



INSTITUTO DE ENGENHARIA NUCLEAR

RT-IEN- 01/2010

Influência da Variação de Temperatura nas Medidas de Tempo de Percorso da Onda Ultrassônica Durante um Ensaio de Ultrassom

por

Marco Aurélio Monteiro Dutra, Marcelo de Siqueira Queiroz Bittencourt

Fevereiro / 2010

NOTA
ESTE RELATÓRIO É PARA USO EXCLUSIVO DO INSTITUTO DE
ENGENHARIA NUCLEAR

O direito a utilização de informações relacionadas ao trabalho de pesquisa realizado no IEN é limitado aos servidores da CNEN e pessoal de organizações associadas, nos limites dos termos contratuais que regem os respectivos convênios. O conteúdo dos relatórios não pode ser separado ou copiado sem autorização escrita do IEN.



Título: Influência da Variação de Temperatura nas Medidas de Tempo de Percursoda Onda Ultrassônica Durante um Ensaio de Ultrassom

Autor(es): Marco Aurélio Monteiro Dutra, Marcelo de Siqueira Queiroz Bittencourt

e-mail:
dutra@ien.gov.br

Identificação:

RT-IEN- 01/2010

Nº de páginas:

Tipo de Divulgação:

Irrestrita (x) Restrita ()

Divulgar para:

Localização:

Publicação externa associada (congresso/periódico):

Palavras chave:

Ensaio Não Destrutivos

Ensaio de Ultrassom

Resumo:

Para definir a melhor metodologia e condições de trabalho na execução da pesquisa, avaliou-se a influência da variação de temperatura nas medidas de tempo de percurso da onda ultrassônica durante um ensaio de ultrassom, através da mesma técnica. Com a obtenção de dados novos e comparativos, definiu-se a melhor metodologia e condições de trabalho na aquisição dos sinais ultrassônicos, visando melhorar a confiabilidade desta técnica.

Abstract:

Emissão		Nome	Rubrica	Data
Data:	Elaboração:	Marco Aurélio Monteiro Dutra, Marcelo de Siqueira Queiroz Bittencourt		
Divisão:	Revisão:			
Serviço:	Aprovação:			

Instituto de Engenharia Nuclear:

Via 5 s/n, Cidade Universitária, Ilha do Fundão, CEP 21945-970, CP 68.550, Rio de Janeiro – RJ - Brasil.

Tel.: 00 55 21 2209-8080

Internet: www.ien.gov.br

Influência da Variação de Temperatura nas Medidas de Tempo de Percurso da Onda Ultrassônica Durante um Ensaio de Ultrassom

I - INTRODUÇÃO

Para definir a melhor metodologia e condições de trabalho na execução da pesquisa, avaliou-se a influência da variação de temperatura nas medidas de tempo de percurso da onda ultrassônica durante um ensaio de ultrassom, através da mesma técnica. Com a obtenção de dados novos e comparativos, definiu-se a melhor metodologia e condições de trabalho na aquisição dos sinais ultrassônicos, visando melhorar a confiabilidade desta técnica.

II - PROCEDIMENTOS

O corpo-de-prova (CP) é o CP3 - POSIÇÃO 6h, conforme indicado no desenho 1, é uma tira removida de um tubo de aço API 5L X46 (duto 3 - com costura), utilizado no transporte de óleo e gás, já estudado anteriormente em trabalho deste laboratório realizado junto à Petrobrás. As especificações do duto são as seguintes:

- Identificação: GRB 12 C
- \varnothing externo = 12"
- Espessura da parede = 10 mm

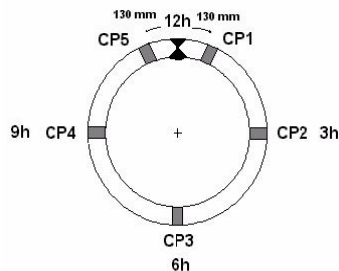


Figura 1 – Regiões marcadas na direção circunferencial do tubo.

As características do material do tubo são as seguintes:

- Limite de escoamento: 36,22 Kgf/mm²
- Limite de resistência: 45,82 Kgf/mm²
- Carga máxima para escoamento: 18.887,14 Kgf
- Dimensões da tira: 10,40 x 50,14 mm S= 521,456 mm²

ARRANJO EXPERIMENTAL

No desenvolvimento deste trabalho, foi montado um sistema de aquisição de dados, composto de:

- 01 transdutor cisalhante emissor/receptor, marca: Panametrics, modelo: V 155 - # 5 MHz e \varnothing 13 mm;
- 01 osciloscópio digital, marca: Tektronix, modelo: TDS 3032 B – (canal 1) com:
 - Escala do eixo vertical (voltagem): 100 mV
 - Escala do eixo horizontal (tempo): 1 μ s
- 01 aparelho digital de ultrassom que funciona como gerador de pulsos, marca: Panametrics – NDT, modelo: EPOCH 4 PLUS;
- 01 filtro de amplitude, com 2 (duas) saídas, sendo uma de alta tensão (para excitar o transdutor) - 250 a 300 V e a outra de baixa tensão (para o osciloscópio) - 8V;
- 01 tubo contendo o material acoplante: COUPLANT SWC, da Panametrics;
- 01 termômetro digital com termopar, marca: Testo, modelo:177-T3;
- 01 microcomputador contendo os programas “Wave Star” (para aquisição de dados) e “Chronos ou Atraso V9” (processador matemático);
- 01 microcomputador contendo o programa “Testo” (registro das temperaturas);
 - 01 corpo-de-prova.

Diagrama esquemático do sistema ultrassônico é apresentado na figura 2 e na figura 3 são apresentadas imagens do sistema.

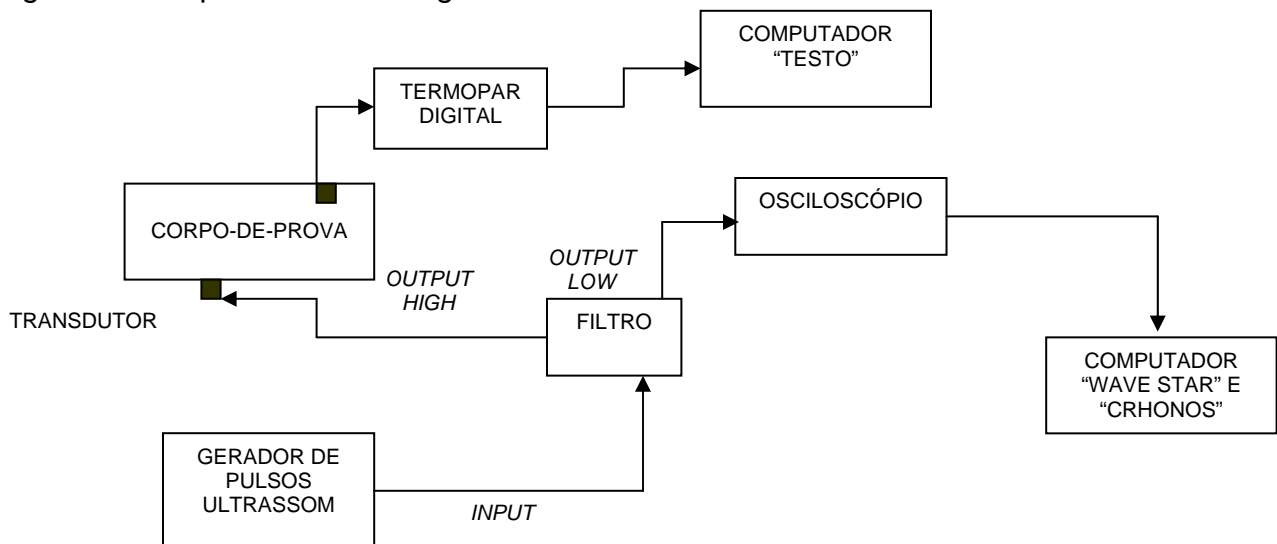


Figura 2 – Diagrama esquemático do sistema ultrassônico.

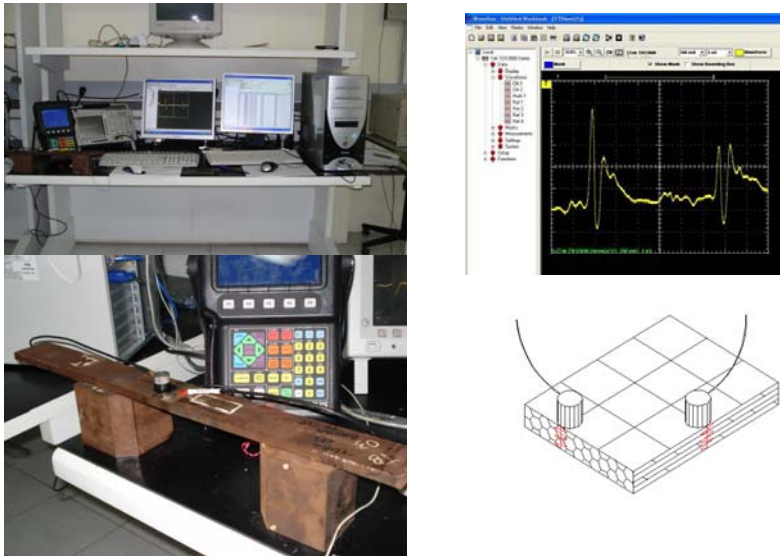


Figura 3 – Fotos do sistema ultrassônico montado para este trabalho, do programa “Wave Star”, detalhe do corpo-de-prova em estudo com o transdutor acoplado e o termopar e o alinhamento do transdutor longitudinalmente e transversalmente a peça.

PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Antes de iniciar as medidas experimentais, foram adotados alguns procedimentos de modo a uniformizar as condições de trabalho, tanto da amostra, do ambiente e dos equipamentos utilizados, são eles:

- 1- Estabilização da temperatura (18°C) e umidade do laboratório;
- 2- Pré-aquecimento e estabilização dos equipamentos de medidas;
- 3- Remoção de impurezas na superfície do corpo-de-prova.

Com o sistema de aquisição de dados montado, os equipamentos (estabilizador, gerador de pulsos, osciloscópio, microcomputadores) e o aparelho de ar condicionado do laboratório deverão ser ligados, em torno de, 1 (uma) hora antes do início da sua utilização;

Verifica-se a posição do termopar digital no corpo de prova (CP), em estudo;

Limpa-se a superfície do corpo-de-prova na região indicada para medição, primeiramente, com papel toalha umedecido com água (para retirar algum resíduo de acoplante) e, em seguida, limpa-se com papel toalha umedecido com álcool;

A seguir, aplica-se o acoplante na região do material aonde vai se medir em quantidade adequada para se evitar o desperdício e a dificuldade no acoplamento do transdutor x superfície;

Em seguida, realizam-se as medidas, tendo os cuidados de aplicar o acoplante na região do corpo-de-prova onde se pretende medir. Já com o transdutor posicionado, faz-se os ajustes no osciloscópio, de modo a permitir a visualização dos sinais resultantes de maneira adequada. Nesta primeira etapa os sinais são gravados no próprio osciloscópio. Após a aquisição das medidas, os sinais são transferidos para um microcomputador, utilizando o programa "Wave Star". Simultaneamente, são registradas as temperaturas do material, utilizando o programa "Testo", num segundo microcomputador onde está conectado o cabo USB do termômetro digital.

No programa "Wave Star", os nome destes arquivos com nome de extensão ".csv", devem seguir uma seqüência de números, sendo ímpares (1.csv, 3.csv, 5.csv,...) para os sinais ultrassônicos com a direção da polarização da onda ultrassônica alinhada longitudinalmente ao corpo-de-prova. E pares (2.csv, 4.csv, 6.csv,...) para os sinais ultrassônicos com a direção da polarização da onda ultrassônica alinhada transversalmente ao corpo-de-prova;

O processamento matemático dos dados obtidos é feito no programa "Chronos". Neste programa, seleciona-se o arquivo a ser processado (o primeiro, apenas), em seguida, formata-se o arquivo para o osciloscópio TDS 3032 B. Em "índices", por exemplo, numa aquisição de 10 sinais ultrassônicos, o índice inicial é 1 e o índice final é 10. Em seguida, habilita-se a interpolação, com o fator de interpolação "4", para L4. Ao findar o processamento, é gravado em .txt.

Com as medidas de tempo obtidas já processadas, inicia-se suas análises utilizando métodos estatísticos.

Para o ensaio de ultrassom com variações de temperaturas determinadas, foi necessário o uso dos dois aparelhos de ar condicionado digitais do laboratório de ultrassom e um bico de Bunsen, para ajudar no controle da temperatura, que é monitorada pelo programa "Testo" durante todo o ensaio, através do termopar digital ligado ao corpo-de-prova.

No início desta etapa do trabalho, a temperatura inicial selecionada nos aparelhos de ar condicionado foi de 18°C para atingir a temperatura mais baixa possível, e ao atingi-la são obtidos os dados, então, regula-se o termostato para temperaturas mais altas, de acordo com a necessidade. O uso da chama do bico de Bunsen foi para atingir as temperaturas mais elevadas, de forma mais rápida, e também, para auxiliar no controle da temperatura no momento das aquisições, devido à pequenas variações de décimos de °C.

SOBRE VARIAÇÃO DE TEMPERATURA

A metodologia deste trabalho consiste em obter as medidas de tempo da onda ultrassônica do ensaio de ultrassom num único ponto do corpo-de-prova obtendo 10 sinais ultrassônicos, com a direção da polarização da onda ultrassônica alinhada longitudinalmente ao corpo-de-prova (1^o dia) ou transversalmente (2^o dia), em cada temperatura obtida.

Seguindo todo o procedimento experimental, já descrito anteriormente, nesta etapa foi utilizado um grampo para fixar o transdutor ao corpo-de-prova, procurando assim, manter uma pressão de contato constante durante todo ensaio. Teoricamente, pois a viscosidade do acoplante varia com o tempo, e a pressão no grampo não sofreu ajustes durante a aquisição destes dados.

O intervalo definido entre as temperaturas foi de 1°C, logo, para os sinais ultrassônicos com a direção da polarização da onda ultrassônica alinhada longitudinalmente ao corpo-de-prova, as temperaturas foram: 19,8°C; 20,8°C; 21,8°C ; 22,8°C; 23,8°C; 24,8°C e 25,8°C. Já para os sinais ultrassônicos com a direção da polarização da onda ultrassônica alinhada transversalmente ao corpo-de-prova, as temperaturas foram as seguintes: 20,3°C (temperatura mais baixa medida no dia); 20,8°C; 21,8°C ; 22,8°C; 23,8°C; 24,8°C e 25,8°C.

No programa “Testo”, configurou-se o registro das temperaturas em intervalos de 5 segundos, para contribuir na monitoração das temperaturas do corpo-de-prova durante a medição dos tempos da onda ultrassônica.

IV - RESULTADOS

A seguir, na tabela 1, serão mostradas os dados obtidos nos 2 dias de ensaios da segunda etapa:

CONJUNTO DE DADOS TEMPERATURA (DIREÇÃO)	% DADOS DISPERSOS	% DADOS VÁLIDOS	TEMPO MÉDIO (ns)	VARIAÇÃO DO TEMPO (ns)
19,8°C (LONGITUDINAL)	20	80	5.832	1
20,8°C (LONGITUDINAL)	30	70	5.838	5
21,8°C (LONGITUDINAL)	0	100	5.838	0
22,8°C (LONGITUDINAL)	0	100	5.838	0
23,8°C (LONGITUDINAL)	10	90	5.838	1
24,8°C (LONGITUDINAL)	10	90	5.838	1
25,8°C (LONGITUDINAL)	10	90	5.838	1

CONJUNTO DE DADOS TEMPERATURA (DIREÇÃO)	% DADOS DISPERSOS	% DADOS VÁLIDOS	TEMPO MÉDIO (ns)	VARIAÇÃO DO TEMPO (ns)
20,3°C (TRANSVERSAL)	30	70	5.868	1
20,8°C (TRANSVERSAL)	0	100	5.868	0
21,8°C (TRANSVERSAL)	10	90	5.868	1
22,8°C (TRANSVERSAL)	20	80	5.868	1
23,8°C (TRANSVERSAL)	20	80	5.868	1
24,8°C (TRANSVERSAL)	40	60	5.868	1
25,8°C (TRANSVERSAL)	40	60	5.862	6

A seguir, serão mostrados nos gráficos da figura 2 e da figura 3, os valores dos tempos (longitudinal) médios obtidos x temperaturas, e os valores dos tempos (transversal) médios x temperaturas, respectivamente, dos percursos dos sinais ultrassônicos com a direção da polarização da onda ultrassônica alinhada longitudinalmente e transversalmente ao corpo-de-prova:

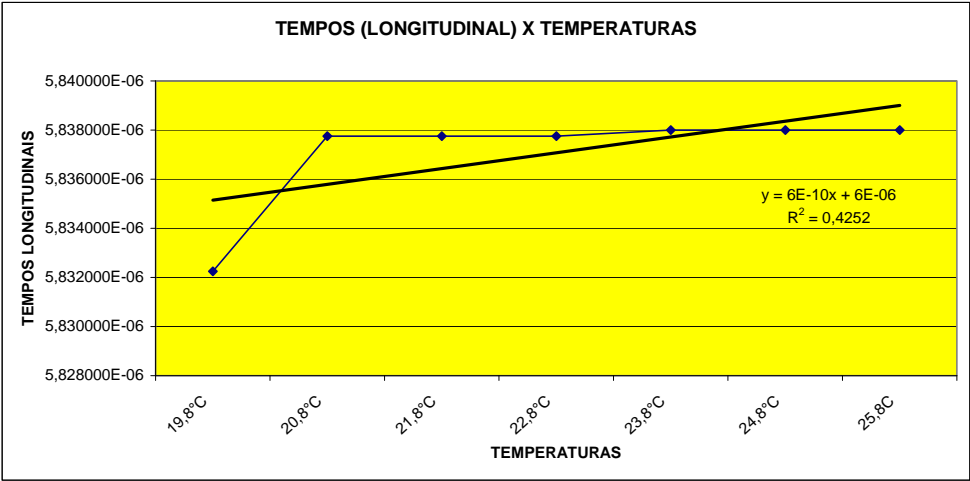


Figura 2 – Tempos (longitudinal) x temperaturas.

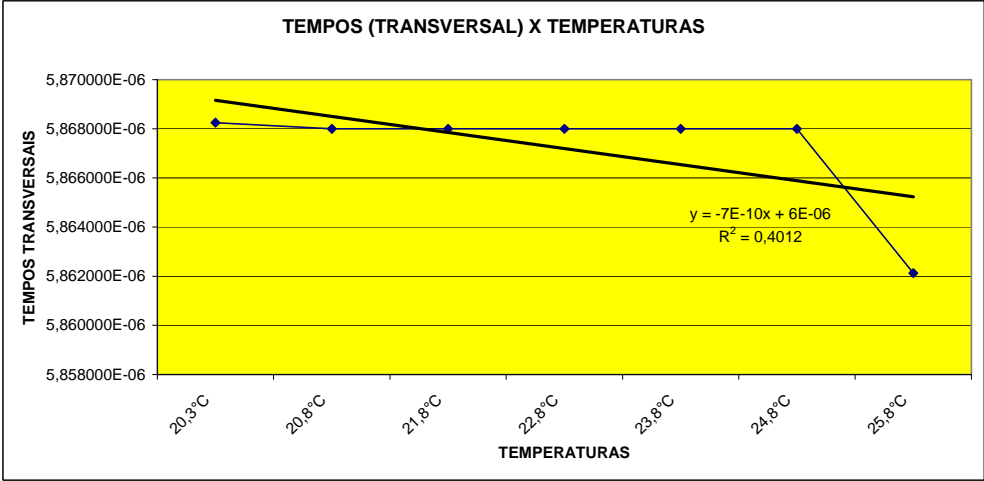


Figura 3 – Tempos (transversal) x temperaturas.

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

Cada conjunto de dados mostrado na tabela 3 é formado pelo tempos dos 10 sinais ultrassônicos obtidos com a direção de polarização da onda ultrassônica do transdutor alinhada longitudinalmente ou transversalmente ao corpo-de-prova para cada temperatura analisada.

A análise dos conjuntos de dados obtidos na tabela 1 foi realizada através de um desvio padrão (que mede a dispersão dos valores individuais em relação à média de cada conjunto de dados, permitindo dizer se os valores estão mais próximos (válidos -dentro do desvio padrão) ou mais distantes (dispersos – fora do desvio padrão) para uma mesma média). Para determinar o tempo médio dos sinais ultrassônicos em cada conjunto de dados nas duas direções de polarização, utilizou-se apenas os valores dos dados válidos. E entre estes dados válidos registrou-se a variação entre o maior e o menor tempo obtidos em cada conjunto de dados.

Neste trabalho, através da comparação dos dados obtidos nas diferentes temperaturas estudadas conforme mostrado na tabela 1, verificou-se que:

Em todos os dias, o percentual dos dados válidos foi superior a 60% do total;

Em relação à variação entre o maior e o menor tempo obtidos, na direção de polarização longitudinal, excluindo o resultado obtido a 20,8°C, não ultrapassou 1 ns. E esta variação na direção de polarização transversal, excluindo o resultado obtido a 25,8°C, também não foi superior a 1 ns;

Analisando os resultados dos tempos médios dos sinais ultrassônicos obtidos em cada conjunto de dados na direção de polarização longitudinal, excetuando o resultado obtido a 19,8°C, que foi 6 ns menor que os valores obtidos nos outros conjuntos de dados, foram praticamente iguais, nas outras temperaturas. Já, os valores dos tempos médios dos sinais ultrassônicos obtidos em cada conjunto de dados na direção de polarização transversal foram praticamente iguais, excetuando o resultado obtido a 25,8°C, que foi 6 ns menor em relação aos outros resultados.

Então, conclui-se que nas faixas de temperaturas estudadas (onde a variação maior foi de 5°C na direção de polarização longitudinal e de 6°C na direção de polarização transversal), não houve influência desta variação de temperatura nos resultados obtidos.