



Voltar

Desenvolvimento de um programa computacional para o cálculo do balanço térmico no Circuito de Circulação Natural CCN do IPEN/POLI durante a operação do circuito

Luiz Felipe Franciulli Mendes e Thadeu das Neves Conti
Instituto de Pesquisas Energéticas Nucleares -IPEN

INTRODUÇÃO

O fenômeno da circulação natural começou ser estudado por causa de um acidente ocorrido em Three Mile Island no estado da Pensilvânia nos Estados Unidos. O acidente desencadeou-se pelos problemas mecânicos e elétricos que ocasionaram a parada de uma bomba de água que alimentava o gerador de vapor, o qual acionou certas bombas de emergência que tinham sido deixadas fechadas. O núcleo do reator começou a aquecer e parou. Em seguida, a pressão aumentou. Uma válvula abriu-se para reduzir a pressão que voltou ao normal. Mas a válvula permaneceu aberta, ao contrário do que o indicador do painel de controle assinalava. Então, a pressão continuou a cair e seguiu-se uma perda de líquido refrigerante ou água radioativa.

Após o acidente começaram a estudar novos métodos de resfriamento de um reator e um deles é o fenômeno da

METODOLOGIA

O circuito de circulação natural encontra-se montado no Centro de Engenharia Nuclear (CEN) do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares de São Paulo (IPEN-SP). É constituído por dutos de vidro pirex e é formado por dois sistemas o primário e o secundário.

Sistema primário: O aquecedor é onde o fluido aumenta sua temperatura, por meio de uma resistência de aço inox devidamente selada. Com o aumento da temperatura o fluido tem a tendência a "subir", no outro extremo encontramos o trocador de calor onde o fluido do primário, troca calor com o fluido do secundário. A troca ocorre por meio de uma serpentina que fica dentro de um dos dutos do primário, e dentro dessa serpentina passa a água do secundário que é mais fria com isso os fluidos trocam calor pela parede do duto sem se misturar um com o outro. Após a troca de calor o fluido fica mais frio então tem tendência a "descer"

circulação natural. A nova geração de reatores nucleares compactos utiliza a circulação natural do fluido refrigerante como sistema de refrigeração e de remoção de calor residual, em caso de acidente ou desligamento da planta.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é o desenvolvimento de uma programa computacional em linguagem labVIEW para o cálculo do balanço térmico do circuito de circulação natural (CCN) do IPEN/POLI.

O cálculo do balanço térmico é dividido em três etapas:

- Cálculo do balanço de energia no trocador de calor para encontra-se o valor da vazão do circuito primário.

$$qm_1 = \frac{cp_2 \cdot qm_2 \cdot (T_{12} - T_{11}) + h \cdot \pi \cdot Dt \cdot Lt \cdot (Tp_2 - Ta)}{cp_1 \cdot (T_6 - T_7)}$$

(1)

- Cálculo da energia cedida da resistência do aquecedor.

$$Qr = cp_1 \cdot qm_1 \cdot (T_2 - T_9) + h \cdot \pi \cdot Da \cdot La \cdot (Tp_1 - Ta)$$

(2)

- Após calcular o valor da energia cedida pela resistência, utiliza-se a fórmula do erro percentual relativo

por esses motivos que a o fluido circula dentro do primário sem auxílio de bombas.

Sistema secundário: O sistema secundário é formado por um tanque de água, uma bomba, um filtro, um rotâmetro para medir a vazão do fluido e dois termopares que são utilizados para medir a temperatura de entrada e saída do fluido da serpentina.

O cálculo do balanço térmico é desenvolvido para sabermos o quanto de energia é transferida ao primário e, o quanto é retirada pelo trocador de calor entre o primário e o secundário.

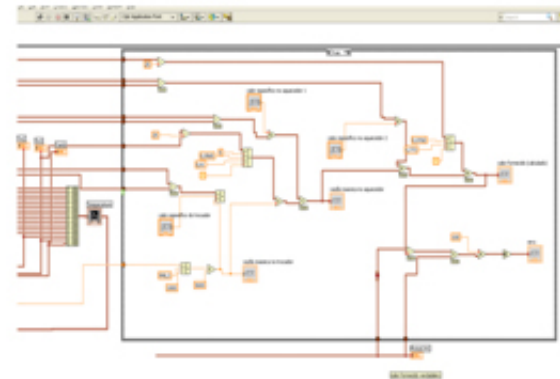


Figura 1: programação do balanço térmico

CONCLUSÕES

Com a programação acima obtemos um erro de aproximadamente 12% que é considerado um erro satisfatório para balanço térmico, principalmente, pelo motivo do CCN não ser termicamente isolado. Isto mostra que a programação do balanço térmico está devidamente ajustada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

forma de erro percentual relativo
para encontrar a perda de energia
para o meio ambiente.

$$erro = \left(\frac{val\ real - val\ calculado}{val\ real} \right) \cdot 100 \quad (3)$$

RESULTADOS

A programação do balanço térmico foi feita em linguagem labVIEW, A linguagem gráfica do labVIEW é chamada "G".

A programação do balanço térmico ficou da seguinte forma:

[1]Intruments, N. *Getting Started with SCXI*, Hungria, julho de 2000.

[2]Araujo, R. O. P. Metodologia para estudos de circulação natural em circuitos fechados. Dissertação – Instituto de engenharia nuclear IEN, Rio de Janeiro. março de 2009.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico (CNPq).

[Voltar](#)