



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

(21) **PI0706964-2 A2**



\* B R P I 0 7 0 6 9 6 4 A 2 \*

(22) Data de Depósito: 26/01/2007  
(43) Data da Publicação: 12/04/2011  
(RPI 2101)

(51) *Int.Cl.:*  
B22D 2/00  
B22D 11/18  
G01F 23/26

(54) Título: **DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DO NÍVEL DE METAL LÍQUIDO EM UM CRISTALIZADOR**

(30) Prioridade Unionista: 27/01/2006 IT PN 2006 A 000005

(73) Titular(es): ERGOLINES LAB S.R.L.

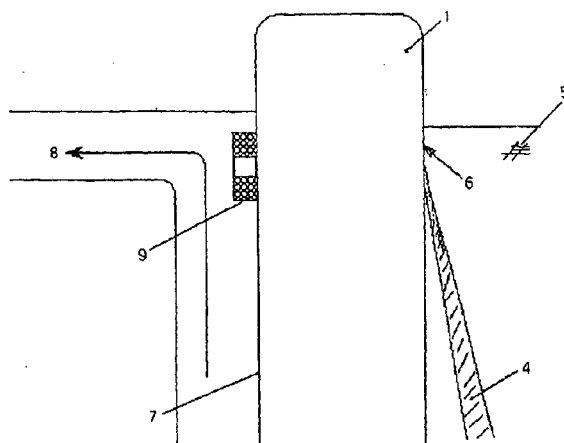
(72) Inventor(es): STEFANO DE MONTE, STEFANO SPAGNUL

(74) Procurador(es): Cruzeiro/Newmarc Patentes E Marcas Ltda

(86) Pedido Internacional: PCT EP2007000701 de 26/01/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2007/085481 de 02/08/2007

(57) Resumo: DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DO NÍVEL DE METAL LÍQUIDO EM UM CRISTALIZADOR Dispositivo e método para medição do nível superficial e/ou a presença de um banho de metal fundido em um recipiente resfriado, especificamente um cristalizador para um processo de fundição contínuo, compreendendo uma fonte de um campo eletromagnético, onde a referida fonte de um campo eletromagnético é uma bobina de transmissão alimentada com energia elétrica em uma frequência predeterminada. A informação sobre o nível e/ou a presença do referido nível superficial é obtida pelo processamento da impedância total (Z), conforme medida na referida bobina de transmissão, de modo a calcular a contribuição da referida impedância (Z) das correntes induzidas nas paredes do cristalizador, que dependem da temperatura do cristalizador e, a partir dela, o valor do referido nível superficial e/ou a presença do banho de metal fundido.





PI0706964-2

"DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIÇÃO E  
MONITORAMENTO DO NÍVEL DE METAL LÍQUIDO EM UM CRISTALIZADOR"

DESCRIÇÃO

A presente invenção se refere a um dispositivo e  
5 a um método adequado para permitir a medição do nível ou altura do  
menisco em um processo de fundição contínuo de aço em moldes de  
lingote para fundição contínua, de uma maneira bastante precisa e  
confiável, e com uma alta frequência de medição.

A invenção é aplicável a todos os casos em que o  
10 metal líquido e/ou o cristalizador são adequados para cooperar com  
um campo magnético relacionado a eles e que, como uma  
conseqüência, gera correntes induzidas.

A presente invenção também permite detectar a  
presença ou ausência do metal líquido no campo de leitura do  
15 dispositivo.

Embora na descrição a seguir, por uma questão de  
simplicidade, nós preferivelmente nos referimos às etapas de  
resfriamento e solidificação de uma fundição contínua de aço  
fundido em um molde de lingote, deve ser entendido que a presente  
20 invenção pode ser aplicada também na medição de um banho de metal  
fundido em qualquer tipo de recipiente adequado.

ESTADO DA TÉCNICA

É sabido que, durante um processo de fundição  
contínuo, a determinação do nível do menisco do aço fundido e do  
25 ponto de desprendimento da fase líquida do molde de lingote, isto  
é, o início da pele sólida, é um dos problemas mais difíceis para  
monitoramento efetivo e adequado do processo.

Na verdade, o início da pele sólida, isto é, o

envelope de metal solidificado fechado que tende a aumentar sua espessura progressivamente ao longo do molde do lingote e que contém o metal líquido ainda em um estado fundido, é formado ligeiramente sob o referido nível, e na parede do molde de lingote  
5 devido ao resfriamento forçado do último.

Se o nível do menisco não for monitorado constante e precisamente para ajustar eventualmente o fluxo de aço fundido e a taxa de extração de aço, o nível superficial do banho de aço fundido pode variar, também, rapidamente; estas variações  
10 frequentemente fazem surgir, como é conhecido na técnica, quebras na superfície da pele sólida, que na prática interrompe a capacidade da própria pele para conter o aço fundido interno sem vazamentos.

No geral, estas quebras resultam em desvantagens  
15 que são descritas em detalhe no Pedido de Patente Internacional WO 2005/037461, do mesmo Requerente, ao qual é feita referência na presente revelação; este documento também cita alguns documentos adicionais do estado da técnica e discute suas características, tais como, por exemplo, o documento JP 11304566A2.

20 O documento EP 0312799 A1 revela um dispositivo para medição do nível do líquido em um cristalizador que faz uso de pelo menos uma bobina de transmissão alimentada por uma fonte elétrica de frequência média e de uma bobina de recepção. As referidas bobinas são arranjadas dentro do corpo do molde de  
25 lingote e são acopladas eletromagneticamente a uma parede do cristalizador e ao volume interno do mesmo.

O princípio operacional do dispositivo acima é baseado no fato de que a informação referente ao nível de líquido

no molde de lingote deriva do processamento dos sinais gerados pela referida bobina de recepção, que dependem da temperatura média das paredes do cristalizador, que podem estar, por sua vez, correlacionadas, por meios conhecidos, ao nível do próprio líquido.

Entretanto, esta solução, embora eficiente em certas condições, apresenta algumas desvantagens que não podem ser superadas: primeiramente, é requerida a presença de pelo menos três bobinas, das quais uma é uma bobina de transmissão e duas são bobinas de recepção; este fato naturalmente implica não apenas em custos mais elevados e complexidade de construção do cristalizador provido com o dispositivo, mas também requer um processamento mais complexo e, portanto, menos confiável dos sinais presentes nas três bobinas.

Além do mais, a principal desvantagem daquela solução é que o sinal gerado nas bobinas de recepção é afetado pela temperatura das próprias bobinas que, embora protegidas por um envelope metálico, durante a operação atingem a temperatura do líquido de resfriamento que nunca é constante e que pode variar durante a fundição, portanto, modificando também a temperatura das bobinas.

Visto que a fase entre a tensão e a corrente nas duas bobinas depende, em essência, da tensão final induzida na bobina de coleta (a mais próxima da parede de cobre do cristalizador), ela pode ser expressa de acordo com ambas, a tensão  $V_{v1}$  da bobina mais distante ou a tensão  $V_{v2}$  da bobina mais próxima.

Em essência, a mudança de fase entre as referidas

duas tensões, que nós denominamos geralmente de "Df", pode ser expressa como:

$$\Delta\phi = f (V_{V1}, V_{V2})$$

Portanto, é entendido que pela variação da  
 5 resistência ôhmica das bobinas, as respectivas tensões variarão, tanto em termos de valor absoluto quanto de fase; visto que o sistema físico é implicitamente não simétrico, então as variações de tensão não serão iguais para as duas bobinas.

Na verdade, assumindo que

$$10 \quad V_{V1} = A \text{ sen}(wt + \phi V_{V1})$$

$$V_{V2} = A \text{ sen}(wt + \phi V_{V2})$$

com as constantes respectivas A e B, a diferença de fase induzida entre as duas tensões será:

$$\Delta\phi = \text{sen}^{-1} (V_{V1}/A) - \text{sen}^{-1} (V_{V2}/B)$$

15 Fica, portanto, aparente que no caso de simetria não perfeita, existirá uma variação de fase também quando ocorrer apenas uma variação ôhmica.

Finalmente, visto que as referidas resistências ôhmicas dependem das temperaturas das duas respectivas bobinas,  
 20 que estão imersas no fluido de resfriamento, e visto que a temperatura do referido fluido de resfriamento pode variar rapidamente e de forma incontrolada, isto logicamente resulta no fato de que a temperatura e, conseqüentemente, a resistência ôhmica das duas bobinas também varia e, finalmente, a mudança de  
 25 fase entre os sinais das bobinas varia, o que, por fim, causa informação errada no nível do metal líquido na fundição contínua.

Concluindo, visto que a assimetria do sistema físico está implícita dentro do próprio sistema, esta assimetria é

estendida também para o processo de medição e, portanto, representa um defeito no respectivo método de medição.

De outras patentes, por exemplo, US 4.138.888, EP 0 192 043, US 3.366.873, US 6.517.604. US 6.337.566, US 4.647.854, EP 0 010 539, EP 0 087 382, US 4.441.541, US 4.529.029, são conhecidas soluções que empregam bobinas que geram campos eletromagnéticos para detectar a altura ou nível do menisco em um molde de lingote de fundição contínua; entretanto, os sistemas apresentados aqui provêm o uso de pelo menos duas bobinas separadas e, portanto, apresentam as mesmas desvantagens.

De acordo com o que foi declarado anteriormente, é, portanto, objetivo da presente invenção desenvolver um dispositivo perfeito para medição do nível do menisco do aço líquido em um molde de lingote em um processo de fundição contínuo, e um método relacionado que supere as desvantagens descritas acima.

Adicionalmente, o dispositivo de acordo com a invenção é facilmente manufaturado e operável com materiais e componentes normalmente disponíveis na técnica e, portanto, com um custo efetivo.

Estes objetivos, com outras características da presente invenção, são obtidos por meio de um dispositivo e um método de acordo com as reivindicações em anexo.

#### BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A presente invenção pode ser executada de acordo com uma configuração preferencial não limitativa descrita aqui em detalhe e ilustrada por um exemplo não limitativo com referência aos desenhos em anexo, nos quais:

• A Figura 1 mostra uma vista seccional diagramática de um molde de lingote de acordo com o estado da técnica;

5     • A Figura 2 mostra uma vista aumentada de uma porção da seção vertical de um molde de lingote provido com um dispositivo de acordo com a invenção;

10    • A Figura 3 mostra, em forma de diagrama, os vetores de impedância da bobina de acordo com a presente invenção, separados nos respectivos componentes resistivo e reativo, em dois componentes operacionais distintos;

• A Figura 4 mostra, em forma de diagrama, os vetores da Figura 3, nos quais é sobreposto um vetor de impedância detectado com uma temperatura de bobina diferente;

15    • A Figura 5 mostra uma vista diagramática de uma configuração preferida da bobina de acordo com a presente invenção;

• A Figura 6 mostra uma vista diagramática relativa de uma segunda configuração preferida da bobina de acordo com a presente invenção;

20    • A Figura 7 mostra uma vista diagramática adicional de uma terceira configuração preferida da bobina de acordo com a presente invenção.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE ALGUMAS CONFIGURAÇÕES  
PREFERIDAS DA INVENÇÃO

25     Com referência às Figuras 1 e 2, é revelado um molde de lingote em seção vertical onde pode ser observado:

- o cristalizador 1;

- o esnórquel 2 para colocar o aço líquido dentro do cristalizador 1;

- a escória 3;

- a "pele" de aço solidificado 4;

5

- o metal de aço na forma líquida 5;

- o menisco 6;

- o revestimento externo 7 contatando o fluido de resfriamento 8.

10 A presente invenção é essencialmente baseada no fenômeno, conhecido "per se", de que a altura ou nível do menisco afeta drasticamente a temperatura da porção correspondente do cristalizador 1, e de que a temperatura do último, geralmente feito de cobre, é, por sua vez, afetada por sua resistividade elétrica "r".

15 Portanto, a mudança na temperatura da parede de cobre do cristalizador 1, devido à presença do metal líquido 5 em contato com ela, causa uma variação na resistividade "r" do próprio cobre.

20 Se o cristalizador 1 estiver relacionado a um campo eletromagnético primário gerado por uma bobina de transmissão apropriada, alimentada por uma corrente variável em uma frequência apropriada, por exemplo, na faixa entre 10 e 200 Hertz, correntes conhecidas na técnica com o nome de "correntes parasitas" são geradas no mesmo, cuja natureza e origem são bem  
25 conhecidas.

As correntes parasitas geram, por sua vez, um campo eletromagnético secundário, que se propaga de acordo com as leis de Maxwell e pode ser interceptado por uma ou mais bobinas de

recepção, nas quais uma força eletromotiva é naturalmente induzida.

As referidas "correntes parasitas" dependem de certos parâmetros, que são:

- 5                   • a corrente presente na bobina de transmissão,
- a configuração geométrica dos vários componentes do sistema,
- a frequência da corrente variável,
- a condutividade elétrica do material, isto é,
- 10 o cobre, ou qualquer outro material eletricamente condutivo do qual o cristalizador tenha sido feito.

Embora os três primeiros parâmetros não dependam da temperatura do cristalizador, o quarto parâmetro, isto é, a condutividade elétrica do cobre, depende da temperatura conforme

15 mencionado acima.

Portanto, o campo eletromagnético secundário, que é afetado pela temperatura do cristalizador, é gerado e, conseqüentemente, representa, de acordo com leis e experimentos fáceis de executar, o nível do menisco.

20                   Por meio de exame e comparação das forças eletromotivas na bobina de recepção e das características da corrente presente na bobina de transmissão que gerou o campo eletromagnético primário, é, portanto, possível detectar o campo eletromagnético gerado pelas "correntes parasitas", e a partir

25 dele a temperatura do cristalizador e, finalmente, a altura do menisco.

Até agora, este é o estado da técnica, descrito especificamente na patente mencionada EP 0 312 799.

De acordo com a presente invenção, uma bobina de transmissão 9 é considerada, a qual, quando energizada eletricamente por um sinal elétrico em uma frequência adequada, preferivelmente entre 10 e 200 Hertz, emite um campo eletromagnético primário que se relaciona com a parte superior do cristalizador 1; e em consequência deste fato, esta, por sua vez, emite um campo eletromagnético secundário ou de reação, que é diferente do campo eletromagnético primário em seu módulo e fase; os dois campos, primário e secundário, são obviamente somados e uma corrente total, que apresenta características próprias com relação à tensão, é induzida na bobina de transmissão 9, e pode ser medida em seus terminais, também por efeito do referido campo eletromagnético secundário.

De acordo com a invenção, a bobina de transmissão 9 tem um tamanho pequeno, está anexada apenas a uma porção de uma parede do cristalizador, tem um formato substancialmente achatado, e um eixo principal substancialmente perpendicular ao eixo principal do cristalizador 1 que coincide com a direção do movimento do aço líquido dentro do cristalizador.

A relação a seguir é, na verdade, considerada:

$$Z = R + jX$$

Esta é a fórmula geral de uma impedância, onde R representa o componente "na fase" com tensão, e X representa o componente "na quadratura".

Esta fórmula da impedância Z pode, obviamente, ser aplicada também para definir a impedância total presente na bobina de transmissão, devido também ao campo eletromagnético secundário.

Entretanto, uma circunstância que é a base da presente invenção foi observada, isto é, o fato de que ambos, o componente "na fase"  $R$  e o componente de quadratura  $X$  da impedância  $Z$  não são constantes, mas cada um deles depende, em certa extensão, da contribuição da presença do cristalizador de cobre 1.

Nós iremos relembrar aqui que qualquer material condutivo apresenta esta característica e que seu efeito nas características vetoriais da impedância depende da condutividade elétrica.

Por esta razão, o componente "na fase"  $R$  da impedância de cobre é muito mais elevado que aquele do aço com o qual ele está em contato.

Adicionalmente, se o material também apresenta propriedades magnéticas, então este efeito é amplificado pelo valor de permeabilidade magnética relativo.

A relação descrita acima pode ser escrita como segue:

$$Z = R_{DC} + R_{eq}(Cu) + j(X_{ar} + X_{Cu}),$$

onde  $R_{DC}$  representa a resistência ôhmica pura da bobina 9,  $R_{eq}(Cu)$  representa uma contribuição resistiva que deriva do campo eletromagnético secundário ou de reação; esta contribuição é devida ao fato de que correntes superficiais bem conhecidas (efeito de pele), cujo efeito é representado como uma resistência equivalente, são gerados em uma bobina relacionada com um campo eletromagnético secundário.

Estritamente falando, deveria também ser levado em consideração a reactância de uma bobina fantasma colocada em

uma posição especular com relação à parede de cobre, e considerar o cobre como um meio espaço infinito com condutividade infinita; entretanto, o peso deste fator é inteiramente desprezível para objetivos práticos da presente invenção e, portanto, será  
5 ignorado.

A posição especular é obtida pela colocação da bobina 9 substancialmente montada no nível previsto do banho líquido dentro do cristalizador e anexada a apenas um lado de uma porção de parede do cristalizador. Contrário a este arranjo, uma  
10 bobina ou uma série de bobinas que abraçam toda a parede de um cristalizador montada ao nível do menisco e tem um eixo coaxial ou paralelo ao eixo principal do cristalizador não pode obter esta condição especular e, portanto, não pode obter medições precisas e confiáveis.

No caso sob exame, a referida resistência equivalente  $R_{eq}(Cu)$  obviamente depende das correntes parasitas induzidas no cristalizador e, conseqüentemente, de sua resistividade e, portanto, de sua temperatura e, por último, do nível e, obviamente, da presença do menisco do aço líquido dentro  
15 dele e no campo de leitura da bobina 9.

Uma explanação similar pode também ser provida para  $X_{ar}$ , isto é, o componente reativo puro, determinado pelo fato de que a reactância da bobina de transmissão 9 também depende das referidas correntes superficiais, que a fase do campo  
25 eletromagnético secundário não é igual àquela do campo primário, e que esta fase obviamente depende das referidas "correntes parasitas" e, portanto, novamente, da temperatura do cristalizador  
1.

Na verdade, no ar, sem o cristalizador 1, a fórmula anterior se torna simplesmente:

$$Z = R_{DC} + j(X_{ar})$$

Foi também observado que, durante o curso dos experimentos de profundidade e as medições de teste, os dois componentes relacionados ao efeito cristalizador variam de uma maneira proporcional apreciável, isto é:

$$R_{eq}(Cu) = k X_{Cu}$$

onde  $k$  é uma constante.

Com referência à Figura 3, uma representação diagramática deste fenômeno é mostrada, na qual se o vetor " $Z_0$ " representa a impedância da bobina 9 no ar, e o vetor " $Z_1$ " representa a impedância da bobina 9 associada com o cristalizador 1, então é observado que o referido vetor " $Z_1$ " quase que se sobrepõe perfeitamente ao vetor " $Z_0$ " tendo a mesma fase, mas módulo diferente.

Fica, portanto, aparente que, se a fase da impedância da bobina de transmissão 9 fosse examinada, nenhuma diferença de fase seria encontrada se estivesse no ar ou no cristalizador.

Portanto, todos os testes sobre diferenças positivas de fase não forneceria informação útil.

E, finalmente, a análise comparada dos dois componentes, na fase e na quadratura, proveria a informação buscada sobre resistividade e, dessa maneira, sobre a temperatura do cristalizador.

Entretanto, se a temperatura da bobina 9 variar, por exemplo, por efeito de uma variação da temperatura do líquido

de resfriamento no qual está imersa, apenas o componente ôhmico da resistência  $R_{DC}$  variaria, enquanto os outros três componentes permaneceriam sem alteração.

Portanto, neste caso, a Figura 3 seria transformada na Figura 4.

Isto é, a diferença de fase ocorreria, o que afetaria a medição, porque uma fase que depende também da temperatura da bobina 9, e não apenas do nível do menisco, seria medida.

Visto que o componente ôhmico da resistência  $R_{DC}$  é responsável pelo problema discutido acima, a presente invenção é baseada no fato de que pela simples eliminação deste fator, isto é, ignorar o referido componente ôhmico da resistência  $R_{DC}$ , e calculando a temperatura do cristalizador 1 apenas com base nos componentes reativos  $j(X_{ar} + X_{cu})$ , é possível obter a informação requerida.

Na verdade, tendo identificado e selecionado o referido componente reativo, será suficiente comparar o mesmo com os valores predeterminados, que compreendem as respectivas alturas do menisco, para identificar por meio de meios e métodos simples, o nível (altura) do menisco na situação medida.

Para este objetivo, será suficiente executar uma série ordenada de experimentos, nos quais as alturas diferentes do menisco são associadas com valores correspondentes dos referidos componentes reativos  $j(X_{ar} + X_{cu})$ , para facilmente identificar a altura buscada com a precisão requerida.

Outros métodos para associar a altura do menisco com o referido componente reativo  $j(X_{ar} + X_{cu})$  estão obviamente

disponíveis, tais como, por exemplo, pelo processamento de algoritmos adequados, mas estas técnicas gerais são bem conhecidas na técnica e, portanto, não serão explicadas abaixo.

Com referência à determinação do referido  
5 componente reativo, será suficiente medir a impedância total  $Z$  e o ângulo de mudança de fase "f" entre a corrente e a tensão presentes nos terminais da referida bobina de transmissão 9, de acordo com métodos conhecidos e, portanto, calcular o referido componente reativo  $j(X_{ar} + X_{cu})$ , que é igual ao seno da impedância  
10 total,

$$j(X_{ar} + X_{cu}) = Z \text{ sen "f" .}$$

Ficará, agora, aparente aos técnicos no assunto que a presente invenção difere de todos os outros métodos do estado da técnica devido ao fato de que embora pelo menos duas  
15 bobinas, uma bobina de transmissão e uma bobina de recepção, sejam usadas no estado da técnica, apenas uma bobina é usada de acordo com a presente invenção.

Além do mais, o modo de operação da presente invenção é completamente diferente dos métodos do estado da  
20 técnica, porque, de acordo com a presente invenção, a temperatura do cristalizador 1 está correlacionada com o componente reativo da impedância da bobina única 9, e não com a relação entre as fases das duas bobinas, como acontece nos métodos do estado da técnica.

Com referência à Figura 5, o formato mais  
25 vantajoso da referida bobina de transmissão 9 é tão achatado quanto possível; esta solução permite a sensibilidade máxima porque obviamente as voltas mais distantes são as menos atingidas pelo campo eletromagnético secundário e, portanto, é desejável que

todas as voltas estejam tão próximas quanto possível do cristalizador 1.

Com referência à Figura 6, é também preferível que a altura "h2" da bobina 9 seja aproximadamente igual à 5 variação possível de altura do nível do menisco 6, visto que, na verdade, é a temperatura daquela porção do cristalizador 1 que será medida e, portanto, uma altura maior da bobina 9 poderia causar uma perda indesejada de sensibilidade.

Finalmente, com referência à Figura 7, no que 10 concerne ao formato da bobina 9, é desejável que esta seja maior que 30 mm, e tenha um comprimento superior a 50 mm, de modo a coletar a intensidade máxima de sinal e, portanto, melhorar a proporção de sinal-para-ruído.

Como uma melhoria adicional da presente invenção, 15 um algoritmo pode ser usado para detectar a presença ou a ausência do metal líquido no campo de leitura da bobina 9.

Pode ocorrer, na verdade, que uma variação na temperatura da parede do cristalizador 1 possa ser causada, ao invés daquela pelo metal líquido em contato com a mesma, por uma 20 inclusão indesejada de escória sólida ou pó de lubrificação que entrem em contato com a parede de cobre do cristalizador 1.

Neste caso, a bobina 9 detecta uma variação do campo térmico que não corresponde com uma variação real no nível ou altura do menisco.

De modo a eliminar esta desvantagem potencial, a 25 invenção explora a característica do cristalizador 1 que, durante o processo de fundição normal, oscila com uma frequência fixa ao longo de seu eixo vertical, de modo a tornar fácil a extração do

aço líquido.

Visto que a bobina 9 é integral ao cristalizador 1, ela se move com o cristalizador 1, mas também o aço líquido oscila de uma maneira equivalente. Nós temos, portanto, um corpo  
5 condutivo (o aço líquido) que se move próximo da bobina 9, de modo que a bobina 9 é atravessada por uma tensão que é a soma da tensão primária gerada pela corrente de alimentação e a tensão secundária gerada pelo movimento do aço líquido, esta tensão secundária sendo caracterizada pela frequência de oscilação.

10 Visto que este componente na frequência de oscilação está presente apenas no caso do metal líquido estar realmente presente dentro do cristalizador 1, o sistema pode reconhecer se o metal líquido está presente ou não e, portanto, evitar erros possíveis devido a inclusões ou captura de materiais  
15 diferentes do metal líquido em contato com a parede do cristalizador.

## REIVINDICAÇÕES

1. Dispositivo para medição do nível superficial (6) e/ou a presença de um banho de metal fundido (5) em um recipiente resfriado (1), especificamente um cristalizador (1) para um processo de fundição contínuo, compreendendo uma fonte de um campo eletromagnético, onde a referida fonte de um campo eletromagnético é uma bobina de transmissão (9) alimentada com energia elétrica em uma frequência predeterminada, **caracterizado pelo fato de:**

10 - a referida bobina de transmissão (9) ser uma bobina de transmissão única (9) com um formato substancialmente achatado, anexada a apenas uma porção de uma parede do referido cristalizador (1), substancialmente montada no nível previsto do banho líquido no cristalizador, tendo um eixo principal substancialmente perpendicular ao eixo principal do referido cristalizador (1),

- a referida bobina (9) ser energizada por um sinal elétrico em uma frequência entre 10 e 200 Hertz, e

20 - a informação sobre o nível e/ou a presença do referido nível superficial (6) ser obtida pelo processamento da impedância total (Z), conforme medida na referida bobina de transmissão (9), que atua também como uma bobina de recepção, de modo a calcular a contribuição à referida impedância (Z) da corrente induzida nas paredes do cristalizador (1), que depende da temperatura do cristalizador (1) e, a partir dela o valor do referido nível superficial (6) e/ou a presença do banho de metal fundido (5).

2. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de o referido processamento compreender a medição somente do componente reativo da referida impedância (Z) da referida bobina de transmissão (9).

3. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de o referido processamento compreender o cálculo da mudança de fase entre a tensão e a corrente na bobina de transmissão (9).

4. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações mencionadas anteriormente, caracterizado pelo fato de a referida bobina de transmissão (9) ter um formato substancialmente achatado.

5. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações mencionadas anteriormente, caracterizado pelo fato de a altura (h) da referida bobina de transmissão (9) ser substancialmente igual ao valor da variação na altura da zona de contato do referido nível superficial (6) com relação ao referido cristalizador (1).

6. Dispositivo, de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de a referida bobina de transmissão (9) ter uma altura maior que 30 mm e um comprimento maior que 50 mm.

7. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores de 2 a 6, caracterizado pelo fato de o dispositivo compreender meios de gravação, comparação e identificação adequados para comparar o referido componente reativo da impedância da referida bobina de transmissão (9) em relação a uma pluralidade de valores contidos em um banco de dados pré-armazenado, a cada um desses valores estão associados respectivos dados correlacionados ao referido nível superficial

(6) do referido banho fundido e para selecionar e produzir de uma maneira substancialmente contínua, a informação correlacionada àquele valor do referido banco de dados correspondendo ao componente reativo que foi medido.

5                   8. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de** a referida bobina de transmissão (9) ser alimentada por um gerador de corrente.

                  9. Dispositivo, de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, **caracterizado pelo fato de** a referida bobina de transmissão (9) ser contida dentro de um revestimento externo (7) de fluido de resfriamento (8) do referido cristalizador (1) e arranjada em uma parede externa (10) do cristalizador.

                  10. Método para medição do nível superficial (6) e/ou a presença de um banho de metal fundido (5) em um recipiente resfriado (1), especificamente um cristalizador (1) para um processo de fundição contínuo, compreendendo prover uma fonte de um campo eletromagnético, onde a referida fonte de um campo eletromagnético é uma bobina de transmissão (9) alimentada com energia elétrica em uma frequência predeterminada, **caracterizado pelo fato de** prover as etapas a seguir:

                  - prover uma bobina de transmissão única (9), que atua também como uma bobina de recepção, com um formato substancialmente achatado e anexada apenas a uma porção de uma parede do referido cristalizador (1), substancialmente montada ao nível previsto do banho líquido no cristalizador, com um eixo principal substancialmente perpendicular ao eixo principal do referido cristalizador (1),

- energizar a referida bobina (9) com um sinal elétrico em uma frequência entre 10 e 200 Hertz, e

• medir uma impedância (Z) da referida bobina (9), que também depende das "correntes parasitas" induzidas no cristalizador (1) pelo campo eletromagnético gerado pela própria bobina (9) e, conseqüentemente, na resistividade do referido cristalizador (1) que, por sua vez, depende da temperatura do referido cristalizador (1);

• obter o valor do nível do menisco do aço líquido dentro do cristalizador (1) pela comparação dos valores medidos da referida impedância (Z) com valores predeterminados, que compreendem o respectivo nível conhecido do menisco.

11. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de** prover uma etapa de processamento da mudança de fase entre a tensão e a corrente na bobina de transmissão (9) de modo a obter a informação sobre o nível e a presença do referido nível superficial (6).

12. Método, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado pelo fato de** prover a medição apenas do componente reativo da impedância (Z) da bobina de transmissão (9).

13. Método, de acordo com a reivindicação 10, onde o cristalizador (1) oscila em uma frequência conhecida, **caracterizado pelo fato de** prover uma etapa onde uma tensão é medida nos terminais da referida bobina (9), e o componente da referida tensão que tem a mesma frequência da oscilação do cristalizador (1), é isolado de modo a obter uma informação sobre a presença ou ausência de metal líquido em contato com a parede do cristalizador (1).

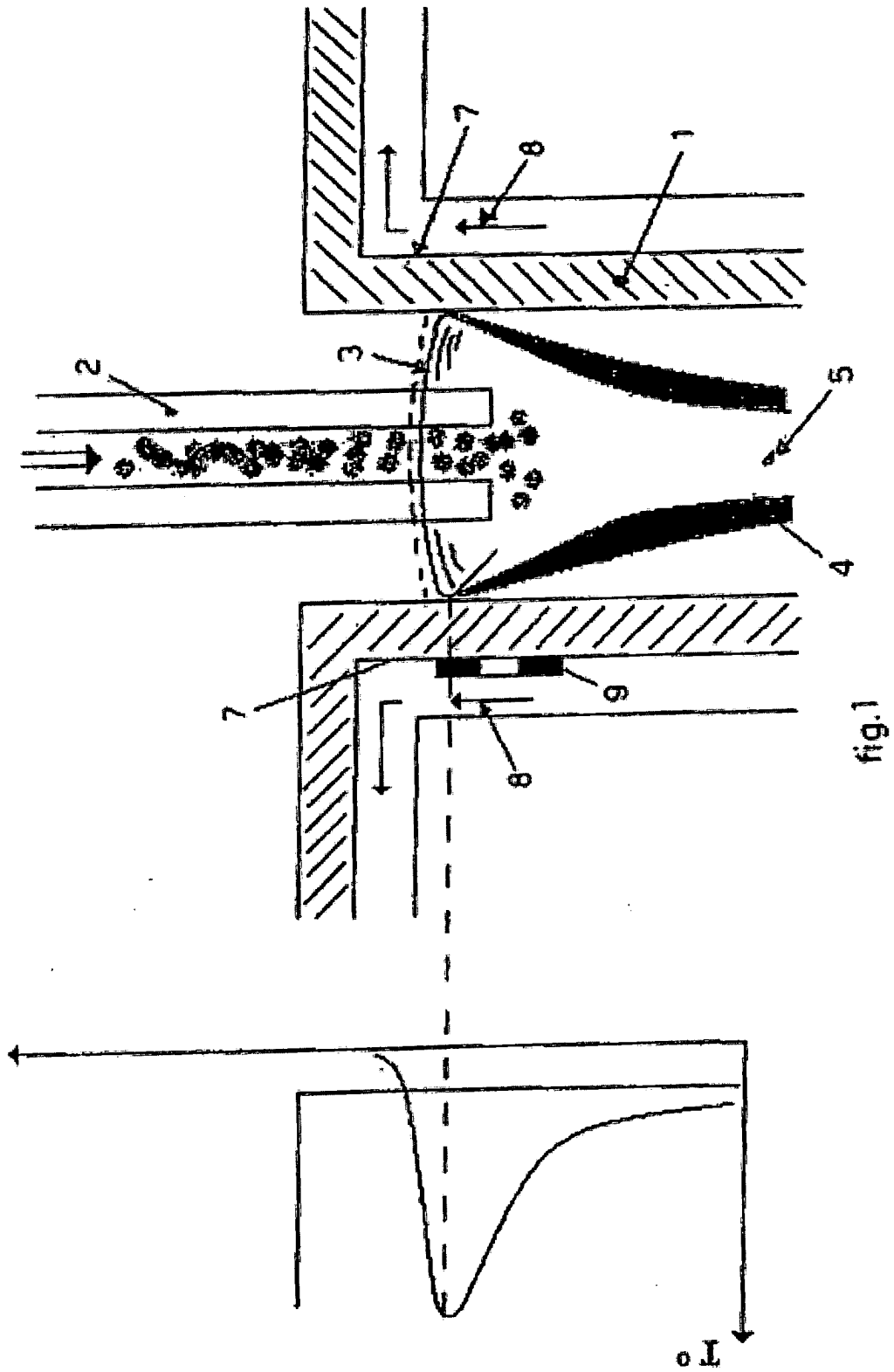


fig.1

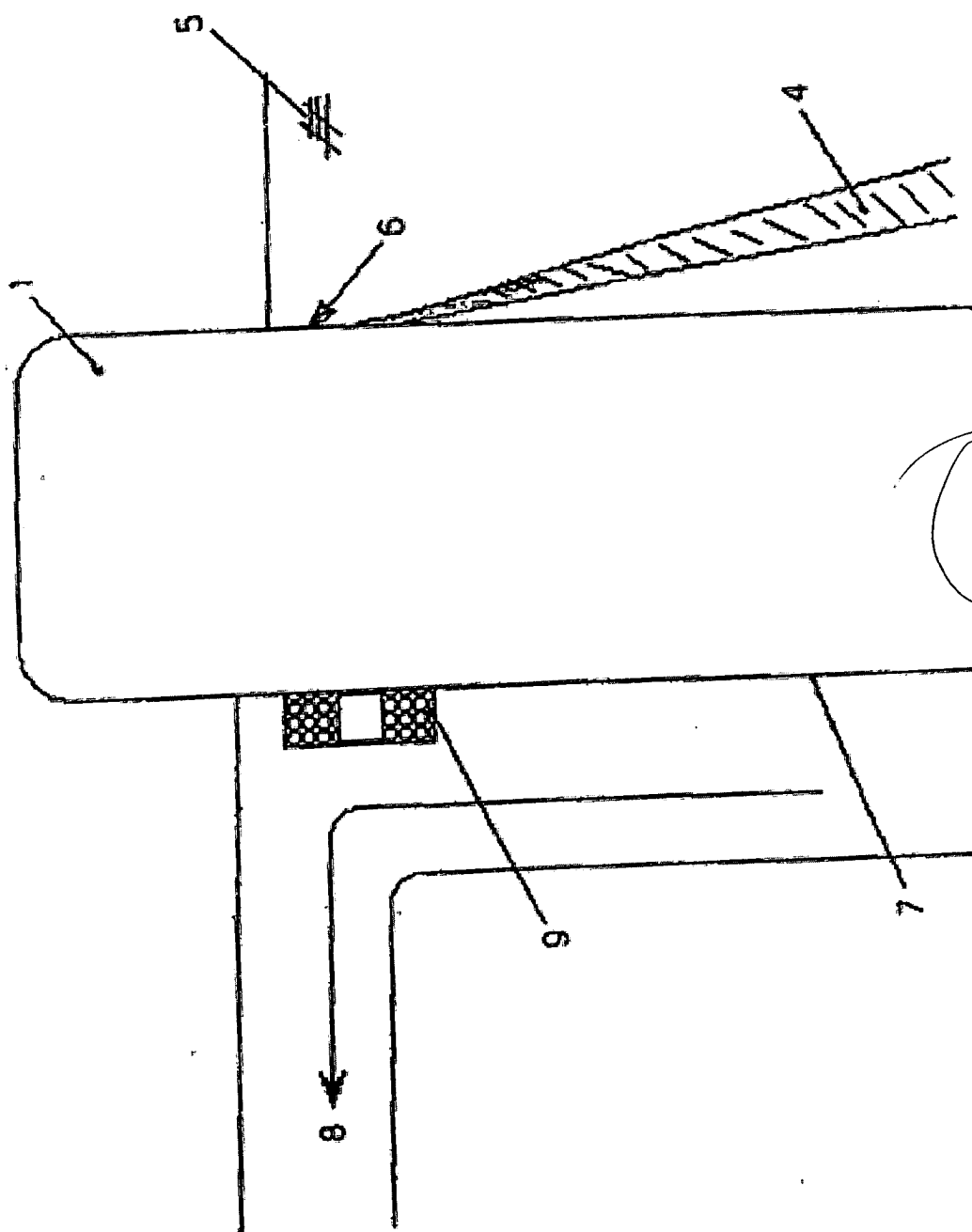


fig. 2

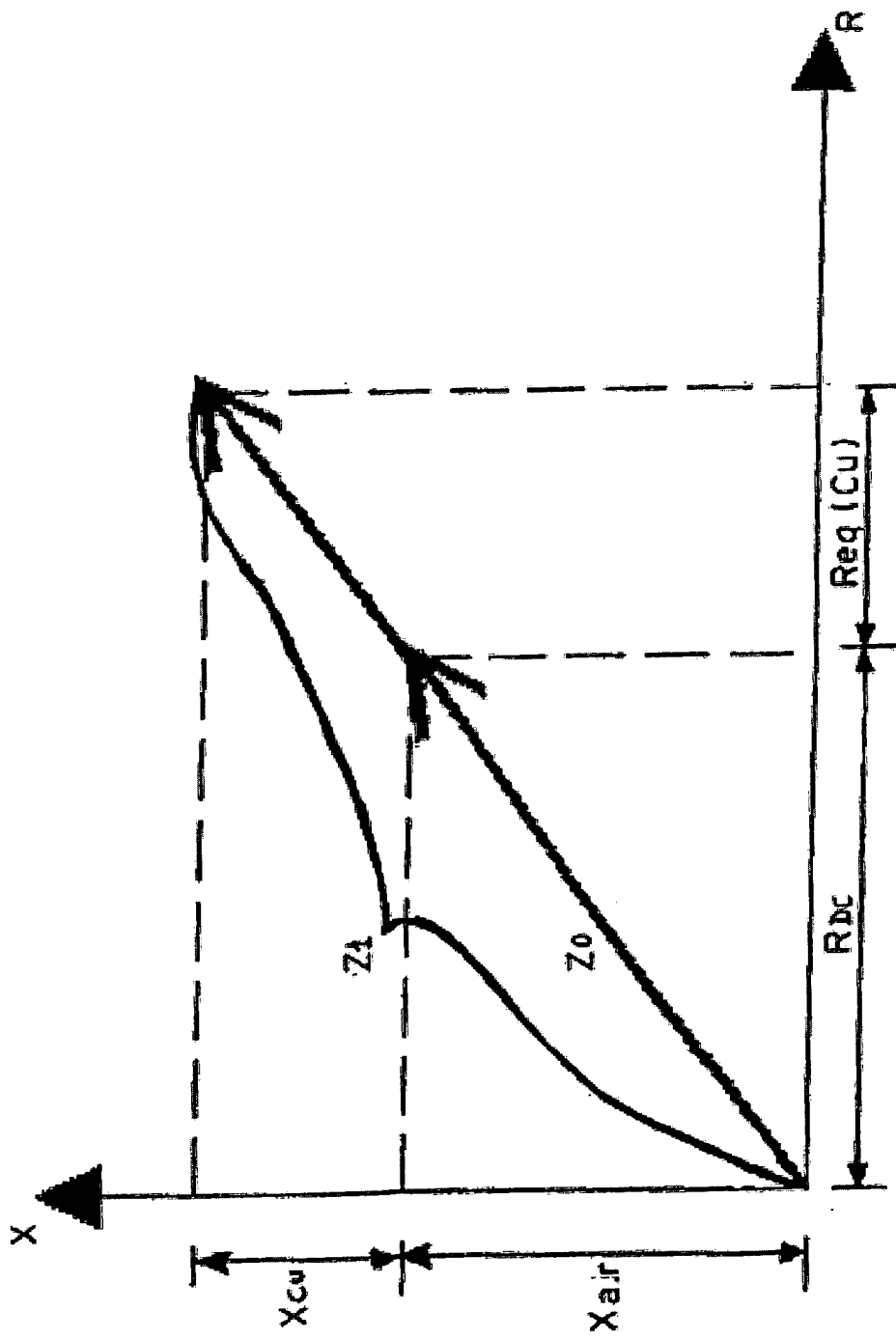


fig. 3

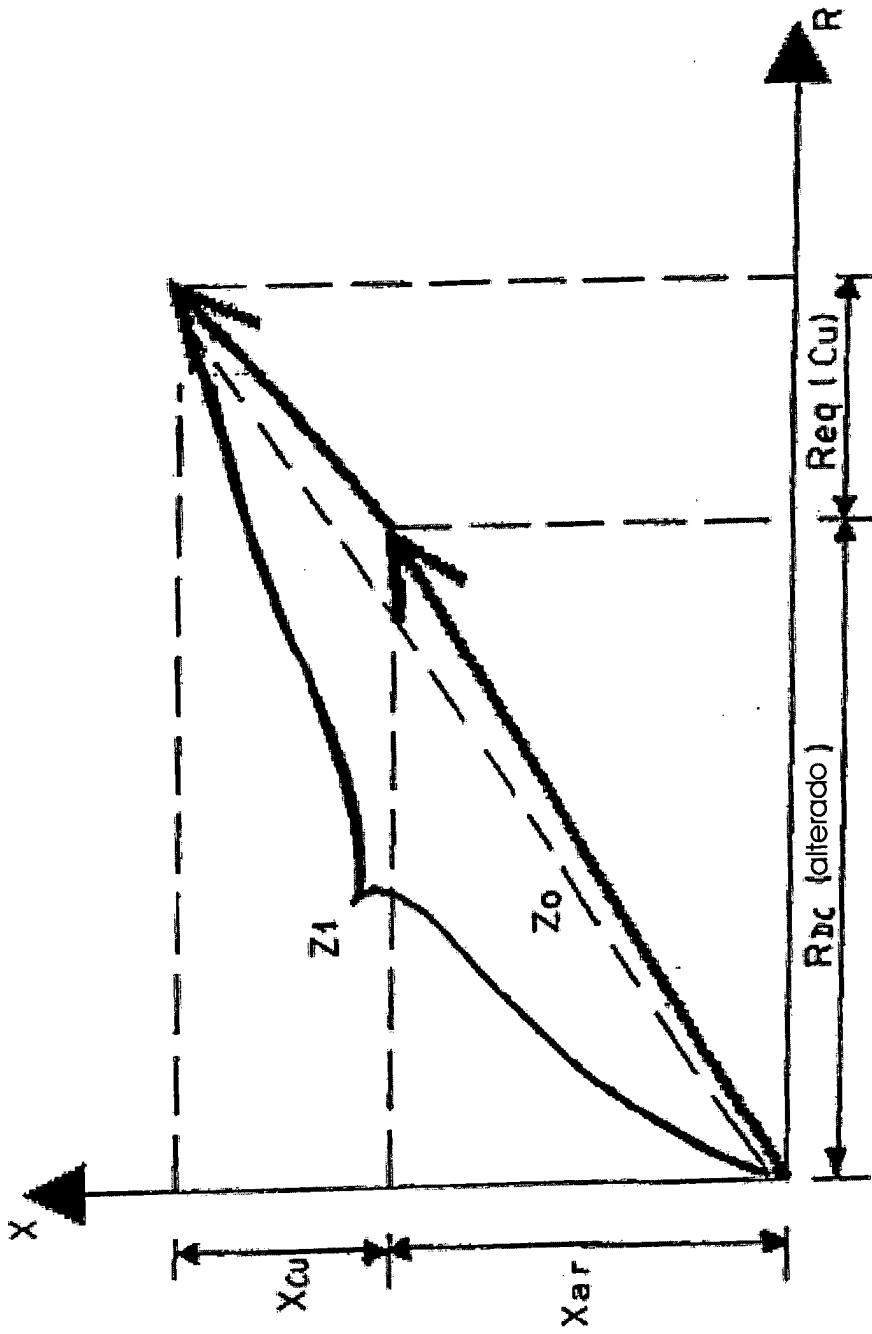


fig. 4

5/7

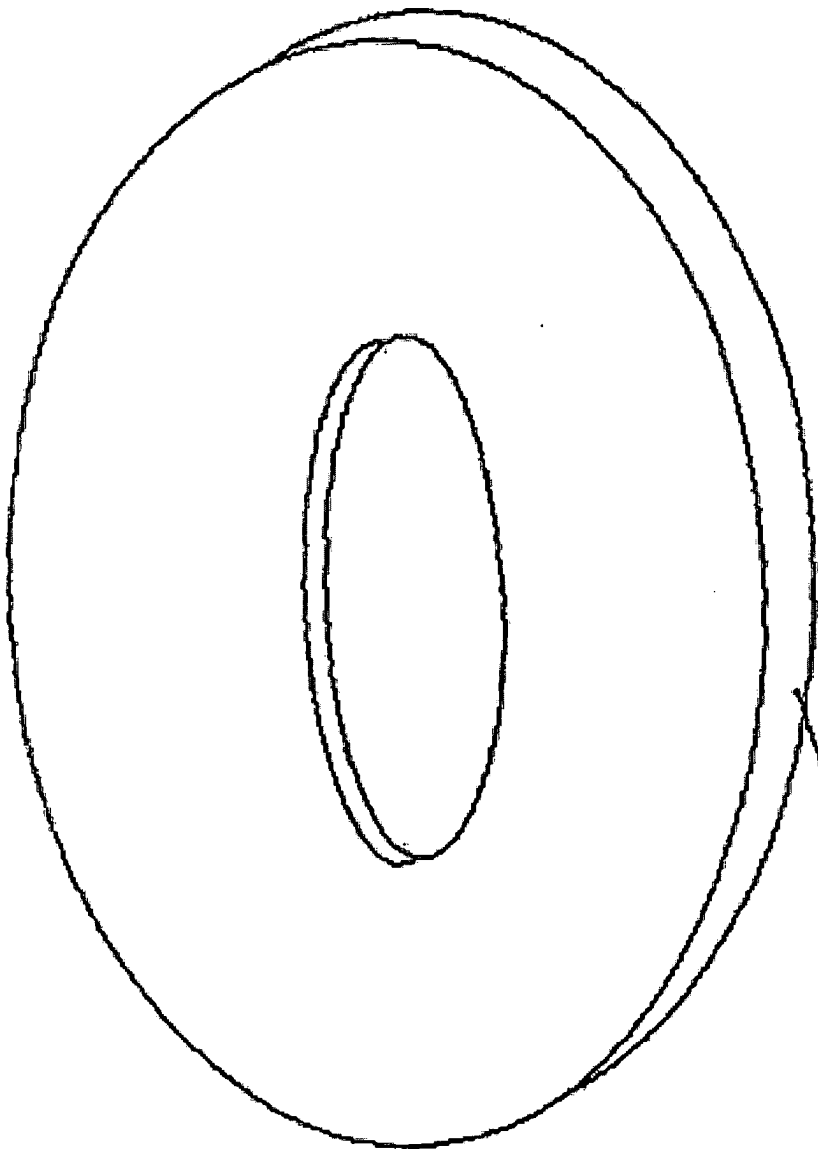


fig.5

6

6/7

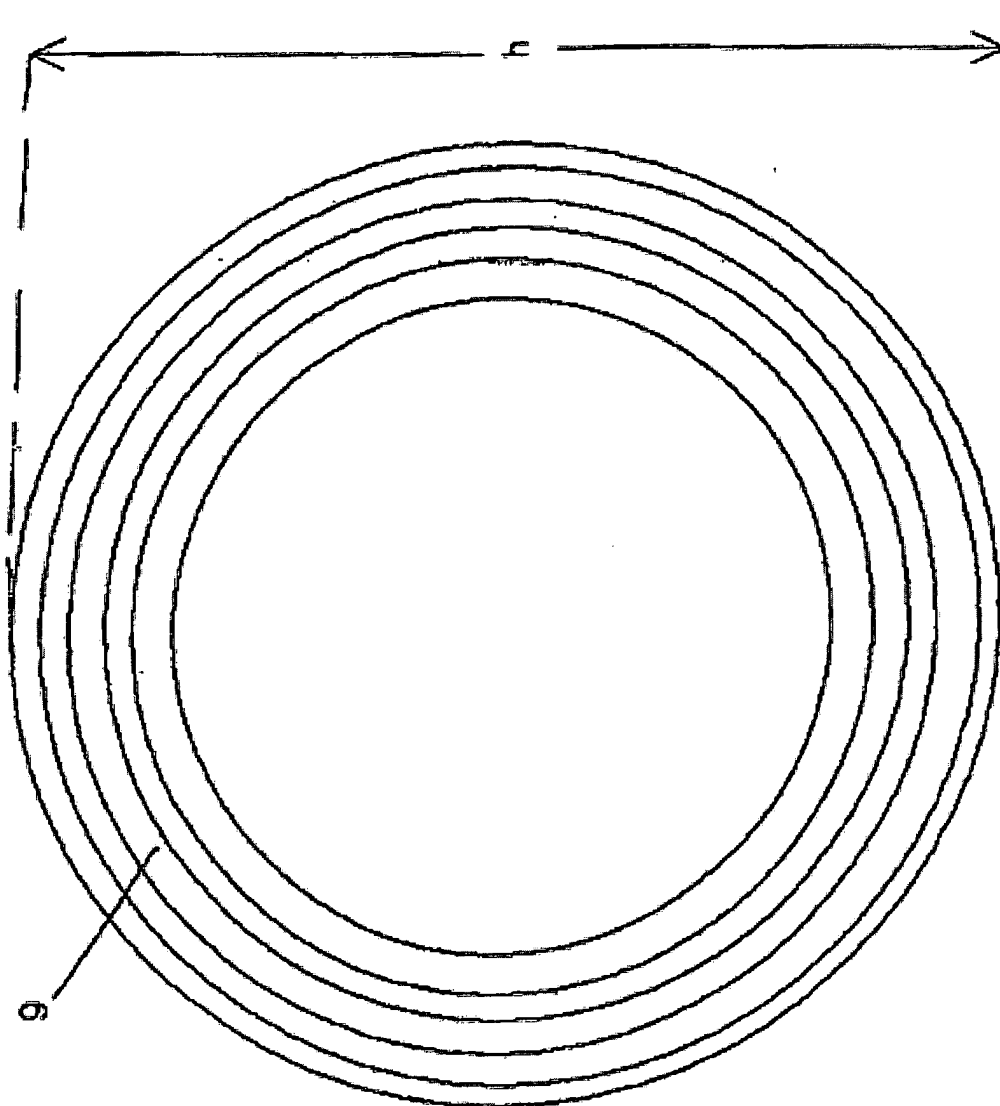


fig.6

7/7

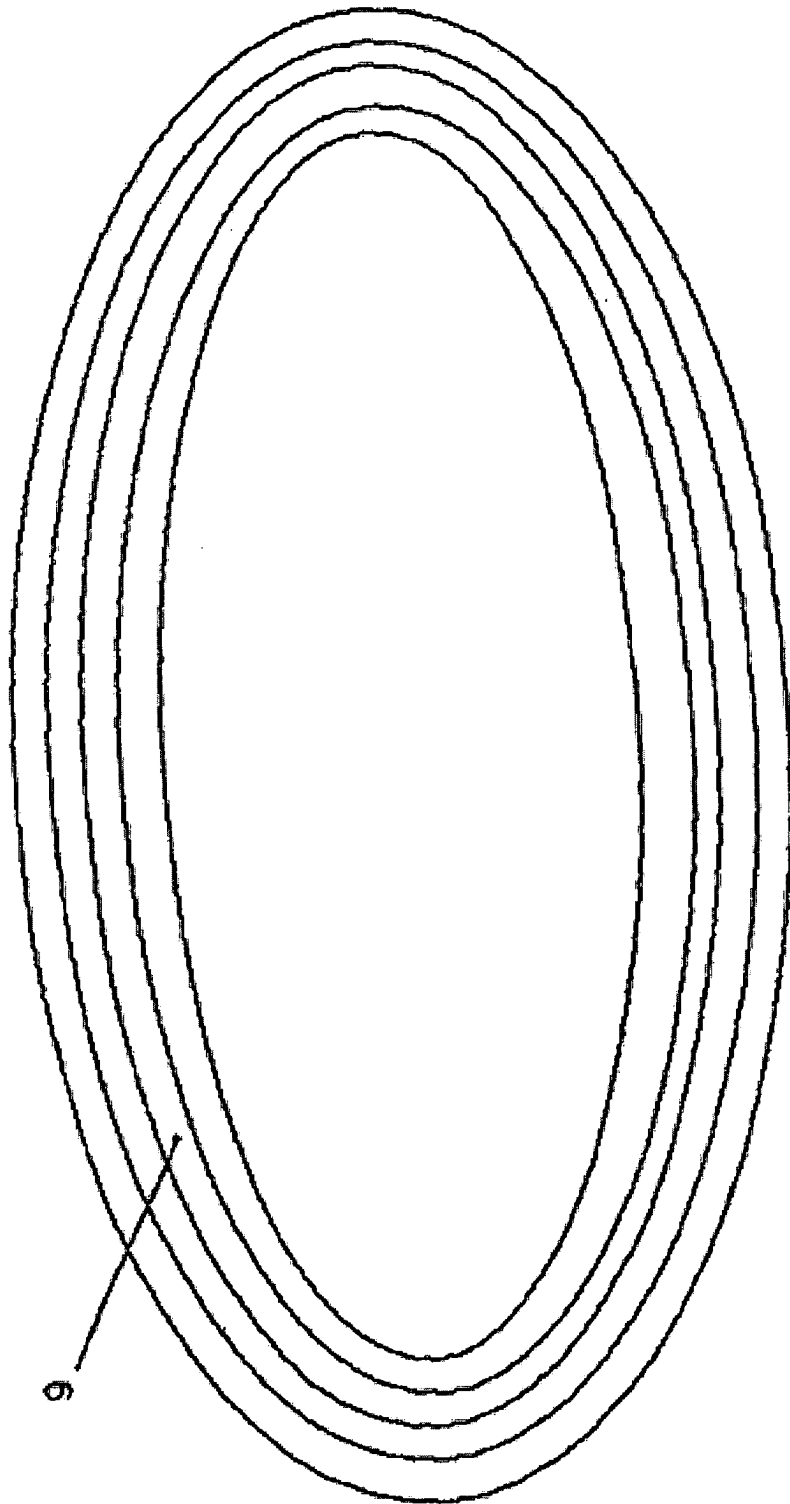


fig.7

**RESUMO****"DISPOSITIVO E MÉTODO PARA MEDIÇÃO E MONITORAMENTO DO NÍVEL DE METAL LÍQUIDO EM UM CRISTALIZADOR"**

Dispositivo e método para medição do nível superficial e/ou a presença de um banho de metal fundido em um recipiente resfriado, especificamente um cristalizador para um processo de fundição contínuo, compreendendo uma fonte de um campo eletromagnético, onde a referida fonte de um campo eletromagnético é uma bobina de transmissão alimentada com energia elétrica em uma frequência predeterminada. A informação sobre o nível e/ou a presença do referido nível superficial é obtida pelo processamento da impedância total (Z), conforme medida na referida bobina de transmissão, de modo a calcular a contribuição da referida impedância (Z) das correntes induzidas nas paredes do cristalizador, que dependem da temperatura do cristalizador e, a partir dela, o valor do referido nível superficial e/ou a presença do banho de metal fundido.