

ALBL. DETR

FD

Nº 067/81

NUCLEBRÁS

Empresas Nucleares Brasileiras SA

DETR.PD 067/81

CENTRO DE DESENVOLVIMENTO DA TECNOLOGIA NUCLEAR
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE REATORES

MEDIDA DE PARÂMETROS DE DIFUSÃO DE NÊUTRONS TÉRMICOS EM
MEIO MODERADOR PELO MÉTODO DA FONTE PULSADA

R.R.R. GUIMARÃES

PREPARADA PARA O ESTÁGIO DOS ALUNOS DO INSTITUTO
MILITAR DE ENGENHARIA NO DEPARTAMENTO DE
TECNOLOGIA DE REATORES DO CDTN
BELO HORIZONTE, 28.10.81

MEDIDA DE PARÂMETROS DE DIFUSÃO DE NÊUTRONS TÉRMICOS EM
MEIO MODERADOR PELO MÉTODO DA FONTE PULSADA

O método da fonte pulsada de nêutrons baseia-se na variação temporal da densidade de nêutrons térmicos devida à introdução periódica de pulsos de nêutrons rápidos, de curta duração, em um sistema. A partir da curva resposta do sistema, (mostrada na Figura 1), podemos obter parâmetros de termalização e difusão de nêutrons em meios moderadores e informações sobre a reatividade, tempo de vida dos nêutrons, laplaciano material, etc., em meios multiplicadores.

1. BASES DO MÉTODO

Se um jato de nêutrons rápidos é injetado em um meio moderador, o balanço de nêutrons após a termalização e na ausência de fontes será dado pela equação de difusão dependente ao tempo:

$$D \nabla^2 \phi(r,t) - \Sigma_a \phi(r,t) = \frac{1}{v} \frac{\partial \phi(r,t)}{\partial t} \quad (1)$$

Esta equação pode ser resolvida por separação de variáveis e sua solução assintótica é dada por:

$$\phi(r,t) = \phi(r) e^{-\alpha t} \quad (2)$$

onde α , a constante de decaimento assintótica (fundamental), é dada por:

$$\alpha = \bar{v} \Sigma_a + \bar{v} D B^2 - C B^4 \quad (3)$$

onde:

$$1/\bar{v} \Sigma_a = \text{vida média dos nêutrons no meio infinito com seção de choque de absorção média } \Sigma_a$$

$D_0 = \bar{v} D$ = coeficiente de difusão (média sob o espectro)

C = coeficiente de resfriamento de difusão (diffusion cooling)

B^2 = é o laplaciano geométrico do sistema e depende de sua forma e tamanho. Para geometria cilíndrica

$$B^2 = \left[\frac{j_0^1}{R_0 + d} \right]^2 + \left[\frac{\Pi}{H_0 + 2d} \right]^2 \quad (4)$$

onde R_0 e H_0 são o raio e altura do cilindro e d a distância extrapolada. j_0^1 é o 1º zero da função de Bessel J_0 .

O método da fonte pulsada consiste na obtenção experimental de uma série de pares (α, B^2) . A partir destes valores, utilizando-se a equação (3) obtêm-se os valores $v\Sigma_a$, vD , C e outros derivados destes.

Para um desenvolvimento mais detalhado ver, por exemplo, referências [1] e [2].

2. ARRANJO EXPERIMENTAL

A Figura 2 mostra um corte do sistema Capitu. Este é constituído por um tanque experimental onde fica situada a água pesada e por um pedestal de grafite que aloja a fonte de nêutrons rápidos (e serve como fonte de nêutrons térmicos). Uma lâmina de cádmio justaposta à superfície exterior lateral do tanque e mais externamente uma camada de parafina (5% de polietileno) de 20cm de espessura servem como blindagem para evitar o retorno de nêutrons para dentro do sistema.

Como fonte de nêutrons é utilizado o acelerador Kaman de 200 kV operando em regime pulsado. O acelerador é uma unidade que produz um 'yield' da ordem de 10^{11} nêutrons de 14,3 Mev por segundo, em regime contínuo. Os nêutrons são produzidos através da reação:



Serão utilizados pulsos de nêutrons de duração 500 μ s e período aproximado de 100 ms, valores que são parcialmente determinados pelas propriedades do moderador.

A deteção de nêutrons é feita por um contador de BF₃, enriquecido a 96% de B¹⁰, posicionado no interior do tanque a uma altura de 60cm e raio 40cm. O detetor tem de 5/8" de diâmetro e comprimento ativo de 5".

A Figura 3 é um diagrama de blocos do sistema de contagem utilizado para aquisição de dados.

O ciclo de análise do multicanal é disparado pelo mesmo pulso que comanda o pulso de íons do acelerador. Serão utilizados 512 canais de 200 μ s cada.

3. DETERMINAÇÃO EXPERIMENTAL DOS PARÂMETROS

A equação (3) para o sistema CAPITU pode ser escrita

$$\alpha = \bar{v} \Sigma_a + \bar{v}DB^2 \quad (3A)$$

onde o termo CB^4 foi desprezado porque o sistema é suficientemente grande.

O pedestal de grafite do sistema atua como refletor aumentando a distância extrapolada inferior. A equação (4) torna-se então:

$$B^2 = \left[\frac{2,405}{R_0 + d} \right]^2 + \left[\frac{\Pi}{H_0 + d + d'} \right]^2 \quad (4A)$$

onde

$$d' = d \left[\frac{1 + \beta}{1 - \beta} \right] \quad (5)$$

onde β é o coeficiente de reflexão (ou "albedo") de nêutrons. Um valor médio para d' é 25cm [3].

4. PROCEDIMENTO

- 1) Reconhecer o sistema.
- 2) Fixar no analisador multicanal o número de canais e sua largura em tempo.
- 3) Colocar o nível de D_2O em 80 cm.
- 4) Acompanhar a operação de partida do acelerador, observando no osciloscópio as características do pulso de íons.
- 5) Disparar o sistema de contagens, e acumular contagens até um total aproximado de 10^6 no Scaler 1.
- 6) Desligar todos os aparelhos de contagem simultaneamente e tomar nota dos valores obtidos no Scaler. Obter a saída no "printer" do analisador multicanal.
- 7) Repetir os itens (iii) a (vi) para os níveis de D_2O de 100 e 150 cm.

5. CÁLCULOS

- 1) Para cada nível de D_2O fazer gráfico em papel semi-log, das contagens obtidas em função do tempo. Tomar somente a região de interesse. Obter graficamente os valores de α .
- 2) A partir dos níveis de D_2O calcular os laplacianos geométricos correspondentes.
- 3) Construir o gráfico $\alpha \times B^2$ e obter os valores $\bar{v} \Sigma_a, \bar{v} D, \Sigma_a$.
- 4) Comparar os valores obtidos no item c com valores tabelados. Calcular com os valores obtidos experimentalmente o comprimento de difusão e compará-lo com o obtido no experimento estacionário.

BIBLIOGRAFIA

- [1] BECKURTS, K.H. & WIRTZ, T. Neutron Physics, New York, Springer - Verlag, 1964
- [2] VALENTE, Frank. A. A Manual of Experiments in Reactor Physics. New York, The Macmillan Company, 1963
- [3] PAINAO, M.C e PAIANO, S., Determinação do Coeficiente de Reflexão para Nêutrons Térmicos do Pedestal de Grafita da Subcrítica CAPITU. Belo Horizonte, CBTN/IPR, agosto 1974 (PAR - T - 74/17).

1 558

Contagem
Canal

FIGURA 1

RESPOSTA DO DETETOR PARA $H_{D_2O} = 86,2\text{cm}$

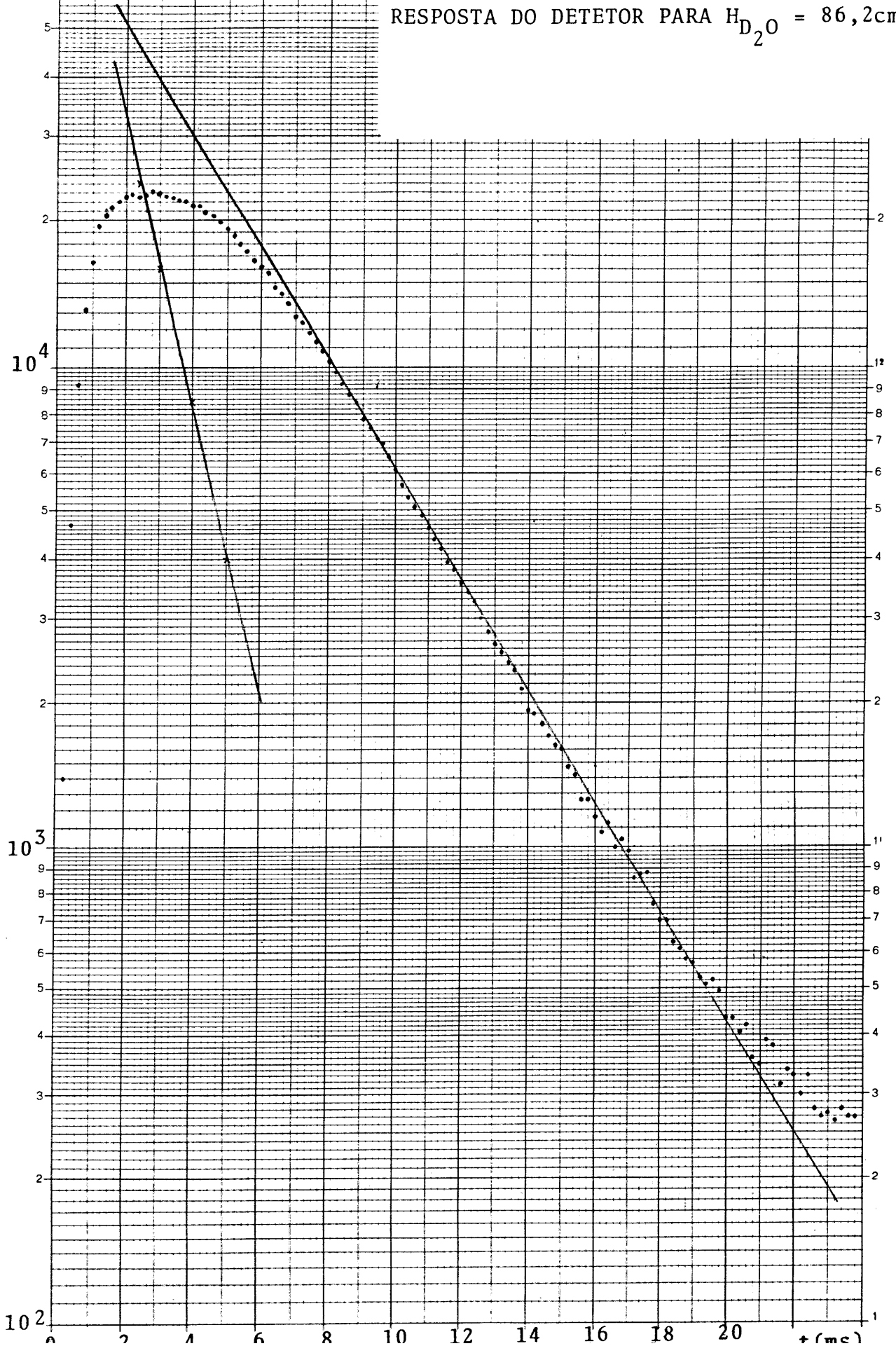
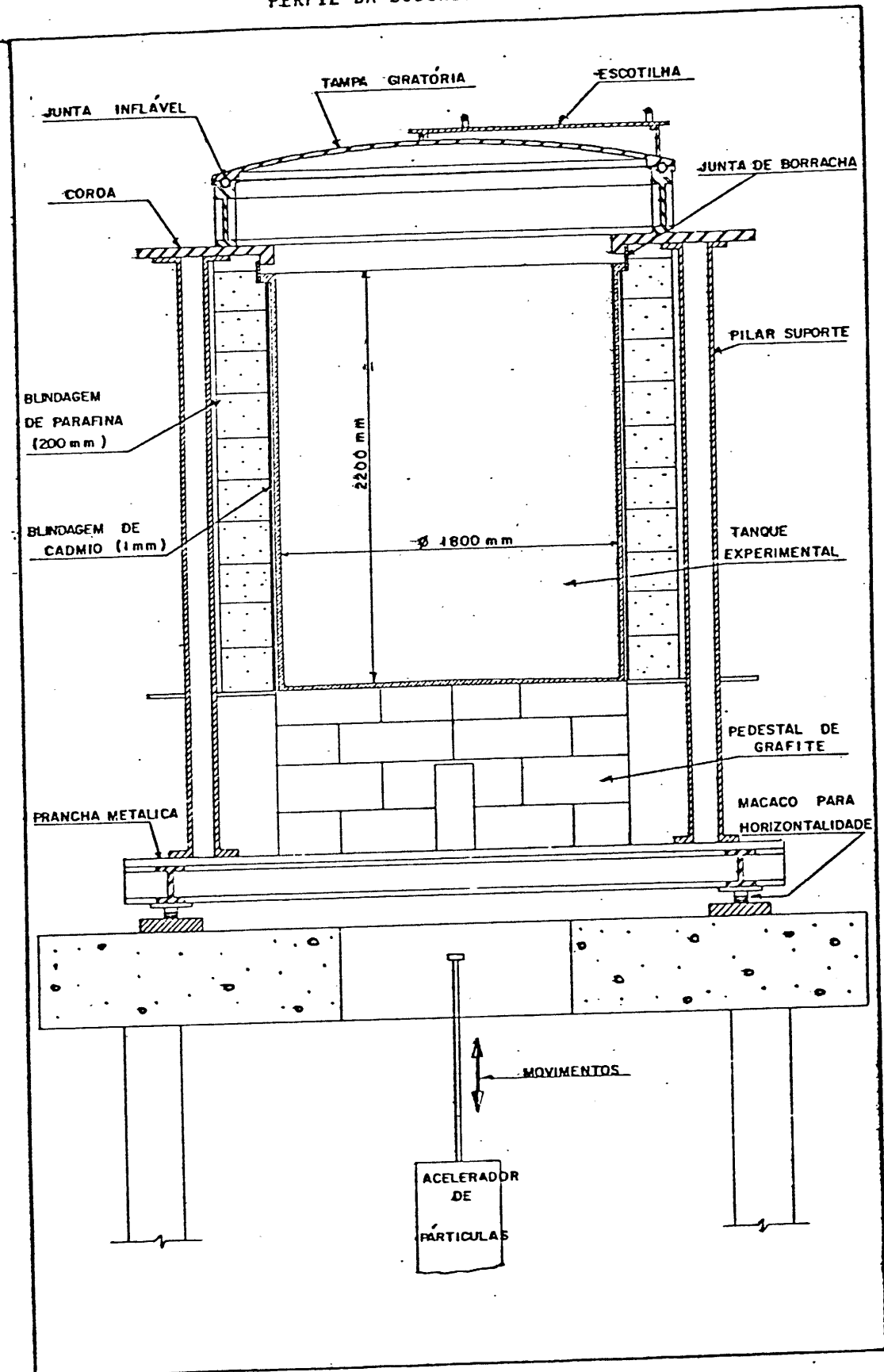


FIGURA 2
PERFIL DA SUBCRÍTICA CAPITU



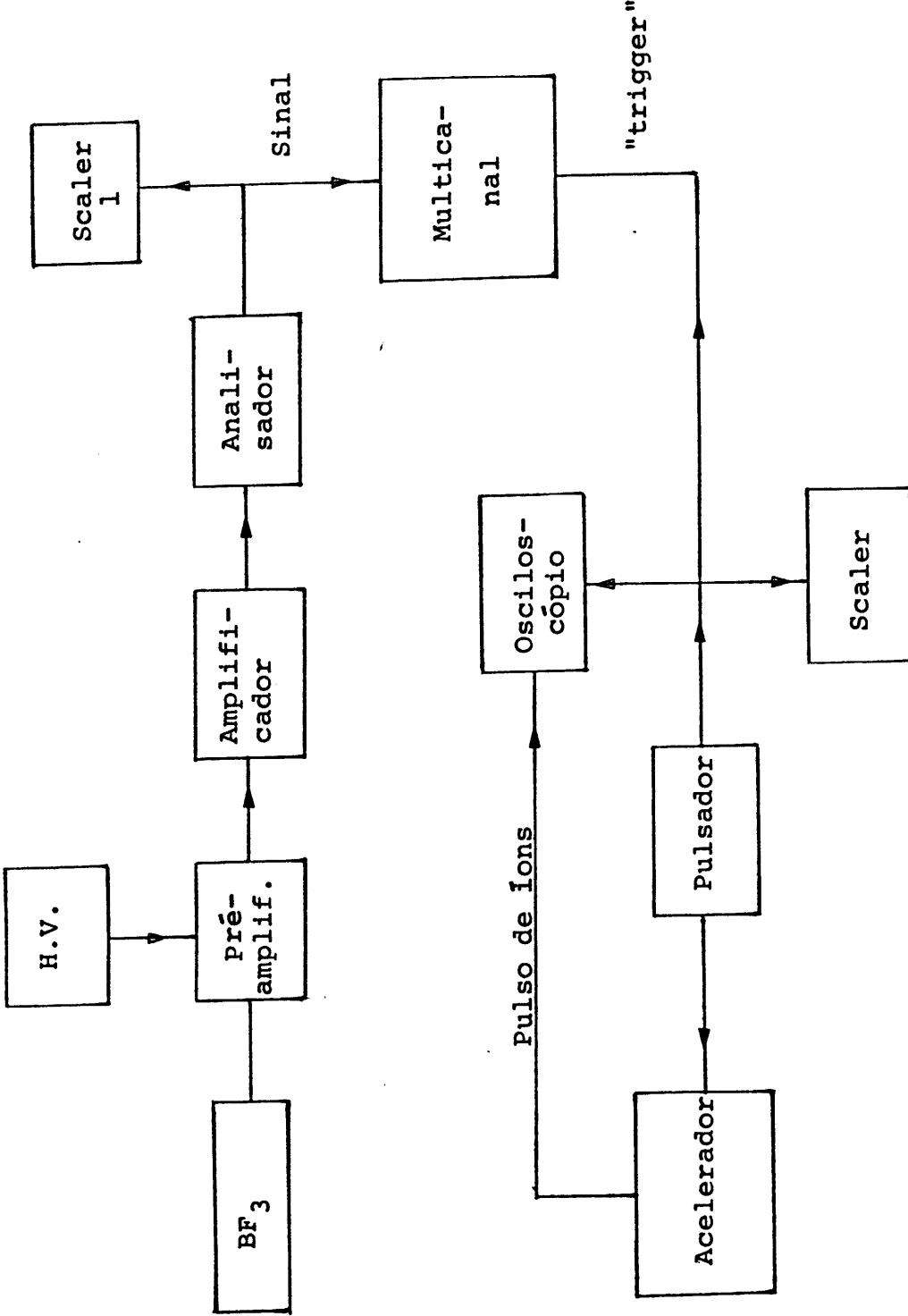


FIGURA 3
DIAGRAMA DO SISTEMA DE CONTAGENS