



**PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO PRÉDIO DO REATOR DE  
POTÊNCIA ZERO E LABORATÓRIOS ANEXOS DA CEN.**

*M. R. GRANZIERA, TING K. SUN, M. A. V. PELUSO, K. MATSUDA,  
C. A. SCARPINELLA, L. HOLLAND e R. Y. HUKAI*

**INFORMAÇÃO IEA N.º**

**33**

Setembro — 1974

**INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA**  
Caixa Postal 11049 (Pinheiros)  
CIDADE UNIVERSITÁRIA "ARMANDO DE SALLES OLIVEIRA"  
SÃO PAULO — BRASIL

**PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO PRÉDIO DO REATOR DE  
POTÊNCIA ZERO E LABORATÓRIOS ANEXOS DA CEN.**

**M. R. Granziera, Ting K. Sun, M. A. V. Peluso, K. Matsuda,  
C. A. Scarpinella, L. Holland, R. Y. Hukai**

**Coordenadoria de Engenharia Nuclear  
Instituto de Energia Atômica  
São Paulo - Brasil**

**Informação IEA Nº 33  
Setembro - 1974**

**Instituto de Energia Atômica**

**Conselho Superior**

Eng<sup>o</sup> Roberto N. Jafet - Presidente  
Prof.Dr.Emilio Mattar - Vice-Presidente  
Prof.Dr.José Augusto Martins  
Prof.Dr.Milton Campos  
Eng<sup>o</sup> Helcio Modesto da Costa

**Superintendente**

Rômulo Ribeiro Pieroni

# PROJETO DA INSTALAÇÃO ELÉTRICA DO PRÉDIO DO REATOR DE POTÊNCIA ZERO E LABORATÓRIOS ANEXOS DA CEN.

M. R. Granziera, Ting K. Sun, M. A. V. Peluso, K. Matsuda,  
C. A. Scarpinella, L. Holland, R. Y. Hukai

## Sumário:

Esta informação descreve, numa etapa preliminar, as especificações para o projeto da instalação elétrica do Laboratório de Física de Reatores da Coordenadoria de Engenharia Nuclear do Instituto de Energia Atômica.

Na elaboração deste projeto foi dada especial atenção à confiabilidade do sistema, levando-se em conta que a segurança do Laboratório está intimamente relacionada com o funcionamento adequado da instalação elétrica.

Foi dada especial ênfase também aos itens não convencionais do projeto tais como a Detecção e Sinalização, Comunicações, e algumas partes específicas da Iluminação e Alimentação. Alguns detalhes dos projetos eletrônicos associados aos sistemas aqui descritos estão especificados na referência 2, sobre o Sistema de Instrumentação e Controle do RPZ do IEA.

## 1. - Introdução:

O prédio do Laboratório de Física de Reatores foi dividido em quatro áreas segundo a sua função e nível de segurança requeridas. (Ver Fig. 1 indicativa da distribuição de salas e corredores)

- a.) - Área de Escritórios (Área E): A área de escritórios consta de salas destinadas a abrigar as atividades de escritório dos pesquisadores, salas de desenho, cálculos, seminários, reuniões e sanitários. O projeto elétrico desta área é totalmente convencional pois pelas suas finalidades, nenhum requisito adicional de segurança é exigido. A presença de materiais radioativos ou físséis é vetada nesta área.
- b.) - Área dos Aceleradores (Área A): A área dos aceleradores se destina a abrigar um Acelerador Linear, um acelerador Van der Graaff, o sistema de controle dos mesmos e equipamentos associados. A instalação elétrica deve atender as características particulares dos aceleradores, relacionadas com a alimentação e a segurança do sistema.
- c.) - Área dos Laboratórios (Área L): A área de Laboratórios se compõe de duas pequenas oficinas de suporte e manutenção (eletrônica e mecânica), depósitos de materiais, laboratórios para realização de experiências de suporte e treinamento, salas de contagem e preparação de alvos, sala de proteção radiológica e de pré-processamento de dados. A área não é considerada de alto potencial de acidentes de natureza radiológica, mas alguns cuidados são necessários devido a presença de material radioativo na área. Algumas providências quanto a prevenção de incêndio também foram tomadas nos locais onde haja concentração de materiais combustíveis ou de alta potência elétrica. Detetores de radiação serão instalados no locais onde haja o manuseio ou estocagem de materiais radioativos.

d.) - **Área do Reator (Área R):** A área do reator é o local de maior potencial de acidentes de natureza radiológica e onde são manuseados e estocados materiais fisséis e onde está localizado o reator. Os cuidados com a segurança nesta área são rigorosos a fim de minimizar a possibilidade de ocorrência de acidentes e impedir que um eventual acidente ponha em risco o pessoal que trabalhe na área e a população em geral. Em particular, a detecção e combate a incêndios, monitoração e sinalização, controle do movimento de ar através de ante-câmaras com portas interlocadas assumem papel importante na segurança da instalação.

## **2. - Descrição dos itens do projeto elétrico**

### **2.1 - Detecção e Sinalização**

A detecção e sinalização de situações anormais no Laboratório de Física de Reatores tem implicações diretas na segurança da instalação. Desta forma, os equipamentos que compõe este item devem fornecer informações confiáveis e ter seu funcionamento assegurado durante todo o tempo. Para que estes requisitos sejam satisfeitos, a seleção do equipamento e as características de projeto do sistema devem obedecer a rigorosos preceitos de controle de qualidade; a alimentação dos mesmos deve estar ligada ao sistema de emergência "no-break". Os detalhes do sistema de Detecção e Sinalização estão descritos na Referência 2.

#### **2.1.1 - Sinalização de Reator ligado**

A sinalização de reator ligado faz parte da rotina da operação de partida do reator. Tem a finalidade de informar o pessoal presente no laboratório da situação do reator, de forma que este pessoal proceda de acordo com as normas pré-estabelecidas para esta situação. É um letreiro luminoso e será acionado pela introdução da Chave Geral de alimentação do sistema de partida do reator, na sala de controle.

Para satisfazer a estas finalidades, elas foram colocadas nas seguintes salas: cruzamento de C102 x C103 (letreiro quadrangular); painel no "hall" de L117; R100; R103; R111; R118; R122; R222; C104; E126; A102; A107.

#### **2.1.2 - Sinalização de Acelerador Ligado**

A sinalização de acelerador ligado possui as mesmas características do item anterior com relação ao acelerador linear, i.é., seu acionamento é feito da sala de controle do acelerador. Localização dos letreiros: R100 e R111 (podem ser curto-circuitados em A107); A102; A104; A106; A107; C102.

#### **2.1.3 - Sinalização de Van der Graaff Ligado**

Análogo aos itens anteriores, com relação ao Van de Graaff, i.é., seu acionamento é feito da sala de controle do mesmo. Localização dos letreiros: A102; A104; A106; A107; C102.

#### **2.1.4 - Sinalização de Saídas de Emergência**

A sinalização de saída de emergência tem por finalidade a indicação de vias de escape em

situação de emergência. É um letreiro luminoso, que será acionado no painel L117 e permanecerá aceso durante todo o período de trabalho do Laboratório. Os letreiros estão localizados nas saídas de emergência de: R100; R103; R106; R111; R122; R222.

#### 2.1.5. - Sinalização de Saída Normal

A sinalização de saída normal tem a finalidade de indicar as vias normais de saída, para facilitar o trânsito na área. É acionada juntamente com a sinalização de Saída de Emergência. Os letreiros estão localizados nas saídas normais das salas: A104; A106; corredor de ligação de A104 x A106; no cruzamento de C102 x C103; R100; R103; R111; C104 (no fim do corredor e no acesso para R114).

#### 2.1.6. - Sinalização de Situação Anormal

Toda vez que a sala de controle detecta alguma anormalidade, uma comunicação rápida é feita através de um sinal luminoso, para o pessoal de supervisão do laboratório. É uma lâmpada que é ligada da sala de controle e fica em painéis das seguintes salas: E126; L117; A102; A107.

#### 2.1.7 - Sinalização de Estado das Portas (aberta ou fechada)

Para que haja um controle rigoroso do pessoal e/ou material, tanto no aspecto de patrimônio como de segurança, na área do reator, as portas das áreas de segurança devem fornecer sinal indicativo do estado das mesmas. A localização das portas sinalizadas bem como o local onde será acionada a sinalização é a seguinte:

Portas	Sinal para
A104	A102
A106	A107
R100 (2 portas de carga)	R111, L117
R100 (2 portas de emergência)	R111, L117
R100 (3 portas de acesso)	R111
R100 e R103 (tubo de transporte de combustível)	R111
R104	R111, L117, E126
R106 (2 portas)	R111, L117
R107	R111, L117, E126
R108	R111, L117
R111 (porta de emergência)	R111, L117
R112 (2 portas)	R111
R122	R111, L117
R222	R111, L117

Subtende-se que todas as portas são passíveis de serem abertas manualmente a partir do lado interno do compartimento correspondente, odedece-se, contudo, a um procedimento inscrito junto a porta que requer um ritual de operações simples, porém concatenadas. Evita-se

desta maneira a necessidade da existência de sistema de alarmes especiais para casos de confinamento de pessoas em compartimentos, involuntariamente.

#### **2.1.9 - Alarme Acústico de Incêndio**

Deve ser do tipo sirene, cujo acionamento deve provir da sala de controle onde será tomada a decisão de iniciar o alarme. Tal decisão será tomada de acordo com um sinal recebido, na sala de controle, dos detetores de incêndio. Haverá dois tipos de sirenes: um de baixa intensidade e outro de alta intensidade. Para que o alarme seja perceptível em toda a área do laboratório os mesmos foram localizados da seguinte forma:

- a.) - Baixa intensidade-R 100  
R103 (no cruzamento)  
C104
- b.) - Alta intensidade - Um no teto do prédio dos escritórios.

Este tipo de alarme, uma vez iniciado somente será desligado ao se acionar um botão de desligamento na sala L117.

#### **2.1.10 - Alarme acústico de Criticalidade (Geral)**

Quando a sala de controle R111 e L117 acusar um nível do fluxo de neutrons considerado crítico na célula do reator, na sala de preparação, ou armazenamento de combustível, é desencadeado um sinal para o início de rotina de procedimento para este tipo de acidente. Uma campainha começa a tocar quando este sinal é acionado. Para que toda a área do laboratório possa ser alertada e evacuada a tempo, as campainhas foram localizadas nos seguintes locais: R100; R103; R122; R222, no cruzamento C102 x C103, C104, e externamente ao prédio do reator para alertar o escritório e vizinhanças. O procedimento, nestes casos, requer a evacuação do pessoal segundo setas indicativas afixadas nas paredes com dizeres "Rotas de Evacuação". O alarme acústico poderá ser desligado somente da sala de controle R111 ou na L117.

#### **2.1.11 - Detetores de criticalidade com alarme acústico**

Nos locais onde existem materiais físséis, serão colocados detetores de criticalidade que possuem acoplados a si alarmes acústicos. Além disso, os detetores enviam sinais indicativos do nível de neutrons à sala de controle. Os locais onde existe a possibilidade de ocorrência de tal evento são R100; R103; R104; R105.

#### **2.1.12 - Detetores de radiação gama**

A fim de monitorar uma possível contaminação do ar colocar-se-ã detetores de radiação gama, que enviarão sinal de nível para a sala de controle R111, nos seguintes locais: junto a porta de R100; no topo da célula do reator R100; na sala de controle R111; na tomada de ar normal de R100; na tomada de ar de emergência de R100; na saída da chaminé, depois dos filtros de areia. Uma ocorrência anormal de nível de gama acenderá um alarme visual no painel de alarmes para uma posterior averiguação da ocorrência.

### **2.1.13 - Detetores de Fumo e Fogo (especiais)**

Nas salas da área do reator onde são manuseados, estocados ou usados materiais físicos, requerendo portanto uma segurança rigorosa, foram colocados detetores de fumo de fogo de alta sensibilidade, que enviarão sinal para a sala de controle R111 e para a sala de proteção radiológica (L117). O número de detetores e as respectivas salas são: 3 detetores na R100; 2 detetores na R111; 1 detetor na R103 e 1 detetor na R105. Caso algum detetor acuse a existência de fumo ou fogo num compartimento, o alarme acústico de incêndio (referido em 2.1.9) é acionado automaticamente.

### **2.1.14 - Detetores de incêndio comum**

Nos locais onde existe a possibilidade de incêndio, porém sem perigo da liberação de radioatividade, se instalará detetores convencionais de incêndio. Estes detetores enviarão sinais para a sala de controle R111 e para a sala de proteção radiológica L117. Foram colocados nas seguintes salas: R104, A100, E100, L102, L103, L111, L113.

## **2.2. - Iluminação**

De acordo com as necessidades de cada sala foi especificado um sistema de iluminação conveniente.

Na célula do reator R100 haverá câmaras de televisão e equipamentos eletrônicos de detecção de radiação sensíveis a ruídos eletrônicos, havendo portanto a necessidade de se utilizar níveis altos de iluminação e lâmpadas incandescentes. As seguintes salas deverão ter um nível de iluminação de sala de desenho obtido através de lâmpadas fluorescentes: R103; R104; R105; R107; R108; R109; R110; E104.

As seguintes salas deverão ter nível de iluminação de escritório obtido com lâmpadas incandescentes: L105; L111; L113; A104; A106.

A câmara escura E128 deverá possuir iluminação apropriada. As demais salas deverão possuir nível de iluminação de escritório obtido com lâmpadas fluorescentes.

## **2.3. - Comunicação**

### **2.3.1. - Telefones**

Todas as salas possuem terminais de telefone com exceção das seguintes salas: banheiros, ante-câmaras, R118, R116, L111, L113, L115, A100, E100, copas e depósitos.

### **2.3.2. - Intercomunicadores**

Consiste de um sistema de 16 pontos mutuamente interligados, cuja central se localiza na sala de controle R111. Os pontos foram assim distribuídos: na R100 com 2 canais e vários "plugs" em locais diferentes; R103 com 1 canal e 2 "plugs" em locais diferentes; R111 com 2 canais e vários "plugs" em locais diferentes; E126; L110; L117; C104; A102; A104; A106; A107; com um canal e um só "plug".



### 2.3.3 - Alto-falantes

Os alto-falantes foram localizados em R100, R103, no cruzamento de C103 x C102, C104, R116, R118, R122, R222. A fonte do nível está em R111 e L117 a partir de onde poderá ser anunciado um aviso geral.

### 2.3.4 - Circuito Interno de Televisão

Com a finalidade de visualizar a aproximação das mesas do reator e ter um controle visual de pessoas no interior da célula do reator e na sala de preparação de combustível será instalado um circuito interno de televisão cujas câmaras estão na célula do reator R100 e na R103. O vídeo se localizará na sala de controle R111.

## 2.4 - Alimentação

### 2.4.1 - Tensão de 110 v estabilizada

Alguns equipamentos eletrônicos especiais necessitam para um funcionamento adequado, uma tensão estabilizada. Assim serão instaladas tomadas de 110 v estabilizadas nas seguintes salas:

Salas	Quantidade estimada por sala	Potencia total estimada
L104, L 105, L 106, L111 L 113, A102, A104, A106 A107, A109	2	1 Kw
L 102, R100, R111	4	4 Kw

### 2.4.2 - Tensão de 127 V

Serão colocadas tomadas em quantidade adequada de 127 V, não estabilizada, em todas as salas de Laboratório de Física de Reatores.

### 2.4.3 - Tensão de 220 V

As tomadas de tensão 220 V serão assim distribuídas:

Salas	Quantidade estimada por sala	Potencia total estimada
A102, A104, A106, A107 A109, L 101, L 102, L 104 L 105, L 106	2	4 Kw
L111, L113, L115	1	1 Kw
R103	2	2 Kw

Na célula do reator haverá ainda:

- 1 aquecedor de 10 Kw
- 1 ponto de solda de 10 Kw
- 8 tomadas de 220 V num total de 4 Kw

#### 2.4.4 - Tensão trifásica

Serão colocados pontos de tensão trifásica nos seguintes locais:

R100: Para alimentar os motores de uma ponte rolante de 5 toneladas de capacidade; ventiladores de circulação interna de ar (potência estimada de 15 HP) - motores elétricos num total de 4 HP.

R122, R222, E100, A100: Para motores do sistema de ar condicionado (potência estimada de 100 HP)

Haverá ainda pontos de tensão trifásica nas seguintes salas: A104; A106; L101; L105; R103

#### 2.4.5 - Fios Terra

Haverá dois sistemas de fios terra, uma para o equipamento eletrônico e o outro para os motores elétricos.

Em todos os lugares onde houver tensão trifásica, deverá haver fios terra para os motores.

Além disso, deverá haver fio terra para equipamentos eletrônicos nas seguintes salas: A106; A107; A109; R100; R103; R104; R105; R107; R111; E102; L102; L104; L105; L106; L110; L111; L113; L117; A102; A104.

#### 2.4.6 - Quadro de Distribuição de Energia Local

Como procedimento adicional de segurança, foram instalados quadros de distribuição local nas seguintes salas: L101, L102, L103, L104, L105, L106, L108, L111, L113, L115, R100, R104, R105, R107, R108, R109.

Consiste de um quadro externo à sala que possui uma lâmpada piloto indicadora. O quadro deverá ter uma chave para cada tomada e ainda uma chave geral da sala.

#### 2.4.7 - Sistema "No-Break"

O sistema "no-break" consiste num conjunto de baterias ligadas a rede de alimentação normal por meio de conversores de corrente contínua para alternada, de modo que no caso de uma falta de energia na rede, o sistema "no-break" entra em ação imediatamente, sem descontinuidade no fornecimento de energia. O tempo de funcionamento deste sistema é limitado, sendo porém suficiente para que o sistema de geração diesel possa entrar na linha sem interrupção da alimentação.

Nas salas R100, R111, R103, C104, L117, A102, e A107, 50% da iluminação deverá estar

ligada ao sistema "no-break". Além disto, os seguintes itens devem estar ligados a este sistema:

s "interlocks" das portas

- toda sinalização (reator ligado, saída de emergência, situação anormal, detecção e alarme de criticidade, detecção e alarme de incêndio)
- motor de separação da mesa do reator (1 HP)
- todo painel de controle de R111 (7 Kw)
- todo painel de aviso de L117 (1 Kw)
- todo painel de aviso de E126
- 2 tomadas de 127 V de A102 (2 Kw)
- 4 tomadas de 127 V de L111 e L113
- 2 tomadas de 127 V de L105
- 1 tomada de 127 V de A104 (1Kw)
- 1 tomada de 127 V de A106 (1 Kw)

#### 2.4.8 - Sistema de Emergência "Diesel"

O sistema de emergência diesel consiste num gerador acionado por um motor diesel que deve entrar na linha antes que a carga das baterias do sistema "no-break" se esgote. O tempo de funcionamento deste sistema é ilimitado, e permanecerá ligado até que se restabeleça a alimentação normal da rede.

Os seguintes itens deverão estar ligados ao sistema de emergência acionado por um motor diesel:

- todos os itens ligados ao sistema "no-break"
- os motores do ar condicionado em R122 e R222
- 100% da iluminação de R100, L111, L113
- 50% da iluminação de R104, R105, R106, R107, R108, R109, R114, R115, R117, R116, R118, R119, R120, R121, R101, R102, R112, R113, L102, L104, L105, L106, L107, L108, L109, L110, L115, C103, A102, A107. \*
- Sistema de acionamento das portas normais de R100
- Sistema de refrigeração da célula do reator R100 (ventiladores, bomba de Freon, etc)
- 4 tomadas de 110 V no R100
- 2 tomadas de 220 V e 4 tomadas de 127 V em R103
- 4 tomadas de 127 V em L104, L105, L106 (4 em cada sala)
- 2 tomadas de 127 V em L102
- 4 tomadas de 127 V em A102
- 4 tomadas de 127 V em A107
- tomadas de 127 V em A104 (6 Kw)

#### 2.5 - "Interlocks" nas Portas

Para que se tenha um controle rigoroso do movimento de ar na área do reator, foi previsto um sistema de ante-câmaras com portas interlocadas. Este sistema impede que uma porta seja aberta sem que sua conjugada esteja fechada.

\* Foi acrescentado 50% da iluminação do setor dos escritórios (E).

As portas interlocadas são:

- par de portas de carga de R100 (desligável em R111)
- par de portas de emergência de R100
- par de portas de R106
- par de portas de R101
- par de portas de R102
- par de portas de emergência de R122
- trio de portas entre R103, R122, R222 (só uma pode estar aberta)
- par de portas de R112
- par de portas de (R114, R115) e C104, R114)
- par de portas de (R114, R117) e R114, C104)

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. - KATO, W. Y. et alii. Final Safety Analysis Report on the use of Plutonium in ZPR-6 and ZPR-9. Argonne, I11, Argonne National Laboratory, Feb. 1970, (ANL-7442)
2. - PELUSO, M. A. V. et alii. Sistema de Instrumentação e Controle do Reator de Potência Zero do IEA. São Paulo, IEA, Setembro de 1974, (Inf. IEA-32)



