

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

(21) **PI0901107-2 A2**



(22) Data de Depósito: 05/03/2009
(43) Data da Publicação: 19/01/2010
(RPI 2037)

(51) *Int.Cl.:*
H02J 13/00 (2010.01)
G08C 25/04 (2010.01)
H02J 3/20 (2010.01)

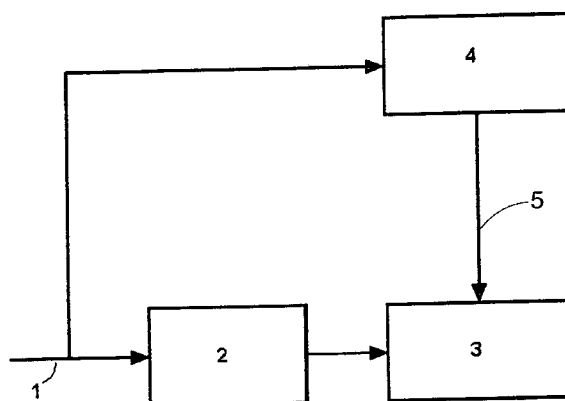
(54) Título: **MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA**

(73) Titular(es): Reason Tecnologia S/A

(72) Inventor(es): Carlos Alberto Dutra, Conrado Werner Seibel

(74) Procurador(es): Edeмар Soares Antonini

(57) Resumo: MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA. Através da emissão de um trigger(5) sendo este gerado a partir de monitoramento das grandezas básicas de tensão e corrente do sistema de transmissão de sinal(1) elétrico na sua frequência fundamental de operação (50/60 Hz) e o sinal "trigger"(5) gerado é controlado pelo monitoramento contínuo de parâmetros derivados das grandezas básicas de corrente e tensão e testados contra limites previamente definidos por um usuário.





PI0901107-2

MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA

Trata-se de um mecanismo aplicado e utilizado sobre redes de transporte de energia elétrica que atua na identificação e na localização de faltas.

“Falta” é a ocorrência de uma situação aleatória e imprevisível em sistemas de energia elétrica, que podem ser geradas por curto-circuito, queimadas, descargas atmosféricas (raios), queda de torres, rompimento de isoladores, de cabos e outros. As “faltas” são consideradas transitórias quando não ocorre a interrupção no fornecimento da energia elétrica. Quando necessária essa interrupção, esta é realizada por instrumentos de proteção que visam resguardar a estabilidade do sistema e os equipamentos envolvidos na transmissão/distribuição da energia. As situações de falta em sistemas de energia elétrica são evidentemente indesejadas e as causas que levaram a ela devem ser identificadas e eliminadas o mais breve possível.

Um método utilizado para a localização destas faltas é baseado em “ondas viajantes”. Ondas viajantes em linhas de energia surgem continuamente, geradas por qualquer descontinuidade nos sinais elétricos de uma rede de energia. Portanto as causas mais comuns são associadas à Faltas e Chaveamentos para operação do sistema.

A localização de faltas baseado em ondas viajantes é fundamentada na constatação de que uma falta em uma linha produz um pulso (frente) de onda eletromagnética viajante de alta frequência. A detecção deste pulso, com uma estampa de tempo extremamente precisa, permite o cálculo da distância da ocorrência da falta. Cada onda é composta de um espectro de frequências, de poucos kHz a vários MHz, possuindo um flanco de subida rápido e de caimento mais lento. A velocidade de propagação é próxima da velocidade da luz no vácuo, limitada pela atenuação exercida pelo meio de propagação. As ondas viajam

pelo sistema de rede elétrica de potência até diminuir sua amplitude devido à perda de energia, devido à impedância e deflexões ocorridas na rede.

Um equipamento para detecção da localização de faltas utilizando métodos baseados em ondas viajantes deve apresentar como principal característica a detecção, medição e registro da correta frente de onda provocada por uma falta específica.

Atualmente os equipamentos disponíveis no mercado apresentam um grande inconveniente, que é a baixa confiabilidade na detecção da frente de onda correta associada a uma falta. Essa baixa confiabilidade surge pela estratégia utilizada para ocorrer o “disparo”, aqui denominado de “trigger”, do sistema de medição de frente de onda. A estratégia utilizada pelos equipamentos atuais é associada ao nível (magnitude) da própria frente de onda que chega ao sistema de medição. Todavia esta solução de “trigger” associada apenas com a própria frente de onda tem se mostrado de baixa confiabilidade. A sensibilidade de ajuste deste tipo de “trigger” pode ser bastante difícil devido ao elevado número de frentes de ondas que são geradas continuamente e, em muitos casos, a frente de onda detectada não é a correta frente de onda associada à falta.

Isso é especialmente verdadeiro quando ocorrem faltas transitórias no sistema elétrico, provocadas por descargas atmosféricas, queimadas, sujeiras em isoladores, etc, nas quais as faltas não provocam a atuação do sistema de proteção e o consequente desligamento da linha.

O objeto da presente invenção consiste num sistema de localização de faltas por ondas viajantes com garantia de melhor confiabilidade devido à maior certeza da detecção da correta onda viajante associada à falta apresentada na linha de transmissão.

A idéia inventiva está fundamentada no princípio de que uma falta além de gerar uma frente de onda, gera também alterações nos parâmetros elétricos dos sinais analógicos de corrente e tensão na frequência fundamental de operação do sistema (50/60 Hz). Ou

seja, os sinais básicos de corrente e tensão em 50/60 Hz sofrem distúrbios que mudam seus parâmetros de equilíbrio associados à magnitude e frequência.

A idéia inventiva consiste na geração de um “trigger” que não está baseado no nível da própria frente de onda, mas sim na monitoração contínua da própria falta, através da medição das grandezas básicas de tensão e corrente do sistema de transmissão de sinal elétrico na sua frequência fundamental de operação (50/60 Hz). A variação dessas grandezas básicas é monitorada continuamente e testada contra limites previamente definidos por um usuário, gerando um “trigger” sempre que um destes limites for violado.

O mecanismo proposto é composto de um módulo de condicionamento de sinais, um módulo de aquisição de dados de alta velocidade e um módulo de geração do “trigger”

É vantagem do Mecanismo Para Identificação De Frente De Onda Viajante Para Localização de Faltas em Sistemas de Energia Elétrica, apresentado no presente relatório, a eliminação da baixa confiabilidade de identificação e detecção da onda viajante associada a uma falta.

É vantagem do Mecanismo Para Identificação De Frente De Onda Viajante, apresentado no presente relatório, a possibilidade de aplicação desse mecanismo em métodos de localização baseados em uma ponta (“single-end”), que consiste no registro da onda viajante em um dos terminais da linha; duas pontas (“double-end”) que consiste no registro da onda viajante em dois terminais da mesma linha; também, em arquiteturas combinadas.

É vantagem do Mecanismo Para Identificação De Frente De Onda Viajante, apresentado no presente relatório, a separação das responsabilidades de registro e detecção da onda. O registro é realizado pelo módulo de aquisição e a detecção é realizada pelo módulo de geração de trigger.

A descrição dos desenhos apresentados facilita a compreensão do sistema de detecção e registro de frente de ondas, objeto do presente relatório.

A figura 1 é um diagrama de blocos da interligação entre os módulos que compõe o sistema, mostrando o sinal(1) elétrico da rede de transmissão, o módulo de
5 condicionamento(2) de sinais, um módulo de aquisição(3) de dados de alta velocidade e um módulo de geração(4) de trigger(5).

A figura 2 mostra um diagrama de bloco, dos componentes do módulo de geração(4) de trigger(5);

A figura 3 mostra uma tabela-exemplo de parâmetros e limites que podem ser
10 monitorados pelo sistema.

Em conformidade com as figuras apresentadas, o sinal(1) elétrico da rede de transmissão passa pelo módulo de condicionamento(2) de sinais, pelo módulo de aquisição(3) de dados de alta velocidade e por um módulo de geração(4) do trigger(5).

O módulo de condicionamento(2) de sinais tem a função de filtrar o sinal(1) básico
15 de medição de forma a manter somente as componentes de frequência associadas ao espectro de uma onda viajante.

O módulo de aquisição(3) de dados de alta velocidade é responsável pela amostragem do sinal(1) associado à onda viajante, para o efetivo registro da dita onda. Esse sistema fica continuamente mostrando o sinal(1) elétrico.

20 O módulo de geração(4) do trigger(5) tem função de gerar um trigger(5) para o controle do módulo de aquisição, informando ao dito módulo de aquisição(3), que este deve armazenar o sinal(1) mostrado, referente a uma onda viajante.

O módulo de geração(4) do trigger(5) é compreendido por um filtro(41) passa-
baixas aplicado no sinal(1) elétrico para eliminar as componentes de alta frequência e
25 preservar o conteúdo da informação em baixa frequência, principalmente relacionados à

frequência fundamental (50/60 Hz); um conversor A/D(42) de baixa velocidade para realizar a mostragem do sinal(1) elétrico para a digitalização da informação; um módulo de cálculo(43) das grandezas derivadas; e um módulo de limites(44) que realiza o teste dos limites previamente configurados para a geração de sinal “trigger”(5).

- 5 O módulo de limites(44) utiliza equações booleanas com o objetivo de se obter mais flexibilidade no controle de geração do dito sinal “trigger”(5). Os limites violados podem ser combinados através de lógica Booleana “ $(A \wedge B \wedge C \wedge \dots) \vee (D \wedge E \wedge F \wedge \dots) \vee \dots$ ” onde: “A, B, C, . . .” representam o resultado do monitoramento dos limites. “ $\wedge$ ” representa o operador booleano “AND” e “ $\vee$ ” representa o operador booleano “OR”.
- 10 O resultado final da expressão booleana realizado no módulo de limites(44) é usado para a geração do sinal trigger(5) que é enviado para o módulo de aquisição(3) das ondas viajantes.

O controle do sinal “trigger”(5) é feito através do monitoramento contínuo de parâmetros derivados das grandezas básicas de corrente e tensão e testados em relação a

15 limites previamente definidos pelo usuário. A Figura 3 mostra uma tabela-exemplo de parâmetros e limites que podem ser monitorados de acordo com a definição do usuário, gerando um “trigger” sempre que um destes limites for violado. Os parâmetros derivados da grandeza básica tensão, monitorados pelo usuário, são: o valor RMS, o valor neutro RMS, o valor RMS do componente fundamental, o valor RMS do componente

20 fundamental neutro, a frequência, a sequência positiva, a sequência negativa, o desequilíbrio e a distorção harmônica total. Os parâmetros derivados da grandeza básica corrente, monitorados pelo usuário, são: o valor RMS, o valor neutro RMS, o valor RMS do componente fundamental, o valor RMS do componente fundamental neutro, a sequência positiva, a sequência negativa, o desequilíbrio e a distorção harmônica total. Os

25 parâmetros derivados da grandeza básica potência, monitorados pelo usuário, são:

potência aparente combinado, potencia aparente fundamental, potencia ativa fundamental e potencia reativa fundamental. Neste exemplo foram utilizados os parâmetros específicos acima relacionados para caracterizar a efetiva aplicação industrial do invento, embora seja possível outros agrupamentos parâmetros derivados das grandezas básicas “corrente” e

5 “tensão” elétricas.

REIVINDICAÇÕES

1. “MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E
ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE
ENERGIA ELÉTRICA”, sistema aplicado e utilizado sobre redes de transporte de
5 energia elétrica para identificação e registro de faltas por meio da identificação e do
registro de ondas viajantes, através da geração de um “trigger”, caracterizado pelo
“trigger” ser gerado a partir do monitoramento das grandezas básicas de tensão e
corrente do sistema de transmissão de sinal(1) elétrico na sua frequência fundamental
de operação (50/60 Hz), e o sinal de “trigger” gerado ser controlado pelo
10 monitoramento contínuo de parâmetros derivados das grandezas básicas de corrente e
tensão e testados em relação à limites previamente definidos pelo usuário;
2. “MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E
ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE
ENERGIA ELÉTRICA”, de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelos
15 parâmetros derivados da grandeza básica de tensão serem: o valor RMS, o valor neutro
RMS, o valor RMS do componente fundamental, o valor RMS do componente
fundamental neutro, a frequência, a sequência positiva, a sequência negativa, o
desequilíbrio e a distorção harmônica total.
3. “MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E
20 ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE
ENERGIA ELÉTRICA”, de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelos
parâmetros derivados da grandeza básica corrente serem: o valor RMS, o valor neutro
RMS, o valor RMS do componente fundamental, o valor RMS do componente
fundamental neutro, a sequência positiva, a sequência negativa, o desequilíbrio e a
25 distorção harmônica total.

4. "MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA", de acordo com reivindicação 1, caracterizado pelos parâmetros derivados da grandeza básica potência, monitorados pelo usuário, serem:
- 5 potência aparente combinado, potencia aparente fundamental, potencia ativa fundamental e potencia reativa fundamental.
5. "MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA", sistema aplicado e utilizado sobre redes de transporte de
- 10 energia elétrica para identificação e registro de faltas por meio da identificação e do registro de ondas viajantes, através da geração de um "trigger", caracterizado por:
- a. Filtrar o sinal(1) elétrico num módulo de condicionamento(2);
 - b. Fazer a amostragem do sinal(1) num módulo de aquisição(3) de dados de alta velocidade;
 - 15 c. Gerar um trigger(5) num módulo de geração(4);
 - d. e o dito módulo de geração(4) do trigger(5) identificar o correto sinal(1) a ser registrado pelo módulo de aquisição(3);
6. "MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE
- 20 ENERGIA ELÉTRICA", de acordo com reivindicação 2, caracterizado pelo módulo de geração(4) de trigger(5):
- a. filtrar o sinal(1), por meio de filtro(41);
 - b. Fazer a amostragem e digitalização do sinal(1) elétrico através de um conversor A/D(42);
 - 25 c. Calcular os parâmetros derivados das grandezas básicas num módulo de cálculo(43);

d. Testar os limites configurados e gerar um sinal trigger(5) por meio de um módulo de limites(44);

7. “MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E
 5 ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE
 ENERGIA ELÉTRICA”, de acordo com reivindicação 3, caracterizado pelo módulo
 de limites(44) da etapa “d” utilizar um equações booleanas por meio da lógica “ $(A \wedge B \wedge C \wedge \dots) \vee (D \wedge E \wedge F \wedge \dots) \vee \dots$ ” onde: “A, B, C, . . .” representam o
 resultado do monitoramento dos limites, “ $\wedge$ ” representa o operador booleano “AND” e
 “ $\vee$ ” representa o operador booleano “OR”.

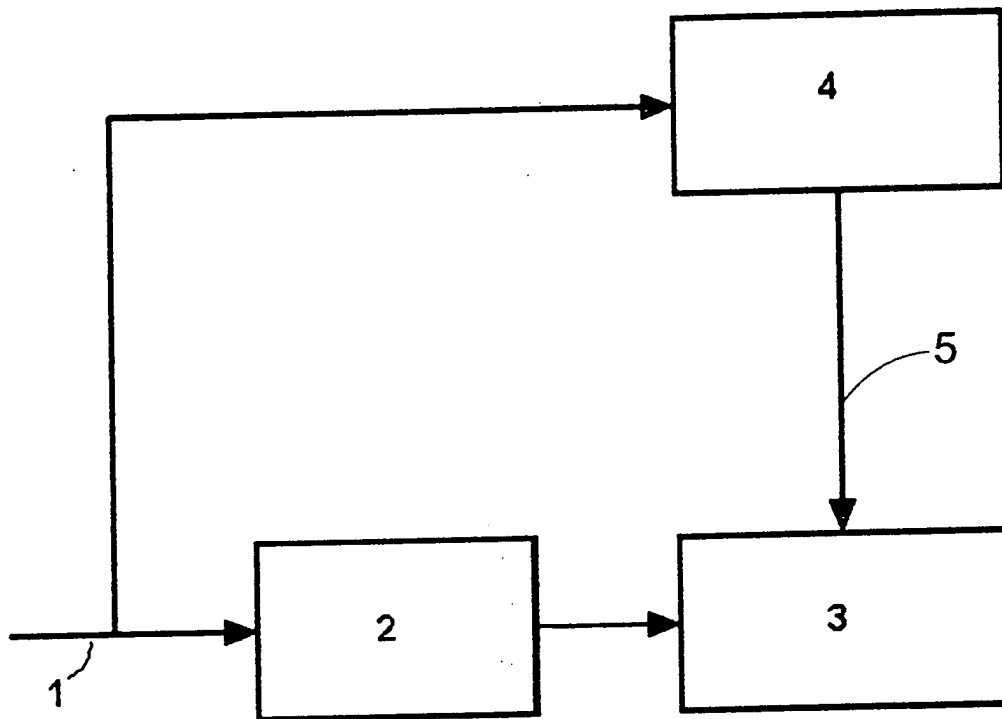


Fig.1

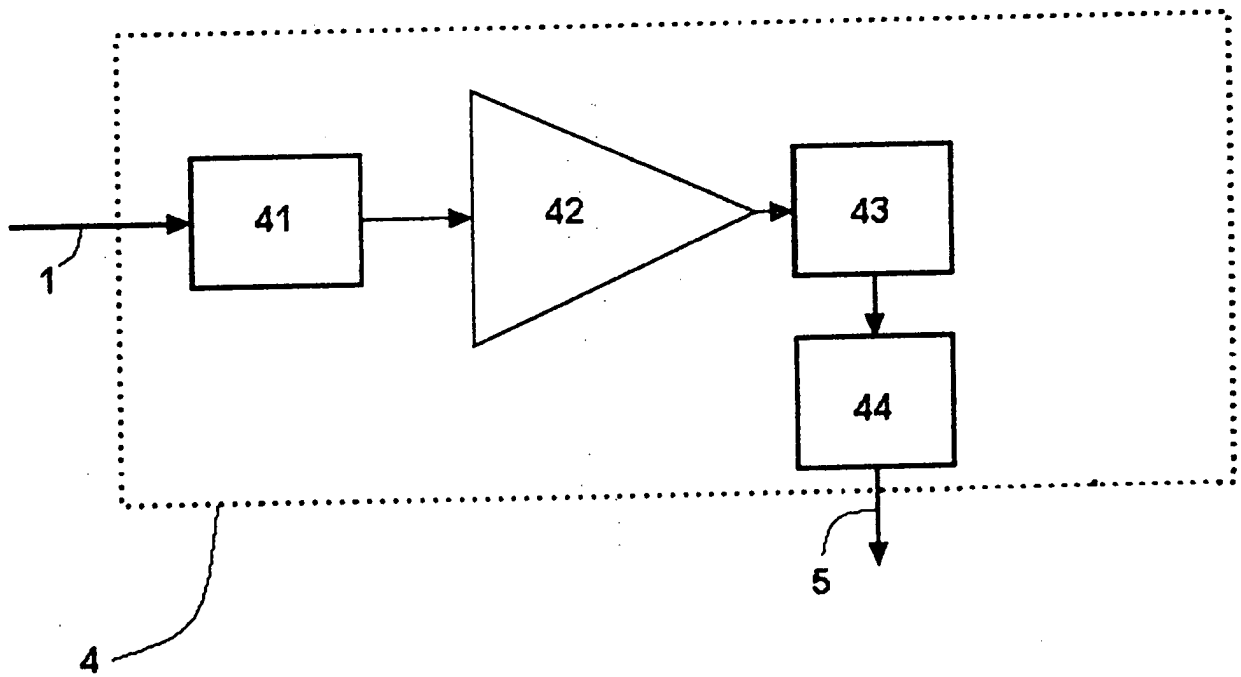


Fig.2

	Descrição	Limite Superior	Limite Inferior	Taxa de Mudança	Transição de "L" para "H"	Transição de "H" para "L"	Nível H	Nível L
Voltagem								
ABC	Valor Eficaz	●	●	●				
N	Valor Eficaz Neutro	●	●	●				
ABC1	Valor Eficaz fundamental	●	●	●				
N1	Valor Eficaz Fundamental Neutro	●	●	●				
F	Frequência	●	●	●				
S+	Sequência Positiva	●	●	●				
S-	Sequência Negativa	●	●	●				
U	Desequilíbrio	●	●	●				
THD	Distorção Harmônica	●	●	●				
Corrente								
ABC	Valor Eficaz	●	●	●				
N	Valor Eficaz Neutro	●	●	●				
ABC1	Valor Eficaz fundamental	●	●	●				
N1	Valor Eficaz Fundamental Neutro	●	●	●				
S+	Sequência Positiva	●	●	●				
S-	Sequência Negativa	●	●	●				
U	Desequilíbrio	●	●	●				
THD	Distorção Harmônica	●	●	●				
Potência								
S	Potência Aparente Combinada	●	●	●				
S1	Potência Aparente da Fundamental	●	●	●				
P1	Potência Ativa da Fundamental	●	●	●				
Q1	Potência Reativa da Fundamental	●	●	●				
Transdutor DC		●	●					
Canais digitais					●	●	●	●

Fig.3

RESUMO

“MÉTODO E MECANISMO PARA IDENTIFICAÇÃO, REGISTRO E ARMAZENAMENTO DE FRENTES DE ONDAS VIAJANTES EM SISTEMAS DE ENERGIA ELÉTRICA”, através da emissão de um trigger(5) sendo este gerado a partir de

5 monitoramento das grandezas básicas de tensão e corrente do sistema de transmissão de sinal(1) elétrico na sua frequência fundamental de operação (50/60 Hz) e o sinal “trigger”(5) gerado é controlado pelo monitoramento contínuo de parâmetros derivados das grandezas básicas de corrente e tensão e testados contra limites previamente definidos por um usuário.