



INSTITUTO NACIONAL
DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

(11) *Número de Publicação:* PT 995463 E

(51) *Classificação Internacional:* (Ed. 6)
A61N002/02 A

(12) *FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO*

(22) <i>Data de depósito:</i> 1998.10.21	(73) <i>Titular(es):</i> WOLF A. KAFKA, PROF. JOHANNESHOHE 9 82288 KOTTGEISERING DE
(30) <i>Prioridade:</i>	
(43) <i>Data de publicação do pedido:</i> 2000.04.26	(72) <i>Inventor(es):</i> WOLF A. KAFKA, PROF. DE
(45) <i>Data e BPI da concessão:</i> 2001.08.16	(74) <i>Mandatário(s):</i> PEDRO DA SILVA ALVES MOREIRA RUA DO PATROCÍNIO, 94 1350 LISBOA PT

(54) *Epígrafe:* DISPOSITIVO E SINAL ELÉCTRICO OU ELECTROMAGNÉTICO PARA INFLUENCIAR SEQUÊNCIAS BIOLÓGICAS

(57) *Resumo:*

DISPOSITIVO E SINAL ELÉCTRICO OU ELECTROMAGNÉTICO PARA
INFLUENCIAR SEQUÊNCIAS BIOLÓGICAS





DESCRIÇÃO

"DISPOSITIVO E SINAL ELÉCTRICO OU ELECTROMAGNÉTICO PARA INFLUENCIAR SEQUÊNCIAS BIOLÓGICAS"

A invenção refere-se a um dispositivo para influenciar sequências biológicas num tecido vivo, em especial num corpo humano através da aplicação, em pelo menos uma parte do tecido, de um campo electromagnético pulsante.

Desde início dos anos 70 que são conhecidos dispositivos que produzem campos electromagnéticos e que são aplicados de modo rotineiro para fins terapêuticos em clínicas, em especial na especialidade de ortopedia. Primeiro foram utilizados neste caso processos semi-invasivos com campos magnéticos pulsantes. Os campos magnéticos sinusoidais apresentavam uma frequência de 2 a 20 Hz e densidade magnética entre 1 mT e 10 mT. De acordo com o princípio da indução, através dos campos magnéticos externos que passam pelo eixo longitudinal da parte do corpo a ser tratada, é produzida uma tensão alternada nos eléctrodos implantados, com ajuda de um denominado elemento secundário, com base na alteração temporal do campo magnético. Os eléctrodos implantados apresentavam, para o tratamento de fracturas de ossos, a forma de fixadores internos ou parafusos. Mas também naquela época já era conhecida a possibilidade de um tratamento não invasivo sem um elemento secundário implantado, em que todavia na parte tratada do corpo, que se encontrava no centro da bobina, eram induzidas somente correntes eléctricas fracas. Igualmente, desde o início dos anos 70 que são conhecidos dispositivos para a terapia de todo corpo, em que as linhas de campo se distribuem uniformemente no corpo. Um dispositivo para a electroterapia com um gerador de impulsos e dispositivo para a produção do campo encontra-se descrito no documento EP-A-0 266 907.



Todos os dispositivos até agora conhecidos para tratamento do corpo humano conduzem todavia raramente ao efeito acelerado desejado do processo de cura. É especialmente problemático que nos dispositivos em uso para atingirem um sucesso de cura acelerado visível, a utilização tenha que ser frequentemente repetida, o que conduz a uma carga elevada do paciente e, como resultado, a custos de tratamento visivelmente elevados.

O objectivo da invenção é de criar um dispositivo, com o qual se torna possível uma actuação mais rápida e no seu efeito fisiológico mais alargada, em especial a estimulação de sequências biológicas.

Este objectivo é atingido, de acordo com a invenção, pela realização de um dispositivo que compreende um gerador de impulsos e um dispositivo de produção de campo para a produção de um campo electromagnético pulsante. O gerador de impulsos serve para o controlo do dispositivo de produção do campo, em que o gerador de impulsos controla de tal modo o dispositivo de produção de campo através da evolução apropriada da tensão e corrente, que o campo eléctrico ou electromagnético pulsante é constituído por vários, quanto ao seu traçado da amplitude temporal, impulsos isolados moldados de forma característica, cuja frequência se encontra entre 1 e 1000 Hz. Um impulso isolado deste género pode neste caso ser constituído por uma sobreposição de um impulso básico que aumenta ou diminui, de acordo com uma função de potência, com uma fila de impulsos aplicados de duração respectivamente mais curta, forma diferente e sequência temporal.

O traçado da amplitude temporal de um impulso isolado deste género poderia corresponder à seguinte função:



$$y = \frac{x^a \cdot k \cdot e^{\sin(x^b)}}{c} + d$$

Os parâmetros desta fórmula descrevem respectivamente:

y a amplitude da tensão gerada no gerador de impulsos, **x** o tempo, em que o tempo **x** para cada impulso isolado começa novamente do início com o mesmo valor inicial, **a** a amplitude temporal de cada um dos impulsos básicos (curva envolvente), **b** - uma espécie de função da densidade -, o número e declive do flanco dos impulsos sobrepostos, **k** a amplitude dos impulsos sobrepostos, **c** um factor para ajustar a amplitude e **d** um valor *offset*.

O dispositivo melhorado em relação a dispositivos vulgares conduz a uma estimulação visivelmente mais rápida de processos de metabolismo no tecido irradiado. Isto pode ter a ver com os impulsos sobrepostos aos impulsos básicos melhorarem os processos de troca fisiológicos através de sistemas de membranas intra-corporais, dado que os impulsos aplicados induzem picos mais elevados de campos electromagnéticos de acordo com a lei da indução (formula de Maxwell), de acordo com a sua forma especial, por exemplo declive crescente do flanco induzem picos de campo electromagnéticos mais elevados, os quais por exemplo por acção da força electromotora influenciam no geral de modo altamente selectivo os mecanismos da reacção físico-químicos através de uma descida de banda larga das energias de activação e assim - acima de tudo nas zonas das membranas - actuando de modo estimulante nos processos de troca fisiológicos. Esta estimulação conduz em especial a uma utilização mais elevada de O₂.

Especialmente vantajoso no dispositivo de acordo com a invenção é que, também no caso de uma irradiação local,



conduz a uma estimulação dos processos do metabolismo em todo o corpo, deste modo também nas zonas não irradiadas do indivíduo.

Com uma tal irradiação obtêm-se efeitos vantajosos em diferentes aplicações medicinais. Uma utilização mais elevada de O_2 conduz entre outras coisas de um lado a uma formação reforçada do tecido conjuntivo e cartilagem e a uma vascularização adicional.

Por outro lado pode ter lugar uma mineralização do tecido conjuntivo, eventualmente auxiliado através da acima referida utilização de O_2 , devido ao efeito bio-eléctrico da tensão induzida pela troca elevada de iões. O metabolismo dos ossos encontra-se intimamente associado ao anabolismo e catabolismo da cartilagem tal como provam a ossificação endocrinal ou restabelecimento secundário da fractura que tem lugar de modo semelhante. De modo correspondente, deixa-se influenciar pelos condrócitos a cinética, também decisiva para a consolidação de fragmentos de ossos, da assimilação e da desassimilação do cálcio através do pulsar dos campos electromagnéticos. Neste caso torna-se perceptível, em especial na cartilagem que depende da difusão de O_2 , uma disponibilidade reforçada do oxigénio dos condrócitos isogénicos, o qual é induzido através do campo magnético, e conduz a um elevado rendimento de síntese das células. Por acção de um efeito que mantém a forma e fomenta a regeneração desta formação de ossos induzida electricamente, torna-se possível ao organismo construir as estruturas necessárias com um mínimo de material e energia. Uma lesão, doença ou somente a diminuição da elasticidade de um osso, conduz a uma perturbação da estrutura celular, da produção da matriz e da mineralização. Por acção dos campos magnéticos pulsantes, deixa-se compensar a finalidade funcional em falta e a perda de energia e informação, e acelerar visivelmente a formação de ossos e cura da fractura.



As membranas do sistema de membranas são influenciadas directamente ou através do potencial formado no colagénio, ou somente através de uma alteração do micro-ambiente da célula. Este mecanismo baseia-se numa transmissão electroquímica, que modifica a actividade das células através da deslocação da atmosfera dos iões no espaço extra- e assim também intracelular. A carga capacitiva da membrana da célula, através dos componentes eléctricos dos campos electromagnéticos pulsantes, representa neste caso um factor decisivo. Devido à deslocação da estrutura e da carga na membrana, em especial na zona dos poros, existe a possibilidade de uma alteração da permeabilidade, com uma influência resultante da mesma, dos processos passivos de transporte de iões e de difusão. Através do acoplamento estreito das reacções de superfície e transporte entre membranas, parece que, acima de tudo, os sistemas transporte activos, tal como a bomba Na-K, representam um ponto de partida importante para a energia induzida. Neste caso, uma actividade crescente da adenosina-trifosfatase pode provocar um fornecimento reforçado de sódio através da bomba de iões responsável. Nesse caso somente a estimulação conduz, com um traçado optimizado da amplitude de acordo com a invenção de cada um dos impulsos isolados através de provavelmente uma elevação da concentração da superfície dos iões correspondentes, à estimulação dos complexos de transporte activos.

São atingidos resultados especialmente proveitosos na estimulação da troca do metabolismo, quando o traçado de cada um dos impulsos isolados corresponde à seguinte função:

$$y = \frac{x^3 \cdot e^{\sin(x^3)}}{c}$$

Com os parâmetros utilizados nesta fórmula obtém-se uma boa estimulação geral para a maioria dos tipos de tecido.



Através de uma reacção, pode ser melhorada uma optimização do efeito do dispositivo de acordo com a invenção sobre o organismo. Para este efeito, podem ser utilizados sensores que medem um ou vários diversos parâmetros do corpo para otimizar a estimulação do corpo através dos impulsos electromagnéticos. Com os sensores deixam-se medir por exemplo a tensão arterial, temperatura, pulso ou volume da respiração e utilizar para optimização dos parâmetros do dispositivo para a produção da radiação electromagnética.

As realizações vantajosas adicionais da invenção encontram-se descritas nas reivindicações secundárias.

Tomando como referência os desenhos, a invenção será descrita com maior pormenor. As figuras representam:

Figura 1 representação esquemática de uma forma de realização do dispositivo de acordo com a invenção para influenciar metabolismos biológicos;

Figura 2 traçado temporal de um impulso isolado;

Figura 3 evolução temporal de vários impulsos isolados dentro de grupos de impulsos.

Tal como se encontra representado na figura 1, o dispositivo de acordo com a invenção é constituído pelo menos por um gerador de impulsos 1 o qual produz um campo electromagnético pulsado através de um dispositivo de produção de campo ou seja bobina 2, o qual actua no tecido vivo 3, em especial no corpo de um paciente a ser tratado. Para ajuste, em especial optimização, dos parâmetros dos impulsos dos campos electromagnéticos pulsantes no gerador 1, um sensor 4 pode captar certos parâmetros do corpo. Entre tais parâmetros do corpo contam por exemplo a temperatura, a pressão arterial, a frequência do pulso, ou o conteúdo de oxigénio do sangue. O parâmetro captado é introduzido através



de uma linha de realimentação 5 num dispositivo de controlo 6 o qual analisa o parâmetro, controlando de modo correspondente o gerador de impulsos 1. Para uma optimização melhorada, é possível captar e analisar vários parâmetros do corpo para optimização do campo magnético pulsante.

Além disso pode ser previsto um sensor 4 para captação das frequências do dispositivo de produção de campo 2, transmitidas através do corpo irradiado. As frequências captadas são introduzidas no dispositivo de controlo 6 através da linha 5. Das diferentes frequências produzidas pelo dispositivo de produção de campo, em especial na composição espectral, e das frequências captadas pelo sensor 4, o dispositivo de controlo 6 calcula a função de transmissão do corpo irradiado. Dependente desta função de transmissão, o dispositivo de controlo 6 fixa os respectivos valores optimizados para os parâmetros **a**, **b**, **c**, **d**, e **k**.

Em tais dispositivos de produção de campo 2 pode ser adicionalmente variada a intensidade do campo dentro da geometria do dispositivo de produção de campo 2.

Com o processo e dispositivo de acordo com a invenção, é produzido de tal modo um campo electromagnético pulsante, que são produzidos impulsos isolados, cuja forma corresponde principalmente ao traçado representado na figura 2. Na figura 2 encontra-se representada a amplitude de um impulso isolado 10 no tempo, e o espaço de tempo entre dois impulsos isolados seguidos. Os impulsos isolados 10 que constituem o campo electromagnético pulsado, começam num momento t_a com uma amplitude menor. No fim do impulso isolado 10 no momento t_b a amplitude (central) aumenta de modo constante. O aumento da amplitude tem lugar de preferência de acordo com uma função de potência. Também se podem imaginar outras funções que descrevem a subida (central) da amplitude de um impulso isolado 10 no tempo. A forma optimizada e sequência dos impulsos secundários são individualmente muito diferentes.



Depende do género do tecido irradiado, do resultado de cura desejado e do indivíduo em causa. Provou-se que a frequência base ideal pode neste caso oscilar entre 1 e 1000 Hz. Entre cada um dos impulsos isolados 10 pode-se encontrar um "período de pausa" de um certo comprimento, o qual é necessário eventualmente devido ao tempo de relaxamento dos processos de troca. A relação de varrimento entre o período de pausa (momento t_c a t_a na figura 2) e período de impulso activo (t_a a t_b) pode oscilar entre 3:1 a 1:3, sendo de preferência aproximadamente 1:1. Na maioria das aplicações, é todavia desnecessário o intervalo.

A cada impulso isolado 10 encontram-se sobrepostos impulsos adicionais (de seguida também denominados impulsos secundários) 11. No início de cada impulso isolado 10, a amplitude dos impulsos sobrepostos começa com zero ou um valor *offset* escolhido previamente e aproximadamente no fim do impulso isolado, no momento t_b ele alcança a amplitude máxima de um impulso isolado 10 (ou o contrário). Entre o momento t_a e o momento t_b , a amplitude dos impulsos secundários 11 sobrepostos aumenta ou diminui continuamente, ou altera-se de qualquer modo. Estes impulsos secundários 11 sobrepostos conduzem à estimulação dos processos de troca fisiológicos e contribuem deste modo decisivamente para a aceleração do referido processo de cura. É importante neste caso em especial, que a amplitude destes impulsos secundários 11 varie no traçado de cada impulso isolado 10.

Uma importância decisiva na estimulação do processo de troca no tecido do corpo tem eventualmente a elevada quota-parte dos troços do flanco ascendente ou descendente, que é produzida através dos vários impulsos secundários 11 sobrepostos.

De acordo com a invenção, o declive da subida dos impulsos 11 de frequência mais elevada sobrepostos aumenta do início de um impulso isolado 10 até ao fim de um impulso isolado 10.



Neste caso, o declive pode também momentaneamente diminuir no caso de impulsos 11 sobrepostos seguidos directos na dependência do factor **k** ou seja **k(x)**.

De acordo com a invenção, cada impulso isolado apresenta por exemplo um andamento que corresponde à seguinte função:

$$y = \frac{x^a \cdot k \cdot e^{\sin(x^b)}}{c} + d$$

Esta fórmula indica para cada impulso isolado 10 o traçado da amplitude **y** ao longo do tempo **x**. O tempo **x** tem início para cada impulso isolado 10 no início deste impulso, novamente com o mesmo valor inicial, de preferência 0. Esta fórmula indica somente o traçado do tempo "activo" do impulso. As respectivas pausas a serem indicadas entre cada um dos impulsos não se encontram previstas nesta fórmula. No período entre cada um dos impulsos isolados, o sinal ou seja o campo electromagnético pulsante assume o valor 0 ou um valor fixo pré-ajustável. Isto quer dizer, que a zona que o parâmetro **x** percorre, depende da duração, da duração "activa" do impulso. Esta é determinada pela frequência dos impulsos isolados, a qual se pode situar entre 1 Hz e 1000 Hz, e a relação de varrimento entre duração activa e passiva do impulso. A variável temporal **x** varia de preferência entre -4,5 e +4,5, sendo que para a maioria das aplicações a zona de 0 a aproximadamente +4 (deste modo 0 a 3-4) é suficiente.

O expoente **a** indica com que declive a amplitude do impulso base aumenta durante a duração "activa" do impulso. Através deste parâmetro é fixada, digamos, uma espécie de "curva envolvente" para o traçado real de cada impulso isolado. Os valores preferidos para **a** encontram-se entre **a=1** a **a=5**, sendo de preferência utilizado o valor 3. O parâmetro **a** pode também aceitar valores negativos correspondentes.



O expoente **b** descreve o número e declive dos impulsos secundários 11 sobrepostos ao traçado do impulso base fixado pelo parâmetro **a**. Quanto maior for o parâmetro **b**, mais impulsos secundários 11 são sobrepostos a cada impulso base. O parâmetro **b** aceita de preferência valores entre 2 e 5, sendo no geral utilizado o valor 3.

O parâmetro **c** representa uma espécie de factor de escalonamento. Com o mesmo, deixa-se ajustar um valor máximo de sinal ou de intensidade de campo de cada um dos impulsos isolados. Quanto maior for o parâmetro **c**, menor se torna o valor máximo alcançado da amplitude. O parâmetro **c** encontra-se de tal modo escolhido, que se podem ajustar assim as intensidades dos campos electromagnéticos diferentes permitidas em cada país. A OMS propõe valores menores que 100 μT em utilização demorada na gama das baixas frequências. O valor exacto respectivo a ser utilizado para **c** é por isso dependente da característica da bobina utilizada ou seja dispositivo de produção de campo 2. Para aplicações especiais, o parâmetro pode variar na dependência do tempo, por exemplo através de um controlo dependente do programa. No caso de frequência de impulso geralmente semelhantes, o sinal pode por exemplo funcionar primeiro um minuto com uma intensidade de campo mais baixa e de seguida 2 minutos com uma intensidade de campo mais elevada.

Com o parâmetro **d** deixa-se determinar uma espécie de "polarização" dos impulsos isolados 10, quer dizer deixa-se ajustar um valor de sinal base (valor *offset*) sobre o qual os impulsos isolados 10 respectivamente "se colocam em cima". Este valor base não tem que corresponder a nenhum valor escolhido fixo da amplitude, mas pode também variar no tempo (simetria da linha zero ou as simetrias da linha zero). Neste caso, podem ser influenciados processos através da escolha apropriada. De preferência, é utilizado um valor entre -1 e +2, no geral zero. O parâmetro é neste caso para ser de tal



modo escolhido que não se fuja da zona da intensidade de campo permitida.

Numa forma de realização preferida da invenção é escolhido para o parâmetro **a** o valor 3, para o parâmetro **b** o valor 3, para o parâmetro **k** o valor 1 e para o parâmetro **d** o valor 0 (o parâmetro **c** deverá ser escolhido na dependência dos condicionalismos acima descritos, não sendo por isso de seguida adicionalmente indicado). Quando os impulsos isolados 10 apresentam um tal traçado, deixa-se obter uma estimulação especialmente vantajosa das sequências biológicas. O traçado da amplitude de cada impulso isolado 10 corresponde à seguinte fórmula:

$$y = x^3 \cdot e^{\sin(x^3)}$$

Quando com ajuda de sensores são medidos certos parâmetros do tecido vivo, em especial do corpo humano, o traçado de cada impulso isolado 10 deixa-se adaptar de tal modo às relações reais, que é alcançada uma estimulação otimizada. Para isso são alterados de modo correspondente na dependência dos parâmetros recolhidos do tecido (ou do parâmetro recolhido do tecido) os parâmetros dos traçados dos impulsos quer dizer **a**, **b**, **c**, **d**, e **k**. Deste modo é possível uma adaptação da estimulação e da sensibilidade do tecido a ser estimulado. A extensão em que é possível uma variação na dependência dos parâmetros do tecido depende do tipo de tecido, da estimulação desejada e em especial da qualidade física dos parâmetros recolhidos de tecido.

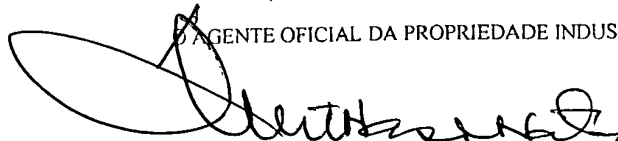
Se for escolhido um traçado de impulso isolado de acordo com a forma de realização especialmente vantajosa indicada acima, então deixam-se, através de tais bobinas de realimentação alterar os parâmetros numa gama pequena, para equilibrar uma adaptação do traçado do impulso a uma alteração da

sensibilidade provocada por exemplo através da excitação do tecido distribuído.

A figura 3 apresenta os impulsos isolados 10 da figura 2 numa escala temporal maior. Os impulsos isolados 10 encontram-se associados em grupos de impulsos 12, 13 nos quais se encontram vários impulsos isolados sequenciais. Entre o momento t_1 , o qual marca o início de um tal grupo de impulsos, e o momento t_2 , o qual marca o fim de um grupo de impulsos, o traçado temporal de cada impulso corresponde ao traçado representado na figura 2. Para maior visibilidade, o traçado da amplitude, de cada impulso isolado na figura 3, encontra-se assinalado com um triângulo. A duração de cada grupo de impulsos encontra-se, dependente das condições externas, entre 0,25 seg. e 1,2 seg. Vantajosamente, a duração de cada grupo de impulsos é alterada durante a duração da distribuição pelo tecido, do campo magnético pulsante na dependência do tempo. Neste caso, verificou-se como especialmente vantajoso, deixar aumentar o comprimento dos grupos de impulsos com um período de distribuição cada vez maior. Entre tais grupos de impulsos encontra-se uma pausa de impulso (t_2 a t_3) a qual pode oscilar entre 0,05 vezes e três vezes a duração do período de um grupo de impulsos 12, 13. Tais pausas de impulso conduzem, de acordo com a experiência, a uma melhor excitação do tecido vivo do corpo.

Lisboa, 5 de Setembro de 2001

AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL





REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para influenciar sequências biológicas num tecido vivo, em especial num corpo humano através da distribuição, em pelo menos uma parte do tecido, de um campo electromagnético pulsante, compreendendo

um dispositivo de geração de campo (2) para a geração do campo electromagnético pulsante e

um gerador de impulsos (1) para controlo do dispositivo de geração do campo (2), caracterizado por o gerador de impulsos (1) controlar de tal modo o dispositivo de produção de campo (2),

que o campo electromagnético pulsante é constituído por vários impulsos isolados (10), cuja frequência se situa entre 1 Hz a 1000 Hz,

que a amplitude de cada impulso isolado (10) corresponde à seguinte função:

$$y = \frac{x^a \cdot k \cdot e^{\sin(x^b)}}{c} + d$$

em que os parâmetros indicam respectivamente:

- y** a amplitude do sinal gerado
- x** o tempo, em que o tempo x para cada impulso isolado (10) começa novamente com o mesmo valor inicial,
- a** um parâmetro para ajuste do traçado temporal da amplitude de cada impulso isolado (10),
- b** o número dos impulsos sobrepostos
- c** um factor para ajuste da amplitude,



- d** um valor *offset* e
- k** um factor para ajuste de uma amplitude dos impulsos sobrepostos

2. Dispositivo de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por um impulso isolado (10) modulado do campo electromagnético pulsante corresponder à seguinte função:

$$y = \frac{x^3 \cdot e^{\sin(x^3)}}{c}$$

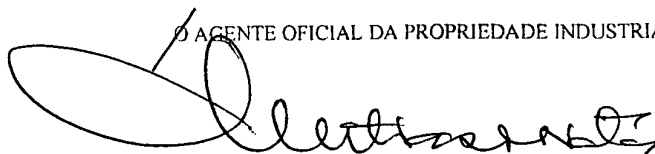
3. Dispositivo de acordo com as reivindicações 1 ou 2, caracterizado por os impulsos isolados (10) surgirem em grupos de impulsos (12, 13), em que a duração de cada grupo de impulsos (12, 13) se situa entre 0,25 segundos e 1,2 segundos.
4. Dispositivo de acordo com a reivindicação 3, caracterizado por a duração dos grupos de impulsos (12, 13), durante a duração da distribuição do tecido, variar com o campo electromagnético pulsante na dependência do tempo.
5. Dispositivo de acordo com as reivindicações 3 ou 4, caracterizado por a relação do ritmo entre os impulsos isolados (10) e as pausas que se encontram no meio dos grupos de impulsos (12, 13) ser de 3:1 a 1:3.
6. Dispositivo de acordo com quaisquer das reivindicações 1 a 5, caracterizado por o dispositivo adicionalmente compreender:

pelo menos um sensor (4) respectivamente para recolha de um parâmetro do tecido e

um dispositivo de controlo (6), pelo qual é introduzido o parâmetro do tecido, recolhido pelo menos por um sensor (4), para optimização do andamento do campo magnético pulsante por acção da análise do parâmetro do tecido e controlo do gerador de impulsos (1).

Lisboa, 5 de Setembro de 2001

O AGENTE OFICIAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL



Alvares

Fig. 1

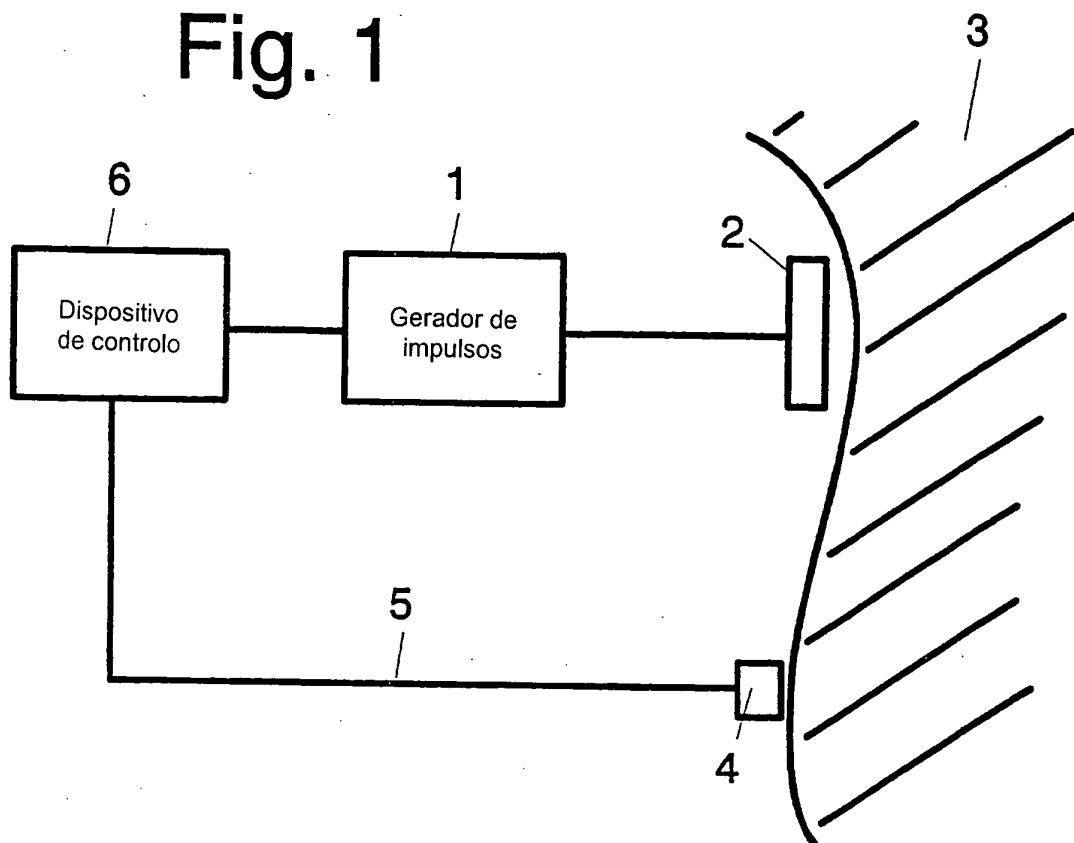
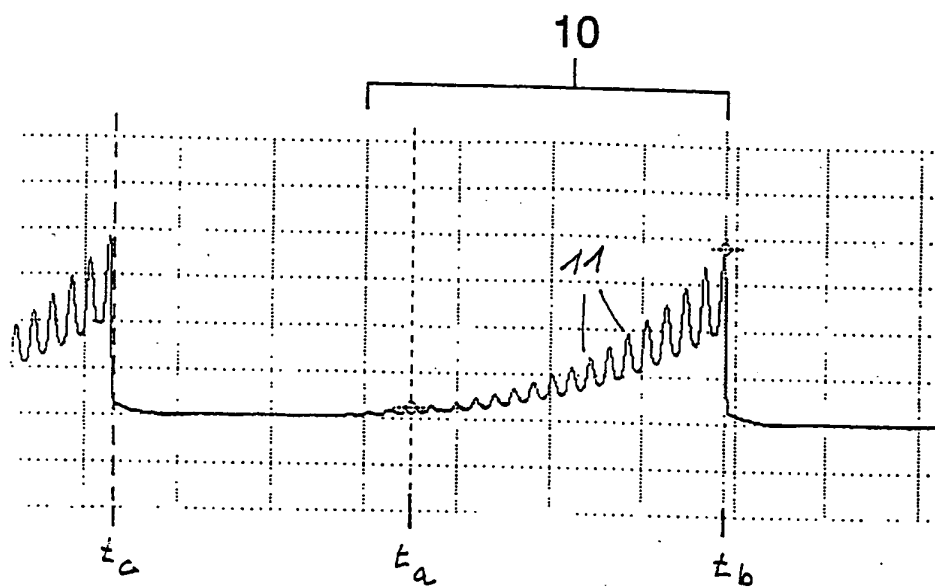


Fig. 2



Handwritten signature

Fig. 3

