



SELETOR DE TEMPO DE RETARDO DE 20 CANAIS
ANALISADOR DE TEMPOS ^e DE RETARDO DE UM CANAL

RAUL BRENNER

Publicação I E A — N.º **50**

Maio — 1962

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

SELETOR DE TEMPO DE RETARDO DE 20 CANAIS

Raul Brenner

Divisão de Física de Reatores, Setor de Eletrônica

Instituto de Energia Atômica

São Paulo - Brasil

Publicação IEA nº 50

Maio, 1962.

CONSELHO NACIONAL DE PESQUISAS

Presidente: Almirante Octacílio Cunha

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Reitor: Prof. Antônio Barros de Ulhôa Cintra

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR

Presidente: Prof. Marcello Damy de Souza Santos

INSTITUTO DE ENERGIA ATÔMICA

Diretor: Prof. Luiz Cintra do Prado

Conselho Técnico Científico:

Prof. Ivo Wolff
" Rui Ribeiro Franco } pelo C.N.Pq.

Prof. Francisco J.H.Maffei
" J. Moura Gonçalves } pela U. S. P.

Divisões Científicas:

Física Nuclear - Chefe: Prof. M.D. de Souza Santos

Física de Reatores - Chefe: Prof. P. Saraiva de Toledo

Radioquímica - Chefe: Prof. Fausto W. Lima

Radiobiologia - Chefe: Prof. R. R. Pieroni

Engenharia Nuclear - Chefe: Prof. L. C. Prado

Metalurgia Nuclear - Chefe: Prof. T.D. de Souza Santos

Engenharia Química - Chefe: Prof. P. Krumholz.

SELETOR DE TEMPO DE RETARDO DE 20 CANAIS

Raul Brenner

Introdução.

Neste trabalho descreve-se um seletor de tempo de retardo de 20 canais, destinado a medidas com espectros de retardo, tais como meias vidas curtas, tempo de vôo etc. na região de 10^{-5} a 10^{-2} s. Sua função é de armazenar pulsos em 20 contadores de impulsos (scalers) diferentes, conforme o seu tempo de atraso em relação a um dado instante inicial.

Os contadores de impulsos estão normalmente bloqueados e a partir do instante inicial, são abertos em sucessão, para o sinal do detetor, por um intervalo de tempo igual ajustável, denominado janela.

Requer dois tipos de sinal: um disparo ou "trigger" que dá o instante inicial, deve ser cêrca de +10 V de amplitude e de 10 a 100 μ s de largura. O outro é o sinal do detetor, que deve ter um mínimo de +5 V de amplitude, tempo de subida menor que 1 μ s e não precisa ser formado.

Os contadores de impulsos que foram usados com o seletor descrito fazem parte de um analisador de impulsos de 20 canais da Eldorado, convenientemente modificado, sendo a parte de contrôle ou os "portões" construídos em chassis à parte.

Descrição e funcionamento.

Consta de 20 flip-flops de V 6 a V 31 encadeados de modo a formarem uma variante de "shift-register", os quais controlam 20

2.

circuitos de coincidência ou portões formados pelos diodos D 7, D 8 a D 64, D 65, cada um controlando a passagem do sinal do detector para os respectivos scalers. O estado normal destes flip-flops, que chamaremos "0", é quando o segundo triodo do mesmo está cortado. Neste estado o portão está fechado, pois o sinal, que é negativo, não poderá passar por D 7 sendo "seguro" por D 8.

Todos os flip-flops recebem um trem de pulsos positivos de cerca de 40 V provenientes de um multi vibrador V 2, chamados pulsos de avanço (forma de onda nº 3). Estes pulsos são aplicados nas grades dos primeiros triodos através de condensador de 10 pF e da resistência de 200K, e têm a propriedade de reconduzir todo flip-flop ao estado "0". A amplitude deste pulso é ajustável para operação ótima.

O pulso de "trigger" que marca o início dos tempos, depois de passar pelo discriminador Shmitt V 5 produz dois efeitos:

- a) bloqueia o multi vibrador e o impede de oscilar durante o tempo que dura este pulso, através do diodo de silício D 2. Isto tem por objetivo sincronizar o oscilador, que normalmente oscila livremente, com o tempo inicial. Para isto é preciso que este pulso dure no mínimo um período de oscilação.
- b) através do RC de 50 pF por 50 K na placa de V 5, o pulso é diferenciado; e a transição negativa de uns 30 V que se dá no fim do mesmo -- chamado sinal de transferência -- passa pelo diodo D 6, força o flip-flop ao estado "1", que é oposto ao estado "0", apesar do pulso de avanço aparecer no mesmo momento.

É característica do circuito da 1ª grade de cada flip-flop a de obedecer sempre ao sinal de transferência que porventura ve-

na do estágio anterior, independente do pulso de avanço. Este sinal só pode passar pelo diodo de acoplamento D 9 a D 63 depois de ultrapassar a polarização inversa de 20 volts que há nêle. Esta polarização é necessária para evitar que os pequenos pulsos negativos sempre presentes no pino 1 interfiram com o sinal de avanço. Só quando há passagem do estado "1" para o "0" é que êste sinal é suficientemente grande para provocar a transferência dêste estado "1" ao estágio seguinte. Na ausência dêste sinal o pulso de avanço traz o estágio ao estado "0" novamente.

No estado "1", o 2º triodo passa a conduzir cêrca de 4mA, abaixando o ânodo de D 8 e permitindo que qualquer pulso proveniente do detetor passe ao scaler.

Com o pulso de avanço seguinte êste estágio passa ao estado "0" e, através do condensador de 5 pF, envia um pulso negativo ou sinal de transferência, através do diodo D 4, para a grade do estágio seguinte, forçando-o ao estado "1", tal como aconteceu anteriormente.

Dessa forma os portões vão sendo abertos sucessivamente em obediência aos pulsos do oscilador. O intervalo entre pulsos determina a largura da janela e por isso, são todos iguais. Ao chegar no último estágio êste estado "1" é extinto, encerrando o ciclo, continuando porém o oscilador a funcionar livremente até o próximo pulso de disparo.

Os flip-flops são de acoplamento a RC pois não é necessário usar acoplamento DC se o período de repetição é curto comparado com a constante de tempo. Até 100 μ s por canal não há problema nenhum com êste tipo de acoplamento, o qual é conveniente por permitir mais uniformidade nas características dos estágios.

Para contrôle da operação temos uma saída do catodo do 20º

4.

estágio, onde a forma de onda deve ser semelhante à nº 4 do quadro, com a diferença que deve haver 19 pulsos estreitos antes de chegar o pulso largo, em vês dos 2 que vemos na referida onda.

Agora algumas considerações sôbre o caminho do sinal do detetor.

Como êste sinal pode surgir em qualquer instante, e como sua largura não é nula, se aparecer durante o tempo em que se dá a mudança de um canal para outro, pode ser contado nos dois canais adjacentes simultâneamente, o que é inconveniente.

O sinal que vai para os portões é gerado pelo mono vibrador V 4 e é negativo de uns 8 V por uns 2 μ s (onda nº 10).

Para dispará-lo temos dois sinais diferentes, injetados através do diodo D 5: um dêles vem do mono vibrador V 3 o qual forma e discrimina o sinal proveniente do detetor, depois de amplificado convenientemente, sendo injetado no diodo D 5, através da resistência de 100 K e do condensador de acoplamento de 1500 pF. Êste sinal é negativo com 3 μ s de largura (onda nº 8).

O outro sinal vem do oscilador através de D 4 e tem por finalidade bloquear o sinal do detetor durante o tempo de transição entre dois canais. Êste pulso é positivo com 3 μ s de largura, a mesma que tem o pulso de V 3. (onda nº 7).

Devido a atrasos inevitáveis no sistema de avanço de canal, a mudança se dá um pouco depois que termina o pulso de bloqueio do sinal, sendo por esta razão necessário retardar um pouco êste pulso, que vem do pino 8 da osciladora. Isto é feito provocando neste pulso uma cauda (por meio do condensador de 1 K para terra), como vemos nas quatro últimas ondas do quadro.

Com êste sistema pode-se, inclusive, fazer com que haja um intervalo morto entre canais, dependendo da largura da onda do m_0 no vibrador de sinal (onda nº 8).

O oscilador é um multi vibrador simples com três escalas de período: 10, 20 e 50 μ s. A onda gerada é retangular, com uma alternância constante de 3 μ s e a outra variável conforme o período desejado (onda nº 2). Apesar dêste tipo de oscilador não ser dos mais estáveis, é perfeitamente satisfatório para nossos fins, obtendo-se uma estabilidade de 0,5% por dia sem dificuldade. O pulso de avanço é obtido por diferenciação no condensador de 8 pF, sendo a alternância negativa cortada pelo diodo D 1' (onda nº 3).

Características.

1. Largura de canal: 10, 20 e 50 μ s.
2. Uniformidade: todos os canais iguais dentro de $\pm 1\%$ (veja dados obtidos com fonte incoerente).
3. Estabilidade: menos de $\pm 0,5\%$ por dia na largura de canal.
4. Pulso de disparo: + 10 volts largura 10 a 100 μ s; pulsos negativos podem também ser usados com pequena modificação no circuito.
5. Sensibilidade para sinal: + 5 volts ajustável, pulso com tempo de subida 1 μ s.
6. Saída para scaler: pulso de tensão: -8 V ou pulso de corrente: -0,5 mA.
7. Atrazo: o 1º canal inicia no instante em que acaba o pulso de disparo. Dependendo, portanto, o atrazo da largura do pulso de disparo.

Para atrazos maiores que 100 μ s pode ser usado o analisador

6.

de retardo de 1 canal, tirando-se para disparo o sinal de portão do mesmo.

Contagens obtidas com pulsos incoerentes provenientes de uma fonte de neutrons de Ra-Be. Frequência de repetição do ciclo: 1000 c/s (disparo feito por um gerador de pulsos).

Janela: 20 μ s

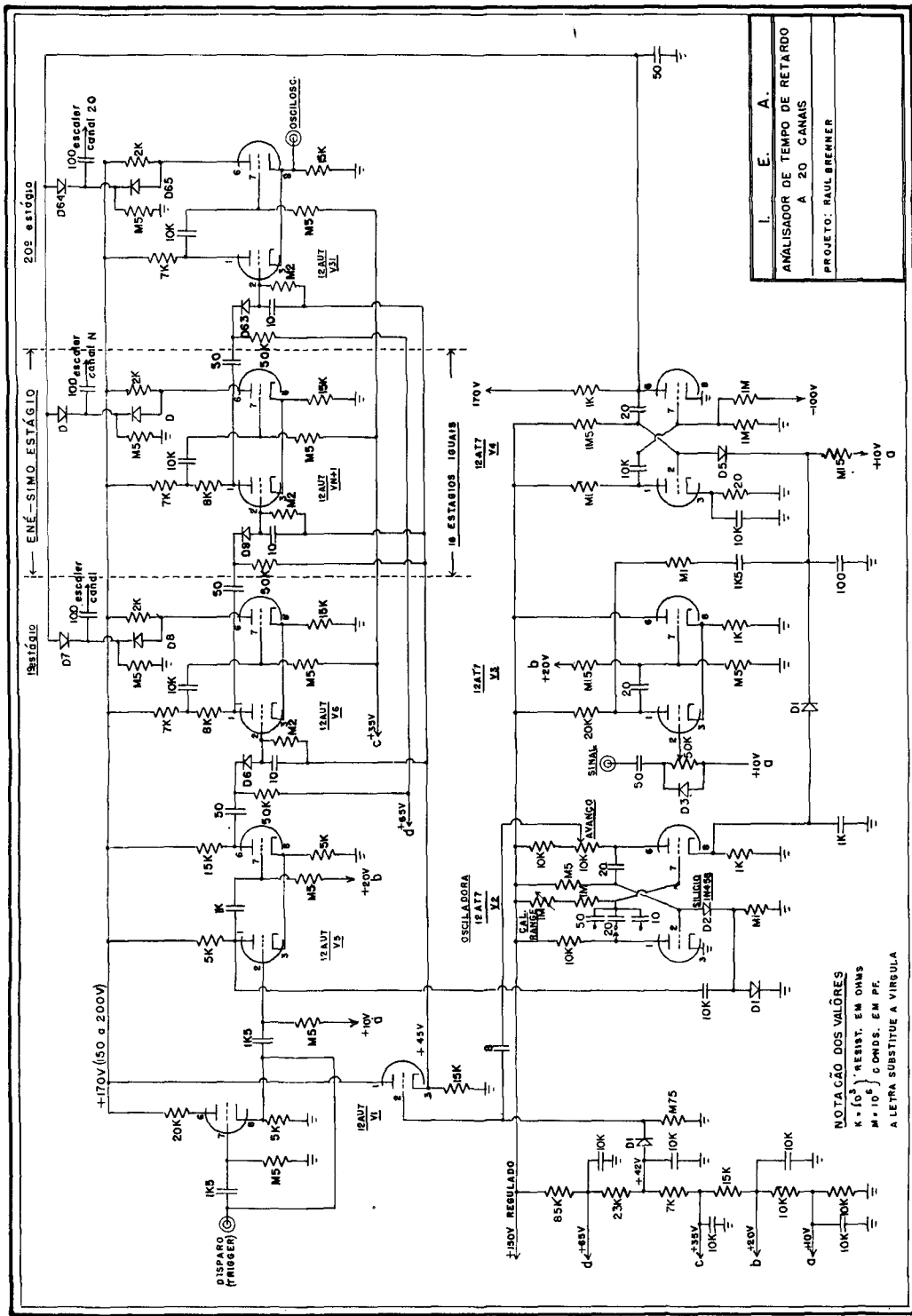
Tempo total de contagem: 5 horas.

C o n t a g e n s

<u>Canal</u>	<u>1ª leitura</u>	<u>2ª leitura</u>	<u>Δ</u>	<u>Δ^2</u>
1	10.000	21.940	170	28.900
2	9.971	21.920	150	22.500
3	10.087	21.850	80	6.400
4	9.934	22.020	250	62.500
5	10.087	21.970	200	40.000
6	10.047	21.990	220	48.400
7	9.900	21.790	20	400
8	10.090	22.060	290	84.100
9	9.961	21.630	- 140	19.600
10	9.942	21.710	- 60	3.600
11	9.901	21.760	- 10	100
12	9.832	21.620	- 150	22.500
13	9.971	21.680	- 90	8.100
14	9.913	21.740	- 30	900
15	9.999	21.520	- 250	62.500
16	10.031	21.720	- 50	2.500
17	9.947	21.720	- 50	2.500
18	9.927	21.630	- 140	19.600
19	10.020	21.440	- 330	108.900
20	9.975	<u>21.690</u>	<u>- 80</u>	<u>6.400</u>
		média 21.770	2.720	550.400

$$\sigma^2 = 27700$$

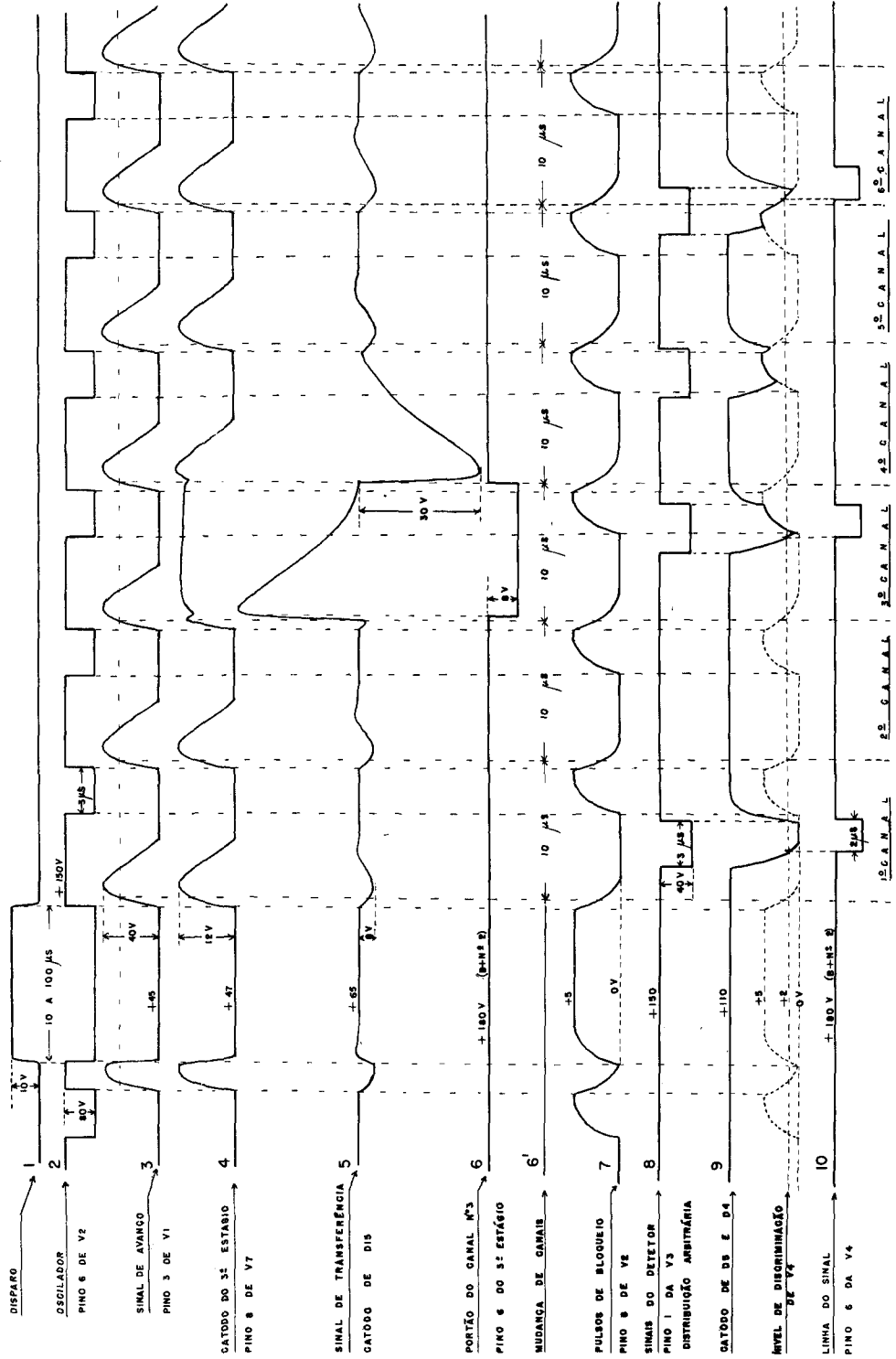
$$\sigma = 167$$



I. E. A.
 ANALISADOR DE TEMPO DE RETARDO
 A 20 CANAIS
 PROJETO: RAUL BRENNER

NOTAÇÃO DOS VALORES
 K = 10³ RESIST. EM OHMS
 M = 10⁶ COMDS. EM PF.
 A LETRA SUBSTITUE A VIRGULA

FORMAS DE ONDA CORRESPONDENTES AOS 6 PRIMEIROS CANAIS (JANELA DE 10 μ s)



ANALISADOR DE TEMPOS DE RETARDO DE UM CANAL

Raul Brenner

Divisão de Física de Reatores, Setor de Eletrônica

Instituto de Energia Atômica

São Paulo - Brasil

Publicação IEA nº 50

Maio, 1962.

ANALISADOR DE TEMPOS DE RETARDO DE UM CANAL

Consta de dois circuitos semelhantes de retardo que geram uma onda retangular de largura precisa e ajustável.

O primeiro é disparado pelo sinal de disparo, no instante inicial e êste no fim da onda dispara o outro circuito.

Êste último, então, abre um portão que deixa passar os pulsos de sinal durante um certo tempo, que vem a ser a largura do canal ou janela.

Descrição.

O circuito de retardo consta, em princípio, de um gerador de dente de serra que inicia com o disparo e termina quando a onda atingiu um certo nível de tensão ajustável. Êste dente de serra ou "rundown" é produzido pela descarga de um condensador C, com corrente constante gerada no 1º triodo de V3. No estado normal, temos a seguinte situação: os triodos V1B e V2A, estão cortados devido à polarização (bias) ajustados no potenciômetro de 5 k. Assim, os ânodos correspondentes e a grade do seguidor do catodo V2B estão elevados e encostados no potencial do catodo de D3 dado pelo helipot de contrôle. Também o ânodo de V3A está elevado, pois os diodos D1 e D2 estão conduzindo a corrente de V3A. Os lados A e B estão fazendo o papel de resistência, em paralelo de carga para o catodo seguidor V2B, cuja corrente é de uns 4mA.

No instante em que surge o pulso de disparo, o que faz o lado B de V1 conduzir momentaneamente, temos a seguinte sequência:- o ânodo de V1B junto com a grade de V2B, dá uma descida momentânea, causando diminuição da corrente em V2B. Esta diminuição provoca subida no ânodo, o que se transmite à grade de V2A pelo con-

2.

densador M1, o qual começa a conduzir assim que fôr ultrapassada a polarização existente, reforçando a ação de V1B. No fim dêste processo temos V2A conduzindo, forçando o abaixamento de grade de V2B até ser apanhado por D4. Dessa forma temos os diodos D1 e D2 cortados, permitindo a descarga do condensador C, produzindo o dente de serra. A descida do dente de serra se dá até que D1 e D2 voltem a conduzir ao ser atingido o potencial em que havia parado o catodo de V2B, pela ação de D4. Neste instante, dá-se o processo de retôrno ou "fly-back", da seguinte forma: o aparecimento de corrente em D1 e D2 vai se refletir no ânodo de V2B como um súbito abaixamento, o qual transmitido à grade de V2A, causa uma subida na grade de V2B, reforçando o efeito inicial. Com o corte total de V2A, a grade de V2B sobe com a velocidade que fôr possível, arrastando junto o condensador C até de novo ao potencial determinado por D3, como no início.

O sinal de disparo para o circuito seguinte é tirado da transição negativa no pino 6 de V2B, depois de diferenciado e formado por D5 e D6, sendo injetado pelo catodo seguidor V4B na grade V5B. Este circuito, exceto alguns detalhes secundários, é idêntico ao anterior. O sinal que vai atuar o portão é tirado do catodo de V5A, sinal positivo com cêrca de 10V e cuja duração é evidentemente igual ao do dente de serra correspondente.

Este tipo de circuito de retardo é muito estável e bastante

linear, e apresenta sobre o circuito mais convencional o fantstron, as vantagens seguintes:

1º. Amplitude de variação contínua do retardo num único range, chega a alcançar 2% do valor máximo, enquanto que o fantastron não dá para ir menos que 20%.

2º. As formas de ondas são mais definidas nos extremos, com menor arredondamento, devido à ação dos diodos de cristal e da forte realimentação positiva envolvida.

A presença de dois diodos diferentes D1 e D2 em série é explicada pela necessidade de termos o mínimo de corrente inversa, pois ela é dependente da temperatura e iria afetar a corrente de descarga. Isto é satisfeito pelos diodos de silício, os quais, entretanto, têm pouca rapidez de recuperação, razão pela qual se pôs outro de germanio em série.

O portão é um simples circuito de coincidência formado pelos diodos D11, D12 e D13 com os seguidores de catodo V7A e B.

A saída pode ser positiva ou negativa, mas a entrada deve ser positiva. Para entrada negativa, é preciso acrescentar um inversor.

Características.

Disparo: Pulso negativo	0,5V	Impedância de entrada	50 K
" positivo		" " "	1 K

4.

Entrada: Sinal positivo entre 3V e 10V Impedância de entrada 2M

Saída : positiva ou negativa entre 0,1 e 1 V.

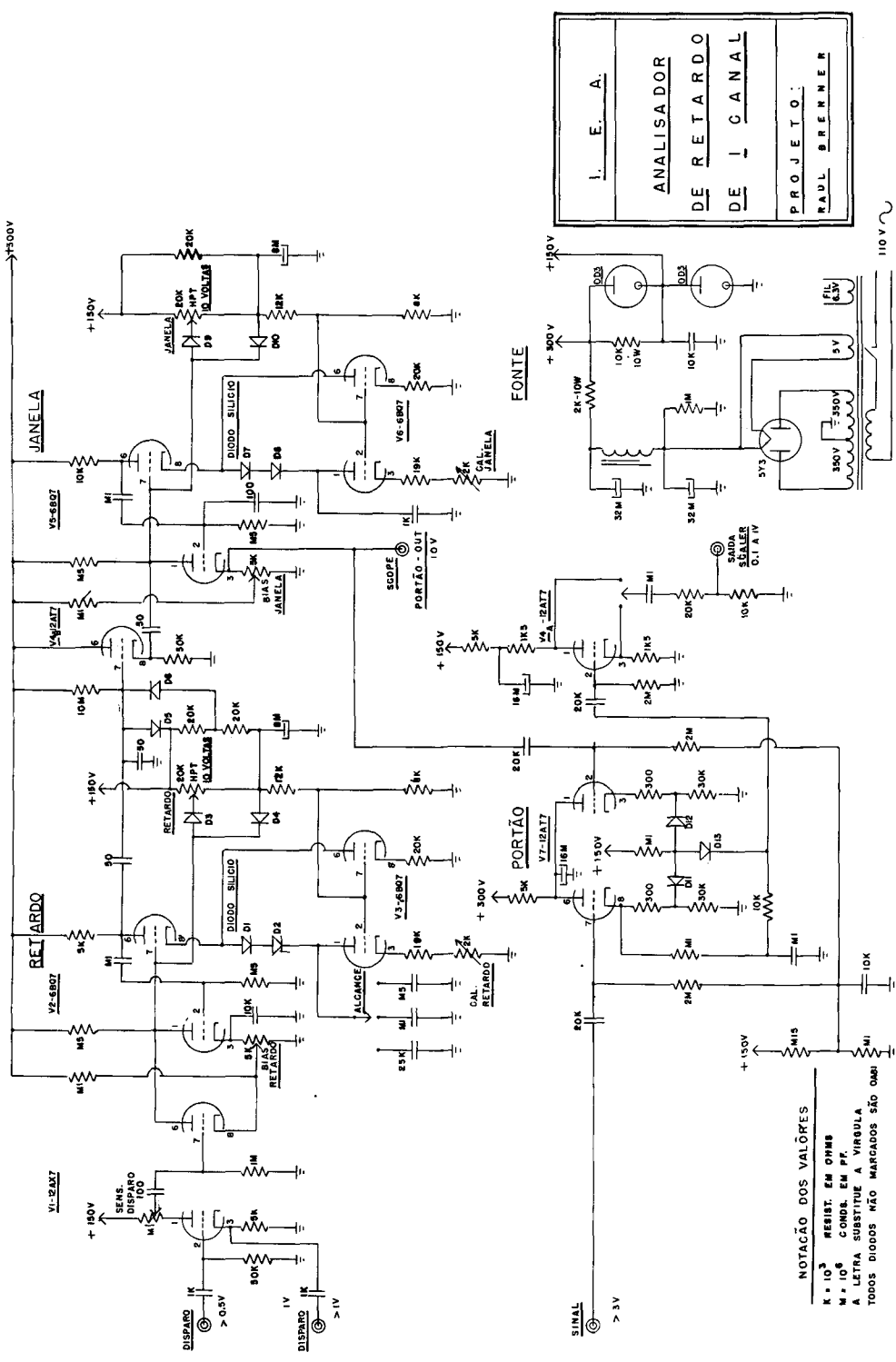
Estabilidade: Melhor que 0,5% por dia e por $\pm 10\%$ de variação na
rêde.

Linearidade de escala: cêrca de 3%.

Retardo: 3 escalas: 100, 500 e 2000 us

Alcances

Janela: 1 escala : 10 - 500 us.



I. E. A.
ANALISADOR DE RETARDO DE 1 CANAL
 PROJETO: RAUL BRENNER