



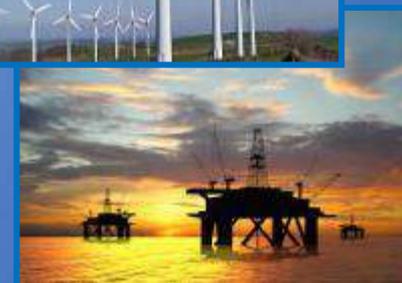
IB-NDT

Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

Brasil

▪ 2017 ▪

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE)





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE)

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE)





RESULTADO

A aplicação do SIIDE permite identificar as regiões de maior interesse na escavação, permitindo a redução de custos e tempo de inspeção em dutos ou tubulações enterradas.



**ESCAVAR ONDE
É PRECISO!**



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – O CONCEITO

O Sistema Integrado de inspeção em dutos enterrados (SIIDE) trata-se da aplicação de conjunto de técnicas de inspeção não intrusivas com objetivo de auxiliar as ações de manutenção para reabilitação de tubulações ou dutos enterrados. Em ambiente rural, urbano ou industrial.





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – O CONCEITO

O Sistema Integrado de inspeção em dutos enterrados (SIIDE™) trata-se da aplicação de conjunto de técnicas de inspeção não intrusivas com objetivo de auxiliar as ações de manutenção para reabilitação de tubulações ou dutos enterrados, utilizando como referência as recomendações da ANSI/NACE SP0502-2010 - Standard Practice - Pipeline External Corrosion Direct Assessment Methodology.

As práticas tradicionais de inspeção em sistemas de tubulações enterrados são bastante limitadas em função da necessidade de acesso a tubulação através de escavações ou uso de ferramentas custosas como PIG (quando viável). **A aplicação do SIIDE™ permite quantificar os danos existentes tanto no metal quanto no revestimento, desta forma, a tomada de ações para reabilitação é realizada com custo operacional inferior comparado com as praticas tradicionais de inspeção. Para isso nós realizamos os ensaios:**

Geoposicionamento

- Permite determinar a localização e profundidade da tubulação enterrada
- Localização "in situ" ou Coordenadas de GPS

MMM-Nanoend

- Tecnologia de memória magnética do metal
- Permite identificar danos na tubulação (vazamentos, trincas, corrosão, ligações clandestinas e deformações).

PCM+A-Frame

- Pipeline Current Mapper
- Identifica falhas no revestimento da tubulação

Emissão acústica

- Permite classificar as discontinuidades identificadas através da atividades de emissões acústicas

Medição de taxa de corrosão

- Permite medir a taxa de corrosão em corpos metálicos enterrados



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – GEOPOSICIONAMENTO

Com utilização de sistema de gerador de pulso conectado a tubulação é possível identificar e localizar o duto mesmo sob interferências (Dutos paralelos, intercessões e/ou cruzamentos de dutos etc). Também são geradas as informações de profundidade da tubulação.

Os dados são plotadas “in situ” através de marcadores e são geradas coordenadas para plotagem em mapas complexos ou Google Earth.





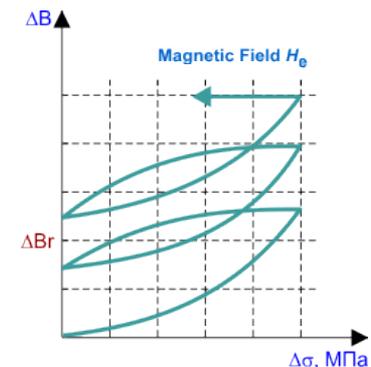
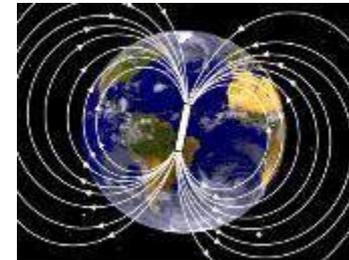
SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

Princípio Físico

Mais de cento e cinquenta anos se passaram desde 1842, quando o histórico experimento de Joule demonstrou a existência da magnetostricção. Joule conseguiu importantes resultados relacionando a deformação do material com o campo magnético aplicado. Entretanto, ele mesmo concluiu também que a deformação era limitada a valores relativamente pequenos. Mesmo assim, ao longo do tempo, foram descobertas novas aplicações para o efeito magnetostrictivo. As primeiras aplicações técnicas da magnetostricção surgiram antes da segunda guerra mundial, tais como os osciladores em 1928, torquímeros em 1929 e sonares em 1935. Além disto, um notório interesse para as aplicações dos fenômenos magnetoelásticos tem sido observado desde 1975.

O método de memória magnética do metal (MMMM) baseia-se no registro e análise da distribuição das dispersões dos campos magnéticos, que ocorrem nas zonas de concentração de tensões e defeitos no metal ferromagnético.

A figura ao lado ilustra o princípio físico da ação do efeito magneto-elástica ou Magnetoestricção (ΔB_r - mudança de indução residual; $\Delta \sigma$ - mudança de carga cíclica ; H_e - campo magnético externo). Se uma carga cicla em pulsos em alguma área de uma estrutura (ferromagnética) com campo externo presente, em nosso caso, o campo magnético da Terra, ocorre a indução residual e crescimento da magnetização residual nesta região.

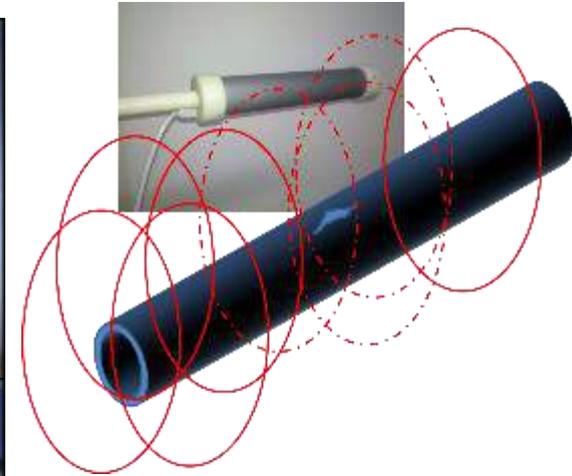




SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

Princípio Físico

A antena possui 02 nano sensores que medem a distorção gerada no campo magnético em função da concentração de tensão na tubulação.





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

Normas aplicáveis

Durante o período de 1994 até 2008, foram emitidos 450 documentos com resoluções positivas sobre o método de MMM-Nanoend.

As Normas Internacionais ISO 24497-1:2007, 24497-2:2007, 24497-3:2007 sobre o método MMM-Nanoend foram aprovadas em 2007. Esta aprovação foi resultado da votação positiva entre os 28 países do comitê da ISO.

O MMM-Nanoend são utilizados em mais de 1000 empresas russas. Além da Rússia, o método foi implementado em uma série de empresas em 26 países: Angola, Austrália, Bulgária, Bielorrússia, Canadá, China, República Checa, Finlândia, Alemanha, Índia, Iraque, Irã, Israel, Cazaquistão, Letônia, Lituânia, Macedônia, Moldávia, Mongólia, Montenegro, Polônia, Sérvia, Coreia do Sul, Ucrânia e EUA.

As normas ISO são:

- ISO-24497-1:2007 Non-destructive testing - Metal magnetic memory - Part 1: Vocabulary.
- ISO-24497-2:2007 Non-destructive testing - Metal magnetic memory - Part 2: General requirements.
- ISO-24497-3:2007 Non-destructive testing - Metal magnetic memory - Part 3: Inspection of welded joints.



Pode atender aos requisitos da RESOLUÇÃO ANP Nº 6, DE 3.2.2011 - DOU 7.2.2011 e com o Regulamento Técnico de Dutos Terrestres para Movimentação de Petróleo, Derivados e Gás Natural - RTDT da ANP nº 2/2011.



IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

Sistema de inspeção

- Tempo de gravação: 24 horas
- Peso Total do sistema: 1,3kg
- Funcionamento contínuo sem recarga: 12 horas
- Temperatura de trabalho: -20/50°C
- Diâmetro externo do tubo: 100mm até 1420mm
- Espessura do tubo: 6-16mm
- Profundidade máxima da tubulação no solo: 4,0m
- Velocidade máxima durante a inspeção: 5,0 km/h
- Patente nº: 2379597.
- **Sem restrições ao tipo de fluido do duto**





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

A inspeção

O processo de inspeção é realizado através da passagem do sistema de inspeção sob a tubulação com uma distância máxima de até 4,0m do trecho enterrado. O traçado da tubulação deve ser conhecido. Nos casos onde o traçado da tubulação não é conhecido é utilizado o sistema de localização e identificação do traçado da tubulação.



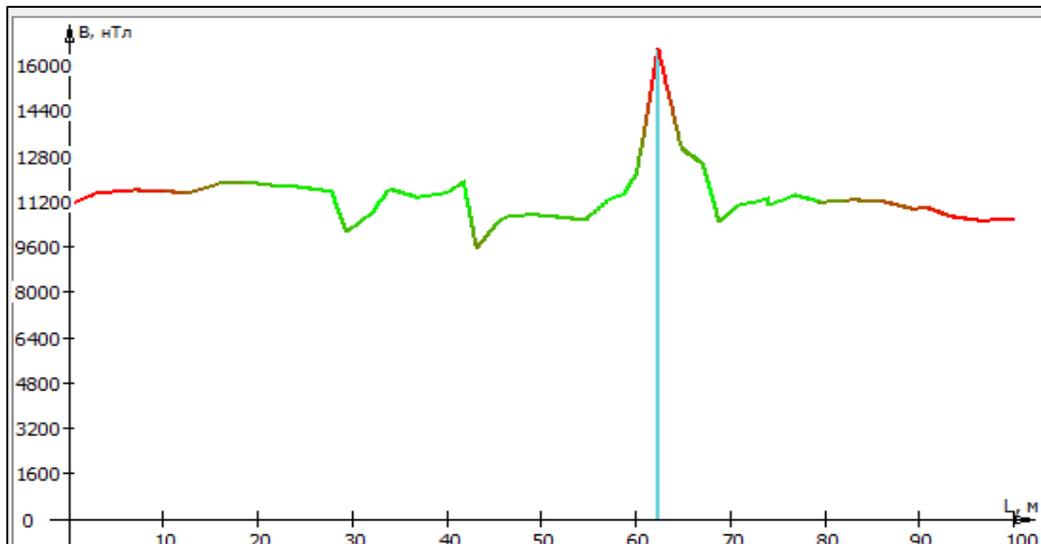


SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

O resultado

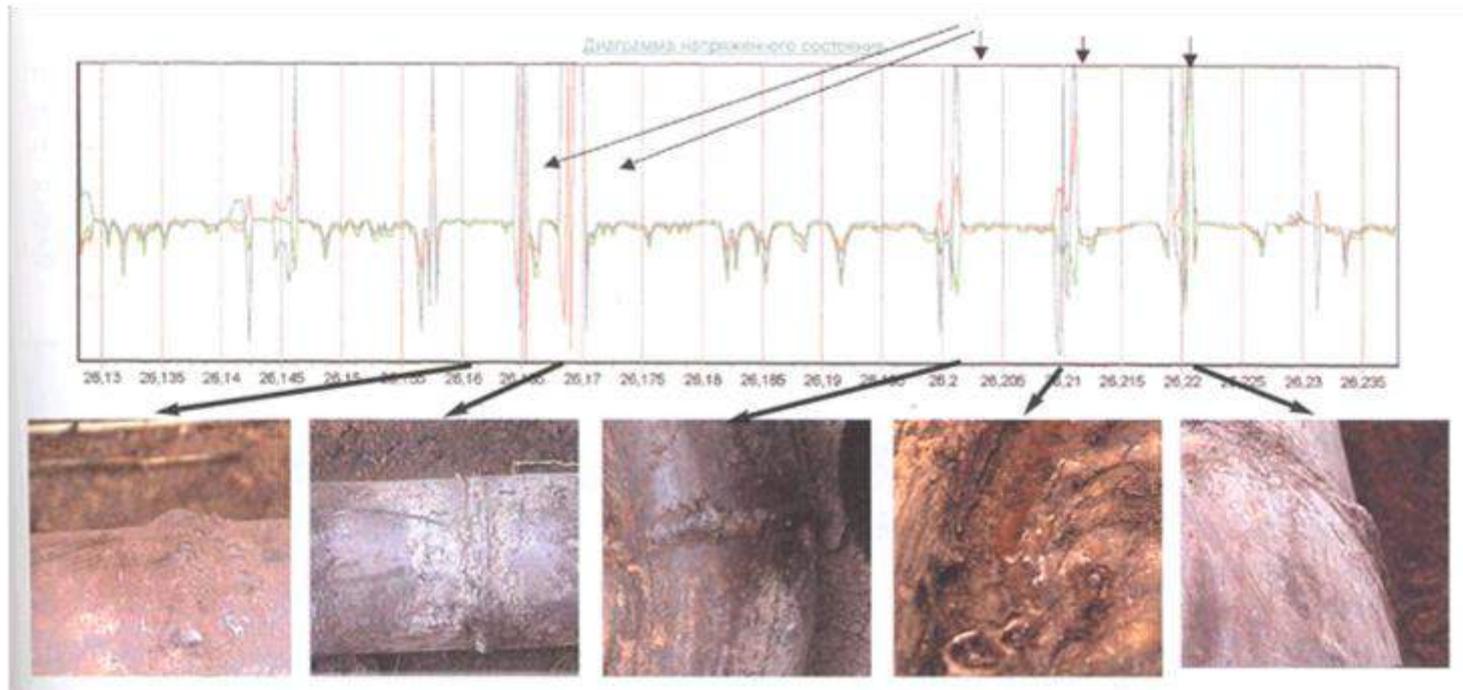
Dispositivo MMM-Nanoend® pode automaticamente monitorar e gravar os sinais versus a distância simultaneamente usando o navegador GPS integrado ao sistema. Toda a inspeção é gravada em cartão USB integrado no equipamento. Esta forma de coleta das informações permite a análise do espectro posteriormente, bem como, o envio via email para Engenharia da Intron Brasil ou do Cliente para análise em um computador pessoal.

A análise é pode ser realizada com auxílio do software que permite uma verificação automático dos pontos mais críticos.



O resultado

CORROSÃO





O resultado

CONCENTRAÇÕES DE TENSÃO





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

O resultado

VAZAMENTOS





IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MMM Nanoend

O resultado

LIGAÇÕES CLANDESTINAS



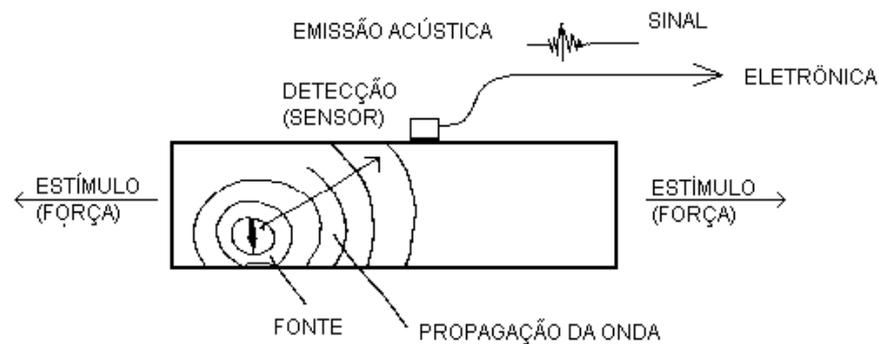


SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

Emissão acústica é um fenômeno físico ocorrendo dentro dos materiais. O termo emissão acústica é usado para definir a energia elástica liberada dentro de um material na forma de ondas elásticas transientes.

A aplicação de carga e ou a presença de ambiente severo produz modificações internas tais como crescimento de discontinuidades, deformação plástica local, corrosão, vazamentos e em alguns casos mudanças de fase que fornecem o incremento de emissão acústica. Portanto, fornece alguma informação sobre o comportamento interno dos materiais em consideração.

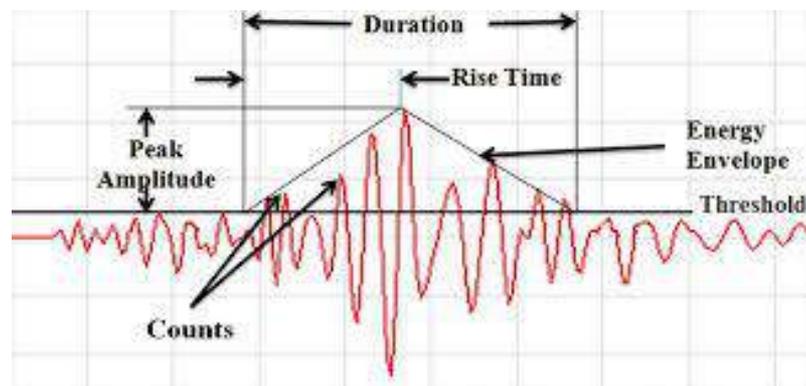
As ondas são detectadas por meio de sensores adequados que tornam possível converter os movimentos da superfície do material em sinais elétricos. Estes sinais são processados por instrumentação apropriada com uma visão para indicar e localizar as fontes de emissão acústica. A Figura 2.1 apresenta o princípio esquemático do ensaio de emissão acústica.



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

Os principais parâmetros de emissão acústica podem ser vistos na Figura abaixo:

- **Amplitude de sinal de emissão acústica:** o valor máximo de voltagem obtido pelo sinal de emissão acústica;
- **contagem de emissão acústica:** o número de vezes que o sinal de emissão acústica ultrapassa o limite de referência durante o ensaio;
- **Duração:** intervalo de tempo em que o espectro mantém-se acima do limite de referência do ensaio;
- **Energia:** é a envoltória do espectro obtido;
- **Hitz:** descrição qualitativa de emissão acústica relacionado a um sinal individual emitido por um material.
- **Rise Time:** é o tempo passado desde o primeiro cruzamento do limiar até o tempo onde ocorreu o pico de máxima amplitude





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES



**Tubulações
enterradas ou
submersa**



**Rede de
incêndio**



Dutos



**Tubulações de
combustível**



**Tubulações
de
Polietileno**



**Tubulações de
PRFV**



**Tubulações
isoladas**



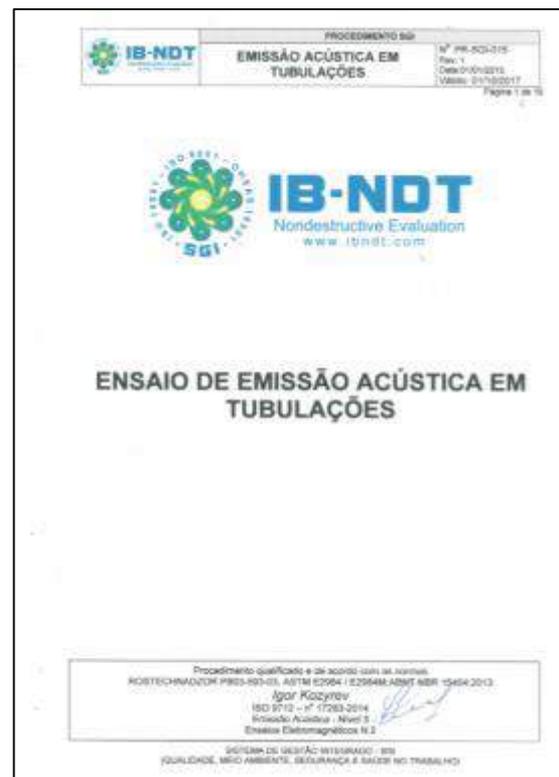
Riser



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

A IB-NDT possui procedimentos para vasos sob pressão aprovados por NE de EA.

- ABNT NBR 15404:2013 - Ensaio não destrutivo — Emissão acústica — Detecção e localização de vazamento;
- ABNT NBR 15360:2013 - Ensaio não destrutivo — Emissão acústica — Caracterização do sistema de medição;
- ABNT NBR 16178:2013 - Ensaio não destrutivo — Emissão acústica — Verificação do desempenho dos sensores de emissão acústica;
- ABNT NBR NM 302:2012 - Ensaio não destrutivo — Ensaio de emissão acústica (EA) — Terminologia.
- ASTM E2984 / E2984M – 14 - Standard Practice for Acoustic Emission Examination of High Pressure, Low Carbon, Forged Piping using Controlled Hydrostatic Pressurization.





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

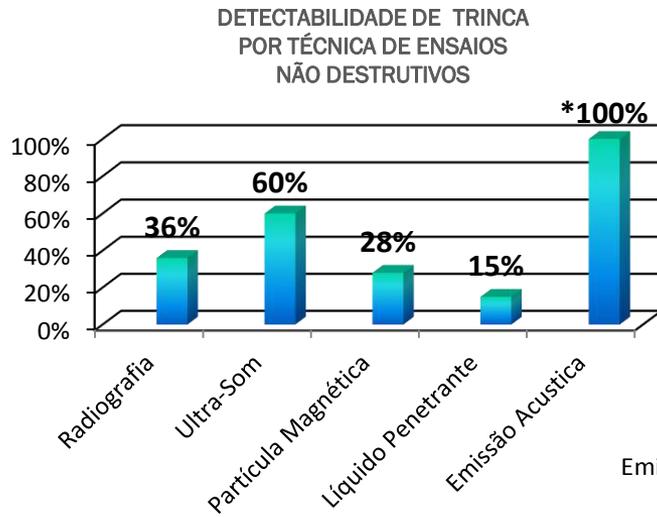
A realização do ensaio de emissão acústica é realizado da seguinte forma:





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

A realização do ensaio de emissão acústica é aplicado para detectar: Trincas, corrosão e vazamentos.





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

O ensaio de EA pode ser realizado no acompanhamento de testes hidrostáticos, pneumáticos ou aumento da pressão operacional. O gráfico ao lado abaixo é referência para controle de pressão.

A definição do tipo de monitoramento é o fator chave para o sucesso do ensaio. O Engenheiro de Emissão acústica N3 deve determinar o melhor método do ensaio em conjunto com o Cliente.

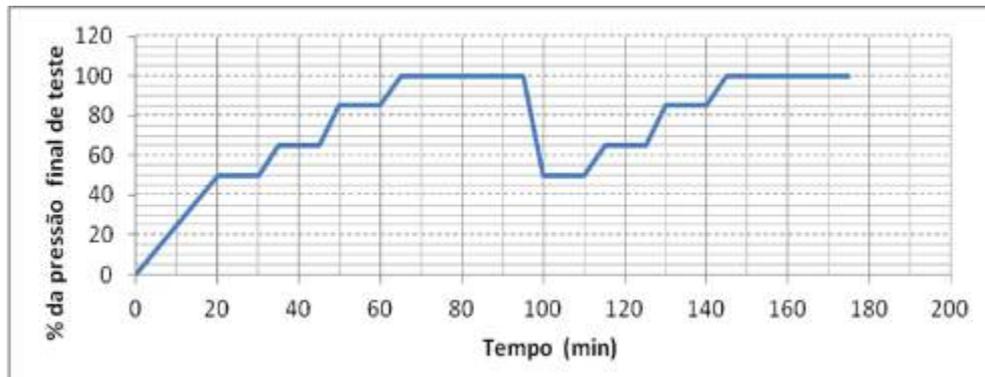


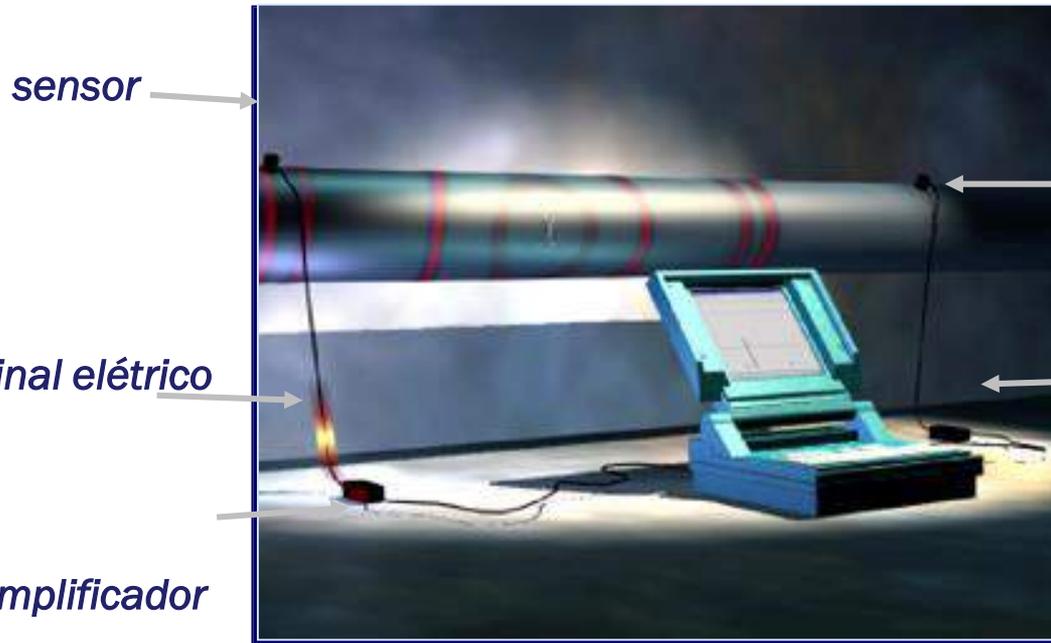
Gráfico 1 – Sugestão de esquema para pressurização da tubulação para teste de EA



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

A montagem dos sensores é realizada com base no procedimento aplicável ao equipamento.

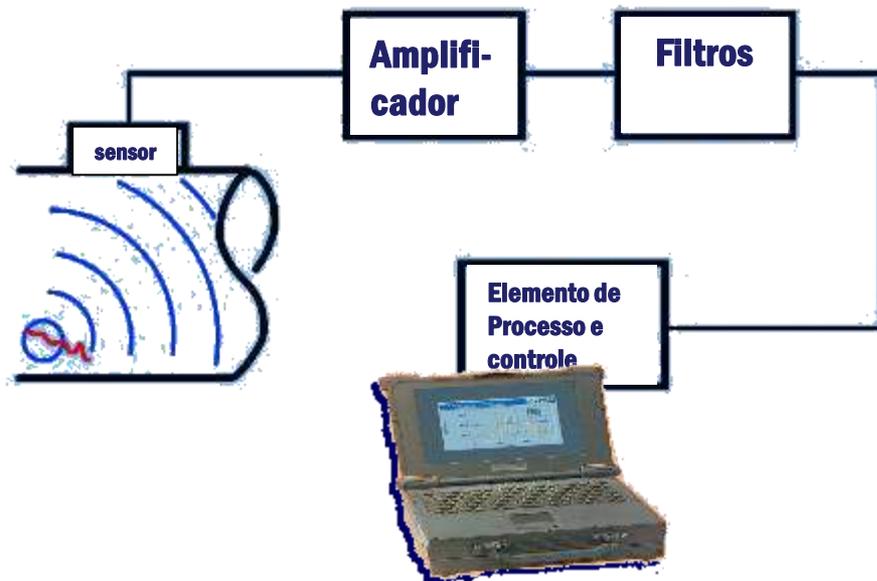
Os sensores possuem base magnética para facilitar sua fixação. Para equipamentos com isolamento térmico são utilizados GUIAS DE ONDA.





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

Após instalação dos sensores de EA é efetuado a calibração do sistema a partir de um sinal acústico artificial de um simulador de EA (sensor piezelétrico artificial conectado com a saída de um gerador de emissão acústica integrada), localizado próximo de cada sensor. A medida do “peak” de amplitude não pode variar mais que 3dB da média de calibração de todos os canais.



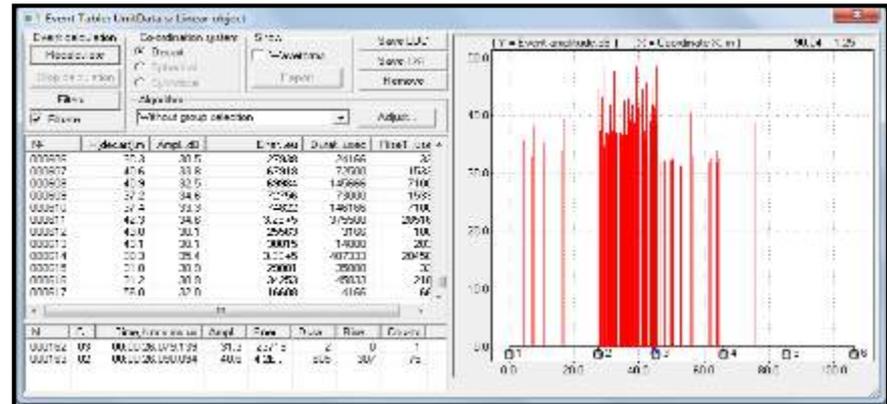
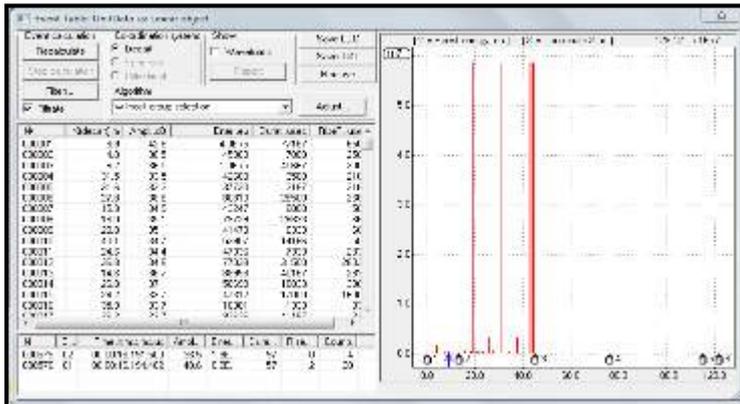


SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

A aquisição de fontes genuínas e válidas do fenômeno de Emissão Acústica é essencial para o sucesso do teste. Deste modo todo excesso de ruído de fundo que possa distorcer os dados de Emissão Acústica deve ser eliminados e ou controlados e registrados.

Fontes comuns de ruídos são: fluxos de fluídos (líquidos, gases ou vapores), contato mecânico do tanque com objetos (impacto, fricção ou deslizamentos), interferência eletromagnética (motores, máquinas de solda ou cabos de alta tensão), interferência de rádio frequência (RFI), vazamentos nas tubulações válvulas, partículas arrastadas pelo vento, insetos ou gotas de chuva, aquecedores, agitadores, purgadores, detectores de nível, e outros componentes dentro do tanque.

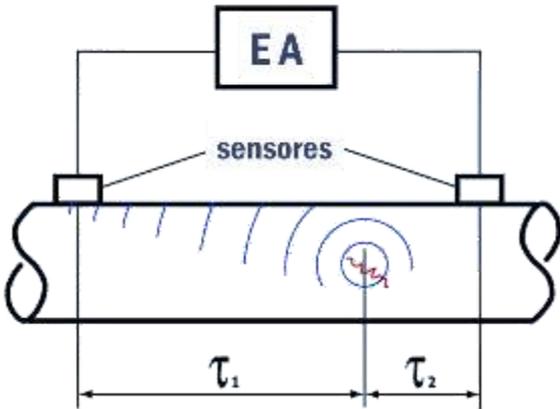
As anotações de campo são de grande importância para emissão do laudo e devem ser detalhadas e completas





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

O método de emissão acústica permite que longas distâncias de tubo sejam rapidamente inspecionados. Os sensores, dependendo do material do tubo, podem ser instalados equidistantes variando entre 75 e 300 metros. Podendo-se inspecionar até 2.500 metros com um único monitoramento. A precisão da localização das fontes Multicanais é igual à espessura de dois componentes ou 5% da distância do espaçamento do sensor, o que for maior.



Event Table: UnitData ss: Linear object

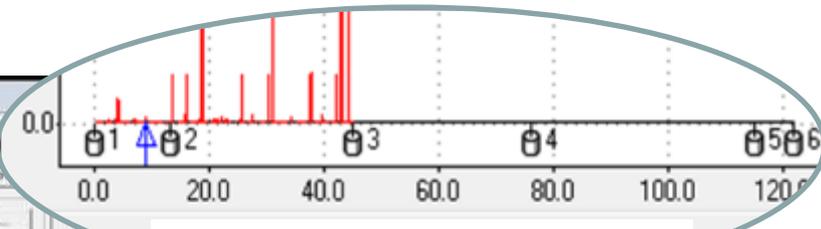
Event calculation: Recalculate, Stop calculation, Filters, Filter

Co-ordination system: Spherical, Cylindrical

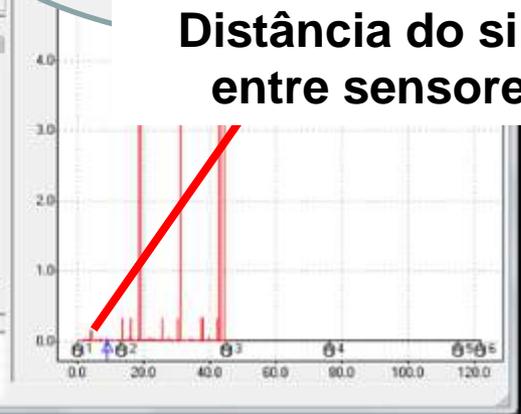
Algorithm: Without group selection

Nº	X[decim]m	Ampl. dB	Ener. ou	Dura. usec	Rise T. us
000001	8.9	42.6	4.0E+5	77167	65
000002	4.0	36.5	45960	7000	25
000003	6.2	36.5	1.0E+5	45867	20
000004	31.5	33.5	42688	3500	21
000005	31.6	33.3	37733	3167	21
000006	27.8	38.6	80810	26500	26
000007	15.9	34.9	43247	6000	5
000008	16.0	35.1	79729	26833	6
000009	28.0	35.1	41479	6333	6
000010	40.1	34.7	52957	14166	5
000011	24.6	34.4	47336	7333	23
000012	36.8	34.6	77009	31500	26
000013	14.6	36.7	88958	40167	26
000014	26.8	37.1	56698	16833	30
000015	24.2	33.7	47312	17000	160
000016	35.9	33.7	18381	1333	3
000017	36.3	33.7	80636	41167	3

N	C	Time from start	Ampl.	Ener.	Dura.	Rise	Counts
000575	02	00:00:16.191500	36.5	1.9E...	57	0	4
000576	01	00:00:16.194462	48.6	6.2E...	57	12	20

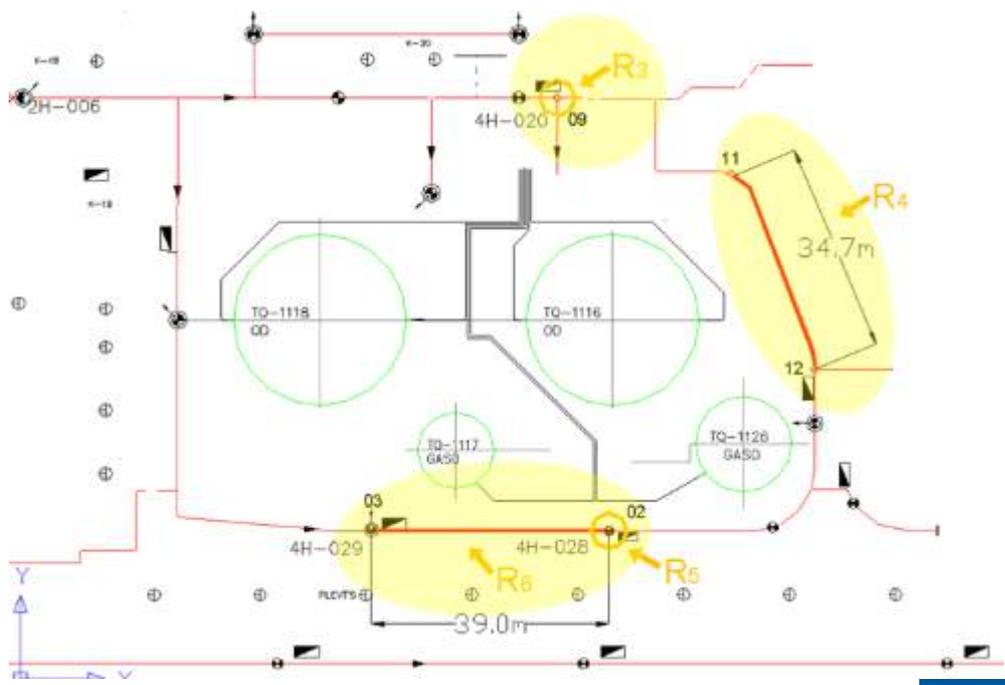
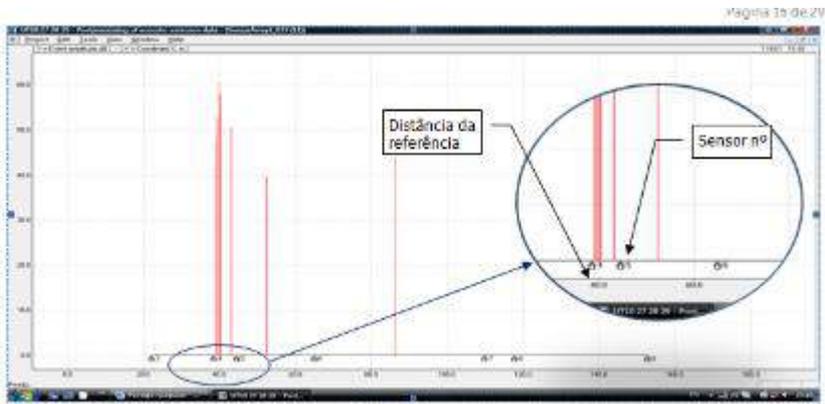


Distância do sinal entre sensores



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

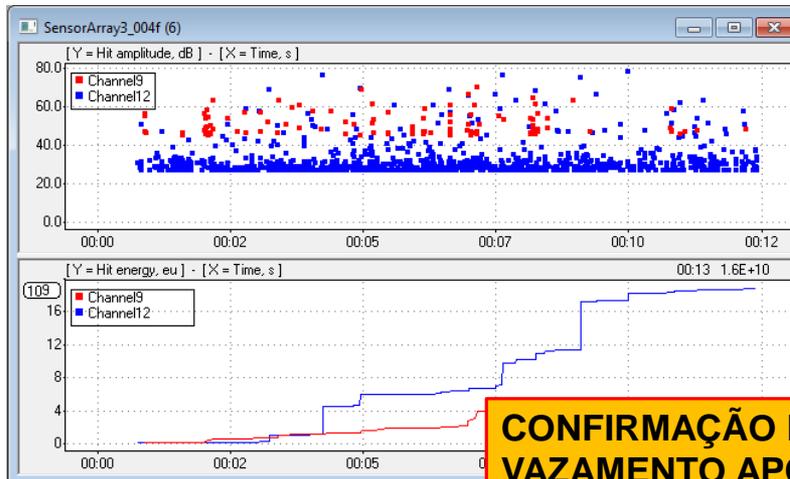
A localização do sinal de EA é realizado através do software, com este resultado é elaborado isométrico para facilitar a rastreabilidade do cliente





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

A localização do sinal de EA para vazamentos, mesmo em regiões enterradas.



CONFIRMAÇÃO DO VAZAMENTO APÓS ABERTURA



SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMIÇÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

Todas as fontes genuínas de emissão acústica são localizadas e classificadas para ações de manutenção.

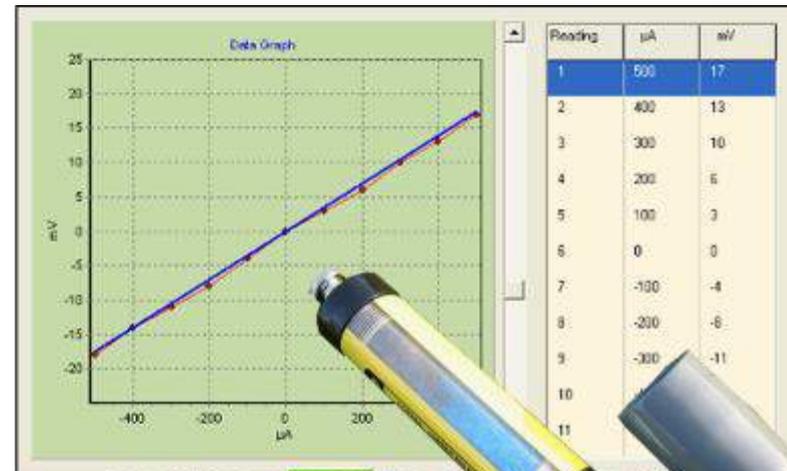
- a) Classe I - Considera-se que uma fonte é não ativa se a emissão acústica da fonte for apresentada só uma vez durante o teste, neste caso não há ações de manutenção e a região é determinada para histórico nas futuras inspeções;
- b) Classe II - Considera-se que uma fonte é ativa na classe II, se sua recontagem de eventos ou sua recontagem de emissão continua não vão aumentando com estímulos maiores ou constantes, neste caso será solicitada a programação de ensaios não destrutivos no local da atividade;
- c) Classe III - Considera-se que uma fonte é ativa na classe III, se sua recontagem de eventos ou sua recontagem de emissões continua vai aumentando com estímulos maiores, neste caso a região é localizada e será solicitada a imediata realização de ensaios não destrutivos no local da atividade;
- d) Classe IV - Considera-se que uma fonte é criticamente ativa na classe IV, se o ritmo ou a velocidade de mudança de sua recontagem de eventos ou sua recontagem de emissões, com respeito ao estímulo, aumentam consistentemente ou se o tipo de mudança de sua recontagem de eventos ou a recontagem das emissões, com respeito ao tempo, aumenta de forma consistente ao estímulo constante, neste caso o ensaio deve ser interrompido e o vaso de pressão deve ser interditado, aplicado os ensaios não destrutivos para caracterização da emissão e o reparo realizado antes da entrada em operação.



IB-NDT
Nondestructive Evaluation
www.ibndt.com

SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – MEDIÇÃO E TAXA DE CORROSÃO

Detecção da taxa de corrosão em qualquer tipo de estruturas metálicas enterradas, como torres de alta tensão, postes, torres de telefonia celular, tubulações enterradas etc



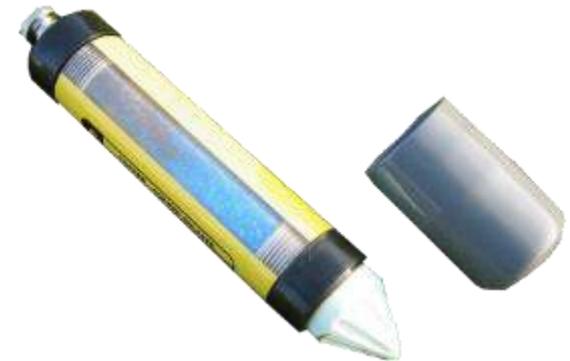
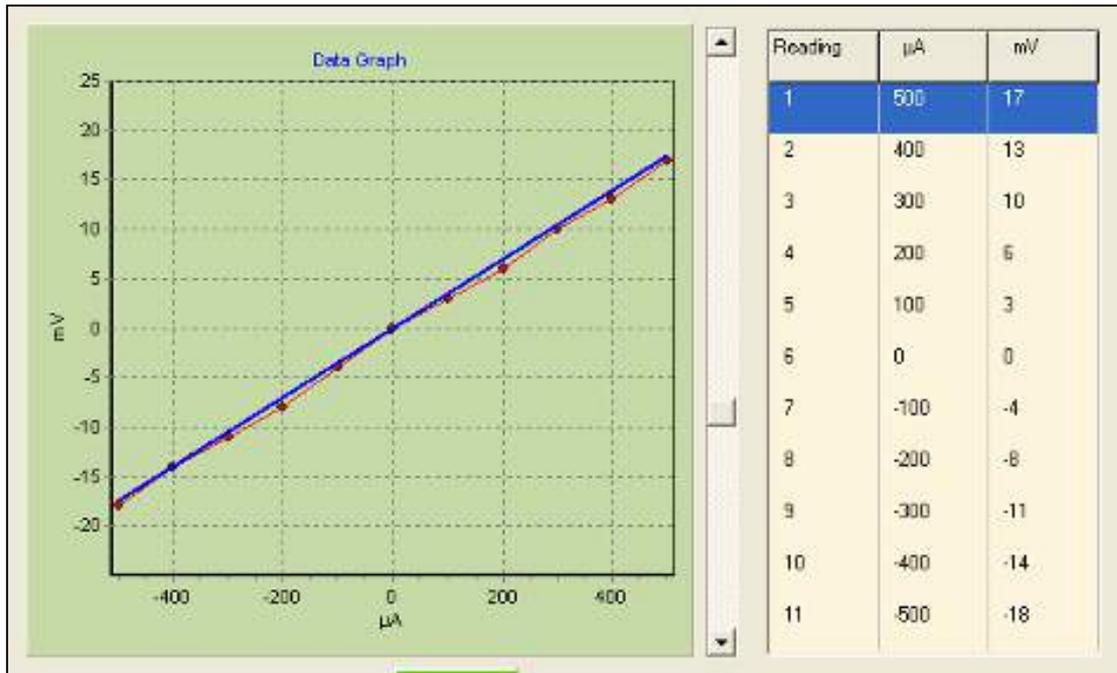


SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – EMISSÃO ACÚSTICA EM TUBULAÇÕES

Com o emprego da Meia-célula do sistema MTCES[™] é possível medir o potencial de corrosão livre da estrutura.

A partir do o potencial de corrosão livre da estrutura são emitidas correntes de amperagem conhecidas e medidas as variações de potencial.

Os dados quando plotados no gráfico que em dado intervalo tende a ser linear. De acordo com a inclinação da curva pode-se chegar Taxa de Corrosão atuante na estrutura.





SISTEMA INTEGRADO DE INSPEÇÕES EM DUTOS ENTERRADOS (SIIDE) – PCM+A-FRAME

Método PCM conhecido no Brasil como “Método de Atenuação de Corrente” combina técnicas de localização de tubulações metálicas enterradas e de avaliação do revestimento anticorrosivo de dutos por meio de uso de campos eletromagnéticos.

Utiliza uma corrente (chamada de corrente PCM) cujo comportamento é similar à corrente de proteção catódica, mas passível de ser detectada a partir da superfície.

Baseia-se em realizar o mapeamento desta corrente PCM através de leituras em intervalos regulares, o que permite obter a distribuição da corrente ao longo da tubulação e identificar os pontos de consumo desta corrente. Estes pontos de consumo podem estar associados à existência de falhas no revestimento externo da tubulação que poderão ser detectados através da técnica complementar “A-frame”.



Contatos:

Serra-ES

Tel: +55 27 3348-0370

contato@ibndt.com

Comercial:

Fábio Cerqueira

Cel.: 27 981820950

fabio@ibndt.com

Técnico:

Igor Kozyrev

Cel.: 27 981827255

igor@ibndt.com

Obrigado!