



1. ESCOPO

Este procedimento prevê exame ou monitoração por EA de Tanques, Vasos (equipamentos) de Plásticos Reforçados (PRFV) sobre pressão ou vácuo para determinar sua integridade estrutural.

Este procedimento é limitado para testes que não excedam pressões de 0,44 MPa (0,44 N/m² ou 65 psia) acima da pressão do teste hidrostático e vácuo menor do que 0,06 MPa (0,06 N/m² ou 9 psia).

Este procedimento pode ser aplicado para testes de equipamentos novos ou em serviço e inclui as seguintes seções e apêndices:

	Seção
Documentos aplicáveis	2
Sumário do Método	3
Qualificação do Pessoal	4
Caracterização	5
Definições	6
Instrumentação	7
Preparativos Pré-Teste	8
Sensores	9
Verificação do Desempenho do Sistema de Instrumentação	10
Procedimento do Teste	11
Critério de Aceitação	12
Relatório	13
Apêndice A - Critérios de Desempenho dos Instrumentos	
Apêndice B - Calibração dos Instrumentos	
Apêndice C - Recomendação de Posicionamento de Sensores	
Apêndice D - Informações Complementares	

2. Documentos Aplicáveis

PR-046 – Inspeção com emissão acústica em vasos de pressão metálicos durante o teste de pressão

PR-048 – Ensaio de emissão acústica – Terminologia

PR-049 – Montagem de sensores piezoelétricos de contato para emissão acústica

PR-053 – Caracterização da instrumentação de emissão acústica - procedimento

3. Sumário do Método

Este procedimento consiste em submeter o equipamento a incrementos de pressão ou de vácuo, enquanto é realizada a monitoração através de sensores que sejam sensíveis à ondas de tensão transientes (EA), causadas por defeitos em desenvolvimento. A instrumentação e a técnica de EA para detecção e análise de emissões são descritas a seguir.

Este procedimento fornece referências para determinar a localização e a severidade de defeitos estruturais, com critérios de aceitação para avaliar a integridade estrutural do equipamento de PRFV.

Este procedimento fornece referências para testes de EA em equipamento de PRFV dentro da faixa de pressão estabelecida no escopo deste procedimento. A máxima pressão de teste (ou vácuo) para o equipamento de PRFV será determinada em acordo entre o projetista e o usuário, e em acordo com códigos locais e jurisdição legal. Para vasos de pressão, a pressão de teste será normalmente 1,0 a 1,5 vezes a pressão de operação. Vasos atmosféricos de armazenagem serão normalmente testados a uma vez à pressão de operação. Vasos trabalhando a pressões acima da atmosférica serão normalmente testados com múltiplos maiores da pressão de operação.

4. Qualificação do Pessoal

A execução de testes de EA em equipamento PRFV deve ser conduzida por pessoal que possua curso de treinamento dedicado ao assunto e com a devida aprovação em exame escrito. O curso de treinamento deve incluir os seguintes tópicos:

- Tecnologia básica de EA
- Mecanismos de Fratura de PRFV.
- Instrumentação de EA
- Verificação da Instrumentação.
- Requisito para enchimento dos vasos.
- Coleta e interpretação dos dados.
- Relatório de Teste.

Quando a inspeção de emissão acústica (EA) de acordo com este Procedimento é requerida, deve ser especificado o seguinte:

- | a) o pessoal que executa o ensaio deve ser qualificado segundo os requisitos da ISO 9712;
- | b) exigências/extensão da inspeção e/ou volume(s) para ser monitorado(s);
- | c) requisitos de relatório e registros.

5. Caracterização

O teste de EA detecta danos em equipamentos de PRFV. Entre os mecanismos de danos estão:

- Trinca de Resina
- Descolamento de Fibras
- Fibras descoladas superficialmente
- Ruptura de fibras
- Delaminação
- Defeito de colagem em juntas e acessórios (bocais, etc.)

Áreas não tencionadas e defeitos passivos não gerarão EA.

Este procedimento também é recomendado para ensaios em operação para determinar a integridade estrutural de equipamentos em serviço normalmente com mínimo de interrupção no processo produtivo. Defeitos localizados com EA devem ser examinados por outras técnicas e devem ser retestados apropriadamente. Recomendações de procedimentos de reparo estão fora do escopo deste trabalho.

6. Definições

Fonte Simulada de EA - Sistema o qual pode repetidamente induzir um transiente de ondas elásticas através da estrutura tendo suficiente amplitude para estimular ruptura de fibra.

PRFV - PRFV é Plástico Reforçado com Fibra de Vidro, um polímero composto de fibra de vidro que contém propriedades mecânicas superiores àquelas da resina base.

Localização Zonal - Método de localizar aproximadamente a região de um evento utilizando a atividade dos sensores.

Pressão de Operação - A pressão no topo de um vaso, na qual ele normalmente opera. Ela não excedera a pressão de projeto e é usualmente mantida em um nível adequado abaixo da abertura das válvulas de segurança para prevenir sua freqüente operação.

Pressão de Projeto - A pressão usada no projeto do vaso com o propósito de determinar a espessura mínima permissível ou características físicas de diferentes partes do vaso. Quando existentes, as cargas estáticas são somadas à pressão de projeto para determinar a espessura de alguma parte específica do vaso.

Processador - Um circuito que analisa formas de ondas de EA como requerido na Seção 7.

Zona - A área circunvizinha ao sensor na qual EA pode ser detectada.

7. Instrumentação

A instrumentação de EA normalmente consiste de sensores piezoelétricos (os quais são acoplados ao tanque/vaso com adequada interface que possibilite a transmissão de energia elástica), processador eletrônico de sinal e equipamento de registro.

A instrumentação deve ser capaz de registrar contagens de EA acima dos limites de referência dentro de faixas específicas de frequência, e ter canais suficientes para localizar zonas de EA e em tempo real. Pode ser incorporada (como opção) a detecção de pico de amplitude, medição de RMS e operar em cada canal ou grupo de canais. (Nota: detecção de eventos é requerida para cada canal). Uma medição de amplitudes de eventos de EA é recomendada para verificação da sensibilidade (Apêndice B). Distribuição de amplitude, apesar de não necessária para aceitação ou rejeição do equipamento, é recomendada para caracterização do defeito. A instrumentação é descrita mais adiante no apêndice A.

Capacidade para medir parâmetros tais como tempo e pressão devem ser fornecidos. A máxima pressão (ou vácuo) no caso deve ser monitorada continuamente (via nível do líquido, medidores, etc.) com precisão de 98% - 102%.

8. Preparativos Pré-Teste

Segurança: normas de segurança da empresa onde o teste será realizado e que envolvam o teste devem ser respeitadas.

Roupas protetoras e equipamento que são normalmente exigidos na área na qual o teste será conduzido devem ser utilizados.

Permissão de trabalho emitida por bombeiros e pelo pessoal de segurança industrial pode ser necessária para utilizar instrumentação eletrônica.

Para a realização do teste de pressão, devem ser tomadas precauções para proteção contra as conseqüências de rupturas catastróficas e vazamento de produtos. Pressurização com condições pneumáticas não são recomendadas exceto quando for rotina de operação.

Para vasos que foram tencionados previamente, o nível de operação será reduzido de acordo com a tabela 1. Com o propósito de conduzir adequadamente o teste de EA, a máxima solicitação de operação do vaso no último ano deverá ser conhecida.

TABELA 1 : Recomendações para redução do nível de operação imediatamente antes do teste.

Porcentagem do nível de operação	Tempo no nível reduzido
10 ou mais	12 horas
20	18 horas
30	30 horas
40	2 dias
50	4 dias
60	7 dias

Carregamento do vaso: O procedimento para aplicação de carga sobre o vaso, até o limite de operação, deve ser o que produzirá o menor nível de ruído possível. Patamares a solicitação constante são imprescindíveis para execução do teste de EA. Conseqüentemente, precauções devem ser tomadas para estabilizar a solicitação para execução durante os patamares.

Tanques Atmosféricos - para tanques atmosféricos, o próprio líquido do processo é o meio preferido para enchimento. Se a água substituir o líquido, o projetista e o usuário devem concordar no procedimento para conseguir níveis de tensão adequados.

Tensionamento de Tanques de vácuo - para tanques de vácuo, um sistema de bomba de vácuo controlável é necessário.

Tensionamento de Vasos de Pressão - para vasos de pressão, a água é o meio preferido.

Suporte do Tanque - o tanque é para ser testado em sua posição de operação e suportado de um modo consistente em sua instalação. Tanques de fundo chato a serem testados, em outro local que não o previsto para a operação devem ser montados sobre uma base de concreto ou equivalente com suporte de borracha para isolar eventuais ruídos.

A temperatura mínima da parede do vaso aceitável para a realização do ensaio é de 5°C. O presente critério de aceitação está baseado em ensaios à temperatura acima de 5°C. Eliminação de ruídos - fontes de ruídos na frequência do teste e faixa de amplitude, tais como chuva e acessórios em contato com o tanque, devem tais como chuva e acessórios em contato com o tanque, devem ser minimizados desde que interfiram como sinais de EA. O ponto de enchimento deve ser no mais baixo bocal ou mais perto possível do fundo do vaso. Ruídos de enchimento podem invalidar dados obtidos durante a fase de enchimento.

Suprimento de Energia - fornecimento e aterramento estáveis de acordo com especificações da instrumentação são requeridos no local do teste.

Calibração de Instrumentos – a calibração será determinada como descrito no apêndice B.

9. Sensores

Montagem dos Sensores: os sensores serão colocados em locais designados com uma interface acoplante entre sensor e o equipamento a ser testado. Cuidados devem ser tomados para assegurar que o acoplamento adequado esteja sendo utilizado. O sensor será fixo no lugar, utilizando métodos de fixação os quais não criem sinais estranhos. Métodos tais como fitas adesivas cruzadas, ou adesivos adequados, devem ser considerados para fixação. Sistemas adesivos adequados são aqueles que atuam como acoplante acústico. O método de fixação deve fornecer suporte para o cabo (e pré-amplificador) para prevenir que estes tencionem os sensores e causem perda de acoplamento.

Superfície de contato: o acoplamento entre sensor e a superfície do tanque deve ser assegurada. Isto é obtido com superfícies de contato limpas e mecanicamente preparado para melhorar a detecção de sinais de EA. Os sensores devem ser montados diretamente na superfície a menos que guias de onda satisfatórias sejam testadas. Preparação da superfície de contato deve ser compatível com os requisitos de fixação do sensor e requisitos estruturais do equipamento. Possíveis perdas de sinais podem ter causas como tinta ou isolamentos ou detalhes técnicos como curvatura ou rugosidade da superfície.

Sensores de Alta frequência (ver Apêndice A): vários canais de alta frequência são usados para localização de zona de emissão. Isto é devido à grande atenuação observada na faixa de altas frequências.

Sensores de Baixa frequência (ver Apêndice A): canais de baixa frequência são menos afetados pela atenuação, portanto, identificam defeitos numa grande área. Se atividade significativa é detectada nos canais de baixa frequência. O inspetor deve estar atento que os canais de baixa frequência são mais susceptíveis a ruídos de fundo.

Localização e Espaçamentos: localizações no vaso são determinadas pela necessidade de detectar defeitos estruturais em seções críticas, isto é, áreas de concentração de tensões, descontinuidades geométricas, bocais, regiões reparadas, defeitos visíveis e suportes. Espaçamento é governado pela atenuação do material PRFV.

Caracterização da Atenuação: espaçamento de sensores de Alta frequência: Propagação típica do sinal deve ser determinada de acordo com um dos seguintes procedimentos. Em ambos os casos o vaso deve estar vazio.

Para instrumentação de EA com Análise de Amplitude: selecione uma região representativa do vaso longe de bocais, entrada de serviço, etc. monte um sensor de EA e localize pontos a 150 mm e 300 mm de distância do centro do sensor ao longo de uma linha paralela a uma das principais direções de fibra. Selecione dois pontos adicionais a 150 mm e 300 mm ao longo de uma linha inclinada de 45° dos pontos originais. Para cada um dos 4 pontos, quebre um grafite 2H de ϕ 0,3 mm e registre o pico de amplitude. O dado deve ser retido como parte original dos dados experimentais.

Para sistemas sem análise de amplitude: selecione uma região representativa do vaso longe dos bocais, entradas de serviço, etc. monte um sensor de EA e quebre grafite 2H, ϕ 3mm ao longo de uma linha paralela de uma das principais direções da fibra. Registre a distância de referência detectável do sensor. (Apêndice B) Repita este procedimento ao longo de uma linha inclinada de 45° da direção original. Os dados devem ser retidos como parte original dos dados experimentais.

Localização: localização dos sensores para determinados tipos de tanques são dados no apêndice C.

10. Verificação do Desempenho do Sistema de Instrumentação

Acoplamento do sensor e verificação da continuidade do circuito: devem ser acompanhados pelo inspetor nível 2 a montagem dos sensores e o tipo de fixação. A amplitude do pico de cada sensor para uma fonte simuladora de emissão contínua deve ser tomada antes do teste. A amplitude do pico do evento simulado a uma distância específica de cada sensor não deve variar mais do que 6 dB da média dos outros sensores. O canal que falhar nesta verificação deve ser investigado e substituído ou reparado se necessário.

Verificação do ruído de fundo: recomenda-se identificar e determinar níveis de sinais espúrios. Isto é feito em complementação da verificação do parágrafo anterior e previamente ao carregamento do vaso. Recomenda-se um período entre 10 e 30 minutos.

11. Procedimento de Ensaio

Linhas Gerais: o tanque/vaso deve ser submetido ao aumento de carga até um máximo valor pré-determinado, enquanto estiver sendo monitorado por meio de sensores que detectam ondas de tensão (EA) causadas por defeitos estruturais ativos. A taxa de pressurização e enchimento deve ser controlada para não exceder uma deformação maior que 0,005% por minuto baseado em valores calculados ou medidas real de deformação nas posições de tensões principais. Normalmente, a pressão desejada será obtida com produto. Não se recomenda a pressurização com fluido gasoso. Um manômetro adequado ou outro tipo de medidor deve ser usado para monitorar pressões. Vácuo deve ser atingido com uma "fonte" de vácuo adequada. Uma válvula de descarga rápida deve ser providenciada para evitar condições de falhas catastróficas. Emissão devido a ruídos estranhos deve ser minimizada e identificada. Se no julgamento do inspetor, o ruído é excessivo, ele pode cancelar o teste. Na análise dos resultados do teste, ruídos de fundo devem ser descontados apropriadamente. Fontes de ruído de fundo incluem:

1. Líquido contatando na parede do tanque.
2. Taxa de enchimento muito alta.
3. Bombas, motores, agitadores e outros mecanismos.
4. Interferência eletromagnética e radio frequência.
5. Ambiente: chuva, vento, etc.

Carregamento: tanques atmosféricos os quais operam cheios e pressões adicionais de 0,1 MPa (0,1 N/m²) ou menos, vasos de vácuo que operam a pressões abaixo da atmosférica, devem ser carregados em uma série de patamares. Procedimentos de carga recomendados estão mostrados nas figuras 1 e 2. O gráfico de algoritmo de fluxo do teste para esta classe de tanques é dado na figura 3. Para tanques que foram carregados previamente, o teste pode começar com o nível de líquido a 60% da operação ou no nível de operação. A figura 1 deve ser modificada para vasos que estão parcialmente cheios no início do teste. A determinação do ruído de fundo é muito importante para esta classe de teste e deve ser observada. Vasos a vácuo são normalmente testados vazios. Vasos de pressão que operam com pressões de 0,1 MPa (0,1 N/m²) acima da atmosférica, devem ser carregados como figura 4. O gráfico algoritmo - fluxo para esta classe de vaso é dado na figura 5. O patamar inicial é usado para determinar uma referência do ruído de fundo. Este dado prevê uma estimativa do total de ruído de fundo durante o teste. Ruído de fundo deve ser descontado na análise final do teste. Patamares de carga intermitentes devem ser de 4 minutos. Como mostrado na figura 4, vasos de pressão devem ser carregados em degraus acima de 30% da máxima pressão de teste. Depois disso, a pressão deve ser diminuída de 10% da máxima pressão de teste antes de seguir ao próximo patamar. Sucedendo ao decréscimo na pressão, a carga deve ser mantida estável por 4 min. antes de recarregar. Para todos os vasos, o patamar final deve ser de 30 min. O vaso deve ser monitorado continuamente neste período.

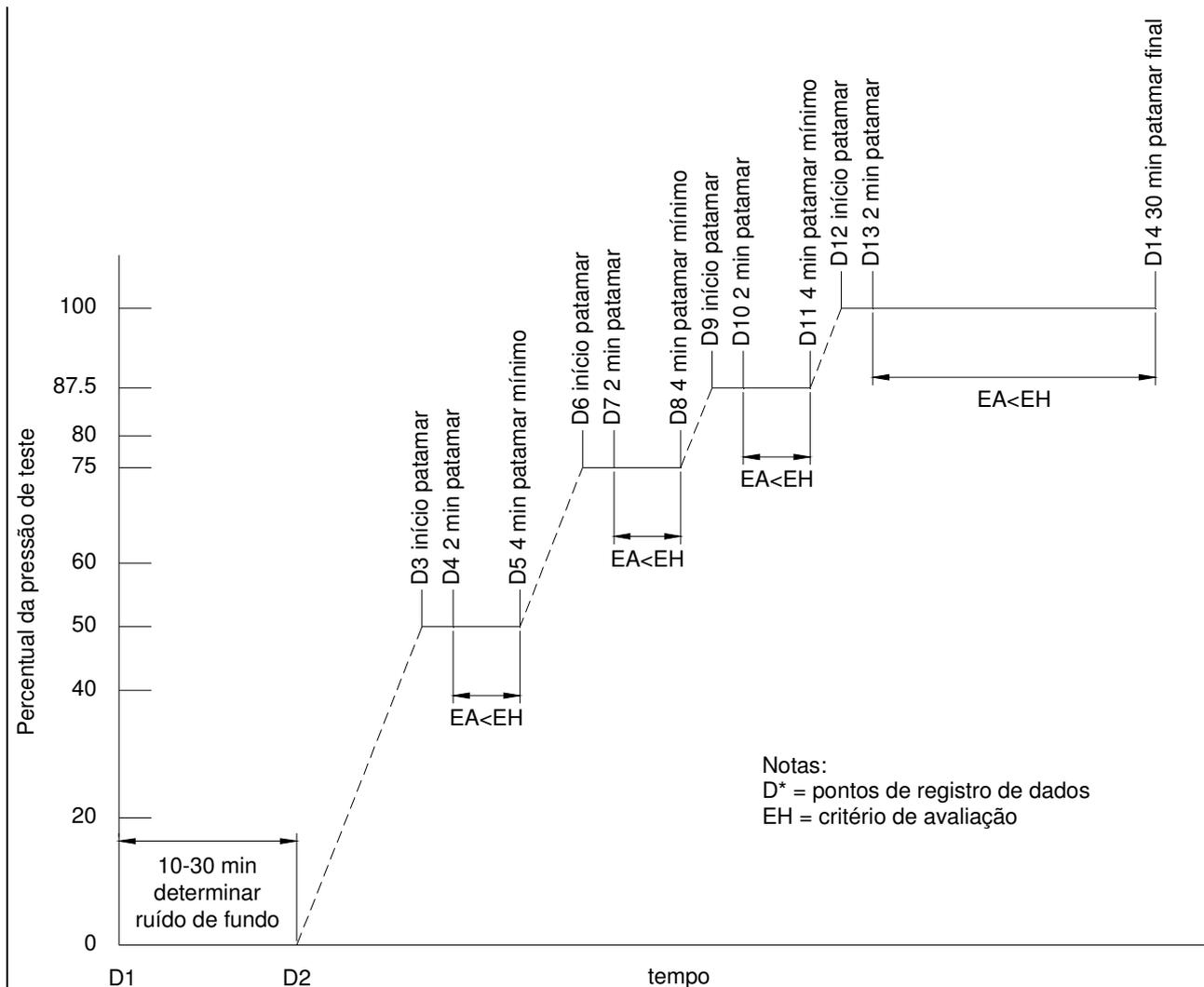


Fig.1 – Sequência de carregamento para vasos atmosféricos.

Determinação da Razão Felicity: A razão Felicity não é medida durante o 1º carregamento de tanques atmosféricos e vasos de vácuo. A razão Felicity é obtida diretamente da razão do início da emissão e a máxima carga anterior. Durante o 1º carregamento de vasos de pressão, a razão Felicity é medida dos ciclos com carga/sem carga. Para carregamentos subseqüentes, a razão Felicity é obtida diretamente da razão de carga do início de emissão e a máxima carga prévia. Uma razão Felicity secundária é determinada pelos ciclos de carregamento subseqüente.

Registro de dados: Antes da execução do teste, a perda por atenuação, isto é, o decréscimo da amplitude como função da distância, deve ser registrada de acordo com procedimento detalhado no item 9. Durante o teste, a soma de contagens dos sensores de baixa frequência deve ser monitorada e a soma de contagens dos de alta frequência também deve ser monitorada, e registrada separadamente. Deve ser registrado o número de eventos dos sensores de alta frequência, cujas amplitudes excedam os limites de referência (Apêndice B). Também devem ser registradas as localizações de áreas ativas. Uma sugestão de formato do relatório para tanques atmosféricos é mostrada na fig. 6. Este formato pode ser modificado para vasos de pressão.

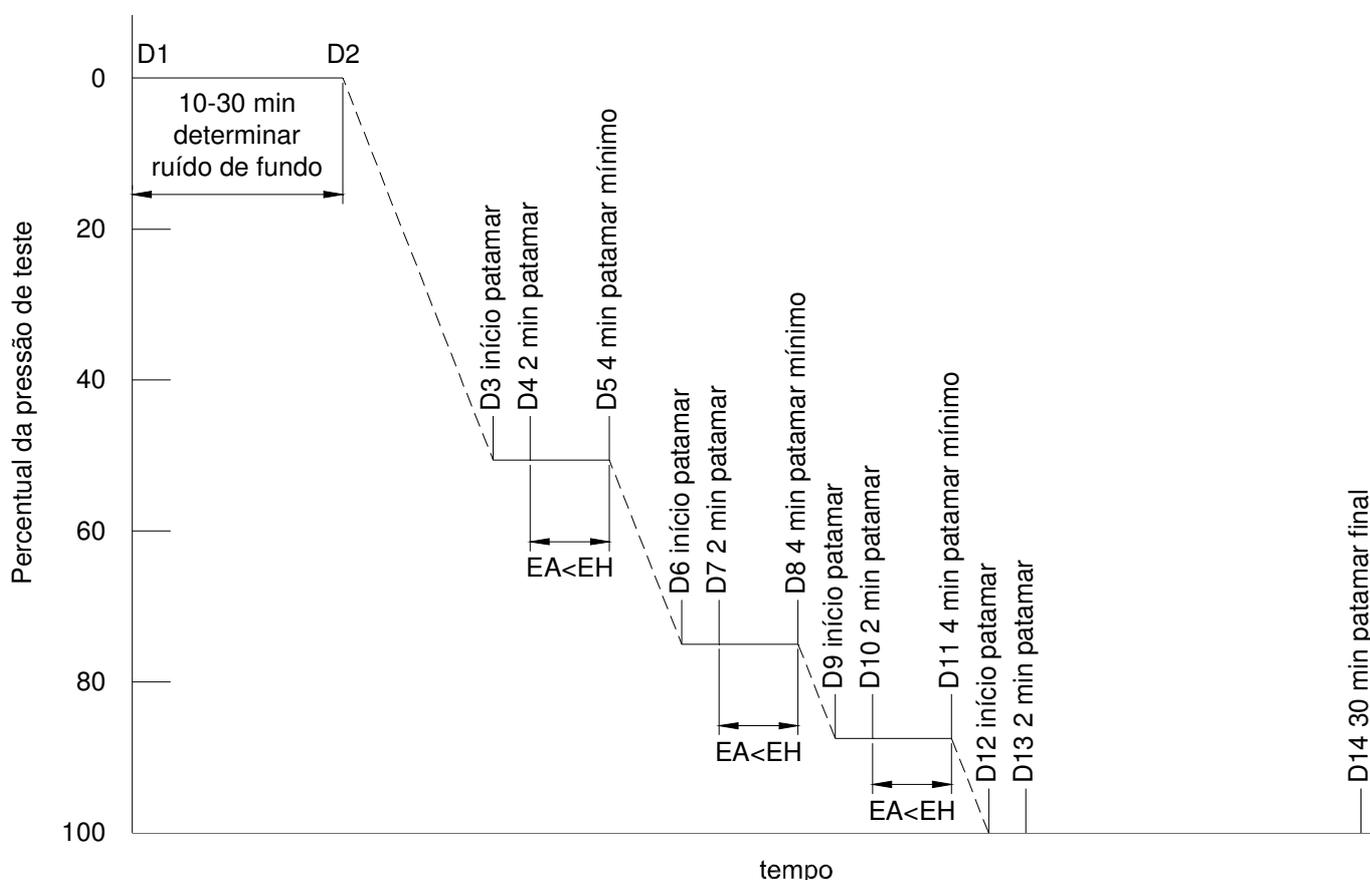


Fig. 2 – Sequência de carregamento de vasos de vácuo.

12. Critérios de Aceitação

Critérios: Os critérios de EA mostrados na tabela 2 são para aceitação de tanques e vasos de PRFV. O critério está baseado apenas em sensores de alta frequência. Como discutido no item 9, sensores de baixa frequência são usados para monitorar o vaso inteiro.

Fim do teste: Se a taxa de contagens aumentar rapidamente com a carga, o vaso deverá ser descarregado e o teste encerrado. Um rápido aumento desta taxa indica contínuo dano de ruptura iminente. Um aumento exponencial nas contagens ou uma relação linear entre carga e sinais de EA deve gerar precauções.

Significação do critério: O critério baseado nas emissões durante o patamar é particularmente significativo. Emissões contínuas indicam propagação de defeitos. Ruídos de enchimento e outros de fundo são geralmente mínimos durante o patamar. Este critério é relativamente fácil de aplicar e interpretar. O critério baseado na razão Felicity é importante para vasos em serviço. O critério provê uma medida da severidade de dados previamente induzidos. O ponto significativo de emissão para determinação da razão Felicity é função da experiência do inspetor. A seguir têm-se algumas linhas gerais para isto:

- Mais de 5 manifestações de emissão durante o acréscimo de 10% na carga;
- Mais de 200 contagens durante o acréscimo de 10% na carga;
- Emissões contínuas durante o patamar. Para propósito de procedimento, um pequeno patamar não programado pode inserido no procedimento (de aproximadamente 1 minuto).

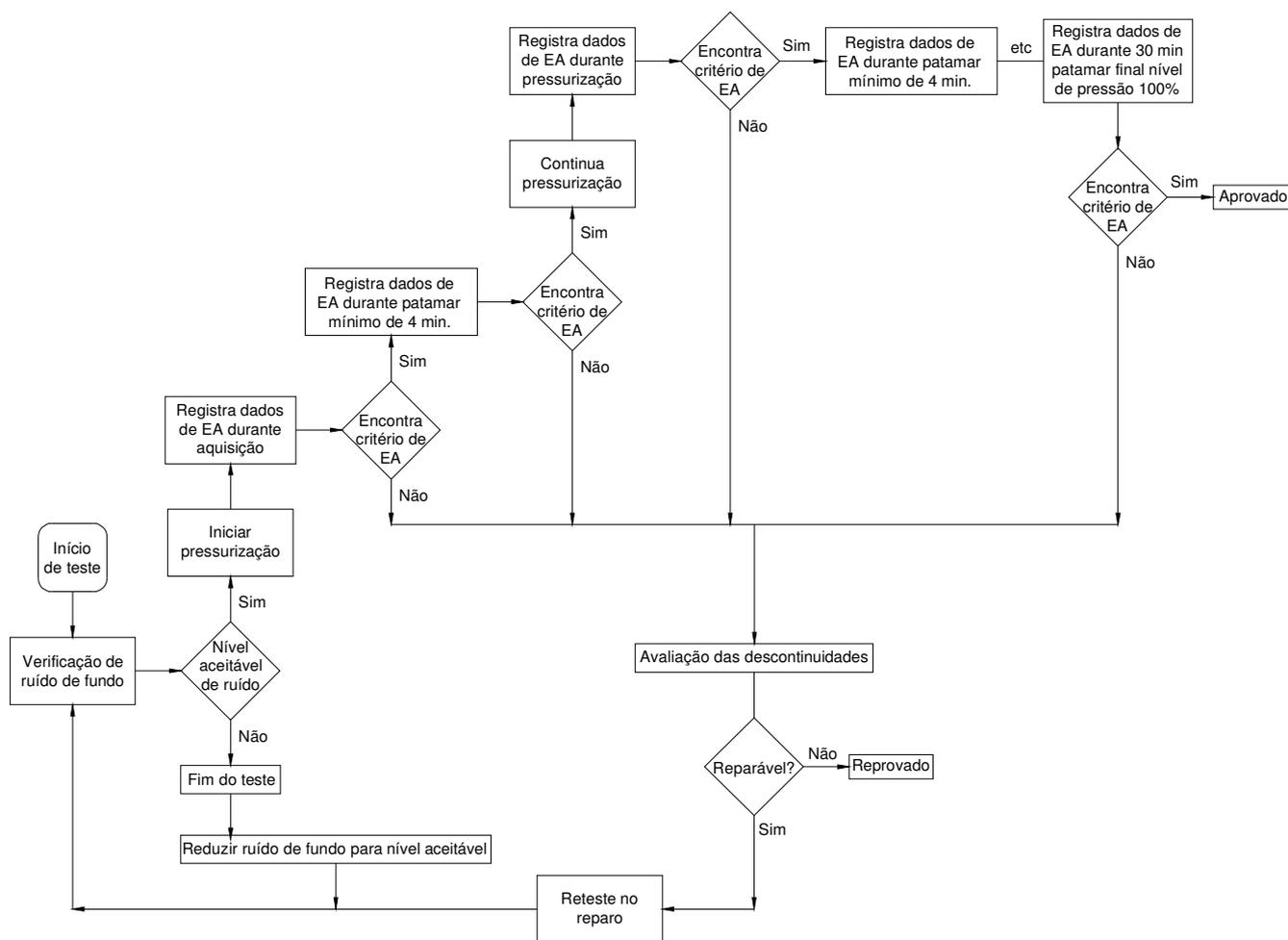


Fig. 3 – Algoritmo de teste para vasos atmosféricos.

O critério baseado em eventos de altas amplitudes é importante para novos vasos. O critério é frequentemente associado com rompimento de fibra e é indicativo de maiores danos estruturais. Este critério é menos adequado para testes de vasos em serviços e vasos previamente carregados onde emissões durante o patamar de carga e a razão Felicity são mais importantes.

A experiência mostrou que critérios numéricos baseados no total de contagens são valiosos para tanques atmosféricos e de vácuo. Vasos de pressão, particularmente no primeiro carregamento, tendem a ser ruidosos e não é possível definir um número específico de contagens. Devido à emissão no primeiro carregamento de vasos de pressões ser de significância estrutural menor, o critério baseado em contagens é menos rigidamente definido.

Contagens excessivas, como definido na tabela 2, é importante para todos os vasos e é um aviso de rompimento iminente.

Testes adicionais e informações de critérios são dados no apêndice D.

PR-057

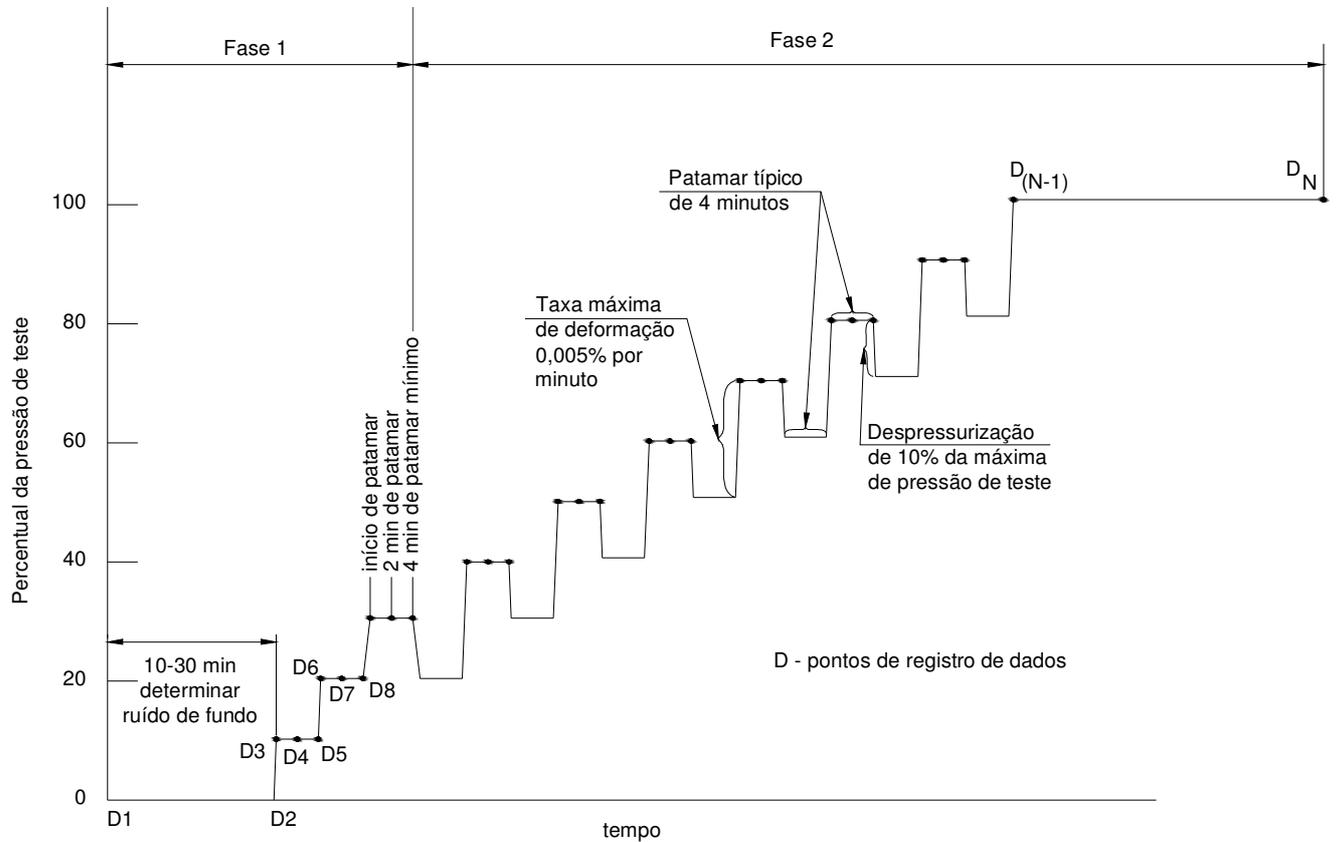


Fig. 4 – Sequência de tensionamento de vaso de pressão.

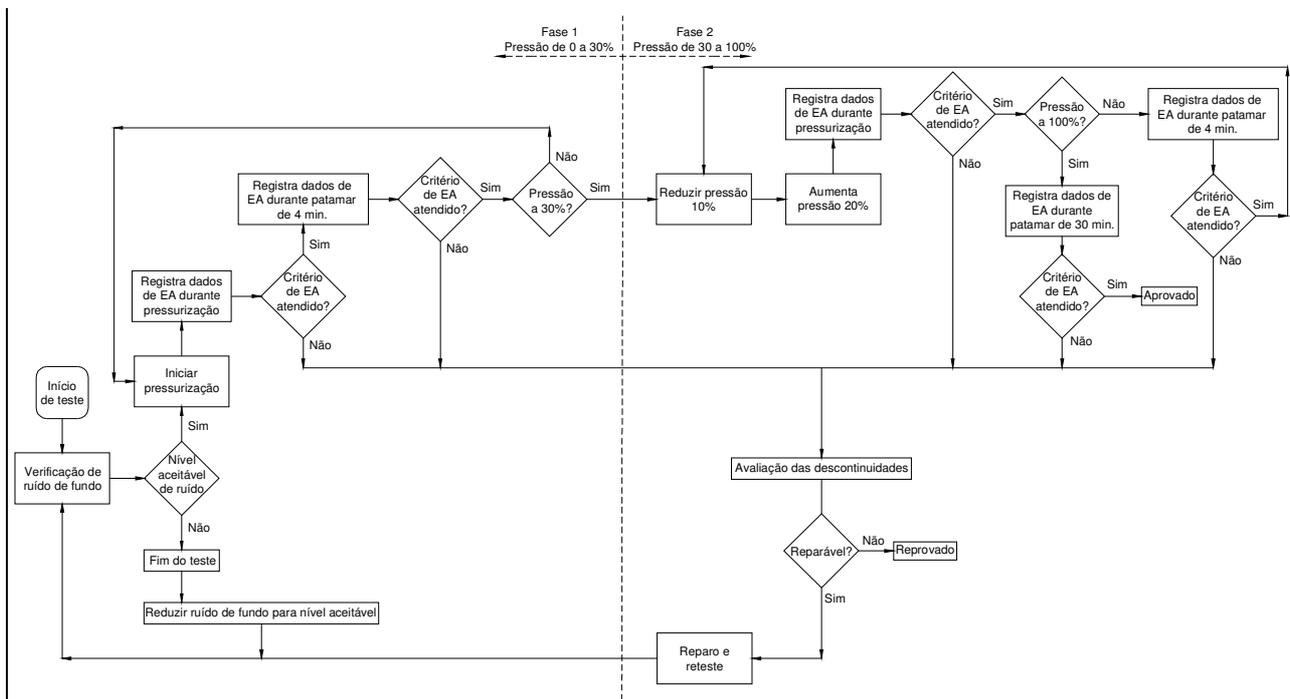


Fig. 5 – Algoritmos para ensaio de vasos de pressão que operam com pressão de 0,1 MPa (0,1N/m²) acima da pressão atmosférica.

13. Relatório

13.1 O relatório deve incluir o seguinte:

- 13.1.1 Completa identificação do equipamento, incluindo tipo de material, fonte de informações, método de fabricação, nome do fabricante, código e histórico de operação.
- 13.1.2 Croquis do equipamento ou desenhos de fabricação com dimensões e localização dos sensores.
- 13.1.3 Meio empregado no teste.
- 13.1.4 Temperatura do meio.
- 13.1.5 Seqüência de taxa de enchimento, tempo de patamar e níveis.
- 13.1.6 Correlação de dados de teste com critérios de aceitação.
- 13.1.7 Esquema mostrando em croquis a localização de áreas danificadas encontradas.
- 13.1.8 Algum efeito não usual ou observações durante ou antes do teste.
- 13.1.9 Dados do teste.
- 13.1.10 Nome do inspetor do teste.
- 13.1.11 Descrição da instrumentação - Completa descrição da instrumentação de EA incluindo nome do fabricante, modelo, número, tipo de sensor, etc.
- 13.1.12 Registro permanente de dados de EA: (a) eventos EA acima do limite de referência x tempo do ensaio, (b) contagem total x tempo, (c) perda de sinal na propagação.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Critérios de Desempenho dos Instrumentos

A.1 - Sensores de EA.

A.1.1 - Geral - Sensores de EA devem ser estáveis na temperatura dentro da faixa de uso, em torno de 5 a 90 °C e não deve exibir mudanças de sensibilidades maiores que 3 dB acima desta faixa. Sensores devem ser protegidos contra radiofrequência e interferência eletromagnética através de proteção ou elemento de projeto diferenciado (anticoncidente). Sensores devem ter resposta direcional com variações não excedendo 4 dB do pico de resposta.

A.1.2 - Sensores de Alta Frequência: Detecta a resposta ressonante em 100 kHz a 200 kHz. Sensibilidade mínima deve ser 80 dB referida a 1 volt microbar, determinada por calibração ultra-sônica face-a-face. Sensores de EA usados no mesmo teste não devem variar nos picos de sensibilidade mais do que 3 dB da média.

A.1.3 - Sensores de Baixa Frequência: Deve ter uma resposta ressonante entre 25 kHz e 75 kHz. Sensibilidade mínima será comparável ou maior do que acelerômetros de alta sensibilidade comerciais disponíveis com resposta ressonante naquela faixa de frequência. Em serviço, estes sensores devem ser envolvidos ou cobertos com um absorvedor de som para limitar interferência por ruídos transportados pelo meio.

A.2 - Cabos - O cabo do sensor até o pré-amplificador não deve exceder ~ 2000 mm em comprimento, e deve possuir proteção contra interferência eletromagnética. Este requisito é omitido onde o pré-amplificador é montado no sensor, ou quando, um cabo e sensor com casamento de impedância são usados.

A.3 - Acoplantes - Acoplantes comerciais disponíveis para detecção de defeitos por ultra-som podem ser usados. Cera quebradiça ou adesivos de fácil colocação podem ser usados, previsto que a sensibilidade do acoplante não é menor do que acoplantes fluídos. A seleção do acoplante deve ser feita para minimizar mudanças de sensibilidade durante o teste. Considerações devem ser feitas para o tempo de teste e temperatura de superfície do vaso.

A.4 - Pré-amplificador - O pré-amplificador quando usado, deve ser montado nas proximidades do sensor ou em seu próprio invólucro. Se o pré-amplificador é de projeto diferenciado, um mínimo de 40 dB de modo comum de rejeição de ruído deve ser previsto. Respostas de frequências não filtradas não devem variar mais do que 3 dB.
Para sensores com pré-amplificação integrada, características de resposta da frequência devem ser confinadas para uma faixa coerente com a frequência operacional do sensor.

A.5 - Filtros - Filtros devem ser do tipo passa banda ou passa alta e devem prover um mínimo de 24 dB / oitava de sinal de atenuação. Filtros podem ser integrados dentro do projeto do componente do sensor, pré-amplificador ou processador de limite de resposta de frequência. Filtros e/ou características de projeto integrais devem garantir que a frequência principal de processamento dos sensores de alta frequência não é menor do que 100 kHz, e para baixas frequências não é menor do que 25 kHz.

A.6 - Cabo de energia e de sinais - O cabo de energia e do sinal amplificado para o processador principal deve ser protegido contra ruído eletromagnético. A perda de sinal deve ser menor do que 1 dB por 30 m. O máximo comprimento de cabo recomendado é de 150 m, para evitar excessiva atenuação de sinal. Transmissão de sinais digitais ou por meio de rádio é possível de acordo com prática padrão em transmitir estes tipos de sinais.

A.7 - Amplificador principal - O amplificador principal, se usado, deve ter resposta de sinal com variações não excedendo 3 dB na faixa de frequência de 25 kHz a 300 kHz , e temperatura entre 5 a 50 °C. O amplificador principal deve ter ganho ajustável, ou um limite de referência ajustável para detecção de eventos e contagem.

A.8 - Processador Principal

A.8.1 - Geral - O(s) Processador(es) Principal(is) deve ter um mínimo de 2 circuitos de dados ativos processando com a alta frequência e a baixa frequência independentemente. Se sinais independentes são usados, o processador deve ser capaz de processar eventos e contagens em cada canal. Não mais do que 2 sensores podem ser ligados em um pré-amplificador simples.

Informações do sensor de baixa frequência são processadas para atividades de emissão. A contagem total irá ser processada nos sensores de alta frequência apenas.

Eventos acumulados acima do segundo limite de referência (eventos de alta amplitude) serão processados pelos sensores de alta frequência apenas. O limite de referência para sinais de alta amplitude pode ser estabelecido através da redução de ganho de sinal, aumento de limite de referência ou detecção de picos de amplitude.

A.8.2 - Detecção dos Picos de Amplitude: Se é usada a detecção de picos de amplitude, a calibração deve ser estabelecida pelos requerimentos do apêndice B. A faixa dinâmica utilizada deve estar no mínimo de 60 dB com 5 dB de resolução, a banda de frequência de 100 kHz a 300 kHz, e a faixa de temperatura de 5 a 50°C. Variação, não maior do que 2 dB na sensibilidade de detecção de picos, pode ser tolerável acima da faixa de temperatura estável. Valores de amplitude podem ser usados em V ou dB, mas devem ser referenciados para um ganho fixo de saída do sistema (sensor ou pré-amplificador).

A.8.3 - Saída de Sinais e Registro: O processador deve prover no mínimo saídas para registro permanente de total de contagens por sensores de alta frequência, eventos por canal (localização) e eventos totais acima do limite de referência para sensores de alta frequência. Um esquema simples é mostrado na figura A.1.

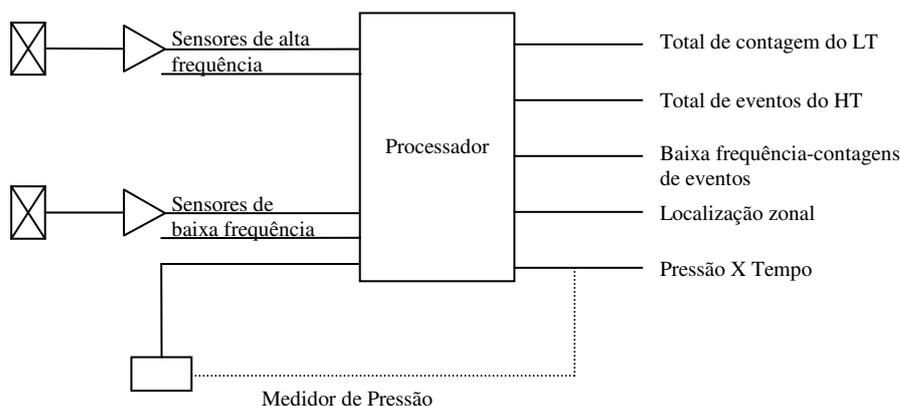


Fig. A.1 - Esquema simplificado da Instrumentação para ensaio de Emissão Acústica.

APÊNDICE B: Calibração dos Instrumentos

- B.1. - Geral: Desempenho e a definição do limite variam para diferentes tipos de equipamentos de Emissão Acústica. Parâmetros tais como contagens, amplitude, energia e RMS variarão de fabricante para fabricante, e de modelo para modelo do mesmo fabricante. Este apêndice define limites de referência, amplitude e requerimentos de contagem máxima para o critério contido na tabela 2, Apêndice D.
- B.2 - Limite de Detecção de Sinais de EA - A detectabilidade do sinal de EA pode ser determinada usando placa de 99% pura de chumbo com 1,22 m x 1,82 m x 13 mm. A chapa deve ser limpa e suspensa do chão. O limite de detectabilidade é definido como a medida de amplitude de um evento gerado por um grafite de \varnothing 0,3 mm quebrado à distância de 1,5 m do sensor. A quebra deve ser feita a um ângulo de 30° da superfície e com entre 2 e 3 mm de extensão do grafite. O sensor deve ser posicionado a uma distância de 150 mm do lado de 1,22 m e no meio do lado de 1,82 m.
- B.3 - Limite de Referência de Amplitude - Para eventos de grande amplitude, o limite de referência deve ser determinado usando uma placa limpa de 3 m x 50 mm x 19 mm, barra laminada de aço. A barra deve ser suportada em cada ponto com elastômero ou similar, em apoios isolados. A amplitude de referência é definida como a medida de um evento gerado por grafite de \varnothing 0,3 mm, 2 H, quebrado a uma distância de 2 m do sensor. O sensor deve ser montado a 300 mm do fim da barra e 50 mm na largura.
- B.4 - Critério do N° de Contagens - O critério do n° de contagens deve ser determinado usando lâmina de PRFV de tamanho suficiente de modo que a quebra de grafite de \varnothing 0,3 mm à distâncias diferentes, gerarão medidas de amplitudes iguais à detectáveis, do limite de referência de amplitudes. O ponto de calibração em chapas de PRFV de espessura entre 5 e 13 mm deve ser selecionado de modo a prover um valor de decibel intermediário entre os limites de referência adotados. O critério definido neste apêndice foi planejado para calibração inicial dos instrumentos entre 15 e 27 °C pelos fabricantes de equipamentos de EA. É recomendado que os usuários da instrumentação desenvolvam técnicas aproximadas de calibração, ao longo das linhas definidas neste apêndice. Para uso em campo, PRFV pequeno e portátil, ou similar, pode ser carregado com o equipamento e usado para verificação periódica do sensor, pré- amplificador e sensibilidade do canal.
- B.5 - Desempenho em Campo - Quando instalado no vaso, nenhum canal deve ter desvios maiores de ± 3 dB da média de respostas de pico de todos os canais quando quebra-se grafite ou outra fonte de estimulação transiente é introduzida a 152 mm do sensor.

APÊNDICE C: Recomendação de Posicionamento de Sensores

CASO I: Tanque Atmosférico Vertical - Fundo chato, topo chato ou curvo, configurações típicas de bocais e entradas de serviço, costado cilíndrico fabricado em duas seções com junta secundária - 200 mm - Tubo de imersão.

CASO II: Tanque Atmosférico Vertical - Fundo chato, topo elíptico 2:1, configuração típica de bocais e entradas de serviço agitador com abafador, costado cilíndrico, fabricado em uma seção.

CASO III: Tanque Atmosférico/Pressão Vertical - Topo e fundo curvo ou chato, configuração típica de bocais e entradas de serviço, costado cilíndrico fabricado em duas seções, suporte de transporte, pernas atadas ao costado cilíndrico, costado cilíndrico fabricado em uma seção.

CASO IV: Tanque Atmosférico/Pressão Vertical - Fundo cônico, topo elíptico 2:1, configuração típica de bocais e entrada de serviço, costado cilíndrico fabricado em duas seções, flanges no costado, 100 mm tubo de imersão, anel de suporte.

CASO V: Tanque Atmosférico/Vácuo Vertical - fundo e topo chatos ou curvos, configuração típica de bocais e entradas de serviço, suporte de transporte, anel de suporte, costado cilíndrico fabricado em duas seções com junta secundária.

CASO VI: Tanque Atmosférico/Pressão Horizontal - Tampos plano ou elíptico, configuração típica de bocais e entradas de serviço, costado cilíndrico fabricado em duas seções com juntas secundárias, cavalete de suporte.

Caso I - Tanque Atmosférico Vertical

REFERÊNCIAS

1. A região da junta do fundo do tanque é crítica devido às diferentes tensões. Localize sensores para providenciar cobertura adequada, isto é, aproximadamente a 90° a 150 - 300 mm da região da junta no costado.
2. As juntas soldadas secundárias são suspeitas, isto é, entradas de serviço, bocais, juntas do costado, etc. Para bocais e entradas de serviço, a localização preferida dos sensores é 75 - 150 mm da intersecção com o costado e abaixo dele. A região das juntas do costado é importante. Localize dois sensores de alta frequência a 180° - um acima e outro abaixo da junta.
3. Os sensores de baixa frequência caracterizados como S_{L15} e S_{L16} devem ser localizados à meia altura do tanque, um acima e outro abaixo da meia altura. Eles devem estar espaçados em 180°.

Caso II: Tanque Atmosférico Vertical

REFERÊNCIAS

1. A região da junta do fundo é crítica devido às diferentes tensões. Localize sensores para prover cobertura adequada, isto é, aproximadamente à 90° a 150 - 300 mm da região da junta no costado. Neste exemplo, sensores são também colocados nos bocais do fundo, entradas de serviço e áreas com abafadores (*baffle*) nas regiões das juntas são cobertas.
2. As juntas secundárias soldadas são suspeitas, isto é, bocais, entradas de serviço e ligação entre abafadores e costado. Veja a última sentença acima para a cobertura da região do fundo neste exemplo. Note o sensor adjacente ao eixo do agitador no topo da entrada de serviço. Esta região deve ser verificada com o agitador ligado.

3. Os sensores de baixa frequência caracterizados como S_{L15} e S_{L16} devem ser localizados à meia altura do tanque, um acima e outro abaixo da meia altura. Eles devem estar espaçados em 180° .

Caso III - Tanque Atmosférico/Pressão Vertical

REFERÊNCIAS

1. A região do fundo é altamente tensionada.
2. A região da junta do fundo é crítica devido às diferentes tensões. Localize sensores para prover cobertura adequada, isto é, aproximadamente 90° e 150 - 300 mm da junta no costado. A região da solda no topo é tratada similarmente.
3. As juntas secundárias são suspeitas, isto é, bocais, entradas de serviço e uniões das pernas. Para bocais e entradas de serviço, localização preferida do sensor é 75 - 150 mm da intersecção com o costado e abaixo. Para uniões das pernas, deve haver um sensor dentro de 300 mm da interface perna-costado.
4. Os sensores de baixa frequência S_{L15} e S_{L16} devem ser localizados a meia altura do tanque - um acima e outro abaixo da meia altura. Eles devem estar espaçados em 180° .

Caso IV: Tanque Atmosférico/Pressão Vertical

REFERÊNCIAS

1. As áreas de juntas secundárias são suspeitas, isto é, bocais, entradas de serviço e corpo de flanges. Particularmente crítica neste tanque são as áreas da entrada de serviço, a localização preferida dos sensores é 75 - 150 mm da intersecção com o costado e abaixo. O flange do fundo no exemplo é coberto por um sensor a 75 - 150 mm abaixo da entrada de serviço. O corpo do flange é coberto por sensores de baixa frequência S_{L15} e S_{L16} - um acima e um abaixo do corpo do flange e espaçados em 180° . Coloca-se também um par de sensores de alta frequência a 90° do último par e espaçados em 180° - um acima e outro abaixo do flange.
2. As regiões de solda são suspeitas devido às descontinuidades de tensões. Localize os sensores para prover cobertura adequada, isto é, aproximadamente 90° e 75 - 150 mm da junta no costado.

Caso V: Tanque Atmosférico/Vácuo Vertical

REFERÊNCIAS

1. As regiões são suspeitas devido à descontinuidade de tensão.
Localize sensores para prover cobertura adequada, isto é, aproximadamente à 90° e 150 - 300 mm da junta no costado.
2. As juntas secundárias são críticas, isto é, bocais, entrada de serviço e juntas no costado. Para entradas de serviço e bocais, a localização preferida dos sensores é 75 - 150 mm da intersecção entre o costado (ou cabeça) e abaixo quando possível. A região da junta no costado é importante. Localize sensores a 180° onde possível e alternadamente acima e abaixo da junta.
3. Os sensores de baixa frequência S_{L15} e S_{L16} devem ser localizados na meia altura do tanque - um acima e outro abaixo da meia junta. Eles devem estar espaçados, em 180° do outro par.

Caso VI: Tanque Atmosférico/Pressão Horizontal

REFERÊNCIAS

1. As diferenças do campo de tensões entre os tampos e o costado são importantes. Sensores devem ser localizados para detectar defeitos estruturais nesta área.
2. As juntas secundárias são suspeitas, sendo junções e as entradas de serviço. A localização preferencial do sensor é 75 - 150 mm da intersecção entre superfícies de revolução.
A região da solda é importante. Localize dois sensores a 180° - um em cada lado da junta. Os sensores de baixa frequência S_{L15} e S_{L16} devem localizados no meio do tanque - um em cada lado da junta. Eles devem ser espaçados o mais distante possível - 180° entre si e 90° do par de alta frequência.

APÊNDICE D: Informações Complementares

| D.1 Critérios de Aceitação

TABELA 2

Um vaso para ser aceitável deve satisfazer todos os critérios listados abaixo:

NOTA: Critérios sublinhados têm maior peso.

	Pressão atmosférica (cargas estáticas) e pressões adicionais de até 0,1 MPa e vasos de vácuo		Vasos de pressão (sobrepessão de 0,1 a 0,34 MPa)	Significado do Critério
	1º Enchimento	Enchimentos subsequentes		
Emissões durante o patamar	<u>Nenhuma após 2 minutos</u>	<u>Nenhuma após 2 minutos</u>	<u>Nenhuma após 2 minutos</u>	Medida de danos em contínuo crescimento.
Razão Felicity	Não aplicável	<u>Maior que 0,95</u>	<u>Maior que 0,95</u>	Medida da Severidade de Danos previamente induzidos.
Total de Contagens (1)	<u>Menor que N</u>	Menor que N/2	Não excessiva (2)	Medida de danos globais durante o ciclo de carga.
Nº de eventos maiores que Limite de Referência (Limite de referência)	<u>Menor do que 10</u>	Menor do que 10	<u>Menor do que 10</u> Importante apenas para vasos novos	Medida de energia de falhas micro estruturais. Este critério é freqüentemente associado com ruptura da fibra.

1. Varia com fabricante da instrumentação. * Veja apêndice B.

2. Contagens excessivas é definido como significante acréscimo na taxa de emissões em função da carga. Num gráfico contagens contra carga, contagens excessivas irão mostrar uma saída de linearidade.

| 3. Danos permanentes podem incluir: micro fraturas, deslocamento e levantamento da fibra.