



PI00077470
PI00077470

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

CARTA PATENTE Nº PI 0007747-0

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

(21) Número do Depósito: PI 0007747-0

(22) Data do Depósito: 26/01/2000

(43) Data da Publicação do Pedido: 03/08/2000

(51) Classificação Internacional: H01R 43/048; H01B 17/32

(30) Prioridade Unionista: 26/01/1999 GB 9901641.2

(54) Título: MÉTODO PARA DETECTAR FRATURA DE UMA HASTE DE NÚCLEO ELETRICAMENTE ISOLANTE E APARELHO DE ENRUGAMENTO

(73) Titular: TYCO ELECTRONICS UK LIMITED, Sociedade Britânica. Endereço: Faraday Road, Dorcan, Swindon, Wiltshire SN3 5HH, Reino Unido (GB).

(72) Inventor: BRIAN MACGOWAN; RONAN KAVANAGH

Prazo de Validade: 10 (dez) anos contados a partir de 02/06/2015, observadas as condições legais.

Expedida em: 2 de Junho de 2015.

Assinado digitalmente por:

Júlio César Castelo Branco Reis Moreira
Diretor de Patentes



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO PARA DETECTAR FRATURA DE UMA HASTE DE NÚCLEO ELETRICAMENTE ISOLANTE E APARELHO DE ENRUGAMENTO"**.

5 A presente invenção refere-se ao enrugamento de isoladores elétricos de compósito para uso de alta, média ou baixa voltagem.

Um isolador de compósito compreende um núcleo estruturalmente forte ou haste tipicamente feita de fibra de vidro, uma série de abrigos eletricamente isolantes, e dois ajustes de extremidade de metal frisados sobre as extremidades expostas do isolador elétrico. O conjunto do isolador e, por conseguinte, a junta frisada, devem ser capazes de suportar forças de estiramento como por especificação particular (SML = Carga Mecânica Especificada) do isolador.

Um modo de falha principal dos isoladores de compósito é a rachadura da haste de fibra de vidro dentro do ajuste de extremidade de metal durante o processo de enrugamento. Neste processo, uma prensa hidráulica é usada para dirigir o conjunto de matriz na direção radial rumo à haste. Durante o percurso de avanço, as matrizes enrugam a circunferência do ajuste de extremidade de metal. Esta ação de enrugamento comprime o aço contra a haste de fibra de vidro enquanto deforma permanentemente o aço. Devido às propriedades do material específico da fibra de vidro, essa haste tem uma grande resistência estrutural em sua direção longitudinal, mas uma resistência estrutural limitada em sua direção radial.

A rachadura durante o enrugamento ocorre quando as tensões compressivas induzidas na haste de fibra de vidro devido ao enrugamento excessivo excedem a resistência compressiva da haste na direção transversa. Da mesma forma, as concentrações de tensão também podem ser induzidas devido à aspereza da superfície no orifício perfurado no ajuste de extremidade de aço. Essas concentrações de tensão podem causar falhas da haste durante o enrugamento, resultando em um acoplamento mecânico fraco entre a haste e os ajustes de extremidade.

O método tradicional de detecção de rachadura por toda a indústria é a monitoração acústica, isto é, com o uso de monitores acústicos ade-

quados e amplificadores para detectar o ruído de rachadura quando ele ocorre durante a operação de enrugamento. Foi mostrado, no entanto, que o método de monitoração acústica é difícil de empregar. Na prática, por conseguinte, a monitoração é freqüentemente limitada a amostras ocasionais em vez de rodadas de toda a produção, resultando em que algumas juntas defeituosas não são detectadas.

É, por conseguinte, um objetivo da presente invenção prover um método de monitoração do enrugamento de ajustes de extremidade de metal sobre uma haste que provê maior confiabilidade.

É outro objetivo da presente invenção prover um método de monitoração do enrugamento de ajustes de extremidade de metal sobre uma haste que seja econômica e fácil de empregar.

É ainda outro objetivo da presente invenção prover um dispositivo de enrugamento capaz de monitorar o enrugamento de ajustes de extremidade de metal sobre uma haste, tal como uma haste de fibra de vidro.

Conseqüentemente, um método de monitoração do enrugamento de ajustes de extremidade de metal sobre um núcleo eletricamente isolante de um isolador elétrico com o uso de um aparelho de enrugamento dotado de mordentes de enrugamento é, de acordo com a presente invenção, caracterizado por

- medição da força e/ou pressão aplicada aos ajustes de extremidade pelos mordentes de enrugamento durante o enrugamento,
- medição da distância percorrida pelos mordentes durante o enrugamento,
- detecção de uma força e/ou pressão não crescente com um crescimento instantâneo na distância.

A presente invenção, deste modo, provê um novo método para detectar a falha da haste por rachadura ou falha da matriz durante a operação de enrugamento que usa transdutores de força e/ou pressão para monitorar e predizer a rachadura da haste. Ao usar transdutores de força e/ou de pressão, uma indicação direta das tensões na haste de fibra de vidro é obtida, ao contrário da indicação indireta provida pela monitoração acústica. Da mesma forma, a monitoração é executada como um processo contínuo du-

durante a operação de enrugamento e pode ser empregada durante toda uma rodada de produção, de modo a oferecer uma confiabilidade maior. Outra vantagem é a possibilidade de descartar imediatamente o isolador quando rachaduras graves forem detectadas, de modo a poupar etapas adicionais do processo.

O uso de transdutores para a monitoração de processos de enrugamento é conhecido tal como enrugamento de conectores elétricos em fios. O pedido de patente Europeu EP 0.460.441, por exemplo, descreve um método para a determinação da qualidade de uma conexão elétrica ao enrugar um conector elétrico contra um fio de metal. A qualidade da conexão elétrica é monitorada ao se coletarem dados de força e deslocamento e comparar esses dados com os dados padrão. Não há enrugamento contra uma haste dotada de uma estrutura relativamente frágil, tal como uma haste de fibra de vidro. Da mesma forma, o processo de enrugamento monitorado deve prover uma conexão elétrica satisfatória, ao passo que a qualidade da conexão mecânica e a resistência a forças de tensão é somente de importância secundária.

O pedido de patente Europeu EP 0.397.434 também descreve um método para a monitoração do enrugamento de conectores elétricos contra fios de metal e, por conseguinte, ataca problemas diferentes da presente invenção. Um método similar de monitoração do enrugamento contra fio é descrito na Patente U.S. N°. 5.168.736. Nenhum desses documentos ataca os problemas associados com ajustes de extremidade de enrugamento contra haste de fibra de vidro de um isolador elétrico.

No método da presente invenção, a razão da força aplicada e a distância percorrida e/ou a razão da pressão aplicada e a distância percorrida pode ser calculada e uma alteração em qualquer uma dessas razões pode ser usada para detectar uma força ou pressão substancialmente não crescente com uma distância crescente. Alternativa ou adicionalmente, a força aplicada e a distância percorrida e/ou a pressão aplicada e a distância percorrida pode ser apresentada para possibilitar uma detecção visual de uma força não crescente e/ou pressão aplicada com uma distância cres-

cente percorrida.

Embora a invenção seja explanada por meio de uma modalidade em que a distância percorrida é usada para monitorar o processo de enrugamento, o tempo decorrido durante o processo de enrugamento pode ser medido e usado em vez ou além da distância percorrida. Ao usar o tempo decorrido como uma variável, prefere-se detectar um decréscimo na força ou pressão aplicada dentro de um certo período de tempo.

Conforme explanado acima, a presente invenção provê um método de controle de qualidade novo e vantajoso que pode ser usado para detectar falha da haste de fibra de vidro durante o processo de enrugamento. A incorporação desta tecnologia em máquinas de enrugamento levará a garantia de qualidade aperfeiçoada sobre as propriedades mecânicas do isolador. Conseqüentemente, a presente invenção também provê um aparelho de enrugamento dotado de mordentes de enrugamento para enrugar ajustes de extremidade de metal contra uma haste de núcleo eletricamente isolante de um isolador elétrico, tal aparelho de enrugamento é caracterizado por transdutores de força e/ou pressão associados com os mordentes de modo a ser capaz de monitorar o progresso da operação de enrugamento para detectar enrugamento excessivo ao medir a força e/ou pressão aplicada pelos mordentes aos ajustes de extremidade sendo enrugados e a distância percorrida pelos mordentes.

Vantajosamente, os transdutores são acomodados em matrizes de enrugamento montadas sobre os mordentes. Isto requer uma modificação das matrizes apenas, não dos mordentes. Em uma modalidade preferida, as matrizes consistem em matrizes mestras fixas e matrizes de enrugamento intercambiáveis, sendo que os transdutores são acomodados nas matrizes mestras. Isto garante que os transdutores estejam presentes no dispositivo de enrugamento independentemente das matrizes de enrugamento particulares usadas. Da mesma forma, somente um transdutor simples ou conjunto de transdutores necessários nesta modalidade, uma vez que não há necessidade de prover matrizes de enrugamento intercambiáveis individuais com transdutores.

A presente invenção será adicionalmente explanada com referência aos desenhos anexos, nos quais:

A figura 1 esquematicamente mostra, em seção transversal parcial, um isolador dotado de uma haste e ajustes de extremidade enrugados;

5 As figuras 2a e 2b mostram esquematicamente, em seção transversal parcial, uma disposição de enrugamento de acordo com a presente invenção;

As figuras 3a e 3b mostram esquematicamente representações gráficas da força versus a distância durante os processos de enrugamento;

10 As figuras 4a e 4b mostram esquematicamente representações gráficas da força versus o tempo durante os processos de enrugamento.

A unidade do isolador elétrico 1 mostrada a título de exemplo na Figura 1 compreende uma haste de núcleo eletricamente isolante 2 de um material eletricamente isolante, tal como fibra de vidro. Em ambas as extremidades, a haste 2 é provida com ajustes de extremidade de metal 3. O comprimento da haste entre os ajustes de extremidade 3 é envolto por um envoltório 4 dotado de abrigos 5. O envoltório 4 é, de preferência, feito de um material polimérico e pode ser ajustado por contração à haste 2.

Os ajustes de extremidade 3 são fixos contra a haste 2 por enrugamento dos ajustes em áreas de enrugamento 6, conforme será adicionalmente explanado com referência às figuras 2a e 2b. Ao enrugar os ajustes de extremidade um número mínimo de componentes é usado. Verificou-se, no entanto, que o processo de enrugamento pode fazer rachaduras aparecer na haste, resultando em uma resistência gravemente reduzida do isolador a forças de tensão.

Conforme mostrado esquematicamente nas figuras 2a e 2b, um dispositivo de enrugamento pode compreender diversos mordentes de enrugamento 11. No presente exemplo, o dispositivo compreende oito mordentes 11, dos quais somente dois são mostrados de modo a preservar da clareza da ilustração. Em vez de oito mordentes 11, outros números, tais como seis, também são exeqüíveis. Em cada mordente 11, uma matriz separada é montada. Na modalidade mostrada, cada matriz consiste em uma matriz

mestra 12 e uma matriz de enrugamento 13. As oito matrizes mestras 12 podem ser permanentemente fixas aos mordentes respectivos. As matrizes de enrugamento 13 são, cada uma, montadas de modo desprendível e intercambiável sobre uma matriz mestra 12 por meio de, por exemplo, parafusos adequados (não mostrados). As disposições de matriz em forma de cunha envolvem um isolador 1 do qual os ajustes de extremidade 3 devem ser enrugados contra a haste 2. Inicialmente, há um distanciamento 17 entre a haste 2 e o ajuste de extremidade 3. Durante o processo de enrugamento, as matrizes se movem em direção ao isolador, conforme ilustrado na figura 2b, e exercem pressão sobre os ajustes de extremidade 3 de modo a deformá-los permanentemente e prover um encaixe por pressão.

De acordo com a presente invenção, um transdutor de força ou pressão 15 é posicionado em uma matriz mestra 12 da máquina de enrugamento, no exemplo mostrado orientado na posição de 270° (sendo que 0° está à direita da disposição). O sinal de saída do transdutor é alimentado a um amplificador (não mostrado) que o converte para um sinal indicativo de força. A distância percorrida pelas matrizes é medida com o uso de transdutores de deslocamento bem conhecidos ou dispositivos óticos de medição de deslocamento.

A figura 3 ilustra a saída do transdutor (sensor) plotada contra a distância percorrida pelas matrizes 12 e 13 na direção radial. Esta informação pode ser usada para indicar claramente se uma haste de fibra de vidro tiver se rachado durante o enrugamento.

No caso de um processo de enrugamento normal em que nenhuma fratura ocorrer, a força F ou pressão p (plotada contra o eixo vertical) aumenta aproximadamente de modo linear com a distância d percorrida, plotada contra o eixo horizontal. Isto é mostrado na figura 3a. Uma relação substancialmente linear entre a força F (eixo Y) e a distância d (eixo X), conforme ilustrado pela linha auxiliar fina na figura 3a, é, por conseguinte, indicativa de uma operação de enrugamento satisfatória.

No caso da fratura da haste, há um aumento instantâneo na distância de enrugamento sem alteração na força exercida, conforme mos-

trado na figura 3b. Este aumento instantâneo na distância é indicado claramente pela alteração repentina na inclinação do gráfico em X. Em uma distância d_x , a força F não aumenta acima de uma força máxima F_x , indicando uma rachadura na haste. Este resultado coerentemente diferencia entre

5 hastes rachadas e não danificadas durante o enrugamento.

A fratura pode ser detectada visualmente ao mostrar o gráfico da figura 3b em uma tela. Alternativamente, uma detecção auxiliada por máquina pode ser executada ao calcular, a intervalos predeterminados (por exemplo, a cada 0,1 segundo) a razão da força e a distância (mais em particular:

10 a razão do aumento da força e o aumento da distância) e ao produzir uma mensagem de alerta quando a razão muda por mais que uma percentagem predeterminada, por exemplo, 25% ou 50%. Ficará entendido por aqueles versados na técnica que várias técnicas podem ser usadas para otimizar este processo de detecção, tais como a determinação da média da razão

15 sobre um número de, por exemplo, 5 ou 10 amostras.

Os gráficos das figuras 4a e 4b ilustram uma modalidade alternativa da presente invenção, que pode ser usada em vez ou além da modalidade descrita acima. Na figura 4a, a força aplicada no decorrer do tempo é mostrada por um processo de enrugamento em que nenhuma rachadura

20 ocorre. A força inicialmente aumenta no decorrer do tempo, tipicamente a uma taxa predeterminada (rampa). O primeiro período é indicado por I na figura 4a. Quando uma força máxima predeterminada é atingida, a força é mantida durante um segundo período, indicado por II. Finalmente, a força é reduzida a zero durante um terceiro período, indicado por III. Conforme pode

25 ser visto da figura 4a, o gráfico é relativamente uniforme, tendo uma inclinação substancialmente constante durante o período I e um nível substancialmente constante (força) durante o período II.

Na figura 4b, a força aplicada no decorrer do tempo é mostrada para um processo de enrugamento em que as rachaduras ocorrem. O gráfico é muito similar àquele da figura 4a. No entanto, uma rachadura ocorre no

30 tempo t_x , resultando em uma diminuição repentina na força aplicada. Este ponto está no gráfico indicado por X. No exemplo mostrado, a rachadura e a

diminuição resultante na força medida pelo transdutor ocorre no período II. Ficará entendido que uma rachadura também pode ocorrer no período I. Quando uma rachadura ocorrer durante o período I, ela também afeta a inclinação do gráfico. Nesta modalidade, no entanto, o critério de detecção é uma diminuição em vez da ausência de um aumento. Foi mostrado que, na prática, a diminuição em força medida é fácil de detectar.

Ficará entendido que os gráficos das figuras 4a e 4b se aplicam igualmente bem à pressão no decorrer do tempo.

Conforme ficará claro a partir do que foi exposto acima, uma máquina de enrugamento padrão pode ser facilmente modificada ao se adicionar transdutores de força e/ou de pressão. A presente invenção, por conseguinte, não requer modificações elaboradas ou dispendiosas ao equipamento existente.

Exemplo

Uma máquina de enrugamento padrão foi modificada ao se adicionar transdutores de força de monitoração.

As variáveis de enrugamento principais, pressão de enrugamento, distância de enrugamento, tempo de espera de enrugamento e a taxa de rampa de carga foram estabelecidas como os parâmetros de enrugamento chave. Como resultado, estes foram escolhidos como a base para um ensaio de Taguchi, tabela 1.1, sendo que a finalidade do ensaio é examinar a sensibilidade da máquina a estes parâmetros. Os testes também foram designados de tal maneira que a falha da junta enrugada seria induzida em alguns testes. A pressão resultante medida no cabeçote hidráulico, a distância percorrida pelas matrizes e a força medida nas matrizes de base foram registradas e relacionadas durante a operação de enrugamento. Durante o teste destrutivo, a força foi plotada contra o alongamento. As cargas do teste destrutivo foram aplicadas a uma taxa de rampa previamente especificada (kN/minuto) até a falha.

Tabela 1

Exp Nº	Pressão-1	Pressão-2	Taxa de rampa	Tempo de espera	Amostras
1	9	95	5	4	3

Tabela 1 - Continuação

Exp N°	Pressão-1	Pressão-2	Taxa de rampa	Tempo de espera	Amostras
2	9	100	30	7	3
3	9	105	55	10	3
4	9	95	30	10	3
5	9	100	55	4	3
6	9	105	5	7	3
7	9	95	55	7	3
8	9	100	5	10	3
9	9	105	30	4	3

Pressão - 1: pressão de pré-carga, pressão a que a máquina detecta o ajuste de extremidade e começa a subida da pressão a uma taxa ajustada.

5 Pressão - 2: pressão de enrugamento.

Taxa de rampa: taxa a que a pressão - 2 é aplicada.

Tempo de espera: tempo pelo qual a pressão de enrugamento (Pressão - 2) é mantida.

Os transdutores (sensores de força) foram posicionados nas matrizes de base (mestras) para eliminar a necessidade de ajustar os sensores a cada conjunto de matriz individual. Consulte a figura 2a para ver a posição dos sensores. Em todos, houve três "matrizes mestras" submetidas à máquina que tomam os dois transdutores de força ajustados. Estas foram as matrizes posicionadas nas posições 90°, 180° e 270°. Os dois sensores foram ajustados com uma vista para comparar a força transmitida ao ajuste de extremidade na frente e na traseira da matriz. Os sensores e o amplificador usados para esta modificação foram adquiridos junto à KISTLER instrumentos.

Verificou-se ser preferível que, devido à configuração mecânica do cabeçote de enrugamento, os transdutores de força devem ser colocados em uma matriz mestra posicionada a 270°C, consulte a figura 2a.

Ensaio de Taguchi: durante o primeiro lote de ensaios, 27 amostras foram enrugadas e as variáveis de enrugamento foram registradas para cada enrugamento. O enrugamento "A" sendo o primeiro lado e o enrugamento "B" sendo o segundo lado enrugado. As informações de variável

foram reunidas no formato da figura 3.

Note neste estágio que o transdutor de força não foi calibrado para fazer a leitura de força real. No entanto, a escala está em coulombs e os valores relativos foram interpretados.

5 Da forma característica das forças de enrugamento vs curvas de deslocamento foi possível prever o modo de falha do isolador durante o teste destrutivo. Os três modos potenciais de falha durante os testes destrutivos são:

1. quebra da haste,
2. rachadura da matriz devido ao enrugamento excessivo, e
- 10 3. saída da haste: quando a haste sai do ajuste de extremidade com dano, isto é, sem rachadura.

As figuras 3a e 3b ilustram a diferença definida na forma de curva para claramente não danificada e claramente rachada.

15 Os resultados listados abaixo resumem os resultados e o modo predito de falha para cada número de teste, x.1, x.2 & x.3 são os três testes conduzidos para cada conjunto de condições e A & B denotam a identificação das extremidades opostas do conjunto. As abreviações usadas nas tabelas são explicadas abaixo.

Abreviações do modo de falha predito:

20 G-PO: Parte satisfatória, quebras ou saídas na carga > SML (em kN) do isolador.

B: Quebra em uma carga < SML (em kN) do isolador.

M: Rachadura da matriz

Abreviações do modo de falha:

25 B: Quebra devido à alta carga de tensão.

PO: Saída.

S: Encaixe, dano da fibra devido a bordas agudas na troca no diâmetro do furo.

30 R: Dano de fibra devido a rugosidades no orifício devido à perfuração.

C-B: Fratura da haste do enrugamento.

M: Dano da matriz durante o enrugamento.

Tabela 2

Exp Nº	Pressão de pico registrada		Modo de falha predito	Extremidade falhada predita do conjunto A ou B	Modo de falha real	Extremidade falhada real do conjunto A ou B	Carga de falha kN	Correto S/N
1.1	98,1	98,3	G-PO	A	B-R		95	S
1.2	99,5	99,8	G-PO	A	B-S		110	S
1.3	98,5	98,3	B	A/B	B		93	S/N
2.1	104,7	104,7	G-PO	A	B-R		110	S
2.2	106,1	104,1	G-PO	B	B		105	S
2.3	/	104,9	G-PO	A	B-M		115	S
3.1	111,3	111,4	B	A	B		62	S
3.2	112,8	/	B	A/B	B		59	S
3.3	112,6	/	/	/	/	/	/	/
4.1	99,1	99,5	/	/	/		/	/
4.2	98,6	/	G-PO	/	PO		110	S
4.3	99,4	99,6	B	A	B		55	S
5.1	105,3	104,7	G-PO	B	PO		120	S
5.2	105,8	108,1	/	/	/	/	/	/
5.3	/	107,5	M	A	B		115	S/N
6.1	106,7	107,9	B	B	B		70	S

Tabela 2 - Continuação

Exp N°	Pressão de pico registrada		Modo de falha previsto	Extremidade falhada predita do conjunto A ou B	Modo de falha real	Extremidade falhada real do conjunto A ou B	Carga de falha kN	Correto S/N
6.2	107,9	107,8	B	A	B		80	S
6.3	107,7	108,1	B	A/B	B		65	S
7.1	101,8	103,7	B	B	B-PO		65	S
7.2	100,6	/	G-PO	A	B		105	S
7.3	/	103,3	M/B	A/B	B		105	S/N
8.1	104,4	103,1	G-PO	A/B	B		110	S
8.2	102,2	103,4	G-PO	B	B		100	S
8.3	104,4	102,2	PO	Dados de teste insuficientes	B		120	/
9.1	111,5	109,2	B	A	C-B		78	S
9.2	108,6	109,5	M	Dados de teste insuficientes	M		115	/
9.3	110,3	109	B	Dados de teste insuficientes	C-B		40	/

Com base nos resultados acima, foi decidido que todas as pressões de enrugamento empregadas foram muito altas, por conseguinte, a pressão de enrugamento foi ajustada a 93 bar. Foi provado que quanto mais alta a taxa de rampa de 5%, mais alta foi a variação de pressão causada, por conseguinte, a taxa de rampa mínima escolhida foi de 30%. A pressão - 1 foi fixada pela máquina e o tempo de espera não teve efeito evidente sobre o resultado final, por conseguinte, o tempo de espera mais curto escolhido, com o tempo de ciclo em mente.

Pressão - 1 ajustada = 9 bar
Pressão - 2 ajustada = 93 bar
Tempo de espera = 4 segundos
P/t = 30

Com o uso dos parâmetros acima, 15 ensaios conduzidos provam a teoria F vs D como um critério plausível de detecção de falha.

Tabela 3

Exp N°	Pressão de pico registrada		Modo de falha predito	Extremidade falhada pre-dita do conjunto A ou B	Modo de falha real	Extremidade falhada real do conjunto A ou B	Carga de falha	Correto S/N
10.1	/	/	G-PO	A	B	B	103,6	S
10.2	99,1	97,9	G-PO	A/B	B	B	113,1	S
10.3	98,8	99,0	G-PO	B	B	B	111,9	S
10.4	99,2	98,8	G-PO	A	PO-B	B	115,6	S
10.5	98,3	100,1	B	A	?	?	87,2	S
10.6	99,6	97,7	G-PO	B	B	B	114,3	S
10.7	97,1	99,6	G-PO	B	B	B	106,4	S
10.8	98,2	98,6	G-PO	B	S	?	108,3	S
10.9	98,3	98,8	G-PO	A	B	B	103,2	S
10.10	98,7	98,2	G-PO	B	B	B	109,4	S
10.11	99,7	98,5	G-PO	A	B	A	111,7	S
10.12	99,0	98,3	G-PO	B	B	A	112,7	S
10.13	99,2	99,3	G-PO	A	B	?	108	S
10.14	98,2	98,8	G-PO	A	B	B	111,4	S
10.15	98,6	100,5	G-PO	B	B	B	104	S

Ficará entendido pelos versados na técnica que as modalidades e exemplos descritos acima são providos a título de exemplo somente e que muitas adições e modificações podem ser feitas sem se desviar do âmbito da presente invenção conforme definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Método para detectar fratura de uma haste de núcleo eletricamente isolante (2) de um isolador elétrico durante enrugamento de ajustes de extremidade de metal (3) contra a haste de núcleo (2) usando um aparelho de enrugamento (10) tendo mordentes de enrugamento (11), o método sendo caracterizado por compreender as etapas de:

- medição da força e/ou pressão aplicada aos ajustes de extremidade (3) pelos mordentes de enrugamento (11) durante o enrugamento,
- medição da distância percorrida pelos mordentes (11) durante o enrugamento,
- detecção de uma força e/ou pressão não crescente com um crescimento instantâneo na distância.

2. Método, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a razão da força aplicada e a distância percorrida e/ou a razão da pressão aplicada e a distância percorrida são calculadas e uma alteração em qualquer razão é usada para detectar uma força ou pressão não crescente com uma distância crescente.

3. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a força aplicada e a distância percorrida e/ou a pressão aplicada e a distância percorrida são exibidas em tela para possibilitar uma detecção visual de uma força não crescente e a pressão aplicada com uma distância crescente percorrida.

4. Método, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a força aplicada e a distância percorrida e/ou a pressão aplicada e a distância percorrida são exibidas em tela para possibilitar uma detecção visual de uma força não crescente ou a pressão aplicada com uma distância crescente percorrida.

5. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o tempo decorrido é medido em vez da distância percorrida.

6. Método, de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que o tempo decorrido é medido em

adição à distância percorrida.

7. Aparelho de enrugamento (10) dotado de mordentes de enrugamento (11) para enrugar ajustes de extremidade de metal (3) contra uma haste de núcleo eletricamente isolante (2) de um isolador elétrico (1), caracterizado por transdutores de força e/ou de pressão (15) associados com os mordentes (11) de modo a ser capaz de monitorar o progresso da operação de enrugamento para detectar o enrugamento excessivo ao medir continuamente a força e/ou a pressão aplicada pelos mordentes (11) aos ajustes de extremidade (3) sendo enrugados e a distância percorrida pelos mordentes e detectar uma força e/ou pressão não crescentes com um crescimento instantâneo na distância durante o enrugamento.

8. Aparelho de enrugamento (10), de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que os transdutores (15) são acomodados em matrizes de enrugamento (12, 13) montados sobre os mordentes (11).

9. Aparelho de enrugamento (10), de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que as matrizes consistem em matrizes mestras fixas (12) e matrizes de enrugamento intercambiáveis (13) e em que os transdutores (15) são acomodados nas matrizes mestras (12).

10. Aparelho de enrugamento (10), de acordo com a reivindicação 7, 8 ou 9, adicionalmente provido com dispositivo de tela (19) para exibir a saída dos transdutores (15) de modo a possibilitar a um operador detectar e evitar o enrugamento excessivo.

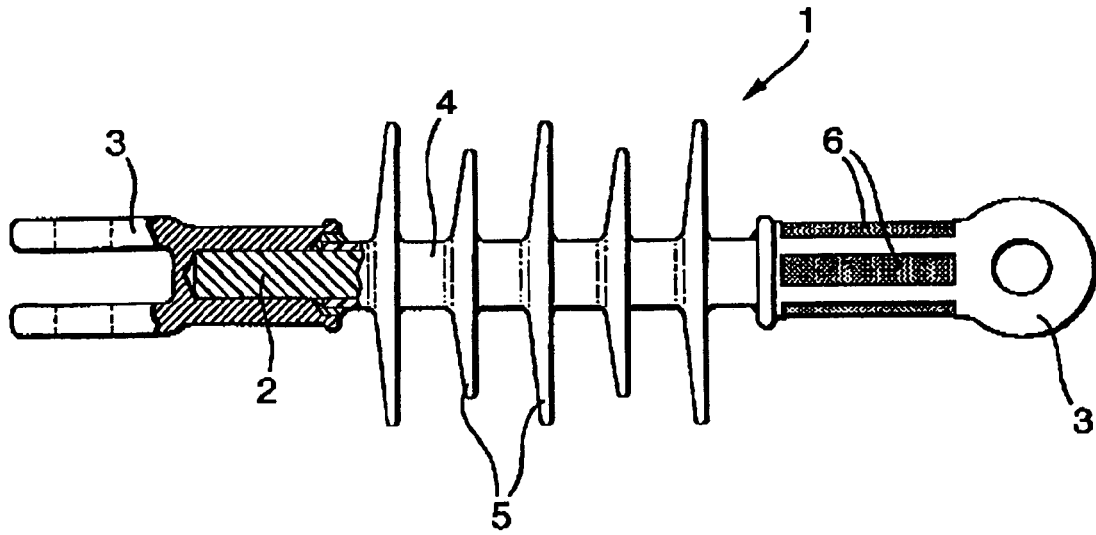


Fig. 1.

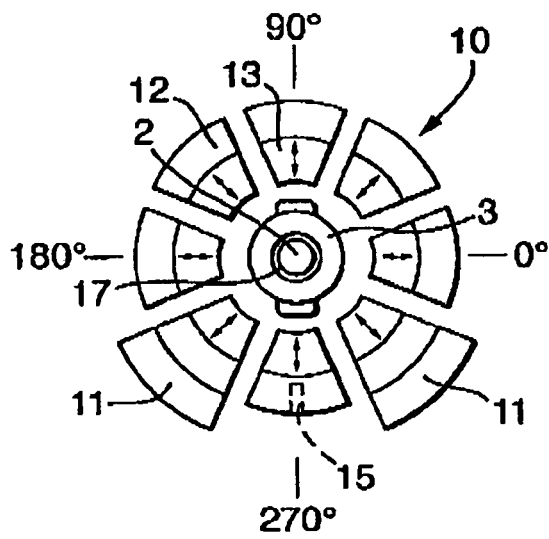


Fig. 2a.

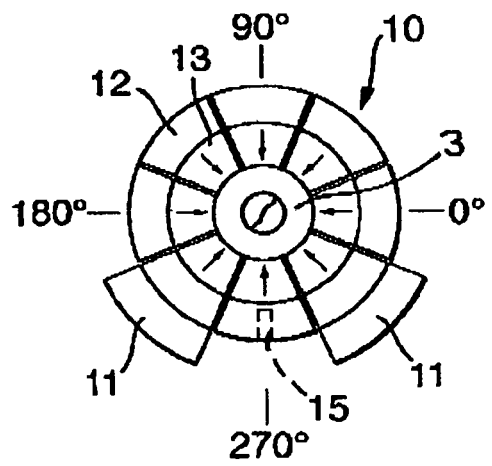


Fig. 2b.

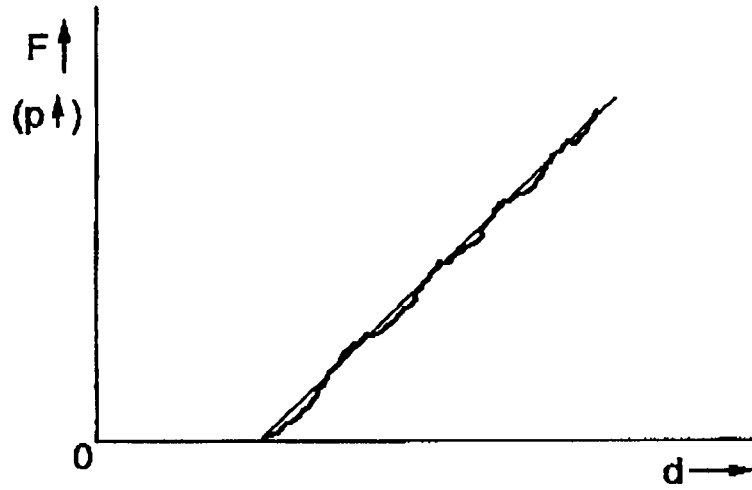


Fig.3a.

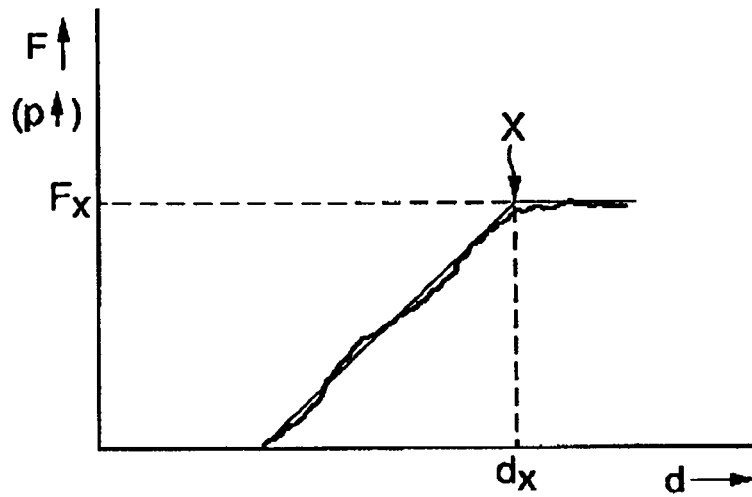


Fig.3b.

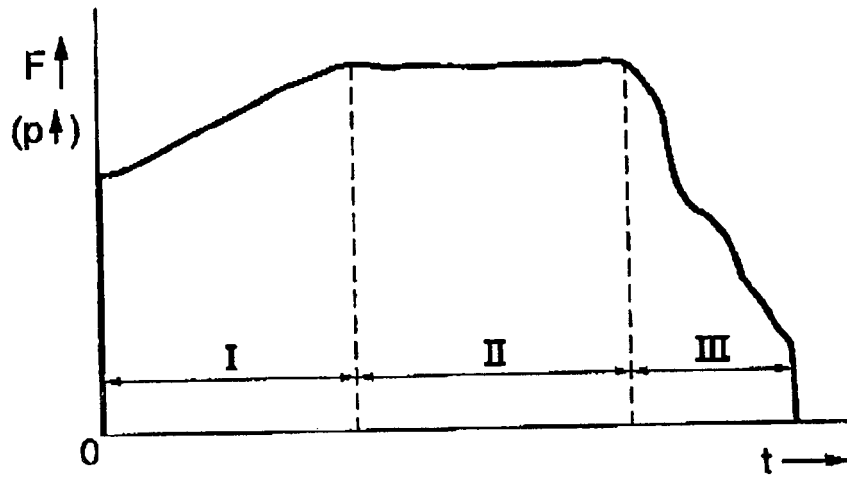


Fig.4a.

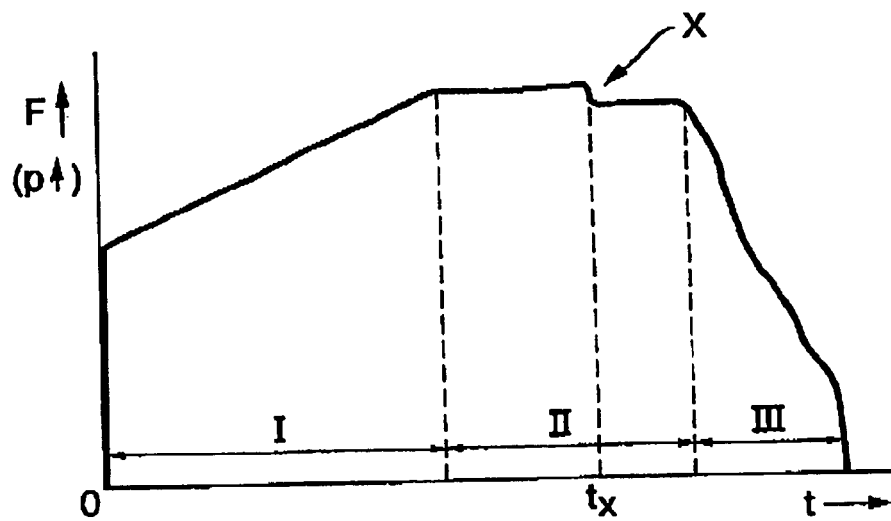


Fig.4b.

RESUMO

Patente de Invenção: **"MÉTODO PARA DETECTAR FRATURA DE UMA HASTE DE NÚCLEO ELETRICAMENTE ISOLANTE E APARELHO DE ENRUGAMENTO"**.

5 Ao enrugar ajustes (3) de extremidade de metal contra uma haste (2) de fibra de vidro de um isolador elétrico de voltagem alta ou média (1), rachaduras podem aparecer na haste. Para possibilitar uma detecção antecipada e predição de rachaduras, um método de monitoração é proposto o qual inclui as etapas de:

- 10 • medição da força e/ou pressão aplicada aos ajustes de extremidade (3) pelos mordentes de enrugamento (11) durante o enrugamento,
- medição da distância percorrida pelos mordentes (11) durante o enrugamento,
- detecção de uma força e/ou pressão não crescente com um
- 15 crescimento instantâneo na distância.

 O uso de transdutores de força e/ou pressão no aparelho de enrugamento permite uma monitoração muito confiável do processo de enrugamento.