

IPEN
021.039
A 849 e
99, CD-R

06742
Fº. CGEN - Belo Horizonte, M.G.
31 ago. - 3 set., 1999

Myriam

MODIFICAÇÃO DO SISTEMA DE PROTEÇÃO DO REATOR IEA-R1m PARA OPERAÇÃO A 5 MW

G. A. Rubin*, P. R. B. Monteiro* e P. H. F. Masotti*

* Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN)
Caixa Postal 11049, 05422-970, São Paulo, SP, Brasil
garubin@net.ipen.br, proberto@net.ipen.br, pmasotti@net.ipen.br

PRODUÇÃO TÉCNICO CIENTÍFICA
DO IPEN
DEVOLVER NO BALCÃO DE
EMPRESTIMO

RESUMO

Este trabalho apresenta, de forma sucinta, as modificações implementadas no sistema de proteção do reator IEA-R1m, visando o aumento da potência de operação para 5 MW. O aumento da potência tem por finalidade incrementar a produção de radioisótopos e de novos experimentos, assim como ampliar a capacidade de fornecimento de novos radioisótopos.

Key Words: Aplicações, Medicina, Proteção, Radioisótopos, Reator

I. INTRODUÇÃO

No Brasil, o uso da energia nuclear e de seus subprodutos em benefício da sociedade ainda não é devida e convenientemente explorado.

Como subprodutos da energia nuclear destacam-se os radioisótopos, elementos radioativos que têm inúmeras aplicações na medicina, na indústria, na agricultura e na pesquisa científica, entre outras.

Estes elementos são obtidos por irradiações de materiais em reatores nucleares e, um destes reatores é o IEA-R1m, localizado no IPEN, que é do tipo piscina, resfriado e moderado a água leve, com refletor de grafita. O reator foi projetado e construído pela Babcox & Wilcox Co., tendo atingido a primeira criticalidade em setembro de 1957.

O reator IEA-R1m tem como finalidades principais [1]:

- Produção de radioisótopos para as várias aplicações na medicina, indústria, agricultura e pesquisas;
- Servir como fonte de nêutrons em experimentos científicos;
- Proporcionar treinamento e formação de operadores;
- Permitir a realização de análises radioquímicas de amostras;
- Possibilitar treinamento de pessoal em física e segurança de reatores, projetos e desenvolvimento de instrumentação nuclear.

Apesar de ser um reator de pesquisas com múltiplas finalidades, o IEA-R1m tem se tornado um importante instrumento para produção de isótopos radioativos utilizados na área de medicina nuclear, para diagnosticar disfunções do organismo humano e em terapias alguns tipos de câncer. Estes são chamados de radiofármacos.

Para suprir a crescente demanda de radiofármacos e fabricar outros tipos de radioisótopos como o samário e o molibdênio, foi necessário aumentar a potência de operação do reator de 2 MW para 5 MW. Para isso, o reator passou por uma série de reformas estruturais e operacionais. Assim sendo, foi necessário modificar o sistema de proteção do reator, adequando-o às novas condições operacionais, para executar funções não disponíveis no sistema original. Estas modificações consistiram em rearranjar as variáveis já existentes, inclusão de novas variáveis de proteção e novos intertravamentos, por meio da adição de uma lógica a relés eletromecânicos.

II. SISTEMA DE PROTEÇÃO DO REATOR

O Sistema de Proteção do Reator tem por função principal, desligar o reator em situações operacionais anormais. Ele realiza, também, a monitoração e indicação das variáveis de proteção e aciona alarmes quando limites são ultrapassados.

O Sistema de Proteção do Reator atua, basicamente, no circuito de desligamento do reator, interrompendo,

06742

quando necessário, a corrente de alimentação dos magnetos que mantém as 3 barras de segurança e 1 de controle acopladas aos mecanismos de acionamento, impedindo a sua retirada ou provocando sua inserção por gravidade.

O Sistema de Proteção do Reator é constituído de todos os canais que monitoram parâmetros relacionados com a segurança da instalação, identificando situações que exigem o pronto desligamento do reator. Estão incluídos, também, dispositivos de sinalização e alarme e dispositivos para desligamento manual.

As diversas variáveis do sistema de proteção são associadas de forma a garantir o desligamento do reator. As variáveis críticas são configuradas em lógica 1 para 1 (lógica OU), provocando o desligamento imediato do reator. Outras variáveis, entretanto, são combinadas de maneira que o desligamento só ocorra se determinadas condições forem satisfeitas (lógica E).

As condições lógicas OU são implementadas por contatos de relés eletromecânicos ligados em série, enquanto que as condições lógicas E são implementadas por contatos de relés eletromecânicos ligados em paralelo.

As variáveis monitoradas pelo sistema de proteção, denominadas variáveis de proteção, são classificadas em dois grupos: variáveis analógicas e variáveis digitais. Variável analógica é aquela que varia continuamente no tempo, podendo assumir qualquer valor dentro de uma faixa de variação permitida. Uma variável digital pode assumir apenas dois valores ou estados distintos (por ex: ligado/desligado, aberto/fechado).

Um tratamento diferenciado é dado a cada um destes tipos de variáveis. Uma variável analógica tem seu valor (sinal) gerado por um sensor/detector, o qual passa por um condicionador de sinal, é comparado com um valor de referência, que quando atingido ou ultrapassado, provoca a mudança de estado do comparador, sinalizando uma condição de anormalidade. A saída do comparador aciona um relé, cujo contato pode atuar diretamente na cadeia de desligamento ou estar associado a uma combinação lógica de contatos, cuja saída atua na cadeia de desligamento.

Uma variável digital é monitorada por meio de sensores tipo chaves, que acionam diretamente os relés do sistema de proteção do reator. A cadeia de desligamento é representada pelos contatos de relés que conduzem a corrente para os magnetos. Cada contato é acionado pelo seu respectivo relé e este, por um comparador (biestável) se relativo a variável analógica, ou por uma chave ou contato se relativo a variável digital. A maneira como estes relés são acionados e como os seus contatos são interligados representa a implementação da lógica do sistema de proteção.

A Fig. 1 mostra a cadeia de contatos de relés para desligamento dos magnetos das barras de controle e segurança do reator.

A corrente elétrica que circula pela cadeia de contatos é gerada por uma fonte de alimentação de 24 VDC, que também energiza, em paralelo, os magnetos que sustentam as barras de controle e segurança. Ocorrendo a interrupção da corrente nos magnetos devido a abertura de algum contato ou de uma associação deles, cessarão os campos magnéticos que mantêm as barras acopladas.

Assim, estas barras caem, por gravidade, no núcleo do reator, desligando-o.

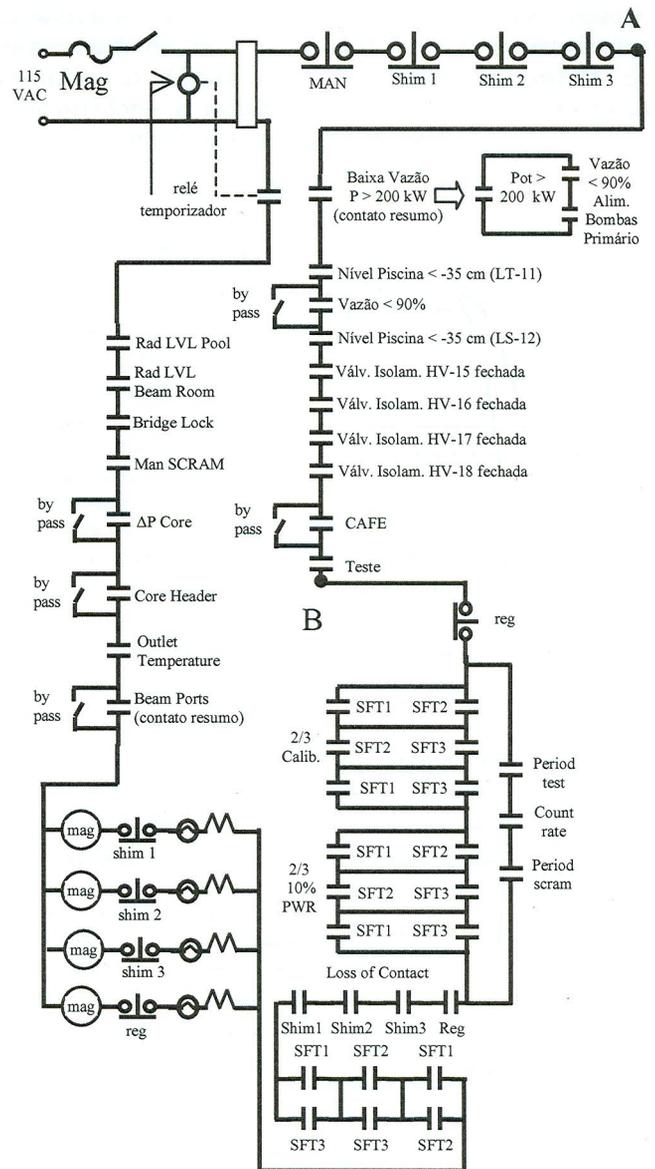


Figura 1. Cadeia de Contatos para Desligamento dos Magnetos das Barras de Controle e Segurança

Uma representação esquemática do tratamento diferenciado dado às variáveis analógicas e digitais de proteção é apresentada na Fig. 2.

A Fig. 3 mostra uma representação esquemática simplificada da lógica utilizada pelo sistema de proteção do reator IEA-R1m para gerar o sinal de desligamento.

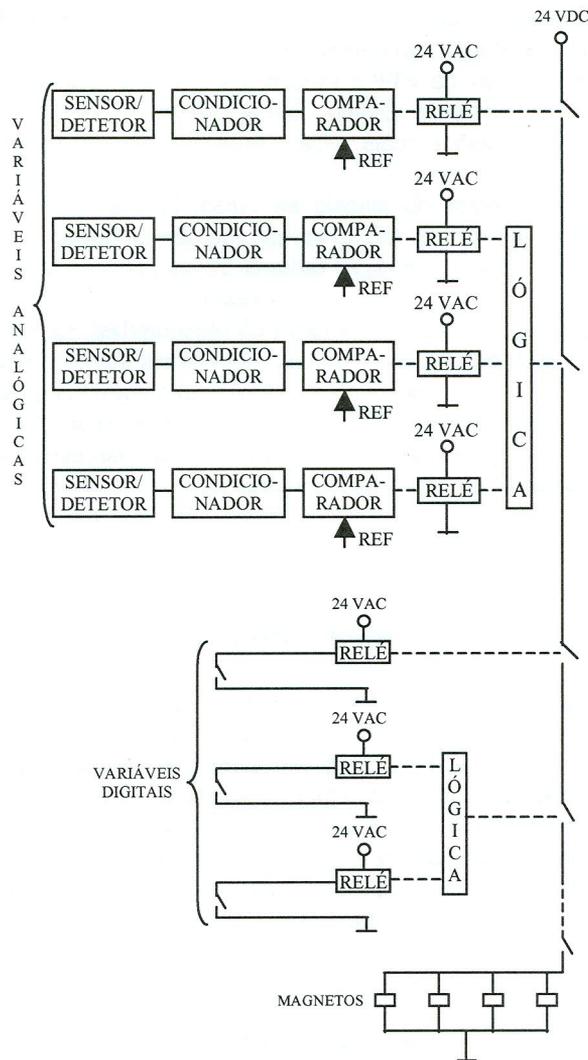


Figura 2. Diagrama Esquemático para Tratamento das Variáveis do Sistema de Proteção.

III. MODIFICAÇÕES

Para operação na potência de 5 MW foi mantido o sistema de proteção original do reator [2], com a inclusão de sinais adicionais para evitar operações em potências superiores a 200 kW com vazão no circuito primário abaixo de 90% da vazão nominal e, para desligar o reator no caso de nível baixo de água na piscina. Além disso, foram realocadas algumas variáveis já existentes, para satisfazer às novas condições de operação.

No sistema de instrumentação de processo, foram instalados sensores adicionais para fornecer os sinais necessários para o sistema de proteção. Assim, foram instalados medidores de nível de água na piscina do reator e chaves de fim de curso nas válvulas de isolamento do circuito primário, localizadas nas tubulações de entrada e saída da piscina.

Para implementar as alterações necessárias, foram acrescentados os contatos de relés correspondentes ao trecho AB na cadeia de desligamento da Fig. 1. Na lógica de proteção, estas modificações correspondem aos sinais delimitados pela área tracejada na Fig. 2.

A implementação das modificações resultou na modificação de um dos armários da sala de controle, denominado de "rack B", no qual foram acrescentados um bastidor da Unidade de Relés e um bastidor de Comparadores e Isoladores, ambos associados às novas variáveis introduzidas no sistema de proteção.

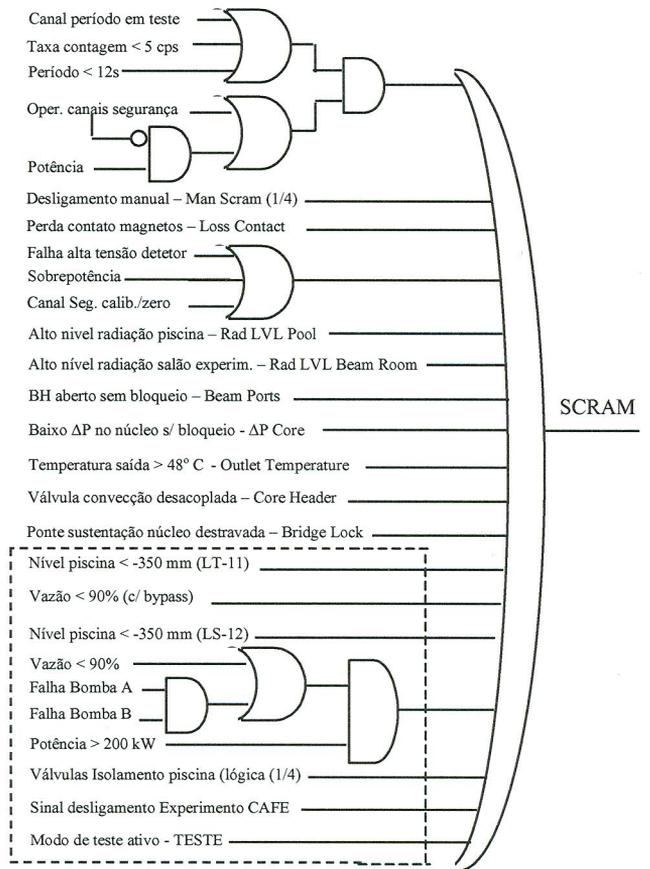


Figura 3. Lógica do Sistema de Proteção do Reator

As variáveis de proteção e condições de desligamento introduzidas ou realocadas são [3]:

- Nível de água na piscina do reator < -350 mm: sinal analógico do tipo 4 a 20 mA, gerado por um transmissor de nível instalado na piscina do reator.
- Nível de água na piscina do reator < -350 mm: sinal digital gerado por uma chave de nível instalada na piscina do reator.
- Vazão no primário < 90%: sinal analógico detectado por uma placa de orifício tipo bocal que mede a diferença de pressão nos dois lados do bocal, a qual é convertida num sinal do tipo 4 a 20 mA equivalente.

- Baixa vazão para potência > 200 kW: sinal digital gerado sempre que a potência do reator superar 200 kW e a vazão no circuito primário for inferior a 90% do valor nominal. Este sinal é também gerado quando a queda da vazão resulta de falha na alimentação elétrica das bombas do primário.
- Válvulas de isolamento da piscina do reator fechadas: sinal digital gerado por chaves de fim de curso associadas a cada uma das quatro bombas (duas na entrada e duas na saída da piscina do reator)
- Sinal de desligamento do experimento CAFÉ: sinal digital previsto para ser ativado quando da instalação do circuito de água fervente (atualmente bloqueado).
- Modo de teste ativo (TESTE): sinal digital gerado sempre que a unidade de relés for colocada na condição de teste, para ajuste, nos comparadores, do nível de atuação das variáveis analógicas.

IV. CONCLUSÕES

Foram implementadas várias modificações no sistema de proteção original do reator IEA-R1m, com a inclusão de variáveis adicionais para satisfazer os requisitos de segurança compatíveis com a nova potência de operação.

Os testes de comissionamento e a retomada das operações regulares mostraram que as mudanças efetuadas foram adequadas e não introduziram interferências indesejáveis no processo operacional.

V. REFERÊNCIAS

- [1] IPEN. **Relatório de Análise de Segurança do Reator IEA-R1m**, IPEN-CNEN/SP, Ver. 1, Dezembro, 1996.
- [2] GENERAL ATOMIC. **Instrumentation System – Operation and Maintenance Manual**, March, 1975.
- [3] MONTEIRO, P.R.B., MASOTTI, P.R.F., LEITE, A.V. **Descrição Funcional do Sistema de Proteção do Reator IEA-R1m**, PSI.REI.IEAR1.009, R19.IP7.820SP.4DS.001.R00, Agosto, 1998.

ABSTRACT

It is presented modifications on reactor protection system to upgrade the power of the Brazilian Research Reactor IEA-R1 from 2 MW to 5 MW. Power upgrading of the IEA-R1 reactor allow to increase the radioisotope production.