



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

(11) PI 0721855-9 B1



(22) Data do Depósito: 29/06/2007

(45) Data de Concessão: 05/02/2019

(54) Título: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA DETECTAR DEFEITO EM LÂMPADA DE RUA

(51) Int.Cl.: H05B 37/03; G01R 31/44.

(73) Titular(es): ENEL DISTRIBUZIONE S.P.A..

(72) Inventor(es): FABIO VERONI.

(86) Pedido PCT: PCT EP2007056587 de 29/06/2007

(87) Publicação PCT: WO 2009/003512 de 08/01/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 29/12/2009

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA DETECTAR DEFEITO EM LÂMPADA DE RUA. É proposto um dispositivo para detectar um defeito em pelo menos uma lâmpada de rua de uma pluralidade de lâmpadas de rua que são conectáveis em comum a uma fonte de energia GA. O dispositivo proposto permite detectar se um defeito ocorreu com base na obtenção de medições representativas da potência ativa e reativa total fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua, e detectar variações nessas medições. Opcionalmente, também o tipo de defeito pode ser determinado com base em variações detectadas nas medições de potência.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "DISPOSITIVO E MÉTODO PARA DETECTAR DEFEITO EM LÂMPADA DE RUA".

[001] A presente invenção refere-se a um dispositivo para detectar um defeito em pelo menos uma lâmpada de rua de uma pluralidade de lâmpadas de rua que são conectáveis em comum a uma fonte de energia CA. A presente invenção também se refere a um método para detectar uma falha em tal lâmpada de rua.

[002] Geralmente, uma lâmpada ou múltiplas lâmpadas podem ser colocadas em locais distantes do operador que está interessado na operação correta dessa lâmpada ou dessas lâmpadas. Uma pluralidade de lâmpadas de rua pode, por exemplo, ser colocada em certos intervalos ao longo de um trajeto ou rua como uma corrente de lâmpadas. Por motivos de segurança, uma falha em uma ou mais das lâmpadas de uma corrente deve ser detectada em tempo bem curto. Convencionalmente, a detecção de falha é executada em intervalos regulares, como uma vez por mês, por seres humanos que têm de inspecionar cada lâmpada pessoalmente enquanto as lâmpadas são abastecidas com energia elétrica. Essa inspeção é extremamente cara, e pode mesmo ocorrer que uma lâmpada fique com defeito logo após a inspeção executada, ou fique com defeito somente temporariamente durante condições de operação específicas. Além disso, mesmo no caso de detecção de falha, um técnico de reparos somente saberá o movimento do defeito ao examinar individualmente os componentes da lâmpada com defeito.

[003] Várias abordagens foram desenvolvidas para superar essas desvantagens.

[004] Uma abordagem para detecção de defeito de lâmpada conhecida de EP 0 746 183 A1 se baseia na determinação, para cada lâmpada individual durante operação da lâmpada, do ângulo de fase

entre tensão e corrente fornecida à lâmpada. Se o ângulo de fase determinado estiver compreendido em uma faixa de tolerância determinada, a lâmpada é considerada não defeituosa. De outro modo, um defeito nessa lâmpada é detectado. Cada lâmpada tem seu próprio módulo de detecção de defeito. Esse tipo de detecção de defeito é, por conseguinte, caro.

[005] Para determinar o ângulo de fase, por sua vez, várias abordagens são conhecidas, como mencionado por exemplo, em EP 0 746 183 A1.

[006] De acordo com EP 0 746 183 A1, uma abordagem para determinar o ângulo de fase é medir o tempo entre um cruzamento zero da tensão fornecida a uma lâmpada respectiva e um cruzamento zero da corrente para o mesmo período. Essa abordagem se baseia na hipótese de que a tensão e corrente aplicadas correspondem a curvas seno ideais deslocadas em tempo em relação mútua. Entretanto, na realidade a tensão e corrente fornecidas à lâmpada são distorcidas, por exemplo, devido à presença de harmônicos de ordem superior e efeitos de componentes não lineares. Desse modo, essa abordagem resulta em uma detecção particularmente imprecisa e não confiável do estado de uma lâmpada.

[007] Outra abordagem, de acordo com EP 0 746 183 A1, para determinar o ângulo de fase é como a seguir. Com base em medições instantâneas de ondas de corrente e tensão, levando em consideração distúrbios devido à harmônica de ordem superior e efeitos não lineares, a potência ativa, P , absorvida pela lâmpada e a potência aparente relacionada, S , são determinadas. Um microprocessador executa cálculos com base na relação entre a potência ativa P e a potência aparente S e deriva um ângulo de fase para o ângulo entre tensão e corrente pelo período em consideração. Então, o estado da lâmpada é detectado com base no ângulo de fase derivado. Entretanto, a quanti-

dade de alteração do ângulo de fase pode ser muito pequena para alguns tipos específicos de defeito. Desse modo, o cálculo de potência ativa P e potência aparente S requer operações de precisão elevada.

[008] Da WO 95/04446 é conhecida a avaliação de uma tensão e uma corrente fornecida em comum a uma pluralidade de lâmpadas para detecção de defeito. De acordo com essa abordagem, é possível determinar se pelo menos uma da pluralidade de lâmpadas se tornou defeituosa. Entretanto, quando a detecção de defeito é executada não somente para uma única lâmpada porém para uma pluralidade de lâmpadas conectadas em comum a uma fonte de energia CA, a variação do ângulo de fase causada por uma lâmpada com defeito é enfraquecida, em comparação com o caso de lâmpada única, pelas lâmpadas não defeituosas restantes da pluralidade de lâmpadas devido a um efeito de mediação. Desse modo, no caso de uma pluralidade de lâmpadas fornecidas em comum de uma fonte de energia, precisão ainda mais elevada é necessária para determinar o ângulo de fase entre tensão e corrente no ponto onde as lâmpadas são conectadas em comum à fonte de energia.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[009] A presente invenção tem como objetivo a provisão de um dispositivo e método para detectar, de forma segura, um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua entre diversas lâmpadas de rua que são conectadas em comum com uma fonte de energia CA.

[0010] De acordo com a presente invenção, um dispositivo para detectar um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua de uma pluralidade de lâmpadas de rua que são conectáveis em comum a uma fonte de energia CA, compreende uma seção para obter um valor de uma medição de potência ativa, P , representativa da potência ativa total, P_t , fornecida pela fonte de energia CA para a pluralidade de lâmpadas de rua; uma seção para obter um valor de uma medição de potência rea-

tiva, Q , representativa da potência reativa total, Q_t , fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua; uma seção para detectar uma variação, ΔP , no valor de medição de potência ativa obtido; uma seção para detectar uma variação, ΔQ , no valor de medição de potência reativa obtido; e uma seção de determinar defeito para determinar se um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua ocorreu, com base nas variações detectadas no valor de medição de potência ativa obtido e no valor de medição de potência reativa obtido.

[0011] No sentido mais geral, os termos medição de potência ativa e medição de potência reativa se referem a medições de potência que são mutuamente ortogonais. Devido às características ortogonais ou pelo menos quase ortogonais de medição de potência ativa e medição de potência reativa qualquer variação da medição de potência ativa pode ser detectada menos dependente de uma variação da medição de potência reativa e vice-versa. Desse modo, a avaliação de medições de potência ativa e reativa permite uma precisão mais elevada na detecção de qualquer alteração da relação de tensão e corrente. Isso permite detectar um defeito de uma lâmpada única de uma pluralidade de lâmpadas conectadas em comum a uma fonte de energia CA com confiabilidade mais elevada. Além disso, de acordo com a presente invenção, uma detecção de defeito para um número maior de lâmpadas conectadas em comum com uma fonte de energia de CA é possível. Além disso, certas modalidades da presente invenção permitem determinar o tipo de defeito que ocorreu em uma lâmpada.

[0012] Uma entre um grande número de medições de potência ativa apropriadas P seria uma média sobre um período, T a seguir, de tensão de fornecimento de energia ou um número integral de períodos nT , do produto da tensão de fornecimento instantâneo $u(t)$ a seguir, e a corrente de fornecimento, $i(t)$ a seguir, da pluralidade de lâmpadas. Outra medição de potência ativa apropriada P seria uma média em

relação aos produtos de amostras de $u(t)$ e $i(t)$ tomada durante um ou um número integral de períodos T . Essas e outras medições de potência ativa apropriadas são, por exemplo, baseadas no integral sobre um ou mais períodos T do produto de $u(t)$ e $i(t)$ ou baseado em um tempo discreto e quantizado equivalente do mesmo.

[0013] Uma entre um grande número de medições de potência reativa apropriadas Q seria uma média sobre o período T ou um múltiplo inteiro do mesmo, do produto de uma tensão de fornecimento instantânea deslocada em tempo $u(t-T/4)$ e a corrente de fornecimento instantânea $i(t)$. Outro deslocamento de tempo totaliza $\pm T(1+2m)/4$, m inteiro, para $u(t)$ também seria apropriado. Outra medição de potência reativa apropriada Q seria uma média sobre um ou um número integral de períodos T dos produtos de amostras deslocadas em tempo da tensão $u(t)$ e amostras de $i(t)$, o deslocamento de tempo correspondendo a $T(1+2m)/4$ para qualquer número inteiro m incluindo zero, por exemplo, $m=1$. Essas e outras medições de potência reativa apropriadas são, por exemplo, baseadas no integral ou um tempo discreto e quantizado equivalente do mesmo, sobre um ou mais períodos T do produto de $u(t)$ e $i(t)$, com $u(t)$ e $i(t)$ tendo sido deslocados em relação mútua por $T(1+2m)/4$, m sendo um número inteiro incluindo zero.

[0014] Para a avaliação dessas medições, circuitos análogos bem como circuitos digitais como circuitos de amostra & retenção, circuitos de conversão A/D, circuitos de multiplicar e somar, dedicados, programáveis ou incorporados, são prontamente disponíveis no mercado. Para obter valores de medição de potência ativa e reativa, soluções de circuito integrado para aplicações de medição de energia elétrica também podem ser adotadas que são prontamente disponíveis no mercado.

[0015] É importante observar que a definição da medição de potência reativa, como utilizado nessa descrição, não é limitada aos

exemplos acima citados. As vantagens da presente invenção podem ser obtidas ao utilizar medições de potência ativa e reativa que são substancialmente geometricamente ortogonais entre si.

[0016] Preferivelmente, a seção de determinar defeito é adaptada para determinar o tipo de defeito pelo menos de uma lâmpada da pluralidade de lâmpadas por intermédio de detectar variações nos valores de medição de potência ativa e reativa obtidos por quantidades maiores do que as respectivas dadas durante períodos de observação dados. Por exemplo, se o valor de medição de potência ativa obtido tiver sido detectado como tendo diminuído em mais de uma quantidade dada durante um período de observação dado, e a medição de potência reativa obtida tiver sido detectada como tendo aumentado em uma quantidade superior a uma dada durante um período de observação dado, isso pode ser uma indicação de que pelo menos uma lâmpada da pluralidade de lâmpadas é submetida a um curto-circuito. A seção de determinar defeito pode ser adaptada para determinar um defeito aberto de lâmpada se a medição de potência ativa obtida tiver sido detectada como tendo diminuído e a medição de potência reativa obtida tiver sido detectada como tendo diminuído. A seção de determinar defeito também pode ser adaptada para determinar um defeito de lâmpada devido a um capacitor desconectado se a medição de potência reativa obtida tiver sido detectada como tendo aumentado e a medição de potência ativa obtida tiver sido detectada como não tendo variação além de uma quantidade dada.

[0017] A seção de determinar defeito também pode ser adaptada para determinar um defeito de ciclagem de lâmpada se a medição de potência ativa obtida tiver sido detectada como alternando entre uma diminuição e um aumento e a medição de potência reativa obtida tiver sido detectada como alternando entre um aumento e uma diminuição. Isso é uma indicação de que pelo menos uma lâmpada da pluralidade

de lâmpadas está ciclando, isto é, a lâmpada mostra um comportamento repetitivo de emitir luz e não emitir luz quando abastecido com energia elétrica.

[0018] Preferivelmente, a seção para obter um valor de medição de potência ativa compreende uma seção de geração para gerar pulsos de energia ativa cada um representativo de uma quantidade de energia ativa específica fornecida à pluralidade de lâmpadas de rua. A frequência dos pulsos ou o intervalo de tempo entre pulsos consecutivos é uma medição apropriada da potência ativa. A seção para obter um valor de medição de potência ativa pode compreender uma seção para determinar uma frequência, $n/\Delta T1$, como a medição de potência ativa, onde n é o número de pulsos de energia ativa contados em um intervalo de tempo, $\Delta T1$. Essa modalidade permite medição precisa e simples no caso de consumo de energia bem elevado. Alternativamente, a seção para obter uma medição de potência ativa pode compreender uma seção para determinar um intervalo de tempo, $\Delta T2$, entre pulsos de energia ativada gerada, sucessivos, como a medição de energia ativa. Essa modalidade permite medição precisa e simples no caso de consumo de energia bem baixo. Uma combinação linear dessas medições pode ser ainda mais preferível para obter uma medição de potência ativa rápida que é ao mesmo tempo imune a ruído. O mesmo se aplica, com as mudanças necessárias, para a seção para obter um valor de medição de potência reativa. Preferivelmente, a seção de geração para gerar pulsos de energia ativa e/ou a seção de geração para gerar pulsos de energia reativa são implementadas por meio de um circuito integrado de medição de energia.

[0019] Desse modo, medições de energia podem ser fácil e precisamente geradas ao explorar as arquiteturas de prateleira e algoritmos que foram desenvolvidos no campo de medição de energia.

[0020] Preferivelmente, o dispositivo de detecção de defeito, de

acordo com a presente invenção, também compreende uma seção de detectar tensão para detectar uma medição, V_m , representativa da tensão de fornecimento da fonte de energia CA; e uma seção de ajustar medição de potência para ajustar o valor de medição de potência ativa obtido e/ou o valor de medição de potência reativo obtido com base na medição detectada representativa da tensão de fornecimento da fonte de energia CA. Isso permite eliminar ou reduzir efeitos de flutuações da fonte de energia CA e obtém uma resolução ainda melhor na detecção de um defeito em um entre um grande número de lâmpadas. Preferivelmente, a seção de ajustar medição de potência normaliza a medição de potência ativa e/ou a medição de potência reativa baseado em uma função de normalização predefinida. A função de normalização predefinida pode ser capaz de levar em consideração comportamento não linear da pluralidade de lâmpadas de rua. Além disso, a seção de ajustar medição de potência pode normalizar a medição de potência ativa e/ou a medição de potência reativa pelo quadrado da razão da medição detectada representativa da tensão de fornecimento da fonte de energia CA e uma tensão de fornecimento nominal, V_r .

[0021] Preferivelmente, a seção para detectar uma variação na medição de potência ativa obtida e/ou seção para detectar uma variação na medição de potência reativa obtida compreende uma seção de comparação para detectar a variação da medição de potência ativa/reactiva com base em um desvio do valor obtido da medição de potência ativa/reactiva a partir de um valor de referência de medição de potência ativa/reactiva.

[0022] Preferivelmente, a seção para detectar uma variação na medição de potência ativa/reactiva obtida compreende uma seção de compensação para obter uma média sobre uma pluralidade de valores obtidos no passado da medição de potência ativa/reactiva, e para ajustar os valores de referência de medição de potência ativa/reactiva com

base na média obtida. A seção de compensação pode agrupar valores de medição de potência ativa/reactiva passados em pelo menos dois grupos dependendo da tensão de fornecimento de energia CA que aplica no momento em que o valor de medição de potência respectivo foi obtido; obter uma média de grupo respectivo de valores de medição de potência ativa/reactiva passados para cada um dos grupos; obter um valor de referência de grupo respectivo de uma pluralidade de valores de referência de medição de potência ativa/reactiva, dependendo da tensão de fornecimento de energia CA que aplica no momento em que o valor de medição de potência respectivo foi obtido; e ajustar o valor de referência de grupo obtido com base na média de grupo de valores de medição de potência ativa/reactiva passados que é associado à tensão de fornecimento CA que aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido. A seção de comparação pode detectar a variação da medição de potência ativa/reactiva com base em um desvio de um valor de medição de potência ativa/reactiva obtido a partir daquela referência de grupo que é associada à tensão de fornecimento CA que aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido.

[0023] A seção de compensação também pode normalizar cada da pluralidade de valores de medição de potência ativa/reactiva sucessivos passados por um valor que corresponde à razão da tensão de fornecimento de energia CA e uma tensão de fornecimento nominal, V_r , e obter a média baseado no valor de medição de potência ativa/reactiva passado, normalizado.

[0024] A seção de comparação pode detectar, preferivelmente, a variação da medição de potência ativa/reactiva por comparar o desvio contra limites apropriados, por exemplo, contra um primeiro limite, P_{thr-} ; Q_{thr-} , e contra um segundo limite, P_{thr+} ; Q_{thr+} , maior do que o primeiro limite; e detectar variação negativa se o desvio estiver abaixo

do primeiro limite, variação positiva se o desvio for maior do que o segundo limite e nenhuma variação se o desvio for maior do que o primeiro e menor do que o segundo limite.

[0025] Preferivelmente, a seção para detectar uma variação na medição de potência ativa/reactiva obtida pode ajustar qualquer um dos limites por avaliar a distribuição de valor dos valores de medição de potência ativa/reactiva utilizados para obter a média sobre uma pluralidade de valores obtidos no passado da medição de potência ativa/reactiva com relação ao valor de referência de medição de potência ativa/reactiva; ou por avaliar a distribuição de valor do grupo de valores de medição de potência ativa/reactiva passados, que é associado à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido, com relação àquela referência de grupo que é associada à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido.

[0026] A média pode ser uma média de funcionamento obtida, por exemplo, por intermédio de uma janela que se move no eixo geométrico de tempo para selecionar os valores a serem incluídos no processo de mediação.

[0027] A seção de compensação pode ajustar ainda preferivelmente o valor de referência de medição de potência ativa/reactiva com base na média obtida e no valor de referência de medição de potência ativa/reactiva anterior.

[0028] Preferivelmente, a seção para detectar uma variação na medição de potência ativa/reactiva obtida pode compreender ainda uma seção para inibir medições de potência não regulares, que é adaptada de tal modo que qualquer medição de potência ativa/reactiva passada para a qual a seção de determinar defeito determinou que um defeito ocorreu, não é representada na média obtida.

[0029] A média, a referência, ou o primeiro limite e/ou segundo limite é preferivelmente ajustado por multiplicação com uma medição que corresponde à razão da tensão de fornecimento de energia CA detectada e uma tensão de fornecimento nominal.

[0030] A seção de cálculo da média mantém, preferivelmente valores passados de valores de medição de potência ativa/reactiva obtidos durante períodos onde a pluralidade de lâmpadas de rua não recebe energia a partir da fonte de energia CA. Preferivelmente, a seção de compensação é impedida de atualizar a média durante um período necessário pelas lâmpadas de rua para aquecimento e/ou durante períodos em que a pluralidade de lâmpadas de rua não recebe energia da fonte de energia CA. Além disso, a detecção de um defeito de lâmpada pode ser inibido durante um período necessário pelas lâmpadas de rua para aquecimento.

[0031] Preferivelmente, os valores de grupos de valores de medição de potência ativa/reactiva passados e os valores de suas médias de grupo respectivas são inicializados, de tal modo que cada grupo respectivo de valores de medição de potência ativa/reactiva passados e sua média de grupo respectiva obtém o valor de um valor de referência de grupo respectivo que é preferivelmente armazenado em uma memória não volátil.

[0032] O objetivo da presente invenção também é resolvido por um método para detectar um defeito pelo menos em uma lâmpada de rua de uma pluralidade de lâmpadas de rua que são conectadas em comum a uma fonte de energia CA, compreendendo as etapas de fornecer energia a partir da fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua; obter uma medição de energia ativa, P , representativa da potência ativa total, P_t , fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua; obter uma medição de potência reativa, Q , representativa da potência reativa total, Q_t , fornecida pela fonte de ener-

gia CA à pluralidade de lâmpadas de rua; detectar uma variação, ΔP , na medição de potência ativa obtida; detectar uma variação, ΔQ , na medição de potência reativa obtida; e determinar se um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua ocorreu, com base nas variações detectadas.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[0033] As modalidades da presente invenção, que não serão interpretadas para limitar o escopo da presente invenção, serão ilustradas agora com referência às figuras.

[0034] A figura 1A mostra uma primeira modalidade do dispositivo para detectar um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua de acordo com a presente invenção e sua disposição em um sistema de iluminação de rua convencional.

[0035] A figura 1B mostra uma segunda modalidade do dispositivo para detectar um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua de acordo com a presente invenção e sua disposição em um sistema de iluminação de rua convencional.

[0036] A figura 2 mostra um diagrama de blocos que ilustra uma terceira modalidade do dispositivo de detecção de defeito de acordo com a presente invenção.

[0037] A figura 3 mostra um diagrama de blocos que ilustra uma quarta modalidade do dispositivo de detecção de defeito de acordo com a presente invenção.

[0038] A figura 4A mostra um diagrama de blocos que ilustra componentes exemplares das seções para obter medições de potência ativa e reativa de acordo com uma modalidade da presente invenção em detalhe adicional.

[0039] A figura 4B mostra um diagrama de blocos que ilustra componentes exemplares das seções para obter medições de potência ativa e reativa de acordo com outra modalidade da presente invenção

em detalhe adicional.

[0040] A figura 5 mostra um diagrama de blocos que ilustra componentes das seções para detectar uma variação em medições de potência ativa e reativa de acordo ainda com outra modalidade da presente invenção em detalhe adicional.

[0041] A figura 6 mostra um diagrama de blocos que ilustra uma modalidade da seção de detectar defeito de acordo com a presente invenção.

[0042] A figura 7 mostra uma disposição para armazenar medições de potência ativa e reativa obtidas como uma função da tensão de fornecimento medida utilizada para mediação de longa duração e consideração de efeitos de envelhecimento de acordo com a presente invenção.

[0043] A figura 8 mostra um fluxograma que ilustra um fluxo exemplar de processamento executado pelo dispositivo de detectar defeito de acordo com a presente invenção.

[0044] A figura 9 mostra variações de medições de potência ativa e potência reativa com o passar do tempo para um cenário de uma lâmpada de ciclagem (figura 9 (A) e (B)), e também mostra valores correspondentes exemplares de um contador de confirmação de defeito (figura 9(D)) e um contador de ciclagem (figura 9(E)) como uma função de instâncias de amostragem e tempo de medições de potência ativa e reativa (figura 9(C)).

DESCRIÇÃO DETALHADA DOS DESENHOS

[0045] A figura 1A mostra uma primeira modalidade do dispositivo para detectar um defeito em pelo menos uma lâmpada de rua, de acordo com a presente invenção e sua disposição em um sistema de iluminação de rua convencional.

[0046] Como mostrado na figura 1A, uma pluralidade de lâmpadas de rua 20 é conectada em comum por intermédio de linhas de forne-

cimento 31, 32 a uma fonte de energia CA 10. Uma potência ativa total P_t é fornecida da fonte de energia CA 10 à pluralidade de lâmpadas de rua 20. A potência ativa total P_t é a potência ativa substancialmente consumida pela pluralidade de lâmpadas de rua 20. Além disso, uma potência reativa total Q_t é a potência que substancialmente oscila entre a fonte de energia CA 10 e a pluralidade de lâmpadas de rua 20.

[0047] Um medidor de energia 50 é conectado às linhas de fornecimento 31, 32 e obtém, por exemplo, valores médios ou instantâneos de tensão e corrente aplicada à pluralidade de lâmpadas 20, das linhas de fornecimento 31, 32. O medidor de energia 50 é capaz de determinar, com base nessas medições, uma medição de energia ativa P e uma medição de potência reativa Q , e transmitir P e Q para um dispositivo de detecção de defeito 100 de acordo com a presente invenção. Nessa modalidade, essas medições foram determinadas fora do dispositivo de detecção de defeito 100. O medidor de energia 50 também pode fornecer ao dispositivo de detecção de defeito 100 uma medição V representativa da tensão de fornecimento.

[0048] O dispositivo de detecção de defeito 100 é capaz de obter uma medição de potência ativa P e medição de potência reativa Q a partir do medidor de energia 50. Vantajosamente, o dispositivo de detecção de defeito 100 também é capaz de obter medição V a partir do medidor de energia 50.

[0049] Como mostrado na figura 1A, o dispositivo de detecção de defeito 100 compreende um processador 70, um relógio 60 que é preferivelmente um relógio de tempo real (RTC), e memória 80, como memória de programa, memória não volátil, memória de dados, e um buffer I/O. O processador 70 pode acessar o relógio de tempo real 60 e a memória 80, por exemplo por intermédio de um barramento (não mostrado). O dispositivo de detecção de defeito 100 é capaz de transmitir um alarme, por exemplo, ao ativar uma saída de alarme de-

dicado, aplicar uma tensão a uma de suas saídas, definir ou redefinir um registro dentro ou fora do dispositivo de detecção de defeito 100, etc., no caso de um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua da pluralidade de lâmpadas de rua ser detectado pelo dispositivo de detecção de defeito 100.

[0050] A figura 1B mostra uma segunda modalidade do dispositivo para detectar um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua, de acordo com a presente invenção e sua disposição em um sistema de iluminação de rua, convencional. Na figura 1B, os componentes e medições similares aos da figura 1A têm os mesmos sinais de referência que na figura 1A, e uma descrição detalhada desses será omitida.

[0051] Como mostrado na figura 1B, o dispositivo de detecção de defeito 100, de acordo com a presente invenção, compreende vantajosamente um núcleo de medidor de energia 55. O núcleo de medidor de energia 55 é adaptado para receber medidas i , u que pode, por exemplo, ser medições instantâneas ou médias da tensão e corrente aplicada à pluralidade de lâmpadas, e é capaz de determinar dessas medições uma medição de potência ativa P e uma medição de potência reativa Q .

[0052] A figura 2 mostra um diagrama de blocos que ilustra uma terceira modalidade do dispositivo de detecção de defeito, de acordo com a presente invenção.

[0053] Como mostrado na figura 2, a terceira modalidade do dispositivo de detecção de defeito 100 compreende uma seção 120 para obter uma medição de potência ativa, uma seção 130 para obter uma medição de potência reativa, uma seção 140 para detectar uma variação na medição de potência ativa obtida, uma seção 150 para detectar uma variação na medição de potência reativa obtida, e uma seção de determinar defeito 300 para determinar se um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua da pluralidade de lâmpadas de rua ocorreu, com

base nas variações detectadas na medição de potência ativa obtida e na medição de potência reativa obtida.

[0054] As seções 120, 130 para obter uma medição de potência ativa/reativa recebe medições em suas entradas, por exemplo, medições u e i representativas das tensão e corrente instantâneas e médias, respectivamente, fornecidas à pluralidade de lâmpadas a partir da fonte de energia CA 10. Com base nessas medições de entrada, a seção 120 provê uma medição de potência ativa P em sua saída, de modo que a medição de potência ativa P possa ser obtida da saída da seção 120, e seção 130 provê uma medição de potência reativa Q em sua saída, de modo que a medição de potência reativa Q pode ser obtida da saída da seção 130.

[0055] A seção 140 para detectar uma variação na medição de potência ativa obtida recebe a medição de potência ativa P da seção 120. A seção 140 é capaz de detectar uma variação na medição ativa obtida P ao comparar a medição ativa obtida P a um primeiro valor de referência. Esse primeiro valor de referência pode compreender um valor predeterminado, uma medição de potência ativa previamente obtida, ou uma média de medições de potência ativa previamente obtidas. O resultado da comparação, ΔP , é fornecido à saída da seção 140. Preferivelmente, o resultado ΔP é determinado como uma diferença entre a medição de potência ativa P recebida da seção 120 e o primeiro valor de referência, e então fornecido à saída da seção 140.

[0056] A seção 150 para detectar uma variação na medição de potência reativa obtida recebe a medição de potência reativa Q a partir da seção 130. A seção 150 é capaz de detectar uma variação na medição reativa obtida Q ao comparar a medição reativa obtida Q com um segundo valor de referência. Esse segundo valor de referência pode compreender um valor predeterminado, uma medição de potência reativa anteriormente obtida, ou uma média de medições de potência

reativa anteriormente obtidas. O resultado da comparação, ΔQ , é fornecido à saída da seção 150. Preferivelmente, o resultado ΔQ é determinado como uma diferença entre a medição de potência reativa Q recebida da seção 130 e o segundo valor de referência, e então fornecido à saída da seção 150.

[0057] A seção de determinar defeito 300 recebe medições das variações detectadas ΔP e ΔQ a partir das seções 140 e 150, respectivamente. A seção de determinar defeito 300 é adaptada para determinar se um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua ocorreu com base nas variações detectadas ΔP e ΔQ . No caso de um defeito ser determinado como tendo ocorrido, a seção de determinar defeito 300 é adaptada para executar uma ação de alarme para notificar que um defeito foi detectado. A ação de alarme pode envolver ligar ou desligar uma lâmpada de alarme dedicada, definir ou redefinir um ou mais registros, ou enviar uma mensagem para uma unidade de controle remoto.

[0058] Além disso, a seção de determinar defeito 300 também pode ser adaptada para classificar o tipo de defeito que ocorreu. O tipo de defeito pode ser incorporado na ação de alarme.

[0059] Vários tipos de lâmpadas de rua, isto é, dispositivos para produzir luz no ambiente de uma rua, são conhecidos: lâmpadas de descarga, como lâmpadas monocromáticas ou de sódio de baixa pressão, lâmpadas de sódio de pressão elevada, lâmpadas de vapor de mercúrio, lâmpadas de haleto de metal; lâmpadas de indução; diodos de emissão de luz (LEDs); lâmpadas fluorescentes; e lâmpadas incandescentes. Naturalmente, a variedade de tipos de defeitos que podem ser detectados depende do tipo da lâmpada de rua. As seguintes explicações são focalizadas em lâmpadas de descarga. Isso não deve ser entendido como limitando o escopo da presente invenção. O princípio geral, de acordo com a presente invenção, de detectar o tipo de

defeito ao examinar as variações das medições de potência ativa e/ou reativa pode ser aplicado a todos os tipos de lâmpadas de rua. Lâmpadas de rua de descarga exigem, normalmente, meio para limitar ou controlar o fluxo de corrente através do componente de lâmpada que emite luz, e para iniciar a lâmpada para emitir luz. A parte do circuito que controla fluxo de corrente também é mencionada como lastro. A parte do circuito para iniciar a lâmpada também é mencionada como ignitor/acendedor. Como o lastro tem de controlar a corrente para a lâmpada, o lastro é fornecido em série para o componente de lâmpada que emite luz. Uma lâmpada de rua completa pode ser representada por um circuito equivalente elétrico que tem uma ramificação tendo em série um indutor de lastro, representando a indutância do lastro, L_b , um resistor, representando a resistência do lastro, R_b , e um resistor que representa a resistência do componente de lâmpada, R_h , que emite luz. Essa ramificação é abastecida com energia elétrica a partir da fonte de energia CA, de modo que uma tensão CA $u(t)$ tendo a tensão efetiva V_m é aplicada a duas extremidades dessa ramificação, e de modo que uma corrente I_b flui nessa ramificação. Opcionalmente, um ou mais capacitores pode ser fornecido em uma ramificação adicional em paralelo à ramificação de L_b , R_b e R_h , para fornecer pelo menos uma compensação parcial do consumo de energia reativa dos componentes indutivos (incluindo as lâmpadas de rua e as linhas de fornecimento) fixados à fonte de energia CA. Nesse caso, uma corrente I_c flui através da ramificação de capacitor. Pode ser fornecido também pelo menos um capacitor em paralelo à pluralidade de lâmpadas de rua, isto é, esse capacitor não é incluído em uma lâmpada específica porém fixado às linhas de fornecimento da pluralidade de lâmpadas, por exemplo entre linhas de fornecimento 31, 32 mostradas na figura 1A, 1B.

[0060] Qualquer componente desses dois tipos de ramificações

mencionados acima pode estar sujeito a um defeito.

[0061] A ramificação de Lb, Rb e Rh pode apresentar uma resistência total reduzida, por exemplo causada por um curto-circuito dessa ramificação ou por um curto-circuito no componente de lâmpada que se supõe que emita luz, isto é, Rh substancialmente igual a zero. A seguir, esse tipo de defeito é mencionado como um "defeito de lâmpada em curto". No caso de uma lâmpada de rua específica ser sujeita a um defeito de lâmpada em curto, a corrente Ib é aumentada em comparação com operação regular. Devido à corrente aumentada Ib que flui através da indutância Ib, o consumo de energia reativa total Qt da corrente de lâmpadas de rua é aumentado (a definição subjacente que energia reativa consumida por um indutor tem sinal positivo, e aquela energia reativa consumida por um capacitor tem sinal negativo, como assumido em toda a descrição para fins de ilustração e sem nenhuma perda pretendida de generalidade). Além disso, nesse caso de um defeito de lâmpada em curto, pelo menos uma lâmpada de rua com defeito não emite luz. Desse modo, o consumo de energia ativa total Pt na corrente de lâmpadas é diminuído.

[0062] No caso de detectar uma variação negativa da medição de energia ativa e detectar uma variação positiva da medição de energia reativa, a seção de determinar defeito 300 pode ser adaptada para detectar que pelo menos uma lâmpada de rua da pluralidade de lâmpadas de rua está sujeita a um defeito de lâmpada em curto, e iniciar uma ação de alarme correspondente.

[0063] Adicionalmente, a ramificação de Lb, Rb e Rh de uma lâmpada de rua específica pode ser eletricamente interrompida de modo que a corrente Ib dessa lâmpada de rua específica seja substancialmente zero. Então, a lâmpada de rua específica não emite luz embora dotada de energia elétrica, e a energia ativa consumida total Pt é diminuída, em comparação com operação sem defeito da pluralidade de

lâmpadas. À medida que o fluxo de corrente I_b através da indutância L_b é interrompido, a energia reativa consumida total Q_t é diminuída. A seguir, esse tipo de defeito é denominado como "defeito aberto de lâmpada."

[0064] No caso de detectar uma variação negativa da medição de potência ativa e também detectar uma variação negativa da medição de potência reativa, a seção de determinar defeito 300 pode ser adaptada para detectar que pelo menos uma lâmpada de rua da pluralidade de lâmpadas de rua está sujeita a um defeito aberto de lâmpada, e iniciar uma ação de alarme correspondente.

[0065] Se um capacitor for fornecido em paralelo a qualquer ramificação de L_b , R_b e R_h , então pode acontecer que o fluxo de corrente I_c através do capacitor seja interrompido ou diminuído, por exemplo, porque o capacitor foi danificado ou foi desconectado da ramificação paralela de L_b , R_b e R_h . Nesse caso, todas as lâmpadas de rua da pluralidade de lâmpadas de rua podem ainda emitir luz, porém o consumo de potência reativa é aumentado devido à compensação de potência reativa degradada. Desse modo, a potência ativa consumida total P_t permanece substancialmente constante, e a potência reativa consumida total Q_t aumenta devido à compensação de potência reativa pelo menos parcialmente faltante fornecida pela ramificação de capacitor com defeito durante operação sem defeito. A seguir, esse tipo de defeito é mencionado como "defeito de lâmpada devido a um capacitor desconectado."

[0066] No caso de detectar uma medição de potência ativa substancialmente constante e detectar uma variação positiva da medição de potência reativa, a seção de determinar defeito 300 pode ser adaptada para detectar um defeito de lâmpada devido a um capacitor desconectado, e iniciar uma ação de alarme correspondente.

[0067] Adicionalmente, pelo menos uma lâmpada de rua da plura-

lidade de lâmpadas de rua pode ser submetida à ciclagem, isto é, a lâmpada mostra um comportamento repetitivo de emissão de luz e não emissão de luz embora constantemente abastecido com energia elétrica. De forma correspondente, a potência ativa total consumida P_t diminui quando a lâmpada muda de emissão de luz para não emissão de luz, e aumenta quando a lâmpada muda de não emissão de luz para emissão de luz. A potência reativa consumida total Q_t mostra um comportamento correspondente. Desse modo, a potência ativa total P_t e potência reativa total Q_t diminuem e aumentam repetitivamente. A seguir, esse tipo de defeito é mencionado como "defeito de ciclagem de lâmpada".

[0068] No caso de detectar repetitivamente variações negativa e positiva alternadas da medição de potência ativa e também detectar repetitivamente variações positiva e negativa alternadas da medição de potência reativa, a seção de determinar defeito 300 pode ser adaptada para detectar que pelo menos uma lâmpada de rua da pluralidade de lâmpadas de rua é submetida a um defeito de ciclagem de lâmpada, e iniciar uma ação de alarme correspondente.

[0069] Além disso, uma carga não desejada adicional pode ser adicionada à pluralidade de lâmpadas de rua, por exemplo um ladrão pode ilegalmente derivar as linhas de fornecimento para obter energia elétrica grátis. Isso causa um aumento na potência ativa total consumida P_t , independente de qualquer alteração na potência reativa total consumida Q_t . A seguir, esse tipo de defeito é mencionado como "defeito de força excessiva".

[0070] No caso de detectar um aumento da medição de potência ativa, a seção de determinar falha 300 pode ser adaptada para detectar uma falha de força excessiva, e iniciar uma ação de alarme correspondente.

[0071] A figura 3 mostra um diagrama de blocos que ilustra uma

quarta modalidade do dispositivo de detecção de defeito, de acordo com a presente invenção. Na figura 3, componentes que são iguais aos da figura 2 são indicados com os mesmos numerais de referência, e uma descrição desses componentes não será repetida em detalhe.

[0072] Como mostrado na figura 3, a seção 120 para obter uma medição de potência ativa P pode compreender uma seção de geração 220 para gerar pulsos de energia ativa, uma seção de determinar medição de potência ativa 240, e uma seção de ajustar medição de potência ativa 420. Na seção de geração 220 de pulsos de energia ativa, a seguir EPp pode ser gerado, com base em medições recebidas representativas da tensão de fornecimento instantâneo $u(t)$ e corrente de fornecimento instantâneo $i(t)$ ou medições médias das mesmas. Cada pulso de energia ativa é representativo de uma quantidade de energia ativa específica fornecida à pluralidade de lâmpadas de rua. A seção de determinar medição de potência ativa 240 recebe os pulsos de energia ativa gerados da seção de geração 220, e determina, com base nos pulsos de energia ativa recebidos, a medição de potência ativa P. A saída da seção de determinar medição de potência ativa 240 provê a medição de potência ativa determinada.

[0073] De forma correspondente, a seção 130 para obter uma medição de potência ativa Q pode compreender uma seção de geração 230 para gerar pulsos de energia reativa, uma seção de determinar medição de potência reativa 250, e uma seção de ajustar medição de potência reativa 430. Na seção de geração 230 de pulsos de energia reativa, a seguir EQp pode ser gerado, com base em medições recebidas representativas da tensão de fornecimento deslocado de tempo instantâneo $u(t-T/4)$ (como mencionado acima, outro deslocamento de tempo totaliza $T(1+2m)/4$, m inteiro, para $u(t)$ também seria apropriado) e a corrente de fornecimento instantânea $i(t)$ ou medições médias das mesmas. Cada pulso de energia reativa é representativo de uma quan-

tidade de energia reativa específica fornecida à pluralidade de lâmpadas de rua. A seção de determinar medição de potência reativa 250 recebe os pulsos de energia reativa gerados da seção de geração 230, e determina, com base nos pulsos de energia reativa recebidos, a medição de potência reativa Q. A saída da seção de determinar medição de potência reativa 250 provê a medição de potência reativa determinada.

[0074] Detalhes adicionais com relação a modalidades de seções 220; 230 e 240; 250 são mostradas de forma exemplar na figura 4A e figura 4B.

[0075] Como mostrado na figura 4A, a seção de geração 220; 230 gera, dependendo das entradas $u(t)$ e $i(t)$, pulsos de energia consecutivos E_{pp} ; E_{Qp} 1', 2, 3, ..., n, n sendo um número natural, e transmite esses pulsos para uma porta lógica conectada 241, 251, por exemplo, uma porta-AND. Outra entrada da porta 241, 251 é conectada ao relógio 60 que transmite um sinal para intervalo de tempo ΔT_1 , de tal modo que a saída da porta 241; 251 reflete os pulsos do sinal entrado a partir da seção de geração 220; 230 durante esse intervalo de tempo ΔT_1 , e a saída tem um valor constante de outro modo. A saída da porta 241; 251 é alimentada para um contador 242; 252 que conta o número de pulsos E_{pp} ; E_{Qp} presentes durante intervalo de tempo ΔT_1 . O número contado é fornecido na saída da seção 240; 250 como medição de potência ativa P; medição de potência reativa Q. Após o número de pulsos presentes em intervalo de tempo ΔT_1 ter sido determinado, o contador é redefinido em zero, e o processo acima de contar pulsos durante intervalo de tempo ΔT_1 é repetido. Desse modo, o resultado de contagem, fornecido pelo contador para um intervalo de tempo específico ΔT_1 , normalizado para a quantidade de ΔT_1 , é equivalente à frequência dos pulsos de energia para o intervalo de tempo ΔT_1 . Desse modo, a frequência dos pulsos de energia pode ser uma

medição de potência ativa/reactiva P; Q.

[0076] Com referência à figura 4B, outra modalidade é mostrada para a seção de geração 220; 230 e seção de determinar medição de potência 240; 250. Similar à figura 4A, a seção de geração 220; 230 gera, dependendo das entradas $u(t)$ e $i(t)$, pulsos de energia consecutivos EPp1; EQp1 e EPp2; EQp2. A saída da seção de geração 220; 230 é conectada a um contador 240; 250 de modo que os pulsos gerados sejam alimentados para o contador 240; 250. Adicionalmente, o contador 240; 250 é alimentado por relógio 60 que fornece pulsos de tempo para o contador, em que os pulsos de tempo são substancialmente igualmente espalhados em tempo, um pulso de tempo sendo seguido pelo pulso de tempo seguinte após um período de tempo fixo ΔT . O contador 240; 250 conta o número de pulsos de tempo, isto é, o número de períodos de tempo fixo ΔT que dura do início de pulso de energia EPp1; EQp1 para o início de pulso de energia EPp2; EQp2. O resultado de contagem é transmitido como a medição de energia ativa/reactiva P; Q. Após transmitir o resultado de contagem, o contador é redefinido, e o processo de contar pulsos de tempo durante um intervalo de tempo definido pela ocorrência de dois pulsos de energia é repetido.

[0077] Com referência novamente à figura 3, o dispositivo de detecção de defeito pode compreender uma seção de detecção de tensão 400 que é adaptada para receber em sua entrada a tensão de fornecimento instantânea, $u(t)$, ou amostras da mesma, e para transmitir uma medição, V_m , representativa do nível de tensão de entrada recebido. Também, como já mencionado, a seção 120; 130 pode compreender uma seção de ajuste de medição de potência 420; 430. Preferivelmente, a seção 420; 430 é adaptada para receber a medição V_m fornecida a partir da seção de detectar tensão 400. Então, a seção 420; 540 pode ajustar a medição de potência P; Q com base na medi-

ção V_m representativa do nível de tensão de fornecimento da fonte de energia CA. Preferivelmente, a seção 420; 430 normaliza a medição de potência P ; Q pelo quadrado da razão de medição V_m e uma tensão de fornecimento nominal V_r . Para facilidade de implementação, pode ser preferível executar um processo de normalização aproximada pela adição ou subtração de valores apropriados para/a partir da medição de potência P ; Q , dependendo da medição detectada V_m . Isso permite evitar uma operação complicada de quadrada e divisão, e reduz resolução exigida para os operandos do processo de normalização. Preferivelmente, a seção 420; 430 pode ajustar ou normalizar a medição de potência ativa e/ou a medição de potência reativa com base em uma função de normalização predefinida. A função de normalização predefinida pode ser capaz de considerar comportamento não linear ou fenômenos de não linearidade da pluralidade de lâmpadas de rua. Pode, por exemplo, ser sabido que para uma tensão de fornecimento detectada acima da tensão de fornecimento nominal a medição de potência ativa e/ou a medição de potência reativa tende a aumentar rapidamente como uma função da tensão de fornecimento detectada, ao passo que a medição de energia ativa e/ou a medição de potência reativa permaneceu inalterada para uma tensão de fornecimento detectada abaixo da tensão de fornecimento nominal. Então, a função de normalização predefinida pode ser adaptada para executar um pequeno ajuste ou nenhum ajuste da medição de potência ativa e/ou medição de potência reativa no caso mencionado por último e ajustar fortemente a medição de potência ativa e/ou a medição de potência reativa para uma tensão de fornecimento detectada acima da tensão de fornecimento nominal. Isso permite ajuste aperfeiçoado das medições de potência ativa e/ou medições de potência reativa, e desse modo também melhorou a detecção de defeito.

[0078] A figura 5 mostra um diagrama de blocos que ilustra com-

ponentes das seções para detectar uma variação em medições de potência ativa e reativa, de acordo ainda com outra modalidade da presente invenção em detalhes adicionais. Na figura 5, componentes que são iguais aos da figura 2 e 3 são indicados com os mesmos numerais de referência, e uma descrição desses componentes não será repetida em detalhe.

[0079] Como mostrado na figura 5, a seção 140 para detectar uma variação na medição de potência ativa obtida P pode compreender uma primeira seção de compensação 620, uma primeira seção de comparação 625, e uma seção para inibir medições de potência ativa não regulares 622, 623. Como mostrado de forma exemplar na figura 5, a seção para inibir medições de potência ativa não regulares 622, 623 compreende uma porta de transferência 623 que recebe em uma de suas entradas medições de potência ativa obtidas P, e recebe em uma entrada de controle um sinal a partir de uma saída de porta-NOR 622. A porta NOR 622, por sua vez, é alimentada por uma pluralidade de indicadores que são destinados a permitir ou inibir que uma medição de potência ativa obtida passe através da porta de transferência 623. Se pelo menos um indicador for definido em um nível elevado, a medição de potência ativa obtida é impedida de passar através da porta de transferência 623. De outro modo, a saída da porta de transferência 623 reflete a medição de potência ativa obtida. A entrada de medição de potência ativa obtida na seção 140 é alimentada para a primeira seção de comparação 625 e através da seção para inibir medições de potência ativa não regulares 622, 623, para a primeira seção de compensação.

[0080] Como mostrado na figura 5, a seção 150 para detectar uma variação na medição de potência reativa obtida Q pode compreender uma segunda seção de compensação 630, uma segunda seção de comparação 635, e uma seção para inibir medições de potência reati-

va não regulares 632, 653. Como a estrutura e funções da seção 150 correspondem basicamente com aquelas da seção 140, exceto que a seção 150 opera nas medições de potência reativa obtidas e não nas medições de potência ativa obtidas, uma descrição detalhada da seção 150 será omitida.

[0081] A primeira seção de compensação 620 fornece em uma de suas saídas um valor de referência de medição de potência ativa, P_{ref} , que é alimentado para a seção de comparação 625. Como mostrado na figura 5, o valor de referência P_{ref} pode ser subtraído da medição de potência ativa obtida P , para detectar a variação, ΔP , da medição de potência ativa obtida. Então, o valor de referência de medição de potência ativa P_{ref} é destinado a ser o valor alvo para as medições de potência ativa obtidas.

[0082] Além disso, a primeira seção de compensação 620 pode ter duas saídas adicionais para transmitir um primeiro e um segundo valor limite, P_{thr-} e P_{thr+} , em que o primeiro limite é menor do que o segundo limite. Esses limites podem ser utilizados para aumentar a detecção de uma variação na medição de potência ativa obtida, como será explicado em mais detalhe com referência à figura 6.

[0083] A primeira e/ou a segunda seção de compensação 620, 630 pode ser adaptada para executar operações para refletir efeitos de envelhecimento. Devido a envelhecimento, as características de uma lâmpada de rua mudarão com o passar do tempo, embora muito lentamente. Isso distingue efeitos de envelhecimento da ocorrência súbita de um defeito em uma lâmpada. Por exemplo, o consumo de energia reativa de uma corrente de lâmpadas de rua pode aumentar lentamente com o passar do tempo, ao passo que o consumo de potência ativa pode diminuir lentamente com o passar do tempo. A seguir, funções e operações exemplares adicionais das seções de compensação 620, 630 para considerar uma variação de longa duração de características

e variações de lâmpada no nível de tensão de fornecimento serão explicadas.

[0084] As primeira e segunda seções de compensação 620, 630 podem ser adaptadas para obter uma média, a seguir P_{avg} ; Q_{avg} , sobre uma pluralidade de valores obtidos no passado da medição de potência ativa e medição de potência reativa, respectivamente. As seções 620, 630 podem ser adaptadas para ajustar a referência de medição de potência ativa P_{ref} e a referência de medição de potência reativa Q_{ref} , respectivamente, com base na média obtida P_{avg} e Q_{avg} , respectivamente. Desse modo, os valores de referência P_{ref} e Q_{ref} podem mudar dependendo da média das medições de potência obtidas. Para considerar variações no nível de tensão de fornecimento, as primeira e segunda seções de compensação 620, 630 são preferivelmente adaptadas para dividir a pluralidade de medições de potência ativa e medições de potência reativa passadas em pelo menos dois grupos dependendo da tensão de fornecimento de energia CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência respectiva foi obtido. Então, as primeira e segunda seções de compensação 620, 630 podem determinar uma média de grupo respectiva de valores de medição de potência ativa e reativa passados para cada um dos grupos. Uma estrutura de memória apropriada para essas operações das seções de compensação 620, 630 será explicada em mais detalhes com referência à figura 7.

[0085] Como mostrado na figura 7, uma estrutura de memória apropriada para armazenar medições de potência ativa e reativa obtidas passadas como grupos pode compreender uma tabela de linhas h e colunas N . Cada linha a, b, \dots, h pode armazenar N medições de potência passadas P, Q . Cada linha/grupo é associado a uma faixa respectiva da tensão de fornecimento aplicada detectada, de modo que as medições de potência armazenadas em uma linha respectiva

sejam associadas à faixa de tensão respectiva daquele grupo. Vamos, por exemplo, assumir que medições de potência (P_k ; Q_k)... (P_{k+3} ; Q_{k+3}) tenham sido obtidas, onde (P_k ; Q_k) e (P_{k+2} ; Q_{k+2}) foram obtidos quando a tensão de fornecimento aplicada foi determinada como estando na faixa de 224 a 226 volts. (P_{k+1} ; Q_{k+1}) foram obtidos quando a tensão de fornecimento aplicada foi determinada como estando na faixa de 222 a 224 volts, e (P_{k+3} ; Q_{k+3}) foram obtidos quando a tensão de fornecimento aplicada foi determinada como estando na faixa de 226 a 228 volts. Então, como mostrado na figura 7, (P_k ; Q_k) e (P_{k+2} ; Q_{k+2}) serão armazenados no grupo e, (P_{k+1} ; Q_{k+1}) será armazenado no grupo d, e (P_{k+3} ; Q_{k+3}) será armazenado no grupo f.

[0086] Preferivelmente, as seções de compensação 620, 630 podem normalizar cada um dos valores de medição de potência ativa e reativa sucessivos passados por um valor que corresponde à razão do nível de tensão de fornecimento de energia CA detectado e um nível de tensão de fornecimento nominal, e pode obter as médias de grupo com base nos valores de medição de potência ativa e reativa passados normalizados.

[0087] Além disso, como mostrado na figura 7, a estrutura de memória exemplificada compreende um vetor de média de grupo, a seguir (P_{avg} ; Q_{avg}), de h elementos (P_{avg_a} ; Q_{avg_a}), (P_{avg_b} ; Q_{avg_b}), ..., (P_{avg_h} ; Q_{avg_h}). Cada elemento do vetor de média de grupo é associado a uma linha/grupo da tabela de h linhas e N colunas da figura 7, e um elemento respectivo do vetor médio de grupo armazena a média de sua linha associada. Por exemplo, o elemento de vetor médio de grupo (P_{avg_e} ; Q_{avg_e}) retém o valor médio das últimas medições de potência ativa anteriores N obtidas quando a tensão de fornecimento aplicada foi determinada como estando na faixa de 224 a 226 volts, que corresponde à armazenagem dessas amostras no grupo e. Naturalmente, não é necessário fornecer um vetor médio de grupo separa-

do, visto que os elementos médios de grupo também podem ser armazenados em uma das colunas N da tabela, quando somente amostras de potência anteriores N-1 são armazenadas em uma linha.

[0088] Adicionalmente, como mostrado na figura 7, a estrutura de memória apropriada compreende um vetor de referência de grupo, a seguir (Pref; Qref) de h elementos (Prefa; Qrefa), (Prefb; Qrefb), ..., (Prefh; Qrefh). Cada elemento do vetor de referência de grupo é associado a uma linha/grupo da tabela de h linhas e N colunas da figura 7, e um elemento respectivo do vetor de referência de grupo armazena a referência de medição de potência de sua linha associada. Por exemplo, o elemento de vetor de referência de grupo (Prefe; Qrefe) retém o valor de referência a ser utilizado na seção de compensação 620, 630 para fornecer uma entrada para a seção de comparação 625, 635 quando a tensão de fornecimento aplicada foi determinada como estando na faixa de 224 a 226 volts.

[0089] Preferivelmente, o vetor de referência de grupo é armazenado em uma memória não volátil. Preferivelmente, para a primeira instalação do dispositivo de detecção de defeito 100 para uma pluralidade de lâmpadas de rua, o vetor de referência de grupo é criado de acordo com as características da rede da pluralidade de lâmpadas de rua. Preferivelmente, no aquecimento, cada elemento da tabela para armazenar valores de medição de potência ativa e reativa passados, como mostrado exemplarmente na figura 7, é inicializado com o elemento de vetor de referência de grupo correspondente. Por exemplo, cada dos elementos N do grupo e da tabela será inicializado com o elemento de vetor de referência de grupo correspondente (Prefe; Qrefe) no aquecimento. Similarmente, no aquecimento, cada elemento do vetor médio de grupo é inicializado com o elemento de vetor de referência de grupo correspondente. Por exemplo, o elemento de vetor médio de grupo e é inicializado com o elemento de vetor de referência

de grupo correspondente (Pref; Qref) no aquecimento.

[0090] Preferivelmente, valores de medição de potência obtidos, que fazem com que a seção de determinar defeito 300 detecte um defeito, serão excluídos do processo de mediação, isto é, tais valores de medição de potência não serão armazenados em um grupo respectivo da estrutura de memória apropriada, mostrada exemplarmente na figura 7. Isso pode ser obtido por vários modos. Por exemplo, a seção de detecção de defeito 300 pode, após determinar com base nas presentes medições de potência que um defeito ocorreu, instruir a unidade de compensação a não armazenar as medições de potência presentes respectivas. No caso das presentes medições respectivas já terem sido armazenadas pela seção de compensação 620, 630, a seção de detectar defeito 300 pode instruir a unidade de compensação a deletar essas medições de potência presentes armazenadas da estrutura de memória.

[0091] As seções de compensação 620, 630 podem aplicar técnicas apropriadas para obter uma média dos valores armazenados em uma linha respectiva da estrutura de memória mostrada exemplarmente na figura 7. Por exemplo, as seções de compensação podem adicionar todas as medições de potência ativa ou medições de potência reativa de uma linha cada vez que um novo valor é armazenado naquela linha, e então dividir a soma resultante pelo número de valores armazenados naquela linha, por exemplo, N. Como outro exemplo, as seções de compensação podem aplicar um método de média de funcionamento ou um método de janela de correr.

[0092] As primeira e segunda seções de compensação 620, 630 podem ser adaptadas para ajustar o vetor de referência de grupo (Pref; Qref) com base no vetor médio de grupo (Pavg; Qavg) ou com base no vetor médio de grupo (Pavg; Qavg) e o vetor de referência de grupo (Pref; Qref). Então, um elemento de vetor de referência de grupo

associado a um grupo/linha específico, por exemplo, (Prefe; Qrefe) associado ao grupo e, pode ser ajustado com base em seu elemento de vetor médio de grupo associado (Pavge; Qavge), ou baseado em seu elemento de vetor médio de grupo associado (Pavge; Qavge) e seu próprio valor (Prefe; Qrefe). Esse ajuste pode ser realizado, por exemplo, por implementar um processo de cálculo de acordo com $Pref_grp_{t+1} = Pref_grp_{t+k} \cdot Pavg_grp_t / (k+1)$, onde $Pref_grp_{t+1}$ é o novo valor de referência Pref do grupo grp (isto é, o elemento de vetor de referência de grupo relacionado ao grupo grp) no tempo t+1, $Pref_grp_t$ é o valor de referência anterior Pref do grupo grp (isto é, o elemento de vetor médio de grupo relacionado a grupo grp), no tempo t, e $k > 0$; $k < 1$ para privilegiar o primeiro termo do lado direito da equação acima; $k > 1$ para privilegiar o segundo termo do lado direito da equação acima. $PAvg_grp$ pode ser atualizado antes ou após ajustar o valor de referência de grupo. Naturalmente, o exemplo acima se aplica equivalentemente para ajustar Qref.

[0093] Como mencionado acima com referência à figura 5, as seções de compensação 620; 630 podem ter individualmente duas saídas para transmitir um primeiro e um segundo valor limite, P_{thr-} e P_{thr+} ; Q_{thr-} e Q_{thr+} , onde o respectivo primeiro limite é menor do que o segundo limite respectivo. Preferivelmente, as seções de compensação 620; 630 ajustam qualquer um dos limites, P_{thr-} , P_{thr+} , Q_{thr-} , Q_{thr+} por avaliar a distribuição de valor das medições de potência ativa e reativa obtidas passadas armazenadas na estrutura de memória apropriada, como mostrado exemplarmente na figura 7, com relação ao elemento de vetor de referência de grupo que é associado à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reativa é obtido. Os primeiro e segundo limites para uma faixa de tensão de fornecimento aplicada respectiva, isto é, com relação a um elemento de vetor de referência de grupo especí-

fico, pode ser ajustado, por exemplo, com base no desvio-padrão de medições de potência ativa ou reativa passadas, por exemplo, armazenadas na respectiva linha da estrutura de memória mostrada exemplarmente na figura 7.

[0094] Na figura 6, a função dos primeiro e segundo limites é ilustrada. Cada valor limite, P_{thr-} , P_{thr+} , Q_{thr-} , Q_{thr+} , fornecido das seções de compensação 620; 630 mostradas na figura 6, é alimentado para um comparador respectivo 320, 330, 350, 360. A outra entrada dos comparadores 320, 330 é alimentada com a saída da seção de comparação 625. A outra entrada dos comparadores 350, 360 é alimentada com a saída da seção de comparação 635. As saídas dos comparadores 320, 330 são alimentadas para uma primeira lógica de detecção 340 para transmitir um valor indicativo da variação detectada da medição ativa obtida. O valor de saída, ΔP_{out} , da primeira lógica de detecção 340 é de sinal negativo para uma variação negativa detectada, é zero se nenhuma variação for detectada, é de sinal positivo para uma variação positiva detectada. As saídas dos comparadores 350, 360 são alimentadas para uma segunda lógica de detecção 370 para transmitir um valor indicativo da variação detectada na medição reativa obtida. O valor de saída, ΔQ_{out} , da segunda lógica de detecção 370 é de sinal negativo para uma variação negativa detectada, é zero se nenhuma variação for detectada, é de sinal positivo para uma variação positiva detectada. Os valores de saída das primeira e segunda lógicas de detecção 340, 370 são alimentados através de um comutador respectivo, que é controlado por uma seção de inibição 390, para uma lógica de detecção final 380 que é adaptada para detectar a ocorrência de uma falha e seu tipo. A lógica de detecção final 380 pode armazenar uma pluralidade de valores de saída passados ΔP_{out} , ΔQ_{out} das primeira e segunda lógicas de detecção. Se vários valores sucessivos de ΔP_{out} forem de sinal negativo e vários valores sucessivos de ΔQ_{out}

forem de sinal positivo, então um defeito de lâmpada em curto é detectado, e um alarme é iniciado, por exemplo, por iluminar a lâmpada 911. Se vários valores sucessivos de ΔP_{out} forem de sinal negativo e vários valores sucessivos de ΔQ_{out} forem de sinal negativo e vários valores sucessivos de ΔQ_{out} forem de sinal negativo, então um defeito aberto de lâmpada é detectado, e um alarme é iniciado, por exemplo, por iluminar a lâmpada 921. Se vários valores sucessivos de ΔP_{out} forem zero e vários valores sucessivos de ΔQ_{out} forem de sinal positivo, então um defeito devido a capacitor desconectado é detectado, e um alarme é iniciado, por exemplo, por iluminar a lâmpada 931. Se vários valores sucessivos de ΔP_{out} forem de sinal negativo e vários valores sucessivos de ΔQ_{out} forem de sinal positivo, interrompidos por valores de ΔP_{out} , ΔQ_{out} de zero, então um defeito de ciclagem de lâmpada é detectado, e um alarme é iniciado, por exemplo, por iluminar a lâmpada 941. Se vários valores sucessivos de ΔP_{out} forem de sinal positivo, independente de valores de ΔQ_{out} , então um defeito de força excessiva é detectado, e um alarme é iniciado, por exemplo, por iluminar a lâmpada 951.

[0095] A seção de inibição 390 controla o respectivo comutador de modo que uma detecção de defeito durante um período de aquecimento da pluralidade de lâmpadas de rua é inibida. Além disso, a seção de inibição 390 inicia inicialização do vetor médio de grupo com valores respectivos do vetor de referência de grupo.

[0096] A figura 8 mostra um fluxograma que ilustra um fluxo exemplar de processamento executado pelo dispositivo de detecção de defeito de acordo com a presente invenção.

[0097] Após partida, S200, o dispositivo de detecção de defeito de acordo com a invenção, é checado, na etapa S205, se o aquecimento, isto é, o período necessário para aquecimento das lâmpadas de rua, foi concluído. Após concluir aquecimento, na etapa S210, um contador

de ciclagem Cyc é inicializado em zero. Então, na etapa S212, contadores de confirmação de defeito Cnt1, Cnt2, Cnt3, Cnt4 são inicializados em N1, N2, N3 e N4, respectivamente.

[0098] Na etapa seguinte S220, uma medição de potência ativa P e uma medição de potência reativa Q são obtidas. Essas medições podem ser corrigidas, por exemplo, ser normalizadas pela razão da tensão fornecida para a tensão de fornecimento nominal, ou baseado em uma função de normalização predefinida capaz de levar em conta comportamento não linear da pluralidade de lâmpadas de rua.

[0099] Então, na etapa S230, é determinado se uma diminuição da medição de potência ativa foi detectada. Caso seja determinado na etapa S230 que uma diminuição foi detectada, é então determinado na etapa S240, se uma diminuição da medição de potência reativa Q foi detectada.

[00100] No caso de ser determinado que nenhuma diminuição da medição de potência reativa Q foi detectada, o contador Cnt1 é então diminuído na etapa S241, e é checado na etapa S242, se o contador Cnt1 for igual ou menor do que zero. O contador Cnt1 é utilizado para evitar sinalização falsa devido a medições espúrias ou devido a efeitos de ciclagem. Se o contador Cnt1 for igual ou menor do que zero, então um defeito de lâmpada em curto é detectado na etapa S243, e o procedimento prossegue para a etapa S280. Se na etapa S242 não for determinado que o contador Cnt1 é igual ou menor do que zero, então o procedimento prossegue para a etapa S220.

[00101] No caso de uma diminuição da medição de potência reativa Q ser determinada na etapa S240, o contador Cnt2 é então diminuído na etapa S245, e é checado na etapa S2426 se o contador Cnt2 é igual ou menor do que zero. Se o contador Cnt2 for igual ou menor do que zero, então um defeito aberto de lâmpada é detectado na etapa S247, e o procedimento prossegue para a etapa S280. Se na etapa

S246 não for determinado que o contador Cnt2 é igual ou menor do que zero, então o procedimento prossegue para a etapa S220.

[00102] Se, na etapa S230, for determinado que uma diminuição não foi detectada, é então determinado na etapa S250, se um aumento da medição de potência ativa P foi detectado.

[00103] No caso de ser determinado na etapa S250 que um aumento da medição de potência ativa P foi detectado, o contador Cnt3 é então diminuído na etapa S25, e é checado na etapa S252, se o contador Cnt3 é igual ou menor do que zero. Se o contador Cnt3 for igual ou menor do que zero, então um defeito de força excessiva é detectado na etapa S253, e o procedimento prossegue para a etapa S280. Se na etapa S252 for determinado que o contador Cnt3 não é igual ou menor do que zero, então o procedimento prossegue para a etapa S220.

[00104] Se, na etapa S250, for determinado que um aumento não foi detectado, é então determinado na etapa S260, se um aumento da medição de potência reativa Q foi detectado.

[00105] No caso de um aumento da medição de potência reativa Q ser determinado na etapa S260, o contador Cnt4 é então diminuído na etapa S261, e é checado na etapa S262, se o contador Cnt4 é igual ou menor do que zero. Se o contador Cnt4 for igual ou menor do que zero, então um defeito devido a um capacitor desconectado é detectado na etapa S263, e o procedimento prossegue para a etapa S280. Se na etapa S262 for determinado que o contador Cnt4 não é igual ou menor do que zero, então o procedimento prossegue para a etapa S220.

[00106] No caso de ser determinado na etapa 260 que um aumento da medição de potência reativa Q não foi detectado, o contador Cyc é então incrementado pela diferença entre o valor inicial N1 do contador Cnt1 e o valor atual desse contador Cnt1 na etapa S265, e é checado na etapa S266, se o contador Cyc não é menor do que o limite M. Se o contador Cyc não for menor do que o limite M, então um defeito de ci-

clagem de lâmpada é detectado na etapa S267, e o procedimento prossegue para a etapa S280. Se na etapa S266 for determinado que o contador Cyc é menor do que o limite M, então o procedimento prossegue para a etapa S212.

[00107] Na etapa S280, após detecção de um defeito, os valores de referência Pref e Qref são atualizados.

[00108] A figura 9 provê ilustrações adicionais em relação caso de uma lâmpada em ciclagem. Na figura 9(A) e (B), as variações de medições de potência ativa e potência reativa com o passar do tempo são mostradas para esse cenário. Valores correspondentes exemplares de contador de confirmação de defeito N1 e contador de ciclagem Cyc com o passar do tempo são mostrados na figura 9(D) e (E), respectivamente, e são também mostrados em relação a instâncias de amostragem para obter medições de potência ativa e potência reativa, como mostrado na figura 9(C).

[00109] Durante operação regular, isto é quando a lâmpada com defeito que apresenta ciclagem ainda emite luz, as variações da medição de potência ativa e da medição de potência reativa permanecem próximas a zero, de modo que nenhuma variação negativa ou positiva de P e/ou Q sejam detectadas. No tempo em que a lâmpada com defeito para de emitir luz, a variação da medição de potência ativa diminui fortemente abaixo do limite P_{thr-} , de modo que uma variação negativa da medição de potência ativa seja detectada (correspondendo a "Sim" a partir da etapa S230 da figura 8), e a variação da medição de potência reativa aumenta fortemente acima do limite Q_{thr+} , de modo que uma variação positiva da medição de potência reativa será detectada (correspondendo a "Não" a partir da etapa S240 da figura 8). Então, o contador de confirmação de defeito Cnt1 é diminuído (correspondendo à etapa S241 da figura 8). Após isso, como mostrado na figura 9, para instâncias de amostragem subsequente de P e Q, as

magnitudes das variações das medições de potência ativa e reativa diminuem lentamente com o passar do tempo. Então, quando a variação ΔP se torna pequena o bastante, isto é, compreendida no intervalo de P_{thr-} para P_{thr+} , e a variação ΔQ se torna pequeno o bastante, isto é compreendida no intervalo de Q_{thr-} para Q_{thr+} , nenhuma variação das medições de potência ativa e reativa é detectada (correspondendo a decisões "Não" nas etapas S230, S250 e S260). Desse modo, na etapa S265, o contador de ciclagem Cyc é incrementado baseado no valor atual de contador de confirmação de defeito Cnt1, como também mostrado na figura 9 (E). Se o valor de contador de ciclagem Cyc estiver abaixo do valor limite M, então nenhum defeito de lâmpada de ciclagem é detectado na etapa S266, e o contador de confirmação de defeito Cnt1 é redefinido para N1 na etapa S212, como mostrado também na figura 9(D). Se a lâmpada com defeito mostrar comportamento repetitivo de emissão e não emissão de luz, esse processo inteiro pode repetir várias vezes, e a contagem de ciclagem Cyc aumenta em um modo semelhante à escada. Se o valor de contador de ciclagem Cyc atinge ou excede o valor limite M, então um defeito de lâmpada de ciclagem será detectado. O contador de ciclagem Cyc é redefinido para zero durante cada aquecimento do sistema de detecção de defeito.

[00110] Para manter as explicações referentes ao dispositivo de detecção de defeito de acordo com a presente invenção, simples, todas as modalidades foram descritas para uma disposição de fase única da pluralidade de lâmpadas de rua e fonte de energia CA. No caso de um sistema de linha polifásico, um dispositivo de detecção de defeito é preferivelmente fornecido para cada fase respectiva, ou para todas as três fases em comum.

[00111] O escopo da presente invenção não é limitado pelas modalidades explicadas da presente invenção. O escopo da presente invenção é definido pelo conjunto de reivindicações em anexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo (100) para detectar defeito em pelo menos uma lâmpada de rua de uma pluralidade de lâmpadas de rua (20) que são conectáveis em comum a uma fonte de energia CA (10), compreendendo:

uma seção (120) para obter uma medição de potência ativa (P) representativa da potência ativa total (Pt) fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua; e

uma seção (130) para obter uma medição de potência reativa (Q) representativa da potência reativa total (Qt) fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua;

uma seção (140) para detectar uma variação (ΔP) na medição de potência ativa obtida (P);

uma seção (150) para detectar uma variação (ΔQ) na medição de potência reativa obtida (Q); e

caracterizado por compreender ainda uma seção de determinar defeito (300) para determinar se um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua ocorreu, utilizando as variações detectadas (ΔP , ΔQ) na medição de potência ativa obtida (P) e na medição de potência reativa obtida (Q).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a seção de determinação de defeito (300) é adaptada para determinar um defeito de lâmpada em curto (910, S243) se a medição de potência ativa obtida (P) tiver sido detectada como tendo diminuído e a medição de potência reativa obtida (Q) tiver sido detectada como tendo aumentado.

3. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a seção de determinação de defeito (300) é adaptada para determinar um defeito aberto de lâmpada (920, S246) se a medição de potência ativa obtida (P) tiver

sido detectada como tendo diminuído e a medição de potência reativa obtida (Q) tiver sido detectada como tendo diminuído.

4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a seção de determinação de defeito (300) é adaptada para determinar um defeito de lâmpada devido a um capacitor desconectado (930; S263) se a medição de potência reativa obtida (Q) tiver sido detectada como tendo aumentado e a medição de potência ativa obtida (P) tiver sido detectada como não tendo variação.

5. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a seção de determinação de defeito (300) é adaptada para determinar um defeito de ciclagem de lâmpada (940, S267) se a medição de potência ativa obtida (P) tiver sido detectada como diminuindo e aumentando repetitivamente e a medição de potência reativa obtida (Q) tiver sido detectada como aumentando e diminuindo repetitivamente.

6. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, a seção (120) para obter uma medição de potência ativa caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção de geração (220) para gerar pulsos de energia ativa (EPp) cada representativo de uma quantidade de energia ativa específica fornecida à pluralidade de lâmpadas de rua.

7. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 6, a seção (120) para obter uma medição de potência ativa caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção (240) para determinar uma frequência ($n/\Delta T1$) de n pulsos de energia ativa gerados (EPp) onde n é o número de pulsos de energia ativa (EPp) contados em um intervalo de tempo ($\Delta T1$), como a medição de potência ativa (P).

8. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 6, a seção

(120) para obter uma medição de potência ativa caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção (240) para determinar um intervalo de tempo (ΔT_2) entre pulsos de energia ativa gerados sucessivos (EPp) como a medição de potência ativa (P).

9. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, a seção (130) para obter uma medição de potência reativa caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção de geração (230) para gerar pulsos de energia reativa (EQp) cada representativo de uma quantidade de energia reativa específica fornecida à pluralidade de lâmpadas de rua.

10. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 9, a seção (130) para obter uma medição de potência reativa caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção (250) para determinar uma frequência ($n/\Delta T_1$) de n pulsos de energia reativa gerados (EQp), onde n é o número de pulsos de energia reativa (EQp) contados em um intervalo de tempo (ΔT_1), como a medição de potência reativa (Q).

11. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 9, a seção (130) para obter uma medição de potência reativa caracterizado pelo fato de que compreende:

uma seção (250) para determinar um intervalo de tempo (ΔT_2) entre pulsos de energia reativa sucessivos (EQp) como a medição de potência reativa (Q).

12. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações 6 a 11, caracterizado pelo fato de que a seção de geração (220) para gerar pulsos de energia ativa e/ou a seção de geração (230) para gerar pulsos de energia reativa são implementadas por intermédio de um circuito integrado de medição de energia (55).

13. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindi-

cações anteriores, caracterizado pelo fato de que compreende ainda:

uma seção de detecção de tensão (400) para detectar uma medição (V_m) representativa da tensão de fornecimento da fonte de energia CA; e

Seção de ajuste de medição de potência (420, 430) para ajustar o valor de medição de potência ativa obtido (P) e/ou o valor de medição de potência reativa obtido (Q) com base na medição detectada (V_m) representativa da tensão de fornecimento da fonte de energia CA.

14. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que a seção de ajuste de medição de potência (420, 430) é adaptada para normalizar a medição de potência ativa (P) e/ou a medição de potência reativa (Q) com base em uma função de normalização predefinida capaz de considerar comportamento não linear da pluralidade de lâmpadas de rua.

15. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 13 ou 14, caracterizado pelo fato de que a seção de ajuste de medição de potência (420, 430) é adaptada para normalizar a medição de potência ativa (P) e/ou a medição de potência reativa (Q) pelo quadrado da razão da medição detectada (V_m) representativa da tensão de fornecimento da fonte de energia CA e uma tensão de fornecimento nominal (V_r).

16. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a seção (140) para detectar uma variação (ΔP) na medição de potência ativa obtida (P) e/ou a seção (150) para detectar uma variação (ΔQ) na medição de potência reativa obtida (Q) compreende:

uma seção de comparação (625; 635) adaptada para detectar a variação (ΔP ; ΔQ) da medição de potência ativa/reativa com base em um desvio do valor obtido da medição de potência ativa/reativa (P ;

Q) de um valor de referência de medição de potência ativa/reactiva (Pref; Qref).

17. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 16, caracterizado pelo fato de que a seção (140) para detectar uma variação (ΔP) na medição de potência ativa obtida (P) e/ou seção (150) para detectar uma variação (ΔQ) na medição de potência reativa obtida (Q) compreende ainda:

uma seção de compensação (620; 630) adaptada para obter uma média (Pavg; Qavg) sobre uma pluralidade de valores obtidos no passado da medição de potência ativa/reactiva (P; Q) e adaptada para

ajustar o valor de referência de medição de potência ativa/reactiva (Pref; Qref) com base na média obtida (Pavg; Qavg).

18. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que

a seção de compensação (620; 630) é adicionalmente adaptada para

agrupar valores de medição de potência ativa/reactiva passados (Pk; Qk) em pelo menos dois grupos (a, ..., h) dependendo da tensão de fornecimento de energia CA (Vm) que se aplica no momento em que o valor de medição de potência respectivo foi obtido, e para

obter uma média de grupo respectiva ((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)) de valores de medição de potência ativa/reactiva passados (Pk; Qk) para cada um dos grupos (a, ..., h), e para

obter um valor de referência de grupo respectivo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) de uma pluralidade de valores de referência de medição de potência ativa/reactiva, dependendo da tensão de fornecimento de energia CA (Vm) que se aplica no momento em que o valor de medição de potência respectivo foi obtido, e para

ajustar o valor de referência de grupo obtido ((Prefa; Qrefa),

..., (Prefh; Qrefh)) com base na média de grupo ((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)) de valores de medição de potência ativa/reactiva passados que é associado à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido; e

em que a seção de comparação (625; 635) é adicionalmente adaptada para detectar a variação da medição de potência ativa/reactiva com base em um desvio de um valor de medição de potência ativa/reactiva obtido (P; Q) daquela referência de grupo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) que é associado à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido.

19. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de que

a seção de compensação (620; 630) é adaptada para normalizar cada da pluralidade de valores de medição de potência ativa/reactiva sucessivos (P; Q) por um valor que corresponde à razão da tensão de fornecimento de energia CA detectada (V_m) e uma tensão de fornecimento nominal (V_r), e para obter a média com base nos valores de medição de potência ativa/reactiva passados (P; Q).

20. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 16 a 19, caracterizado pelo fato de que a seção de comparação (625, 320, 330; 635, 350, 360) é adaptada para detectar a variação da medição de potência ativa/reactiva (P; Q) por comparar o desvio contra um limite (Pthr-, Pthr+, Qthr-, Qthr+).

21. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 16 a 20, caracterizado pelo fato de que a seção (140, 320, 330; 150, 350, 360) para detectar uma variação na medição de potência ativa/reactiva obtida (P; Q) é adaptada para comparar o desvio contra um primeiro limite (Pthr-, Qthr-) e contra um segundo limite (Pthr+, Qthr+) maior do que o

primeiro limite; e

detectar a variação negativa se o desvio estiver abaixo do primeiro limite, variação positiva se o desvio for maior do que o segundo limite e nenhuma variação se o desvio for maior do que o primeiro e menor do que o segundo limite.

22. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 20 ou 21, caracterizado pelo fato de que a seção (140, 320, 330; 150, 350, 360) para detectar uma variação na medição de potência ativa/reactiva obtida (P; Q) é adaptada para ajustar qualquer um dos limites (Pthr-, Pthr+; Qthr-, Qthr+) por

avaliar a distribuição de valor dos valores de medição de potência ativa/reactiva utilizada para obter a média (Pavg; Qavg) sobre uma pluralidade de valores obtidos no passado da medição de potência ativa/reactiva (P; Q) com relação ao valor de referência de medição de potência ativa/reactiva (Pref; Qref), ou por

avaliar a distribuição de valor do grupo (a, ..., h) de valores de medição de potência ativa/reactiva passados, que é associada à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido, com relação àquela referência de grupo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) que é associada à tensão de fornecimento de CA que se aplica no momento em que o valor de medição de potência ativa/reactiva é obtido.

23. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 17 a 22, caracterizado pelo fato de que a média é uma média de funcionamento.

24. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 17 a 23, caracterizado pelo fato de que a seção de compensação (620; 630) é adicionalmente adaptada para ajustar o valor de referência de medição de potência ativa/reactiva (Pref; Qref) com base na média obtida (Pavg; Qavg) e no valor de referência de medição de potência ativa/reactiva

anterior (Pref; Qref).

25. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 17 a 24, caracterizado pelo fato de que a seção (140) para detectar uma variação (ΔP) na medição de potência ativa obtida (P) e/ou seção (150) para detectar uma variação (ΔQ) na medição de potência reativa obtida (Q) compreende ainda:

uma seção (622, 623; 632, 633) para inibir medições de potência não regulares, que é adaptada de tal modo que qualquer medição de potência ativa/reativa passada (P; Q) para a qual a seção de determinar defeito (300) determinou que um defeito ocorreu, não é representada na média obtida ((Pavg; Qavg), (Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)).

26. Dispositivo, de acordo com as reivindicações 16 a 25, caracterizado pelo fato de que a seção (140) para detectar uma variação na medição de potência ativa obtida e/ou seção (150) para detectar uma variação na medição de potência reativa obtida é adaptada para ajustar a média ((Pavg; Qavg), (Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)), a referência ((Pref; Qref), (Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) ou o primeiro limite (Pthr-; Qthr-) e/ou segundo limite (Pthr+; Qthr+) por multiplicação com uma medição que corresponde à razão da tensão de fornecimento de energia CA (V_m) e uma tensão de fornecimento nominal (V_r).

27. Dispositivo, de acordo as reivindicações 17 a 26, caracterizado pelo fato de que o dispositivo de compensação (620; 630) é adaptado para manter valores passados de valores de medição de potência ativa/reativa obtidos (P; Q) e/ou de pelo menos um valor de referência ((Pref; Qref), (Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)) durante períodos onde a pluralidade de lâmpadas de rua não recebe energia a partir da fonte de energia CA.

28. Dispositivo de acordo com as reivindicações anteriores,

caracterizado pelo fato de que compreende uma unidade (622, 623; 632, 633) para evitar que a seção de compensação atualize a média durante um período necessário pelas lâmpadas de rua para aquecimento e/ou durante períodos quando a pluralidade de lâmpadas de rua não recebe energia a partir da fonte de energia CA.

29. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que compreende uma seção (390) para inibir a detecção de um defeito de lâmpada durante um período necessário pelas lâmpadas de rua para aquecimento.

30. Dispositivo de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que é adaptado para executar, durante ligação, a etapa de inicializar os valores de grupos (a, ..., h) de valores de medição de potência ativa/reactiva passados e os valores de suas médias de grupo respectivas ((Pavga; Qavga), ..., (Pavgh; Qavgh)), de tal modo que cada grupo respectivo de valores de medição de potência ativa/reactiva passados e sua média de grupo respectiva obtém o valor de um valor de referência de grupo respectivo ((Prefa; Qrefa), ..., (Prefh; Qrefh)).

31. Método para detectar defeito em pelo menos uma lâmpada de rua (20) de uma pluralidade de lâmpadas de rua que são conectadas em comum a uma fonte de energia CA (10), compreendendo as etapas de:

fornecer energia a partir da fonte de energia CA para a pluralidade de lâmpadas de rua;

obter uma medição de potência ativa (P) representativa da potência ativa total (Pt) fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua;

obter uma medição de potência reativa (Q) representativa da potência reativa total (Qt) fornecida pela fonte de energia CA à pluralidade de lâmpadas de rua;

detectar uma variação (ΔP) na medição de potência ativa obtida (P);

detectar uma variação (ΔQ) na medição de potência reativa obtida (Q); e

caracterizado por compreender ainda uma etapa de determinar se um defeito de pelo menos uma lâmpada de rua ocorreu, utilizando as variações detectadas (ΔP , ΔQ) na medição de potência ativa obtida (P) e na medição de potência reativa obtida (Q).

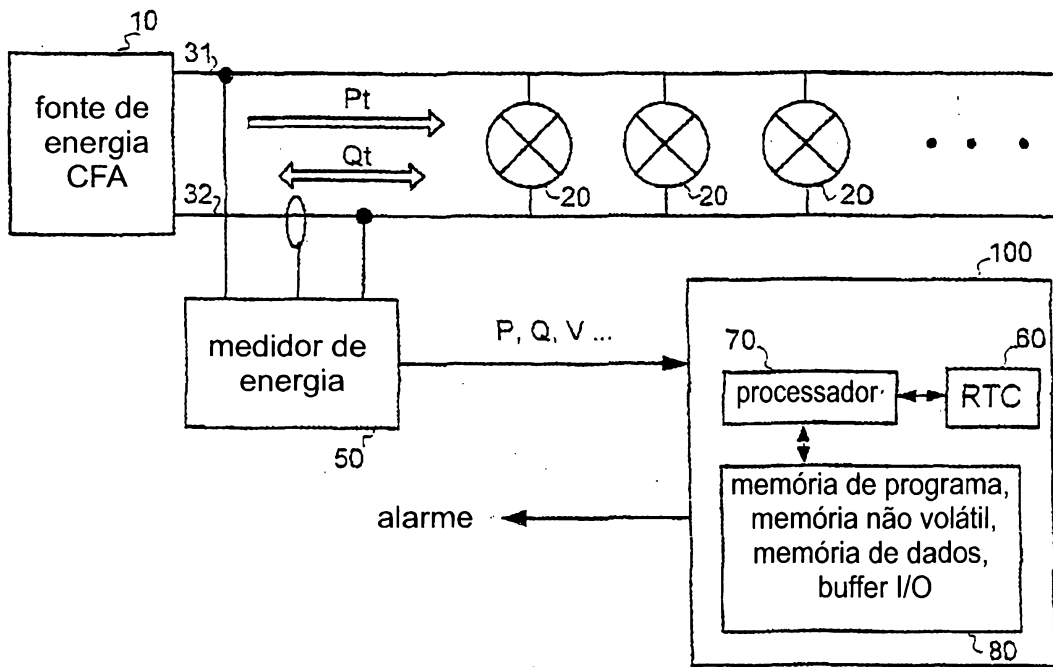


Fig. 1A

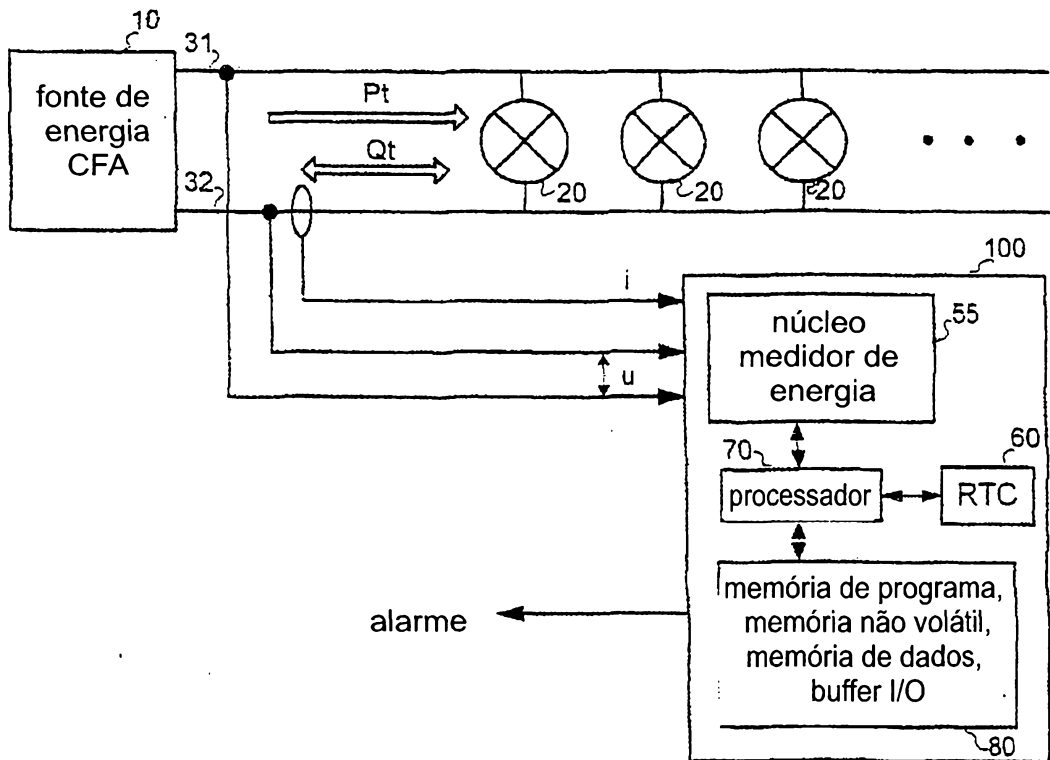


Fig. 1B

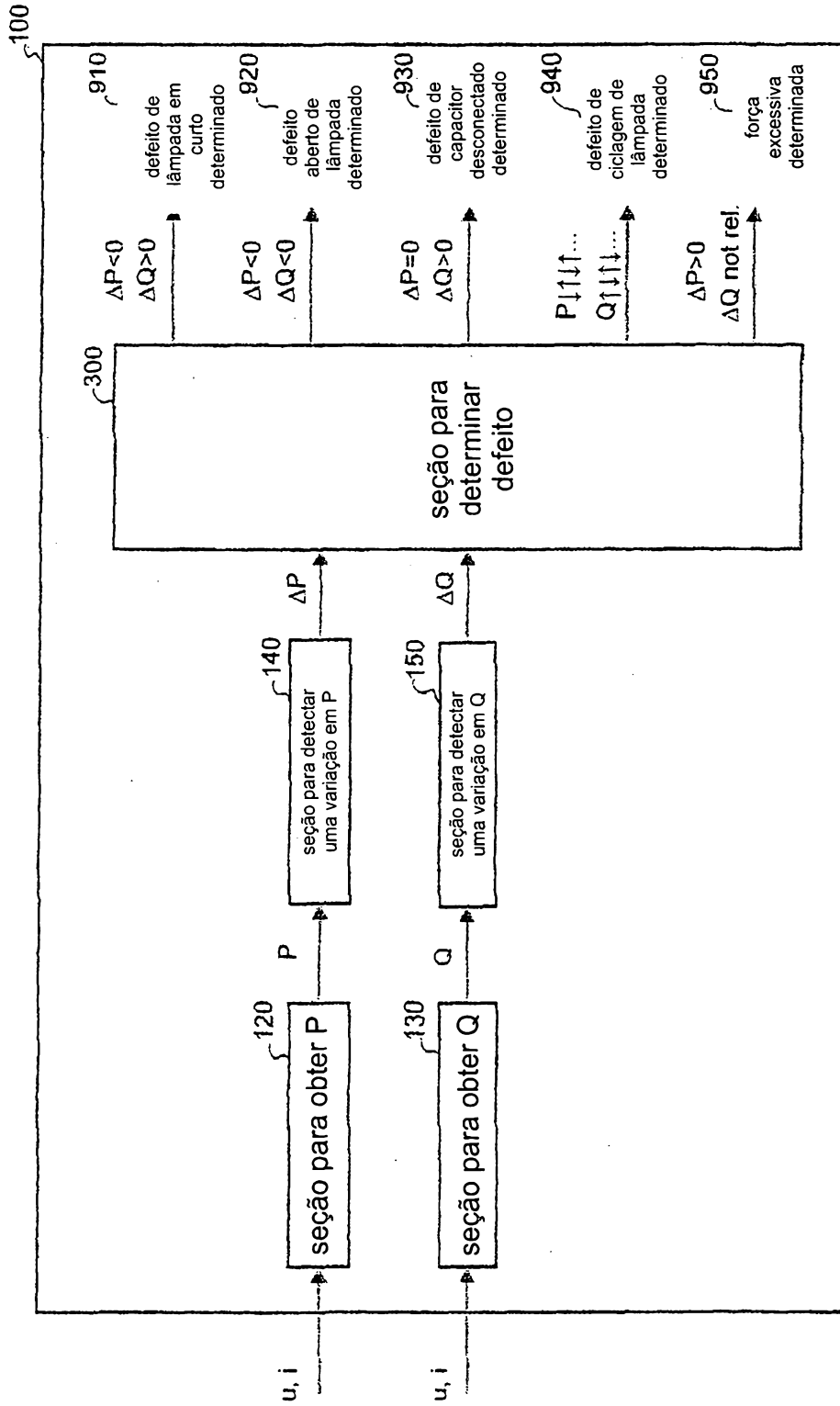


Fig. 2

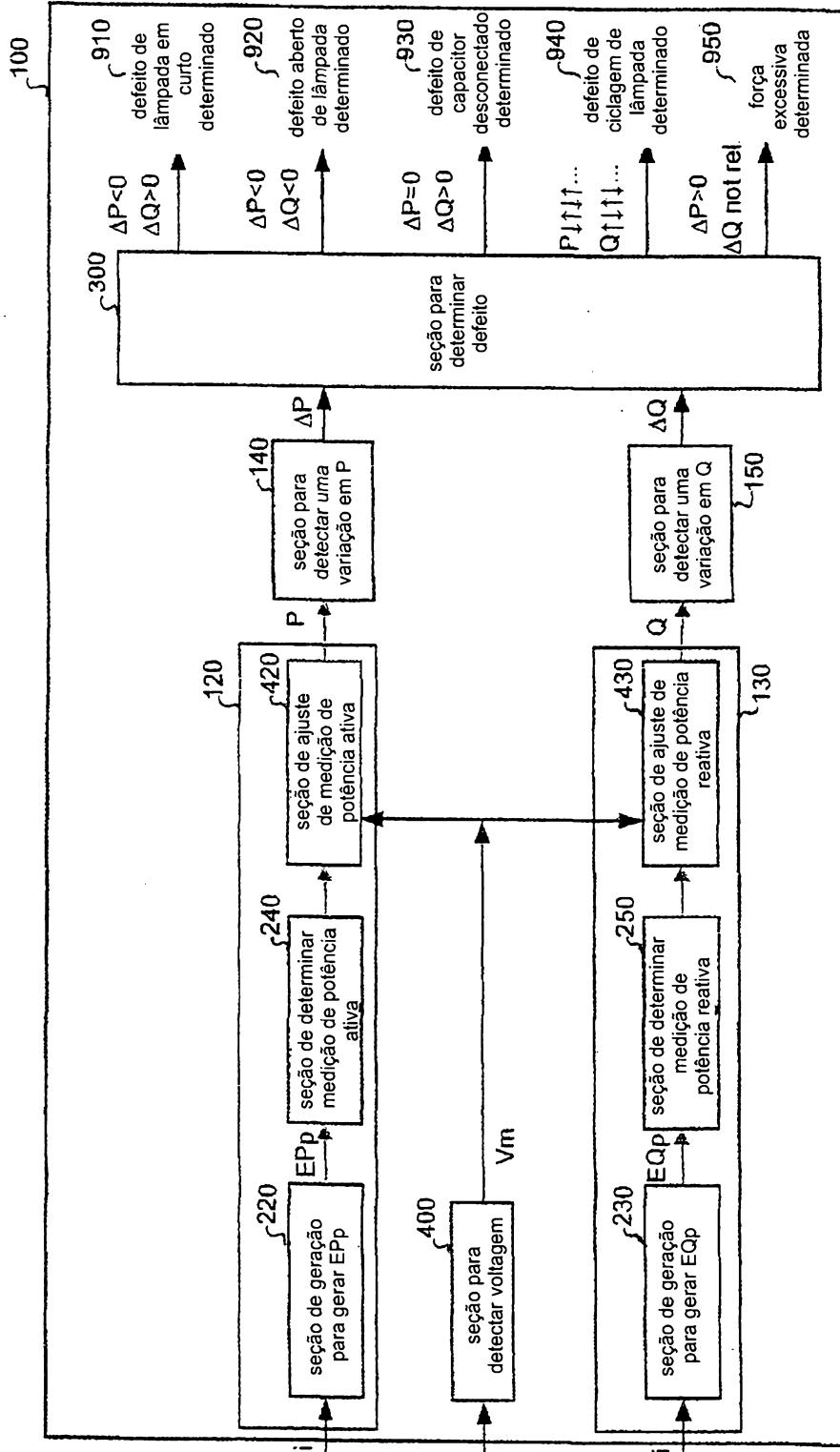
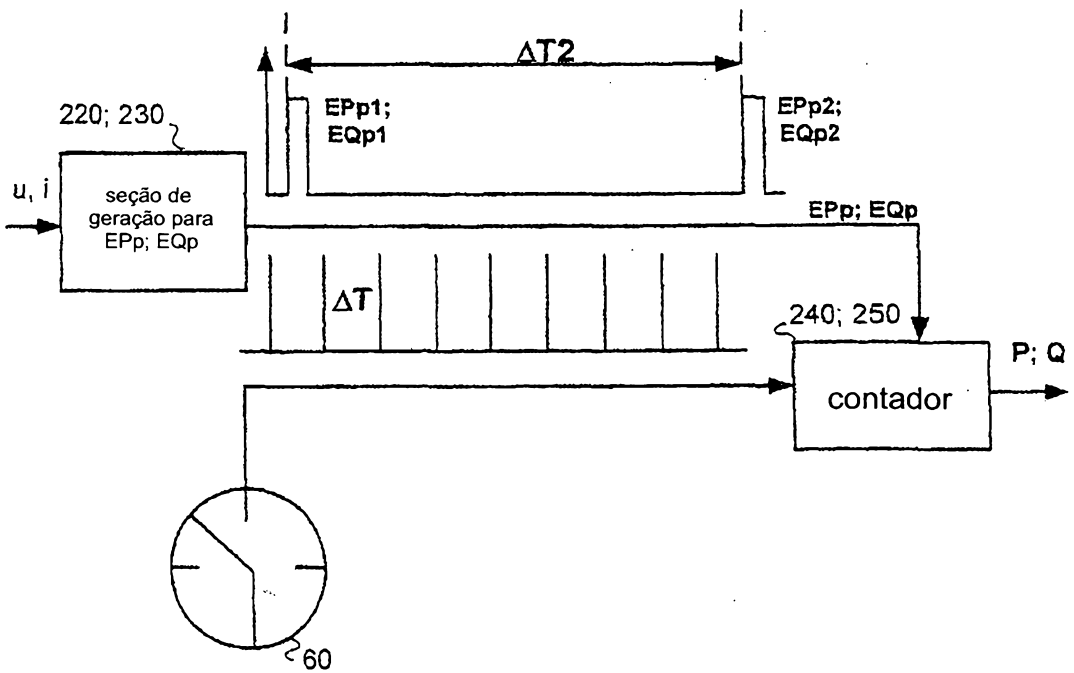
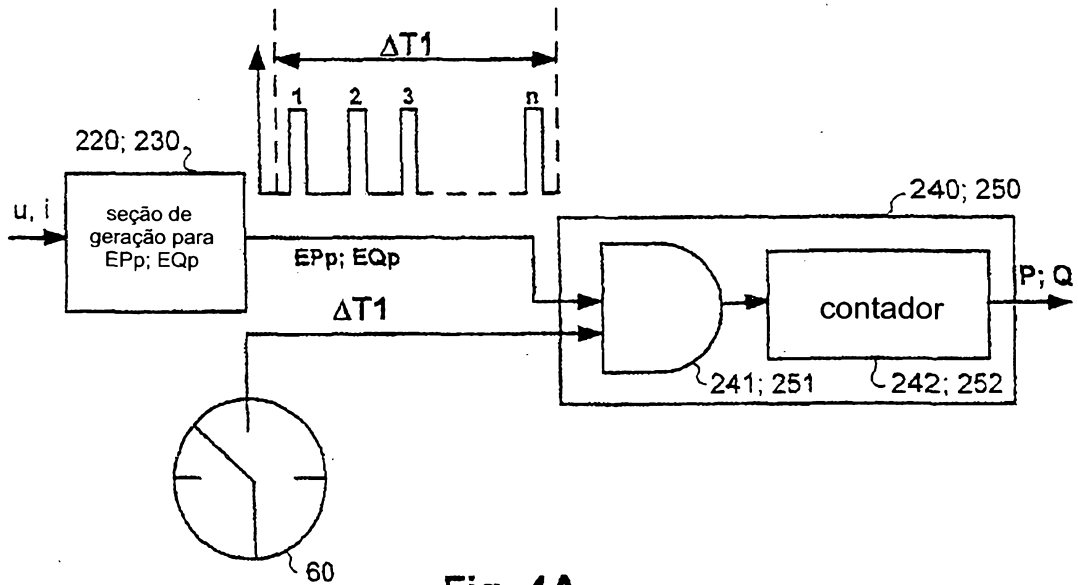


Fig. 3



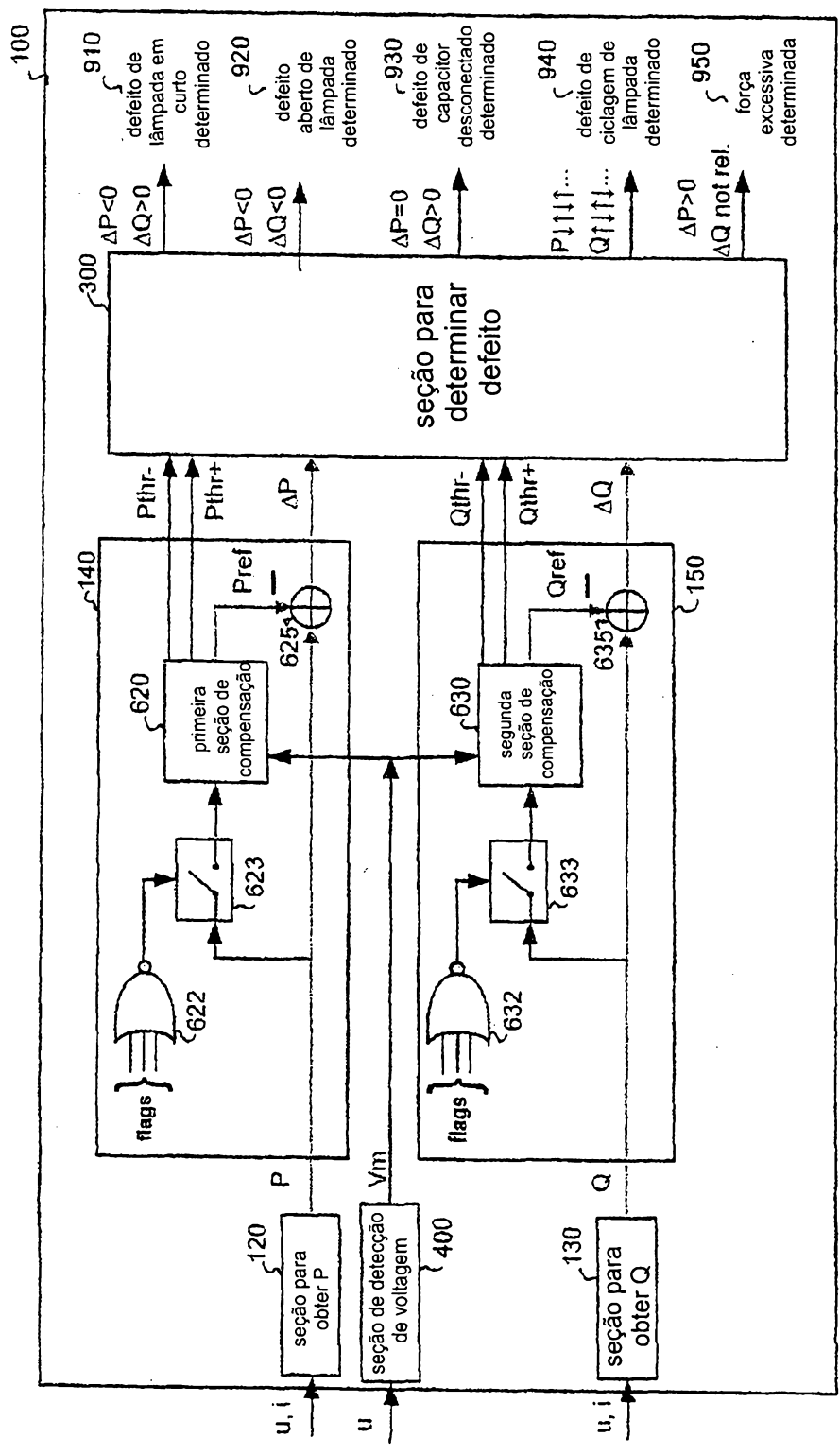


Fig. 5

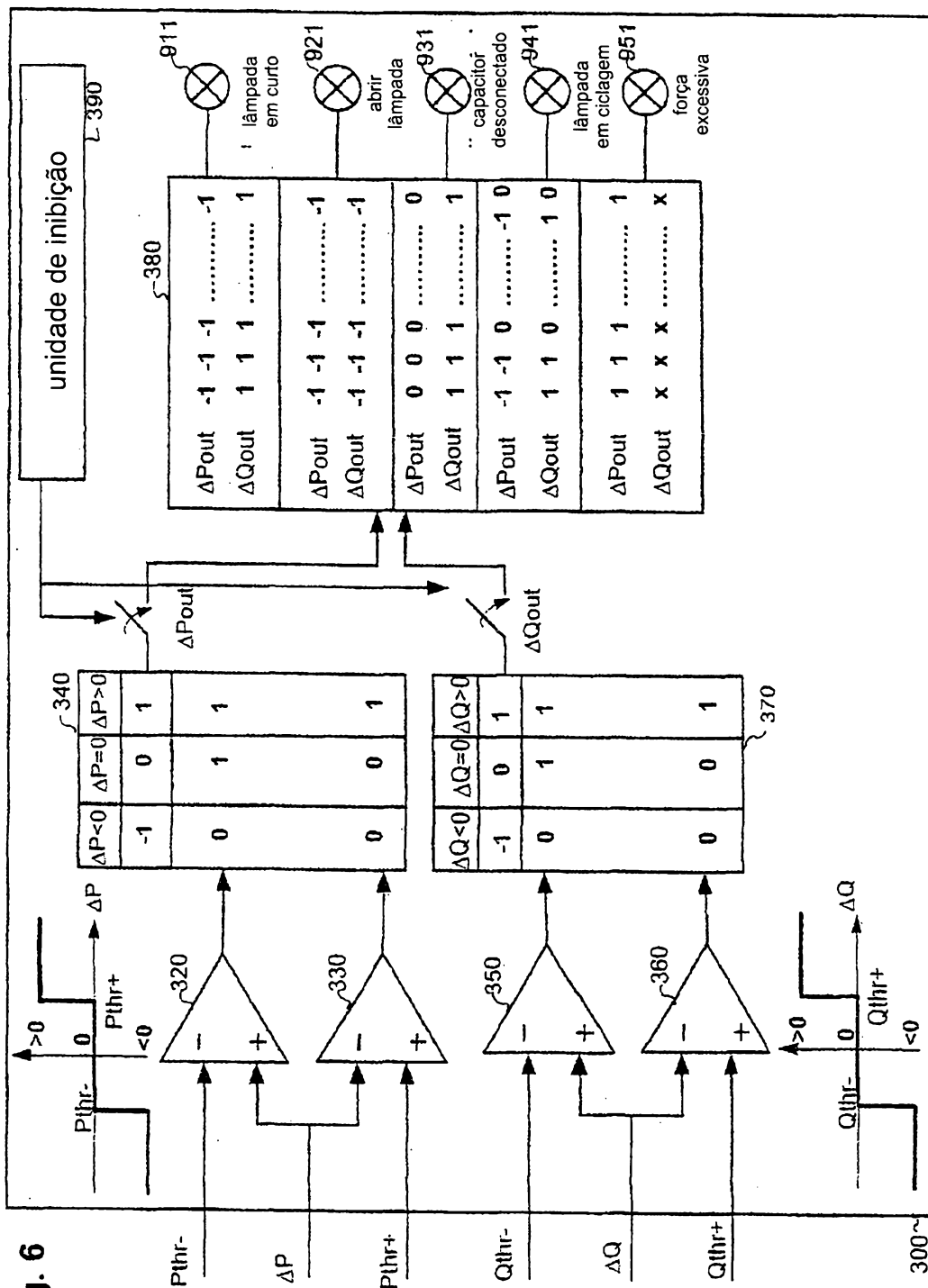


		Tabela para armazenagem de valores de medição de potência ativa e reativa passados						
Voltagem detectada	Grupo	col. 1	col. 2	col. 3	...	col. N	Vetor médio de grupo	Vetor de referência de grupo
...	a	...	...	...	...	...	Pavg; Qavg Pava; Qava	(Pref; Qref) Prefa; Qrefa
218-220	b	...	...	...	...	...	Pavgb; Qavgb	Prefb; Qrefb
220-222	c	...	...	...	...	...	Pavgc; Qavgc	Prefc; Qrefc
222-224	d	P_{k+1} Q_{k+1}	...	...	...	...	Pavgd; Qavgd	Prefd; Qrefd
224-226	e	$P_k; Q_k$	$P_{k+2}; Q_{k+2}$	...	...	...	Pavge; Qavge	Prefe; Qrefe
226-228	f	P_{k+3} Q_{k+3}	...	...	...	...	Pavgf; Qavgf	Pref; Qref
228-230	g	...	...	...	...	...	Pavgg; Qavgg	Prefg; Qrefg
...	h	...	...	...	...	...	Pavgh; Qavgh	Prefh; Qrefh

Fig. 7

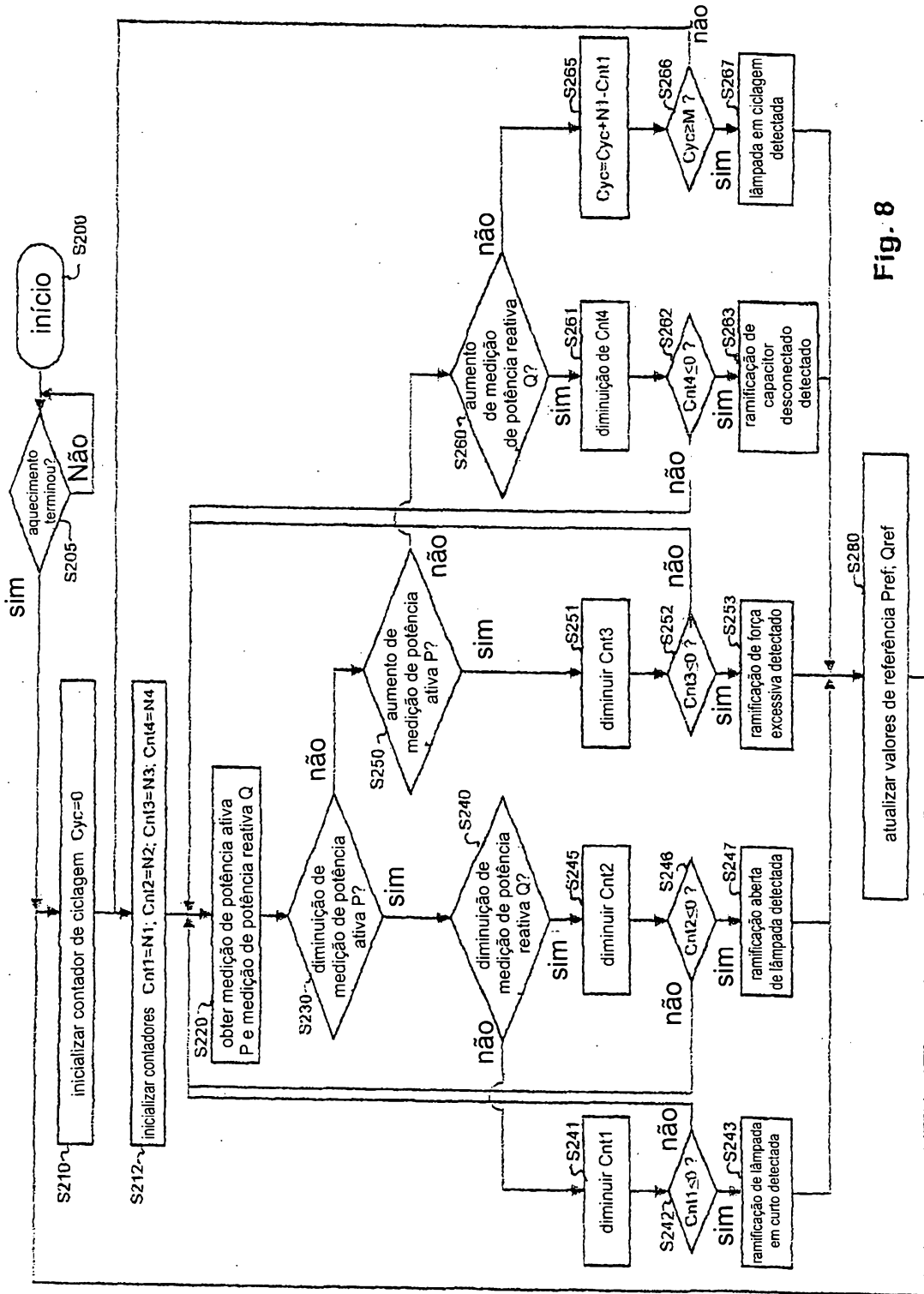


Fig. 8

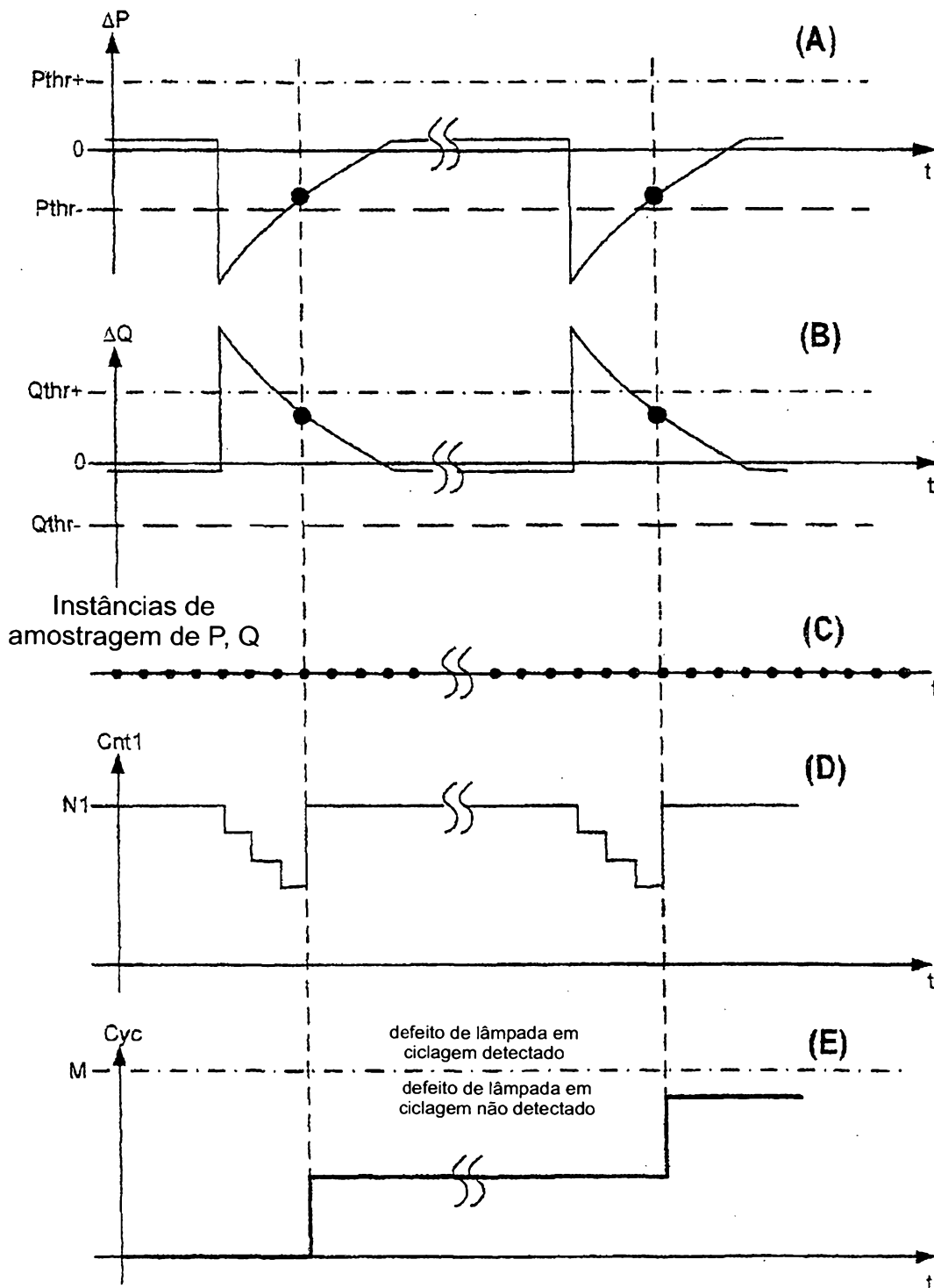


Fig. 9