

# Desenvolvimento de Projeto Mecânico e Eletrônico para Tomógrafo Industrial de Primeira Geração.

Leandro de Jesus Ribeiro, Carlos H. Mesquita e Margarida M. Hamada  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP

## INTRODUÇÃO

Por muitos anos, a tomografia computadorizada industrial (TCi) no Brasil teve sua aplicação em testes não destrutivos, para estudos científicos e análise de defeitos na região de soldas das tubulações submetidas a grandes pressões e nos reatores químicos. Recentemente, observa-se o interesse da tomografia computadorizada na área de diferentes indústrias, seja para melhorar o desenho, operação e solução de problemas de processos industriais. A tomografia computadorizada para processos multifásicos é uma técnica promissora e é objeto de estudos de centros avançados de pesquisa [1]. Para atender esta necessidade e manter-se atualizado, o laboratório do IPEN iniciou um estudo para o desenvolvimento de tomografia computadorizada para sistemas multifásicos.

Inicialmente, tomografia da primeira geração constituída de um detector e uma fonte radioativa posicionados diametralmente opostos foi desenvolvida usando um detector NaI(Tl), de 2 polegadas de diâmetro x 2 polegadas de altura. A placa de aquisição de dados e a interface de controle mecânico foram especialmente desenvolvidas em nosso laboratório para serem usadas no sistema de TCi. A placa de aquisição de dados é constituída de um ADC de 8 bits correspondentes a posições de 256 canais (0 a 5V). Uma boa resolução foi observada para todas as imagens reconstruídas a partir do equipamento de primeira geração. Com a experiência adquirida, um TCi com raios gama, de terceira geração, aplicável a sistemas

multifásicos estáticos e dinâmicos determinando a estrutura e distribuição interna de materiais foi projetado e construído [2] Também, um novo desenho para sistema de TCi com raios gama, de quarta geração (ou 4D), capaz de gerar as imagens em tempo real, “on line”, do interior de colunas de processos industriais com transientes rápidos, sem paralisar a produção foi desenvolvido.

O objetivo do presente trabalho consiste no aprimoramento e na adequação do tomógrafo de primeira geração para ser utilizado na análise de placas combustíveis de reatores nucleares. Pretende-se avaliar a uniformidade da espessura da placa combustível e ao mesmo tempo a distribuição do combustível na placa, por método não destrutivo.

## METODOLOGIA

Inicialmente, realizou-se um estudo detalhado para o dimensionamento e desenho do projeto mecânico. Para construção da mesa do tomógrafo, desenvolveu-se uma estrutura em aço tubular quadrado e retangular nas dimensões de 10x10cm e 10x50cm respectivamente, com pintura esmaltada. Guias lineares, motores de passo e suportes comporão a estrutura mecânica da mesa para o controle do deslocamento da placa. Será realizada a integração da eletrônica, adquirida comercialmente para o deslocamento da amostra (placa), com a eletrônica associada ao detector de radiação e do sistema de aquisição de dados para agregar ao sistema de tomografia de primeira geração.

Foi montado um detector de radiação, constituído de um cristal de NaI(Tl) de 2,54

cm de diâmetro e 5,00 cm de altura acoplado a fotomultiplicadora de 2,54 cm de diâmetro mod. 9924SB, os quais foram conectados a um soquete, divisor de tensão para compor o sistema TCi de primeira geração. A sequência da montagem encontra-se ilustrado na Figura 1. A seguir, foram, encapsulados em tubos de aço inoxidável tipo 304.



Figura 1 – Montagem do sistema detector. (a) Sensor tipo cristal cintilador de NaI(Tl); (b) fotomultiplicadora ET-Enterprise mod. 9924S; (c) soquete e divisor de tensão e (d) conector que serve para conectar a unidade à placa de aquisição de dados.

Uma interface homem-máquina (IHM) será utilizada para permitir a interação entre usuários e equipamentos de automação. As IHMs Delta DOP-B fornecem várias portas COM para maior rapidez e conveniência para comunicar com uma ampla variedade de periféricos como CLPS, drives, inversores. A Tela sensível a toque utilizada na montagem (Figura 2) permite a introdução intuitiva de parâmetros e uma variedade de formas de apresentar dados variáveis, incluindo gráficos de tendências e elementos de alarme. O visor LCD de alta resolução exibe controle operacional, monitoramento e controle eficiente em tempo real.

	<p><b>Especificações:</b>          Resolução:480×272;      Memória: 128Mb;          USB client V 2.0 (Alta Velocidade);          USB Host V1.1;          Porta Serial: RS 232/RS485/ RS422;          Software: DOPSoft;          Cabo de Programação: DOP-CAUSBAB e          Cabo Comunicação PLC DVP com          IHM DOP: DOP-CA232DP.</p>
--	--

Figura 2– Unidade de Tela Colorida 65.536 cores com 4,3” de dimensões.

## RESULTADOS

A figura 3 ilustra o projeto do tomógrafo de primeira geração montado.

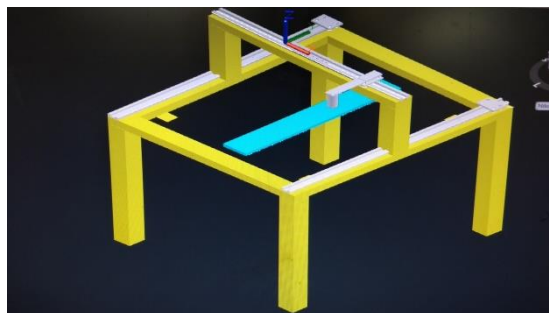


Figura 3 – Projeto do tomógrafo de 1ª geração proposto. (Mesa em aço, cor amarela), (guias lineares, X,Y,Z cor cinza),( Placa combustível representada na cor azul).

Figura 4 ilustra uma unidade do detector de radiação devidamente encapsulado em aço inoxidável 304, ligado ao conector, cabo e sistema de aquisição que constituirá o TCi de primeira geração.



Figura 4– Unidade do tomógrafo de primeira geração ilustrando o detector (cristal de NaI(Tl) + fotomultiplicadora + divisor de tensão) devidamente encapsulado em aço inoxidável 304.

## Conclusão

A estrutura mecânica desenvolvida para o projeto do tomógrafo de primeira geração mostrou-se adequada para o seu uso nas medidas das placas combustíveis.

## Referencias Bibliográficas

- 1- International Atomic Energy Agency, “Industrial Process Gamma Tomography”. IAEA-TECDOC-1589, IAEA, Vienna, 2008.
- 2- C.H. Mesquita, A.F. Velo, D.V.S. Carvalho, M.F.T. Martins, M.M. Hamada, Industrial tomography using three different gamma ray, Flow Meas. Instr. 471 (2016)

## Apoio Financeiro ao Projeto

Leandro J. Ribeiro expressa seus agradecimentos à CNEN pela bolsa PIBIC e os autores à FAPESP e à CNPq pelo apoio ao projeto.