



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

(21) **PI0709593-7 A2**

(22) Data de Depósito: 15/03/2007
(43) Data da Publicação: 19/07/2011
(RPI 2115)



(51) *Int.Cl.:*
H03K 17/975 2006.01

(54) Título: **SISTEMA SENSOR CAPACITIVO E MÉTODO PARA UM SISTEMA SENSOR CAPACITIVO**

(30) Prioridade Unionista: 17/03/2006 SE 0600617-5

(73) Titular(es): Electrolux Home Products Corporation N.V.

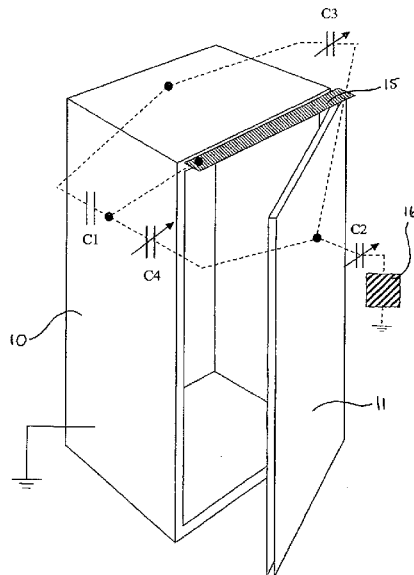
(72) Inventor(es): Andrei Uhov, Girish Pimputkar, Roberto Giordano

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT SE2007000258 de 15/03/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/108746 de 27/09/2007

(57) Resumo: SISTEMA SENSOR CAPACITIVO E MÉTODO PARA UM SISTEMA SENSOR CAPACITIVO. A presente invenção refere-se a um sistema sensor capacitivo compreendendo um circuito sensor conectado com uma primeira (15) e uma segunda (11) antena, a primeira antena (15) é disposta sobre um primeiro objeto (10) e a segunda antena (11) disposta sobre um segundo objeto (11) deslocável em relação ao primeiro objeto (10). A primeira antena (15) é disposta imediatamente contígua ao segundo objeto (11) para o circuito sensor detectar o deslocamento e/ou a posição do segundo objeto (11).



“SISTEMA SENSOR CAPACITIVO E MÉTODO PARA UM SISTEMA SENSOR CAPACITIVO”

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção trata de um sistema sensor capacitivo compreendendo um circuito sensor conectado com uma primeira e uma segunda antena, a primeira antena é disposta sobre um primeiro objeto e a segunda antena é disposta sobre um segundo objeto móvel em relação ao primeiro objeto.

FUNDAMENTOS

Sistemas sensores capacitivos são bem conhecidos por sua capacidade de proporcionar controle e operação de diferentes aparelhos baseados sobre a presença de um corpo humano. Os sistemas em causa são genericamente descritos, por exemplo, nos documentos US 4453112 e US 5621290. Nestes documentos um eletrodo sensor é disposto sobre a armação de janela da janela de um carro. Assim que uma parte de um corpo humano, tal como uma das mãos, se aproxima do eletrodo sensor, a capacitância entre o eletrodo sensor e um eletrodo terra aumenta. Este aumento em capacitância altera a frequência de um sinal de saída do eletrodo, que é comparado com um valor de referência, e um motor moendo a janela funciona baseado sobre esta alteração. O sistema sensor pode responder a elementos semicondutores tal como um corpo humano, porém, plásticos e madeira não causarão qualquer efeito.

O pedido de patente sueco ainda não publicado SE 0402261-2 apresenta um sistema sensor capacitivo previsto para resolver o problema de detectar uma pequena parte do corpo entre a porta e o corpo de um gabinete refrigerador equipado com um sistema sensor capacitivo. Normalmente, o corpo do gabinete tornará a antena da porta cega uma vez que sua maior influência sobre a capacitância é muito maior que a menor influência sobre a capacitância causada pela parte de corpo. Para resolver isto, a invenção

exposta compreende uma blindagem eletromagnética entre a porta e o corpo do refrigerador, montada como uma gaxeta na borda do corpo do gabinete. A blindagem deve remover a influência causada pelo corpo do gabinete. Esta blindagem tem posição fixa em relação ao corpo do refrigerador e uma capacitância constante em relação à mesma. A porta é eletricamente ligada com esta blindagem e o método de movimento da porta não altera a capacitância da porta para o corpo do refrigerador.

Todavia, uma desvantagem com o sistema exposto reside no alto custo de construção. Esta armação deve ser de delgada folha metálica condutiva (de cobre por exemplo) porém do ponto de vista estético deve ser recoberto por alguns elementos de plástico e todos os lados desta armação devem ser eletricamente ligados entre si e com o painel de controle. Quando fechados os elementos de armação de cobertura da porta influenciam a gaxeta com grande pressão e o plástico necessita ser bastante duro (dispendioso) para sobreviver nestas condições.

Outro problema reside no fato de que a armação não constitui uma blindagem real. A dimensão da porta (veja-se a figura 1) é muito maior que a área total da armação. Isto significa que um campo eletromagnético $C3$ é formado entre a porta e o corpo do refrigerador. Isto adicionará uma capacitância variável extra ao circuito de medição do sistema. Na realidade, a blindagem (uma vez que não constitui uma blindagem real) poderia ser substituída por capacitor constante “normal” $C1$ localizado sobre o painel de controle. Então estamos de retorno a um sistema sensor capacitivo para um gabinete refrigerador sem uma blindagem. A capacitância $C3$ dependerá do ângulo da porta e influencia a capacitância total do circuito (ver a figura 2). Outrossim, devido à armação estar muito mais próxima do corpo do refrigerador, sua capacitância $C1$ é muito mais alta (cerca de 2 a 3 nF e a sua média 10 vezes maior que a capacitância do corpo humano para a capacitância da porta, $C2$).

Por conseguinte, teremos não somente uma capacitância constante da blindagem para o corpo, porém dois capacitores C1, C3 ligados em paralelo – armação para o refrigerador e porta para o refrigerador com uma capacitância total 10 vezes mais alta que a do corpo humano para a porta (C2). As figs. 1-2 ilustram isto..Outrossim, temos de tratar com as variâncias C3 devido ao ângulo da porta. Devido a isto necessitaremos um ADC de alta-resolução (gama dinâmica cerca de 20000) e processamento de sinal complicado com amplificação de somente uma parte de um sinal dentro da inteira gama para poder detectar um movimento do corpo humano. O problema será identificar se uma variação na capacitância total depende de um movimento da porta ou da presença de um corpo humano.

SUMÁRIO DA PRESENTE INVENÇÃO

Por conseguinte um dos objetivos da presente invenção é proporcionar um sistema sensor capacitivo, aplicado sobre uma porta ou sobre uma tampa retida por uma armação influenciada por capacitância, que é suscetível de facilmente e confiavelmente detectar uma pequena parte de um corpo humano. Este objetivo é alcançado de acordo com a invenção conforme definido na parte caracterizadora de acordo com a reivindicação 1.

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

A invenção passa a ser descrita em maior detalhe com referência aos desenhos apensos, de acordo com os quais:

A fig. 1 mostra o sistema sensor capacitivo aplicado a um gabinete refrigerador;

A fig. 2 mostra o circuito de medição correspondente para o sistema de acordo com a fig. 1;

A fig. 3 mostra um sistema sensor capacitivo aplicado ao gabinete de um refrigerador de acordo com a presente invenção;

A fig. 4 mostra a estrutura do elemento de sistema de medição para o sistema de acordo com a fig. 3;

A fig. 5 mostra o correspondente sistema de medição para o sistema de acordo com as figs. 3 – 4;

A fig. 6 mostra a “capacitância subordinada ao ângulo de abertura da porta”.

5 DESCRIÇÃO DE UMA MODALIDADE ILUSTRATIVA

As figuras 1 – 2 mostram a modalidade da técnica anterior no pedido de patente Sueco não publicado SE 0402261-2, ao passo que as figs. 3 – 6 mostram uma modalidade ilustrativa de um sistema sensor capacitivo de acordo com a presente invenção. A modalidade ilustrativa não deve ser
10 interpretada como uma limitação da invenção. Sua finalidade é ilustrar como a invenção pode ser aplicada e ilustrar adicionalmente o âmbito da invenção.

Reportando-se à fig. 1 o sistema sensor capacitivo da técnica anteriormente existente é aplicado a um gabinete refrigerador 10 tendo um corpo com uma chapa metálica externa encerrando o gabinete. O gabinete
15 compreende uma porta 11 suspensa por dobradiças ao corpo. Conforme descrito nos fundamentos, o presente sistema compreende uma blindagem eletromagnética 12 entre a porta e o corpo do refrigerador, montada como uma gaxeta na borda do corpo do gabinete. Ela é acoplada 13 com a porta. A blindagem deve remover a influência causada pelo corpo do gabinete. A fig. 2
20 mostra o correspondente circuito de medição (sumariador de correntes) formado por este conjunto, que por sua vez corresponde ao seguinte cálculo da capacitância total:

$$C_{tot} = C1 + C2 + C3$$

C1 é a capacitância fixa formada entre a blindagem e o corpo do gabinete. Esta tem um alto valor (nF), C2 é a capacitância variável formada entre a
25 porta e o nível de terra, que depende do movimento do corpo humano ou da presença na porta. Este tem um baixo valor (pF). C3 é a capacitância variável, não calculada formada entre a porta e o corpo do gabinete. Esta tem um alto valor (nF) e depende do ângulo de abertura da porta. Ao medir a capacitância

total na saída 14 do circuito (fig. 2) será muito difícil identificar um movimento de corpo humano (variações de C_2). O problema será identificar se uma variação na capacitância total depende de um movimento da porta ou da presença de um corpo humano.

5 As figs. 3 -6 mostram uma modalidade ilustrativa de acordo com a presente invenção. Na fig. 3 é mostrado o gabinete 10 com a porta articulada 11. Uma chapa metálica externa cobre o corpo do gabinete. De acordo com a presente invenção, a blindagem 12 é substituída por um eletrodo 15 sobre o lado superior do refrigerador. O eletrodo é construído
10 como uma tira metálica disposta sobre o painel superior (não mostrado) retendo a interface de usuário, o painel de circuito e outros componentes elétricos. O eletrodo funciona como uma antena para o circuito sensor capacitivo. O sistema será suscetível de detectar a posição como uma maneira de resolver os problemas acima mencionados com a solução da técnica
15 anterior.

Na figura 3 são mostrados os capacitores formados pelo novo conjunto de sistema. C_1 é a capacitância fixa formada entre o eletrodo 15 e o corpo do gabinete 10. C_2 é a capacitância variável formada entre a porta e o nível do solo 10. C_2 é a capacitância variável formada entre a porta e o nível
20 do solo, que depende da presença ou movimento de um corpo humano próximo à porta. C_3 é a capacitância variável formada entre a porta e o corpo do gabinete. Depende do ângulo de abertura da porta. C_4 é a capacitância variável formada entre o eletrodo e a porta. Depende do ângulo de abertura da porta. Como descrito mais adiante, o sistema usará o conhecimento acerca do
25 valor desta capacitância C_4 para detectar se um corpo humano 16 se aproxima da porta.

A fig. 4 mostra a estrutura de elementos do sistema de medição e a fig. 5 o correspondente sistema de medição para o presente sistema sensor capacitivo. A fig. 4 mostra as diferentes antenas (corpo de

gabinete 10, eletrodo 15, porta 11, corpo humano 16) que influencia a capacitância total medida na saída 17 do circuito (fig. 5). Agora olhando para o cálculo da capacitância total na saída 17:

$$C_{tot} = C1 + 1/(4 + 1/(C2+3))$$

Na presente invenção os valores da capacitância de eletrodo (C1 e C4) são muito mais baixos (menos de 10 pF) comparando com as capacitâncias de porta e corpo humano C2/C3, (200 – 400 pF no total) e a influência do C2 e C3 sobre a capacitância da tira metálica por conseguinte não é significativa, por exemplo:

Se C1 = 10 pF, C4 = 10 pF; C3 = 300 pF, C2 = 100 pF (usuário toca uma porta). A capacitância total é então:

$$C = C1 + 1/(C4 + 1/(C2+C3)) = 10 + 1/(300+100) = 19,76 \text{ pF}$$

Se C1= 10F, C4 = 10 pF; C3 = 300 pF, C2 = 0 pF (usuário distante da porta). A capacitância total é então.

$$C = C1 + 1/(1/C4 + 1/(C2+C3)) = 10 + 1/(1/300+0) = 19,67 \text{ pF}$$

Assim o movimento do corpo humano próximo à porta e mesmo tocando a porta não terá influência real sobre os resultados de medição da posição da porta (especialmente quando a porta está aberta e a capacitância C4 é significativamente menor).

Olhando para a fig. 6, quando a porta está se abrindo sua posição sob a tira de metal do lado superior está se alterando e a área das superfícies de cobertura comum está também se alterando. A capacitância deste capacitor variável, por conseguinte, depende (porém não linearmente) do ângulo de abertura no diagrama. A maior parte das alterações se verificará quando a porta somente principia a se abrir e serão muito pequenas quando a porta estiver quase aberta. Este sensor terá excelente precisão para determinação da condição fechada da porta e baixa precisão para a condição aberta da porta. Para correta funcionalidade do refrigerador a identificação confiável da condição fechada da porta é mais crítica do que aberta assim uma

precisão não tão exata para a condição aberta é aceitável.

O resultado disto é que será fácil, ao dar início ao sistema calibrar de modo que o sistema tenha conhecimento da capacitância total na saída 17 para diferentes ângulos de porta. O usuário será instruído para
5 realizar esta calibração ao instalar o gabinete em sua residência. Então o sistema sempre disporá de informações acerca da posição da porta e pode calcular o sinal capacitivo total previsto para um determinado ângulo de porta sem ações do usuário (movimentação e toque da porta) e subtrair o mesmo do sinal real. Dispostos desse modo de um sinal puro de ações do usuário. Isto
10 habilitará um sistema sensor capacitivo operacional para um gabinete refrigerador.

Praticamente, o circuito sensor capacitivo, quando calibrado, detectará a posição do segundo objeto medindo a capacitância total no circuito elétrico e efetuar sua comparação com um diagrama armazenado da
15 relação entre a capacitância total e a posição do segundo objeto. O circuito sensor, ao detectar a posição do segundo objeto, detectará o movimento e/ou a posição de uma parte de corpo usada contígua ao segundo objeto.

Outra vantagem é que os dois comutadores mecânicos normalmente usados em refrigeradores (comutador de alarme de porta aberta
20 e comutador de iluminação interna) poderem ser removidos. Redução de custo prevista devido à simplificação da construção mecânica.

Será óbvio para aqueles versados na técnica que a invenção não está limitada ao sistema sensor capacitivo adaptado somente para um gabinete de refrigeração. Em vez disso pode ser usada em qualquer aparelho
25 dotado de uma parte móvel em que um dispositivo de antena para um sistema sensor capacitivo seja implementado.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema sensor capacitivo compreendendo um circuito sensor conectado com uma primeira (15) e uma segunda antena (11), a primeira antena (15) é disposta sobre um primeiro objeto (10) e a segunda
5 antena (11) é disposta sobre um segundo objeto (11) móvel em relação ao primeiro objeto (10) caracterizado pelo fato de que a primeira antena (15) é disposta imediatamente contígua ao segundo objeto (11) para o circuito sensor detectar o movimento e/ou a posição do segundo objeto (11).

2. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das
10 reivindicações precedentes caracterizado pelo fato de que a primeira antena (15) é disposta substancialmente em paralelo com uma superfície sobre o segundo objeto (11).

3. Sistema sensor capacitivo de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de que a primeira antena (15) e a superfície sobre o
15 segundo objeto (11) pelo menos parcialmente se superpõem olhando para a superfície em frente.

4. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2-3, caracterizado pelo fato de que a primeira antena (15) e da superfície sobre o segundo objeto (11) têm uma forma oblonga, em que a
20 direção de extensão principal tanto para a antena (15) quanto para a superfície são substancialmente paralelas em uma posição do segundo objetivo (11).

5. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 2-4, caracterizado pelo fato de que o segundo objeto (11) é uma porta montada de forma girante ou deslizante sobre o primeiro objeto
25 (10), da superfície sobre o segundo objeto (11) ser parte do formato da porta, com a superfície sendo formada sobre a borda da porta.

6. Sistema sensor capacitivo de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a segunda antena (11) é formada como uma folha de cobertura sobre a porta.

7. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações 5-6, caracterizado pelo fato de que o primeiro objeto (10) é um corpo de gabinete e o corpo conjuntamente com a porta encerra um espaço de gabinete, a primeira antena (15) sendo disposta em uma superfície de antena confrontando a superfície sobre o segundo objeto (11).

8. Sistema sensor capacitivo de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a superfície de antena é disposta sobre uma parte estendida do corpo do gabinete de modo a confrontar a borda da porta.

9. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a segunda antena (11) é prevista para o circuito sensor detectar o deslocamento e/ou a posição da parte de corpo de um usuário (16) contígua ao segundo objeto (11).

10. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma primeira capacitância (C1) é formada entre a primeira antena (15) e o primeiro objeto (10).

11. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma segunda capacitância (C2) é formada entre a segunda antena (11) e o nível de terra.

12. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma terceira capacitância (C3) é formada entre a segunda antena (11) e o primeiro objeto (10).

13. Sistema sensor capacitivo de acordo com qualquer uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que uma quarta capacitância (C4) é formada entre a primeira antena (15) e a segunda antena (11).

14. Sistema sensor capacitivo de acordo com as reivindicações 10-13, caracterizado pelo fato de que o valor da quarta capacitância (C4) é

influenciado pelo dito deslocamento do segundo objeto (11) em relação ao primeiro objeto (10).

15 15. Sistema sensor capacitivo de acordo com as reivindicações 10-14, caracterizado pelo fato de que o valor da segunda capacitância (C2) é influenciado pela presença de um corpo humano (16) no segundo objeto (11).

10 16. Sistema sensor capacitivo de acordo com as reivindicações 10-14, caracterizado pelo fato de que ditas capacitâncias (C1,C2,C3,C4) formam um circuito elétrico equivalente em que a primeira capacitância é conectada em paralelo com uma conexão em série pelo menos entre a segunda e quarta capacitâncias.

15 17. Método para um sistema sensor capacitivo compreendendo um circuito sensor conectado com uma primeira (15) e uma segunda (11) antena, a primeira antena (15) é disposta sobre um primeiro objeto (10) e a segunda antena (11) é disposta sobre um segundo objeto (11) deslocável em relação ao primeiro objeto (10), o conjunto de antenas formando um circuito elétrico equivalente caracterizado pelo fato de que o circuito sensor detecta a posição do segundo objeto (11) medindo a capacitância total (17) no circuito elétrico e compara a mesma com um diagrama armazenado da relação entre a capacitância total e a posição do segundo objeto (11).

20 18. Método de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que o segundo objeto (11) é uma porta giravelmente montada sobre o primeiro objeto (10) e a posição do segundo objeto (11) corresponde ao ângulo de rotação em relação ao primeiro objeto (10).

25 19. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações 17-18, caracterizado pelo fato de que o circuito sensor ao ter detectado a posição do segundo objeto (11) é capaz de detectar o deslocamento e/ou a posição de uma parte de corpo usada contígua ao segundo objeto (11).

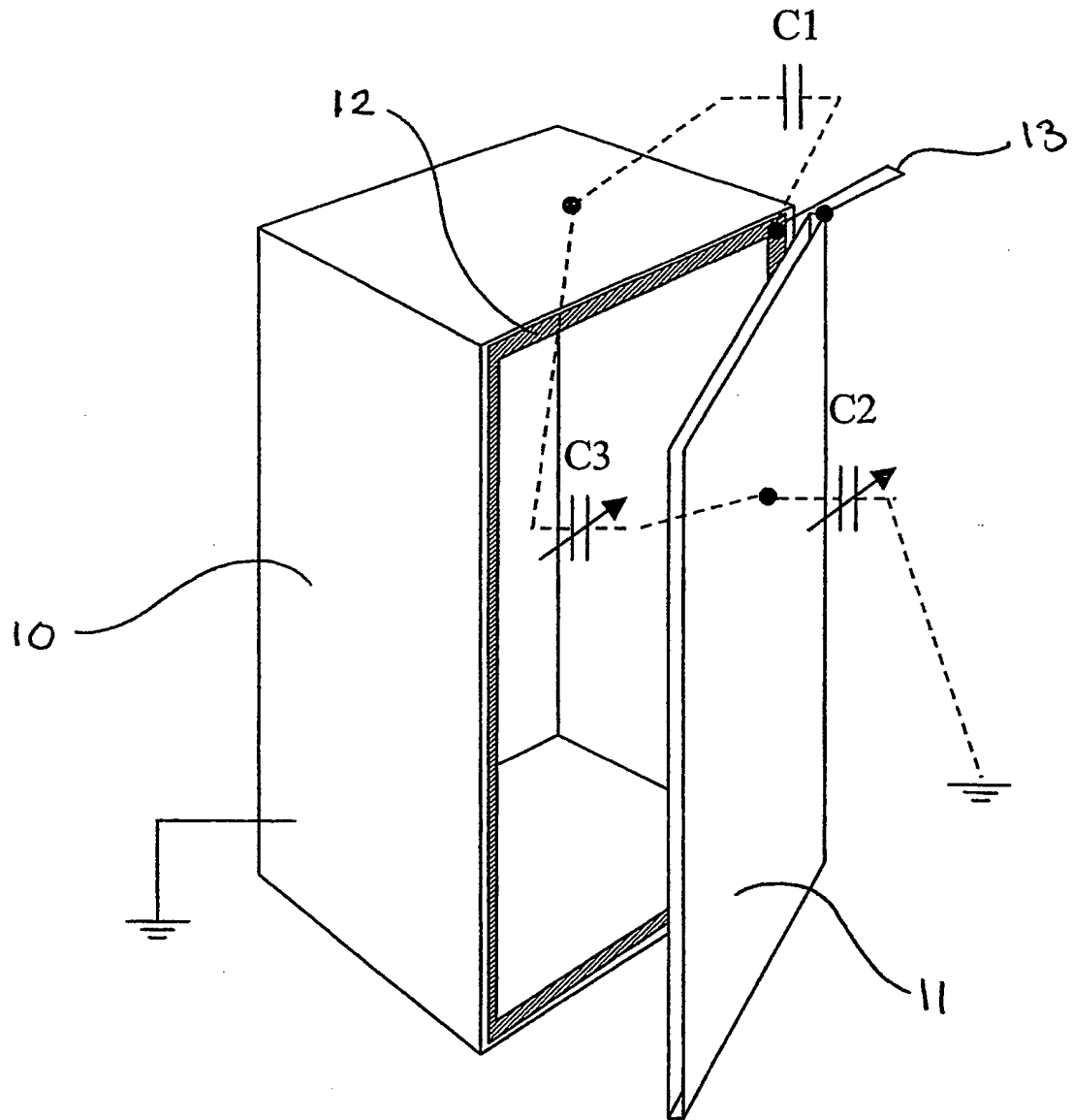


FIG 1

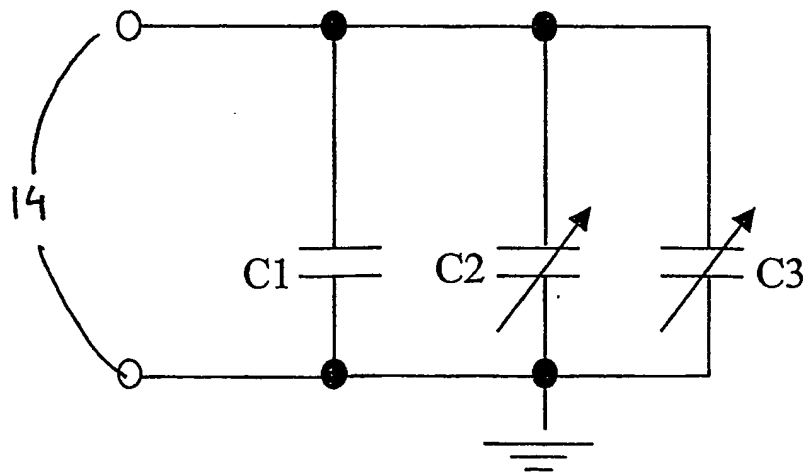


FIG 2

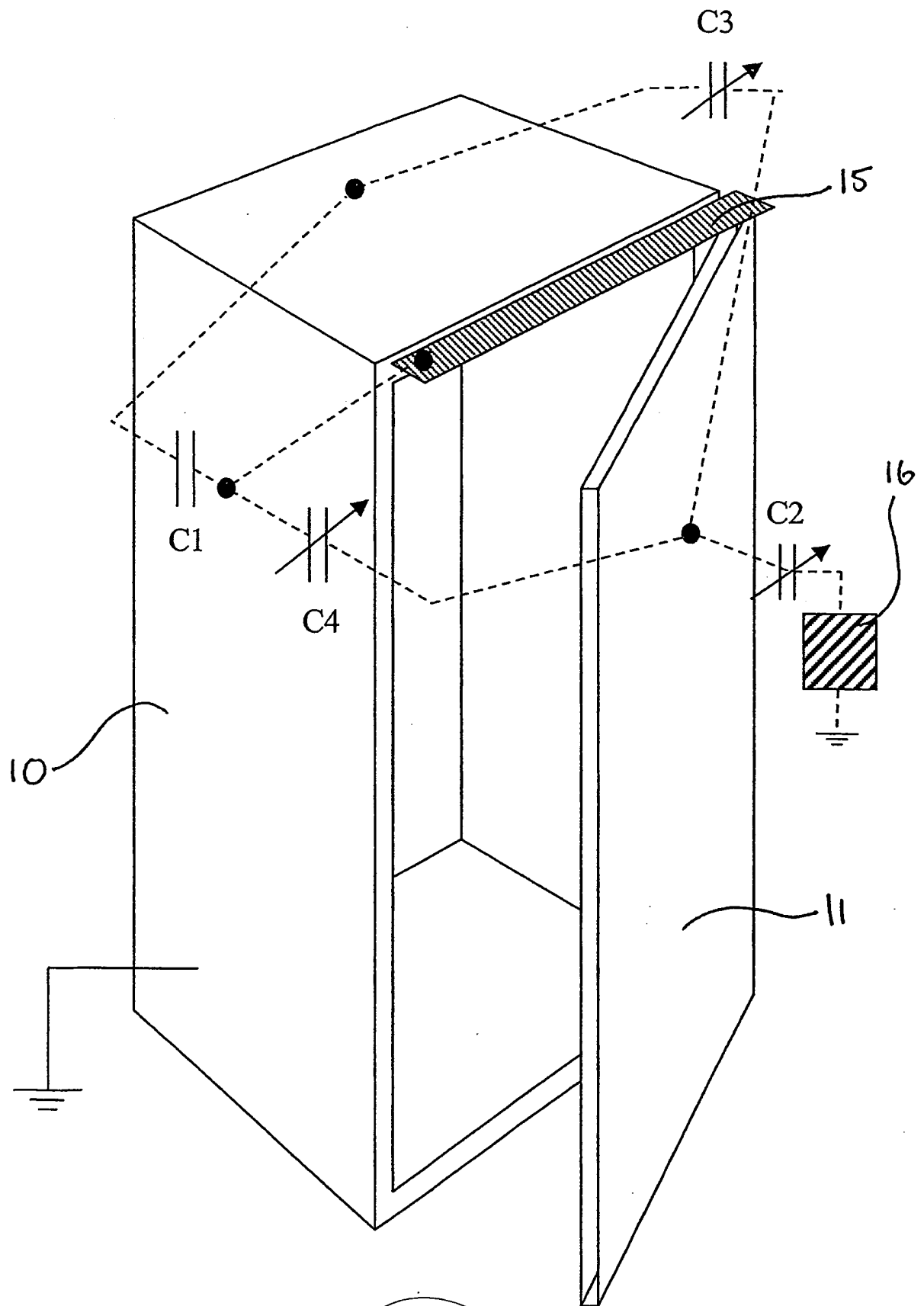


FIG 3

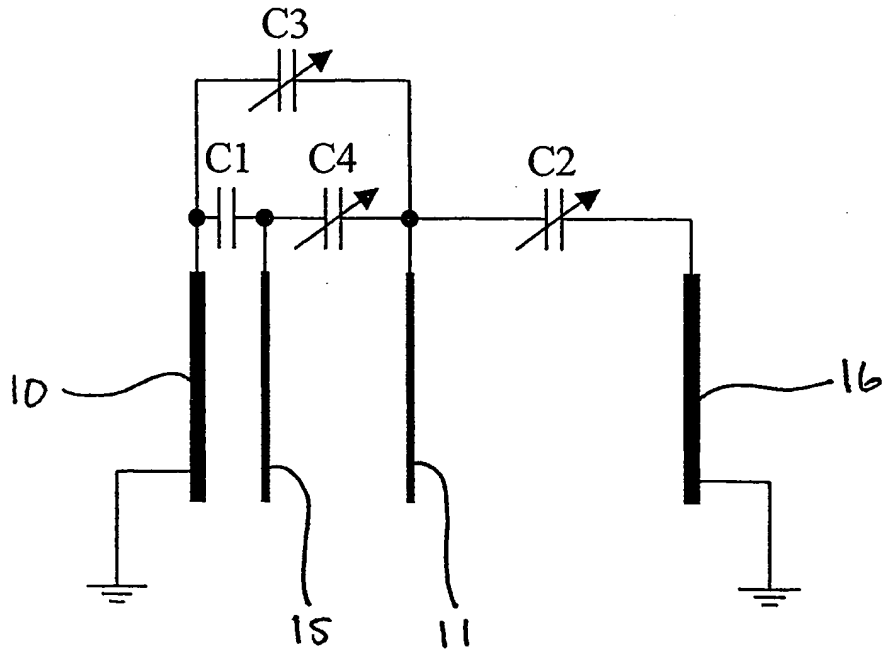


FIG 4

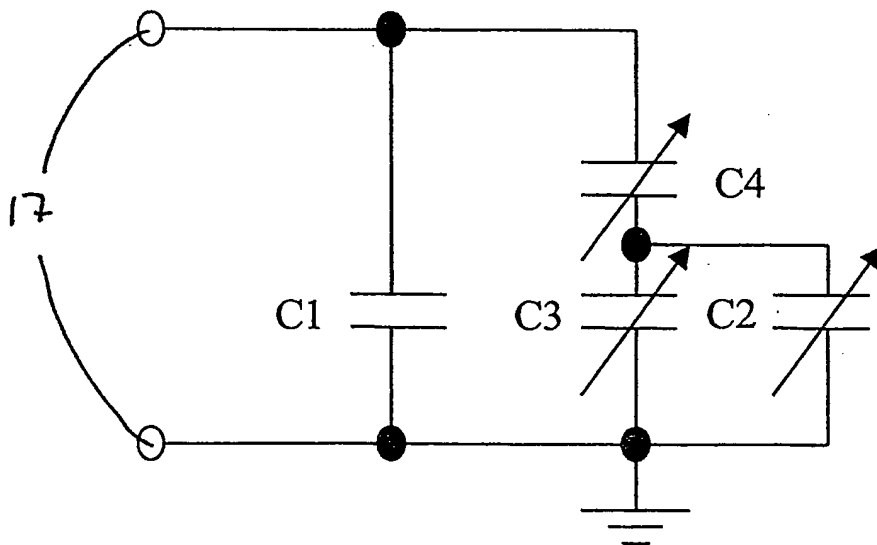


FIG 5

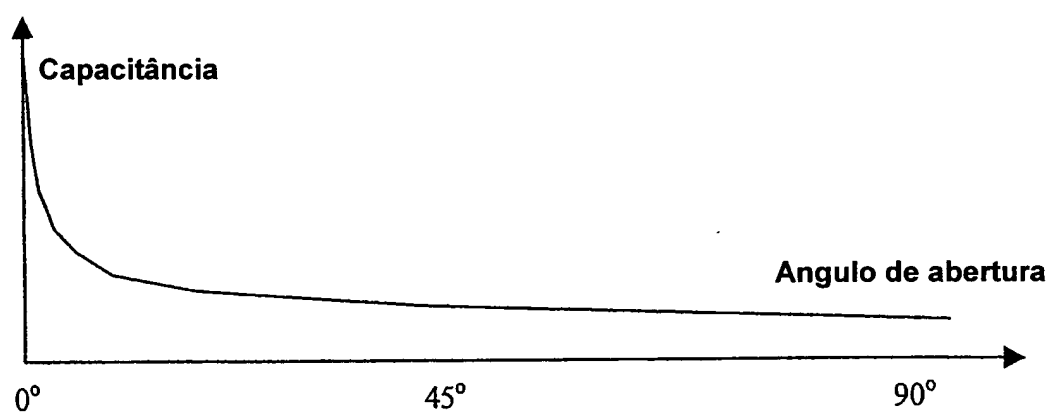
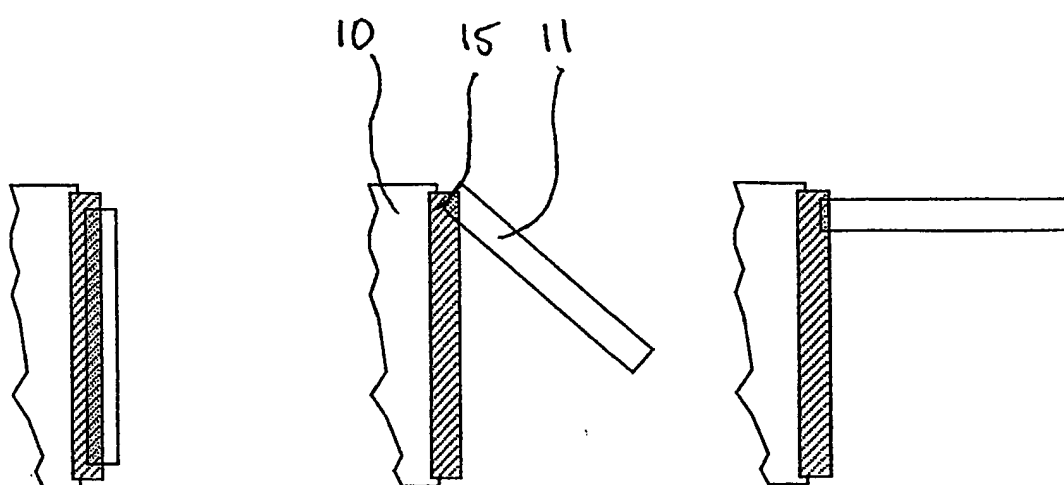


FIG 6

RESUMO**“SISTEMA SENSOR CAPACITIVO E MÉTODO PARA UM SISTEMA SENSOR CAPACITIVO”**

A presente invenção refere-se a um sistema sensor capacitivo
5 compreendendo um circuito sensor conectado com uma primeira (15) e uma
segunda (11) antena, a primeira antena (15) é disposta sobre um primeiro
objeto (10) e a segunda antena (11) disposta sobre um segundo objeto (11)
deslocável em relação ao primeiro objeto (10). A primeira antena (15) é
disposta imediatamente contígua ao segundo objeto (11) para o circuito sensor
10 detectar o deslocamento e/ou a posição do segundo objeto (11).