



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

(21) BR 10 2013 010773-5 A2



(22) Data de Depósito: 30/04/2013

(43) Data da Publicação: 23/06/2015
(RPI 2320)

(54) **Título:** TUBO DE METAL QUE POSSUI PELO MENOS UM INVÓLUCRO PROTETOR ANTICORROSIVO DE DUAS CAMADAS E SEU USO

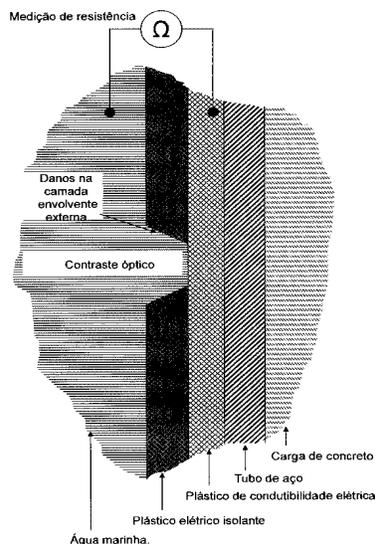
(51) **Int.Cl.:** F16L9/02; F16L9/133; F16L58/02

(30) **Prioridade Unionista:** 30/04/2012 DE 102012207179.2

(73) **Titular(es):** Evonik Industries AG

(72) **Inventor(es):** HARALD HAGER, JAN BERGER, JASMIN NITSCHKE, MARKUS HARTMANN

(57) **Resumo:** TUBO DE METAL QUE POSSUI PELO MENOS UM INVÓLUCRO PROTETOR ANTICORROSIVO DE DUAS CAMADAS E SEU USO. A presente invenção refere-se a um tubo de metal que possui pelo menos o invólucro protetor anticorrosivo de duas camadas com uma camada superior e uma camada inferior, estando a camada inferior de tal modo preparada que por ocasião de um dano de uma ou de várias camadas sobrepostas pode ser detectado um sinal óptico ou elétrico, é usado para ser montado em uma obra offshore ou para produzir uma tubulação instalada na água. Desta maneira, danos no invólucro protetor anticorrosivo podem assim ser facilmente reconhecidos e comunicados eventualmente por manutenção à distância



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"TUBO DE METAL QUE POSSUI PELO MENOS UM INVÓLUCRO PROTETOR ANTICORROSIVO DE DUAS CAMADAS E SEU USO"**.

5 A presente invenção refere-se a um sistema indicador de desgaste para tubos metálicos que fazem parte de uma obra *offshore* ou de uma tubulação e que estão envoltos com uma proteção anticorrosiva.

Como obras *offshore* são designadas obras fixas que são realizadas no mar aberto em frente à costa. Exemplos de tais obras e *offshore* são instalações para energia eólica, ilhas de perfuração e faróis. As tubulações em questão são tubos rígidos com uma parede massiva de metal, contrário a tubos flexíveis de constituição em camadas múltiplas.

10 Os tubos plásticos fazem, por exemplo, parte de uma estrutura básica de obras *offshore*. A estrutura básica de obras *offshore* é aquela região que sustenta a efetiva unidade funcional. Nas instalações de energia eólica, a estrutura básica sustenta a torre, inclusive a turbina e rotores. Nas ilhas de perfuração a estrutura básica sustenta a plataforma inclusive as construções. Nos faróis a estrutura básica sustenta a torre, desde que existente, bem como a luz. A estrutura básica esta submersa, na zona cambiante de água, na zona da espuma bem como eventualmente na zona de aerossol. A

20 estrutura básica inclui os elementos estruturais com os quais está ancorada no fundo do mar.

No decurso da ampliação planejada do aproveitamento da energia eólica, para os anos futuros são planejados tanto no mar do norte como também em outros mares, bem como em lagoas, um grande número de instalações de energia de usinas de energia eólica *offshore*. O sistema global mecânico de uma usina de energia eólica *offshore* é constituída dos componentes como turbina, rotores, torre e estrutura básica.

30 Para instalar essas usinas no fundo do mar, em locais distantes até mais de 100 km da costa, são necessárias construções especiais que divergem acentuadamente das construções na área de *onshore*. Áreas parciais destas construções complexas como, por exemplo, monoestacas, camisas, tripés, pilares triplos etc., estão sujeitos a intensas cargas estáticas e

especialmente dinâmicas bem como corrosivas. De acordo com a posição e a profundidade da água no local de montagem considerada, deveram ser levados em conta a chamada "Onda de 50 Anos" bem como a energia das marés. Aqui acresce a radiação UV intensa, esguichos de água salina, espuma, aerossóis, mudança de temperatura, solicitações mecânicas, crescimento de conchas e outros seres vivos e remoção mecânica correlata por animais bem como remoção química através de segregações de animais e de outros seres vivos marinhos. Para estas construções são empregados tubos de aço, os quais, por motivos de proteção anticorrosiva, ou estão fechados estanques ao ar ou podem ser cheios com concreto. Além disso, podem passar linhas de corrente elétrica ou outras linhas de abastecimento pelos tubos de construção de aço.

Até agora, os tubos metálicos necessários para a construção são produzidos, como sendo diretamente necessário com espessura de parede essencialmente mais grosso (até 25%) sendo aqui empregadas tintas convencionais, geralmente na base de resina de epóxida ou poliuretano para proteção anticorrosiva. Uma produção especial contra solicitações mecânicas estes sistemas de tinta normalmente não oferecem. Além disso, este material frequentemente terá de aplicado manualmente em alturas ou camadas mais altas ou que tem por consequência que é difícil o controle de qualidade. A qualidade de um revestimento deste tipo não pode ser comparada com o revestimento realizado em uma usina.

Na patente europeia EP 2 511 430 é descrito que tubos de construção de aço revestidos com uma camada extrudada de uma massa de moldagem de poliamida, podem ser usadas na estrutura básica em obras *offshore*. Desta maneira, é oferecida proteção melhor contra solicitações mecânicas, bem como contracorrosão e irradiação UV, do que ocorre nos tubos de camada única convencionais. O invólucro também pode ser conformado em várias camadas.

Tubulações de metal são atualmente empregadas frequentemente com poliolefina como, por exemplo, polietileno ou polipropileno (WO 2002/094922; US 2002/0066491; EP-A-0 346 101). Os revestimentos, ou

seja, os invólucros servem primariamente para proteção anticorrosiva; serão descritos em normas correspondentes. Para os invólucros de poliolefina trata-se, por exemplo, das normas DIN EN 10288, ou seja, DIN 30678. No caso de um invólucro de poliolefina, esta camada será produzida, por exemplo, através de extrusão de tubo ou de novelos. Para prover a aderência podem ser aplicadas seguidamente, antes da extrusão, camadas de epóxi e camadas de cola.

Outro estado da técnica que é regulamento pela DIN EN 10310 (versão alemã EN 10310:2003) prevê o revestimento de tubos de aço para tubulações instaladas na terra e em água através de pó de poliamida. O revestimento de poliamida é aplicado pela submersão em um leito fluido, aspersão ou no processo de aplicação por laminação. De acordo com o processo, através do revestimento de pó podem ser aplicadas apenas camadas relativamente finas sobre o metal. É especialmente desvantajoso que para o revestimento precisa ser empregado um pó de uma polimida relativamente com reduzido índice molecular a fim de garantir uma aplicação boa da fusão na superfície metálica quente. Um revestimento obtido dessa maneira serve, em primeiro plano como proteção anticorrosiva. Além disso, também são conhecidos revestimentos durômetros em base de epóxida ou poliuretano.

Na construção de tubulações serão progressivamente formuladas maiores exigências técnicas ao revestimento dos tubos porque as condições ambientais de instalação e de operação apresentam exigências progressivamente maiores. Um dos métodos mais eficazes para proteção de tubulações instaladas na terra contra corrosão especialmente a proteção anticorrosiva catódica, é um revestimento em várias camadas. Este revestimento consiste em uma camada de resina de epóxida como primeira camada, um copolímero como cola, constituindo a segunda camada, e uma camada externa de poliolefina constituída de polietileno ou de polipropileno. Este método de revestimento pode ser empregado para tubos pequenos até tubos grandes. Não obstante, na área de *offshore* e de *onshore* frequentemente são formuladas, adicionalmente, elevadas exigências quanto à resistência contra solicitações mecânicas. Para levar em conta adicionalmente

este problema o documento WO 2010/094528 recomenda o emprego de um tubo condutor metálico que é envolto com uma camada extrudada de uma massa de moldagem de poliamida, visando produzir uma tubulação instalada na água.

5 Danos causados em revestimentos protetores anticorrosivos dessa espécie resultam na corrosão da construção de aço protetora, podendo assim resultar em perigo estrutural da obra, ou seja, da tubulação. Portanto, por um lado o estado da técnica – especialmente nas obras *offshore* – reside em uma inspeção local regular da proteção anticorrosiva; por outro
10 lado, a construção de aço será conformada incluindo um fator de segurança, que permite uma corrosão temporalmente limitada da construção de aço resultante de camadas protetoras danificadas.

Como por exemplo, usinas de energia eólica *offshore* não estão sempre tripuladas, a inspeção destas usinas de energia eólica implica um
15 trabalho nitidamente maior; sempre se torna necessário uma viagem até a instalação. Por influências meteorológicas externas e do próprio mar, uma viagem ou uma inspeção óptica da instalação nem sempre é possível o que dificulta adicionalmente a inspeção.

Constitui, portanto objeto da invenção desenvolver um sistema
20 indicador de desgaste para sistemas envolventes de proteção anticorrosiva que também com uma tripulação não regular de obras *offshore* possibilita uma avaliação confiável da proteção anticorrosiva. Especialmente, dessa maneira devem ser limitadas pelo menos as viagens até essas obras, e também deverá poder ser reduzido o fator adicional de segurança na concepção
25 dessas obras.

Esta tarefa foi solucionada por um tubo metálico que possui um
invólucro protetor anticorrosivo pelo menos em duas camadas, com uma camada superior e uma camada inferior, sendo que a camada inferior esta
de tal modo conformada que por ocasião de danos da camada, ou das ca-
30 madas sobre postas, pode ser detectado um sinal óptico ou elétrico.

Também constitui objeto da invenção o emprego de um tubo metálico dessa natureza para ser montado em uma obra *offshore*, especialmen-

te na estrutura básica de uma obra *offshore* ou para produzir uma tubulação instalada na água.

Em uma primeira modalidade possível, a camada inferior, ou seja, a camada voltada para o metal será conformada condutora de eletricidade, ao passo que a camada superior voltada para a água, é conformada isolante de eletricidade. Pela aplicação de uma tensão elétrica contra a água torna-se assim possível detectar danos do revestimento pelo curto-circuito que então se apresenta através de um processo de manutenção a distância. Na água trata-se preferencialmente de água que contém sais dissolvidos, por exemplo, água do mar ou água salobra. A camada condutora de eletricidade poderá estar isolada contra o metal. Mas pode também estar unida em forma condutora com o metal, de maneira que a construção de metal se encontra no mesmo potencial.

Em uma segunda possíveis modalidades apresentam-se duas camadas superpostas de modo opticamente contrastante. Geralmente se distinguem na cor. Se, por exemplo, a camada superior for amarela e a camada inferior vermelha então pelo aparecimento de áreas vermelhas pode ser verificada danos da camada superior. O contraste de preferência corresponde pelo menos a escala de cinza (de acordo com a DIN EN 20105-A02) de 4, especialmente preferido pelo menos a escala de cinza de 3 e especialmente preferido pelo menos a escala de cinza de 2/3. A medição é feita de acordo com a DIN EN ISO 11664-4 com um fotômetro espectral (esfera).

Em uma terceira modalidade possível, a primeira e a segunda forma de realização são combinadas entre si. Danos serão detectados pelo aparecimento de um curto-circuito, sendo comunicados por manutenção a distância; no local, o dano poderá depois ser rapidamente localizado e reparado pelo contraste óptico. O princípio é demonstrado na Figura 1.

A Figura 1 apresenta um tubo de aço com uma carga de concreto que é revestida com uma camada de um material sintético condutor de eletricidade e, sobre esta camada, outra camada de um material sintético isolante de eletricidade. Ambos os materiais plásticos apresentam cores diferentes. A camada envolvente externa, condutora de eletricidade, está danifi-

cada em um ponto, de maneira que a camada condutora de eletricidade entra em contato com a água do mar. Desta maneira, através de uma medição de resistência elétrica será detectado um curto-circuito. O ponto danificado poderá ser localizado no contraste óptico.

5 A conformação condutora de eletricidade da camada inferior pode ser feita de maneira conhecida, por exemplo, pelo emprego de uma massa de moldagem cheia com uma fuligem com capacidade condutora ou pela embutição de condutores elétricos axiais ou enrolados, por exemplo, fios lisos ou cintas.

10 A obra *offshore* será preferencialmente uma usina de energia eólica, uma ilha de perfuração ou um farol.

 A estrutura básica de uma usina de energia eólica *offshore* é a estrutura que sustenta a torre. Ela se estende desde os elementos dos fundamentos, ancorados no fundo do mar, através da estrutura submarina até o
15 ponto em que começa a torre e que pode se situar acima do nível da água tranquila.

 Como estrutura básica são usados, por exemplo, os seguintes tipos:

 A construção de monoestacas consiste em uma estaca cilíndrica
20 oca. A monoestaca é usada muitas usinas eólicas *offshore* na Europa próximo da costa; adapta-se para fundamentos em profundidade de água atualmente até aproximadamente 20 metros. Monoestacas podem ser instaladas de forma simples e rápida; todavia para a montagem são necessários aparelhos pesados de cravação. Neste meio tempo são realizadas experiências
25 com a instalação protetora com um cabeçote de perfuração.

 A camisa é uma construção em treliça de aço que é semelhante à construção de postes de correntes convencionais. Nos seus quatro pés a camada será ancorada no fundo do mar com estacas. A construção da camisa já foi aprovada na indústria petrolífera em profundidades de água maiores.
30 Pela construção em treliça, comparado com a monoestaca, pode ser poupado de 40 a 50% de aço. Assim sendo, os custos do projeto no emprego dessa construção em profundidade de água maiores aumentam apenas

em extensão relativamente reduzida. Como os diferentes elementos de construção são relativamente pequenos, podem ser produzidos com facilidade, podendo ser transportado e montados de maneira fácil.

No caso do tripé, a estrutura consiste de um tripé formado de tubos de aço no qual o tubo central é montado no centro. As pernas do tripé podem estar assentadas cada qual em uma estaca ou também em várias estacas. Para a cravação das estacas estão previstas luvas de centragem nos pontos dos cantos do triângulo equilátero estão previstas luvas centragem. As estacas são interligadas por varas horizontais, estando acopladas no tubo central através de varas diagonais. O tubo central não é ancorado no fundo do mar. Como aqui são usados tubos de aço de diâmetros menores, o tripé poderá ser empregado para profundidades de água superiores a 20 metros.

No quadripé trata-se de uma modificação do conceito do tripé com quatro varas ao invés de três. Aqui se consegue uma rigidez de fundamento maior em grandes profundidades de água.

As estacas triplas são constituídas de três estacas de aço que são ancoradas sob a água. Por cima da água será aplicada sobre essas estacas de aço uma construção de tripé. De acordo com indicações do fabricante, fundamentos de tripé se adaptam para profundidade de água de 25 até 50 metros.

Estas construções são descritas, por exemplo, nas seguintes publicações:

- fundamentos para usina eólica offshore, "Deutsche Energie-Agentur GmbH, Stand 12/09"

- Florian Biehl (segurança para colisão de usinas de energia eólica offshore) Stahlbau, Band 78 (6), S. 402 – 409 (2009)

- K. Lesny. Gründung von Offshore-Windenergieanlagen (fundamentação de usinas de energia eólica offshore) Werkzeuge für Planung und Bemessung (ferramentas para o planejamento e dimensionamento) VGE Verlag Glückauf 2008, ISBN: 978-3-86797-035-8

-DE 103 10 708 A1

A camada superior e a camada inferior do invólucro protetor anticorrosivo consistem em um material polimérico, de uma massa de moldagem de poliamida, uma massa de moldagem de poliolefina, uma massa de moldagem de fluoropolímero (eventualmente na base de PVDF), uma massa
5 de moldagem na base de uma poliuretana termoplástica, uma poliuretana reticulada ou uma resina de epóxida reticulada.

Em uma modalidade preferida, a camada superior consiste de uma massa de moldagem de poliamida aplicada por extrusão. Neste caso, a
10 camada inferior também poderá ser constituída ou de um massa de moldagem de poliamida, uma massa de moldagem e poliolefina ou de outro material polimérico. O material dessa camada inferior pode conter uma resina aderente, por exemplo, resina de epóxida (como eventualmente Araldit®); neste caso essa camada poderá ser aplicada diretamente na superfície do metal.

15 Geralmente, com tudo, encontra-se entre a superfície de metal e a camada inferior pelo menos outra camada. Por exemplo, pode se tratar das seguintes camadas:

- uma camada de cerâmica, por exemplo, de acordo com o WO 03/093374;
- 20 - uma camada e fundamento, por exemplo, de resina de epóxida (US 5 580 659) ou uma mistura baseada em água de resina de epóxida e de látex de poliacrila (WO 00/04106);
- uma camada de agente de ligação de uma cola fundente de poliamida que pode ser aplicada, por exemplo, em forma de pó por borrifação etc. (EP 1 808 468 A2) ou de uma poliolefina que possui grupos funcionais. Como grupos funcionais são considerados, por exemplo, grupos carboxila ou grupos de anidretos ácidos (WO 02/094922), grupos epóxi ou grupos alcoxissilano (EP – A – 0 346 101) são considerados. A camada de poliolefina pode também ser espumada. A poliolefina será preferencialmente polietileno ou polipropileno;
- 25
- 30 - um agente de ligação de outra composição que deve assegurar que no caso de uma solicitação mecânica não seja prejudicado a ligação

entre a camada de poliamida e o material básico;

- um reforço têxtil na forma de tecido ou esteira, por exemplo, fibras de vidro ou fibras de aramida (Kevlar).

5 Uma eventual camada de cerâmica, camada de fundo, camada de agente aderente e/ou reforço têxtil será aplicado no tubo de acordo com qualquer processo aleatório. Processos adequados estão integrados no estado da técnica.

10 Os materiais da camada superior e inferior serão aplicados de acordo com processos conhecidos, por exemplo, através da extrusão de tubo ou de novelos. Em uma variante possível, ambas as camadas podem ser produzidas e aplicadas eventualmente em conjunto com uma camada de um agente aderente por coextrusão de um composto de camadas múltiplas.

15 A extrusão de tubo ou de novelo constitui um processo de envolvente aprovado há muito tempo para tubos. Estes processos são descritos mais detalhadamente no manual de tubo de aço décima segunda edição pagina 392 – 409 edição Vulkan – de Essen 1995.

20 As camadas aplicadas precisam ser pelo menos tão grossas que podem ser produzidas nas condições da aplicação como camada fechada. De preferência, a espessura da camada é pelo menos de 0,5 mm, especialmente preferido pelo menos 1,0 mm e especialmente preferido pelo menos 1,2 mm.

25 Comumente foram aprovadas espessuras de camada de até aproximadamente 8 mm, de preferência até aproximadamente 7 mm, especialmente preferido até cerca de 6 mm e especialmente preferido até cerca de 5 mm. Em caso de necessidade, camada poderá também ser escolhida mais grossa, até 30 mm ou mais.

30 O tubo de metal consiste, por exemplo, em aço, aço nobre, cobre, alumínio, ferro – gusa, zinco, liga com um desses metais como componente principal, latão, aço galvanizado, aço com cádmio, metal revestido com alumínio, com ligas de metal como, por exemplo, GALFAN aço revestido, ou de qualquer outro metal. O tubo pode ser produzido de acordo com todos os métodos do estado da técnica, por exemplo, como tubo soldado ou

sem costura.

Processos de produção correspondentes são geralmente conhecidos no estado da técnica.

5 O diâmetro externo do tubo de metal será preferencialmente pelo menos de 20 mm e no máximo 8000 mm.

Os diferentes tubos serão de forma conhecidas interligados na construção, por exemplo, por meio de solda.

10 Uma vantagem especial da invenção é que danos já podem ser verificados e reparados quando a própria construção de metal ainda não começou o processo da corrosão. Nesta hipótese o reparo ao todo é muito menos complexo.

REIVINDICAÇÕES

1. Tubo de metal que possui pelo menos um invólucro protetor anticorrosivo de duas camadas, com uma camada superior e uma camada inferior, caracterizado pelo fato de que a camada inferior é de tal modo constituída que por ocasião de um dano da(s) camada(s) sobreposta(s) pode ser detectado um sinal óptico ou elétrico.

2. Tubo de metal de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada inferior é conformada condutora elétrica e a camada superior é conformada isolante de eletricidade.

3. Tubo de metal de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que a camada inferior e a camada superior são conformadas em contraste óptico.

4. Tubo de metal de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o contraste corresponde pelo menos a escala cinza 4 de acordo com a DIN EN 20105-A02.

5. Tubo de metal de acordo com uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a camada superior e a camada inferior consistem em material polimérico.

6. Tubo de metal de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que a camada superior consiste em uma massa de moldagem de poliamida, aplicada por meio de extrusão.

7. Uso do tubo de metal como definido em uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de ser para montagem em uma obra *offshore* ou para produzir uma tubulação instalada na água. Uso de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a montagem é feita na estrutura de fundamentos de uma obra *offshore*.

8. Uso de acordo com uma das reivindicações 7 e 8, caracterizado pelo fato de que a obra *offshore* é uma usina de energia eólica, uma ilha de perfuração ou um farol.

9. Uso de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato de que a obra *offshore* é uma usina de energia eólica, e a estrutura de fundamento é uma monoestaca, uma camisa, um tripé, um quadripé ou pilares triplos.

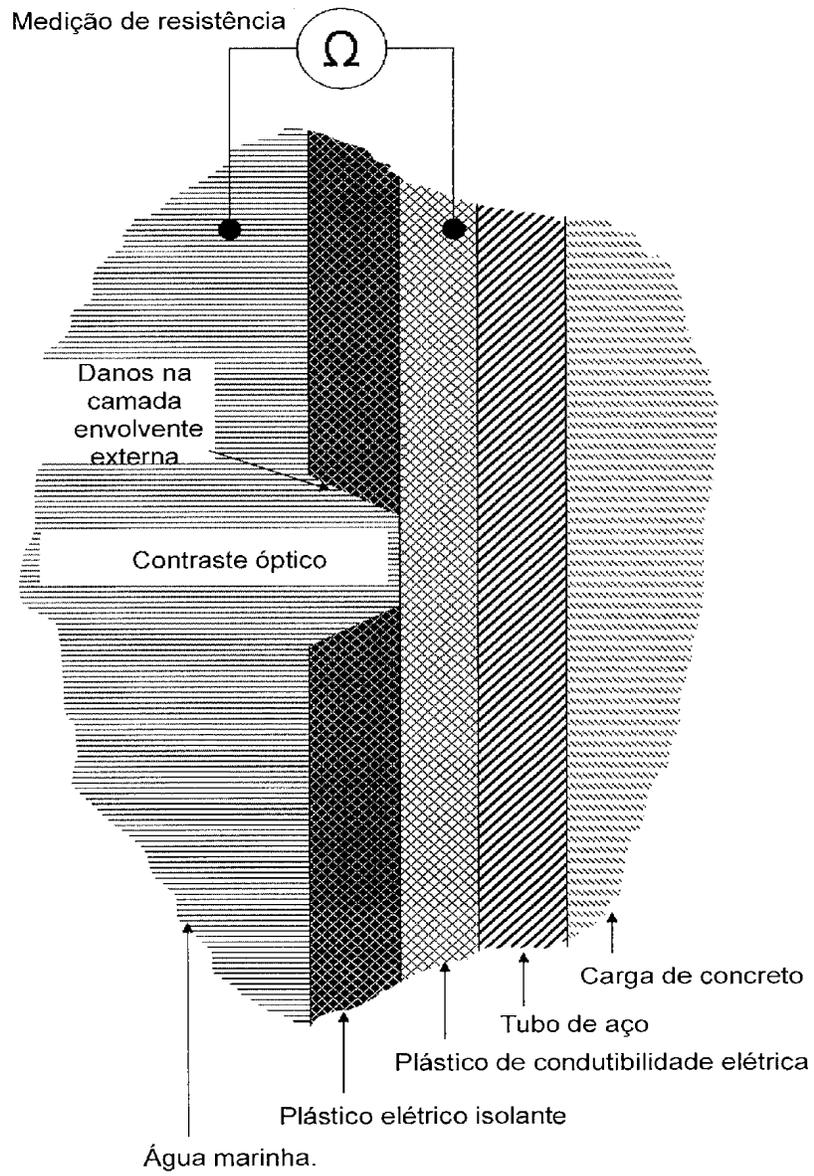


Fig. 1

RESUMO

Patente de Invenção: **"TUBO DE METAL QUE POSSUI PELO MENOS UM INVÓLUCRO PROTETOR ANTICORROSIVO DE DUAS CAMADAS E SEU USO"**.

- 5 A presente invenção refere-se a um tubo de metal que possui pelo menos o invólucro protetor anticorrosivo de duas camadas com uma camada superior e uma camada inferior, estando a camada inferior de tal modo preparada que por ocasião de um dano de uma ou de várias camadas sobrepostas pode ser detectado um sinal óptico ou elétrico, é usado para ser
- 10 montado em uma obra *offshore* ou para produzir uma tubulação instalada na água. Desta maneira, danos no invólucro protetor anticorrosivo podem assim ser facilmente reconhecidos e comunicados eventualmente por manutenção à distância.