

Copyright 2012, ABRACO

Trabalho apresentado durante o INTERCORR 2012, em Salvador/BA no mês de maio de 2012.

As informações e opiniões contidas neste trabalho são de exclusiva responsabilidade do(s) autor(es).

Proteção catódica galvânica – passado, presente e futuro
Laerce de P. Nunes^a, Antonio C. Caetano^b, Alexandre A. Araujo^c

Abstract

The cathodic protection systems are widely utilized on the corrosion control of buried and submerged structures. Since the first use of galvanic systems in 1823 by Sir Humphry Davy, several improvements have been experimented along the nearly two hundred years. In the period corresponding to the initial third of the first use and early twentieth century, the galvanic systems dominated solely with applications more specific in seawater. In the next period, that corresponded to the start of the twentieth century until the sixties there was great progress of impressed current systems, especially for ground structures, with a substantial predominance of buried pipes and even large structures in the sea near the coast, such as piers and large ships. Over the past fifty years the galvanic systems became more attractive for the protection of great extension submarine pipelines, production platforms and especially the Floating Production, Storage and Offloading units (FPSO). This paper analyzes the whole evolutionary process of galvanic systems with emphasis on the advantages that such systems offer to the off-shore structures, where some peculiarities turn the galvanic systems more attractive

Keywords: corrosion, galvanic cathodic protection, evaluative process.

Resumo

Os sistemas de proteção catódica constituem-se em um recurso amplamente utilizado no controle de corrosão de estruturas enterradas ou submersas. Desde o primeiro uso de sistemas galvânicos em 1823 por Sir Humphry Davy, vários progressos têm sido experimentados ao longo destes quase duzentos anos. No período de tempo correspondente ao terço inicial entre o primeiro uso e o início do século vinte, predominaram tão somente os sistemas galvânicos com aplicações mais específicas em água do mar. No período seguinte que correspondeu do início do século vinte até os anos sessenta daquele século houve um grande progresso dos sistemas por corrente impressa, especialmente para estruturas terrestres, com uma substancial predominância dos dutos enterrados e ainda grandes estruturas no mar próximas ao litoral, como píeres e grandes embarcações. Nos últimos cinquenta anos voltaram se tornar mais atrativos os sistemas galvânicos para proteção de dutos submarinos de grande extensão, plataformas de produção e principalmente as Unidade de Produção, Estocagem e Descarga (denominadas de FPSO). O presente trabalho analisa todo este processo evolutivo dos sistemas galvânicos com ênfase nas vantagens que tais sistemas oferecem para as estruturas no mar afastadas do litoral, onde algumas peculiaridades tornam os sistemas galvânicos mais atrativos

Palavras-chave: corrosão, proteção catódica galvânica, processo.

^a Engenheiro Metalurgista – IEC - Instalações e Engenharia de Corrosão

^b Engenheiro Eletrônico – IEC - Instalações e Engenharia de Corrosão

^c Engenheiro Eletricista – IEC - Instalações e Engenharia de Corrosão

Introdução

Os sistemas de proteção catódica constituem-se em um recurso amplamente utilizado no controle de corrosão de estruturas enterradas ou submersas.

Desde o primeiro uso de sistemas galvânicos em 1823 por Sir Humphry Davy, vários progressos têm sido experimentados ao longo destes quase duzentos anos.

Houve um período inicial onde predominaram os sistemas galvânicos, posteriormente um período de supremacia dos sistemas por corrente impressa e ultimamente os sistemas galvânicos voltaram a ser muito utilizados.

Neste trabalho analisa-se justamente este desenrolar do uso de proteção catódica com uma especial ênfase na evolução do uso de proteção catódica galvânica.

Breve histórico do surgimento da proteção catódica

O início de utilização da proteção catódica ocorreu em 1823, quando Sir Humphry Davy foi encarregado pelo Almirantado Britânico para resolver o problema de corrosão da chaparia de cobre que revestia os cascos de madeira dos navios de guerra britânicos.

Na leitura do dia 22 de janeiro de 1824, na Real Sociedade ele explicou que quando se tornava mais negativo, artificialmente, o estado elétrico de um material as forças de combinação podiam ser completamente destruídas.

Assim ele usou anodos de ferro, estanho e zinco para tornar o cobre mais negativo e eliminar a corrosão.

A partir deste relato estavam lançadas as bases da tecnologia de proteção catódica.

Tipos de proteção

Com o desenvolvimento da eletroquímica verificou-se que as células eletroquímicas tinham comportamentos similares, independentemente da sua origem, assim o catodo de uma célula galvânica estava submetido exatamente às mesmas reações de redução que o catodo de uma célula eletrolítica.

Desta forma, seria possível paralisar as reações também a partir da composição de uma célula eletrolítica e este tipo de proteção seria denominado de proteção por corrente impressa.

Tornaram-se então disponíveis dois tipos de proteção catódica: o sistema galvânico, originariamente desenvolvido por Sir Humphry Davy que se utiliza do princípio das pilhas galvânicas e o sistema por corrente impressa que se utiliza do princípio das células eletrolíticas.

Ambos os tipos consistem em alterar o potencial do material, tornando-o mais negativo, através de polarização catódica pela passagem de uma corrente elétrica contínua que se costuma chamar de corrente de proteção.

O valor desta corrente depende de alguns fatores, dentre os quais se podem destacar:

- Área da superfície a proteger em contato com o eletrólito;
- Resistividade elétrica do eletrólito;
- Dificuldades em polarizar o potencial da superfície devido à temperatura, movimentação e presença de pares galvânicos pela existência de materiais diferentes;
- Existência ou não de revestimento protetor e o grau de eficiência do mesmo.

A comparação tradicional entre os sistemas

Como o resultado esperado é idêntico, para os dois tipos de proteção catódica, do ponto de vista de desempenho desde que a corrente necessária à polarização seja injetada, é indiferente utilizar um ou outro tipo.

Dentro desta lógica a utilização de um ou outro tipo, regra geral, se prende ao fato de se conseguir injetar a corrente necessária à proteção de uma forma econômica e eficiente. Como as diferenças de potencial entre os anodos galvânicos e as estruturas em aço são de pequeno valor torna-se mais difícil proteger com sistemas galvânicos quando se trata de correntes de médias para altas em eletrólitos de resistividades também de médios para altos valores.

Sendo assim é comum se afirmar que o sistema galvânico é vantajoso por:

- Não requer suprimento de corrente alternada no local;
- Ter custos de manutenção muito baixos, após o sistema instalado;
- Não oferecerem riscos de interferência com outras instalações metálicas enterradas;
- Não oferecerem riscos de superproteção;
- Ter, em geral, custos de instalação mais baixos.

Por outro lado, o sistema galvânico é desvantajoso por:

- Ter a quantidade de corrente fornecida à estrutura limitada pela diferença de potencial, entre os anodos e a estrutura;
- Ter a proteção dificultada se as resistividades elétricas do meio no local não forem suficientemente baixas (no máximo 6.000 ohm.cm);
- Ter a proteção dificultada se o revestimento protetor não for muito bom, ou se a estrutura, tiver uma grande superfície a proteger;

Quando se trata de sistema por corrente impressa é comum afirmar que este sistema é vantajoso por:

- Fornecer maiores quantidades de corrente às estruturas de acordo com a necessidade de proteção, independente do tamanho da estrutura e da qualidade dos revestimentos protetores;
- Permitir um maior controle das quantidades de corrente fornecidas;
- Ser aplicável em qualquer meio, mesmo naqueles cujo eletrólito seja de elevada resistividade elétrica;
- Ser aplicável, com eficácia, para a proteção de estruturas nuas ou com revestimentos protetores pouco eficientes.

Por outro lado, o sistema por corrente impressa é desvantajoso por:

- Exigir manutenção periódica, ainda que de fácil realização;
- Exigir um dispêndio de energia elétrica, embora de pequeno valor;
- Oferecer riscos de interferência com outras estruturas metálicas enterradas nas proximidades.

Processo evolutivo dos dois sistemas em termos de utilização

No período de tempo correspondente, ao terço inicial entre o primeiro uso no início do século dezenove e o início do século vinte, predominaram tão somente os sistemas galvânicos com aplicações mais específicas em água do mar e algumas aplicações em solos de muito baixa resistividade, em baías e estuários.

Os tipos de instalações comumente protegidas nesta fase eram pequenas embarcações e pequenos cais.

No período seguinte que correspondeu do início do século vinte até os anos sessenta, daquele século, houve um grande progresso dos sistemas por corrente impressa, especialmente para estruturas terrestres, com uma substancial predominância dos dutos enterrados e ainda grandes estruturas no mar próximas ao litoral, como píeres e grandes embarcações.

A predominância das grandes estruturas em terra, em especial, grandes dutos em diâmetro e extensão ditaram o grande avanço dos sistemas por corrente impressa.

Neste mesmo período desenvolveram-se também os sistemas por corrente impressa para grandes navios, particularmente aqueles destinados ao transporte de petróleo e minérios.

Nos últimos cinquenta anos voltaram a se tornar mais atrativos os sistemas galvânicos para proteção de dutos submarinos de grande extensão, plataformas de exploração e produção e principalmente as Unidade de Produção, Estocagem e Descarga (denominadas de FPSO).

A volta do crescimento dos sistemas galvânicos se deveu a alguns fatores, entre os quais se pode citar:

- Serem estruturas no mar onde o eletrólito é de muito baixa resistividade;
- Ter havido um enorme progresso na qualidade dos revestimentos, podendo-se utilizar revestimentos de alta eficiência que conduzem a valores reduzidos de corrente para a proteção;
- Serem estruturas no mar, de grande extensão mar afora, onde o suprimento de corrente elétrica para sistemas por corrente impressa tornam-se mais complicados;
- O desenvolvimento de técnicas de acoplamento rápido de anodos que torna a manutenção mais expedita e mais econômica.

Algumas aplicações típicas em sistemas galvânicos na atualidade

Serão analisadas a seguir algumas aplicações típicas hoje existentes na área de petróleo em águas distantes da costa onde os sistemas galvânicos tornam-se interessantes.

Plataformas fixas de produção de petróleo

As plataformas fixas de produção de petróleo são grandes estruturas no mar, em geral com grande superfície a proteger e sem revestimento.

Nestas estruturas o uso de sistemas por corrente impressa poderia ser preferido, pelas elevadas correntes, entretanto como o material de fabricação são aços de alta resistência, tem-se utilizado comumente os sistemas galvânicos.

O risco de fragilização pelo hidrogênio é muito significativo nestas estruturas, especialmente nas regiões de solda, nos nós estruturais.

Com sistemas de proteção por corrente impressa pelo fato da estrutura não ser revestida pode haver o risco de superproteção, em face de eventual excesso de corrente nos nós e conseqüentemente a geração de uma grande quantidade de hidrogênio.

A utilização de sistemas galvânicos elimina totalmente este risco, pois o sistema se autorregula na medida em que o potencial de polarização se aproxima do potencial do anodo.

Dutos submarinos

Os dutos submarinos de grande extensão no mar, como os que interligam campos de produção no mar com instalações terrestres são revestidos e em geral utilizam-se dos sistemas galvânicos como complemento da proteção.

A vantagem dos sistemas galvânicos neste caso se deve ao fato de que é de mais fácil instalação e não precisa de suprimento de energia.

Nestes sistemas os anodos costumam ter o formato de braçadeiras ou braceletes e são lançados junto com o duto para um período de proteção de trinta anos ou mais.

Outra vantagem do sistema galvânico, neste caso, é que a massa dos anodos contribui com peso auxiliar para permitir a flutuação negativa do duto.

Unidades flutuantes de produção, de estocagem e descarregamento (FPSO)

Para as unidades de produção do tipo FPSO (Floating Production Storage Offloading) tem-se utilizado sistemas galvânicos ou por corrente impressa.

Cabe ressaltar que os sistemas de proteção catódica permanente (definitivo) por corrente impressa oferece para o caso de FPSO algumas desvantagens quando comparado com sistemas galvânicos, dentre as quais se pode destacar:

- O sistema por corrente impressa oferece mais riscos de superproteção por se ter anodos em menor número e a corrente mais concentrada;
- No sistema por corrente impressa a alta corrente no entorno dos anodos pode causar danos ao dielétrico responsável pelo espalhamento da corrente;
- Em face das interferências com risers, o sistema por corrente impressa é de mais difícil ajuste, o que não acontece com o galvânico, que é auto regulável;
- O sistema por corrente impressa necessita de um sistema de proteção provisório.

Em contrapartida os sistemas galvânicos não oferecem riscos de superproteção, em parte alguma do casco da embarcação, não causa interferência com risers e dispensa sistema provisório.

Vale a pena ressaltar, ainda que nestas unidades toda a proteção interna em tanques de carga, bem como em tanques de lastro o sistema galvânico é o recomendado pelas normas internacionais.

Previsão de uso dos sistemas galvânicos no futuro

As reservas petrolíferas em terra estão se esgotando e ao que tudo indica nos próximos anos se intensificará a produção de petróleo no mar e, portanto os correspondentes sistemas galvânicos.

É possível também que no futuro a humanidade busque no mar prospectar outros minerais que possam tornar-se escassos em terra e para isso os sistemas de aproveitamento destes recursos necessitarão de sistemas adequados de proteção anticorrosiva, onde os sistemas de proteção catódica galvânicos podem tornar-se interessantes.

Conclusões

Com base no exposto pode-se concluir que:

- Os sistemas galvânicos que perderam muito espaço durante o período de crescimento maciço da malha dutoviária no Brasil e no mundo voltaram a ter um crescimento substancial com as instalações no mar;
- Os sistemas galvânicos são mandatórios em casos de interiores de tanques onde por medida de segurança evita-se sistemas por corrente impressa;
- Os sistemas galvânicos são também preferidos nos casos em que haja riscos de superproteção, como nos casos de aços de alta resistência;
- Finalmente prefere-se o sistema galvânico onde haja riscos de interferência com outras estruturas, como nos casos dos risers de FPSO's.

Referências bibliográficas

- (1) BAECKMANN, W. V.; SCHWENK, W.; PRINZ, W. Handbook of Cathodic Corrosion Protection. Gulf Publishing Company – Houston, Texas.
- (2) NUNES, L. P. Fundamentos de Resistência à Corrosão. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2007.
- (3) DUTRA, A. C.; NUNES, L. P. – Proteção Catódica: Técnica de Combate à Corrosão. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2006.
- (4) BRITTON, J. Cathodic Protection Strategies for FPSO. 2002 <<http://www.stoprust.com/7cpforfpsos.htm>>.