A2 EP 2225778 A1 EP 2232663 A1 EP 2232690 A1 EP 2374190 A1 GB 201109618 D0 GB 2480015 A JP 2010512139 A JP 2010521720 A JP 2011507465 A JP 2012511299 A US 2008164766 A1 US 7900361 B2 US 2011140536 A1 US 8004117 B2 US 2008150366 A1 US 8013472 B2 US 2009146671 A1 US 8049523 B2 US 8289742 B2 US 2008136367 A1 US 8319471 B2	2010-01-27 2010-12-29 2011-01-19 2011-11-09 2009-08-19 2009-08-26 2009-08-26 2009-12-23 2010-09-08 2010-09-29 2010-09-29 2011-10-12 2011-07-20 2011-11-02 2010-04-15 2010-06-24 2011-03-03 2012-05-17 2008-07-10 2011-03-08 2011-06-16 2011-08-23 2008-06-26 2011-09-06 2009-06-11 2011-11-01 2012-10-16 2008-06-12 2012-11-27

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/BR2012/000390

US 2009039852 A1	2009-02-12
US 8319483 B2	2012-11-27
US 2008143188 A1	2008-06-19
US 2008144294 A1	2008-06-19
US 2008147335 A1	2008-06-19
US 2009140715 A1	2009-06-04
US 2009141522 A1	2009-06-04
US 2009145480 A1	2009-06-11
US 2009146667 A1	2009-06-11
US 2009206666 A1	2009-08-20
US 2011084553 A1	2011-04-14
US 2011121652 A1	2011-05-26
US 2011125431 A1	2011-05-26
US 2011273015 A1	2011-11-10
US 2011273016 A1	2011-11-10
US 2011291486 A1	2011-12-01
US 2012007613 A1	2012-01-12
US 2012139343 A1	2012-06-07
US 2012175963 A1	2012-07-12
US 2012212066 A1	2012-08-23
US 2012248863 A1	2012-10-04
WO 2008125915 A2	2008-10-23
WO 2008132551 A2	2008-11-06
WO 2008132553 A2	2008-11-06
WO 2008142480 A2	2008-11-27
WO 2009007782 A2	2009-01-15
WO 2009072075 A2	2009-06-11
WO 2009072076 A2	2009-06-11
WO 2009072077 A1	2009-06-11
WO 2009073867 A1	2009-06-11
WO 2009073868 A1	2009-06-11
WO 2010065043 A1	2010-06-10
WO 2012101510 A1	2012-08-02

US 5517423 A

1996-05-14

US 5608646 A
US 5694329 A

1997-03-04
1997-12-02

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº

PCT/BR2012/000390

A. CLASSIFICAÇÃO DO OBJETO

H02J/04 (2006.01), H02J/38 (2006.01), G05F1/10 (2006.01)

De acordo com a Classificação Internacional de Patentes (IPC) ou conforme a classificação nacional e IPC

B. DOMÍNIOS ABRANGIDOS PELA PESQUISA

Documentação mínima pesquisada (sistema de classificação seguido pelo símbolo da classificação)

H02J; G05F; G06F; G05D; H02M;

Documentação adicional pesquisada, além da mínima, na medida em que tais documentos estão incluídos nos domínios pesquisados

IEEE-Transactions on Power Delivery

Base de dados eletrônica consultada durante a pesquisa internacional (nome da base de dados e, se necessário, termos usados na pesquisa)

EPODOC FREEPATENTS

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES

Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
X	US 2011016321 A1 20 janeiro 2011 (2011-01-20) abstract; [0018]; [0023] a [0026]; [0068]; [0073] a [0074]; [0083]	1-9
X	US 2007025217 A1 (CANON KK [JP]) 01 fevereiro 2007 (2007-02-01) [0009]; [0011] abstract; [0001]; [0007] a [0009]	1-4 5-9
A	US 2011049992 A1 03 março 2011 (2011-03-03)	

 Documentos adicionais estão listados na continuação do quadro C Ver o anexo de famílias das patentes

* Categorias especiais dos documentos citados:

"A" documento que define o estado geral da técnica, mas não é considerado de particular relevância.

"E" pedido ou patente anterior, mas publicada após ou na data do depósito internacional

"L" documento que pode lançar dúvida na(s) reivindicação(ões) de prioridade ou na qual é citado para determinar a data de outra citação ou por outra razão especial

"O" documento referente a uma divulgação oral, uso, exibição ou por outros meios.

"P" documento publicado antes do depósito internacional, porém posterior a data de prioridade reivindicada.

"T" documento publicado depois da data de depósito internacional, ou de prioridade e que não confita como depósito, porém citado para entender o princípio ou teoria na qual se baseia a invenção.

"X" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada nova e não pode ser considerada envolver uma atividade inventiva quando o documento é considerado isoladamente.

"Y" documento de particular relevância; a invenção reivindicada não pode ser considerada envolver atividade inventiva quando o documento é combinado com um outro documento ou mais de um, tal combinação sendo óbvia para um técnico no assunto.

" &" documento membro da mesma família de patentes.

Data da conclusão da pesquisa internacional

04 Dezembro 2012

Data do envio do relatório de pesquisa internacional:

270213

Nome e endereço postal da ISA/BR

INSTITUTO NACIONAL DA
PROPRIEDADE INDUSTRIAL
Rua São Bento nº 1, 17º andar
cep: 20090-010, Centro - Rio de Janeiro/RJ

Funcionário autorizado

Peter Michael Beer

Nº de fax:

+55 21 3037-3663

Nº de telefone:

+55 21 3037-3493/3742

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Depósito internacional Nº

PCT/BR2012/000390

C. DOCUMENTOS CONSIDERADOS RELEVANTES		
Categoria*	Documentos citados, com indicação de partes relevantes, se apropriado	Relevante para as reivindicações Nº
A	US 2010057265 A1 04 março 2010 (2010-03-04) [0005]	1-9
A	US 2002017615 A1 (OLYMPUS OPTICAL CO [JP]) 14 fevereiro 2002 (2002-02-14) [0002] a [0004]; [0006]; Fig.2; Fig.6;	1-9
A	US 2009147554 A1 (SOLAREDGE LTD [IL]) 11 junho 2009 (2009-06-11) <i>Abstract</i> ; Figs. 8A e 8B	1-4
A	US 5517423 A (SYSTEMS ANALYSIS AND INTEGRATION [US]) 14 maio 1996 (1996-05-14) todo o documento	1-9
A	The Unified Power Controller: A New Approach to Power Transmission Control - IEEE Transactions on Power Delivery, Vol.10, Nº2, April 1995 todo o documento	1-9

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional N°

PCT/BR2012/000390

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
US 2011016321 A1	2011-01-20	WO 2011008498 A2	2011-01-20
US 2007025217 A1	2007-02-01	JP 2007035147 A	2007-02-08
US 2011049992 A1	2011-03-03	Nenhum	
US 2010057265 A1	2010-03-04	AT 491980 T CA 2674474 A1 CA 2703500 A1 CN 101611359 A DE 102007026176 A1 DE 502007005991 D1 EP 2118712 A1 ES 2349449 T1 JP 2010518296 A MX 2009007159 A WO 2008080564 A1	2011-01-15 2008-07-10 2008-07-10 2009-12-23 2008-07-17 2011-01-27 2009-11-18 2011-01-03 2010-05-27 2009-09-10 2008-07-10
US 2002017615 A1	2002-02-14	JP 2001330425 A JP 4797150 B2 US 6617761 B2 US 2004065819 A1 US 6809306 B2	2001-11-30 2011-10-19 2003-09-09 2004-04-08 2004-10-26
US 2009147554 A1	2009-06-11	CN 101636847 A CN 101933209 A CN 101953060 A CN 102239618 A EP 2089913 A2 EP 2092625 A2 EP 2092631 A2 EP 2135348 A2 EP 2225778 A1 EP 2232663 A1 EP 2232690 A1 EP 2374190 A1 GB 201109618 D0 GB 2480015 A JP 2010512139 A JP 2010521720 A JP 2011507465 A JP 2012511299 A US 2008164766 A1 US 7900361 B2 US 2011140536 A1 US 8004117 B2 US 2008150366 A1 US 8013472 B2 US 2009146671 A1 US 8049523 B2 US 8289742 B2 US 2008136367 A1 US 8319471 B2	2010-01-27 2010-12-29 2011-01-19 2011-11-09 2009-08-19 2009-08-26 2009-08-26 2009-12-23 2010-09-08 2010-09-29 2010-09-29 2011-10-12 2011-07-20 2011-11-02 2010-04-15 2010-06-24 2011-03-03 2012-05-17 2008-07-10 2011-03-08 2011-06-16 2011-08-23 2008-06-26 2011-09-06 2009-06-11 2011-11-01 2012-10-16 2008-06-12 2012-11-27

RELATÓRIO DE PESQUISA INTERNACIONAL

Informação relativa a membros da família da patentes

Depósito internacional Nº

PCT/BR2012/000390

Documentos de patente citados no relatório de pesquisa	Data de publicação	Membro(s) da família de patentes	Data de publicação
		US 2009039852 A1	2009-02-12
		US 8319483 B2	2012-11-27
		US 2008143188 A1	2008-06-19
		US 2008144294 A1	2008-06-19
		US 2008147335 A1	2008-06-19
		US 2009140715 A1	2009-06-04
		US 2009141522 A1	2009-06-04
		US 2009145480 A1	2009-06-11
		US 2009146667 A1	2009-06-11
		US 2009206666 A1	2009-08-20
		US 2011084553 A1	2011-04-14
		US 2011121652 A1	2011-05-26
		US 2011125431 A1	2011-05-26
		US 2011273015 A1	2011-11-10
		US 2011273016 A1	2011-11-10
		US 2011291486 A1	2011-12-01
		US 2012007613 A1	2012-01-12
		US 2012139343 A1	2012-06-07
		US 2012175963 A1	2012-07-12
		US 2012212066 A1	2012-08-23
		US 2012248863 A1	2012-10-04
		WO 2008125915 A2	2008-10-23
		WO 2008132551 A2	2008-11-06
		WO 2008132553 A2	2008-11-06
		WO 2008142480 A2	2008-11-27
		WO 2009007782 A2	2009-01-15
		WO 2009072075 A2	2009-06-11
		WO 2009072076 A2	2009-06-11
		WO 2009072077 A1	2009-06-11
		WO 2009073867 A1	2009-06-11
		WO 2009073868 A1	2009-06-11
		WO 2010065043 A1	2010-06-10
		WO 2012101510 A1	2012-08-02
US 5517423 A	1996-05-14	US 5608646 A	1997-03-04
		US 5694329 A	1997-12-02