

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

(21) **PI0609871-1 A2**



(22) Data de Depósito: 02/03/2006
(43) Data da Publicação: 04/05/2010
(RPI 2052)

(51) *Int.Cl.:*
H01F 17/06 (2010.01)

(54) Título: **ACOPLADOR INDUTIVO PARA COMUNICAÇÕES ATRAVÉS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO**

(30) Prioridade Unionista: 20/05/2005 US 11/133,671

(73) Titular(es): Ambient Corporation

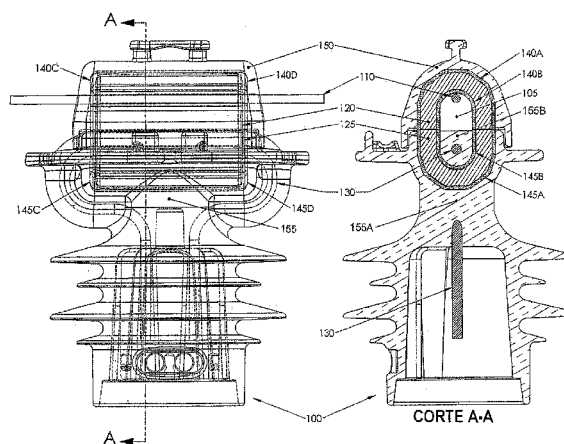
(72) Inventor(es): ERIK S. MERCK, YEHUDA CERN

(74) Procurador(es): Montauray Pimenta, Machado & Lioce S/C LTDA

(86) Pedido Internacional: PCT US2006007565 de 02/03/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/127084 de 30/11/2006

(57) Resumo: ACOPLADOR INDUTIVO PARA COMUNICAÇÕES ATRAVÉS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO. Descreve-se um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor. O acoplador indutivo inclui (a) um núcleo magnético que tem uma abertura através da qual o condutor é roteado, (b) um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, onde o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético, (c) um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético e (d) um material compressível entre o núcleo magnético e o material eletricamente isolante. O material compressível tem uma dureza que é menor que a do material eletricamente isolante.



"ACOPLADOR INDUTIVO PARA COMUNICAÇÕES ATRAVÉS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO"

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a comunicações através de linhas de alimentação e, mais especificamente, à configuração de um acoplador de dados para comunicações através de linhas de alimentação.

2. Descrição da Técnica Correlata

10 As comunicações através de linhas de alimentação (PLC), também conhecidas como banda larga através de linha de alimentação (BPL), constituem uma tecnologia que engloba a transmissão de dados a frequências elevadas através de linhas de energia elétrica, isto é, condutores utilizados
15 para portar uma corrente de energia. Um acoplador de dados para comunicações através de linhas de alimentação acopla um sinal de dados entre uma linha de alimentação e um dispositivo de comunicação, tal como um modem.

 Um exemplo de tal acoplador de dados é um
20 acoplador indutivo que inclui um conjunto de núcleos e um enrolamento enrolado em volta de uma parte dos núcleos. O acoplador indutivo funciona como um transformador, no qual os núcleos são situados em uma linha de alimentação, de modo que a linha de alimentação serve como um enrolamento
25 primário do transformador, e o enrolamento do acoplador indutivo é um enrolamento secundário do transformador.

 Os núcleos são tipicamente construídos com materiais magnéticos, tais como ferritas, metal em pó ou material nano-cristalino. Os núcleos são eletrificados por
30 contato com a linha de alimentação e exigem isolamento do enrolamento secundário. Tipicamente, o isolamento é apresentado entre os núcleos e o enrolamento secundário

embutindo-se tanto os núcleos quanto o enrolamento secundário em um material eletricamente isolante, tal como epóxi. Durante o processo de moldagem, o material eletricamente isolante atinge uma temperatura elevada. À medida que o material eletricamente isolante, em estado líquido, flui em volta dos núcleos, ele começa a resfriar-se e contrair-se. O coeficiente térmico de expansão do material eletricamente isolante é tipicamente muito mais elevado que o do núcleo e, conseqüentemente, a rachadura por tensão do material eletricamente isolante pode ocorrer durante a transição do estado líquido para o sólido.

No funcionamento no campo, os núcleos magnéticos rigidamente mantidos de material quebradiço podem rachar devido à vibração ou expansão térmica. Há necessidade de um acoplador indutivo configurado para evitar tal rachadura.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É apresentado um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor. O acoplador indutivo inclui (a) um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado, (b) um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético, (c) um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético e (d) um material compressível situado entre o núcleo magnético e o material eletricamente isolante. O material compressível tem uma dureza que é menor que a do material eletricamente isolante.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista frontal e em corte transversal de um acoplador indutivo em uma linha de alimentação.

A Figura 2 é uma vista em corte transversal de um núcleo superior e um núcleo inferior de um acoplador indutivo, com camadas compressíveis em volta dos núcleos.

5 A Figura 3 é uma vista em corte transversal de um núcleo superior e um núcleo inferior de um acoplador indutivo com camadas compressíveis que expõem as superfícies dos núcleos.

A Figura 4 é uma vista em corte transversal de um núcleo superior e um núcleo inferior de um acoplador
10 indutivo, com o isolamento servindo como uma camada compressível em volta dos núcleos.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Em um sistema PLC, a corrente de energia é tipicamente transmitida através de uma linha de alimentação
15 a uma frequência na faixa de 50-60 hertz (Hz). Em uma linha de baixa tensão, a corrente de energia é transmitida com uma tensão de entre cerca de 90 e 600 volts e, em uma linha de tensão média, a corrente de energia é transmitida com uma tensão de entre cerca de 2 400 volts e 35 000 volts. A
20 frequência dos sinais de dados é mais elevada do que ou igual à cerca de 1 megahertz (MHz), e a tensão do sinal de dados varia de uma fração de um volt a algumas dezenas de volts.

A Figura 1 mostra uma vista frontal com
25 componentes internos visíveis com linhas tracejadas, e uma vista em corte transversal, de um acoplador indutivo 100 em um condutor, isto é, em uma linha de alimentação 110. O acoplador indutivo 100 tem um núcleo magnético dividido configurado com um núcleo superior 120 e um núcleo inferior
30 125, que são conformados de modo que, quando são colocados em adjacência um ao outro, proporcionem uma abertura 105 através da qual a linha de alimentação 110 é roteada. O acoplador indutivo 100 tem também um enrolamento 130

enrolado em volta de uma parte do núcleo inferior 125. O enrolamento 130 é para conexão com um modem ou outro equipamento de comunicação (não mostrado). Na Figura 1, o enrolamento é mostrado como sendo enrolado uma vez em volta do núcleo inferior 125, mas na prática o enrolamento 130 pode ser enrolado duas ou mais vezes. Um sinal de dados é acoplado entre o enrolamento 130 e a linha de alimentação 110 por meio do núcleo magnético dividido.

O núcleo superior 120 é envolvido por um material compressível, configurado como uma camada interna 140B, uma camada externa 140A, uma camada de extremidade 140C e uma camada de extremidade de extremidade 140D. Uma camada 150 de material eletricamente isolante é disposta sobre a camada externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D.

O núcleo inferior 125 é envolvido por um material compressível, configurado como uma camada interna 145B, uma camada externa 145A, uma camada de extremidade 145C e uma camada de extremidade 145D. Uma camada 155 de material eletricamente isolante é disposta sobre a camada interna 145B, a camada externa 145A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D. A camada 155 também envolve a parte do enrolamento 130 que é enrolada em volta do núcleo 125.

O material compressível da camada interna 140B, da camada externa 140A, da camada de extremidade 140C e da camada de extremidade 140D tem uma dureza que é inferior à do material eletricamente isolante da camada 150. A camada externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D se comprimem à medida que a camada 150 se cura, resfria e contrai durante o processo de moldagem. Tal compressão impede a rachadura da camada 150 durante a fase de resfriamento. Além disto, a camada externa 140A, a

camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D proporcionam uma vedação ambiental para o núcleo superior 120.

O material compressível da camada externa 145A, da camada interna 145B, da camada de extremidade 145C e da camada de extremidade 145D tem uma dureza que é inferior à do material eletricamente isolante da camada 155. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D se comprimem à medida que a camada 155 se cura, resfria e se contrai durante o processo de moldagem. Tal compressão impede a rachadura da camada 155 durante a fase de resfriamento. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D também proporcionam uma vedação ambiental para o núcleo inferior 125.

O material compressível das camadas externas 140A e 145A, das camadas internas 140B e 145B, das camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D tem de preferência uma dureza, em uma leitura de graus de um Durômetro do Tipo Shore A de Dureza, que varia na faixa de cerca de 10 a cerca de 100. Um exemplo de tal material é o Monômero de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM). Procedimentos de teste de dureza são apresentados pela Sociedade Americana para Testes & Materiais, ASTM D2240-04.

No funcionamento prático, o acoplador indutivo pode ser submetido a diversas temperaturas e condições ambientais, como, por exemplo, calor de verão, frio de inverno, chuva, neve e gelo. Por causa da diferença entre os coeficientes térmicos de expansão do núcleo superior 120 e da camada 150, uma folga pode desenvolver-se entre o núcleo superior 120 e a camada 150. A água pode acumular-se na folga, em seguida congelando e expandindo-se, isto é,

expansão por congelamento, exarcebando ainda mais a folga, e provocando rachaduras tanto no núcleo superior 120 e na camada 150. Tais folgas e rachaduras no acoplador indutivo 100 podem levar a descargas elétricas, causando ruído de radiofrequência, o que é prejudicial para o funcionamento de um sistema de comunicação através de linhas de alimentação. Uma descarga elétrica pode provocar também a deterioração do material eletricamente isolante da camada 150 ao longo do tempo e pode levar a falhas de isolamento.

A camada externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D vedam tais folgas e rachaduras e reduzem assim a probabilidade de ocorrência de descargas. Além disto, a camada externa 140A, a camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D absorvem o choque e a vibração físicos que podem danificar o núcleo superior 120. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D proporcionam benefícios semelhantes para a camada 155 e o núcleo inferior 125.

O material compressível das camadas externas 140A e 145A, das camadas internas 140B e 145B e das camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D tem também, de preferência, uma propriedade elétrica de semi-condução. Assim, cada uma das camadas externas 140A e 145A e das camadas internas 140B e 145B, quando submetidas a uma carga elétrica, distribuem a carga elétrica através de seus respectivos volumes e apresentam um volume equipotencial. Em uma implementação preferida, a resistividade em massa das camadas externas 140A e 145A e das camadas internas 140B e 145B é de entre cerca de 5 e cerca de 1000 ohm-cm, de modo que a diferença de tensão entre o núcleo superior 120 e o núcleo inferior 125 não ultrapassará 2% da tensão na linha de alimentação 110.

A camada externa 140A, a camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D ficam em contato físico e elétrico com a camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D. O núcleo superior 120 e o núcleo inferior 125 são assim conectados um ao outro e ficam a um potencial elétrico comum um ao outro, reduzindo ao mínimo qualquer diferença de potencial que possa causar uma descarga elétrica entre o núcleo superior 120 e o núcleo inferior 125. As camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B e as camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D formam coletivamente uma bainha semi-condutora que reduz ao mínimo a descarga ou descarga luminosa parcial no acoplador indutivo 100.

A Figura 2 é uma vista em corte transversal do núcleo superior e do núcleo inferior de um acoplador indutivo, com camadas compressíveis em volta dos núcleos. O núcleo superior 120 tem uma superfície polar 200, e o núcleo inferior 125 tem uma superfície polar 205. A superfície polar 200 e a superfície polar 205 são afastadas uma da outra por uma folga 210.

O termo "folga" é um termo da técnica que se refere a uma região, entre os núcleos magnéticos, que tem um material não magnético na mesma. As folgas aperfeiçoam as características magnéticas de um circuito magnético a um nível de corrente elevado.

A camada externa 140A, a camada interna 140B e as camadas de extremidade 140C e 140D (não mostradas na Figura 2) convergem umas para as outras e cobrem a superfície polar 200. A camada externa 145A, a camada interna 145B e as camadas de extremidade 145C e 145D (não mostradas na Figura 2) convergem umas para as outras e cobrem a superfície polar 205. Assim, as camadas proporcionam um

recheio de material não magnético para a folga 210. Esta configuração do material na folga 210 também amortece o choque e a vibração físicos causados às superfícies polares 200 e 205, reduzindo a probabilidade de fratura do núcleo superior 120 e do núcleo inferior 125.

A Figura 3 é uma vista em corte transversal do núcleo superior e do núcleo inferior de um acoplador indutivo com camadas compressíveis que expõem as superfícies dos núcleos. As camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B, as camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D (não mostradas na Figura 3) terminam na, e não cobrem a, superfície polar 220 e 225. Entretanto, as camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B e as camadas de extremidade 140C, 145C, 140D e 145D ficam em contato umas com as outras. Assim, há continuidade elétrica entre as camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B e as camadas de extremidade 140C, 145C, 140D e 145D.

A Figura 4 é uma vista em corte transversal do núcleo superior e do núcleo inferior de um acoplador indutivo, com o isolamento funcionando como uma camada compressível em volta dos núcleos. Uma camada 400 é disposta sobre a superfície externa do núcleo superior 120 e disposta sobre a superfície interna e a superfície externa do núcleo inferior 125. A camada 400 é composta de um material que é tanto isolante quanto compressível. Ou seja, a camada 400 é um isolador e também compressível para a sobre-moldagem do núcleo superior 120 e do núcleo inferior 125. De preferência, a camada 400 tem uma dureza em uma leitura de graus de um Durômetro do Tipo Shore A de Dureza, que varia na faixa de cerca de 10 a cerca de 100. A camada 400 pode ser composta de silicone, por exemplo.

As técnicas aqui descritas são exemplares e não devem ser interpretadas como implicando qualquer limitação específica à presente invenção. Deve ficar entendido que diversas alternativas, combinações e modificações podem ser concebidas pelos versados na técnica. A presente invenção
5 destina-se a englobar todas as alternativas, modificações e variações que se incluam dentro do alcance das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor, compreendendo

um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado;

um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético;

um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético; e

um material compressível situado entre o núcleo magnético e o material eletricamente isolante,

em que o material compressível tem uma dureza que é menor que a do material eletricamente isolante.

2. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual a dureza do material compressível está em uma leitura de graus de um Durômetro do Tipo Shore A de Dureza, que varia na faixa de cerca de 10 a cerca de 100.

3. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o material compressível tem uma propriedade elétrica semi-condutiva.

4. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o material compressível tem uma resistividade de entre cerca de 5 e cerca de 1000 ohm-cm.

5. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente um material compressível em uma superfície externa do núcleo magnético.

6. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1,

no qual o núcleo magnético compreende um núcleo superior e um núcleo inferior separados por uma folga; e

no qual o acoplador indutivo compreende adicionalmente um material compressível situado na folga.

7. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o condutor porta uma tensão de
5 entre cerca de 90 a 600 volts.

8. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o condutor porta uma tensão de entre cerca de 2 400 volts a 35 000 volts.

9. O acoplador indutivo, de acordo com a
10 reivindicação 1, no qual o sinal tem uma frequência maior do que ou igual à cerca de 1 megahertz.

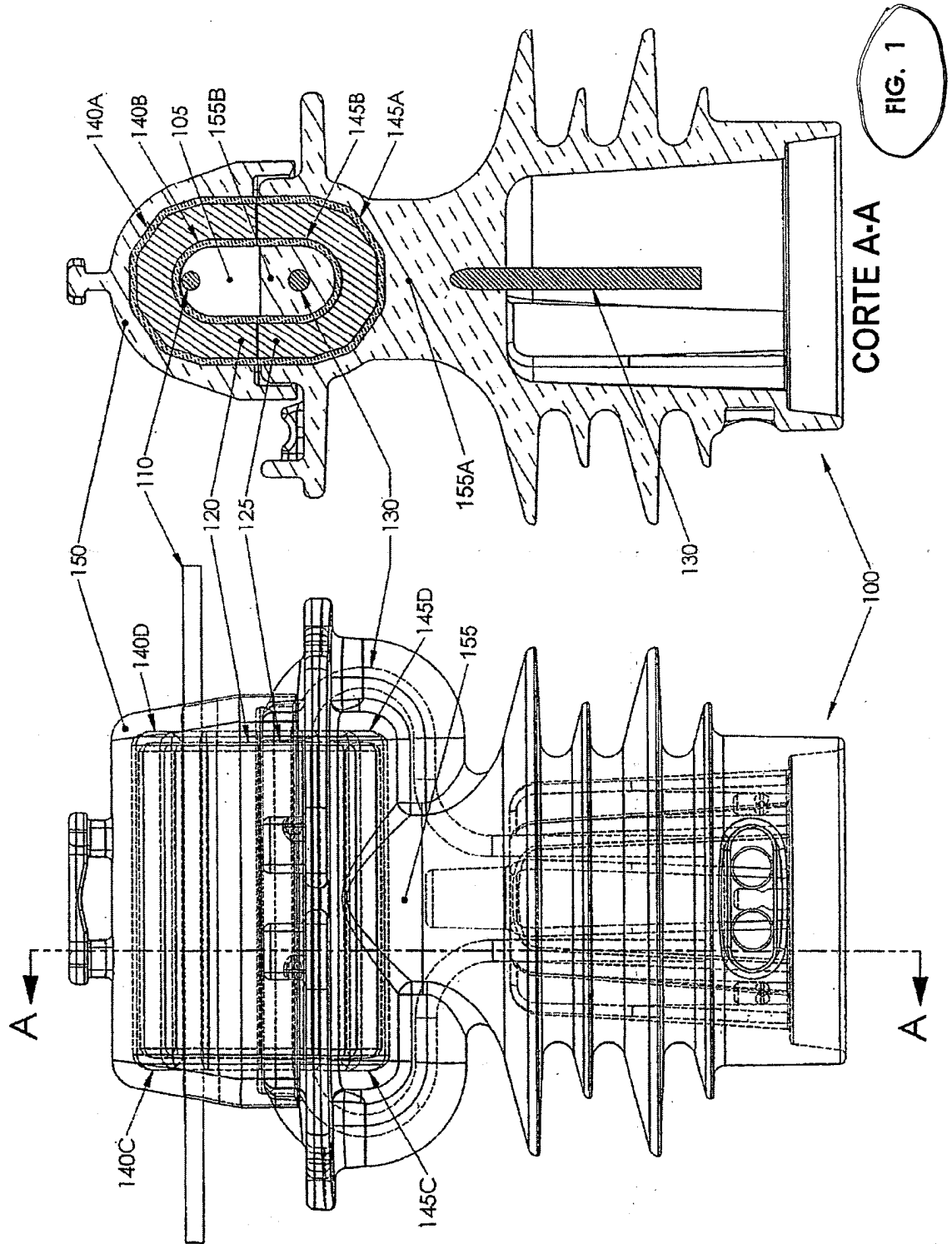
10. Um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor, compreendendo

um núcleo magnético tendo uma abertura através da
15 qual o condutor é roteado;

um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético; e

um material eletricamente isolante situado entre
20 o enrolamento e o núcleo magnético tendo uma leitura de graus em um Durômetro do Tipo Shore A de Dureza, que varia na faixa de cerca de 10 a cerca de 100.

11. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 10, compreendendo adicionalmente um material
25 eletricamente isolante em uma superfície externa do núcleo magnético tendo uma leitura de graus em um Durômetro do Tipo Shore A de Dureza, que varia na faixa de cerca de 10 a cerca de 100.



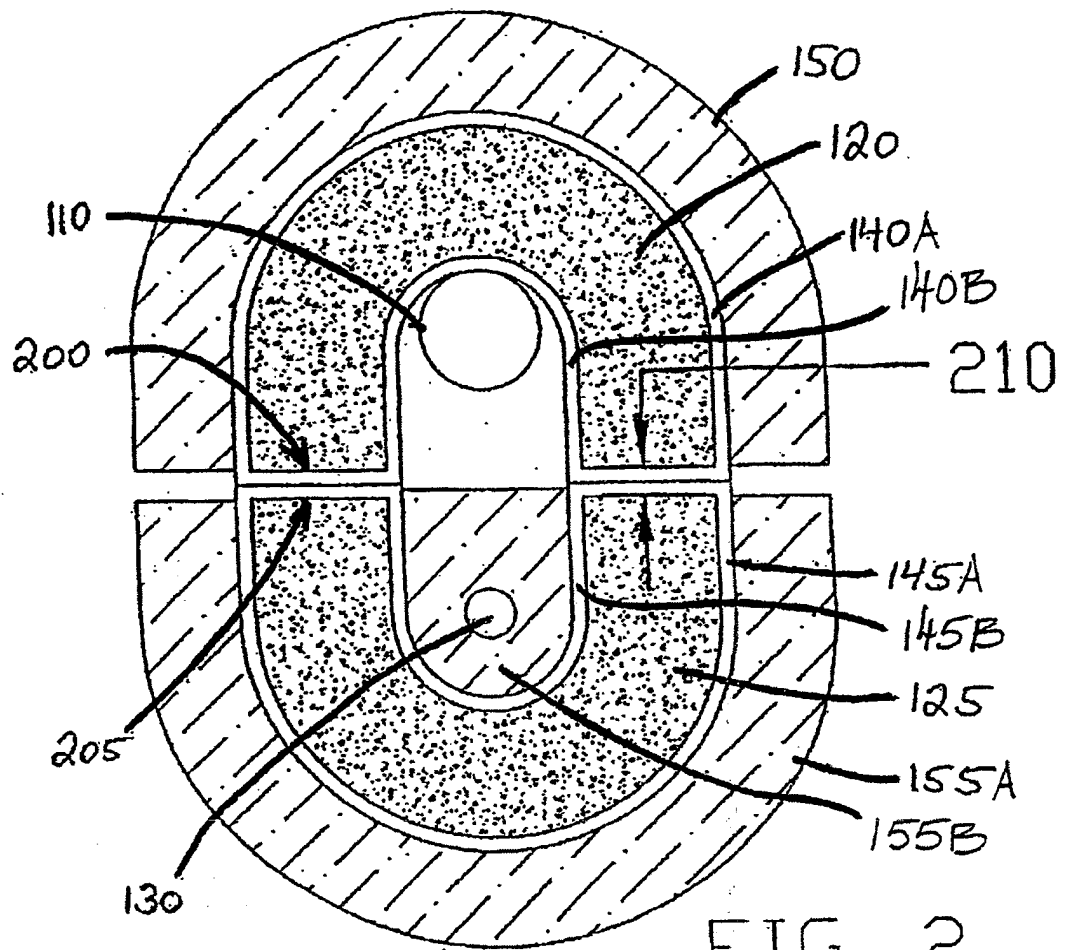
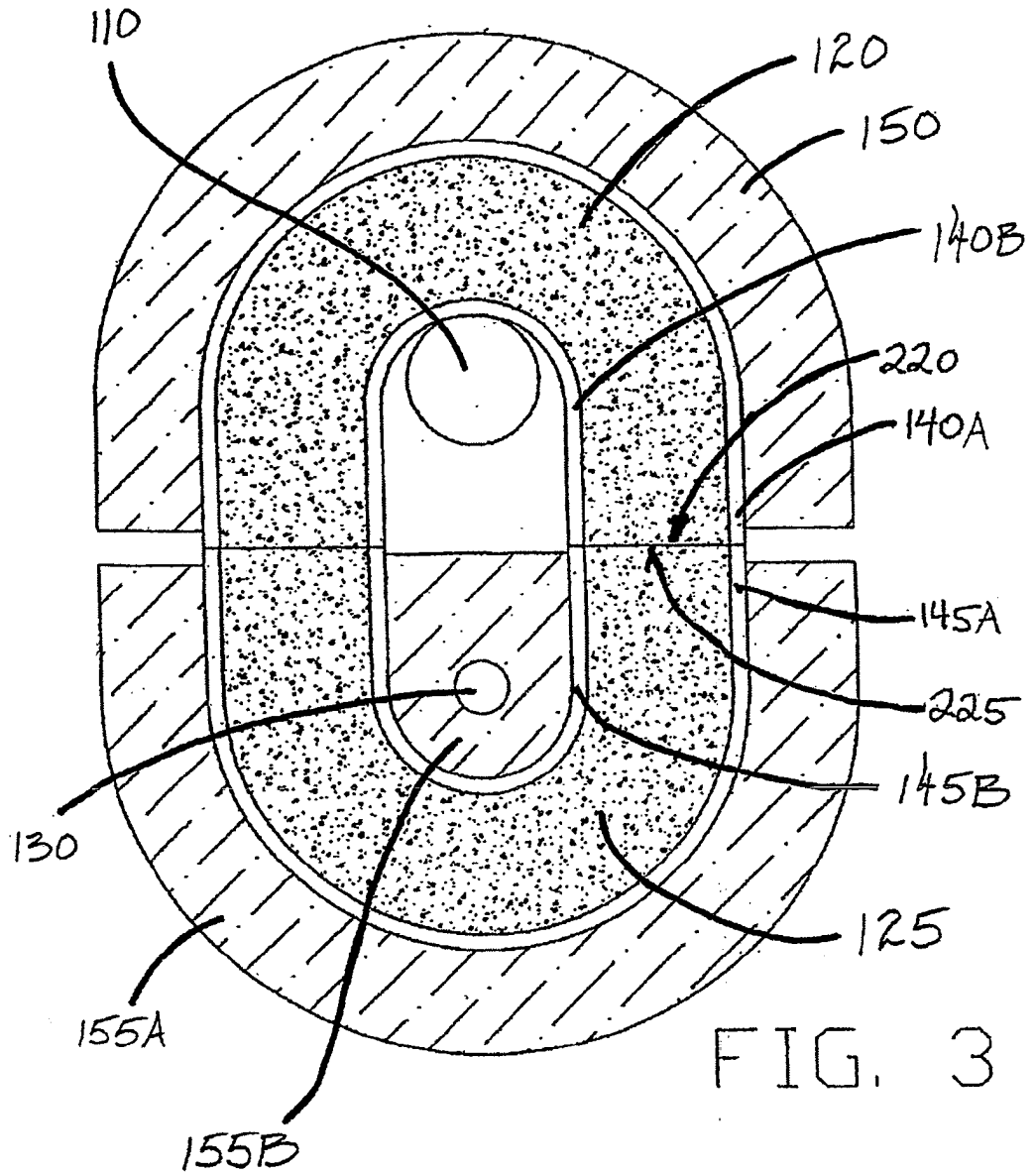


FIG. 2



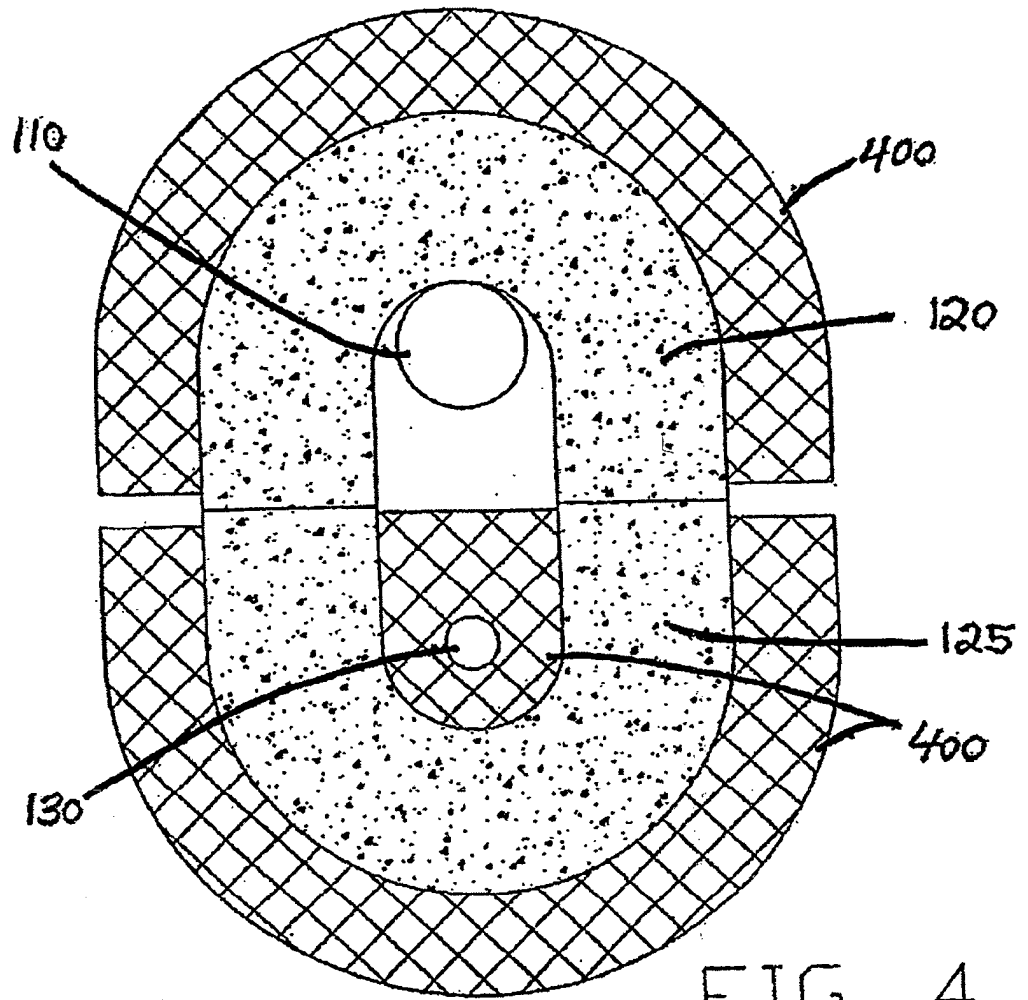


FIG. 4

RESUMO

"ACOPLADOR INDUTIVO PARA COMUNICAÇÕES ATRAVÉS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO"

Descreve-se um acoplador indutivo para acoplar um
5 sinal a um condutor. O acoplador indutivo inclui (a) um
núcleo magnético que tem uma abertura através da qual o
condutor é roteado, (b) um enrolamento enrolado em volta de
uma parte do núcleo magnético, onde o sinal é acoplado
entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo
10 magnético, (c) um material eletricamente isolante situado
entre o enrolamento e o núcleo magnético e (d) um material
compressível entre o núcleo magnético e o material
eletricamente isolante. O material compressível tem uma
dureza que é menor que a do material eletricamente
15 isolante.

"ACOPLADOR INDUTIVO PARA COMUNICAÇÕES ATRAVÉS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO"

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

1. Campo da Invenção

5 A presente invenção refere-se a comunicações através de linhas de alimentação e, mais especificamente, à configuração de um acoplador de dados para comunicações através de linhas de alimentação.

2. Descrição da Técnica Correlata

10 As comunicações através de linhas de alimentação (PLC), também conhecidas como banda larga através de linha de alimentação (BPL), constituem uma tecnologia que engloba a transmissão de dados a frequências elevadas através de linhas de energia elétrica, isto é, condutores utilizados
15 para portar uma corrente de energia. Um acoplador de dados para comunicações através de linhas de alimentação acopla um sinal de dados entre uma linha de alimentação e um dispositivo de comunicação, tal como um modem.

 Um exemplo de tal acoplador de dados é um
20 acoplador indutivo que inclui um conjunto de núcleos e um enrolamento enrolado em volta de uma parte dos núcleos. O acoplador indutivo funciona como um transformador, no qual os núcleos são situados em uma linha de alimentação, de modo que a linha de alimentação serve como um enrolamento
25 primário do transformador, e o enrolamento do acoplador indutivo é um enrolamento secundário do transformador.

 Os núcleos são tipicamente construídos com materiais magnéticos, tais como ferritas, metal em pó ou material nano-cristalino. Os núcleos são eletrificados por
30 contato com a linha de alimentação e exigem isolamento do enrolamento secundário. Tipicamente, o isolamento é apresentado entre os núcleos e o enrolamento secundário

embutindo-se tanto os núcleos quanto o enrolamento secundário em um material eletricamente isolante, tal como epóxi. Durante o processo de moldagem, o material eletricamente isolante atinge uma temperatura elevada. À medida que o material eletricamente isolante, em estado líquido, flui em volta dos núcleos, ele começa a resfriar-se e contrair-se. O coeficiente térmico de expansão do material eletricamente isolante é tipicamente muito mais elevado que o do núcleo e, conseqüentemente, a rachadura por tensão do material eletricamente isolante pode ocorrer durante a transição do estado líquido para o sólido.

No funcionamento no campo, os núcleos magnéticos rigidamente mantidos de material quebradiço podem rachar devido à vibração ou expansão térmica. Há necessidade de um acoplador indutivo configurado para evitar tal rachadura.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

É apresentado um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor. O acoplador indutivo inclui (a) um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado, (b) um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético, (c) um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético e (d) um material compressível situado entre o núcleo magnético e o material eletricamente isolante. O material compressível tem uma dureza que é menor que a do material eletricamente isolante.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista frontal e em corte transversal de um acoplador indutivo em uma linha de alimentação.

A Figura 2 é uma vista em corte transversal de um núcleo superior e um núcleo inferior de um acoplador indutivo, com camadas compressíveis em volta dos núcleos.

A Figura 3 é uma vista em corte transversal de um núcleo superior e um núcleo inferior de um acoplador indutivo com camadas compressíveis que expõem as superfícies dos núcleos.

A Figura 4 é uma vista em corte transversal de um núcleo superior e um núcleo inferior de um acoplador indutivo, com o isolamento servindo como uma camada compressível em volta dos núcleos.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Em um sistema PLC, a corrente de energia é tipicamente transmitida através de uma linha de alimentação a uma frequência na faixa de 50-60 hertz (Hz). Em uma linha de baixa tensão, a corrente de energia é transmitida com uma tensão de entre cerca de 90 e 600 volts e, em uma linha de tensão média, a corrente de energia é transmitida com uma tensão de entre cerca de 2 400 volts e 35 000 volts. A frequência dos sinais de dados é mais elevada do que ou igual à cerca de 1 megahertz (MHz), e a tensão do sinal de dados varia de uma fração de um volt a algumas dezenas de volts.

A Figura 1 mostra uma vista frontal com componentes internos visíveis com linhas tracejadas, e uma vista em corte transversal, de um acoplador indutivo 100 em um condutor, isto é, em uma linha de alimentação 110. O acoplador indutivo 100 tem um núcleo magnético dividido configurado com um núcleo superior 120 e um núcleo inferior 125, que são conformados de modo que, quando são colocados em adjacência um ao outro, proporcionem uma abertura 105 através da qual a linha de alimentação 110 é roteada. O acoplador indutivo 100 tem também um enrolamento 130

enrolado em volta de uma parte do núcleo inferior 125. O enrolamento 130 é para conexão com um modem ou outro equipamento de comunicação (não mostrado). Na Figura 1, o enrolamento é mostrado como sendo enrolado uma vez em volta do núcleo inferior 125, mas na prática o enrolamento 130 pode ser enrolado duas ou mais vezes. Um sinal de dados é acoplado entre o enrolamento 130 e a linha de alimentação 110 por meio do núcleo magnético dividido.

O núcleo superior 120 é envolvido por um material compressível, configurado como uma camada interna 140B, uma camada externa 140A, uma camada de extremidade 140C e uma camada de extremidade de extremidade 140D. Uma camada 150 de material eletricamente isolante é disposta sobre a camada externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D.

O núcleo inferior 125 é envolvido por um material compressível, configurado como uma camada interna 145B, uma camada externa 145A, uma camada de extremidade 145C e uma camada de extremidade 145D. Uma camada 155 de material eletricamente isolante é disposta sobre a camada interna 145B, a camada externa 145A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D. A camada 155 também envolve a parte do enrolamento 130 que é enrolada em volta do núcleo 125.

O material compressível da camada interna 140B, da camada externa 140A, da camada de extremidade 140C e da camada de extremidade 140D tem uma dureza que é inferior à do material eletricamente isolante da camada 150. A camada externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D se comprimem à medida que a camada 150 se cura, resfria e contrai durante o processo de moldagem. Tal compressão impede a rachadura da camada 150 durante a fase de resfriamento. Além disto, a camada externa 140A, a

camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D proporcionam uma vedação ambiental para o núcleo superior 120.

O material compressível da camada externa 145A, da camada interna 145B, da camada de extremidade 145C e da camada de extremidade 145D tem uma dureza que é inferior à do material eletricamente isolante da camada 155. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D se comprimem à medida que a camada 155 se cura, resfria e se contrai durante o processo de moldagem. Tal compressão impede a rachadura da camada 155 durante a fase de resfriamento. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D também proporcionam uma vedação ambiental para o núcleo inferior 125.

O material compressível das camadas externas 140A e 145A, das camadas internas 140B e 145B, das camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D tem de preferência uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100, em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza. Um exemplo de tal material é o Monômero de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM). Procedimentos de teste de dureza são apresentados pela Sociedade Americana para Testes & Materiais, ASTM D2240-04.

No funcionamento prático, o acoplador indutivo pode ser submetido a diversas temperaturas e condições ambientais, como, por exemplo, calor de verão, frio de inverno, chuva, neve e gelo. Por causa da diferença entre os coeficientes térmicos de expansão do núcleo superior 120 e da camada 150, uma folga pode desenvolver-se entre o núcleo superior 120 e a camada 150. A água pode acumular-se na folga, em seguida congelando e expandindo-se, isto é, fendendo-se por congelamento, agravando ainda mais a folga,

e provocando rachaduras tanto no núcleo superior 120 quanto na camada 150. Tais folgas e rachaduras no acoplador indutivo 100 podem levar a descargas elétricas, causando ruído de radiofrequência, o que é prejudicial para o funcionamento de um sistema de comunicação através de linhas de alimentação. Uma descarga elétrica pode provocar também a deterioração do material eletricamente isolante da camada 150 ao longo do tempo e pode levar a falhas de isolamento. A camada externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D vedam tais folgas e rachaduras e reduzem assim a probabilidade de ocorrência de descargas. Além disto, a camada externa 140A, a camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D absorvem o choque e a vibração físicos que podem danificar o núcleo superior 120. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D proporcionam benefícios semelhantes para a camada 155 e o núcleo inferior 125.

O material compressível das camadas externas 140A e 145A, das camadas internas 140B e 145B e das camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D tem também, de preferência, uma propriedade elétrica de semi-condução. Assim, cada uma das camadas externas 140A e 145A e das camadas internas 140B e 145B, quando submetidas a uma carga elétrica, distribuem a carga elétrica através de seus respectivos volumes e apresentam um volume equipotencial. Em uma implementação preferida, a resistividade em massa das camadas externas 140A e 145A e das camadas internas 140B e 145B é de entre cerca de 5 e cerca de 1000 ohm-cm, de modo que a diferença de tensão entre o núcleo superior 120 e o núcleo inferior 125 não ultrapassará 2% da tensão na linha de alimentação 110.

A camada externa 140A, a camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D ficam em contato físico e elétrico com a camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D. O núcleo superior 120 e o núcleo inferior 125 são assim conectados um ao outro e ficam a um potencial elétrico comum um ao outro, reduzindo ao mínimo qualquer diferença de potencial que possa causar uma descarga elétrica entre o núcleo superior 120 e o núcleo inferior 125. As camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B e as camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D formam coletivamente uma bainha semi-condutora que reduz ao mínimo a descarga ou descarga luminosa parcial no acoplador indutivo 100.

A Figura 2 é uma vista em corte transversal do núcleo superior e do núcleo inferior de um acoplador indutivo, com camadas compressíveis em volta dos núcleos. O núcleo superior 120 tem uma superfície polar 200, e o núcleo inferior 125 tem uma superfície polar 205. A superfície polar 200 e a superfície polar 205 são afastadas uma da outra por uma folga 210.

O termo "folga" é um termo da técnica que se refere a uma região, entre os núcleos magnéticos, que tem um material não magnético na mesma. As folgas aperfeiçoam as características magnéticas de um circuito magnético a um nível de corrente elevado.

A camada externa 140A, a camada interna 140B e as camadas de extremidade 140C e 140D (não mostradas na Figura 2) convergem umas para as outras e cobrem a superfície polar 200. A camada externa 145A, a camada interna 145B e as camadas de extremidade 145C e 145D (não mostradas na Figura 2) convergem umas para as outras e cobrem a superfície polar 205. Assim, as camadas proporcionam um

recheio de material não magnético para a folga 210. Esta configuração do material na folga 210 também amortece o choque e a vibração físicos causados às superfícies polares 200 e 205, reduzindo a probabilidade de fratura do núcleo superior 120 e do núcleo inferior 125.

A Figura 3 é uma vista em corte transversal do núcleo superior e do núcleo inferior de um acoplador indutivo com camadas compressíveis que expõem as superfícies dos núcleos. As camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B, as camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D (não mostradas na Figura 3) terminam na, e não cobrem a, superfície polar 220 e 225. Entretanto, as camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B e as camadas de extremidade 140C, 145C, 140D e 145D ficam em contato umas com as outras. Assim, há continuidade elétrica entre as camadas externas 140A e 145A, as camadas internas 140B e 145B e as camadas de extremidade 140C, 145C, 140D e 145D.

A Figura 4 é uma vista em corte transversal do núcleo superior e do núcleo inferior de um acoplador indutivo, com o isolamento funcionando como uma camada compressível em volta dos núcleos. Uma camada 400 é disposta sobre a superfície externa do núcleo superior 120 e disposta sobre a superfície interna e a superfície externa do núcleo inferior 125. A camada 400 é composta de um material que é tanto isolante quanto compressível. Ou seja, a camada 400 é um isolador e também compressível para a sobre-moldagem do núcleo superior 120 e do núcleo inferior 125. De preferência, a camada 400 tem uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza. A camada 400 pode ser composta de silicone, por exemplo.

As técnicas aqui descritas são exemplares e não devem ser interpretadas como implicando qualquer limitação específica à presente invenção. Deve ficar entendido que diversas alternativas, combinações e modificações podem ser concebidas pelos versados na técnica. A presente invenção destina-se a englobar todas as alternativas, modificações e variações que se incluam dentro do alcance das reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor, compreendendo

um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado;

um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético;

um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético; e

um material compressível situado entre o núcleo magnético e o material eletricamente isolante,

em que o material compressível tem uma dureza que é menor que a do material eletricamente isolante.

2. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual a dureza do material compressível está entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza.

3. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o material compressível tem uma propriedade elétrica semi-condutiva.

4. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o material compressível tem uma resistividade entre cerca de 5 e cerca de 1000 ohm-cm.

5. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente um material compressível em uma superfície externa do núcleo magnético.

6. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1,

no qual o núcleo magnético compreende um núcleo superior e um núcleo inferior separados por uma folga; e

no qual o acoplador indutivo compreende adicionalmente um material compressível situado na folga.

7. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o condutor porta uma tensão entre cerca de 90 a 600 volts.

8. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o condutor porta uma tensão entre cerca de 2 400 volts a 35 000 volts.

9. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sinal tem uma frequência maior do que ou igual à cerca de 1 megahertz.

10. Acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor, compreendendo

um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado;

um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético; e

um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético tendo uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza.

11. Acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 10, compreendendo adicionalmente um material eletricamente isolante em uma superfície externa do núcleo magnético tendo uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza.

REIVINDICAÇÕES

1. Um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor, compreendendo

um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado;

um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético;

um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético; e

um material compressível entre o núcleo magnético e o material eletricamente isolante,

em que o material compressível tem uma dureza que é menor que a do material eletricamente isolante.

2. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual a dureza do material compressível está entre de cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza.

3. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o material compressível tem uma propriedade elétrica semi-condutiva.

4. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o material compressível tem uma resistividade de entre cerca de 5 e cerca de 1000 ohm-cm.

5. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, compreendendo adicionalmente um material compressível em uma superfície externa do núcleo magnético.

6. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1,

no qual o núcleo magnético compreende um núcleo superior e um núcleo inferior separados por uma folga; e

no qual o acoplador indutivo compreende adicionalmente um material compressível situado na folga.

7. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o condutor porta uma tensão de entre cerca de 90 a 600 volts.

8. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o condutor porta uma tensão de entre cerca de 2 400 volts a 35 000 volts.

9. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 1, no qual o sinal tem uma frequência maior do que ou igual à cerca de 1 megahertz.

10. Um acoplador indutivo para acoplar um sinal a um condutor, compreendendo

um núcleo magnético tendo uma abertura através da qual o condutor é roteado;

um enrolamento enrolado em volta de uma parte do núcleo magnético, em que o sinal é acoplado entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo magnético; e

um material eletricamente isolante situado entre o enrolamento e o núcleo magnético tendo uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza.

11. O acoplador indutivo, de acordo com a reivindicação 10, compreendendo adicionalmente um material eletricamente isolante em uma superfície externa do núcleo magnético tendo uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza.

O material compressível da camada interna 140B, da camada externa 140A, da camada de extremidade 140C e da camada de extremidade 140D tem uma dureza que é inferior à do material eletricamente isolante da camada 150. A camada
5 externa 140A, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D se comprimem à medida que a camada 150 se cura, resfria e contrai durante o processo de moldagem. Tal compressão impede a rachadura da camada 150 durante a fase de resfriamento. Além disto, a camada externa 140A, a
10 camada interna 140B, a camada de extremidade 140C e a camada de extremidade 140D proporcionam uma vedação ambiental para o núcleo superior 120.

O material compressível da camada externa 145A, da camada interna 145B, da camada de extremidade 145C e da
15 camada de extremidade 145D tem uma dureza que é inferior à do material eletricamente isolante da camada 155. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D se comprimem à medida que a camada 155 se cura, resfria e se
20 contrai durante o processo de moldagem. Tal compressão impede a rachadura da camada 155 durante a fase de resfriamento. A camada externa 145A, a camada interna 145B, a camada de extremidade 145C e a camada de extremidade 145D também proporcionam uma vedação ambiental para o núcleo
25 inferior 125.

O material compressível das camadas externas 140A e 145A, das camadas internas 140B e 145B, das camadas de extremidade 140C, 140D, 145C e 145D tem de preferência uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100, em uma escala
30 de durômetro do tipo shore A de dureza. Um exemplo de tal material é o Monômero de Etileno-Propileno-Dieno (EPDM). Procedimentos de teste de dureza são apresentados pela Sociedade Americana para Testes & Materiais, ASTM D2240-04.

No funcionamento prático, o acoplador indutivo 100 pode ser submetido a diversas temperaturas e condições ambientais, como, por exemplo, calor de verão, frio de inverno, chuva, neve e gelo. Por causa da diferença entre os coeficientes térmicos de expansão do núcleo superior 120 e da camada 150, uma folga pode desenvolver-se entre o núcleo superior 120 e a camada 150. A água pode acumular-se na folga, em seguida congelando e expandindo-se, isto é, fendendo-se por congelamento, agravando ainda mais a folga, e provocando rachaduras tanto no núcleo superior 120 quanto na camada 150. Tais folgas e rachaduras no acoplador indutivo 100 podem levar a descargas elétricas, causando ruído de radiofrequência, o que é prejudicial para o funcionamento de um

400 tem uma dureza de entre cerca de 10 e cerca de 100 em uma escala de durômetro do tipo shore A de dureza. A camada 400 pode ser composta de silicone, por exemplo.

As técnicas aqui descritas são exemplares e não
5 devem ser interpretadas como implicando qualquer limitação específica à presente invenção. Deve ficar entendido que diversas alternativas, combinações e modificações podem ser concebidas pelos versados na técnica. A presente invenção destina-se a englobar todas as alternativas, modificações e
10 variações que se incluam dentro do alcance das reivindicações anexas.

RESUMO

"ACOPLADOR INDUTIVO PARA COMUNICAÇÕES ATRAVÉS DE LINHAS DE ALIMENTAÇÃO"

Descreve-se um acoplador indutivo para acoplar um
5 sinal a um condutor. O acoplador indutivo inclui (a) um
núcleo magnético que tem uma abertura através da qual o
condutor é roteado, (b) um enrolamento enrolado em volta de
uma parte do núcleo magnético, onde o sinal é acoplado
entre o enrolamento e o condutor por meio do núcleo
10 magnético, (c) um material eletricamente isolante situado
entre o enrolamento e o núcleo magnético e (d) um material
compressível entre o núcleo magnético e o material
eletricamente isolante. O material compressível tem uma
dureza que é menor que a do material eletricamente
15 isolante.