

18



11

21

PI 8901236 A

48

Data da publicação: 07/11/89 (RPI 894)

61

Int Cl: H02K 35/00

REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
Ministério do Desenvolvimento da Indústria e do Comércio
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

30

Prioridade unionista:
18/03/88 CA 561.915, 89 102.144.6

71

Depositante: Electro Erg Limited (MX)

72

Inventor(es): Leslie I. Szabo

74

Procurador: Clarke Modet do Brasil Ltda

22

Data do depósito: 17/03/89

86

Pedido internacional:

87

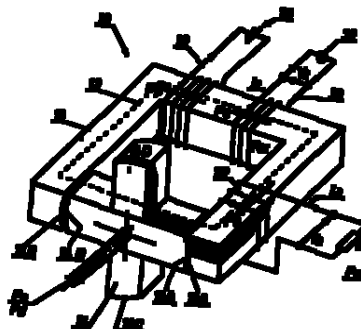
Publicação internacional:

64 Título:

67 Resumo:

"Circuito e dispositivo de compensação e gerador de distribuição."

É revelado um circuito de compensação para geradores síncronos. Em um gerador síncrono, a corrente elétrica gerada no enrolamento do induzido induz um fluxo magnético na trajetória de fluxo do gerador. O circuito de compensação da invenção inclui um condutor que circunda uma parte da trajetória de fluxo do gerador. Este condutor, conhecido como enrolamento de compensação, é abastecido com um circuito de compensação que tem um componente reativo. A corrente de compensação induz um fluxo magnético secundário que tem um componente que se opõe ao fluxo induzido pela corrente do induzido. Em uma modalidade adicional da invenção, um gerador duplo - gerador ou gerador duplo - motor é empregado. O enrolamento de compensação circunda a trajetória de fluxo de um dos geradores e o outro gerador ou motor é usado para fornecer corrente de compensação ao enrolamento de compensação.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção de "CIRCUITO E DISPOSITIVO DE COMPENSAÇÃO E GERADOR DE ELETRICIDADE".

Antecedentes da Invenção

5 A presente invenção refere-se a um processo e dispositivo para aperfeiçoar a eficiência de geradores de eletricidade.

No passado, os geradores de eletricidade sofreram uma certa perda de eficiência como resultado da distorção de fluxo magnético criada pela corrente gerada no gerador.

Em um gerador típico, há uma trajetória de fluxo magnética que passa através de um estator e através de um rotor. À medida que o fluxo magnético principal varia na trajetória de fluxo, uma voltagem elétrica e, quando o circuito está fechado, uma corrente elétrica, é induzida em um condutor que circunda, ou é espiralado, em torno de uma parte da trajetória de fluxo. Este condutor normalmente é referido como um enrolamento de induzido. À medida que a corrente induzida varia no enrolamento de induzido, um segundo fluxo magnético é induzido na trajetória de fluxo magnético

30100

pela corrente induzida. O segundo fluxo magnético será referido como o "fluxo gerado" ou como o "fluxo secundário". O fluxo gerado distorce o fluxo magnético principal quando a corrente induzida no enrolamento de induzido tem um componente ôhmico.

Caso a corrente esteja ausente no enrolamento de induzido, ou quando o enrolamento de induzido é curto-circuitado, ou a carga através do enrolamento de induzido é puramente reativa, o fluxo magnético principal, em uma face polar entre o estator e rotor, é simétrico em torno do centro da face. Desse modo, a atração magnética entre o polo do rotor e o polo do estator é simétrica em torno do centro da face de polo. Desse modo, a energia armazenada pelo movimento da face de polo de rotor em direção a, e em alinhamento com, a face de polo de estator, é igual à energia consumida no deslocamento da face de polo de rotor para fora de alinhamento e para longe da face de polo de estator. Portanto, perdas diferentes daquelas por atrito, por resistência do ar e por histerese, a energia necessária para girar o rotor é zero quando apenas o fluxo magnético principal está na trajetória de fluxo ou quando o padrão de fluxo magnético ou formato é feito simétrico através da face do polo.

Contudo, quando o fluxo magnético principal é distorcido pelo fluxo gerado induzido no enrolamento de induzido, o fluxo magnético não é mais simé

300100

trico através da face de polo entre o estator e rotor. Desse modo, a energia armazenada no deslocamento da face de polo de rotor em direção a, e em alinhamento com, uma face de polo de estator, não é mais igual à
5 energia necessária para deslocar a face de polo de rotor para fora de alinhamento e para longe da face de polo de estator. Desse modo, é necessária energia adicional para girar o rotor quando a corrente que tem um componente ôhmico é induzida no enrolamento do induzido.
10 A energia necessária para girar o rotor quando a corrente é induzida no enrolamento de induzido, em comparação com a entrada de energia quando não há corrente induzida no enrolamento de induzido, será referida como "exigência de entrada de energia distorcida".

15 Sumário da invenção

Para reduzir a quantidade de energia necessária para girar o rotor e, portanto, reduzir a quantidade de energia necessária para gerar energia elétrica, a distorção do fluxo magnético através das
20 faces polares deve ser eliminada ou pelo menos reduzida.

De acordo com esta invenção, a distorção do fluxo magnético pode ser eliminada ou pelo menos reduzida usando-se um condutor de compensação ou
25 enrolamento que circunda, ou é espiralado em torno de uma parte da trajetória de fluxo magnético. Uma corrente elétrica de compensação é passada através do enrola



mento de compensação de tal modo que um fluxo magnético, referido como fluxo de compensação, é induzido pela corrente no enrolamento de compensação. O fluxo de compensação tem um componente que se opõe ao fluxo gerado ou secundário induzido pela corrente gerada no enrolamento de induzido.

Para eliminar a distorção do fluxo magnético causada pelo fluxo gerado, o componente do fluxo de compensação oposto ao fluxo gerado deve ser igual ao 10 fluxo gerado. Se o componente oposto do fluxo de compensação for menor do que o fluxo gerado, a distorção do fluxo magnético será reduzida, porém não eliminada totalmente.

Se a distorção do fluxo magnético for 15 totalmente eliminada pelo enrolamento de compensação, a exigência de entrada de energia para o rotor é reduzida a zero (excluindo perdas por atrito, por resistência do ar e por histerese) e há compensação completa ou de 100%. Contudo, se a distorção do fluxo magnético não 20 for totalmente eliminada pelo enrolamento de compensação, a exigência de entrada de energia para o rotor é reduzida até pouco mais do que zero e há compensação parcial.

Quando o efeito do fluxo gerado é reduzido pela operação de enrolamento de compensação, quer seja compensação completa ou parcial, a entrada de energia necessária para girar o rotor, em comparação com

3.3.3

à entrada de energia quando não há corrente quer no enrolamento de induzido ou no enrolamento de compensação, será referida como a "exigência de energia de entrada de compensação."

5 A proporção de redução na exigência de entrada de energia como resultado da compensação é a diferença entre a exigência de energia de entrada distorcida e a exigência de energia de entrada compensada. A proporção de redução na entrada de energia como resultado da compensação é referida como a "redução na exigência de energia de entrada".

15 Para compensação completa, a proporção de redução é igual à exigência de energia de entrada distorcida. Para compensação parcial, a proporção de redução pode variar de pouco acima de zero até pouco menos da exigência de energia de entrada distorcida.

20 Para que a corrente de compensação possa fluir no enrolamento de compensação, a energia elétrica deve ser fornecida ao enrolamento de compensação e uma voltagem é desenvolvida através do enrolamento de compensação. Esta energia elétrica terá um componente reativo e pode ou não ter um componente real ou ôhmico.

25 Para assegurar que a compensação, como descrito acima, valha a pena de um ponto de vista econômico ou de economia de energia, a energia ôhmica ou real fornecida ao enrolamento de compensação deve ser menor do que a exigência de energia de entrada reduzida

300125

causada pelo enrolamento de compensação. Em outras pa
lavras, a energia real fornecida ao enrolamento de
compensação é menor do que a proporção pela qual a e-
nergia de entrada para o rotor é reduzida da exigência
5 de entrada de energia distorcida quando há corrente de
induzido, porém sem corrente de compensação para a si-
tuação onde há corrente de induzido e corrente de com-
pensação.

Um modo para se obter este objetivo é
10 o de fornecer ao enrolamento de compensação uma corren-
te elétrica que tem um componente reativo em relação à
voltagem através do enrolamento de compensação.

Aspectos adicionais da invenção tor-
nar-se-ão evidentes mediante a leitura da seguinte des-
15 crição detalhada e dos desenhos que ilustram a invenção
e modalidades da invenção.

Breve descrição dos desenhos

Nos desenhos:

a figura 1, folha 1, é uma vista em
20 perspectiva esquemática de uma modalidade de um circui-
to de compensação da presente invenção;

a figura 2, folha 2, é uma representa-
ção esquemática de várias relações referentes à inven-
ção;

25 a figura 3, folha 3, é uma vista pla-
na esquemática de outra modalidade de um circuito de
compensação da invenção;

300100

a figura 4, folha 4, é uma vista em perspectiva esquemática de uma modalidade de um conjunto de gerador duplo, ou conjunto de motor-gerador duplo, da invenção;

5 as figuras 5 e 6, folha 5, são diagramas de fasor que representam relações entre várias características de uma modalidade da invenção, e

a figura 7, folha 6, é um diagrama esquemático de uma modalidade adicional de um circuito de compensação e um conjunto de motor/gerador - gerador duplo da invenção.

Descrição detalhada das modalidades preferidas da invenção

A figura 1 ilustra um gerador de ele-
15 tricidade de corrente alternada representativo que inclui uma modalidade do circuito de compensação da presente invenção. O gerador 10 inclui uma trajetória de fluxo magnético 12 através da qual o fluxo magnético pode passar. Tipicamente, a trajetória de fluxo 12 com-
20 preende um rotor 14 e um estator 16, que são ambos feitos de um material magnético tal como ferro.

Um fluxo magnético primário F_p (em negrito representa vetores) é criado e induzido a passar através da trajetória de fluxo magnético 12 por inter-
25 médio de qualquer fonte conveniente. Na figura 1, o fluxo primário F_p é mostrado como sendo criado por indução através de um enrolamento de excitação 18 com um forne-

000100

cimento de energia de excitação 20. É possível que o fluxo primário F_p pudesse ser criado por um ímã permanente.

Um enrolamento de induzido 22 é espiralado em torno, ou de outro modo circunda, parte da trajetória de fluxo 12. Quando o fluxo primário F_p na trajetória de fluxo 12 é induzido a variar, dentro dos enrolamentos do enrolamento de induzido 22, uma voltagem V_a é gerada através do enrolamento de induzido 22.

10 No gerador mostrado na figura 1, a variação no fluxo primário F_p é causada pela rotação do rotor 14. À medida que o rotor 14 gira, a trajetória de fluxo 12 é completada quando os polos do rotor 14A, 14B, 14C ou 14D estão em alinhamento com os polos do estator 16A, 16B.

15 Contudo, a trajetória de fluxo 12 é dividida quando o rotor 14 e as faces do polo de rotor 14A a 14D não estão mais em alinhamento com os polos de estator 16A, 16B.

Quando a trajetória de fluxo 12 é dividida, o fluxo primário F_p variará na trajetória de fluxo 12, desse modo gerando a voltagem V_a através do enrolamento de induzido.

Se uma carga ôhmica R , ou outra carga, quer seja capacitiva ou indutiva, for conectada ao enrolamento de induzido 22, uma corrente I_a fluirá no enrolamento de induzido 22 através da carga R , ou outra carga.



Se a corrente I_a flui através do induzido 22, de acordo com a lei de Lenz, um fluxo magnético secundário F_s é induzido na trajetória de fluxo magnético 12. O fluxo magnético secundário F_s tem um componente oposto à direção do fluxo primário F_p .

Caso não haja corrente I_a fluindo no enrolamento de induzido 22, se o enrolamento de induzido estiver em curto circuito, ou se a carga for puramente reativa, o padrão do fluxo primário F_p entre o estator 16 e o rotor 14 nas faces de polo, por exemplo 16A e 14A na figura 1, é simétrico através da face de polo. Desse modo, a atração magnética entre o polo de rotor e o polo de estator é simétrica em torno da face de polo. Desse modo, a energia armazenada pelo deslocamento do polo de rotor, por exemplo 14A, em direção a , e para alinhamento com, a face de polo estator, por exemplo 16A, é igual à energia consumida no deslocamento da face de polo de rotor 14A para fora de alinhamento e para longe da face de polo de estator 16A. Portanto, com perdas outras que não por atrito, por resistência do ar e por histerese, a energia necessária para girar o rotor 14 é zero quando apenas o fluxo magnético primário F_p está na trajetória de fluxo 12 ou se o fluxo magnético total na trajetória de fluxo 12 for feito simétrico em torno da face de polo.

Contudo, quando há corrente I_a no enrolamento de induzido 22 tendo um componente ôhmico, o



fluxo secundário F_s ocasionará uma distorção do fluxo magnético que passa através das faces de polo. Por conseguinte, o fluxo magnético não é mais simétrico através das faces de polo entre o estator 16 e o rotor 14.

5 Desse modo, a energia armazenada no deslocamento da face de polo de rotor, por exemplo 14A em direção a, e em alinhamento com, a face de polo de estator, por exemplo 16A, não é mais igual à energia necessária para mover a face de polo de rotor 14A para fora de ali-

10 nhamento e para longe da face de polo de estator 16A. Desse modo, energia adicional é necessária para girar o rotor 14 quando a corrente I_a que tem um componente ôhmico é induzida no enrolamento de induzido 22. A energia P_d necessária para girar o rotor 14 quando a

15 corrente I_a é induzida no enrolamento de induzido 22 (e quando a invenção não é usada) será referida como "exigência de entrada de energia distorcida".

Um enrolamento de compensação 30 é mostrado na figura 1. O enrolamento de compensação 30 é espiralado em torno, ou de outro modo circunda, uma parte da trajetória de fluxo magnético 12. O enrolamento de compensação 30 é conectado a uma fonte de energia 32 e uma voltagem de compensação V_c é desenvolvida através do enrolamento de compensação 30.

25 Quando a corrente I_c flui no enrolamento de compensação 30, um fluxo magnético de compensação F_c é induzido, o qual tem um componente que se opõe ao

30125

fluxo magnético secundário F_s que foi induzido pela corrente I_a no enrolamento de induzido 22.

A fonte de energia 32 fornece a corrente de compensação I_c ao enrolamento de compensação 30. A corrente de compensação I_c tem um componente reativo em relação à voltagem de compensação V_c .

Para eliminar a distorção do fluxo magnético causado pelo fluxo magnético secundário F_s , o componente do fluxo de compensação F_c que se opõe ao fluxo secundário F_s deve ser igual ao fluxo secundário F_s . Se o componente oposto do fluxo de compensação F_c for menor do que o fluxo secundário F_s , a distorção do fluxo magnético na trajetória de fluxo 12 será reduzida, porém não totalmente eliminada.

Como resultado do fluxo de compensação F_c gerado pelo enrolamento de compensação 30, a exigência de entrada de energia para girar o rotor 14 é reduzida.

Como mostrado esquematicamente na figura 2, uma exigência de energia de entrada distorcida P_d é necessária para girar o rotor 14 do gerador quando uma corrente prescrita I_p da corrente de induzido I_a flui no enrolamento de induzido 22 e nenhuma corrente de compensação I_c flui no enrolamento de compensação 30. Além disso, uma exigência de energia de entrada compensada P_c é definida como sendo a exigência de energia de entrada necessária para girar o rotor 14

9901235

do gerador 10 quando a corrente prescrita I_p da corrente de induzido I_a flui no enrolamento de induzido 22 e a corrente de compensação I_c flui no enrolamento de compensação 30. A diferença entre a exigência de energia 5 de entrada distorcida P_d e a exigência de energia de entrada compensada P_c é referida como a redução na exigência de energia de entrada P_{red} . Desse modo, temos a relação $P_{red} = P_d - P_c$.

Para fazer a compensação pelo enrolamento de compensação 30 tão eficiente quanto possível de um ponto de vista econômico e de economia de energia, a energia real P_{cc} fornecida ao enrolamento de compensação 30 deve ser menor do que a economia na exigência de energia de entrada P_{red} ganha pelo uso do 15 enrolamento de compensação 30. Desse modo, $Real\ P_{cc} \leq P_{red} = P_d - P_c$.

De preferência, o componente real da energia elétrica P_{cc} para o enrolamento de compensação 30 é tão próximo a zero quanto possível.

20 Outra modalidade representativa de um gerador de eletricidade de corrente alternada é mostrada na figura 3. O gerador elétrico 40 na figura 3 inclui uma trajetória de fluxo magnético 42 através da qual o fluxo magnético pode passar. Tipicamente, a 25 trajetória de fluxo magnético 42 compreende um rotor 44 e um estator 46.

Um fluxo magnético primário F_p é cria

390106

do e induzido a passar através da trajetória de fluxo magnético 42 por intermédio de qualquer fonte conveniente. Na figura 3, o fluxo primário F_p é mostrado como sendo criado por indução através de um enrolamento de excitação 48 e um fornecimento de energia de excitação 50.

Um enrolamento de induzido 52 é espiralado em torno, ou de outro modo circunda, uma parte da trajetória de fluxo 42. O enrolamento de induzido 52 compreende enrolamentos individuais 52a, 52b, e 52c como enrolamentos representativos.

Como foi o caso na modalidade da figura 1, quando o fluxo primário F_p é induzido a variar dentro dos enrolamentos do enrolamento de induzido 52, uma voltagem V_a é gerada através do enrolamento de induzido 52.

Se uma carga ôhmica R , ou qualquer outra carga, for conectada ao enrolamento de induzido 52, uma corrente I_a fluirá no enrolamento de induzido 52 através da carga R , ou de qualquer outra carga.

Se a corrente I_a fluir através do enrolamento de induzido 52, de acordo com a lei de Lenz, um fluxo magnético secundário F_s é induzido na trajetória de fluxo magnético 42 que tem um componente oposto à direção do fluxo primário F_p . Como descrito com relação ao gerador elétrico da modalidade da

390133

figura 1, o fluxo magnético secundário F_s gerado pela corrente I_a quando tem um componente ôhmico distorce a simetria do padrão de fluxo magnético através das faces polares que resulta em uma exigência de energia 5 de entrada distorcida P_d .

Um enrolamento de compensação 60 é mostrado na figura 3. O enrolamento de compensação 60 é espiralado em torno, ou de outro modo, circunda a trajetória de fluxo magnético 42. O enrolamento de 10 compensação 60 compreende enrolamentos individuais 60a, 60b, 60c. O enrolamento de compensação 60 é conectado à uma fonte de energia 62.

Quando a corrente I_c flui no enrolamento de compensação 60, um fluxo magnético de compensação 15 F_c é induzido, o qual tem um componente que se opõe ao fluxo magnético secundário F_s induzido pela corrente de indução I_a no enrolamento de indução 52.

Como com a modalidade da invenção mostrada na figura 1, a fonte de energia 62 fornece ao 20 enrolamento de compensação 60 a corrente de compensação I_c e a corrente de compensação tem um componente reativo.

A modalidade da invenção como descrito com relação à modalidade da figura 3 opera nos mesmos 25 princípios como discutido acima com relação à modalidade da figura 1.

Considerando agora qualquer modalida-

30 60 32 62

de, a energia fornecida ao enrolamento de compensação 30 ou 60 pela fonte de energia 32 ou 62 tem um componente reativo e pode, ou não, ter um componente real. Caso haja um componente real da corrente de compensação 1c, preferivelmente o componente reativo é maior do que o componente real. Mais preferivelmente, a corrente de compensação 1c tem substancialmente apenas um componente reativo e substancialmente nenhum componente real:

10 Quando a voltagem V_a é gerada através do enrolamento de induzido 22 ou 52 e a corrente de induzido I_a flui no enrolamento de induzido 22 ou 52, a energia P_a é fornecida à carga R. De preferência, a energia real P_a fornecida pelo enrolamento de induzido 15 22 ou 52 é maior do que o componente real de energia P_{cc} fornecida ao enrolamento de compensação 30 ou 60.

A presente invenção tem aplicação específica em geradores que não têm substancialmente força Lorentz. Em geradores sem força Lorentz, a corrente 20 I_a que flui através do enrolamento de induzido 22 ou 52 não passa através da trajetória de fluxo magnético 12 ou 42. Adicionalmente, de preferência, a corrente de compensação 1c que flui através do enrolamento de compensação 30 ou 60 não corta a trajetória de 25 fluxo magnético 12 ou 42.

Em uma modalidade preferida da invenção, a energia elétrica P_a é gerada no enrolamento de

391236

induzido 22 ou 52. A energia elétrica P_a gerada no induzido tem um componente reativo e um componente real. Preferivelmente, o componente real da energia de induzido P_a no enrolamento de induzido 22 ou 52 é maior do que o componente real da energia P_{cc} fornecida ao enrolamento de compensação 30 ou 60.

Numa modalidade preferida da invenção, o gerador 10 ou 40 tem uma entrada de energia real P_i necessária para gerar uma quantidade prescrita de energia de saída P_a no enrolamento de induzido 22 ou 52. A exigência de entrada de energia real P_i compreende a exigência de energia de entrada necessária para girar o rotor 14 ou 44, quer P_d ou P_c , mais a energia elétrica P_{cc} fornecida ao enrolamento de compensação 30 ou 60. De preferência, a exigência de entrada de energia real P_i do gerador 10 ou 40 é menor quando a corrente de compensação I_c flui no enrolamento de compensação 30 ou 60 ao invés de quando não há fluxo de corrente de compensação I_c no enrolamento de compensação 30 ou 60.

A presente invenção pode ser descrita em termos de várias características físicas associadas à operação do gerador 10 ou 40 em associação com o enrolamento de compensação 30 ou 60, como a seguir.

25 V_a é a voltagem induzida através do enrolamento de induzido 22 ou 52;

V_c é a voltagem desenvolvida através



do enrolamento de compensação 30 ou 60;

i_a é a corrente no enrolamento de induzido 22 ou 52;

i_c é a corrente no enrolamento de compensação 30 ou 60;

ΔV é o ângulo elétrico da voltagem V_a para a voltagem V_c ;

ΔA é o ângulo elétrico da voltagem V_a para a corrente i_a no enrolamento de induzido 22 ou 52; e

ΔC é o ângulo elétrico da voltagem V_c para a corrente i_c no enrolamento de compensação 30 ou 60.

Quando a voltagem de compensação V_c está adiantada em relação à voltagem de induzido V_a por uma quantidade de medição elétrica que varia de 0° a 90° , a orientação relativa em medição elétrica das correntes correspondentes i_c e i_a pode ser vista esquematicamente na figura 5. Desse modo, a voltagem de compensação V_c conduz a corrente de compensação i_c , e desse modo o ângulo ΔC entre estas duas é negativo. Além disso, a corrente de induzido i_a está adiantada em relação à voltagem de induzido V_a , e desse modo o ângulo ΔA entre estas duas é positivo.

Nesta situação, onde a voltagem de compensação V_c está adiantada em relação à voltagem de induzido V_a por um ângulo que varia de 0° a 90° , o ân-

3001300

gulo AO entre a voltagem de compensação V_c e a corrente de compensação I_c poderia variar de -315° a 45° . Além disso, o ângulo AA entre a voltagem de induzido V_a e a corrente de induzido I_a poderia variar de 90° a 270° .

Caso o enrolamento de compensação 30 ou 60 seja feito para operar com a corrente reativa I_c , quando a voltagem de compensação V_c está adiantada em relação à voltagem de induzido V_a entre 0° a 90° , a corrente de compensação I_c atrasar-se-á em relação à voltagem de compensação V_c entre -225° a -135° ou de -45° a 45° .

Além disso, a corrente de induzido I_a estará adiantada em relação à voltagem de induzido V_a entre 135° a 225° .

Quando a voltagem de compensação se atrasa em relação à voltagem de induzido V_a por uma proporção de medição elétrica que varia de 0° a 90° , a orientação relativa em medição elétrica das correntes correspondentes I_c e I_a pode ser vista esquematicamente na figura 6. Desse modo, a voltagem de compensação V_c se atrasa em relação à corrente de compensação I_c , e desse modo o ângulo Δ_c entre estas duas é positivo. Além disso, a corrente de induzido I_a está adiantada em relação à voltagem de induzido V_a , e desse modo o ângulo AA entre estas duas é positivo.

Nesta situação onde a voltagem de com

3001030

compensação V_c se atrasa em relação à voltagem de induzi-
do V_a por um ângulo que varia de 0° a 90° , o ângulo
 AO entre a voltagem de compensação V_c e a corrente de
compensação I_c poderia variar de -45° a 315° . Além
5 disso, o ângulo AA entre a voltagem de induzido V_a
e a corrente de induzido I_a poderia variar de 90° a
 270° .

Se o enrolamento de compensação 30
ou 60 for feito para operar com corrente reativa I_c ,
10 quando a voltagem de compensação V_c se atrasa em rela-
ção à voltagem de induzido V_a entre 0° a 90° , a corren-
te de compensação I_c atrasar-se-á em relação à voltagem
de compensação V_c entre -45° a $+45^\circ$ ou de 135° a 225° .

Além disso, a corrente de induzido I_a
15 adiantará em relação à voltagem de induzido V_a en-
tre 135° a 225° .

Desse modo, no modo de compensação,
quando o enrolamento de compensação 30 ou 60 estiver
em operação, as seguintes relações serão satisfeitas:

20 quando: $0^\circ \leq AV \leq +90^\circ$
 $-45^\circ \leq AC \leq +45^\circ$ ou $-225^\circ \leq AC \leq -135^\circ$
 $+135^\circ \leq AA \leq +225^\circ$
e quando: $-90^\circ \leq AV \leq 0^\circ$
 $-45^\circ \leq AC \leq +45^\circ$ ou $+135^\circ \leq AC \leq +225^\circ$
25 $+135^\circ \leq AA \leq +225^\circ$

Outro aspecto da invenção reside na
provisão de um meio adequado para fornecer ao enrola-

30 60 120

mento de compensação 30 ou 60 uma corrente de compensação 1c tendo um componente reativo.

Preferivelmente, a invenção compreende de "geradores duplos" tais que o meio para fornecer 5 a corrente de compensação 1c a um gerador, tal como o gerador 10, como mostrado na figura 1, é um segundo gerador similar 10', como mostrado na figura 4.

O gerador 10 da figura 1 é mostrado como um gerador de um conjunto de geradores duplos 10 e 10 10' como mostrado na figura 4. O gerador 10' tem características similares como descrito acima com relação ao gerador 10. Numerais marcados com plicas concernentes ao gerador 10' correspondem às características no gerador 10' que são iguais e ou substancialmente similares 15 às mostradas e descritas com referência ao gerador 10.

Desse modo, o enrolamento de excitação 18' no gerador 10' induz um fluxo primário F_p' na trajetória de fluxo magnético 12' que gera uma voltagem de induzido V_a' no enrolamento de induzido 22', o 20 qual é espiralado em torno, ou de outro modo circunda, a trajetória de fluxo magnético 12'.

A saída do enrolamento de induzido 22' do gerador 10' é conectada ao enrolamento de compensação 30 no gerador 10. Desse modo, o gerador 10' está 25 agindo como a fonte de energia 32, como mostrado na figura 1. Além disso, a corrente $1a'$ gerada pelo gerador 10' está agindo como a corrente de compensação 1c,



como mostrado na figura 1. Na figura 4, a corrente de induzido la' do gerador 10' é a corrente de compensação lc fornecida ao enrolamento de compensação 30.

Como o gerador 10 está eletricamente
5 conectado ao gerador 10' através da corrente de induzido la' do gerador 10', a orientação física do rotor 14' do gerador 10' com relação aos polos do estator 16A', 16B' do estator 16' do gerador 10', em comparação com a orientação física do rotor 14 do gerador 10
10 com relação aos polos de estator 16A, 16B do estator 16, afetará a eficiência da compensação. Isto ocorre porque o rotor 14' do gerador 10' relativamente adianta ou atrasa o rotor 14 do gerador 10, as voltagens respectivas V_n e $V_{n'}$ terão fases diferentes. Desse modo, a
15 respectiva corrente de induzido la e la' terá fases diferentes. Como $la' = lc$, o fluxo secundário F_s induzido pela corrente de induzido la terá uma fase diferente do que o fluxo de compensação F_c induzido pela corrente de compensação $lc = la'$.

20 Se a linha entre o centro das faces polares de um determinado estator é tomada como a linha de referência, o rotor 14 do gerador 10, em qualquer momento determinado, estará em um ângulo A em relação à linha de referência entre os polos de estator 16A e 16B.
25 Similarmente, o rotor 14' do gerador 10', em qualquer momento determinado, estará em um ângulo B com relação à linha de referência entre as faces de polo de esta-

300130

tor 16A' e 16B'. Desse modo, o ângulo relativo entre o rotor 14 e o rotor 14' será o ângulo C, o qual é o ângulo A menos o ângulo B. Desse modo, na figura 4, o rotor 14' adianta em relação ao rotor 14 por um ângulo de

$$C = A - B.$$

Descobriu-se que pelo controle do ângulo relativo C entre os respectivos rotores 14 e 14', os efeitos do enrolamento de compensação 30 podem ser aperfeiçoados. Desse modo, para determinadas características elétricas e mecânicas para os geradores 10 e 10', e para uma determinada carga R, o ângulo relativo C entre os respectivos rotores pode aperfeiçoar a eficiência do enrolamento de compensação 30 ou 60. Desse modo, para uma determinada corrente de compensação I_c , há uma maior redução na energia de entrada necessária para girar o rotor 14 em certos ângulos C do que em outros.

Em uma modalidade preferida adicional da invenção, a invenção compreende um conjunto de motor-gerador duplo. Nesta modalidade, o motor é igual ao gerador 10' mostrado na figura 4. Contudo, o gerador 10' é acionado para operar como um motor síncrono que fornece energia reativa e corrente para o enrolamento de compensação 30.

Em uma modalidade preferida adicional da invenção, como mostrado na figura 7, o gerador 70,



o qual é similar ao gerador 10 ou 40, é um gerador síncrono trifásico. Em particular, uma fase do gerador 70 é o enrolamento de induzido 72, e outra fase 74 que age como um enrolamento de compensação. Preferivelmente, a terceira fase 76 também age como parte do enrolamento de compensação. As fases 74 e 76 são em série.

Em ainda uma modalidade adicional da invenção, como mostrado na figura 7, o gerador/motor 80 é conectado ao gerador 70 e o gerador/motor 80 fornece corrente de compensação às fases 74 e 76 do gerador 70. Em particular, as fases 84, 86 do gerador/motor 80 fornecem corrente de compensação às fases 74, 76 do gerador 70. A fase 82 do gerador/motor 80 é deixada em inatividade.

Em outras modalidades da invenção, a invenção permanece substancialmente a mesma que descrita acima, exceto, além disso, que há mais do que um enrolamento de induzido, ou alternativamente mais do que um enrolamento de compensação, ou alternativamente mais do que um enrolamento de induzido e mais do que um enrolamento de compensação.

Se M representa o número de primeiros condutores (ou enrolamentos de induzido), e T representa o número de segundos condutores (ou enrolamentos de compensação), então M é maior do que ou igual a 1, e T é maior do que ou igual a 1. De preferência, M se iguala a 1, 2, 3, 4 ou 5 e T iguala 1, 2, 3, 4 ou 5.

39125

Embora a revelação descreva e ilustre certas modalidades preferidas da invenção, deve ser entendido que a invenção não é limitada a estas modalidades específicas. A invenção inclui todas as modalidades que são equivalentes funcionais, mecânicos ou elétricos das modalidades reveladas e ilustradas aqui.

300130

REIVINDICAÇÕES

1 - Circuito de compensação, em um gerador de eletricidade de corrente alternada, tendo uma trajetória de fluxo magnético e um primeiro condutor
5 que circunda uma parte da trajetória de fluxo magnético para gerar corrente elétrica tendo componente ôhmico no primeiro condutor quando o fluxo magnético varia na trajetória de fluxo magnético, em que a corrente gerada no primeiro condutor induz um fluxo magnético na
10 trajetória de fluxo magnético, o circuito de compensação sendo caracterizado pelo fato de que compreende:

um segundo condutor que circunda uma parte da trajetória de fluxo magnético para induzir, quando uma corrente elétrica flui no segundo condutor,
15 um fluxo magnético de compensação que opõe o fluxo magnético induzido pela corrente gerada no primeiro condutor; e

meio para fornecer ao segundo condutor uma corrente de compensação para induzir o fluxo
20 magnético de compensação, a corrente de compensação tendo um componente reativo.

2 - Circuito de compensação, de acordo

2001205

com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a trajetória de fluxo magnético passa através de um rotor; e em que um componente real de energia elétrica para o segundo condutor é menor do que uma redução
5 na exigência de energia de entrada para o rotor;

em que (a) uma exigência de energia de entrada distorcida é necessária para girar o rotor quando uma corrente prescrita flui no primeiro condutor e nenhuma corrente flui no segundo condutor;

10 (b) uma exigência de energia de entrada compensada é necessária para girar o rotor quando a corrente prescrita flui no primeiro condutor e a corrente de compensação flui no segundo condutor; e

(c) a redução na exigência de energia
15 de entrada é a diferença entre a exigência de energia de entrada distorcida e a exigência de energia de entrada compensada.

3 - Circuito de compensação, de acordo com a reivindicação 2, caracterizado pelo fato de
20 que a corrente de compensação tem um componente real e o componente reativo da corrente de compensação é maior do que o componente real de corrente de compensação.

4 - Circuito de compensação, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que
25 a corrente de compensação tem substancialmente apenas um componente reativo e substancialmente não tem componente real.

BR 123

5 - Circuito de compensação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o segundo condutor é abastecido com energia elétrica tendo um componente reativo e um componente real, e 5 energia elétrica é gerada no primeiro condutor tendo um componente reativo e um componente real, em que o componente real de energia no primeiro condutor é maior do que o componente real de energia no segundo condutor.

10 6 - Circuito de compensação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o fluxo magnético induzido na trajetória magnética que é induzida pela corrente no primeiro condutor quando nenhuma corrente flui no segundo condutor cau- 15 sa uma exigência de entrada de energia real aumentada para o gerador;

em que a corrente que flui no segundo condutor ocasiona uma diminuição na exigência de entrada de energia real para o gerador; e

20 em que um componente real de energia no segundo condutor é menor do que a diminuição em exigência de entrada de energia real para o gerador causada pela corrente que flui no segundo condutor.

7 - Circuito de compensação, de acordo 25 com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que o gerador de eletricidade tem uma exigência de entrada de energia real para gerar uma quantidade prescri-



parte da trajetória de fluxo magnético para gerar corrente elétrica no primeiro condutor quando o fluxo magnético varia na trajetória de fluxo magnético, em que a corrente gerada no primeiro condutor induz um fluxo magnético na trajetória de fluxo magnético;

um segundo condutor que circunda uma parte da trajetória de fluxo magnético para induzir, quando uma corrente elétrica flui no segundo condutor, um fluxo magnético de compensação que opõe o fluxo magnético induzido pela corrente gerada no primeiro condutor;

meio para fornecer ao segundo condutor uma corrente de compensação para induzir o fluxo magnético de compensação, a corrente de compensação tendo um componente reativo;

em que o meio para fornecer a corrente de compensação é um segundo gerador de eletricidade, de corrente alternada tendo:

uma segunda trajetória de fluxo magnético; e

um terceiro condutor circundando uma parte da segunda trajetória de fluxo magnético para gerar corrente elétrica no terceiro condutor quando o fluxo magnético varia na segunda trajetória de fluxo magnético; e

em que o terceiro condutor é eletricamente conectado ao segundo condutor de modo que a cor



rente elétrica gerada no terceiro condutor é fornecida ao segundo condutor.

10 - Circuito de compensação, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a corrente gerada no primeiro condutor é referida como I_a ;

em que a voltagem através do primeiro condutor, associada à corrente I_a é referida como V_a ;

em que a corrente de compensação no segundo condutor é referida como I_c ;

em que uma voltagem através do segundo condutor associada à corrente I_c é referida como V_c ; e em que

ΔV é um ângulo em medição elétrica da voltagem V_a para a voltagem V_c ;

ΔA é um ângulo em medição elétrica da voltagem V_a para a corrente I_a ; e

ΔC é um ângulo em medição elétrica da voltagem V_c para a corrente I_c ;

em que as seguintes relações são atendidas:

quando:

$$0^\circ \leq \Delta V \leq +90^\circ$$
$$-45^\circ \leq \Delta C \leq +45^\circ \text{ ou } -225^\circ \leq \Delta C \leq -135^\circ$$
$$+135^\circ \leq \Delta A \leq +225^\circ$$

25 ou quando:

$$-90^\circ \leq \Delta V \leq 0^\circ$$
$$-45^\circ \leq \Delta C \leq +45^\circ \text{ ou } 135^\circ \leq \Delta C \leq +225^\circ$$
$$135^\circ \leq \Delta A \leq +225^\circ$$

BRITISH

11 - Circuito de compensação, de acordo com a reivindicação 6, caracterizado pelo fato de que a corrente gerada no primeiro condutor é referida como I_a ;

5 em que a voltagem através do primeiro condutor associado à corrente I_a é referida como V_a ;
em que a corrente de compensação no segundo condutor é referida como I_c ;

em que uma voltagem através do segundo
10 condutor associado à corrente I_c é referida como V_c ; e
em que

ΔV é um ângulo em medição elétrica da voltagem V_a para a voltagem V_c ;

ΔA é um ângulo em medição elétrica da
15 voltagem V_a para a corrente I_a ; e

ΔC é um ângulo em medição elétrica da voltagem V_c para a corrente I_c ;

em que as seguintes relações são atendidas:

20 quando: $0^\circ \leq \Delta V \leq + 90^\circ$
 $-45^\circ \leq \Delta C \leq + 45^\circ$ ou $-225^\circ \leq \Delta C \leq -135^\circ$
 $+135^\circ \leq \Delta A \leq + 225^\circ$

ou quando: $90^\circ \leq \Delta V \leq 0^\circ$
 $-45^\circ \leq \Delta C \leq +45^\circ$ ou $+135^\circ \leq \Delta C \leq +225^\circ$
25 $+135^\circ \leq \Delta A \leq +225^\circ$

12 - Circuito de compensação, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de

390136

que o gerador é um gerador síncrono trifásico, e uma
sua primeira fase é o primeiro condutor e uma sua
segunda fase é o segundo condutor.

13 - Circuito de compensação, de acor
5 do com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de
que uma terceira fase do gerador é conectada em série
à sua segunda fase.

14 - Circuito de compensação, de acor
do com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de
10 que o meio para fornecer a corrente de compensação é
um gerador/motor de eletricidade de corrente alterna-
da trifásico.

15 - Circuito de compensação, de acor
do com qualquer uma das reivindicações 1, 2, 3, 4, 5,
15 6, 7, 11, 12, 13 ou 14, caracterizado pelo fato de
que o primeiro condutor não passa através da trajetó-
ria de fluxo magnética; e o segundo condutor não pas-
sa através da trajetória de fluxo magnético.

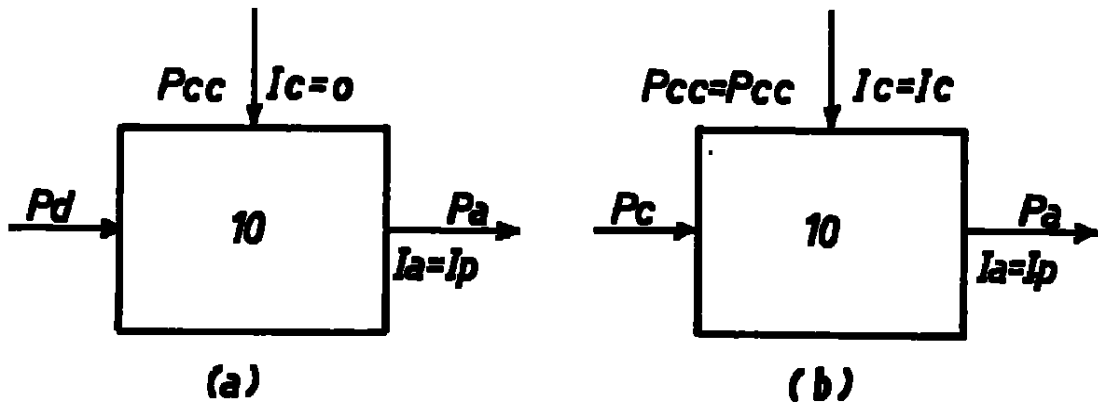


FIG. 2

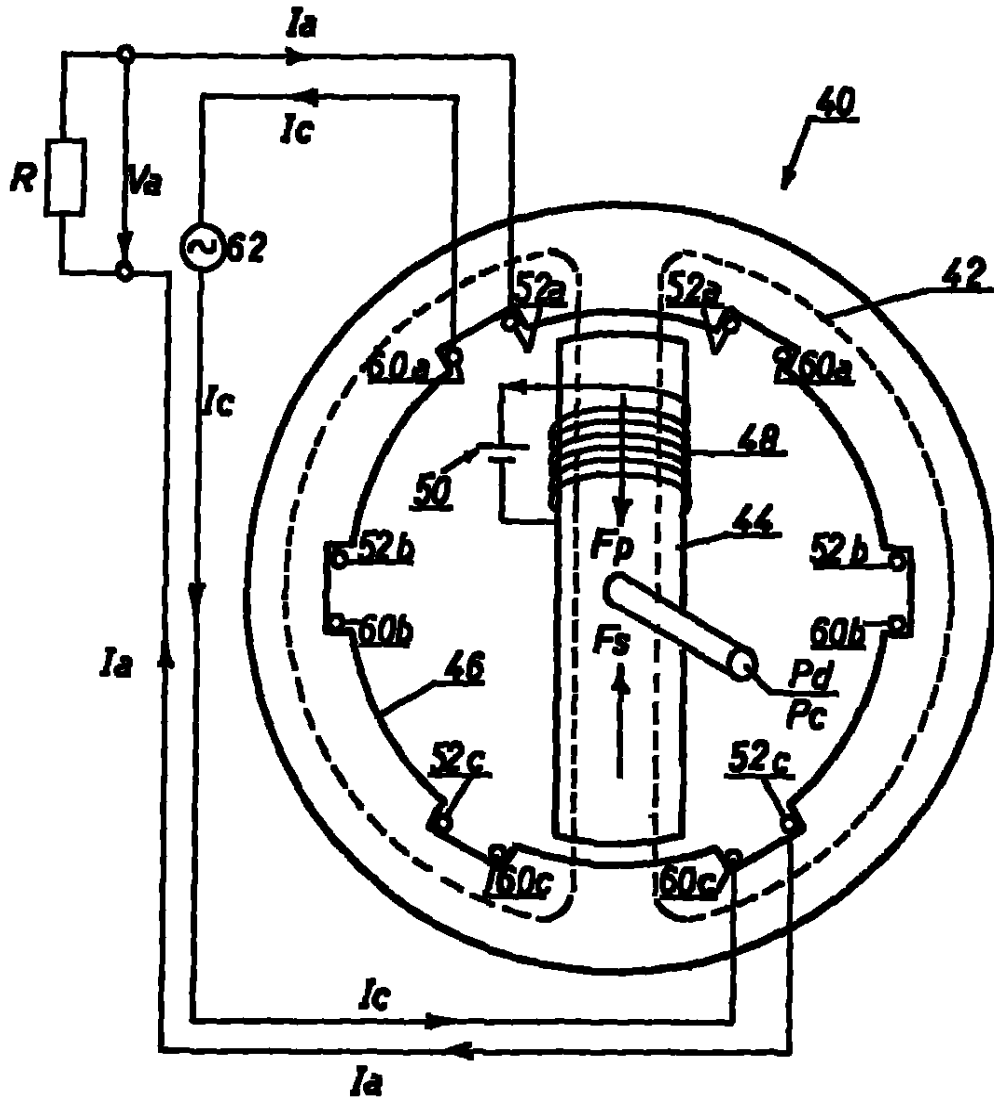


FIG. 3

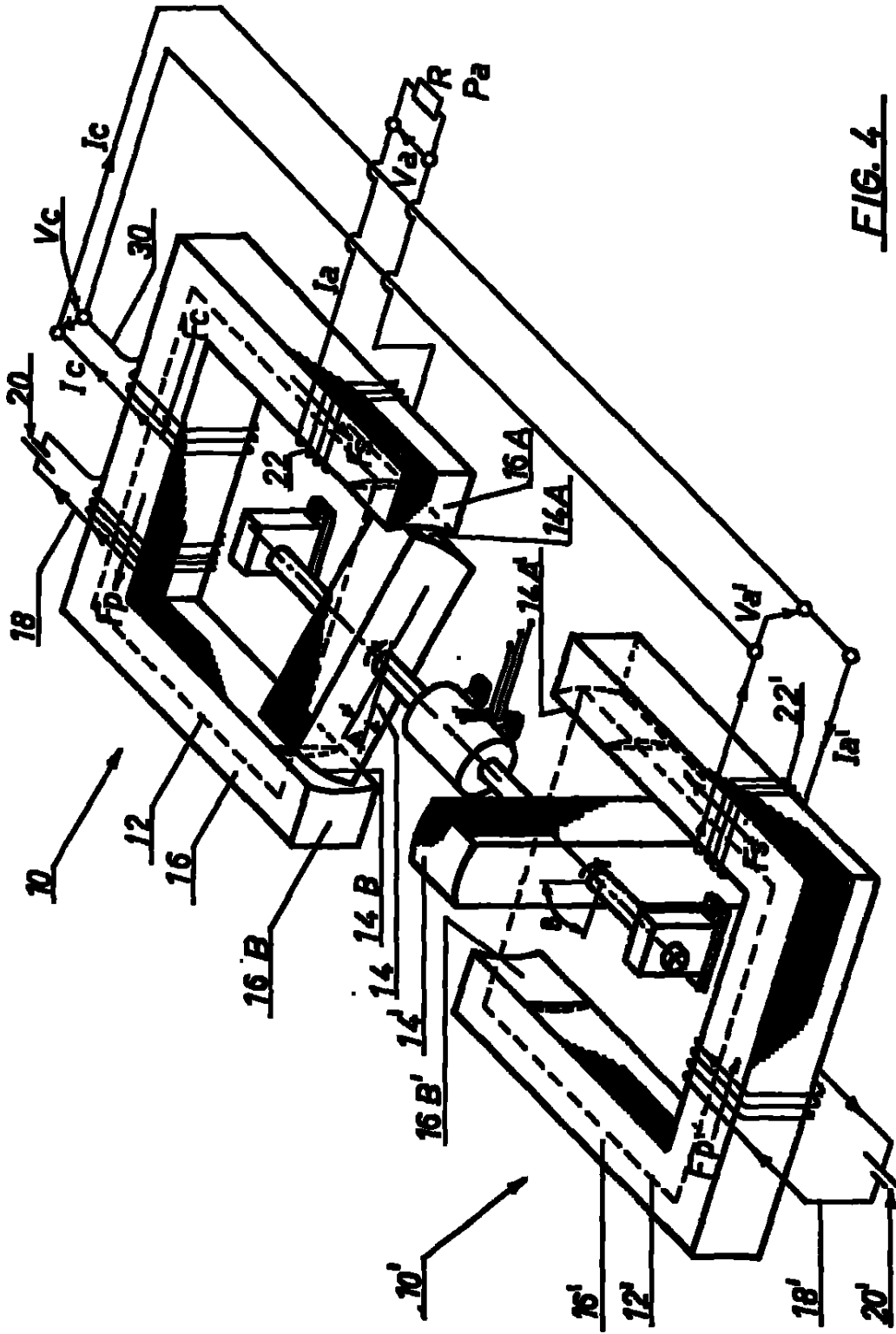


FIG. 4

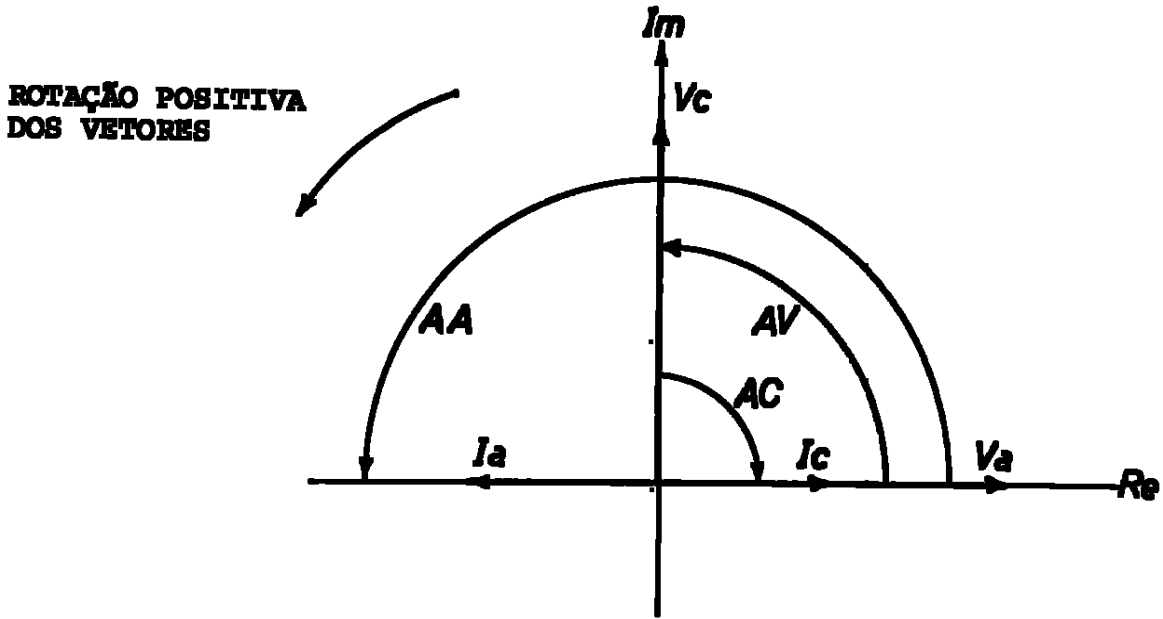


FIG. 5

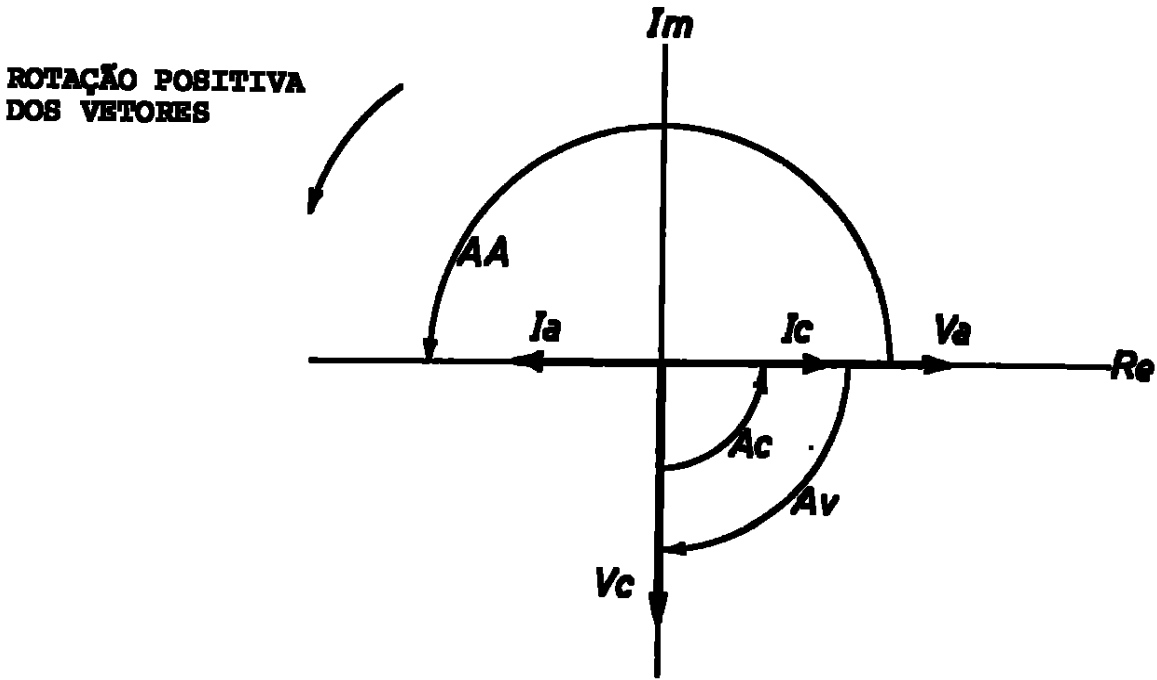


FIG. 6

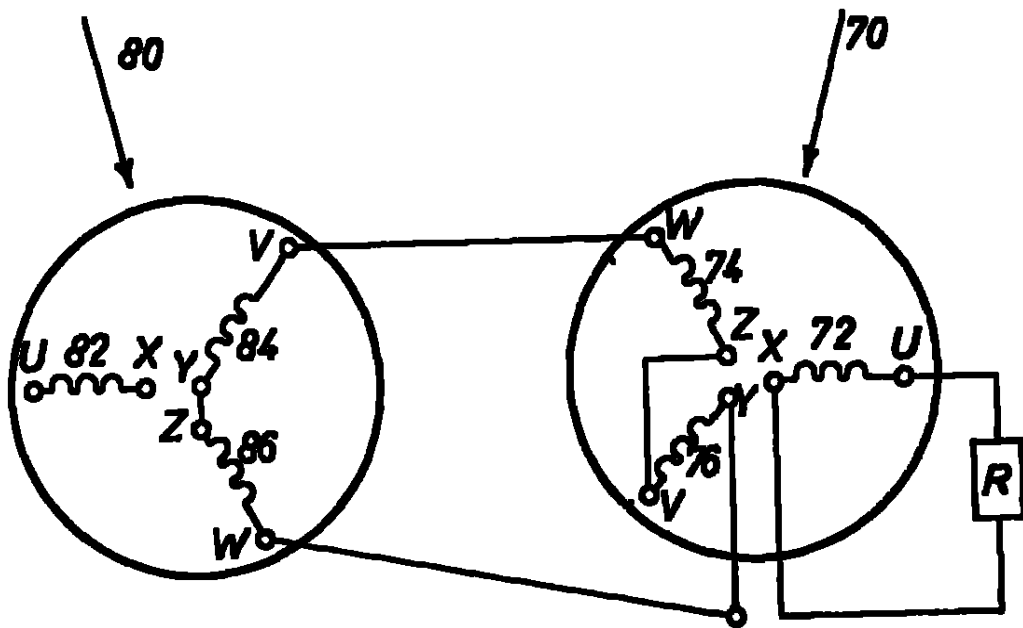


FIG. 7

30125

RESUMO DA INVENÇÃO

Patente de Invenção de "CIRCUITO E DISPOSITIVO DE COMPENSAÇÃO E GERADOR DE ELETRICIDADE".

É revelado um circuito de compensação
5 para geradores elétricos. Em um gerador elétrico, a corrente elétrica gerada no enrolamento do induzido induz um fluxo magnético na trajetória de fluxo do gerador. O circuito de compensação da invenção inclui um condutor que circunda uma parte da trajetória de fluxo
10 do gerador. Este condutor, conhecido como enrolamento de compensação, é abastecido com um circuito de compensação que tem um componente reativo. A corrente de compensação induz um fluxo magnético secundário que tem um componente que se opõe ao fluxo induzido pela corrente
15 do induzido. Em uma modalidade adicional da invenção, um gerador duplo - gerador ou gerador duplo - motor é empregado. O enrolamento de compensação circunda a trajetória de fluxo de um dos geradores e o outro gerador ou motor é usado para fornecer corrente de compen
20 sação ao enrolamento de compensação.