



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

(11) PI 0514840-5 B1

(22) Data do Depósito: 24/08/2005

(45) Data de Concessão: 06/03/2018



(54) Título: PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PRODUZIR UM ENROLAMENTO DE BOBINA

(51) Int.Cl.: H01F 41/06

(30) Prioridade Unionista: 03/09/2004 AT A 1477/2004

(73) Titular(es): COIL HOLDING GMBH

(72) Inventor(es): JOSEF EDER; ALEXANDER GRISENTI

**PROCESSO E DISPOSITIVO PARA PRODUZIR UM ENROLAMENTO DE
BOBINA**

[001] A invenção se refere a um processo para produzir um enrolamento de bobina, composto de uma ou mais camadas de bobina de condutores, ou feixes de condutores, deformados essencialmente de modo retangular, bem como a um dispositivo de enrolamento para produzir um enrolamento de bobina, composto de uma ou mais camadas de bobina de condutores, ou feixes de condutores, deformados essencialmente de modo retangular.

[002] Em bobinas, de modo particular, em reatores isolados a seco sem núcleo de ferro com duas ou mais seções cilíndricas de enrolamento, ligadas eletricamente em paralelo, dispostas concentricamente entre si por liberação de fendas, é conhecido enrolar as camadas de bobina de condutores, ou feixes de condutores, deformados de modo retangular, onde as camadas de bobina possuem um número distinto de enrolamentos, predominantemente reduzido de dentro para fora.

[003] A construção básica de camadas de bobina ligadas eletricamente em paralelo, dispostas concentricamente entre si, é conhecida no estado da técnica, por exemplo, através da EP 0 092 018 B1. As figs. 1 e 2 mostram a instalação basicamente construtiva dessas camadas de bobina 1, ou dos enrolamentos de bobina com essas montados. As camadas de bobina 1 dispostas concentricamente entre si em volta de um eixo central de bobina 7 comum, que são produzidas através de condutores, ou feixes de condutores 6, deformados essencialmente de modo retangular, são mantidas fixas por elementos de fixação 2 nas extremidades da bobina, por

exemplo, as assim chamadas estrelas de enrolamento, de metal ou plástico. De um modo geral, os elementos de fixação 2 dispostos nas duas seções extremas afastadas da bobina são mantidos unidos por meio de uma construção esticada, p. ex., através de uma pluralidade de elementos de tração 3 de fibras de vidro impregnadas, que são colocadas ao longo do enrolamento. Isoladores 4 são normalmente instalados entre os elementos de fixação 2 e as extremidades da bobina e do enrolamento, sobretudo quando os elementos de fixação 2 forem eletricamente condutores. As camadas de bobina 1 concêntricamente dispostas entre si são espaçadas na direção radial, de preferência por outros isoladores 5, por exemplo, por réguas divisórias com isolamento elétrico, a fim de produzir um vão vertical para o resfriamento com ar natural de todo o enrolamento do reator. A quantidade de condutores isolantes individuais dos condutores, ou feixes de condutores 6, depende das perdas previstas por correntes parasitas, as quais devem ser mantidas nos limites econômicos.

[004] O número de voltas das camadas de bobina 1, ou das bobinas elétricas a serem produzidas, é determinado de tal modo, que não só a indutância desejada, como também a distribuição das temperaturas de corrente e operacional seja alcançada ao longo das camadas de bobina 1 conectadas em paralelo (ver a fig. 1). Com esta demanda, resultam diferentes quantidades de enrolamento, reduzidas predominantemente de dentro para fora, para as camadas de bobina 1 conectadas em paralelo.

[005] Um gradiente axial de voltagem possivelmente uniforme em todas as camadas de bobina 1 e, assim, a

prevenção de diferenças consideráveis de voltagem entre as camadas de bobina 1 adjacentes aos enrolamentos opostos são assegurados pelo alcance de alturas similares ou de comprimentos axiais similares de cada uma das camadas de bobina 1, portanto, pela manutenção das alturas H possivelmente similares para as camadas de bobina. Isto é alcançado pela adaptação da altura GH1, GH2, GH3 do condutor, ou feixe de condutores 6, medida na direção axial das camadas de bobina 1, à quantidade distinta de voltas das camadas de bobina 1 eletricamente conectadas em paralelo. A altura GH1, GH2, GH3 do condutor, ou feixe de condutores 6, medida na direção axial das camadas de bobina 1, em cada uma das camadas de bobina 1 é também caracterizada como altura do passo, que define a dimensão do condutor, ou feixe de condutores 6, na direção do eixo de enrolamento ou da bobina. Devido à quantidade de voltas, reduzida principalmente das camadas internas de bobina 1 para as camadas externas de bobina 1, os condutores, ou feixes de condutores 6, das camadas externas de bobina 1 possuem maiores dimensões na direção axial. De modo particular, os condutores, ou feixes de condutores 6, das camadas externas de bobina 1 possuem maiores alturas GH 2, GH 3 na direção paralela ao eixo longitudinal ou central das bobinas 7, do que as alturas GH1 dos condutores, ou feixes de condutores 6, da camada interna de enrolamento 1 da bobina.

[006] A adaptação da altura axial GH1, GH2 ou GH3 do condutor, ou do feixe de condutores 6, ao condutor, ou feixe de condutores 6, respectivamente necessário, com seção transversal aproximada ou substancialmente

retangular, ocorre pela compressão de um condutor circular ou de um material condutivo em forma de cabo. De acordo com a quantidade de voltas, definida durante o projeto elétrico ou térmico do reator, para as camadas de bobina 1 concentricamente dispostas, as dimensões necessárias dos condutores, ou feixes de condutores 6, de modo particular, as alturas de passo GH1, GH2, GH3, são calculadas. O aumento através do isolamento elétrico externo a ser em seguida aplicado sobre o condutor, ou o feixe de condutores 6, é levado em conta na determinação das dimensões necessárias.

[007] De acordo com o estado da técnica conhecido, os condutores ou meadas de feixe de condutores originais a serem processados são deformados ou prensados em uma seção transversal essencialmente retangular com as dimensões predeterminadas. A prensagem do condutor ou do feixe de condutores constitui um processo distinto nos procedimentos conhecidos, o qual é anterior ao processo de enrolamento propriamente dito. O condutor circular ou o feixe circular de condutores pré-fabricado é conduzido, neste caso, por diferentes pares de rolos compressores de aço temperado. De um modo geral, a aplicação do isolamento externo para o condutor, ou o feixe de condutores, é integrada a esse processo. Para isso, são utilizadas folhas isolantes resistentes a altas temperaturas e/ou fitas têxteis capazes de ser impregnadas. A aplicação do material isolante ocorre, neste caso, imediatamente após a deformação do condutor, ou do feixe de condutores, em todo caso, porém, antes do enrolamento do condutor, ou do feixe de condutores, pré-moldado sobre um tambor alimentador de

material de enrolamento, onde o condutor, ou o feixe de condutores, é temporariamente armazenado, antes que bobinas elétricas sejam com ele enroladas, em um processo posterior.

[008] Conforme em qualquer outro processo de fabricação, os processos de prensagem do condutor, ou do feixe de condutores, e de aplicação do isolante externo, possuem tolerâncias de fabricação, que conduzem a uma variação entre as dimensões reais e aquelas predeterminadas para a seção transversal. Visto que, até a presente data, os condutores, ou feixes de condutores, são enrolados novamente sobre o tambor armazenador de material de enrolamento após a prensagem, podem ocorrer pequenas deformações ou variações na seção transversal, provocadas por forças originadas no condutor, ou no feixe de condutores, por ocasião do enrolamento. Finalmente, pelo mesmo motivo, as dimensões da seção transversal do condutor, ou do feixe de condutores 6, podem também se alterar ainda no processo de enrolamento em si, isto é, durante o enrolamento das camadas de bobina 1. Todos estes fatores ou influências, que podem alterar as dimensões da seção transversal somente após a prensagem do condutor, ou do feixe de condutores 6, têm como consequência que, dentre outros, as dimensões axiais de enrolamento ou as alturas axiais de enrolamento H das camadas de bobina 1 concêntricas não são exatamente iguais. Isto significa que ocorrem diferenças de voltagem elétrica entre camadas de bobina 1 adjacentes a enrolamentos opostos na operação dos reatores. Além disso, variações na altura de enrolamento H pré-calculada conduzem a variações na distribuição de

corrente ou temperatura desejada ao longo das camadas de bobina 1 ligadas em paralelo.

[009] A prática até então utilizada é aceitar estas tolerâncias de medida, apesar das desvantagens citadas, ou compensar, tanto quanto possível, essas tolerâncias por força de compressão variável dos enrolamentos durante a etapa de enrolamento. A expressão "força de compressão" deve ser entendida como sendo aquela carga superficial, com a qual os enrolamentos individuais de uma camada de bobina 1 são prensados entre si na direção do eixo central da bobina 7 por meio de um dispositivo de prensagem ou com ferramentas manuais de prensagem, durante a etapa de enrolamento. Se, por exemplo, o condutor, ou o feixe de condutores 6, possuir uma altura axial GH1, GH2, GH3 muito grande, a força de compressão é elevada. Se a altura axial GH1, GH2, GH3 possuir uma submedida, a força de compressão é reduzida, isto é, o enrolamento ocorre de forma mais "frouxa". No último caso, podem ocorrer acomodações nas camadas de bobina 1 em questão, pela carga térmica das camadas de bobina 1 ou do enrolamento de uma ou mais camadas, durante a operação futura do reator. Isto ocorre, de modo especial, por reduções da altura H daquelas camadas de bobina 1, que foram enroladas com reduzida força de compressão.

[010] Partindo deste estado da técnica, a invenção tem como tarefa propor um processo e um dispositivo de enrolamento, com os quais bobinas da técnica citada possam ser produzidas de modo mais racional do que até então, onde, além disso, as camadas de bobina são enroladas com uma pressão, nem muito grande, nem muito frouxa.

[011] De acordo com a invenção, essa tarefa é solucionada pelo fato da deformação dos condutores, ou feixes de condutores, ocorrer com um dispositivo de deformação na seção transversal essencialmente retangular, o isolamento dos condutores, ou feixes de condutores, deformados e o enrolamento dos condutores, ou feixes de condutores, para a camada de bobina desejada ser realizado em uma única etapa de processo, de um comprimento axial de uma parte já enrolada da camada de bobina ser continua ou periodicamente comparado, sob forma de valor real, com o valor teórico para a parte já enrolada, de uma altura de passo teórica ser determinada para a parte da camada de bobina a ser ainda enrolada, e do dispositivo de deformação ser ajustado de tal maneira, que o comprimento axial final ou altura das camadas de bobina da camada de bobina corresponda a um valor desejado, ou ao valor teórico.

[012] Uma vantagem resultante dos aspectos caracterizantes da reivindicação 1 consiste do fato da execução conjunta dos processos parciais de deformação, isolamento e enrolamento dos condutores, ou feixes de condutores, em um processo integrado fechado resultar na redução de custos e tempo de processamento para a produção de enrolamentos elétricos, de modo particular aqueles para reatores isolados a seco sem núcleo de ferro.

[013] Além da redução dos custos de processo e dos tempos de processamento, existe a vantagem dos materiais isolantes serem mecanicamente menos submetidos a esforços e, assim, mais bem protegidos contra avarias. Uma outra vantagem, com relação à elevação da qualidade de produção, que resulta do processo inventivo, consiste do fato de uma

força de compressão pelo menos consideravelmente constante poder ser empregada no assentamento das espiras durante a etapa de enrolamento, através do controle ou regulagem contínua das dimensões do condutor ou do feixe de condutores. Com isto, pode ser eliminado o risco de acomodações de espiras pela carga térmica, na operação futura do reator. Além disso, o risco até então existente de avarias do isolamento externo para o condutor, ou feixe de condutores, devido à força muito alta de compressão, pode ser minimizado ou eliminado.

[014] De acordo com uma modalidade da invenção, uma camada de bobina possui pelo menos duas seções de enrolamento com diferentes alturas de passo. Com isso, camadas de bobina podem ser, por exemplo, executadas, nas quais partes do enrolamento carregadas de maneira distinta são dotadas de um isolamento distinto, ou de uma espessura isolante distinta.

[015] A tarefa da invenção também é solucionada por um dispositivo de enrolamento, que é caracterizado pelo fato dele possuir pelo menos um dispositivo de deformação, pelo menos um dispositivo para isolamento, e pelo menos uma unidade controladora automática ou manual, a qual regula de tal modo o dispositivo de deformação, ou através de qual o dispositivo de deformação é de tal modo regulável, que o comprimento axial final ou altura de camadas de bobina da camada de enrolamento corresponda a um valor, ou valor teórico, predeterminado.

[016] De acordo com um aperfeiçoamento vantajoso da invenção, é previsto que a unidade controladora seja desenvolvida para variação automática ou manual dos valores

de regulagem do dispositivo de deformação durante um processo de enrolamento contínuo. Com isso, é possível uma intervenção constante ou uma regulagem contínua ou quase-contínua dos valores de deformação, assim que os valores teóricos da camada de bobina final possam ser alcançados de maneira ideal. Além disso, uma produção é possibilitada com curtos tempos de processamento.

[017] De acordo com uma modalidade alternativa, é previsto que a unidade controladora seja desenvolvida para variação automática ou manual dos valores de regulagem do dispositivo para isolamento durante um processo de enrolamento contínuo. Também com isso, os valores teóricos de medida da camada de bobina a ser produzida são alcançáveis de maneira suficientemente exata, de modo particular quando intervenções reguladoras ocorrerem de forma prematura, consecutiva ou periódica. Com isto, variações muito grandes no perfil dos condutores, ou feixes de condutores, podem ser igualmente evitadas.

[018] Uma bobina, de acordo com o estado da técnica, e exemplos de execução da invenção, são descritos a seguir, fazendo referência aos desenhos apensos.

[019] São mostrados:

na fig. 1, uma seção em corte de uma bobina de três camadas de bobina cilíndricas, coaxialmente dispostas, segundo o estado da técnica, em representação esquemática, simplificada;

na fig. 2, uma seção em corte da figura 1, em escala ampliada;

na fig. 3, uma representação esquemática de uma modalidade do processo inventivo para produção de camadas

de bobina de um enrolamento de bobina;

na fig. 4, uma vista fortemente esquemática de um dispositivo de enrolamento para execução do processo inventivo.

[020] Inicialmente será estabelecido que as indicações de posição escolhidas na descrição, como p. ex. acima, abaixo, lateralmente etc., se referem à figura diretamente descrita ou representada, devendo ser transferidas para a nova posição, no caso de uma correspondente alteração de posição. Além disso, aspectos individuais ou combinações de aspectos dos diferentes exemplos de execução mostrados e descritos podem também apresentar soluções inéditas ou inventivas. Os exemplos de execução mostram possíveis variantes de execução da invenção, onde neste caso deve ser ressaltado, que a invenção não é limitada aos exemplos de execução especialmente apresentados.

[021] A construção das bobinas representadas nas figs. 1 e 2 é conhecida pelo estado da técnica e já foi anteriormente descrita.

[022] A fig. 3 mostra esquematicamente uma modalidade do processo inventivo. O processo da produção de bobinas ou do processamento do condutor, ou do feixe de condutores 6, é emoldurado por uma linha tracejada na figura, e identificada por 13. Ele compreende as etapas da deformação 12 do condutor, ou do feixe de condutores 6, do isolamento 14 e do enrolamento 15 para a camada de bobina 1 ou enrolamento de bobina alimentado. O comprimento axial ou altura da camada de bobina 1 ou da bobina enrolada é medida continua ou periodicamente por um dispositivo de medição 17, onde o número de espiras já enroladas é determinado por

um dispositivo sensor ou de contagem não mostrado. Partindo desses valores, um dispositivo calculador 18 calcula um valor real 9 a ser esperado para a altura da bobina ou altura de enrolamento axial H. Esse é comparado com o valor teórico 8 da altura da bobina ou altura de enrolamento axial H, sendo uma variável de correção calculada por uma unidade controladora 10 para um atuador 11 do dispositivo de deformação 12.

[023] De modo alternativo ao emprego de uma unidade controladora 10 automática, é também possível prever uma unidade controladora 10 manual. Uma alteração dos valores operacionais e uma adequação ou aproximação possivelmente exata ao valor teórico 8 da altura final da camada de bobina H podem ser, por exemplo, alcançadas por meio de um dispositivo de ajuste a ser manualmente alterado, sobretudo para os elementos deformadores, de modo particular os rolos compressores do dispositivo de deformação 12. Obviamente, a detecção dos valores reais para a altura da camada de bobina H ou para a altura real de passo GH1, GH2, GH3 pode ser também realizada de forma manual, semi-automática, ou automática através de sensores apropriados. No lugar da medição contínua ou periódica da altura H da bobina ou das camadas de bobina, é também possível determinar o valor real da altura H das camadas de bobina, com base na respectiva altura de passo GH1, GH2, GH3 sobre a camada de bobina 1 originada, e com base no número de espiras alcançado, predeterminar o valor real 9 previsto da altura H das camadas de bobina, e atuar previamente sobre o processo de enrolamento em andamento, através de um ajuste ou regulagem do dispositivo de deformação 12, por meio de

um atuador 11 manual ou automático, por exemplo, motorizado, a fim de que o valor teórico 8 para a altura H das camadas de bobina da camada de bobina 1 acabada seja alcançado de maneira possivelmente exata.

[024] As interferências que atuam sobre todo o processo integrado e, assim, exercem influência sobre a altura de passo dos condutores, ou feixes de condutores 6, são identificadas com 16 na fig. 3. Trata-se aqui especialmente de tolerâncias no ajuste dos elementos de moldagem, de modo particular dos rolos compressores, para gerar alterações das medidas, através do alívio de pressão após os rolos compressores, de modo particular durante a compressão dos feixes de condutores, de tolerâncias na aplicação do isolante externo e de forças modificadoras de formato, que são geradas no condutor, ou no feixe de condutores 6, durante o enrolamento da camada de bobina 1 ou da bobina. Os últimos dependem, dentre outras coisas, das dimensões geométricas do condutor, ou do feixe de condutores 6, e do diâmetro de enrolamento.

[025] O processo inventivo compreende também a possibilidade de produzir diferentes alturas de passo GH1, GH2, GH3 para determinadas seções de enrolamento da camada de bobina 1, através do fornecimento de alturas teóricas para essas seções dentro de uma camada de bobina 1. Isto é especialmente vantajoso, para levar em conta diferentes isolantes externos do condutor, ou do feixe de condutores 6, para seções de enrolamento carregadas de modo distinto. Assim é p. ex. possível, de modo simplificado, dotar os condutores, ou feixes de condutores 6, nas seções frontais afastadas das camadas de bobina 1, com outro isolamento, de

modo particular mais reforçado ou espesso, do que os condutores, ou feixes de condutores 6, na seção central de uma camada de bobina 1. A alteração da espessura do isolamento do condutor, ou do feixe de condutores 6, é considerada pelo processo inventivo na determinação do valor teórico 8, pelo qual a altura H final ou definitiva das camadas de bobina é mantida de maneira possivelmente exata, também com uma instalação distinta do isolante dentro de uma camada de bobina 1.

[026] A fig. 4 mostra a representação esquemática de um dispositivo de enrolamento inventivo 20. Partindo de uma bobina alimentadora 21 com o material condutor a ser processado, estes condutores, ou feixes de condutores, passam sequencialmente por um dispositivo 12 para deformação e um dispositivo 14 para isolamento do condutor, ou do feixe de condutores 6, antes deles serem enrolados no formato de bobina na estação 15, ou serem enrolados sobre um pacote e, assim, serem processados de modo quase contínuo, isto é, sem interrupções ou armazenagens intermediárias significativas, nas camadas de bobina 1 correspondentes para reatores elétricos. Os condutores, ou feixes de condutores 6, processados com o dispositivo de enrolamento 20 podem ser, assim, comprimidos entre si por um dispositivo de compressão 19 com uma determinada pressão consideravelmente constante.

[027] O dispositivo de enrolamento 20 possibilita, com isso, através da unidade controladora 10, uma deformação controlada de modo automático, semi-automático ou manual dos condutores, ou feixes de condutores 6, enrolados, em função da altura H da camada de bobina 1 a ser atingida,

produzida sem armazenagem intermediária ou sem enrolamento do condutor, ou do feixe de condutores 6, existente entre ela, onde a adaptação ou alteração dos resultados de deformação do dispositivo de deformação 12 ocorre durante o processo de enrolamento em andamento, assim que a deformação do condutor, ou do feixe de condutores 6, a ser processado é integrada ao processo para produção da bobina elétrica ou camada de bobina 1.

[028] Conforme representado com linhas traço e ponto na fig. 4, também é possível associar, ao dispositivo 14 para isolamento, uma unidade controladora 10 ou um atuador para exercer influência sobre as medidas, de modo particular as alturas GH1, GH2, GH3 do condutor, ou do feixe de condutores 6, através de qual é exercido um controle automático, semi-automático ou manual durante o processo de enrolamento contínuo do dispositivo de enrolamento 20, de modo que um comprimento axial final ou uma altura (H) final das camadas de bobina da camada de bobina 1 corresponda de forma possivelmente exata ao valor teórico 8 predeterminado.

[029] A unidade controladora 10 pode, portanto, demandar intervenções pelo menos parciais ou etapas operacionais pessoais ou, dependendo da integração, que diversos sensores e/ou atuadores sejam desenvolvidos de modo até certo ponto automatizado.

[030] Obviamente, é também possível enrolar dois ou mais condutores, ou feixes de condutores 6, em paralelo dentro de uma camada de bobina 1. De modo particular, também é possível com o dispositivo de enrolamento 20 da invenção, enrolar ao mesmo tempo dois condutores, ou feixes

de condutores 6, em paralelo, ou prever um arranjo múltiplo de dispositivos de enrolamento 20, ou de seus componentes. A representação de três camadas de bobina 1, de acordo com as figs. 1 ou 2, deve ser igualmente entendida como exemplificante. De modo particular, somente uma camada de bobina 1 ou uma pluralidade de camadas de bobina 1 pode ser também desenvolvida.

[031] Para fins de organização, deve ser a seguir atentado para o fato de que, para melhor compreensão da construção das bobinas, essas ou seus componentes, foram mostrados em parte fora de escala e/ou de maneira ampliada e/ou reduzida.

Lista de Referências

- 1 camada de bobina
- 2 elemento de fixação
- 3 elemento de tração
- 4 isolador
- 5 isolador
- 6 feixe de condutores
- 7 eixo central de bobina
- 8 valor teórico da altura da bobina/ camada de bobina
- 9 valor real previsto para a altura da bobina/ camada de bobina
- 10 unidade controladora
- 11 atuador
- 12 deformação
- 13 processo
- 14 isolar
- 15 enrolar
- 16 interferência

- 17 dispositivo de medição
- 18 dispositivo calculador
- 19 dispositivo de compressão
- 20 dispositivo de enrolamento
- 21 bobina alimentadora
- H altura das camadas de bobina
- GH1 altura do condutor/ feixe de condutores
- GH2 altura do condutor/ feixe de condutores
- GH3 altura do condutor/ feixe de condutores

REIVINDICAÇÕES

1. Processo para produzir um enrolamento de bobina compreendendo uma ou mais camadas de bobina (1) de condutores, ou feixes de condutores (6), deformados essencialmente de modo retangular, onde a deformação dos condutores, ou feixes de condutores (6), na seção transversal essencialmente retangular, realizada através de um dispositivo de deformação (12), o isolamento dos condutores, ou feixes de condutores, deformados e o enrolamento dos condutores, ou feixes de condutores (6), para a camada da bobina (1) desejada são realizados em uma única etapa de processo, **caracterizado** pelo fato de que um comprimento axial de uma parte já enrolada do enrolamento de bobina (1) é continuamente ou periodicamente comparada, sob forma de valor real, com o valor teórico para a parte já enrolada, onde um passo teórico é determinado para a parte da camada de bobina (1) a ser enrolada, e onde o dispositivo de deformação é ajustado de tal maneira, que o comprimento axial final ou altura de camadas de bobina (H) da camada de bobina (1) corresponda a um valor desejado, ou ao valor teórico.

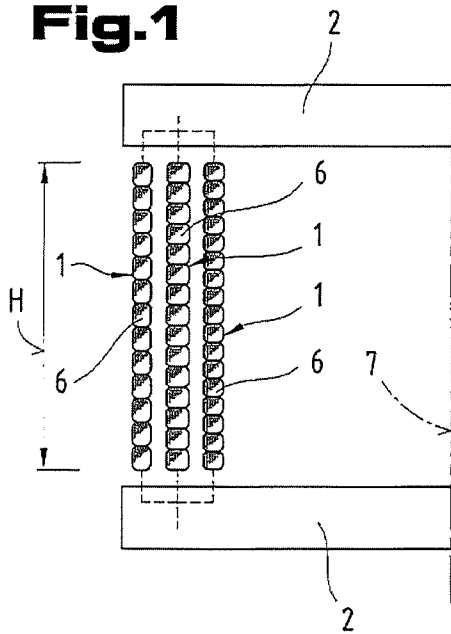
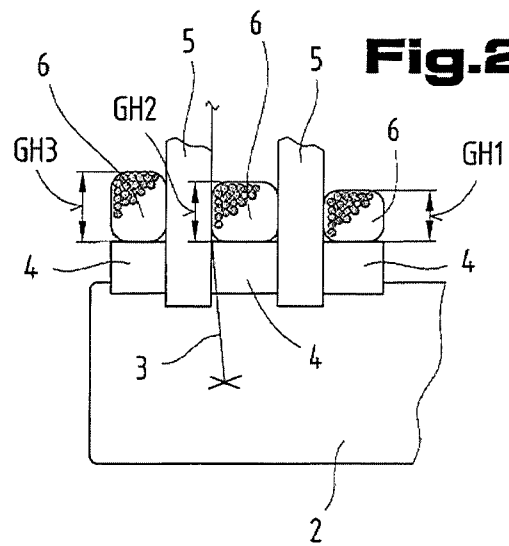
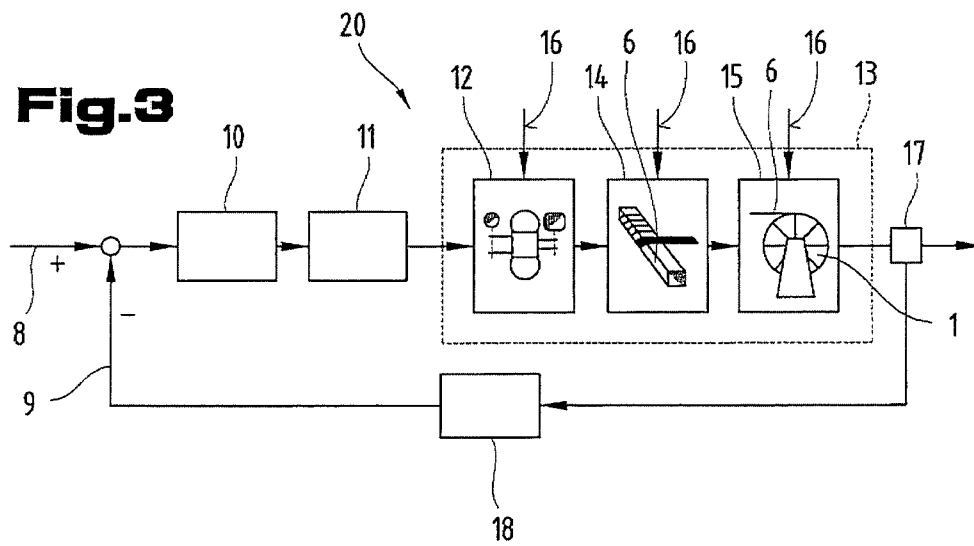
2. Processo, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de que uma camada de bobina possui pelo menos duas seções de enrolamento com passos distintos.

3. Dispositivo de enrolamento para produzir um enrolamento de bobina compreendendo uma ou mais camadas de bobina (1) de condutores, ou feixes de condutores (6), deformados essencialmente de modo retangular, onde o dito dispositivo de enrolamento possui pelo menos um dispositivo de deformação (12), pelo menos um dispositivo (14) para

isolamento e pelo menos uma unidade controladora (10) automática ou manual, **caracterizado** pelo fato de que a unidade controladora (10) compara continuamente ou periodicamente um comprimento axial de uma parte já enrolada do enrolamento de bobina (1), sob forma de valor real, com o valor teórico para a parte já enrolada e regula de tal modo o dispositivo de deformação (12), ou através da qual o dispositivo de deformação (12) é de tal modo regulável, que o comprimento axial final ou altura de camadas de bobina (H) da camada de bobina (1) corresponda a um valor desejado, ou ao valor teórico.

4. Dispositivo de enrolamento, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que a unidade controladora (10) é configurada para alteração automática ou manual dos valores de regulagem do dispositivo de deformação (12) durante um processo de enrolamento em andamento.

5. Dispositivo de enrolamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 ou 4, **caracterizado** pelo fato de que a unidade controladora (10) é configurada para alteração automática ou manual dos valores de regulagem do dispositivo (14) para isolamento durante um processo de enrolamento em andamento.

vif
X**Fig.1****Fig.2****Fig.3**

46

Fig.4