

SISTEMA DE MONITORAÇÃO EM TEMPO REAL DAS VARIÁVEIS DE OPERAÇÃO DO REATOR NUCLEAR DE PESQUISA TRIGA IPR-R1

Carla Pereira Ricardo¹ e Amir Zacarias Mesquita²

¹ Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais (CEFET MG)
Avenida Amazonas, 7675
Nova Gameleira, CEP 30510-000
Belo Horizonte, MG
carlinha_ricardo@yahoo.com.br

² Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear (CDTN / CNEN - MG)
Avenida Presidente Antônio Carlos, 6.627
Campus da UFMG – Pampulha, CEP 31270-901
Caixa Postal 941, CEP 30123-970
Belo Horizonte, Minas Gerais
amir@cdtn.br

RESUMO

Os operadores de reator nuclear necessitam saber o comportamento do reator para compreendê-lo e operá-lo com segurança. Nos últimos dois anos, todos os parâmetros operacionais do reator de pesquisa TRIGA IPR-R1 foram monitorados e indicados em tempo real pelo sistema de aquisição de dados desenvolvido para o reator. Toda a informação foi armazenada em um disco rígido, no computador do sistema de coleta, formando uma base de dados, deixando a informação sobre o desempenho e o comportamento do reator disponível pra consulta em ordem cronológica. O programa da aquisição de dados foi atualizado e novos parâmetros operacionais do reator foram incluídos para aumentar as possibilidades de investigação e de experiências. Os registros das variáveis de operação do reator são importantes para se realizar análises imediatas ou subseqüentes de segurança, mostrar as tendências a curto e a longo prazo e para relatar as operações do reator à organização e às autoridades externas. Este programa de aquisição de dados responde às recomendações da Agência Internacional de Energia Atômica - IAEA.

1. INTRODUÇÃO

O TRIGA IPR-R1 é um reator nuclear de pesquisa do tipo piscina, com núcleo refrigerado por circulação natural da água do seu poço. Localiza-se em Belo Horizonte, no Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear, CDTN. Opera atualmente com potência térmica máxima de 100 kW, e seu núcleo está configurado para operar em potências de até 250 kW, em fase de licenciamento. Possui um sistema de refrigeração forçada dotado de circuito primário e secundário, que refrigera a água do poço e diminui os níveis de radiação na sala do reator durante operações com potência acima de 50 kW. Conta com um Sistema de Aquisição e Tratamento de Dados, desenvolvido no ambiente VisiDAQ da Advantech CO[®] [1], implantado em 2004, no qual todos os seus parâmetros de controle são visualizados em tempo real e armazenados em disco rígido.

Com a implantação do sistema de coleta de dados, os dados coletados são armazenados em arquivos tipo “.txt” – bloco de notas – organizados em pastas, cronologicamente. Para a

utilização dos dados para construção de tabelas e realização de análises é necessário migrar esses dados para aplicativo adequado, neste caso é utilizado o editor de planilhas Microsoft Excel[®]. Este trabalho trata da inclusão de parâmetros no monitoramento em tempo real e da criação de um banco de dados dos parâmetros de operação do reator TRIGA IPR R1, de maneira a facilitar o acesso aos dados e sua utilização pelos pesquisadores dessa instituição.

Os registros desses dados, e posterior arquivamento, são importantes para análises imediatas ou subseqüentes de segurança, para mostrar o comportamento do reator e suas tendências a curto e a longo prazo, e para relatar as operações à instituição e às autoridades externas. O programa de aquisição de dados responde às recomendações da Agência Internacional da Energia Atômica – IAEA [2].

2. MÉTODOS

O Sistema de Aquisição de Dados foi desenvolvido para acompanhar o desenvolvimento dos parâmetros de controle do reator e para subsidiar posteriores estudos sobre a evolução dos mesmos, além de possibilitar a realização de registro durante operações experimentais [3].

O sistema coleta os sinais da mesa de controle do reator, do bastidor de instrumentação, e de termopares, por meio de duas placas condicionadoras que direcionam os sinais a uma placa conversora analógico/digital modelo PCL-818hd fornecida pela Advantech Co. Ltd[®] [1] instalada num computador. Estes sinais, depois de captados pela placa conversora A/D, são processados pelo programa de aquisição de dados VisiDAQ, também da Advantech Co. Ltd[®] [1], com linguagem de programação Microsoft Visual Basic for Applications, através de equações de ajuste obtidas por processos de calibração para que, nas interfaces gráficas desenvolvidas, fossem mostrados os valores reais de cada parâmetro operacional do reator, bem como suas evoluções em gráficos específicos.

2.1 Interfaces Gráficas

Foram incluídos no sistema de aquisição de dados novas variáveis: nível de água do poço e perda de reatividade por envenenamento por xenônio e por efeito temperatura. Desde a primeira versão, o programa conta com cinco interfaces visuais, nas quais os parâmetros coletados são dispostos em grupos para a facilitar a compreensão imediata e acompanhamento em tempo real das variáveis do reator. As interfaces são:

- Partida: contém informações importantes para uma partida segura do reator, como posição de barras de controle, taxa de contagens do canal de partida, período, reatividade, perda de reatividade por envenenamento por xenônio e por efeito temperatura [Fig. 1].
- Canais de Potência: informa todas as leituras de potências realizadas no reator. Além disso, possui o botão GRAVA que deve ser acionado para que os dados lidos passem a ser registrados, bem como possui um relógio que mostra o tempo de operação em segundos, minutos e horas [Fig. 2].
- Níveis de radiação: mostra as cinco medidas relativas à radioproteção no ambiente do reator, aerossóis, poço, área, entrada e saída do circuito primário de refrigeração.
- Potências: outra interface que também mostra os valores das potências do reator, porém em um gráfico. Apresenta a temperatura média do combustível instrumentado e a temperatura da água do poço do reator. Possui um relógio que informa o tempo de operação em horas.

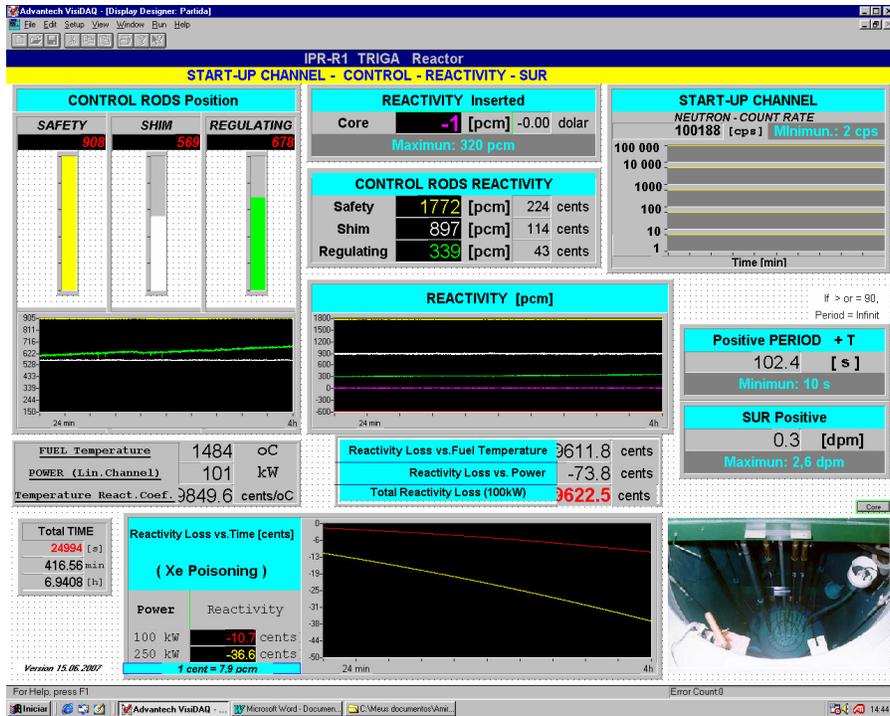


Figura 1. Interface Gráfica "Partida" do Sistema de Aquisição de Dados do Reator TRIGA IPR R1.

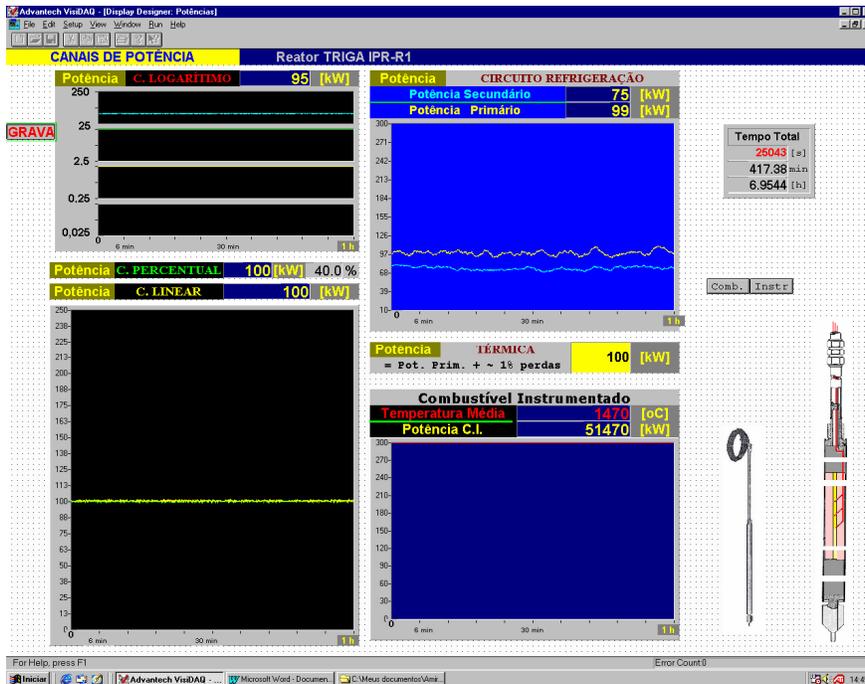


Figura 2. Interface Gráfica "Canais de Potência" do Sistema de Aquisição de Dados do Reator TRIGA IPR R1.

- Refrigeração e Temperatura: possibilita a visualização de parâmetros relacionados à termohidráulica do reator. Mostra todas as medidas de temperaturas realizadas no reator, bem como a temperatura do combustível instrumentado. O combustível instrumentado possui três termopares em seu eixo central e encontra-se posicionado no local mais quente do núcleo. A temperatura deste combustível é a única medida que não é mostrada na mesa de controle do reator. O registro desta temperatura pode ser efetuado mesmo com a mesa de controle desligada. Esta interface mostra também a vazão e o nível de água do poço, possuindo também um contador de tempo [Fig. 3].

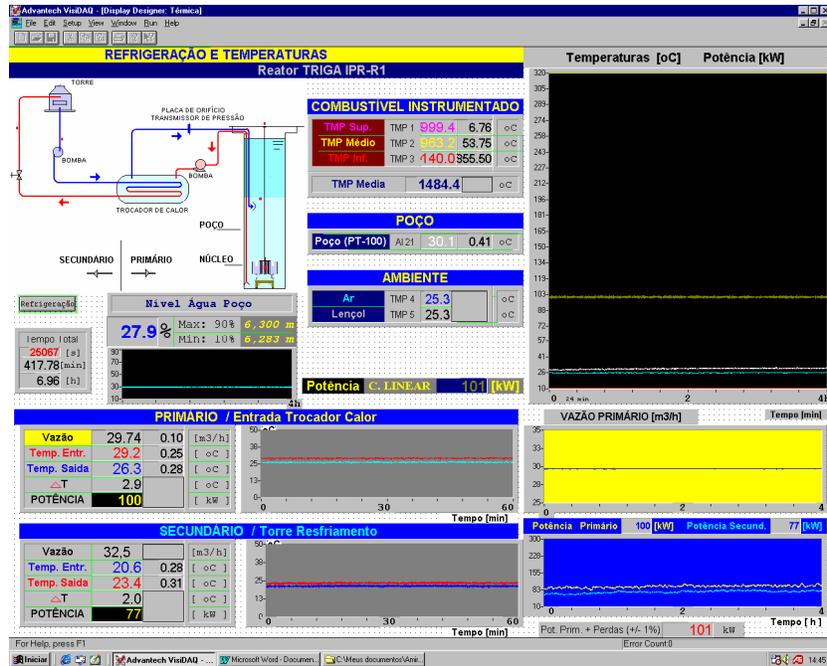


Figura 3. Interface Gráfica "Refrigeração e Temperaturas" do Sistema de Aquisição de Dados do Reator TRIGA IPR R1.

2.2 Construção do Ambiente Gráfico

A construção das interfaces gráficas é feita no próprio programa em uma tela especial denominada "Task" [Fig. 4]. Foram inseridas funções utilizando a barra de ferramentas do programa, para a adição dos novos parâmetros coletados: nível de água do poço, perda de reatividade por envenenamento por xenônio e por efeito temperatura.

A medida do nível de água do poço (N), é retirada da mesa de controle do reator com uma ligação em paralelo com o sinal de entrada da mesa ($AI23$) e é ajustada pela equação abaixo:

$$N = (AI23 \times 19.571) + 0.663 \quad (1)$$

Estes ajustes são realizados para que, na interface Refrigeração e Temperaturas, seja mostrado o mesmo valor que aparece no display da mesa de controle.

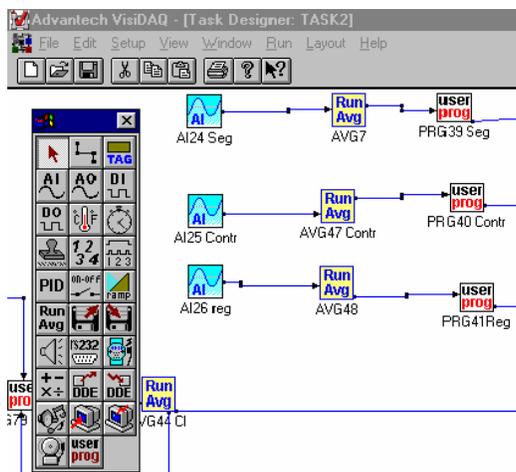


Figura 4. Interface Gráfica "Task 2" do Sistema de Aquisição de Dados do Reator TRIGA IPR R1.

2.3 Armazenamento de Dados

Após a operação, os dados coletados são gravados em quatro arquivos tipo “.txt”. Cada um destes arquivos contém um grupo de parâmetros. Os dados são coletados no computador do sistema de coleta de dados e compilados para outro, salvos em pastas, em ordem cronológica e cada pasta corresponde a um dia de coleta. Os dados das coletas salvos em formato “.txt” são copiados e tratados na planilha eletrônica, e as informações passam a ser salvas em um único arquivo tipo “.xls”, ou seja, cada arquivo formato ".xls" também corresponde a um dia de coleta. Depois de tratados, são construídos gráficos na planilha eletrônica Excel®.

3. RESULTADOS

Desde 2004 o Sistema de Aquisição de Dados começou a ser utilizado frequentemente no reator [4]. Atualmente a coleta de dados já faz parte da rotina de operações o que contribui para manter o banco de dados sempre atualizado [5]. Os gráficos construídos a partir das coletas permitem a realização de estudos comparativos entre dados teóricos e experimentais, e também uma visualização ampla do comportamento dos parâmetros do reator, permitindo intervenções precoces para a prevenção de acidentes. A nova versão do sistema de aquisição de dados do reator TRIGA IPR R1 conta com o registro e análise “on line” de mais variáveis. O banco de dados formado pelos registros digitais das operações do reator continua no mesmo formato, ou seja, organizando cronologicamente as coletas em arquivos ".txt" e ".xls". Com o registro digital e acompanhamento em tempo real dos parâmetros do reator aumentou-

se a velocidade de transmissão e de acesso às informações e a capacidade de produzir, armazenar e transmitir informações sobre o reator.

4. CONCLUSÃO

A criação do banco de dados com todas as coletas realizadas no reator é de suma importância, pois possibilita a execução de pesquisas e o desenvolvimento de trabalhos e métodos a partir da análise dos parâmetros de operação do reator. Espera-se que, com banco de dados desenvolvido e a partir das análises decorrentes, aumente-se o nível de utilização do reator TRIGA em pesquisa e desenvolvimento científico, em tecnologia e produtos na área nuclear, e que se colabore no aumento da segurança e confiabilidade na operação do Reator TRIGA IPR-R1. Observa-se que o sistema de controle deve ser ampliado e modernizado a fim de se aumentar a potência do reator com segurança, permitindo mais possibilidades de utilização do reator para a pesquisa em novas áreas, análise de materiais como obras de arte, gemas, semicondutores e matrizes orgânicas e biológicas, alimentos, fármacos e culturas de células, além de possibilitar a utilização de outras técnicas, como a neutrografia e a difração de nêutrons, aplicadas também ao estudo e a caracterização de materiais.

A maior demanda por informações do reator decorre do interesse dos usuários e da qualidade das informações disponíveis, bem como das facilidades de acesso. Atualmente, os registros digitais são gerenciados por um operador do reator, de modo que, vistos em conjunto, assemelham-se muito mais a um sistema de arquivos tradicional do que a um banco de dados institucional e integrado. Pode-se facilitar o acesso aos dados e reduzir desvantagens características do atual sistema. Entre as desvantagens, pode-se mencionar o elevado tempo de consulta, porque para se ter acesso a um parâmetro é necessário abrir um arquivo que contém todos os parâmetros e selecionar o desejado, e esses arquivos são grandes. É necessária a redundância dos dados, entendida como a possibilidade de a mesma informação estar contida em mais de um arquivo (backup). Os registros são armazenados em dois computadores, o que envolve maior trabalho de atualização, isto é importante para garantir que, caso um computador apresente defeito, os dados não sejam perdidos.

REFERÊNCIAS

1. Advantech CO. LTD. PC-LabCard lab & engineering add-on's for PC/XT/AT, PCL-818HD high performance data acquisition card with FIFO and PCLD-789D amplifier and multiplexer board, user's manual. 2nd. Edition, Taiwan, 132 p. (2003).
2. IAEA- International Atomic Energy Agency. *Instrumentation and Control Systems Important to Safety in Nuclear Power Plants (No. NS-G-1.3)*. Vienna (2002).
3. A. Z. Mesquita, *Investigação experimental da distribuição de temperaturas no reator nuclear de pesquisa TRIGA IPR-R1*. Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 175p. (2005).
4. A. Z. Mesquita; et al. *Data acquisition and signal processing system for IPR R1 TRIGA Mark I nuclear research reactor of CDTN. Proceedings 2nd. World TRIGA Users Conference....* Atominstitute Vienna, Austria. (2004).
5. CDTN/CNEN. *Relatório de análise de segurança do Reator TRIGA IPR-R1*. Belo Horizonte, RASIN / TRIGA-IPR-R1 / CDTN, 321p. (2000).

ABSTRACT

Nuclear reactor operators need to know the basic behaviour of reactors in order to understand and safely operate them. In the last two years, all operational parameters of the IPR-R1 TRIGA Reactor were monitored and displayed on-line by using a data acquisition system developed for the reactor, and to show real-time performance of this plant. All information was stored in a computer hard disk with an accessible historical database in order to make available chronological information about the reactor performance and behaviour. This data acquisition program was updated, new reactor operational parameters were included in order to increase the possibilities of investigation and experiments. Records of process variables of the reactor are important for immediate or subsequent safety analyses, to show the short and long term trends, and for reporting the reactor operations to the organization and external authorities. The data acquisition program responds to recommendations of the International Atomic Energy Agency - IAEA.