

SUPERVISÃO DE LINHA M C P

ARAUJO, A. A. A.
TESE MESTRADO

CAMPINAS

1978



53
FEC

SUPERVISÃO DE LINHA MCP

ANTONIO AUGUSTO DE A. ARAÚJO

Orientador - HÉLIO WALDMAN

Tese apresentada à Faculdade
de Engenharia de Campinas -
UNICAMP - como parte dos re
quisitos exigidos para obten
ção do título de "MESTRE EM
CIÊNCIAS".

jom

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE CAMPINAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
OUTUBRO 1978

Classif.	
Autos	Ar 15s
V.	
Tombo	2041
Tombo	FEL/T153/EE

CM 000 260876

A meus pais...

...aos quais devo tudo o que sou.

Agradeço...

- ...ao Professor Hêlio Waldman pela valiosa orientação da da a este trabalho;
- ...ao Professor Rege Romeu Scarabucci pela oportunidade de execução do presente trabalho;
- ...aos colegas Engenheiros Fernando Gonzalez Blanco, Jorge Elias, Ricardo Bressan Pinheiro e Roger Ferreira pela decisiva participação no desenvolvimento do sistema proposto;
- ...ã Srta. Maria Júlia Dini pela dedicação e enorme paciência na execução dos trabalhos de datilografia e de grande parte dos desenhos;
- ...a todos os colegas e amigos que, através de comentários ou de uma simples palavra de incentivo, contribuiram para a realização deste trabalho.

ÍNDICE

SUMÁRIO

I - INTRODUÇÃO

II - SISTEMA CONVENCIONAL DE SUPERVISÃO

II.1 - Método das Tripletas

II.2 - Um Sistema Típico

II.2.1 - Descrição do Sistema

II.2.2 - Alimentação

II.2.3 - Diafonia

II.2.4 - Alcance

II.2.5 - Variantes

II.3 - Discussão

III - SISTEMAS MODERNOS DE SUPERVISÃO

III.1 - Um Sistema para Linhas Longas

III.2 - O Enlace Digital

III.3 - A Telemedição

III.4 - Comparação

IV - ALGUNS SISTEMAS COMERCIAIS DE SUPERVISÃO

IV.1 - Sistema A

IV.2 - Sistema B

IV.3 - Sistema C

V - SISTEMA PROPOSTO

V.1 - Introdução

V.2 - Especificação

V.2.1 - Unidade de Comando

V.2.2 - Unidade das Caixas de Repetidores

V.2.3 - Unidade de Conexão a Derivações

V.3 - Descrição do Sistema

V.3.1 - Unidade das Caixas de Repetidores

V.3.2 - Unidade de Conexão a Derivações

V.3.3 - Unidade de Comando

V.4 - Opções do Sistema

V.4.1 - Adaptação à Sistemas já existentes

V.4.2 - Medições Simultâneas em Códigos AMI e HDB3

V.4.3 - Centralização da Comutação para Par Reserva

V.4.4 - Sistema Misto Telemedição/Enlace Digital

V.4.5 - Descentralização

V.4.6 - Supervisão em ambos os sentidos numa mesma
Rota MCP

V.5 - Auto-Supervisão

V.6 - Rotinas de Supervisão

V.7 - Conclusão

VI - ESTUDOS DE VIABILIDADE

VI.1 - O Cabo Telefônico

VI.2 - Desenvolvimento do Sistema Proposto

VI.2.1 - Unidade de Comando (UCO)

VI.2.2 - Unidade de Linha (ULI)

VI.2.3 - Unidade de Derivação (UDE)

VI.2.4 - Unidade de Longo Alcance (ULA)

VI.3 - Alcance do Sistema

VI.4 - Utilização da Linha Auxiliar como Linha de Serviço

VI.5 - Proteção

VII - CONCLUSÃO

SUMÁRIO

O presente trabalho consiste no projeto e implementação de um sistema de supervisão para repetidores de linhas MCP.

Nos capítulos II, III e IV temos uma análise dos sistemas de supervisão já existentes incluindo comentários sobre as vantagens e desvantagens de cada sistema focalizado.

No capítulo V, um novo sistema é proposto baseado na análise dos sistemas existentes.

Finalmente, no capítulo VI é apresentado o desenvolvimento detalhado do sistema proposto.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

I - INTRODUÇÃO

Os sistemas de transmissão de sinais utilizando Modulação por Código de Pulsos (MCP) aplicado à cabos telefônicos multi pares comuns, necessitam de regeneradores regularmente espaçados ao longo do cabo.

Como um cabo telefônico típico, calibre 22 AWG, apresenta uma atenuação de 20dB por quilometro em 1MHz (faixa de frequência de sinais MCP), temos em 2 Km., sinais atenuados de 40 dB. O cabo produz ainda dispersão na forma de onda dos pulsos, tornando necessária uma eficiente equalização.

O espaçamento máximo entre regeneradores para cabos calibre 22 AWG é da ordem de 2 Km. Como em instalações telefônicas normais os cabos-tronco mais utilizados possuem condutores deste calibre e é normal a existência de câmeras subterrâneas a cada 1800 m. em média para a colocação de bobinas de pupinização, as mesmas câmeras são normalmente utilizadas para a instalação das caixas de repetidores regenerativos das linhas MCP.

Denomina-se Repetidor Regenerativo a um conjunto bidirecional formado por dois regeneradores.

Para efeito de projeto, considera-se que o espaçamento entre os repetidores na linha MCP corresponde a 40 dB de perda em 1024 Hz.

Como se sabe, o sistema MCP primário adotado no Brasil possui 32 canais telefônicos (30 canais para sinais de voz, 1 para sincronismo e 1 para sinalização). Portanto, um regenerador de feitooso significa a perda de operação de todos estes canais ou degradação do seu desempenho. Torna-se necessário um sistema auxiliar capaz de detetar falhas em qualquer dos regeneradores da linha no menor intervalo de tempo possível.

Vamos considerar, neste trabalho, a capacidade máxima de uma caixa subterrânea de repetidores como sendo de 32 sistemas MCP diferentes, ou seja, 32 repetidores regenerativos por caixa. Este número de repetidores é apenas uma opção mecânica que nada tem

a ver com o número de canais de cada sistema MCP. Podemos dizer portanto, que numa caixa de repetidores completamente equipada, são regenerados $32 \times 32 = 1.024$ canais MCP.

Assim, o sistema de supervisão deve ser capaz de localizar a caixa onde se encontra o repetidor defeituoso e dizer qual dos 32 repetidores, ou melhor, qual dos 64 regeneradores, visto que cada repetidor é composto por 2 regeneradores, está apresentando defeito.

Como as caixas de repetidores podem estar colocadas em locais de difícil acesso, é necessário que o sistema dê uma informação precisa e rápida de forma a permitir que uma equipe de manutenção seja enviada ao local para substituir a unidade defeituosa. As operações da manutenção devem ser rápidas de forma a não permitir que o sistema fique fora de operação por intervalos de tempo muito longos.

No desenvolvimento do trabalho foram analisados alguns sistemas comerciais de supervisão.

CAPÍTULO II

SISTEMA CONVENCIONAL DE SUPERVISÃO

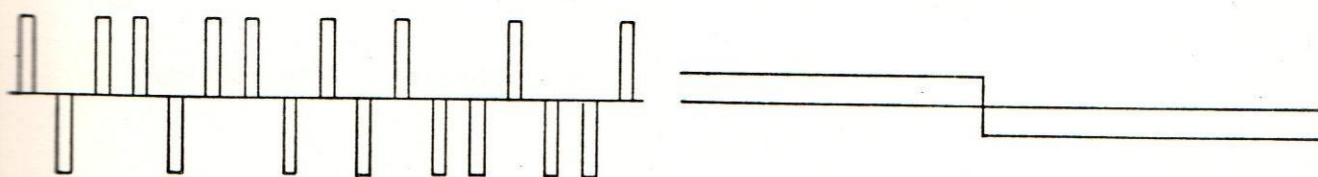
II - SISTEMA CONVENCIONAL DE SUPERVISÃO

Denominaremos Sistema Convencional de Supervisão um sistema que executa o teste de repetidores de uma rota MCP através da utilização de um padrão de pulsos conhecidos como "TRIOS" , ou "TRIPLETAS", que são injetados em uma extremidade da rota.

II.1 - Método das Tripletas

Chama-se Tripletas um padrão constituído de 3 pulsos, sendo um deles (o segundo) de polaridade invertida em relação aos outros dois. Este padrão pode ser repetido indefinidamente formando um trem de tripletas.

No caso dos sistemas convencionais de supervisão, um gerador especial permite ao operador produzir trens de tripletas, cuja polaridade sofre inversões periódicas acompanhando frequências de áudio. Estas inversões fazem com que o trem de tripletas module uma onda quadrada de áudio (Fig. II.1.1).



Trem de tripletas

Tom de áudio resultante do deslocamento do nível D.C.

Fig. II.1.1

Desta forma, o tom de áudio pode ser recuperado através de filtros apropriados.

O gerador pode produzir qualquer um dentre os 18 trens de tripletas correspondentes a 18 frequências de áudio padrão e permite também a variação da densidade de tripletas destes 18 trens de pulsos.

Na Fig. II.1.2 vemos a ilustração do método de medidas.

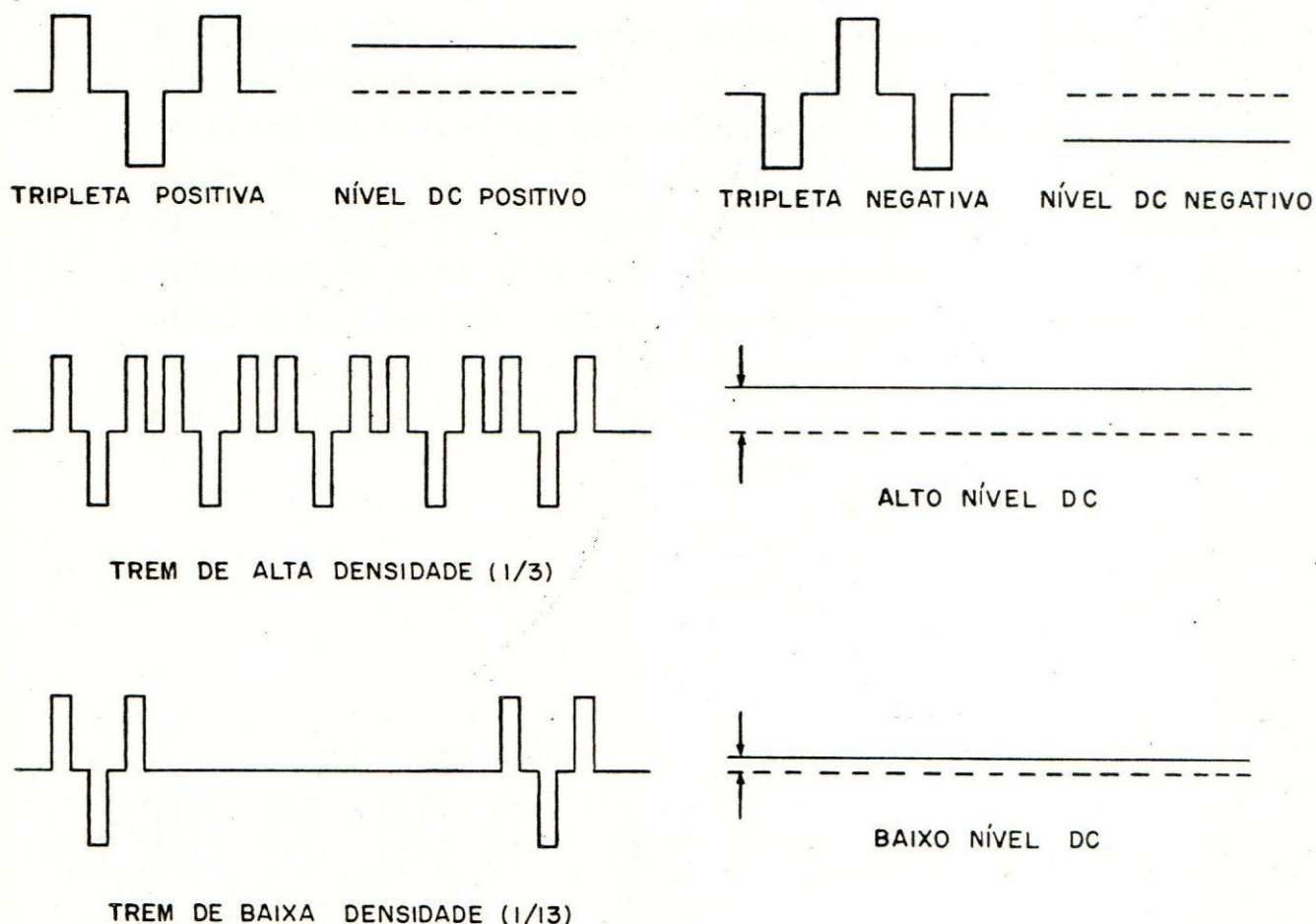


Fig. II.1.2

A uma triplete positiva corresponde um nível D.C. positivo, pois um pulso positivo anula o negativo e o 3º pulso, sendo positivo, produz o nível D.C. positivo. Analogamente a uma triplete negativa, corresponde um nível D.C. negativo. Fica, portanto, óbvio que, variando a densidade de um trem de tripletas, variamos o nível D.C. resultante, que será tanto maior quanto mais denso for o trem em questão. Consequentemente, variará também a intensidade do tom de áudio correspondente na presença da modulação.

Como sabemos, os repetidores regenerativos de uma

linha MCP executam uma comparação do sinal amostrado com a metade da amplitude do pulso transmitido, de forma a permitir uma decisão sobre a presença ou ausência de cada pulso, e regenerá-lo sem as distorções causadas por ruído e características dos cabos telefônicos. Este nível de comparação é chamado Limiar de Decisão. Sinais abaixo do nível limiar não são regenerados. Ora, as componentes de áudio contidas no sinal de tripletas são subtraídas do mesmo na entrada do repetidor (devido ao corte do transformador nas baixas), diminuindo dessa forma a margem de ruído da decisão. Trens de tripletas de alta densidade, e conseqüentemente, com alto nível D.C. resultam, após o transformador de entrada, em sinais de baixo nível, próximos portanto do limiar de decisão dos regeneradores (Fig. II.1.3).

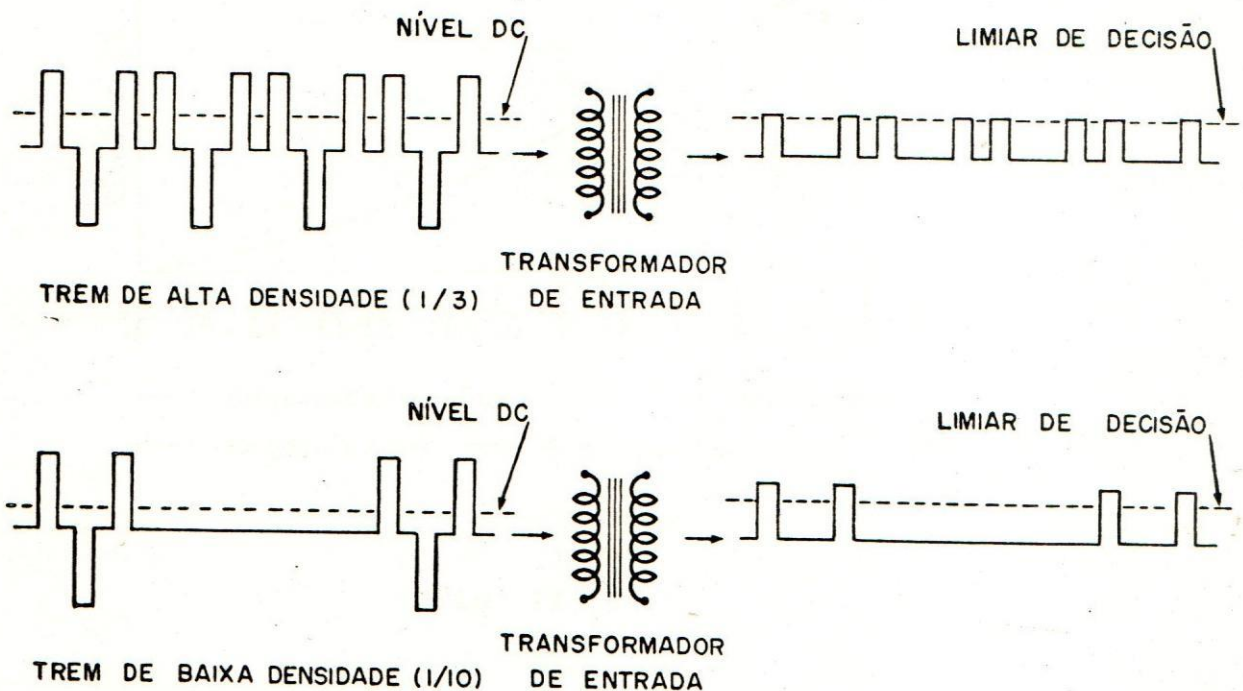


Fig. II.1.3

Caso o desempenho do regenerador esteja abaixo do especificado, o reconhecimento destes sinais fica prejudicado e haverá uma elevada taxa de erros na saída do mesmo. Um regenerador em bom estado deve regenerar os pulsos enviando-os para o próximo trecho da linha. Desta forma, através da variação de densidade do trem de tripletas podemos avaliar o desempenho de um regenerador observando a variação, com a densidade de tripletas, do nível do tom de áudio resultante que, obtido através de um filtro, nos é enviado de volta por um par de fios especialmente reservado para este fim.

Um regenerador típico, em bom estado de funcionamento, deve apresentar uma curva de resposta semelhante à da Fig. II.1.4.

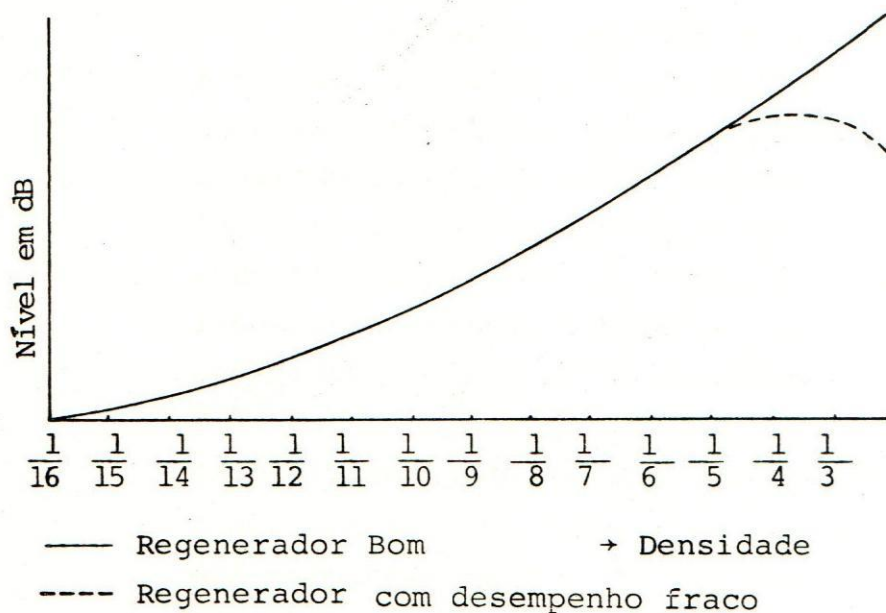


Fig. II.1.4

Na figura, podemos ver um exemplo de regenerador em mau estado de funcionamento que começa a falhar a partir da densidade 1/5 (linha pontilhada).

II.2 - Um Sistema Típico

Um sistema típico pressupõe a utilização de um gerador de tripletas que, acoplado pelo operador da estação terminal, no início da rota MCP que se deseja supervisionar, permite a variação do deslocamento do nível DC médio das tripletas e também da densidade das mesmas.

Variando esse deslocamento, geramos várias frequências de áudio que são detetadas por filtros passa-faixa na saída dos repetidores e enviados de volta à estação terminal através de um par de fios de supervisão. Em cada caixa, existe apenas um filtro de supervisão, comum a todos os repetidores.

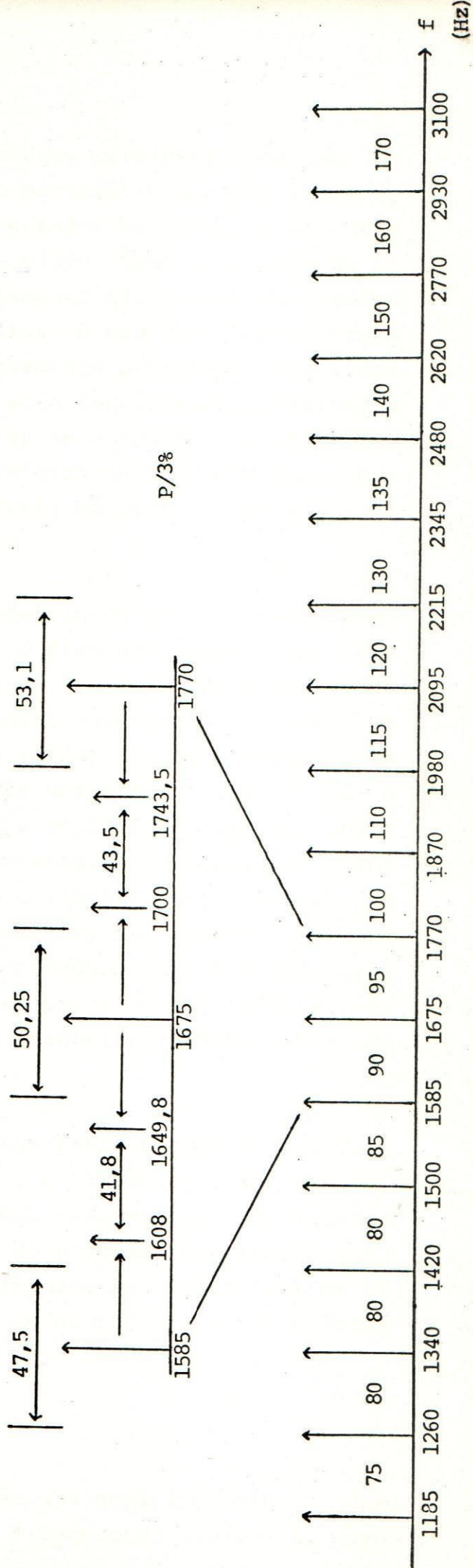
II.2.1 - Descrição do Sistema

Em geral, em cada caixa de repetidores, é montada uma unidade de supervisão composta por dois amplificadores (um para atender todos os regeneradores colocados no sentido de transmissão AB, e o outro para os regeneradores do sentido BA) e um filtro passa-faixa. Este filtro possui uma frequência central diferente para cada caixa de repetidores. Existem 18 frequências padrão para filtros de supervisão, o que equivale a dizer que este sistema pode atender a um máximo de 18 repetidores numa rota MCP com um par de supervisão. Vamos encontrar na Fig. II.2.1 uma tabela com as 18 frequências e um estudo sobre a largura de faixa dos filtros. A largura de faixa de cada filtro é calculada em função da frequência central do mesmo. De acordo com os resultados encontrados, uma largura da ordem de 3% da frequência central é a mais indicada para prevenir a possibilidade de interferência entre tons de áudio de frequências adjacentes, pois a precisão dos geradores de tripletas é de 10 Hz. Os filtros podem ser calculados por programa em computador; um exemplo são os do tipo Butterworth de 2ª ordem.

FREQUÊNCIAS:	1.185	-	1.260	-	1.340	-	1.420	-	1.500	-	1.585	-	1.675	-	1.770	-	1.870	-
	1.980	-	2.095	-	2.215	-	2.345	-	2.480	-	2.620	-	2.770	-	2.930	-	3.100	

Cálculos de Largura de Faixa : (nas la.s Freqüências)

P/10%	10% de 1.185 = 118 Hz	118/2 = 59																
	10% de 1.260 = 126 Hz	126/2 = 63	..															
P/8%	8% de 1.185 = 94 Hz	94/2 = 47																
	8% de 1.260 = 100 Hz	100/2 = 50	..															
P/5%	5% de 1.185 = 59,2 Hz	59,2/2 = 29,6																
	5% de 1.260 = 63 Hz	63/2 = 31,5	..															
P/3%	3% de 1.185 = 35,5 Hz	35,5/2 = 17,75																
	3% de 1.260 = 37,8 Hz	37,8/2 = 18,9	..															



Os regeneradores geralmente possuem um enrolamento a mais no secundário de seus transformadores de saída, conectados em paralelo na entrada da unidade de supervisão. Como este tipo de ligação produz um acoplamento elétrico entre todos os sistemas MCP da caixa, é necessário que o transformador seja cuidadosamente projetado, e que uma malha de atenuadores seja inserida no circuito, a fim de manter os níveis de acoplamento, entre dois sistemas distintos, inferiores ou compatíveis com os níveis de telediafonia máximos, introduzidos pelo cabo.

Um esquema detalhado do sistema pode ser visto na Fig. II.2.2. O diagrama representa uma unidade de supervisão de uma caixa de repetidores e sua ligação com os dois regeneradores e com o par de supervisão. As saídas dos regeneradores estão conectadas, através dos atenuadores R1, R2 e R3, às entradas de dois amplificadores; um para cada direção de transmissão. A alimentação dos dois amplificadores é feita através de um par de supervisão de tal forma que, invertendo a polaridade da tensão de alimentação, determinamos qual dos dois amplificadores entra em funcionamento e, conseqüentemente, que regenerador forma enlace com o par de supervisão.

O filtro passa-faixa é formado por C1, C2, C3, L1, L2. Como L1 e L2 são enrolamentos dos transformadores TR1 e TR2, seus valores são fixados para maior facilidade de projeto, construção e fabricação destes transformadores. Os valores de C1, C2 e C3 são alterados de acordo com a frequência central desejada.

II.2.2 - Alimentação

A alimentação dos amplificadores dos filtros de supervisão é fornecida através do pró

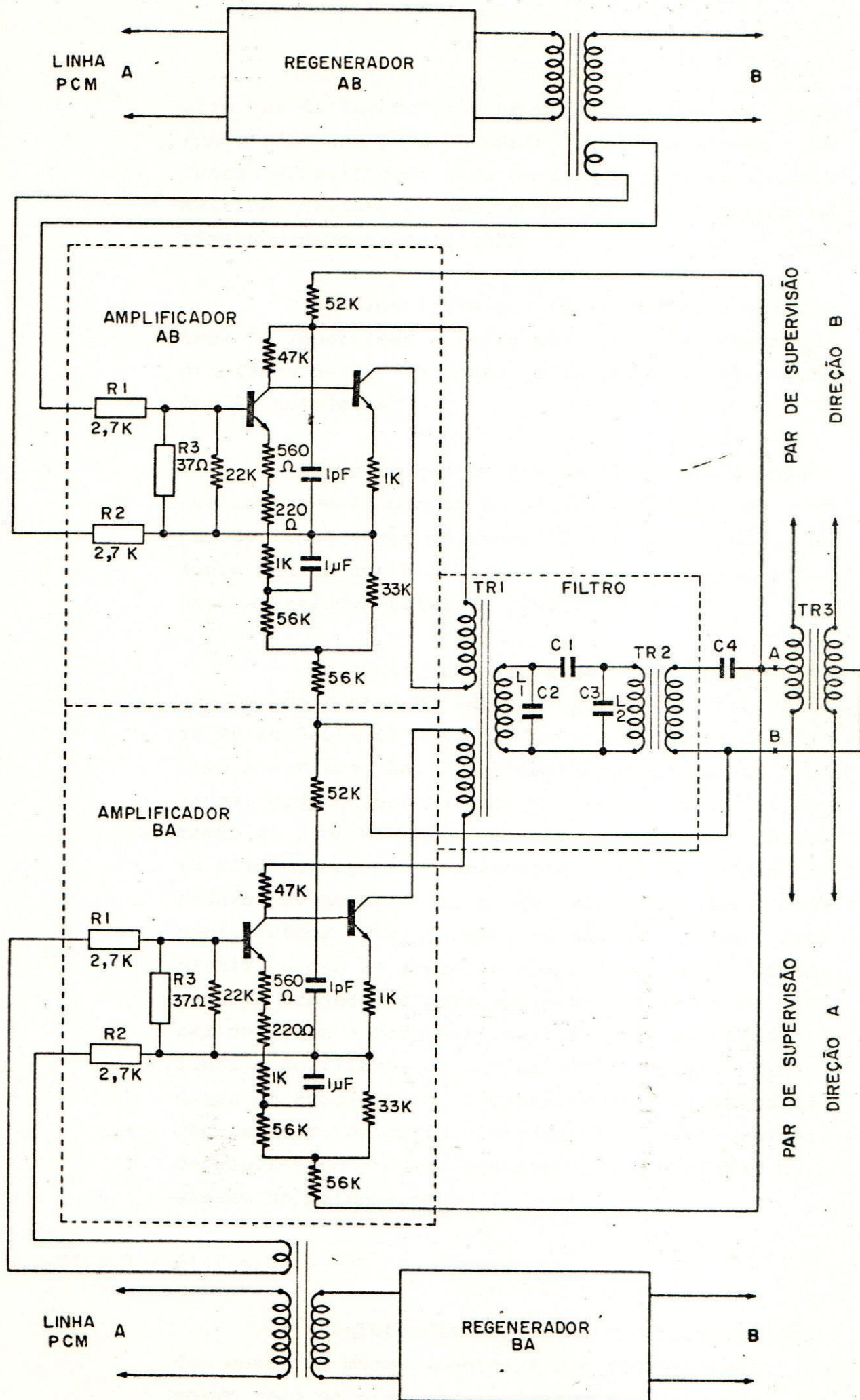


Fig. 2.2

prio par de supervisão. Segundo as normas de segurança adotadas pela TELEBRÁS, a máxima queda de tensão especificada para um par de fios de um cabo multipar calibre 22 AWG, é de 150V e a corrente máxima não deve exceder 50mA.

A alimentação dos amplificadores dos filtros de supervisão é feita por fonte de tensão padronizada de 20V (a fonte já incorporada ao geradoror de tripletas).

Sabemos que um fio calibre 22 AWG possui uma resistência ohmica de $50\Omega/\text{Km}$. No caso de um par de fios, temos portanto $100\Omega/\text{Km}$. Supondo um lance máximo de 18 filtros ou 38 Km, teremos então uma resistência total de 3800Ω .

Em geral, o amplificador necessita de uma tensão mínima de 16V para operar. A diferença de 4V em 3800Ω (38 Km) produz uma corrente de 1 [mA]. Como a corrente cai linearmente com o aumento de linha, podemos estabelecer uma corrente de alimentação de 2 mA no início da linha. Com essa corrente alimentamos simultaneamente todos os 18 amplificadores de supervisão, o que significa que cada amplificador deve consumir no máximo 110 μA . Isto significa que os amplificadores devem ser cuidadosamente projetados para amplificar o nível de sinal de forma a compensar parcialmente as perdas na linha e no filtro, as perdas nos circuitos atenuadores de acoplamento ao transformador de saída do regenerador, as perdas introduzidas pela relação de espiras do próprio transformador, e ainda apresentar um baixo consumo de corrente.

II.2.3 - Diafonia

A existência de várias conexões telefônicas entre os mesmos pontos A e B coexistentes no mesmo meio de transmissão (pares diversos de um

mesmo cabo, por exemplo) implica na ocorrência de um acoplamento de sinal de um circuito para um outro, permitindo que seja recebida no segundo circuito uma pequena parcela do sinal que se processa no primeiro.

Esta transferência de energia de um circuito para outro constitui o fenômeno de diafonia.

As causas que provocam a transferência de energia de um circuito para o outro, residem no fato de que, na realidade, os dois circuitos possuem elementos transversais indesejáveis (exemplos: capacitância e indutância mútuas), que de certo modo ligam um circuito ao outro.

Na análise da diafonia entre circuitos, podemos definir:

Paradiafonia: Importante em circuitos que transmitem sinais em direção opostas.

Telediafonia: Importante em circuitos que transmitem sinais na mesma direção.

Obviamente, em circuitos bidirecionais, tanto a Paradiafonia como a Telediafonia são importantes.

Vemos um exemplo prático na Fig. II.2.3. A figura representa dois circuitos mistos (4 fios e 2 fios).

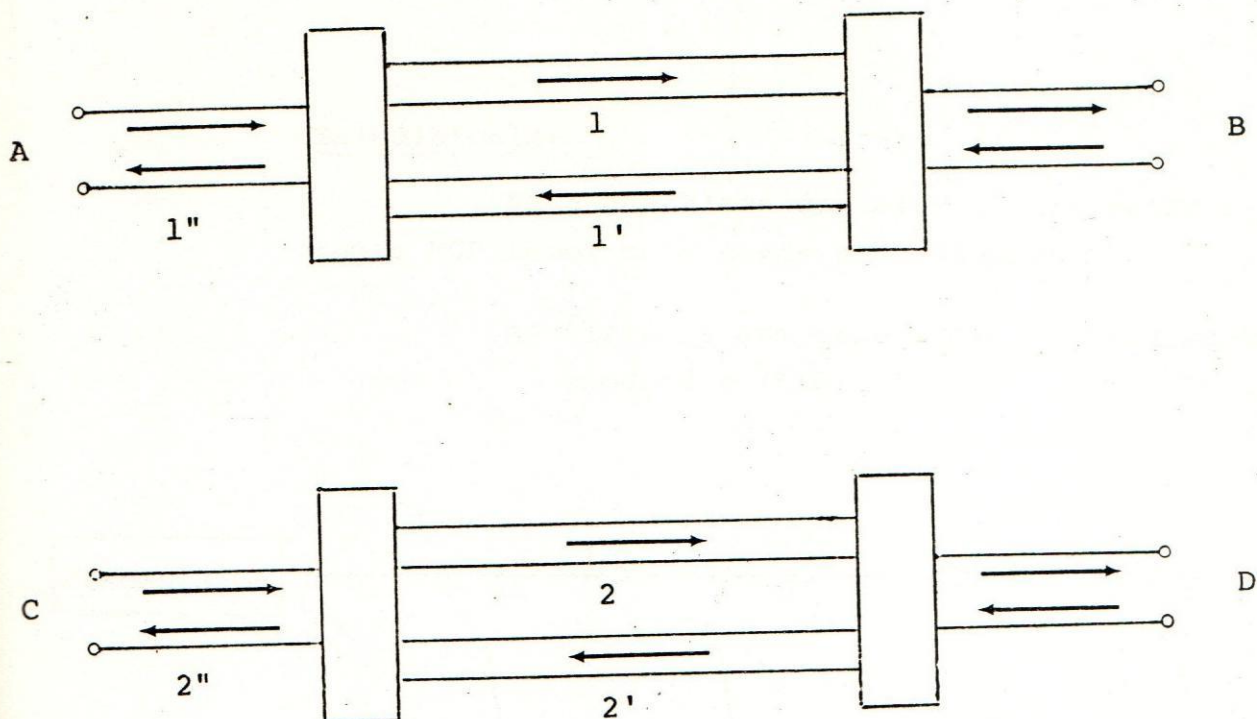


Fig. II.2.3

Temos influência da:

Paradiafonia - entre os circuitos 1 e 2' e 1' e 2.

Telediafonia - entre os circuitos 1 e 2 e 1' e 2'.

Ambas - entre os circuitos 1'' e 2''.

II.2.3.1 - Diafonia em Sistemas MCP aplicados em Cabos Telefônicos Multipares

Em sistemas MCP, os repetidores regenerativos são projetados para constatar a presença ou ausência dos pulsos de sinal. Desta forma, sistemas MCP apresentam alto rendimento sob o ponto de vista da diafonia e do ruído, uma vez que sinais fora dos níveis de decisão não são regenerados pelos repetidores.

Telediafonia:

Para a análise da telediafonia entre sistemas MCP temos dois casos a considerar:

- a) Sistemas com repetidores igualmente espaçados (Fig. II.2.4).

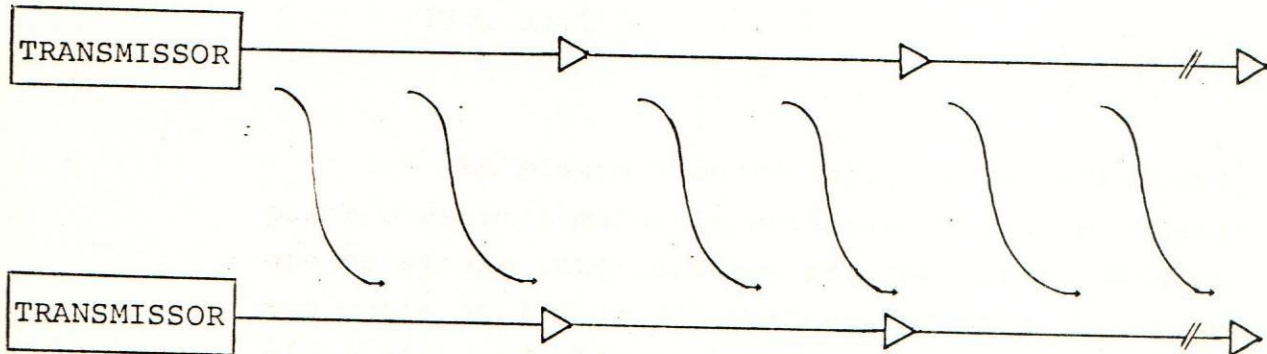


Fig. II.2.4

Em sistemas com repetidores igualmente espaçados, num mesmo ponto do cabo o nível de sinal é aproximadamente igual para todas as linhas MCP. Assim, temos nível alto de sinal na saída dos regeneradores e nível baixo na entrada dos mesmos. O efeito da telediafonia fica diminuído e basta que a atenuação de telediafonia seja superior a 6dB para que os sinais interferentes não sejam regenerados.

Como medida de segurança é adotada uma atenuação de telediafonia mínima de 12dB em 1MHz {1}.

- b) Sistema com Repetidores Defasados (Fig. II.2.5)

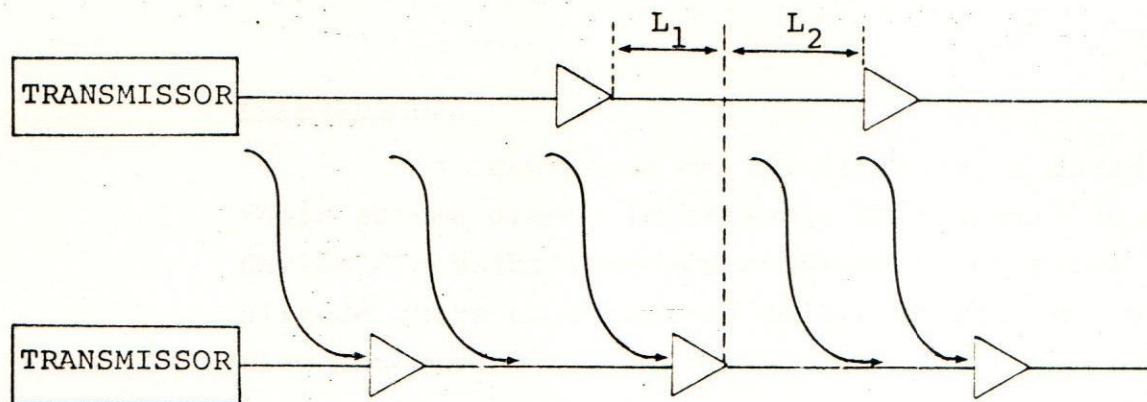


Fig. II.2.5

Em sistemas deste tipo, a telediafonia passa a assumir maior importância, tendo em vista que os sinais interferentes possuem níveis diferentes entre as linhas MCP ao longo do cabo. Assim, o nível alto na saída de um regenerador pode interferir no sinal de baixo nível presente na entrada de um outro.

Neste caso, a atenuação de telediafonia deve ser superior ao valor de 12 dB adicionado da atenuação do sinal ao longo da distância L_2 de defasagem entre repetidores.

$$\text{Telediafonia} \geq 12 \text{ dB} + \alpha_{L_2} \text{ dB}$$

Na realidade, em sistemas deste tipo, a telediafonia alcança níveis tão altos que os sistemas se tornam impraticáveis {2}. Isto porque é impossível satisfazer a condição acima para todos os trechos da linha. No momento em que satisfazemos a condição para o espaçamento L_2 , deixamos de satisfazê-la para o trecho L_1 .

Assim, o sistema de repetidores defasados, apesar de extremamente favorável sob o ponto de vista da Paradiafonia, não é utilizado devido à Telediafonia.

Paradiafonia:

Ao contrário da telediafonia, a paradiafonia assume grande importância na transmissão MCP, devido à possibilidade de acoplamento de maior amplitude entre os circuitos de transmissão em sentido inverso.

Vamos considerar apenas o caso de Sistemas com Repetidores igualmente espaçados por ser este o pior caso, pois os sinais já regenerados na saída dos regeneradores no sentido AB induzem acoplamento diretamente na entrada dos regeneradores no sentido BA onde os sinais normais se encontram atenuados pelo trecho de linha que acabaram de percorrer {1} (Fig. II.2.6).

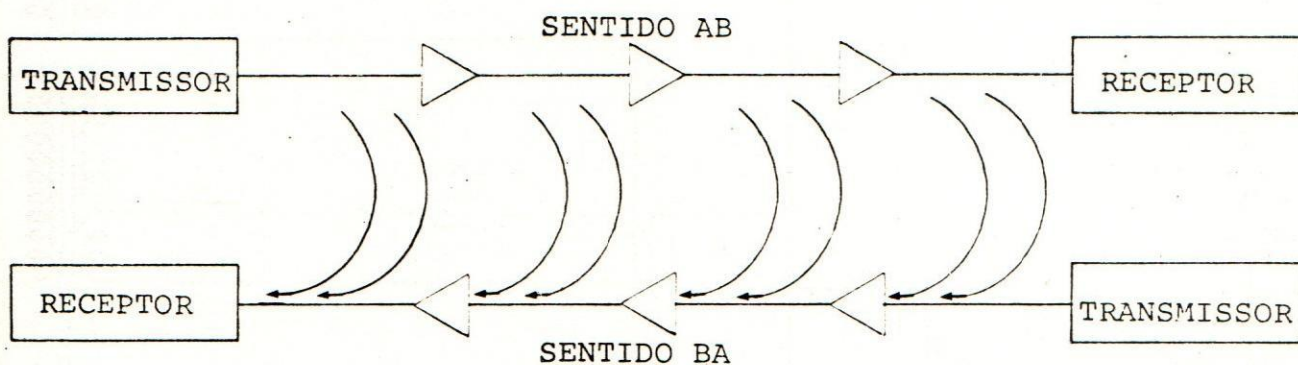


Fig. II.2.6

Desta forma, o sistema deve ser projetado para funcionar na presença da paradiafonia. O número de sistemas permitidos e a distância entre os repetidores estão condicionados à qualidade do cabo telefônico (em particular, aos seus valores de paradiafonia). Procura-se utilizar: ou pares afastados no mesmo grupo, ou pares em grupos adjacentes ou alternados para as duas direções de transmissão, a fim de tornar o seu acoplamento de paradiafonia o menor possível.

II.2.3.2 - Efeitos de um Sistema Convencional de Supervisão sobre a Diafonia

Nos sistemas convencionais de supervisão, como já foi dito, as saídas de todos os regeneradores estão ligadas em paralelo com a entrada do amplificador do filtro, como mostra a Fig. II.2.7. A Fig. II.2.7 considera apenas regeneradores de mesma direção.

Caixa de Repetidores

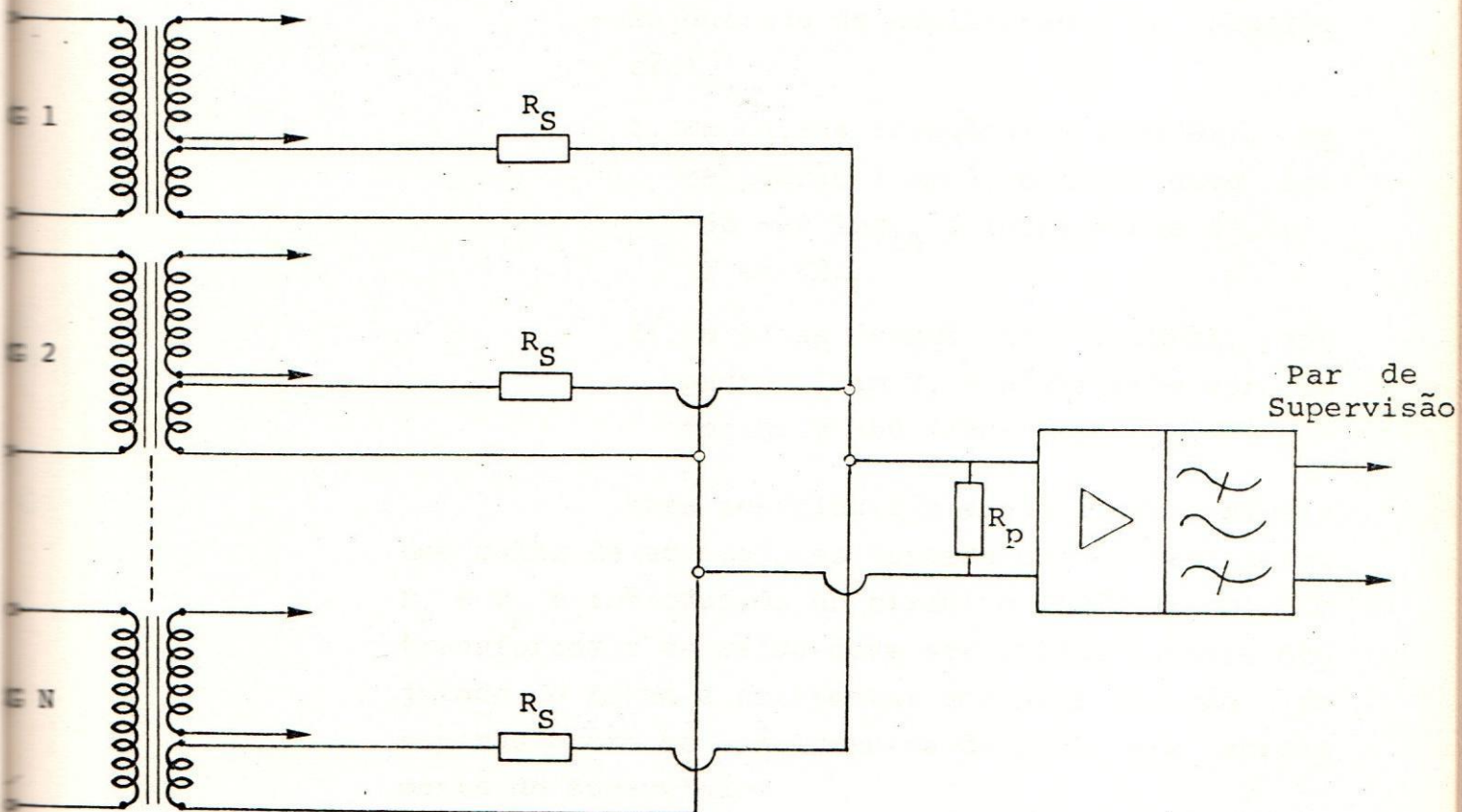


Fig. II.2.7

Como podemos ver pela figura, existe um acoplamento elétrico real entre os sistemas MCP através dos enrolamentos de supervisão dos trans

formadores de saída e não apenas acoplamentos devido aos elementos parasitas do cabo.

O sinal acoplado pelos enrolamentos de supervisão deve possuir nível mais baixo que o admissível para a diafonia, para que o sistema seja compatível com as normas estabelecidas para a transmissão de sinais MCP em cabos telefônicos.

Segundo especificações do estudo das propriedades de transmissão em cabos telefônicos {3}, temos os seguintes níveis de sinal para um sistema MCP com supervisão convencional.

- Na entrada do Amplificador de Supervisão:

1. Em baixas frequências ($f=1\text{KHz}$), para padrão 1 em 3, o nível deve ser $-68 + 20 \log_{10} f$ (dBm) sobre 37,5 Ω (f em KHz).
2. Em altas frequências ($f=1\text{MHz}$), para padrão 1 em 3, o nível deve ser inferior a -80 (dBm) {1}.

Para restringir o sinal a estes níveis, uma malha de atenuadores formada pelos resistores R_s e R_p é introduzida no circuito. Além disso, o transformador de saída deve ser cuidadosamente projetado de forma a apresentar uma alta relação de espiras entre os enrolamentos de linha e o enrolamento de supervisão.

O resultado final é um sinal de supervisão de nível muito fraco, pois o amplificador precisa compensar o baixo nível do sinal na sua entrada, a atenuação do filtro e as perdas no par de supervisão, e ainda apresentar um baixo consumo de corrente como já foi dito no item II.2.2.

Essa é, sem dúvida, uma grande desvantagem dos sistemas convencionais de supervisão.

II.2.4 - Alcance

O alcance máximo de um sistema convencional de supervisão fica limitado pelo número máximo de filtros (18) que o sistema permite com apenas um par de supervisão. Como o espaçamento entre caixas de repetidores é da ordem de 2 Km, o alcance máximo é de 36 ou 38 Km. Em rotas maiores de 38 Km, torna-se necessário um segundo par de supervisão, como mostra a Fig. II.2.8. Como vemos pela figura, após os 36 Km, os filtros se repetem.

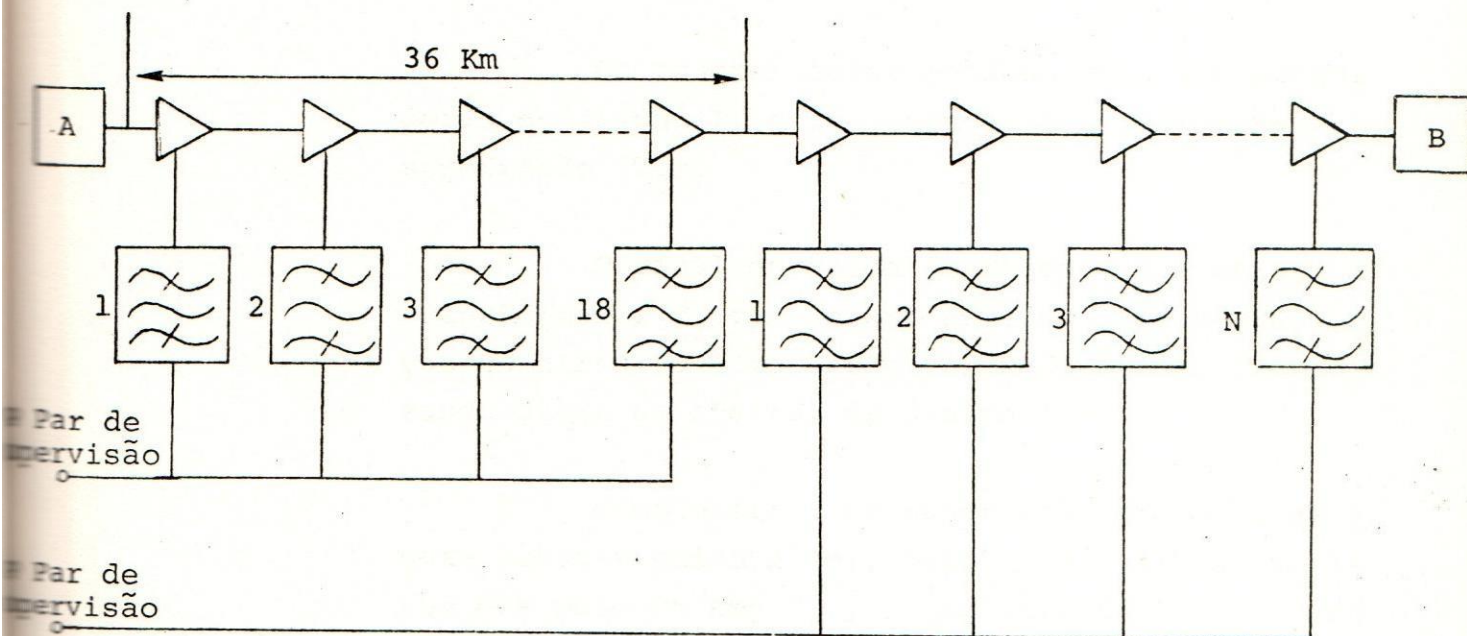


Fig. II.2.8

Entretanto, é bom lembrar que o alcance total depende do nível do sinal de áudio que retorna pelo par de supervisão. Este nível já é normalmente baixo, como foi visto no item anterior (Difonia). Assim, se o comprimento do par de supervisão for muito grande, corremos o risco de não detectar sinal algum.

Outro detalhe a ser levado em conta, é a tensão de alimentação para os amplificadores dos filtros que também é atenuada pelo comprimento do par de supervisão, como já foi visto.

II.2.5 - Variantes

Com o objetivo de minimizar os efeitos negativos do acoplamento entre sistemas pelos enrolamentos de supervisão dos transformadores de saída dos regeneradores, alguns fabricantes desenvolveram circuitos de supervisão diferentes, apesar de apresentarem a mesma filosofia de sistema.

Podemos ver um exemplo na Fig. II.2.9. A figura representa a saída de um repetidor.

Os regeneradores possuem dois transformadores de saída (T_1 e T_2), sendo um apenas para a supervisão (T_2).

O sinal de saída do regenerador atinge o transformador T_2 via Op Amp HC₂, cuja principal função no circuito é isolar a saída da linha, minimizando assim os efeitos da diafonia.

Como o sinal de supervisão não precisa agora possuir baixo nível, pois está isolado da linha MCP pelo Op Amp HC₂, o amplificador do filtro pode ser dispensado.

Assim, temos que na placa de supervisão (Fig. II.2.10), o sinal do lado AB alcança o transformador T_1 (pinos 3-4) e o sinal lado BA, o transformador T_2 (pinos 4-10). Ambos os primários estão em paralelo com um resistor de 8.2 K Ω (R3-R4).

A corrente de alimentação, enviada pelo par de supervisão, põe em condução, através de R1-R2, os diodos R_{d1} - R_{d4}, ou R_{d2} - R_{d3}, tornando capaz a resposta no sentido de transmissão AB ou BA.

De qualquer forma, o sinal passa por C₂ e pela ponte A-B, e, se a frequência for a estabelecida, o filtro passa-faixa (L_1 , L_2 , L_3 , L_4 e C₃,

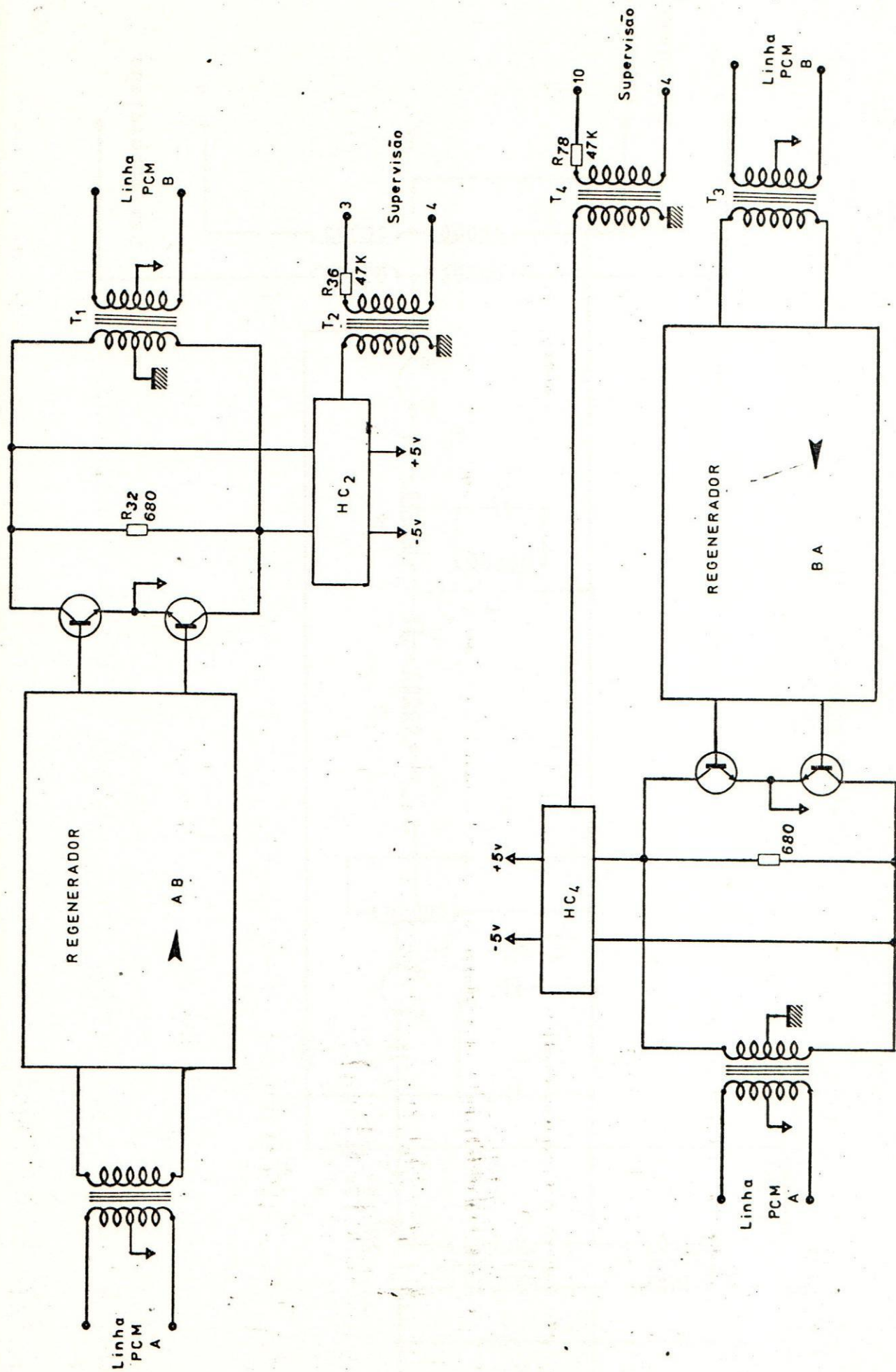


Fig. II.2.9

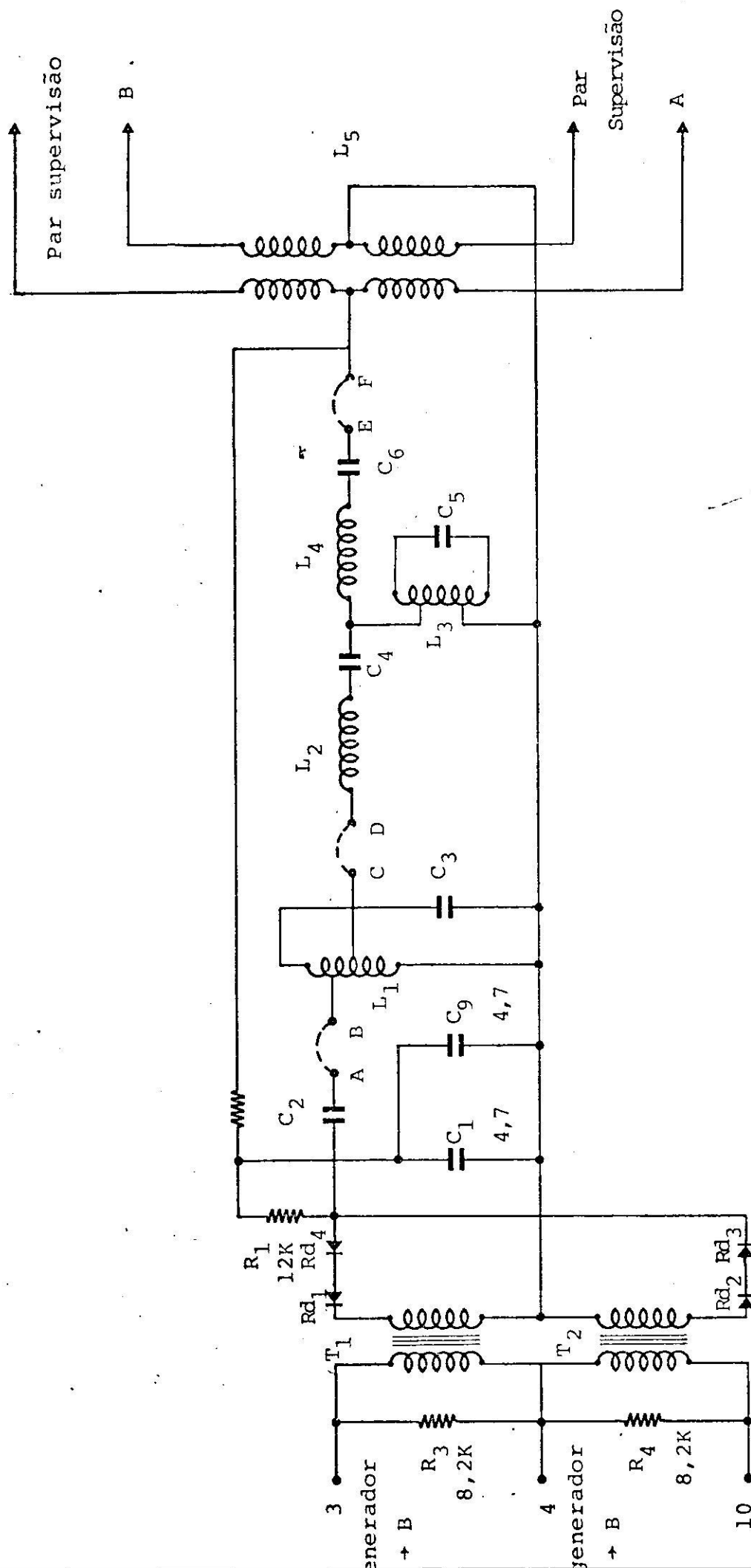


Fig. II.2.10

C_4, C_5, C_6) isola o tom de áudio, enviando-o à saída com uma mínima atenuação.

O tom é enviado ao par de supervisão (terminais 11-12 e 7-8) através de L_5 , que tem como função a de bobina "Pupin".

Portanto, o sistema apresenta as seguintes vantagens sobre os sistemas comuns:

- 1 - Não contribui para piorar os níveis de diafonia.
- 2 - Dispensa o uso de amplificadores de supervisão.
- 3 - É passivo, a alimentação de supervisão necessária é apenas a suficiente para colocar os diodos R_{d1} R_{d4} ou R_{d2} R_{d3} em condução.

Em contrapartida, apresenta também as seguintes desvantagens:

- 1 - Complica o regenerador, pois necessita um Op Amp a mais no circuito.
- 2 - Necessita de um segundo transformador de saída nos regeneradores.

II.3 - Discussão

Como vimos, os sistemas de supervisão convencionais apresentam grandes desvantagens operacionais. Em 1º lugar, a limitação imposta pelos 18 filtros, que torna necessário um 2º par de supervisão para sua utilização em linhas maio

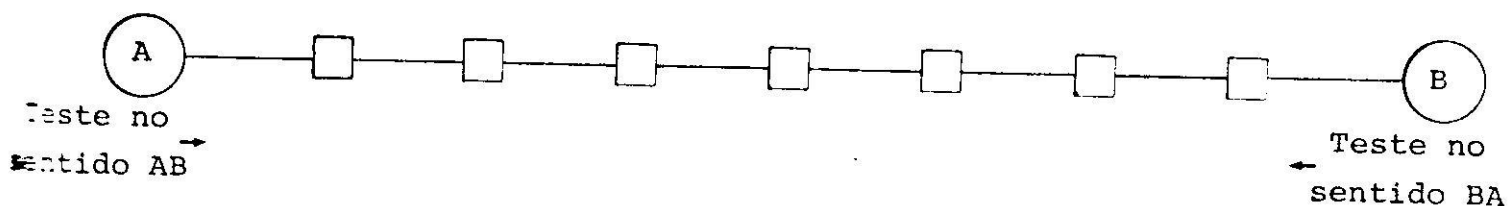
res que 38Km. O baixo nível do sinal influi negativamente na qualidade dos testes podendo induzir em erro o operador e a necessidade de acesso a cada terminal de linha para efetivação de testes complica e encarece o sistema e sua operação, devido ao grande número de equipamentos específicos de medida que exige.

Além disso, o sistema se baseia numa medida insensível, pois a aplicação (principalmente para os regeneradores mais afastados) do padrão de tripletas piora o desempenho de todos os regeneradores da linha. Como os erros se propagam ao longo da linha, de regenerador para regenerador, a curva de resposta mostrada na Fig. II.1.4 pode apresentar aspectos progressivamente diferentes à medida que se avança ao longo da linha, pois os repetidores intermediários poderão introduzir erros em quantidade suficiente para reduzir significativamente a potência de áudio que chega ao regenerador em teste. A curva de resposta, portanto, só é válida quando o regenerador testado é o 1º da linha. Considerando uma linha onde alguns regeneradores estão funcionando próximos do limite mínimo aceitável, a análise da curva de um trecho de linha pode indicar falha de um dos regeneradores induzindo em erro o operador.

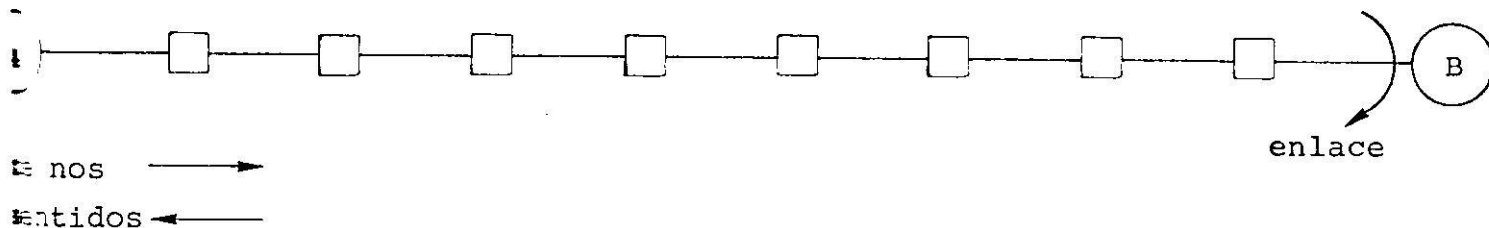
Por outro lado, o sistema é também ineficiente, pois no caso de falha efetiva de um dos regeneradores, o teste pode indicar um outro como sendo o defeituoso, pelos mesmos motivos acima explicados. Esta é a maior desvantagem dos sistemas convencionais de supervisão.

Podemos ter dois tipos básicos de sistemas convencionais:

a) Sistemas sem enlace no terminal de linha



b) Sistemas com enlace no terminal de linha



Os sistemas do tipo a necessitam de equipamentos de testes e/ou deslocamento da equipe de supervisão da estação A para B, para a execução dos testes nos regeneradores de ida e volta da linha.

Os sistemas do tipo b permitem que a execução dos testes nos dois sentidos seja feita a partir da estação A, economizando assim os equipamentos de teste da estação B e/ou o tempo de deslocamento da equipe. Entretanto, este tipo de sistema exige que na estação B exista um circuito específico capaz de reconhecer o trem de tripletas e fechar o enlace, enviando-o de volta pela linha. O sistema exige também a colocação junto aos filtros de supervisão nas caixas de repetidores de circuitos capazes de efetuar a diferenciação entre os dois trens de pulso (ida e volta). Os circuitos apresentados nas Figs. II.2.2 e II.2.10 são deste tipo. No 1º, a diferenciação é feita pelos dois amplificadores montados de forma invertida em relação ao outro. No 2º, a diferenciação é feita pelos diodos R_{d1} , R_{d2} , R_{d3} e R_{d4} .

Entretanto, a maioria dos sistemas existentes comercialmente são do tipo a, o que vem onerar sobremaneira os custos operacionais de supervisão em rede MCP complexas com grandes quantidades de linha. Como as existentes em centros urbanos do porte de São Paulo ou Rio de Janeiro.

CAPÍTULO III

SISTEMAS MODERNOS DE SUPERVISÃO

II - SISTEMAS MODERNOS DE SUPERVISÃO

A supervisão com tripletas, embora possibilite a construção de sistemas de supervisão altamente confiáveis, tem uma importante desvantagem: a aplicação das tripletas reduz a margem de ruído de todos os regeneradores da linha, e não só do repetidor sob teste, e isto frequentemente leva a indicações falsas da localização do repetidor defeituoso.

Com o objetivo de minimizar os efeitos negativos dos sistemas convencionais, principalmente no que se refere à baixa eficiência acima mencionada, foram desenvolvidos vários tipos de sistemas de supervisão de concepção diferente daqueles.

Neste capítulo, vamos estudar três destes tipos.

III.1 - Um Sistema para Linhas Longas {4}

III.1.1 - Introdução

O sistema de linhas longas é assim chamado por não sofrer limitações no número de caixas repetidoras que pode interrogar por efeito de filtros ou largura de faixa de tons de áudio. Trata-se de um sistema operacionalmente parecido com os convencionais, pois também utiliza enlace por tripletas, exigindo assim um gerador de tripletas para sua utilização. Entretanto, a seleção da caixa de repetidores é feita por uma palavra digital, transmitida via par de supervisão.

III.1.2 - Descrição do Sistema

Neste tipo de sistema, cada regenerador (direção AB ou BA) de cada caixa é identificado por uma palavra digital transmitida da estação terminal pelo par de supervisão. A recepção

ção deste código ativa uma chave que conecta a saída de supervisão do regenerador correspondente ao par de supervisão. Um mesmo tom de áudio, 3KHz por exemplo, é usado para testar todos os repetidores da linha de maneira semelhante a um sistema convencional já descrito anteriormente. O tom é transmitido pela linha MCP sob a forma de tripletas e retorna a estação terminal pelo par de supervisão após passar por um filtro passa-faixa de 3KHz. A Fig. III.1.1 mostra a configuração básica do sistema. O código correspondente ao regenerador desejado é selecionado na estação terminal. Este é, então, transmitido continuamente por um par de supervisão não pupinizado em forma bipolar de 500bps. Esta palavra digital é regenerada em cada caixa de repetidores e retransmitida à seção seguinte. Um detector de coincidência localizado na placa de supervisão das caixas de repetidores recebe o código e, se houver coincidência, fecha as chaves S_1 , S_4 ou S_2 , S_4 conectando a saída do regenerador ao par de supervisão. Estas chaves se mantêm fechadas, enquanto a continuidade na transmissão do código pelo par de supervisão for mantida.

Estando feito o enlace do regenerador desejado com o par de supervisão, as tripletas moduladas pelo tom de 3KHz são enviadas pela linha MCP e o tom de áudio filtrado retorna à estação terminal após passar pelo filtro de 3KHz, e um amplificador cuja função é compensar as atenuações no par de supervisão. É interessante notar que o tom é amplificado em todas as caixas repetidoras, chegando portanto com bom nível de sinal à estação terminal. Outro ponto importante é que todos os circuitos de todas as caixas estão sempre em operação durante a supervisão e o retorno da corrente de alimentação só pode ser feito pela capa do cabo (terra), ou por

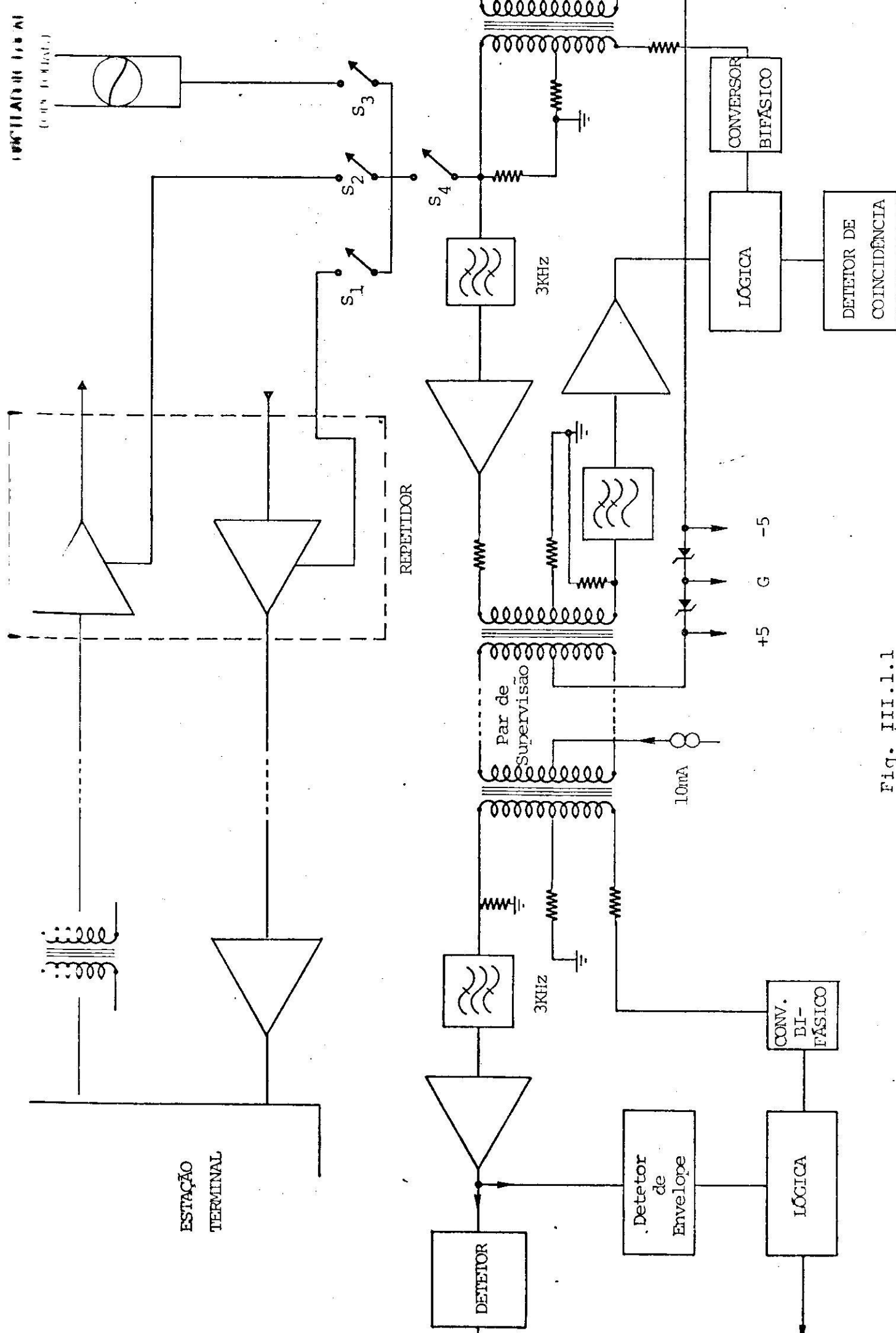


Fig. III.1.1.1

um segundo par de supervisão. Estes dois últimos fatores, sem dúvida, limitam o número máximo de caixas que podem ser atendidas pelo sistema.

Na Fig. III.1.1 vemos ainda que o sistema depende de transformadores híbridos. A transmissão pelos dois fios do par de supervisão é "Full Duplex": a palavra de código digital é transmitida numa direção e o tom de 3KHz é transmitido no sentido oposto. Para manter uma isolamento adequada entre os dois lados de transmissão dos pontos de 4 fios, usa-se os transformadores híbridos em cada interface com a linha. Além disso, a informação digital é recebida através de um filtro passa-baixa de 1500Hz e o tom é enviado através de um filtro passa-faixa de 3KHz. Esta configuração aumenta a isolamento entre os dois lados e melhora a relação sinal/ruído.

Como somente um tom de 3KHz é usado para testar todos os repetidores, torna-se necessário assegurar na estação terminal que o tom recebido é realmente oriundo da caixa selecionada. Para este fim, envia-se um comando até a caixa. A recepção deste comando no repetidor selecionado opera a chave S_4 modulando o tom de 3KHz com o próprio código digital da caixa numa frequência baixa (62Hz). Na estação terminal, um detector de envoltória decodifica o código modulado e o aplica a uma unidade lógica associada que verifica sua paridade com o código transmitido.

A possibilidade da caixa de repetidores responder a interrogação enviando de volta à estação terminal a sua própria palavra digital permite ainda facilidades de supervisão de linhas MCP seccionadas. Com efeito, a unidade de supervisão de uma caixa repetidora pode incluir um oscilador local opcional de 3KHz. Uma caixa deste tipo seria colocada no início de uma

nova secção de linha. Se o sistema MCP vier a falhar justamente nesta secção de linha, a transferência para a linha reserva fornece um nível D.C. que ativa o oscilador de 3 KHz. Este tom é então modulado com a palavra digital e retorna à estação terminal pelo par de supervisão. Esta facilidade é particularmente útil no caso da transferência de linha se realizar automaticamente.

III.1.3 - Comentários

Como já foi visto, o sistema de linhas longas possui duas vantagens principais:

- não necessita atenuar violentamente o sinal para manter aceitáveis os níveis de diafonia entre sistemas MCP.
- não sofre as limitações impostas pela necessidade de 18 filtros diferentes como nos sistemas convencionais.

Entretanto, o sistema sofre limitação em função do consumo de corrente dos circuitos de supervisão.

Considerando que o cabo típico utilizado em sistemas MCP calibre 22 AWG possui uma resistência a C.C. de 50Ω por fio por Km, temos em 128 Km uma resistência total de 3200Ω , pois a alimentação é feita pelo par de fios em paralelo (ver circuito equivalente na Fig. III.1.2).

Para uma corrente de alimentação de 10 mA, temos uma queda de tensão de 32 volts na linha:

$$V = 3200\Omega \times 10 \text{ mA} = 32V$$

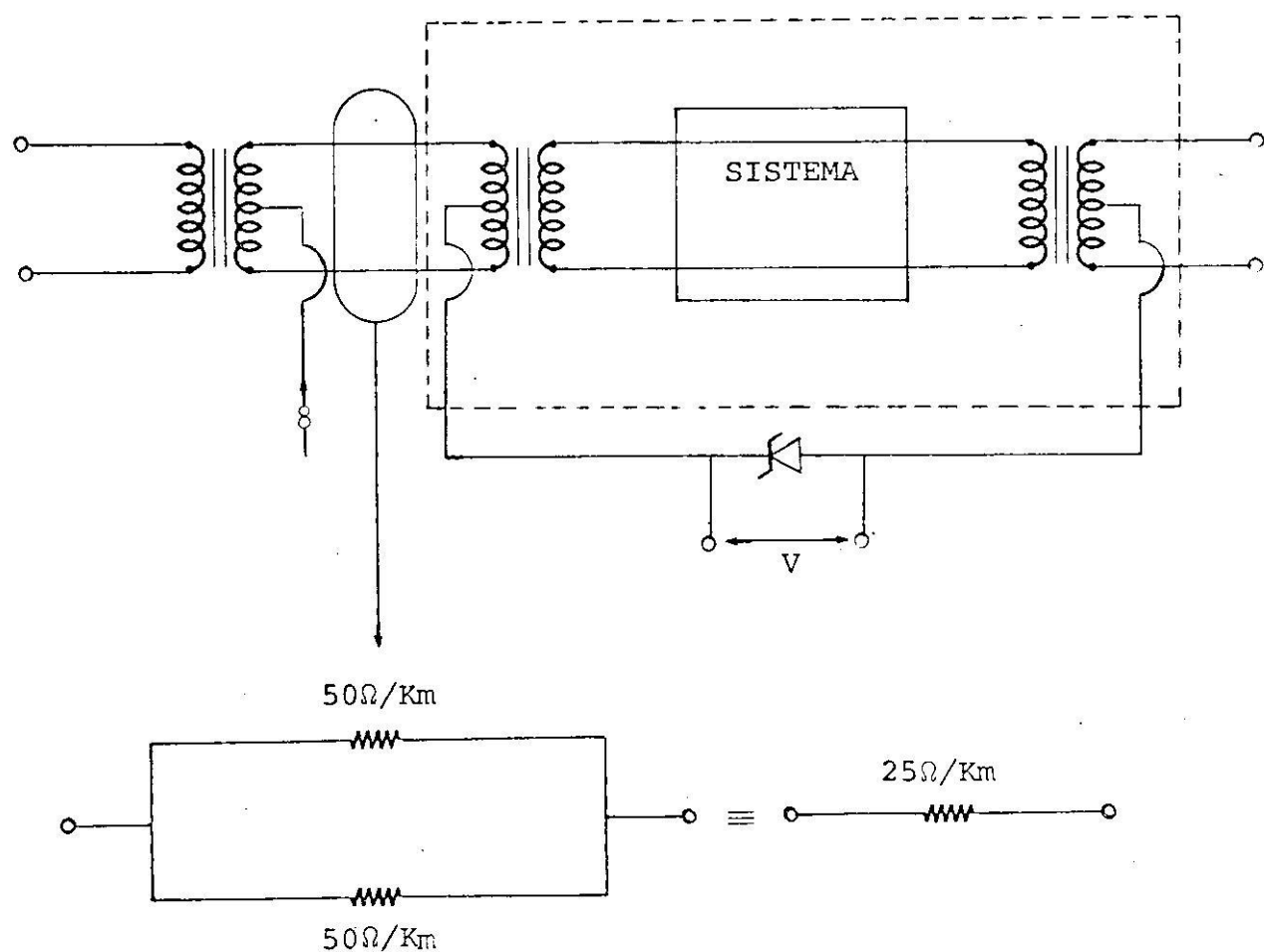


Fig. III.1.2

Supondo a alimentação em série e uma queda de 10V por caixa para a alimentação dos circuitos, temos em 64 caixas 640 volts. Portanto, a queda de tensão total na linha será:

$$640 + 32 = 672\text{V}$$

Como a tensão máxima na linha, por questões de segurança é limitada em 150V, torna-se necessário efetuar a alimentação de vários pontos diversos ao longo da rota MCP. Para um sistema de configuração semelhante ao apresentado, a alimentação poderia atingir uma distância máxima de 28Km, ou seja, 14 caixas repetidoras:

$$14 \text{ caixas} \rightarrow 10\text{V/caixa} = 140\text{V}$$

$$28\text{Km de linha} \rightarrow 25\Omega/\text{Km} = 700\Omega$$

$$V = 700\Omega \times 10\text{mA} = 7\text{V}$$

$$\text{Portanto} \rightarrow 140\text{V} + 7\text{V} = 147\text{V} < 150\text{V (Limite de Tensão)}$$

Podemos ver que os problemas de alimen
tação podem ser contornadas pela colocação de
fontes ao longo da linha. Este procedimento, en
tretanto, encarece e complica o sistema.

O procedimento de supervisão obviamente
é o mesmo dos sistemas convencionais. O desem
penho do regenerador é avaliado pela variação da
densidade do trem de tripletas e a única diferença
é que o tom de áudio resultante tem frequência
de 3KHz. É de se esperar, portanto, que estes
sistemas sejam também pouco eficientes, no sentido
de indicar com frequência uma localização er
rada para o regenerador defeituoso.

III.2 - O Enlace Digital

Denomina-se Enlace Digital a conexão entre a
saída de um regenerador, colocado na direção AB, e a entra
da do regenerador correspondente, na direção BA, em uma linha
MCP {5} (Fig. III.2.1).

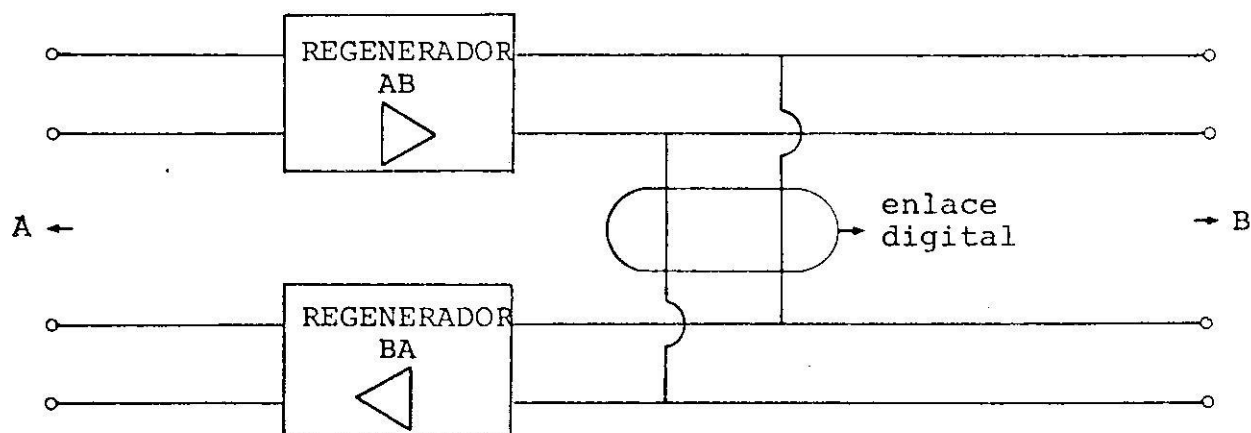


Fig. III.2.1

Portanto, um sistema de supervisão por enlace digital consiste em circuitos de comando capazes de efetuar essa conexão em um repetidor distante pré-selecionado ao longo da linha MCP.

Este sistema permite a realização de uma série de testes complexos, pois o sinal enviado na direção AB retorna na direção BA via enlace digital. Podendo ser analisado na estação A, a qualidade de supervisão só depende do tipo de equipamento de teste disponível.

Pode-se, por exemplo, analisar o desempenho da margem de ruído do regenerador enviando um trem de tripletas de densidade variável pela linha, como se faz nos sistemas convencionais. Pode-se também medir a taxa de erro enviando pela linha sinais HDB3, ou AMI, se for o caso. Medidas de jitter também podem ser feitas. Enfim, qualquer teste passível de ser realizado através do envio de sinais pela linha MCP pode ser feito com este sistema.

É evidente que os testes serão cumulativos em linhas ou trechos de linha, envolvendo mais de um repetidor, pois os sinais passarão por todos os repetidores intermédios entre a estação supervisora e o repetidor a ser testado. Entretanto, o sistema permite uma correta avaliação do trecho de linha envolvido.

III.3 - A Telemedicação

A telemedicação, como o próprio nome indica, consiste em realizar uma medida da taxa de erro na saída de qualquer regenerador distante situado ao longo de uma rota MCP, enquanto este está em serviço, e enviar de volta à estação supervisora um sinal correspondente à taxa medida. O retorno deste sinal é feito através de um par de fios especialmente reservado para este fim (Fig. III.3.1).

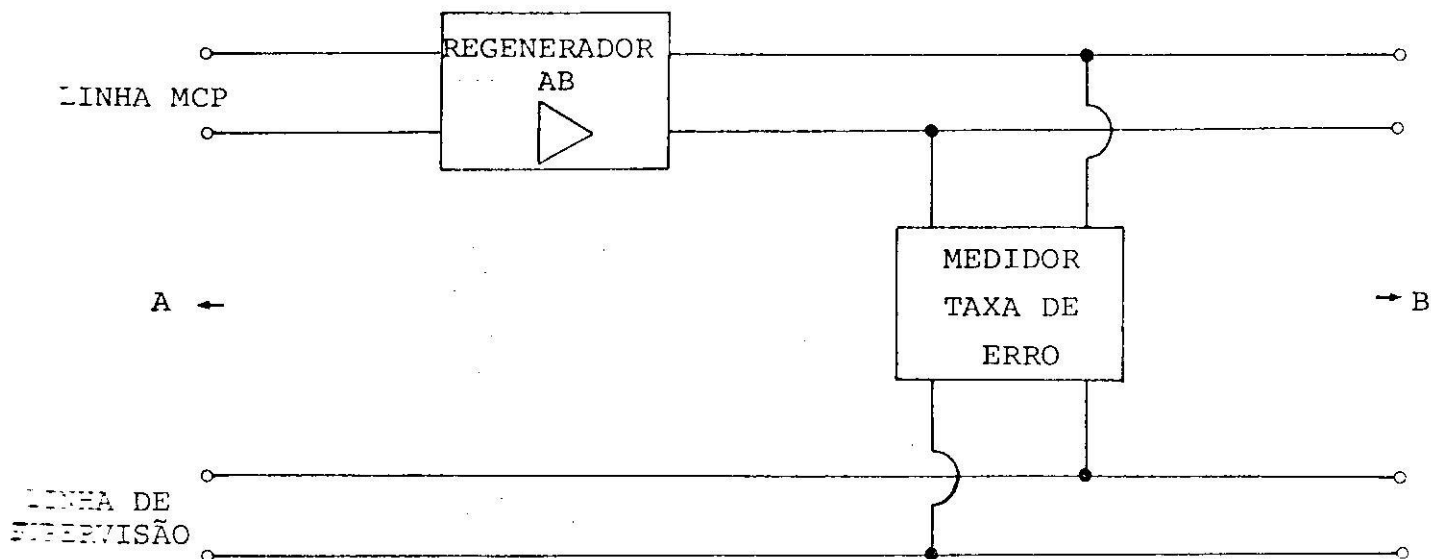


Fig. III.3.1

O sistema exige um medidor de taxa de erro dentro de cada caixa de regeneradores. Estes medidores, em geral, são montados num cartão de supervisão (exclusivo) existente dentro das caixas de supervisão, e são comuns a todos os regeneradores daquela caixa. Temos, portanto, um medidor de taxa de erro por caixa de repetidores. Sistemas mais sofisticados podem incluir o medidor nos circuitos do próprio regenerador e, assim, cada regenerador possui um medidor exclusivo.

O projeto do medidor deve levar em conta o tipo de código do sistema em que vai ser usado. Um medidor para sistemas com código HDB3, obviamente não pode ser usado em sistemas de código AMI (Fig. III.3.2).

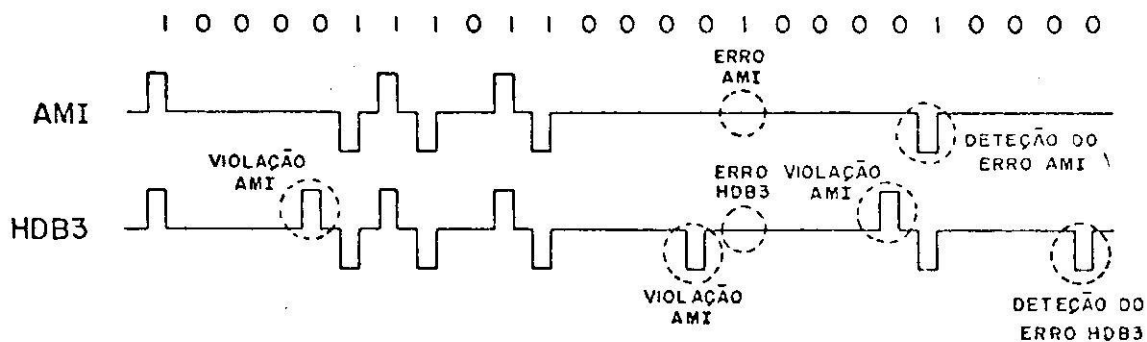


Fig. III.3.2

Como vemos pelo exemplo da Fig. III.3.2, o detector de violações não detecta o erro, mas sim a violação ocasionada pelo erro.

A grande vantagem dos sistemas de telemedição é a possibilidade de efetuar medidas de taxa de erro sem a necessidade de retirar de operação a linha MCP. Outra vantagem é que a telemedição permite a centralização da supervisão de toda uma rede complexa de rotas MCP em uma única estação (Fig. III.3.3), visto que o sistema não depende do envio de sinais de teste ao longo das linhas MCP.

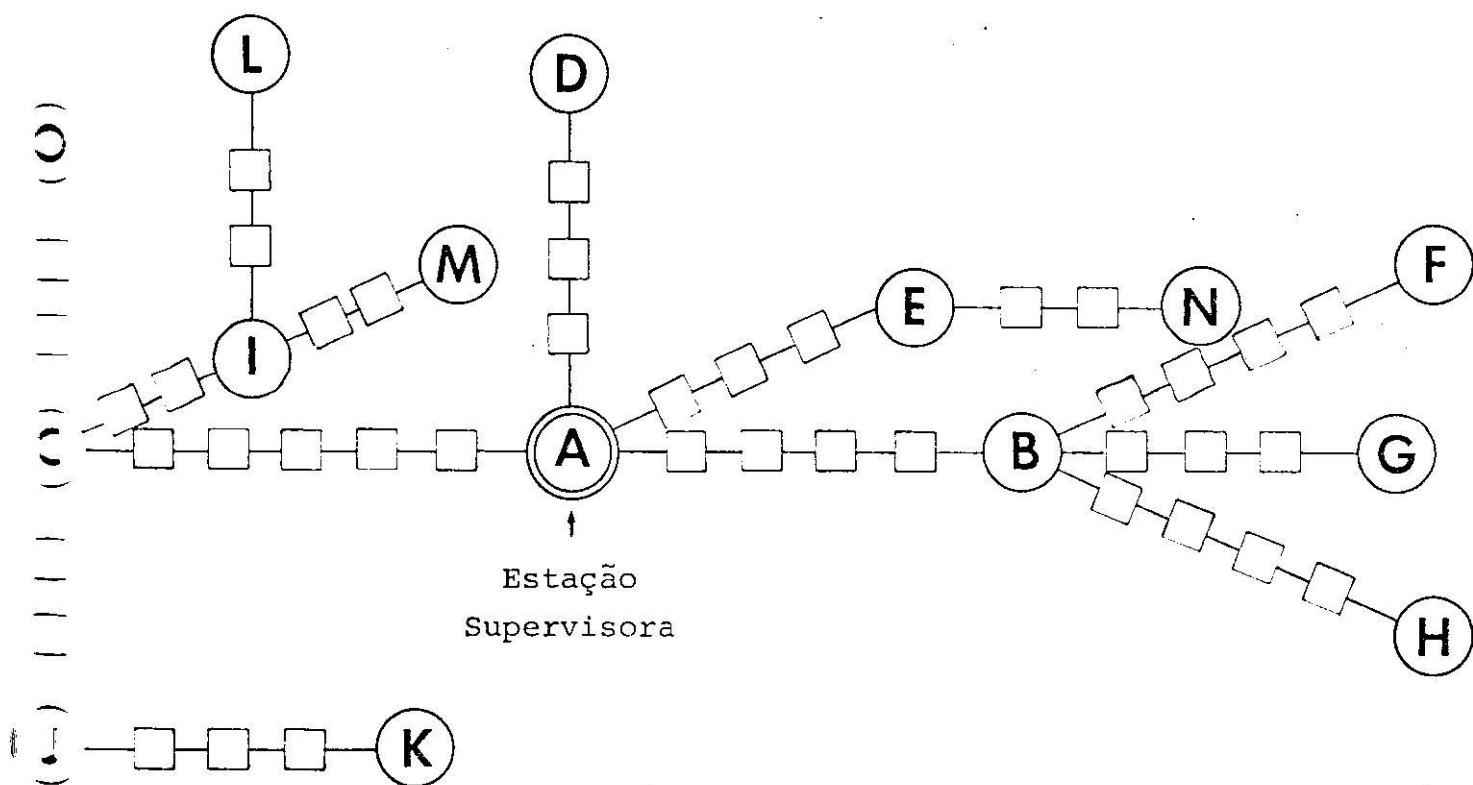


Fig. III.3.3

O único requisito para que toda a rede possa ser supervisionada da estação central é que o par de supervisão seja comum a todas as linhas.

Neste tipo de sistema, a qualidade da supervisão depende predominantemente do medidor de taxa de erro. Uma

monitoração contínua dos regeneradores pode também ser realizada, visto que a linha MCP não é retirada de operação durante a medida. Isto pode ser extremamente vantajoso, no caso de linhas MCP de grande capacidade, como 8 ou 34 Mbits/s.

III.4 - Comparação

O Sistema de Linhas Longas permite avaliar o desempenho de um regenerador utilizando o método de tripletas, como nos sistemas convencionais, ao mesmo tempo em que elimina a limitação do alcance, devido aos 18 filtros. Porém, a desvantagem principal (ineficiência) do método de tripletas é mantida.

O Enlace Digital oferece facilidades para a realização de múltiplos testes de alta confiabilidade, sendo por isso indicado para avaliação qualitativa de linhas MCP. O enlace digital é também compatível com qualquer tipo de código ou capacidade em linhas MCP.

A Telemedição é, dos três, o único sistema que permite a monitoração contínua de linhas de operação comercial. Além disso, é também o único que permite a centralização da supervisão em redes MCP complexas.

Portanto, a opção entre sistemas fica condicionada ao aspecto operacional dos mesmos. Os sistemas convencionais de tripletas são ineficientes e limitados, porém apresentam alta confiabilidade operacional sob o ponto de vista de estarem menos sujeitos a falhas, devido à simplicidade de seus circuitos.

Os sistemas de enlace digital apresentam a vantagem da qualidade dos testes, e os sistemas de telemedição, as facilidades de centralização e monitoração contínua.

CAPÍTULO IV

ALGUNS SISTEMAS COMERCIAIS DE SUPERVISÃO

IV - ALGUNS SISTEMAS COMERCIAIS DE SUPERVISÃO

Com a finalidade de avaliar a operação dos circuitos de enlace e comando de sistemas já desenvolvidos e comercializados, foram analisados alguns sistemas não-convencionais existentes no mercado. Com base nessa análise, são descritos abaixo alguns sistemas típicos que cobrem aproximadamente as diversas opções que constituem os modernos sistemas de supervisão.

IV.1 - Sistema A

IV.1.1 - Introdução

Nesta seção, analisaremos um sistema de enlace digital que permite o teste completo de um repetidor remoto sem a necessidade do uso de um par de supervisão especial. Também torna desnecessário o uso de equipamentos auxiliares para enviar comandos destinados a fechar o enlace, tais como: geradores de tripletas, unidades de discagem, geradores de palavra, etc.

A supervisão é feita através de um enlace fechado entre a saída do regenerador de uma direção com a entrada do regenerador da direção inversa, no mesmo cartão repetidor. O enlace é feito apenas pela mudança de polaridade da alimentação dos repetidores.

O sistema permite a monitoração da posição do repetidor que está sendo medido, através do medidor de tensão da fonte de alimentação da linha, na estação terminal. Quando a polarização é invertida, o ponteiro do medidor se desloca da posição central (posição de funcionamento normal) para uma nova posição à esquerda. Esta deflexão será tanto maior quanto maior for o comprimento da linha. À medida que os enlaces forem sendo formados sequencialmente, o ponteiro vai retornando à posição central, movendo-se cerca de 3/4 de divisão para cada estação repetidora intermediária. Quando o último enlace se desfaz, o ponteiro se encontra

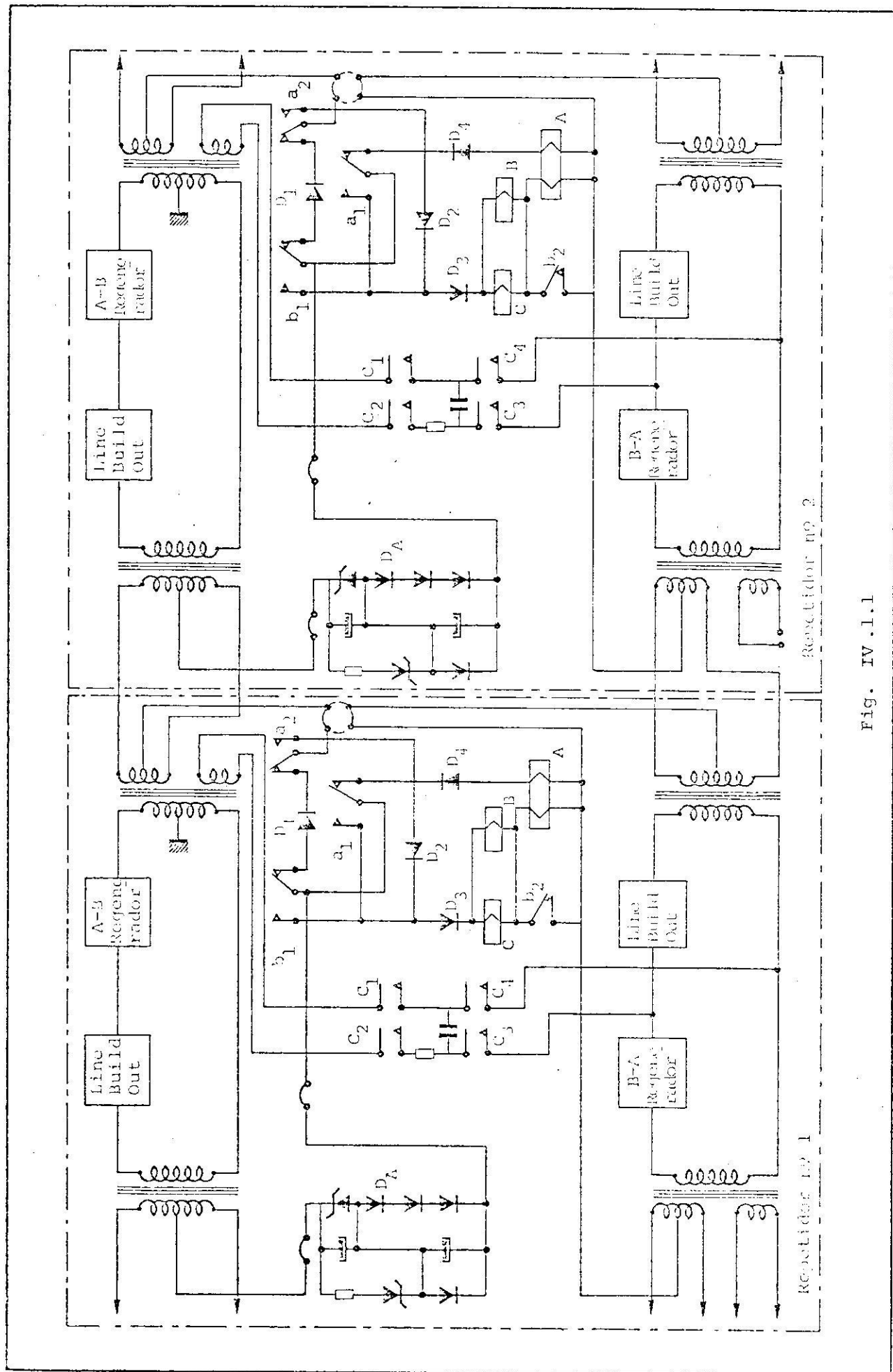


Fig. IV.1.1.1

novamente na posição inicial.

IV.1.2 - Descrição do Funcionamento

Fig. IV.1.1 - Condição Inicial:

Os repetidores da linha se encontram em operação normal. Vemos que a alimentação dos repetidores (diodos D_A) se processa através do acesso central do primário do transformador T_1 e que sua continuidade para o segmento de linha imediatamente após o regenerador é assegurada pelos contatos b_1 e a_2 dos relés B e A, respectivamente. A corrente passa através do diodo D_1 , o que significa uma queda de 0,7V a mais no circuito que deve ser levada em consideração. Como veremos a seguir, esta queda será sempre igual para qualquer um dos estados possíveis dos relés. O relé C se encontra em repouso, o que garante a não realização do enlace pelos seus 4 contatos.

Fig. IV.1.2 - Alimentação com Polarização Invertida:

No instante em que a polarização é invertida, o diodo D_1 fica cortado e o diodo D_4 polarizado diretamente. Isto provoca a passagem de corrente pelo enrolamento 2 do relé A, que muda de estado. O relé polar A é um tipo de relé especial cujo contato se mantém operado mesmo que não passe corrente alguma por seus enrolamentos. Com a mudança de estado do relé A, os contatos a_1 e a_2 mudam de posição e a continuidade de corrente através da linha passa a ser feita por esses dois contatos e mais o diodo D_2 . Observe que o diodo D_2 mantém a queda de tensão adicional igual à da condição inicial e que no momento de operação do relé A o diodo D_4 também faz o mesmo. Através da continuidade de corrente de alimentação através da linha, todos os relés A de todos os repetidores

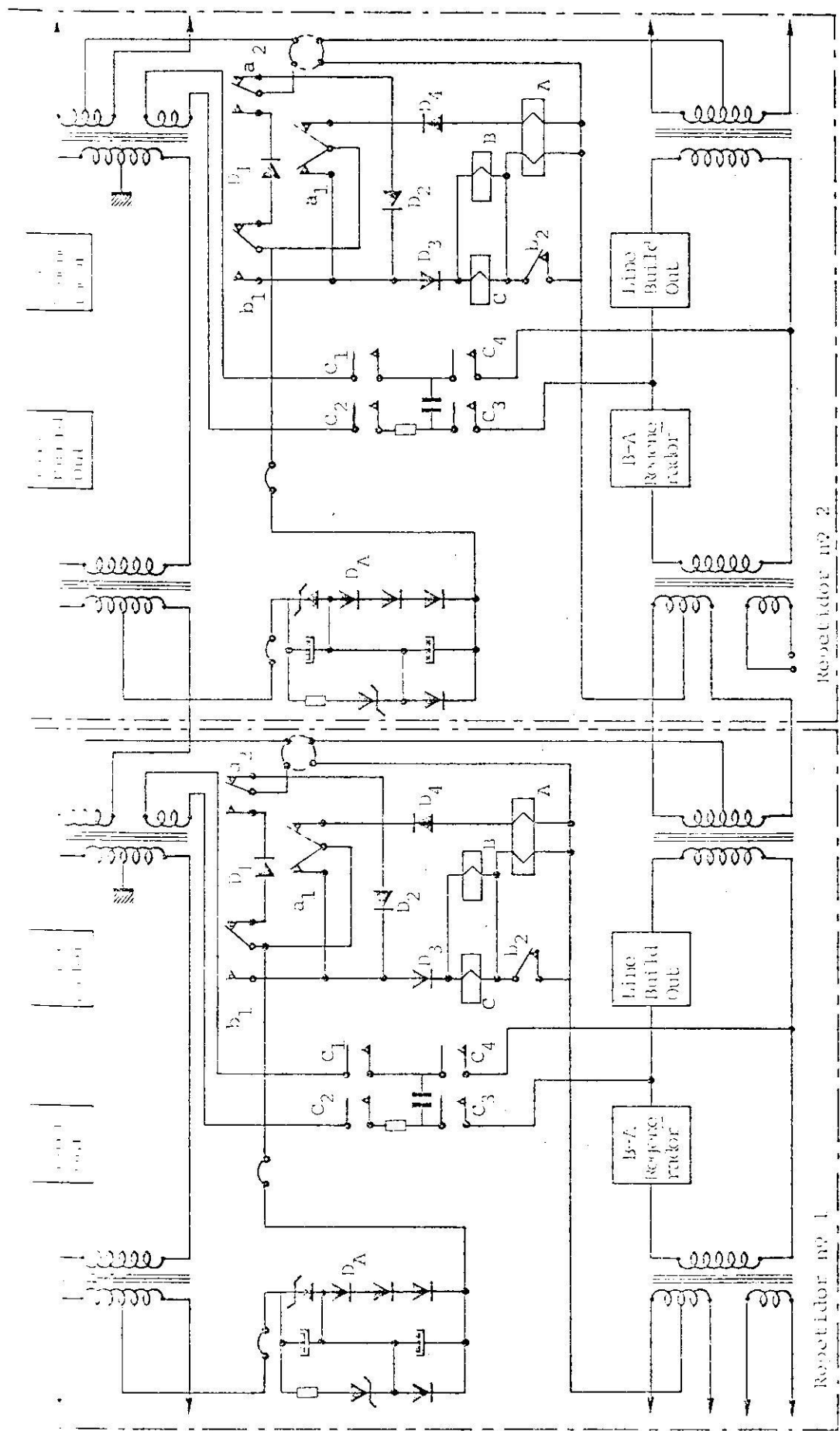


Fig. IV.1.1.2

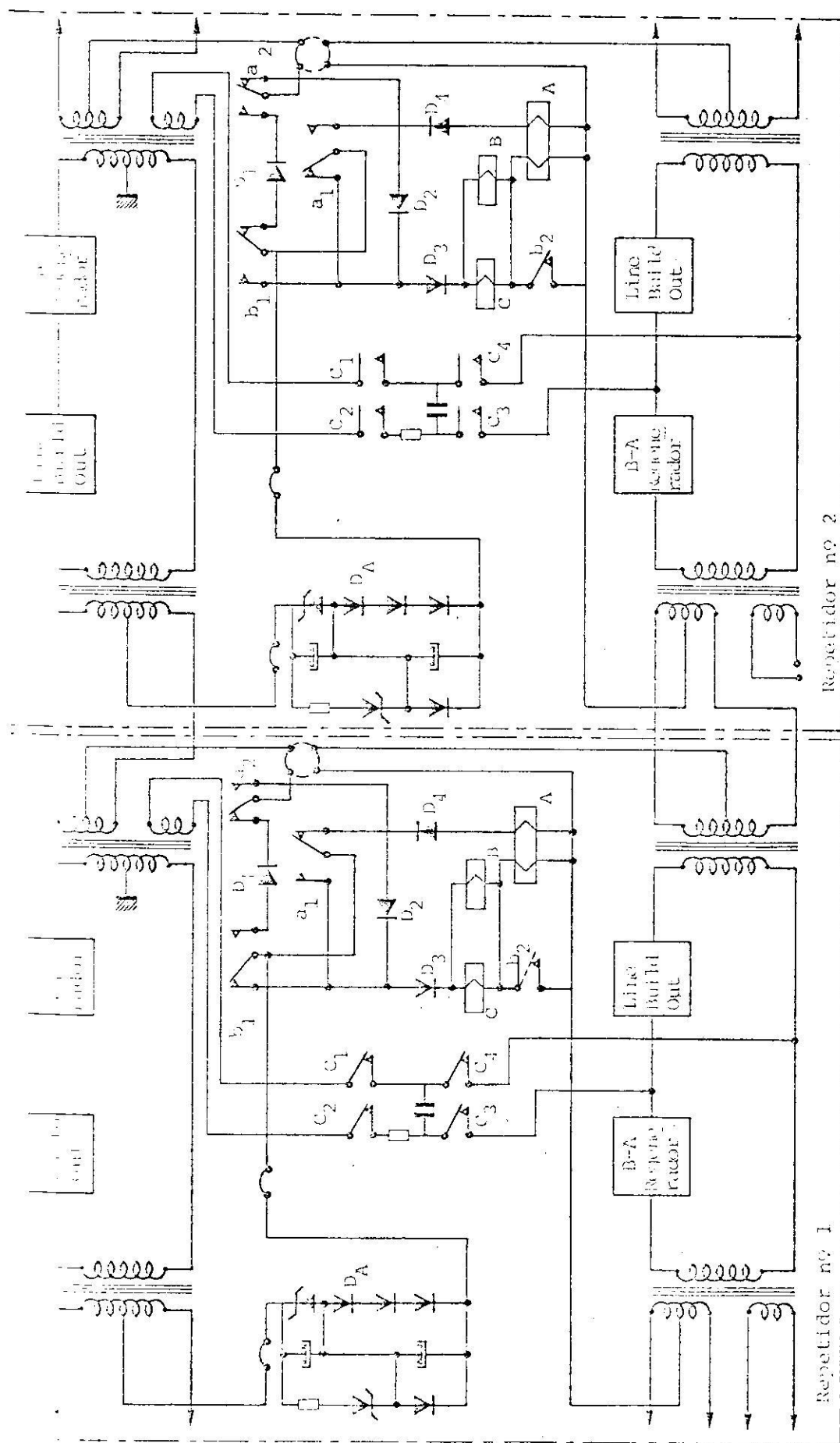


Fig. IV.1.3

ao longo da linha operam mudando de estado.

No caso de linhas longas, deve-se aguardar alguns minutos (1 minuto, em média), antes de desinverter a polarização a fim de garantir tempo suficiente para que todos os relés A ao longo da linha operem. É importante notar também que, uma vez operado, deixa de passar corrente pelo enrolamento 2 do relé A, devido à mudança de estado do contato a_1 .

Fig. IV.1.3 - Alimentação com Polarização Normal

No momento em que se recoloca a polarização da alimentação em sua posição normal, o diodo D_2 fica cortado, interrompendo a continuidade da alimentação ao longo da linha. Ao mesmo tempo, o diodo D_3 fica polarizado diretamente e a corrente passa através dos enrolamentos dos relés C, B, e, com um certo atraso causado pelo contato b_2 , pelo enrolamento 1 do relé A. Este atraso é necessário porque a corrente passa inicialmente pelo contato a_1 ; com a operação do relé B, a corrente passa a circular pelo contato b_1 e o contato b_2 abre, fazendo com que a corrente circule pelo enrolamento 1 de A, que opera mudando o estado dos contactos a_1 e a_2 para a posição inicial. Assim, a continuidade de alimentação ao longo da linha se mantém interrompida pelos contactos b_1 , a_2 e diodo D_2 , e ocorre o enlace de alimentação através dos enrolamentos dos relés. A operação do relé C fecha em enlace digital a saída do regenerador na direção A-B com a entrada do regenerador na direção B-A através dos contactos C_1 , C_2 , C_3 e C_4 . Pode-se então fazer qualquer tipo de teste com esses regeneradores até o enlace, a partir da estação terminal. A malha composta pelo resistor R_1 e capacitor C_1 fica inserido no enlace e tem por função simular uma linha de transmissão equivalente ao comprimento do cabo entre dois repetidores, in

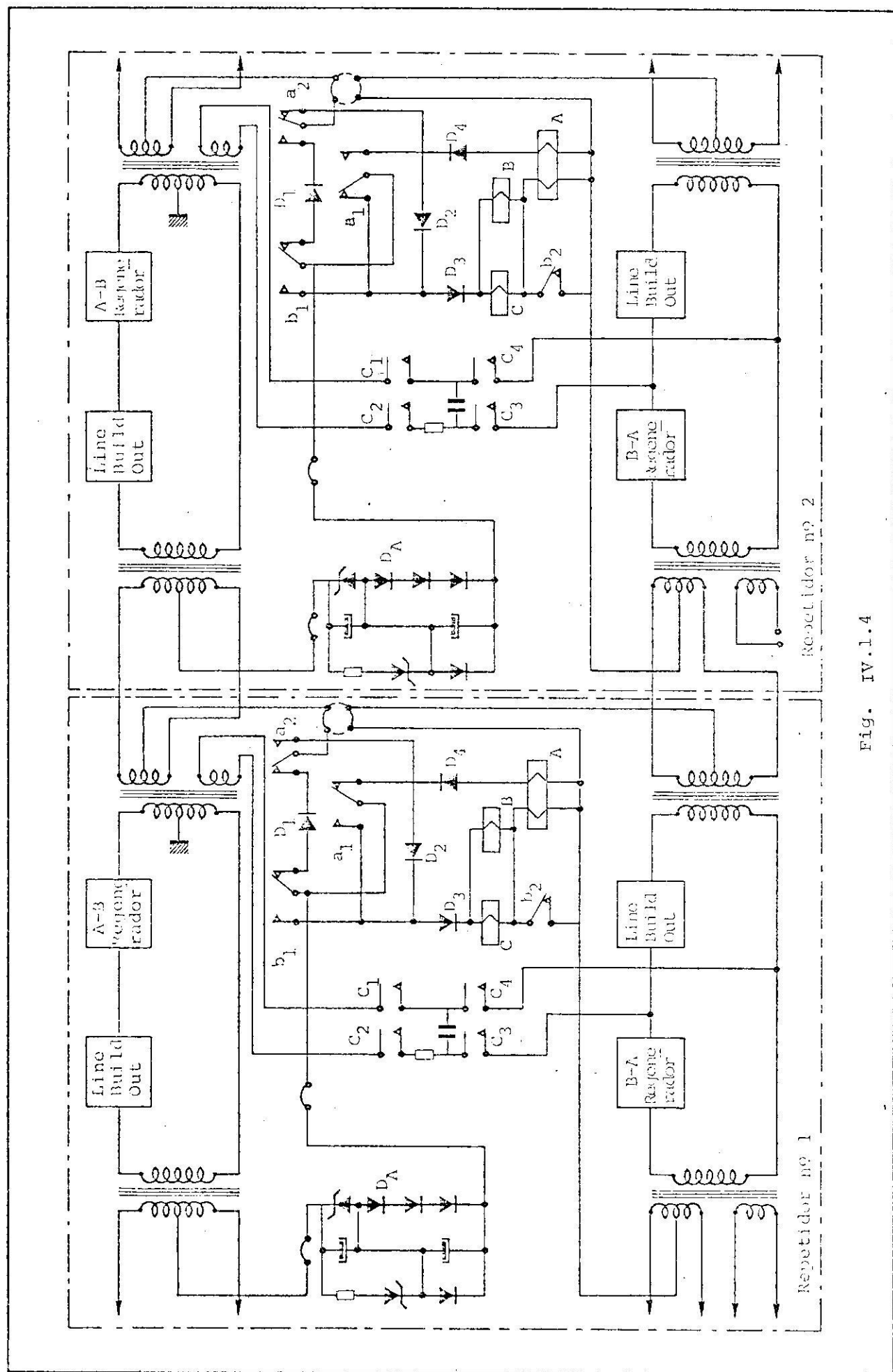


Fig. IV.1.4

troduzindo um corte em altas frequências. Note que o diodo D_3 no circuito dos relés A, B e C continua produzindo a queda de 0,7V. Com o enlace completado na 1ª caixa, a caixa de repetidores seguinte permanece com o relé A armado na posição anterior e portanto pronta para realizar enlace por sua vez.

Fig. IV.1.4 - Alimentação Desligada:

Ao faltar alimentação, os relés B e C desarmam, desfazendo o enlace e o relé A, devido à suas características especiais, se mantém na posição assumida no caso anterior.

Notar que a posição dos contactos dos relés, neste caso, é idêntico à condição inicial, ou seja, a condição de funcionamento normal.

Obviamente, nada acontece na caixa de repetidores seguinte.

Fig. IV.1.5 - Alimentação Conectada na Posição Normal novamente:

Vemos que nada acontece na 1ª caixa que permanece na posição de funcionamento normal. Na 2ª caixa, ao receber a alimentação, os relés assumem a mesma posição da 1ª, no caso III, fechando então o enlace. Para desconectar esse enlace, basta repetir a operação IV (esquema VI).

Assim, repetindo sequencialmente as operações III e IV, podemos fechar o enlace sucessivamente em todos os repetidores da linha, um por um. Quando o enlace do último repetidor for desconectado pelo operação IV, toda a linha estará novamente na condição inicial de operação normal.

Note-se que, se após testarmos um certo

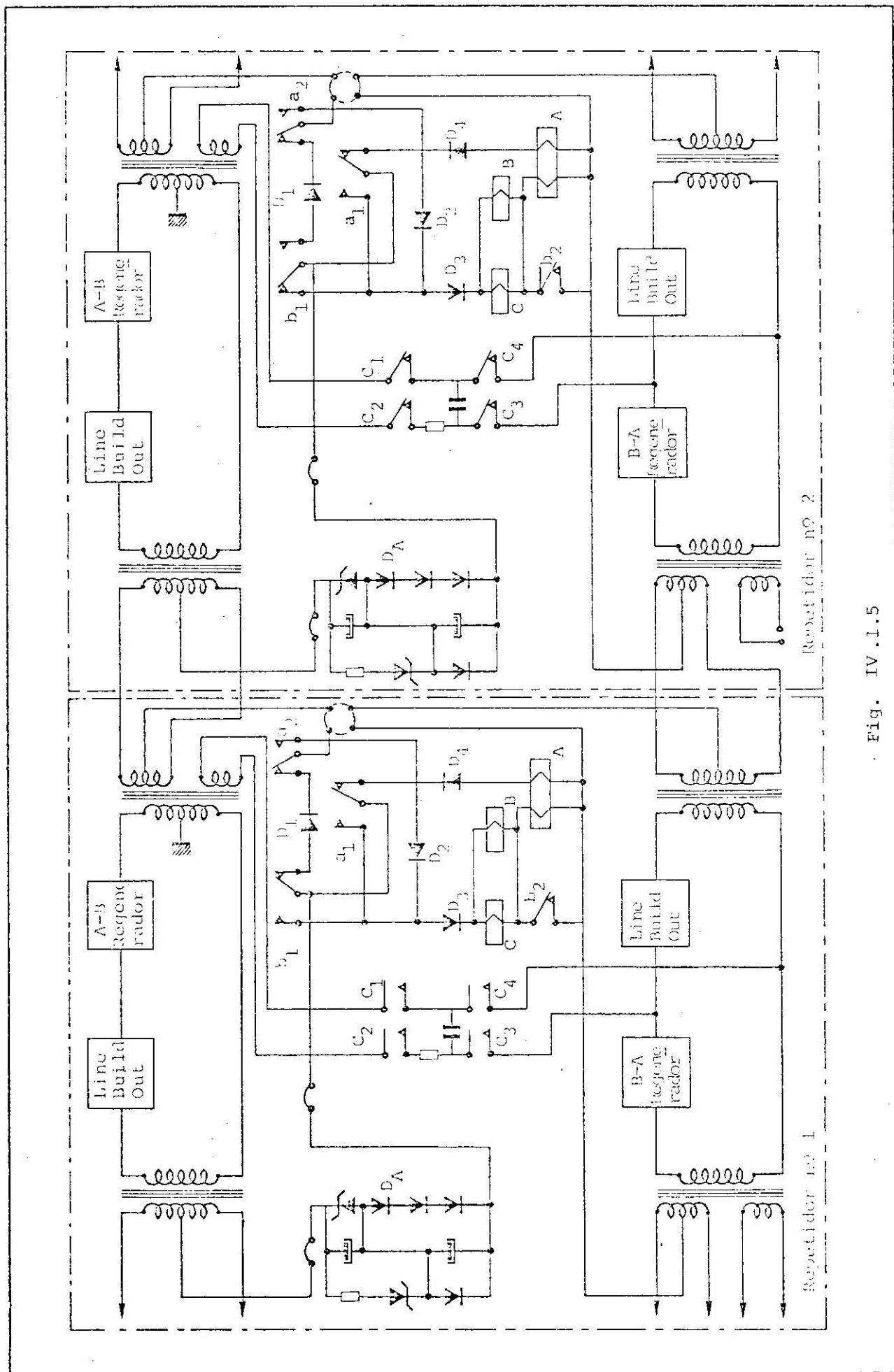


Fig. IV.1.5

repetidor e passarmos o enlace ao repetidor seguinte, desejarmos voltar o enlace ao primeiro, é preciso energizar novamente todos os relés A da linha (por inversão da corrente), e recomeçar a fazer os enlaces a partir do primeiro repetidor.

IV.1.3 - Comentários

Este sistema de supervisão apresenta várias vantagens sobre os sistemas convencionais:

1 - Não produz nenhum acoplamento elétrico entre os diferentes sistemas MCP que passam por uma mesma caixa repetidora.

2 - Não necessita de par de supervisão..

3 - Permite testes acurados dos repetidores (por exemplo, medidas de taxa de erro).

4 - Não requer equipamentos adicionais para fechar os enlaces.

5 - Dispensa a introdução de uma placa adicional para supervisão na caixa repetidora.

6 - Não usa filtros dispendiosos.

7 - Pelo mesmo motivo do item 5, apresenta uma confiabilidade maior.

Como principais desvantagens , podemos citar:

1 - Encarece as unidades repetidoras , pois exige a introdução de 3 relés (um deles, de desenho especial) e 4 diodos no circuito de cada uma delas.

2 - Pelos mesmos motivos, as dimensões físicas, ou melhor, o volume ocupado pela unidade repetidora é maior que no sistema convencional.

3 - Só permite a realização da supervisão, a partir de um terminal das estações repetidoras que são alimentadas por esse mesmo terminal.

4 - O sistema de monitoração deixa a desejar, pois pode induzir o operador em erro quanto à definição de qual repetidor está sendo testado no momento.

5 - Somente completa os enlaces em forma sequencial a partir do 1º repetidor, ou seja, não permite selecionar diretamente um repetidor qualquer no meio da linha a ser testado.

6 - Necessita da inclusão de um medidor de tensão com ponteiro, na unidade da fonte de alimentação de linha para a monitoração das operações de supervisão. Este instrumento revela - se, contudo, insuficiente para uma monitoração perfeita.

7 - Requer uma queda de tensão adicional de 0,7 V em cada repetidor.

IV.2 - Sistema B

IV.2.1 - Introdução

Este sistema é também um sistema de enlace digital e uma filosofia de projeto semelhante à do sistema A, permitindo entretanto que o repetidor a ser testado seja selecionado diretamente através de uma unidade de discagem existente na estação supervisora. O sistema necessita de um par de supervisão, o que o torna menos econômico que o sistema A sob o ponto de vista de ocupação de cabos multipares.

Permite também atender a um número "N" de repetidores só limitado pela alimentação dos circuitos de supervisão (pelo par de supervisão) da linha.

IV.2.2 - Descrição do Sistema

O sistema consta basicamente de dois equipamentos distintos:

- a) uma "caixa" de controle de supervisão, portátil, que pode ser conectada a qualquer par de supervisão de qualquer sistema MCP existente numa central telefônica.
- b) um circuito de supervisão montado em placa própria e colocado em cada caixa de repetidores ao longo das rotas MCP e ligado a todos os repetidores desta caixa.

IV.2.2.1 - Caixa de Controle de Supervisão

Na Fig. IV.2.1 vamos o diagrama do circuito de uma caixa de controle antes da aplicação de energia ao seu sistema de alimentação, ou seja, em posição de repouso. Os circuitos de uma caixa de controle compreende:

- uma fonte de corrente para alimentação dos sistemas de supervisão nas caixas de repetidores;
- uma fonte de tensão de +24 volts D.C. regulada;
- um circuito de controle de seleção da caixa de repetidores a ser testada com um mostrador indicativo;
- um circuito para desarmar o enlace distante.

A fonte de alimentação pode ser conectada à rede de 127 ou 220 V ^{RMS}; a chave S_2 permite selecionar essa tensão. S_1 é a chave liga/desliga do sistema. Temos a seguir, um transformador de entrada

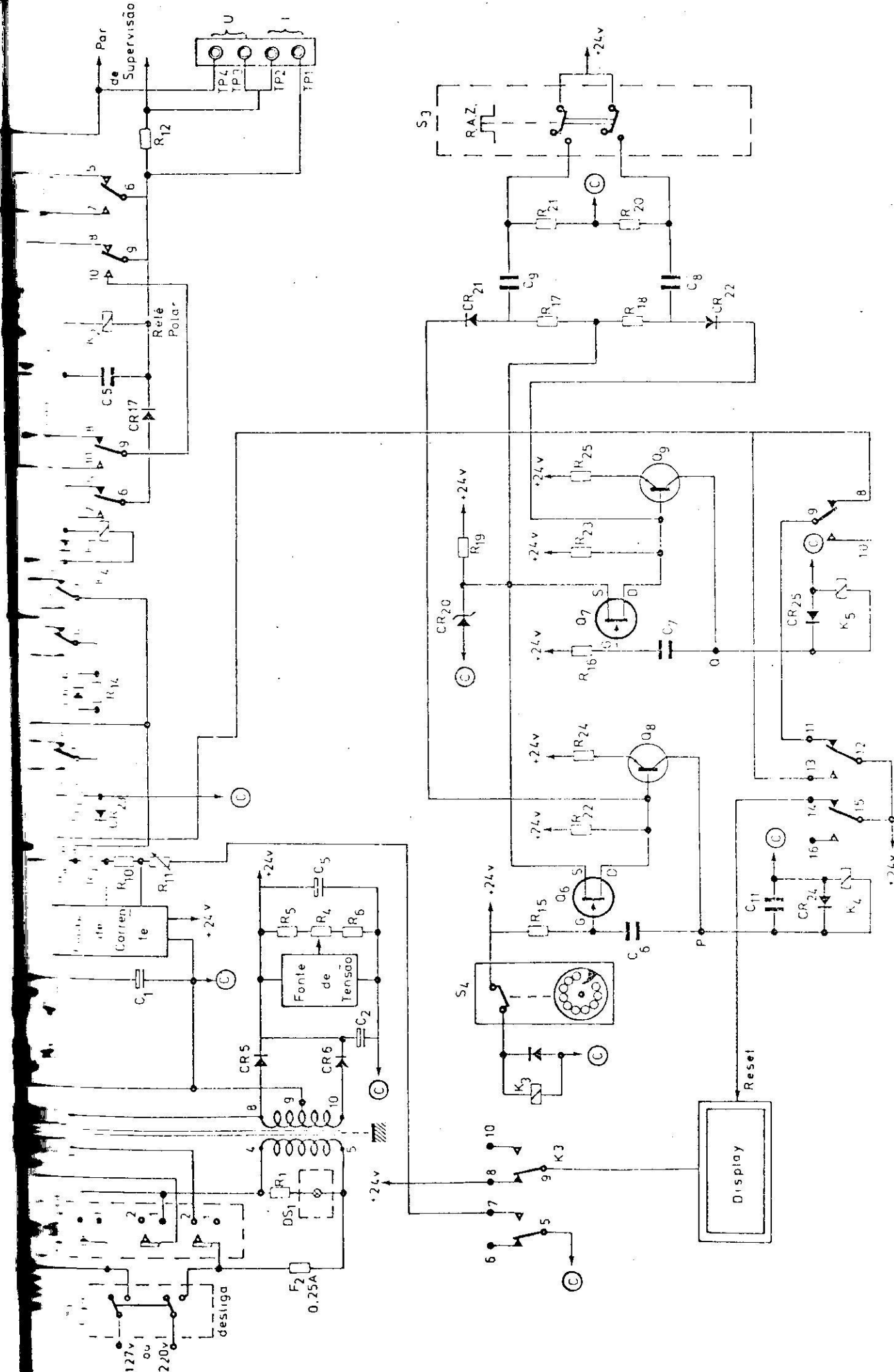


FIG. IV.2.1

duplo que fornece tensões para as fontes de corrente e tensão, 190V e 24V, respectivamente. A retificação para a fonte de corrente é feita por um retificador em ponte e para a fonte de tensão por um retificador de onda completa. A fonte de corrente fornece uma corrente constante de 15mA, ajustada pelo valor do resistor R11, a tensão pode chegar a 240(V).

A fonte de tensão fornece +24V necessários ao funcionamento dos circuitos da caixa de controle.

No momento em que se aplica 127 ou 220 no circuito de alimentação da caixa (ver Fig. IV. 2.2), a fonte de tensão fornece +24V ao circuito, e podemos notar as seguintes mudanças nos contactos dos diversos relés:

- o relé K3 opera conectando o divisor de tensão na saída da fonte de corrente (extremo de R11) à terra, através dos contactos 5 e 7.
- os relés K4 e K5 do circuito de desarme da supervisão também operam. É evidente que neste caso o botão de desarme R.A.Z. não está operado, portanto os transistores Q8 e Q9 estão saturados e a tensão de +24V está presente nos pontos "P" e "Q" do circuito e passa corrente pelos enrolamentos dos relés.
- os contactos 12 e 13 do relé K4 aplicam +24V ao enrolamento do relé K6, que também opera enviando então a corrente da fonte de corrente para a linha de supervisão.

As bobinas dos diferentes relés na linha de supervisão são conectadas em série e a re

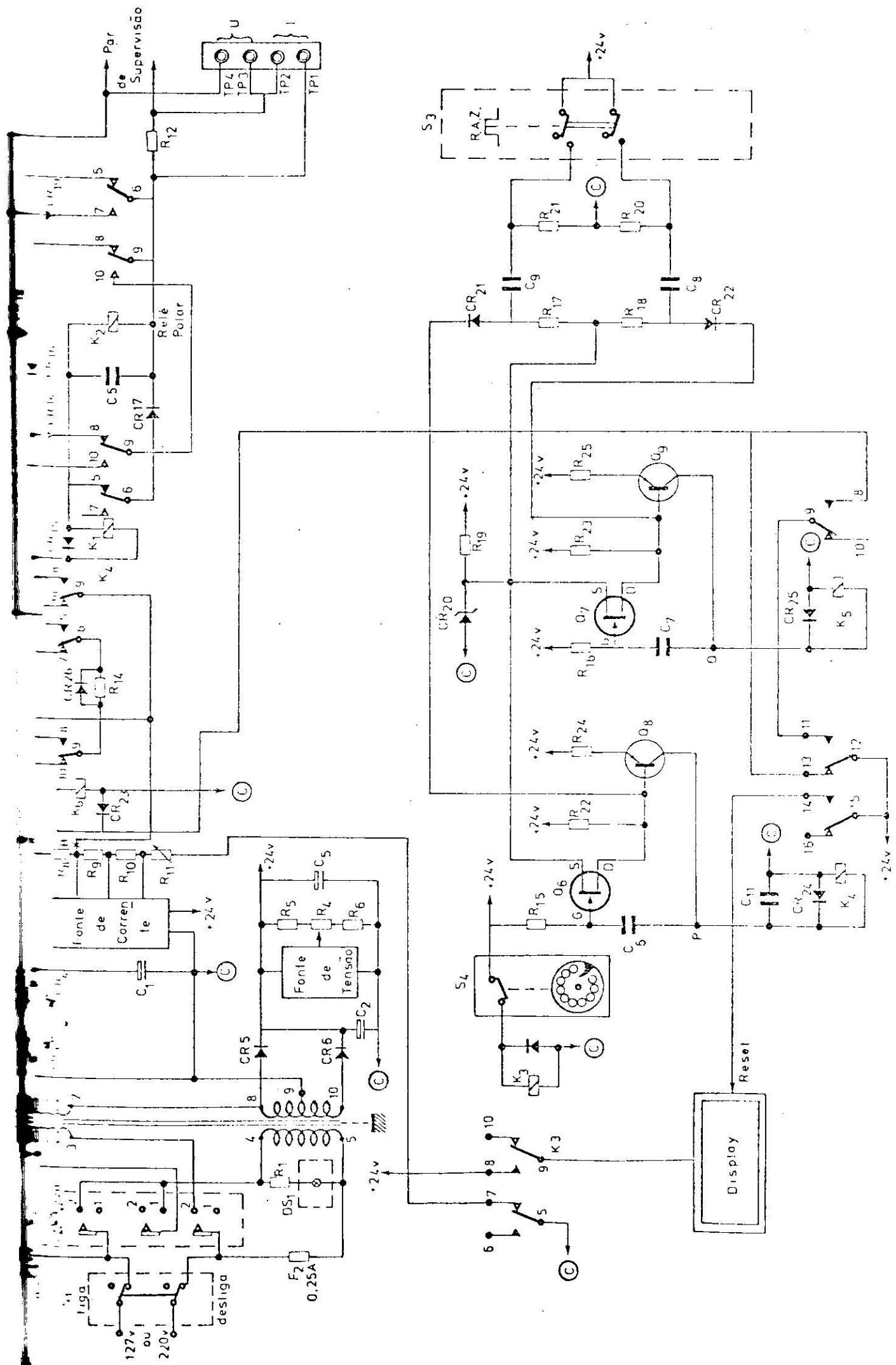


FIG. IV.2.2/ IV.2.3

sistência total constituída por seus enrolamentos é bastante alta. Consequentemente , a corrente de supervisão flui através dos seguintes circuitos de baixa resistência:

- a) Inicialmente, antes da operação dos relês K1 e K2. Ponto A, contactos 10 e 9 do relê K6, diodo CR26, contato 6 e 7 do relê K4, bobina do relê K1, contato 5 e 6 do relê K1, diodo CR17, contato 6 e 5 do relê K2, diodo CR18, contato 9 e 10 de K4 e Ponto B (Fig. IV.2.3).
- b) Depois da operação de K1 e K2 (a operação de K2 é atrasada pelo capacitor C5). K2 é um relê do tipo polar. Ponto A, contato 10 e 9 de K6, diodo CR26, contato 6 e 7 de K4, bobina do relê K1, bobina e contactos 9 e 10 de K2, contato 9 e 10 de K1, diodo CR18, contato 10 e 9 de K4, Ponto B (Fig. IV. 2.4).

Portanto, nada ocorre na linha de supervisão. As resistências das bobinas dos relês K1 e K2 são respectivamente 890 e 2040 , a queda de tensão neste circuito é portanto:

$$V = (890+2040) \times 15 \cdot 10^{-3} = 44 \text{ volts.}$$

Desta forma, a linha de supervisão fica automaticamente fechada em enlace na "caixa número 0", ou seja, na caixa de controle de supervisão.

A seleção de uma caixa de repetidores distante é feita por sucessivas interrupções da corrente de alimentação do par de supervisão. O processo de operação da seleção é feito passo a passo. Após a 1ª interrupção, a corrente passa a fluir através dos circuitos de baixa resistência

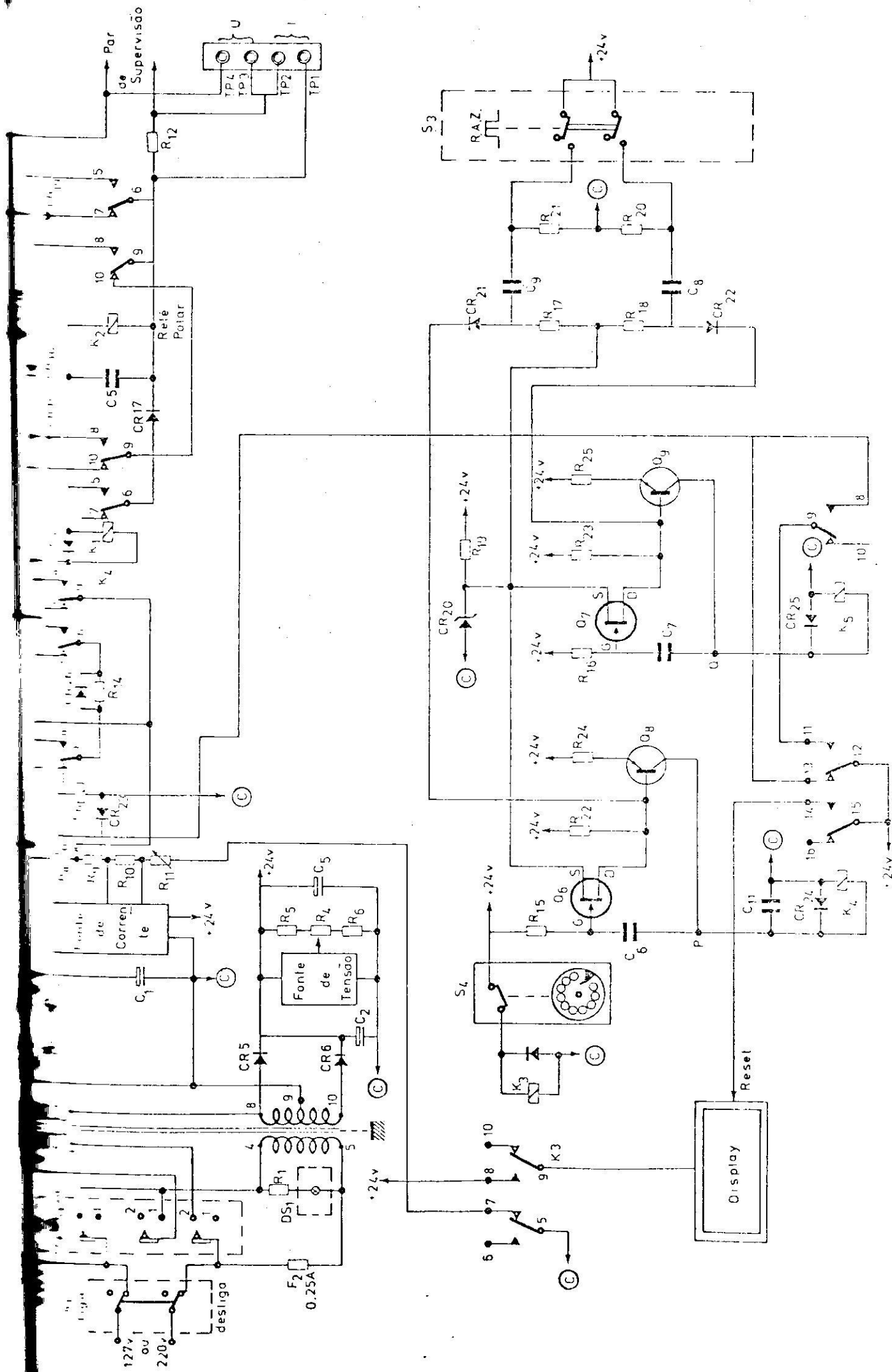


FIG. IV.2.4

da placa de supervisão da caixa de repetidores nº 1. Após a 2ª interrupção, a corrente passará a fluir pelos circuitos da caixa nº 2, e assim sucessivamente, até a caixa nº n desejada que, dessa forma, é selecionada pelo número total de interrupções produzidas no fornecimento de corrente.

As interrupções são produzidas pela operação da chave S4, que nada mais é que um disco telefônico. O nº chamado correspondente à caixa de repetidores desejada é monitorado pelo mostrador conectado aos contatos 9 e 10 do relé K3. Para melhor entendimento, vamos supor que desejamos fechar o enlace na 25ª caixa de repetidores de uma linha MCP.

Neste caso, temos de discar em sequência os seguintes algarismos: 0 - 0 - 5. A operação da chave S4 interrompe o fornecimento da tensão de +24V_{DC} à bobina do relé K3, desarmando o mesmo. Ao desarmar K3, os contatos 5 e 7 abrem o circuito do divisor de tensão, da fonte de corrente (extremidade de R11/terra) e a corrente de alimentação cessa. Ao mesmo tempo, a tensão de +24V_{DC} é aplicada à entrada do mostrador pelos contatos 9 e 8 de K3. Após a sequência da discagem, a corrente é interrompida sucessivamente 24 vezes, ao passo que a tensão de +24V é aplicada também 25 vezes ao mostrador, aparecendo no mesmo nº 25, correspondente portanto ao nº da caixa de repetidores, onde se efetua, neste momento, o enlace. Através do mostrador temos, portanto, uma perfeita monitoração do enlace de supervisão.

Mais adiante, quando passarmos à análise dos circuitos de supervisão das caixas de repetidores, descreveremos o efeito das interrupções de corrente e o consequente fechamento de enlace. Vamos, por enquanto, observar o que acontece na caixa nº 0, ou seja, na caixa de controle.

No momento em que a corrente é interrompida, vemos que cessa a alimentação das bobinas dos relés K1 e K2. Consequentemente, K1 desopera e seus contatos voltam à posição de repouso (contatos 6 conectado com 5 e 9 com 8). Entretanto, os contatos de K2 não mudam de posição por ser este um relé polar. Quando a corrente é restabelecida, passa então a fluir pelo seguinte caminho:

Ponto A, contatos 10 e 9 de K6, diodo CR26, contatos 5 e 7 de K4, diodo CR14, contatos 8 e 9 de K1, contatos 10 e 9 de K2, R12, par de supervisão, circuito de supervisão da 1ª caixa de repetidores, retorno pelo par de supervisão, contatos 10 e 9 de K4 e ponto B fechando o circuito (Fig. IV.2.5). Observe que não existe nenhuma resistência no circuito a não ser R12 que é um resistor de baixo valor, cuja única função é derivar uma tensão para os pontos de teste T_{p3} , T_{p2} e T_{p1} . Os relés K1 e K2 não voltam a operar nesta condição, pois a corrente não passa mais por seus enrolamentos. Os diodos CR26, CR14, CR16, CR17, CR18 e CR19 tem a função de dirigir a corrente pelo circuito desejado e no momento da seleção de um repetidor distante, apenas CR26 e CR14 permanecem no circuito da corrente. Portanto, a queda total de tensão neste circuito é cerca de 1,4V mais a queda no resistor R12. O diodo CR15, a exemplo dos diodos CR23, CR24, CR25 e aquele em paralelo com o enrolamento de K3 tem por função proteger os respectivos relés se, porventura, surgir no circuito uma corrente qualquer de sentido inverso ao normal, CR15 protege especialmente K1 durante a operação de desarme do sistema quando uma corrente reversa efetivamente circula pelo circuito.

Temos ainda, na saída da caixa de controle, ou entrada do par de supervisão, os pontos de teste T_{p4} , T_{p3} , T_{p2} e T_{p1} . Entre T_{p1} e T_{p2} , bornes de R12, podemos medir a intensidade da corren

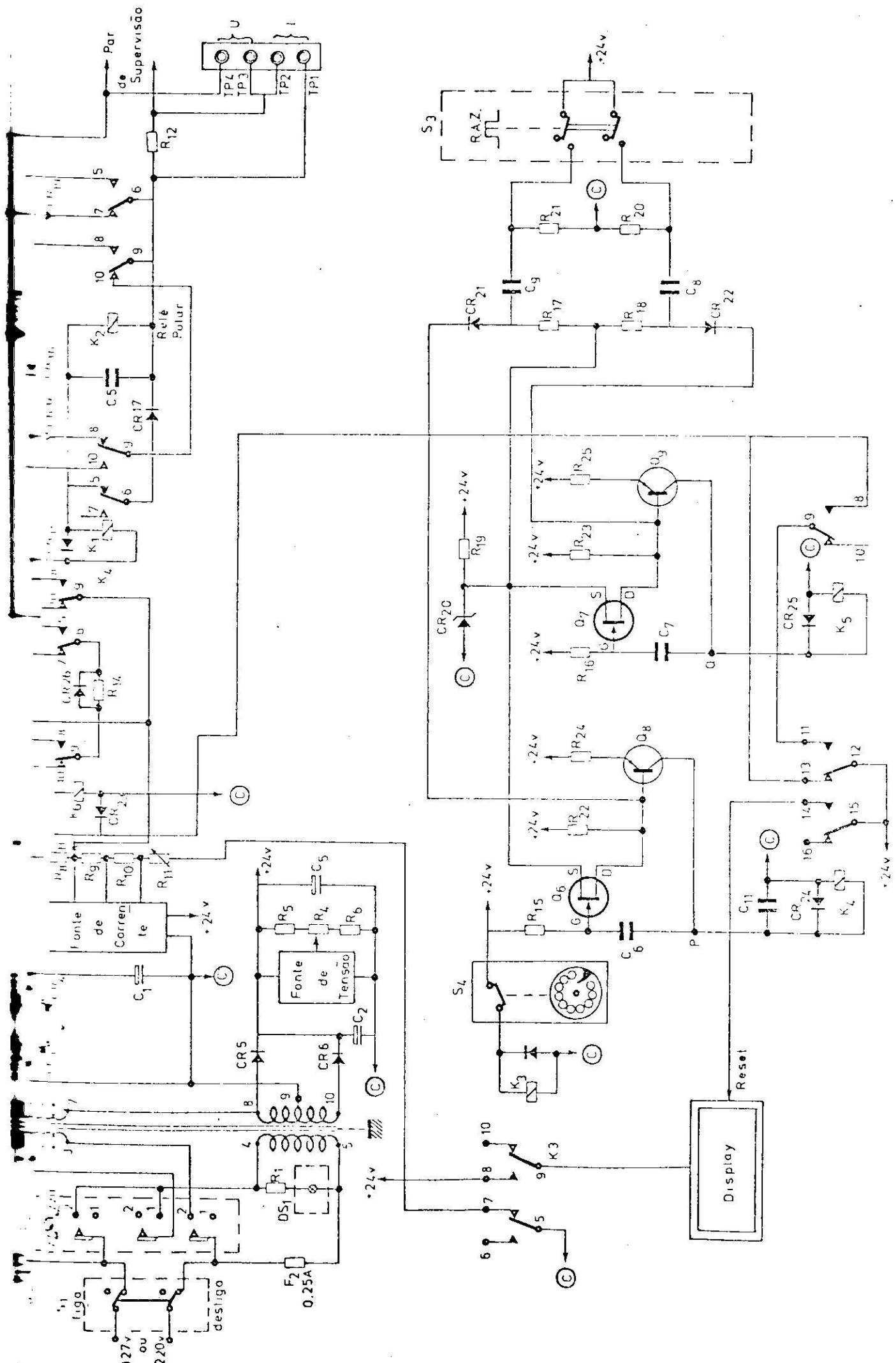


FIG. IV.2.5

te de supervisão.

Entre T_{p3} e T_{p4} , a tensão no par de supervisão. Esta tensão aumenta cerca de 3V cada vez que uma nova caixa de repetidores é selecionada.

A análise da operação de desarme será feita oportunamente após a análise dos circuitos de supervisão das caixas de repetidores.

IV.2.2.2 - Caixa de Repetidores

Numa caixa de repetidores, os circuitos de supervisão compreendem duas partes distintas, a saber:

- a) uma placa geral comum a todos os repetidores de uma mesma caixa (Fig. IV. 2.6).
- b) um relé e um circuito lógico existente em cada repetidor e comum aos dois regeneradores (Fig. IV.2.7).

Para maior facilidade de análise, vamos supor uma caixa de repetidores qualquer nº n, situada sobre uma linha de MCP (esta caixa poderia ser a de nº 25, do exemplo anterior), onde se deseja fechar o enlace. Já vimos o que ocorrena caixa de controle no momento em que o disco seletor é acionado, e como a corrente é aplicada no par de supervisão. Após a 1ª interrupção, a corrente circulando pelo par de supervisão atinge a caixa de repetidores nº1 pelo seu terminal de conexão 1, e percorre o seguinte caminho no circuito (Fig. IV. 2.6):

Terminal 1, bobina do relé K1, bobina de K2, contatos 5-6 de K2, diodo CR3, contato 5-6 do relé polar K3, diodo CR4 e terminal 2; retornando à fonte de corrente da caixa de controle pelo par de supervisão.

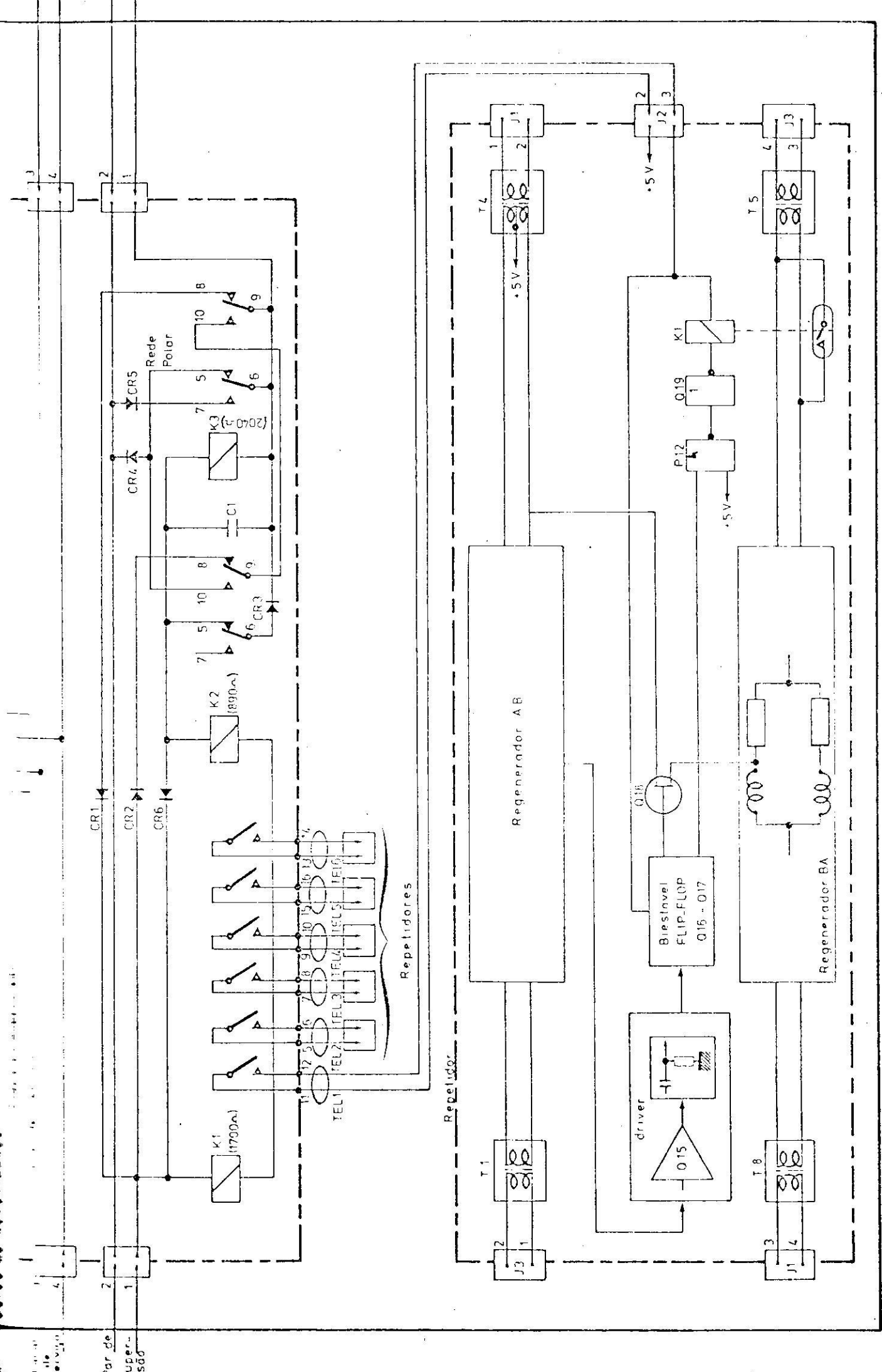


FIG. IV.2.6

Devido à circulação de corrente por suas bobinas, os relés K1 e K2 operam, e um pouco mais tarde, também K3 opera (a operação de K3 é retardada pelo capacitor C1). O percurso da corrente passa a ser o seguinte:

Terminal 1, bobina de K1, bobina de K2, bobina e contatos 9 e 10 de K3, contato 9 e 10 de K2, diodo CR4 e terminal 2 (Fig. IV.2.8).

Neste momento, o enlace está fechado na caixa nº 1. A queda de tensão neste circuito, considerando que as bobinas de K1, K2 e K3 possuem resistências de 1700 , 890 e 2040 , respectivamente, pode ser calculada, sendo de:

$$\begin{aligned} V_1 - V_2 &= (1700 + 890 + 2040) \times 15 \times 10^{-3} = \\ &= 70 \text{ volts aproximadamente} \end{aligned}$$

Esta é, portanto, a queda que cada circuito de supervisão, quando o enlace está formado, apresenta no sistema.

No momento em que ocorre uma 2ª interrupção de corrente, os relés K1, K2 e K3 desoperam. Os contatos de K1 e K2 voltam à posição inicial, mas os contatos de K3 permanecem na posição anterior por ser este um relé polar. Quando a corrente é restaurada, passa a fluir então pelo seguinte circuito:

Terminal 1, diodo CR2, contato 8 e 9 do relé K2, contato 9 e 10 de K3 e terminal 1 na saída da caixa.

A queda de tensão nesta caixa passa a ser 0,7 V (queda no diodo CR2).

Neste momento, os relés K1, K2 e K3 da caixa nº 2 operam fechando o enlace naquela caixa. Esta operação se repete sucessivamente a cada in

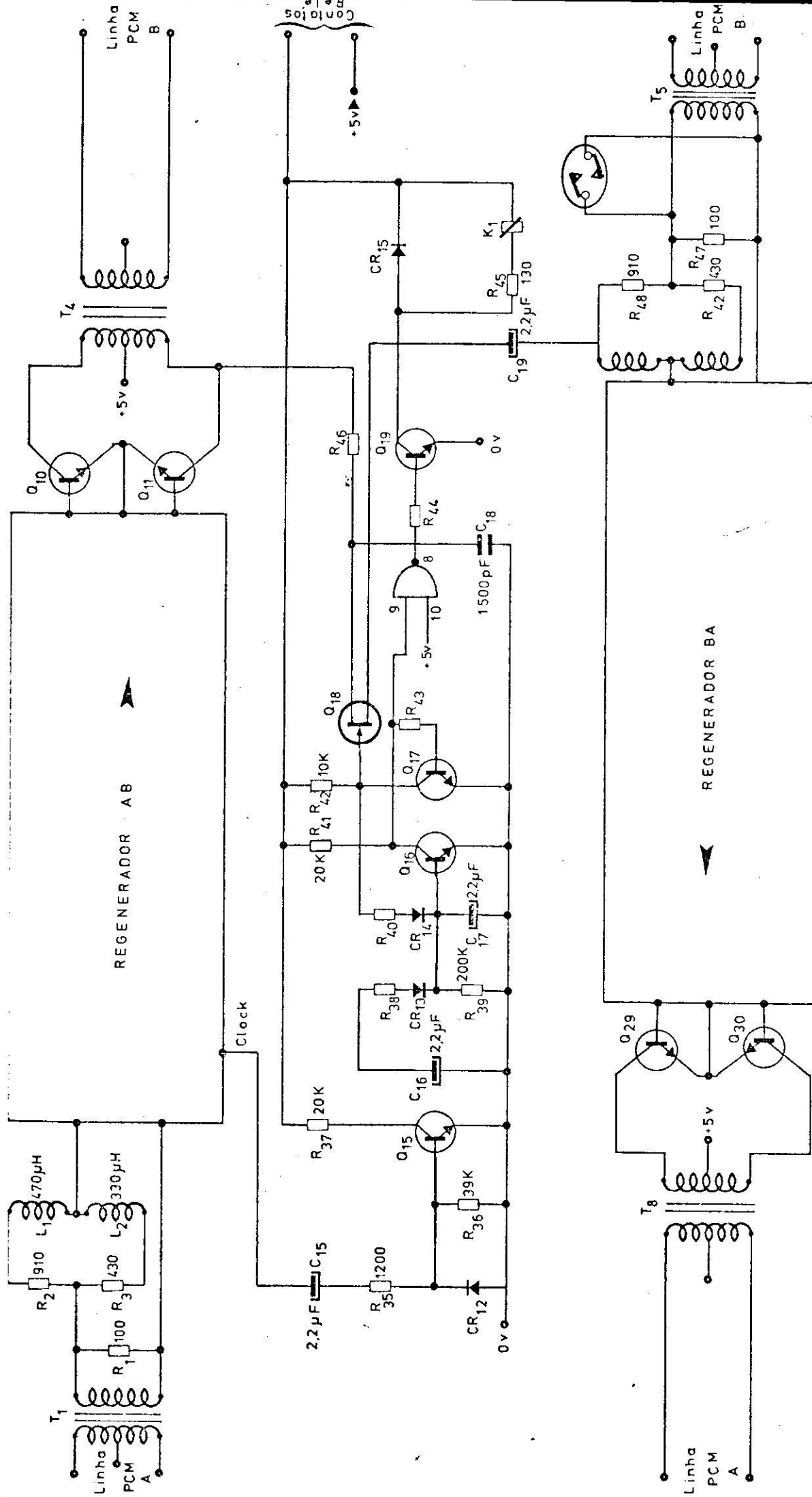
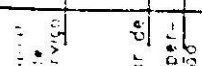


Fig. IV.2.7



terrupção de corrente e podemos dizer que o enlace "caminha" ao longo da linha até a caixa n desejada.

Temos, então, a caixa n em enlace. Isto significa que todos os repetidores desta caixa podem ter seus regeneradores fechados em enlace, isto porque o relé K1 da placa de supervisão, uma vez operado, aplica uma tensão de +5V ao circuito biestável formado pelos transistores Q16 e Q17 em todas as placas de repetidores desta caixa (ver Figs. IV.2.6 e IV.2.7).

Podemos considerar então dois diferentes casos:

- a) se todas as ligações MCP que passam pela caixa nº n estão operando corretamente na direção de transmissão AB pelo menos até esta caixa, e se os regeneradores desta caixa também estão funcionando perfeitamente, então temos pulsos estreitos do circuito biestável do driver, resultantes da diferenciação dos sinais de relógio, sendo alimentados continuamente à base do transistor Q16 em cada placa de repetidores. Consequentemente, o circuito biestável Q16 e Q17 de cada placa permanece desarmado após a aplicação de +5V_{DC} pelo relé K1 da placa de supervisão. Temos então um nível lógico "0" na saída 1 do circuito de Q16/Q17 que mantém o transistor de efeito de campo Q18 bloqueado e um nível lógico "1" presente na saída 0 de Q16/Q17, que segura a porta NAND P12 no nível lógico 0, que, por sua vez, após o inversor Q19 assume o nível lógico "1" (+5V), que

mantém o relé K1, da placa do repetidor desoperado (não confundir este último K1 com o relé K1 da placa de supervisão) (Fig. IV.2.7).

- b) se qualquer das ligações MCP que passam pela caixa "n" apresentarem defeito antes desta caixa, ou mesmo nesta caixa, na direção de transmissão AB, e se este defeito é tal que os sinais de relógio não mais estão presentes nesta placa repetidora, então o circuito biestável Q16/Q17 desta placa deixa o seu estado desarmado tão logo a tensão de $+5V_{DC}$ lhe é aplicada pelo relé K1 da placa de supervisão. Consequentemente, temos agora um nível lógico "1" presente a sua saída 1, o que desbloqueia o transistor de efeito de campo Q18 e um nível lógico "0" na saída 0, que produz um nível "1" na saída da porta NAND P12, nível este que após o inversor Q19 assume nível "0", causando a operação do relé K1 da placa repetidora.

Nestas condições, o transistor Q18 fecha o regenerador da direção AB em enlace com o regenerador da direção BA desta placa. Além disso, o relé K1 curto-circuita o enrolamento secundário do transformador T_5 de entrada do regenerador da direção BA, suprimindo assim qualquer sinal que circule pelo enlace na direção BA.

A malha de indutores e resistores (L_5 , L_6 , R48, R49) na entrada do regenerador BA simula um cabo de 2Km de comprimento (Fig. IV.2.7).

Até agora analisamos a realização de enlace em ligações MCP que apresentam falhas tais que na caixa n^o n desejada não temos pulsos de relógio na direção de transmissão AB.

Vamos supor agora que a ligação se encontra em funcionamento normal, ou que a falha em questão não envolve perda de relógio. Neste caso, basta suprimir o fornecimento de pulsos de HDB3 na linha MCP cujo enlace desejamos fechar. Desta forma, a extração de relógio nos regeneradores, no sentido de transmissão AB cessa. De acordo com o que foi dito antes, o regenerador desta ligação, localizado na caixa de repetidores n, fica então fechado em enlace digital com o regenerador da direção BA. Note-se que isto ocorre apenas na caixa n porque o relé K1 da placa de supervisão da mesma está operado, fornecendo assim +5V_{DC} aos circuitos biestáveis Q16/Q17 dos repetidores daquela caixa.

Se os pulsos HDB3 forem novamente fornecidos à linha MCP em questão, o circuito biestável Q16/Q17 do repetidor da caixa n permanece operado e o enlace se mantém. Assim, todos os outros repetidores da linha entram novamente em operação e, com o enlace mantido, podemos fazer toda espécie de testes necessários (média de erros, etc).

Para fazer um enlace numa caixa de repetidores situada na linha antes da caixa n, ou simplesmente para terminar a rotina de testes de supervisão, é necessário desfazer o enlace.

Para desfazer o enlace, basta pressionar o botão R.A.Z. da chave S3 na caixa de controle.

A operação da chave S3 produz 3 eventos sucessivos e automáticos:

- 1 - Reverte à posição dos contatos de todos os relés polares, tanto da própria caixa 0 como de todas as placas de supervisão de todas as caixas de repetidores ao longo da rota MCP.
- 2 - Curto-circuita o par de supervisão descarregando as cargas capacitivas que possam existir no mesmo.
- 3 - Provoca a seleção automática da caixa 0 quando a corrente volta a fluir na direção normal.

Vamos, a seguir, analisar estes eventos, um por um:

1 - Reversão dos relés polares:

Ao pressionarmos momentaneamente o botão S3, os transistores Q8 e Q9 do circuito de controle de desarme da caixa de controle passam da saturação ao corte e o potencial dos pontos P e Q igual a zero, fazendo os relés K4 e K5 desoperarem (Fig. IV.2.1). Consequentemente:

- os contatos 12 e 11 de K4 fecham e os contatos 9 e 8 de K5 também fecham, mantendo o relé K6 operado; consequentemente, a corrente de supervisão continua sendo enviada à linha (Fig. IV.2.9).
- os contatos 5-6 e 9-8 de K4 fecham, invertendo a direção da corrente aplicada à linha (Fig. IV.2.9).
- os contatos 15-14 de K4, fechando, aplicam a tensão de $+24V_{DC}$ à entrada "reset-to-zero" do mostrador, zerando o mesmo.

O relé K4 se mantém desoperado somente durante 2 segundos, aproximadamente e o relé K5

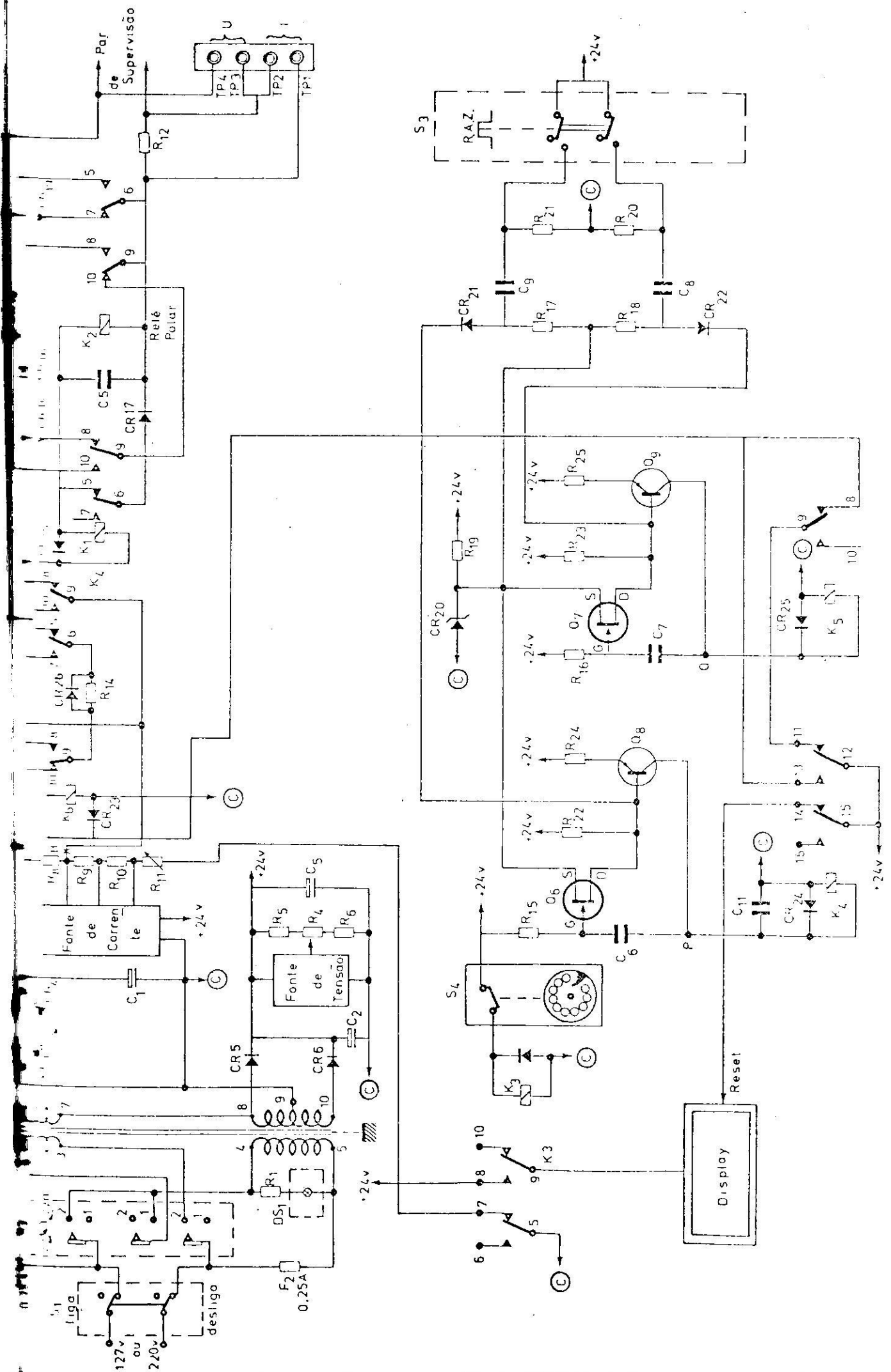


Fig. IV.2.9/IV.2.10

durante um segundo somente. Efetivamente, os capacitores C6 e C7 nos circuitos RC sêrie (C6-R15 e C7-R16) começam a carregar na tensão de 24V tão logo os transistores Q8 e Q9 são cortados.

Após o 1º segundo, C7 se carrega e o transistor de efeito de campo Q7 deixa de estar bloqueado e, conseqüentemente, o transistor Q9 passa do estado de corte ao estado de saturação, permitindo que K5 reopere. Após o 2º segundo, a mesma coisa ocorre com os transistores Q6 e Q8 e, portanto, K4 reopera.

O tempo que K4 permanece fora de operação é suficiente para zerar o mostrador.

Durante o intervalo de tempo em que ambos os relés K4 e K5 estão desoperados, isto é, durante o 1º segundo, a corrente de supervisão circula por todo o circuito, desde a caixa de controle até a caixa nº n de repetidores, em sentido inverso ao normal. Isto produz os seguintes efeitos:

- na caixa de controle:

a) no 1º instante: a corrente segue o seguinte caminho:

Ponto A, contatos 10-9 do K6, diodo CR26, contatos 6-5 de K4, diodo CR19, contatos 7-6 de K2, bobina de K2, diodo CR15, contatos 8-9 de K4, ponto B (Fig. IV.2.9).

b) com a circulação de corrente no sentido inverso por sua bobina, o relé polar K2 opera e a corrente passa a circular por:

Ponto A, contatos 10-9 de K6, diodo CR26, contatos 6-5 de K4, par de supervisão, caixa de repetidores nº 1, retorno pelo par de supervisão, contatos 9-8 de K2, diodo CR16, contatos 8-9 de K9 e ponto B (Fig. IV.2.11).

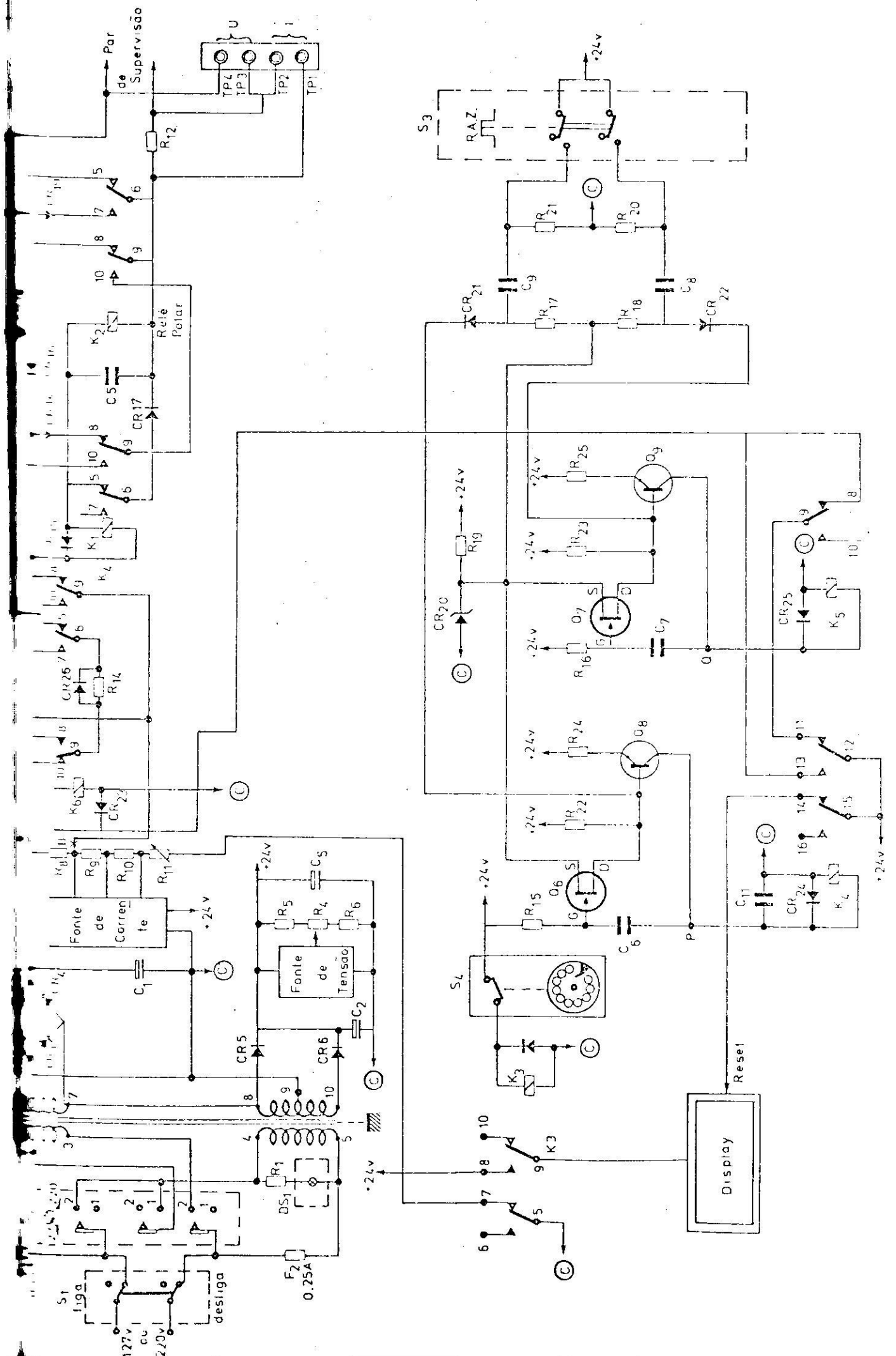


FIG. IV.2.11

CAIXA DE REPETIDORES

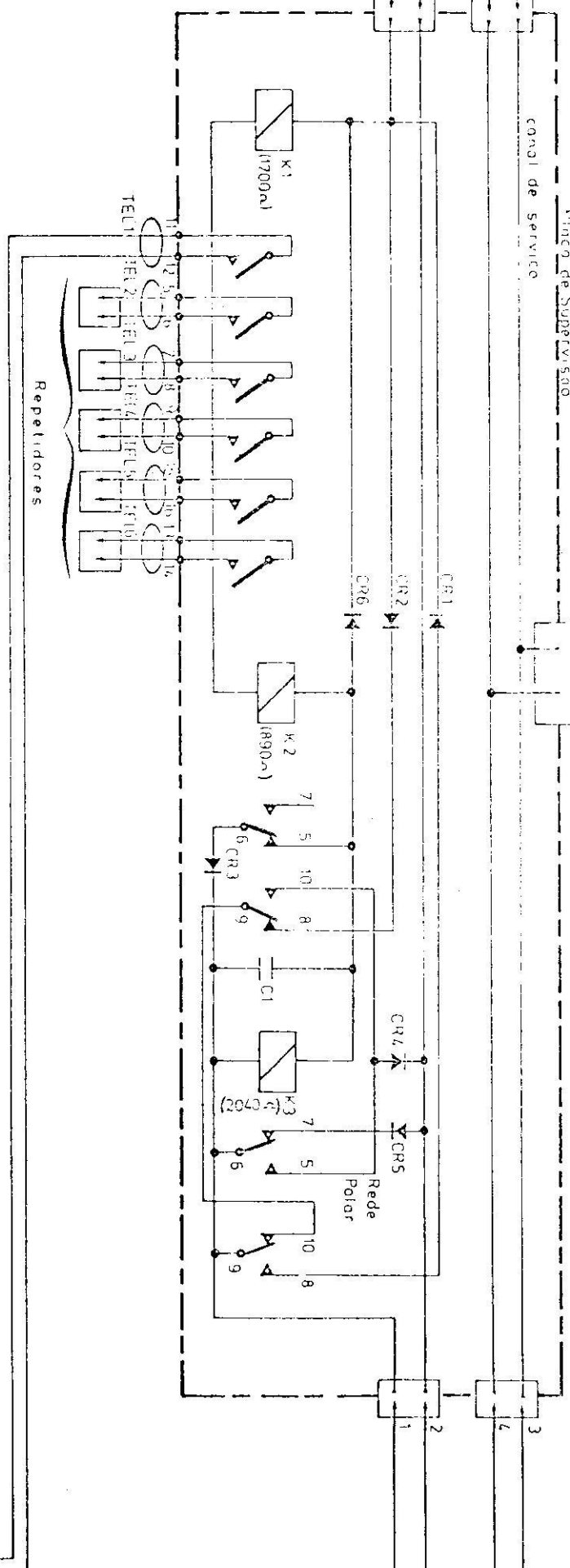
Plano de Supervisão

Conector de Referência

Canal de Serviço

Canal de Serviço

Por de Supervisão



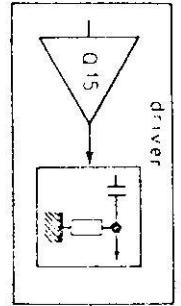
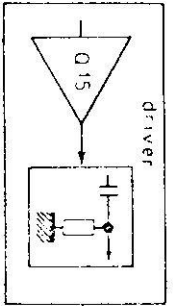
Repetidores

Repetidor

Regenerador A/B

driver

Bistavel FLIP-FLOP 016 - 017



T8

T5

T4

T3

T2

T1

T6

T7

T9

T10

T11

T12

T13

T14

T15

T16

T17

T18

T19

T20

T21

T22

T23

T24

T25

T26

T27

T28

T29

T30

T31

T32

T33

T34

T35

T36

T37

T38

T39

T40

T41

T42

T43

T44

T45

T46

T47

T48

T49

T50

T51

T52

T53

T54

T55

T56

T57

T58

T59

T60

T61

T62

T63

T64

T65

T66

T67

T68

T69

T70

T71

T72

T73

T74

T75

T76

T77

T78

T79

T80

T81

T82

T83

T84

T85

T86

T87

T88

T89

T90

T91

T92

T93

T94

T95

T96

T97

T98

T99

T100

T101

T102

T103

T104

T105

T106

T107

T108

T109

T110

T111

T112

T113

T114

T115

T116

T117

T118

T119

T120

T121

T122

T123

T124

T125

T126

T127

T128

T129

T130

T131

T132

T133

T134

T135

T136

T137

T138

T139

T140

T141

T142

T143

T144

T145

T146

T147

T148

T149

T150

T151

T152

T153

T154

T155

T156

T157

T158

T159

T160

T161

T162

T163

T164

T165

T166

T167

T168

T169

T170

T171

T172

T173

T174

T175

T176

T177

T178

T179

T180

T181

T182

T183

T184

T185

T186

T187

T188

T189

T190

T191

T192

T193

T194

T195

T196

T197

T198

T199

T200

T201

T202

T203

T204

T205

T206

T207

T208

T209

T210

T211

T212

T213

T214

T215

T216

T217

T218

T219

T220

T221

T222

T223

T224

T225

T226

T227

T228

T229

T230

T231

T232

T233

T234

T235

T236

T237

T238

T239

T240

T241

T242

T243

T244

T245

T246

T247

T248

T249

T250

T251

T252

T253

T254

T255

T256

T257

T258

T259

T260

T261

T262

T263

T264

T265

T266

T267

T268

T269

T270

T271

T272

T273

T274

T275

T276

T277

T278

T279

T280

T281

T282

T283

T284

T285

T286

T287

T288

T289

- na caixa de repetidores nº 1:

a) no 1º instante:

Terminal 2, diodo CR5, contatos 7-6 de K3, bobina de K3 (no sentido inverso), diodo CR6 e terminal 1 (Fig. IV.2.12).

b) o relé polar K3 opera e temos:

Terminal 2 (entrada), terminal 2 (saída), par de supervisão, caixa de repetidores nº 2, retorno pelo par de supervisão, terminal 1 (saída), contatos 9-8 de K3, diodo CR1, terminal 1 (entrada) (Fig. IV.2.13).

Desta forma, todos os relés polares mudam sucessivamente de estado até a caixa nº n.

2 - Descarga das capacitâncias da linha de supervisão:

Quando o relé K5 reopera após o 1º segundo (relé K4 permanece ainda desoperado por mais um segundo), seus contatos 9-8 abrem, fazendo com que o relé K6 desopere, interrompendo o fornecimento de corrente à linha de supervisão. Ao mesmo tempo, os contatos 9-8 de K6 se fecham, colocando o par de supervisão em curto, através dos contatos de K4. A energia armazenada na capacitância distribuída ao longo da linha de supervisão é então dissipada sobre o resistor R14 (Fig. IV.2.14).

3 - Seleção automática da caixa 0:

Após o término do intervalo de tempo de dois segundos, o relé K4 reopera, fechando seus contatos 12-13, o que causa a reoperação de K6 e temos novamente a condição inicial mostrada na Fig. IV.2.4 com o enlace da corrente fechado na "caixa 0".

O circuito está então pronto para uma nova seleção.

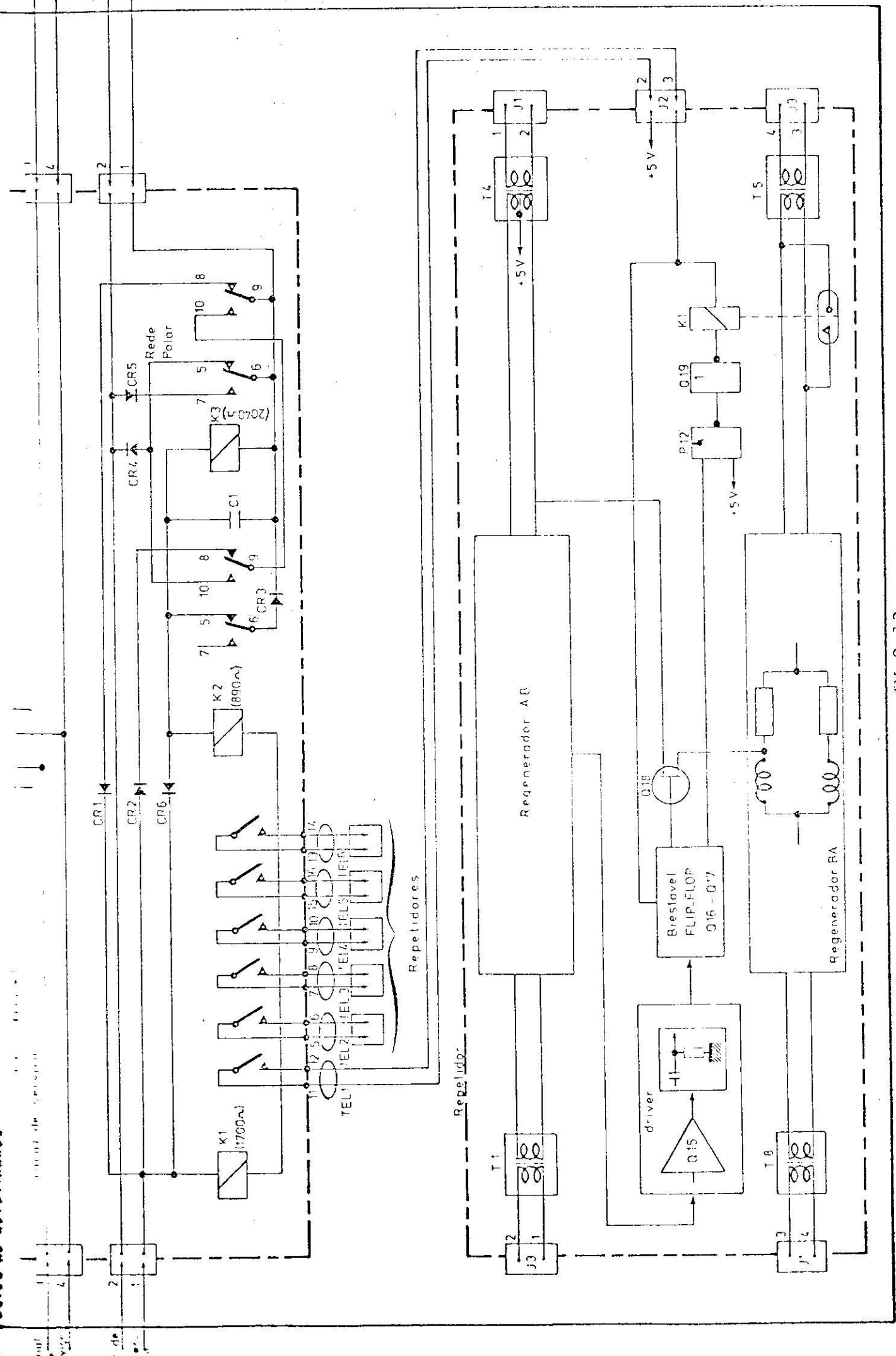


FIG. IV.2.13

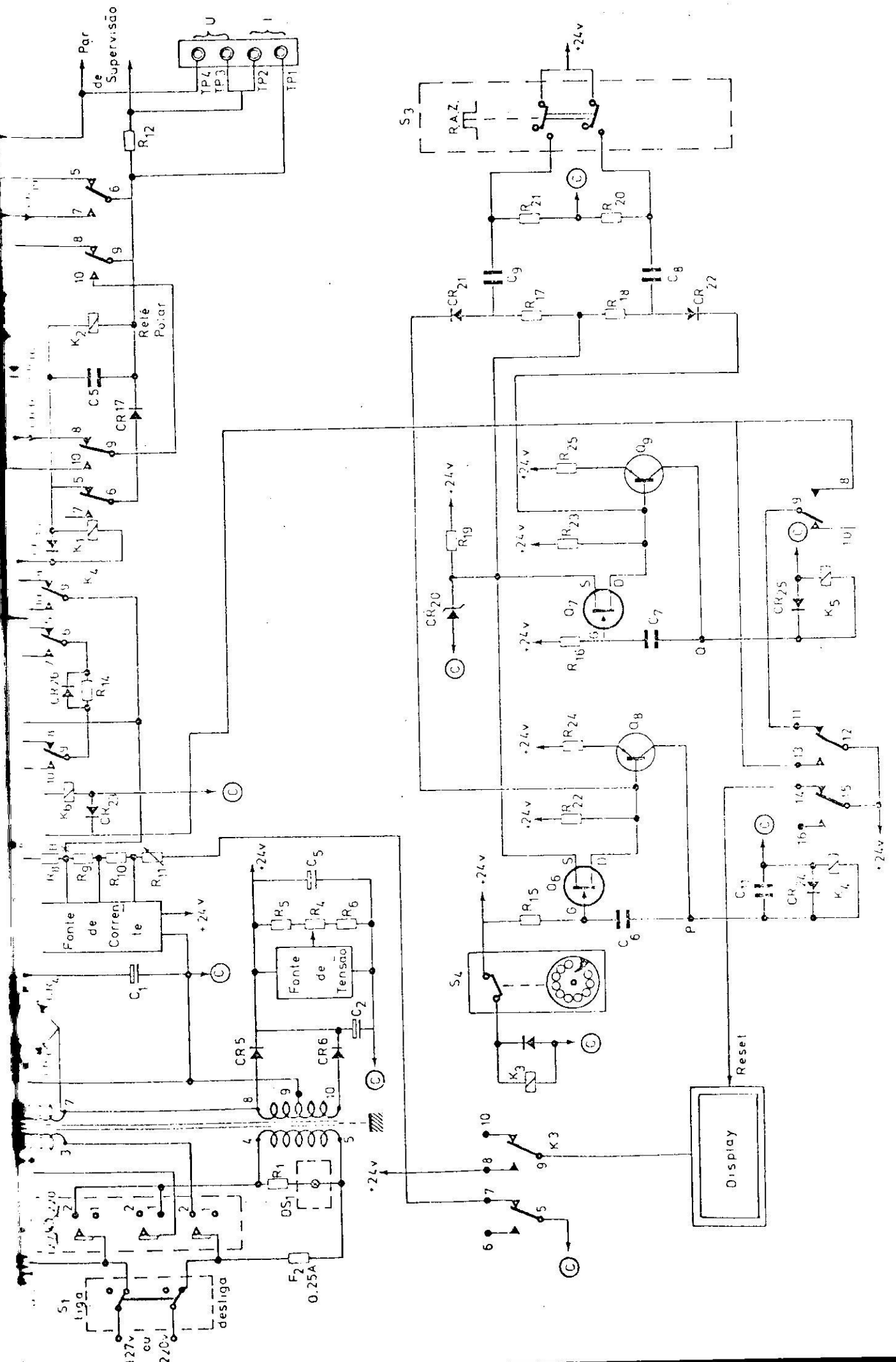


FIG. IV.2.14

OBS: Para prevenir a possibilidade de algum dos relés polares ao longo da rota MCP não se encontrar na posição inicial, aconselha-se a pressionar o botão R.A.Z. logo que a caixa de controle é acionada no início de todas as operações de supervisão.

IV.2.3 - Conclusões

O sistema B apresenta, sem dúvida, uma série de vantagens em relação aos sistemas convencionais. Entre elas, podemos citar a avaliação correta do desempenho do repetidor testado em qualquer ponto da linha, ao contrário dos sistemas de tripletas, que contribuem para piorar a margem de erro dos repetidores ao longo da linha. Em relação ao sistema A, podemos ver que o B apresenta a vantagem de permitir a supervisão de toda a linha a partir de uma mesma estação terminal, enquanto o A fica limitado aos repetidores alimentados por aquela estação. Apesar do padrão de alimentação de supervisão do sistema B prever uma queda de tensão de 240 volts máxima na linha, queda esta conflitante com o padrão TELEBRÁS de 150V, ainda assim o sistema se mantém dentro das normas TELEBRÁS para lances típicos. Com efeito, se considerarmos um lance típico com 40Km de extensão, 2 estações terminais e 18 caixas de repetidores, temos:

- uma queda total em fiação da ordem de 60V (1,5 volts/Km).
- uma queda de 70V na caixa onde o enlace for feito.
- uma queda de 0,7V em cada caixa antes do enlace (diodo CR2). Em 18 caixas, temos 12,6V no total.
- uma queda de 1,4V na caixa de controle (diodos CR26 e CR14).

Portanto, temos no lance total, uma que da de 144 volts na pior condição, o que atende a especificação de 150 volts máximos da TELEBRÁS.

Entretanto, devido ao fato dos contatos do relê K1 fecharem em curto a linha de retorno , o sistema B apresenta a grande desvantagem, sobre o sistema A de realizar o teste dos regeneradores colocados no sentido BA sob condições irreais. Com efeito, esses regeneradores ficam livres do ruído de linha. Portanto o resultado dos testes não refletem as condições reais de trabalho dos regeneradores da linha MCP no sentido BA.

Resumindo, temos as seguintes vantagens e desvantagens:

- Vantagens

- 1 - Efetuando um enlace entre dois regeneradores de direções opostas , permite toda sorte de testes na linha.
- 2 - Permite a supervisão de toda a linha a partir da mesma estação terminal.
- 3 - Permite a seleção imediata de uma caixa de repetidores distante através de discagem direta.
- 4 - Monitora a discagem da caixa com um mostrador, o que minimiza a probabilidade de erro de operação.
- 5 - Possui um excelente sistema de desarme que inclusive descarrega as cargas capacitivas do par de supervisão.

- 6 - Não apresenta grandes problemas de implementação, pois não possui nem filtros nem transformadores críticos.
- 7 - A mesma caixa de controle pode operar qualquer sistema numa estação e, teoricamente, apenas uma caixa por estação seria suficiente.
- 8 - O número de caixas que podem ser atendidas só é limitado pela alimentação da linha de supervisão.

- Desvantagens:

- 1 - Teste deficiente dos regeneradores BA.
- 2 - Necessita de vários circuitos auxiliares na placa de repetidores.
- 3 - Necessita de uma caixa de controle com fontes próprias, relés, mostrador e disco telefônico, o que é caro. (Entretanto, considerando o item 8 de vantagens, o sistema é, sem dúvida, economicamente viável.)
- 4 - O sistema B, ao contrário do A, necessita de par de supervisão.
- 5 - O sistema só permite a supervisão de 6 repetidores, pois o relé K1 só possui 6 contatos.

IV.3 - Sistema C

IV.3.1 - Introdução

Sob este item, analisaremos um sistema típico de telemedicação.

O sistema necessita de dois pares de supervisão, possui circuitos que necessitam de alimentação ininterrupta, permite centralização, supervisiona linhas MCP em funcionamento normal e utiliza palavras de 8 bits como comando permitindo a supervisão de até 63 caixas repetidoras com 64 regeneradores unidirecionais por caixa.

O fato de toda a supervisão poder ser realizada de um único ponto, apresenta a grande vantagem de permitir a supervisão de toda uma rede MCP, por mais intrincada que seja, a partir de apenas uma estação terminal, como mostra a Fig. III.3.3.

IV.3.2 - Descrição do Sistema

IV.3.2.1 - Tipos de Unidade

O sistema se compõe, basicamente, de dois tipos de unidades:

- Unidade Mestre, situada no ponto central de supervisão. Transmite os signais de seleção de caixas e regeneração para as caixas de repetidores. Recebe das caixas repetidoras, os sinais que transportam as informações de taxa de erro de cada regenerador selecionado e fornece ao operador indicações das taxas de erro recebidas.
- Unidades Decodificadoras, em número de uma por caixa de repetidores. Estas unidades, ao receberem os sinais emitidos pela unidade mestre, executam duas ações básicas:
 - a) identificam qual caixa, dentre todas as supervisionadas pelo sistema, que contém o regenerador a ser

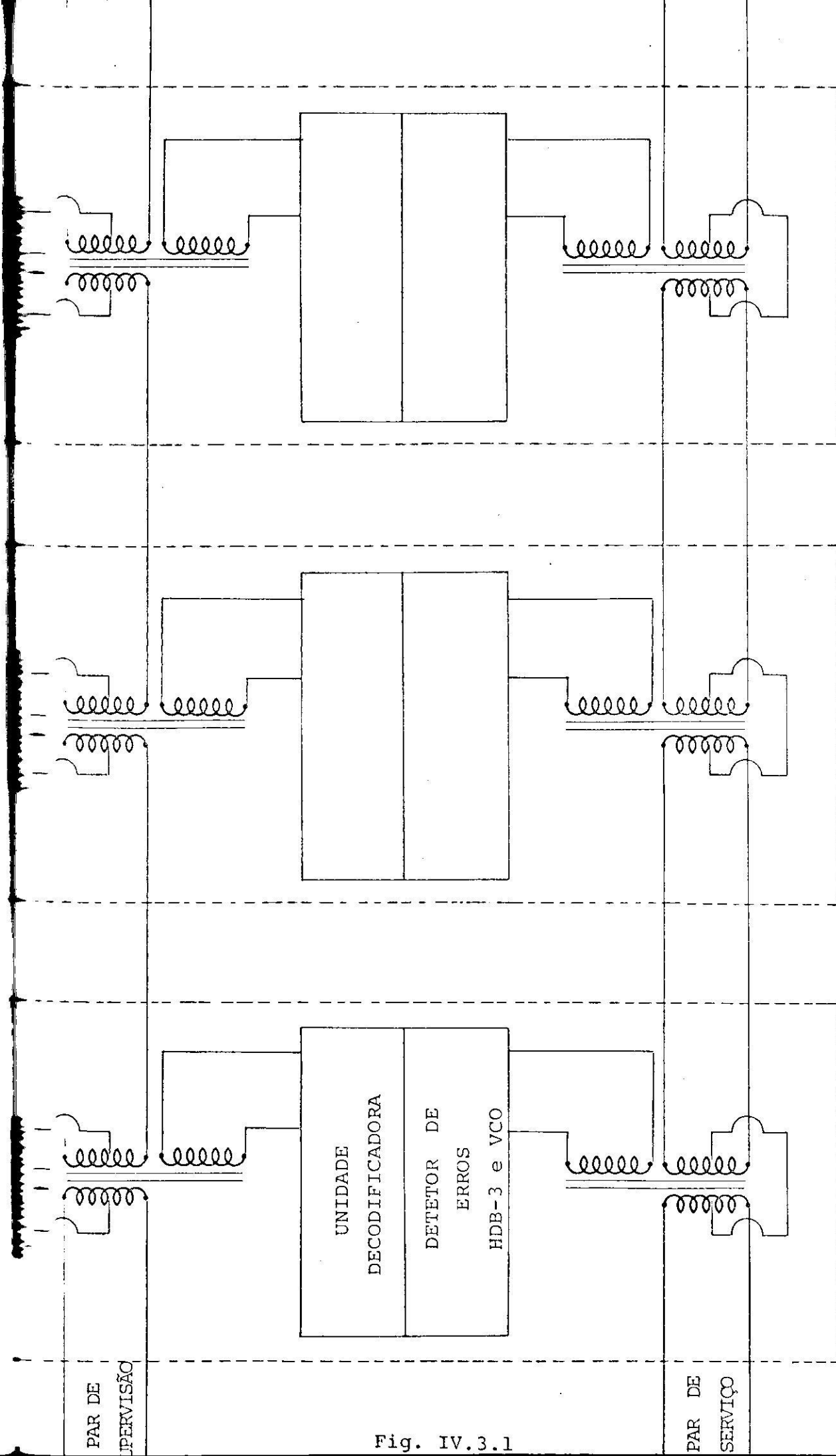


Fig. IV.3.1

selecionado. Desde que cada caixa possui um certo código, esta ação é executada simplesmente reconhecendo-se o código de caixa transmitido pela unidade mestre.

- b) identificam qual o regenerador a ser selecionado dentro da caixa. Desde que cada regenerador possui um determinado código, esta ação é executada pelo acionamento de uma chave eletrônica que comuta a saída do regenerador com um medidor de taxa de erro montado no cartão de supervisão.

IV.3.2.2 - Alimentação

A alimentação da unidade mestre é fornecida pela rede da estação terminal onde essa unidade se encontrar.

A alimentação das unidades decodificadoras será feita aproveitando o circuito fantasma do par de supervisão e do par de serviço usualmente existente em toda rede MCP. Para isso, no entanto, é necessário colocar transformadores ao longo do par de serviço, dificultando o projeto do canal de serviço (ver Fig. IV.3.1). A configuração de alimentação é, portanto, semelhante à configuração da telealimentação dos repetidores MCP. A tensão de alimentação das unidades decodificadoras é igual à tensão de alimentação de um par bidirecional de regeneradores, os consumos deverão também ser aproximadamente os mesmos. Portanto, a fonte de alimentação do sistema de supervisão deverá ser igual à fonte de telealimentação dos repetidores MCP e o número máximo de unidades decodificadoras alimentadas por essa fonte será igual ao número máximo de repetidores MCP alimentados

por uma fonte de telealimentação.

Considerando uma fonte de corrente de 50mA, teremos uma queda de tensão de aproximadamente 10V na unidade e 5V na linha de 2Km de extensão, o que resulta em 10 caixas ou 20Km de linha (25Km, no máximo).

Os transformadores mostrados na Fig.IV.3.1 ao longo do par de supervisão e do par de serviço são necessários para o desacoplamento dos comandos e informações do sistema, como será visto mais tarde.

Para que o alcance do sistema não fique restrito pela capacidade da fonte de alimentação, é necessário adotar um esquema de alimentação semelhante ao utilizado nas linhas MCP, e que consiste em alimentar as unidades decodificadoras de vários pontos diferentes da rede (Fig. IV.3.2). Esta configuração leva a uma multiplicação de fontes de alimentação que terão de ser mantidas continuamente em operação. Esta é, sem dúvida, a maior desvantagem técnica e econômica do sistema.

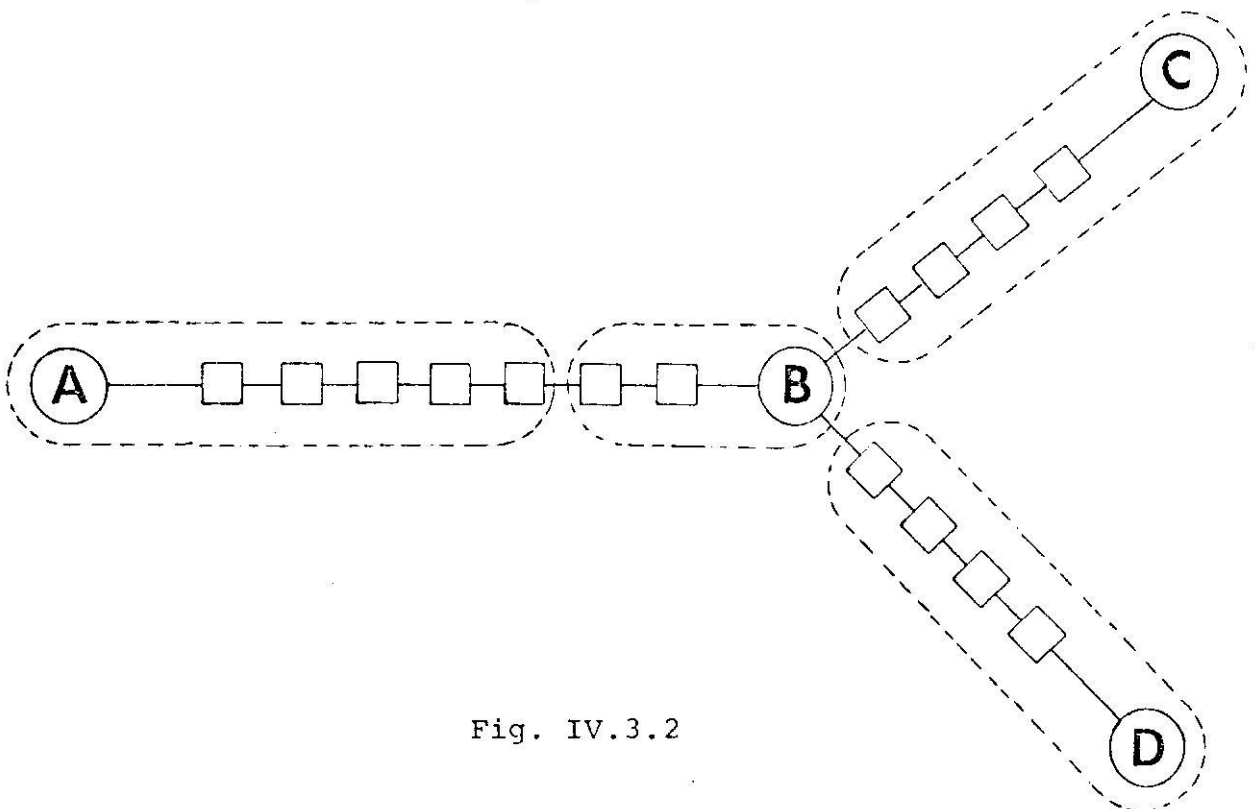


Fig. IV.3.2

IV.3.2.3 - Sinalização do Sistema

A seleção das caixas e dos regeneradores é feita através da unidade mestre que envia ao longo de todas as linhas de supervisão, palavras digitais com os códigos de seleção. Para facilitar a ação de transmissão, todos os códigos, tanto das caixas como dos regeneradores são expressos em forma binária e compostos por 8 bits, alocados da seguinte forma:

A	XXXXXX	0
1º dígito	6 dígitos especi	8º dígito
1 p/código da	ficando o número	exerce funções
caixa	da caixa ou do	de controle do
0 p/código do	regenerador	circuito reconhe
regenerador	($2^6 = 64$)	cedor de códigos

A transmissão dos códigos, tanto os de caixa como os de regenerador, é feita através de modulação FSK, por ser um processo de modulação que garante boa imunidade a ruído e cujos circuitos moduladores e demoduladores são simples e demandam um baixo consumo de corrente.

A velocidade de transmissão dos códigos é de 100 bauds e o índice de modulação é de 0,7. Desta forma, a largura de faixa é compatível com o meio de transmissão (cabos multipares). O desvio de frequência é da ordem de $\pm 70\text{Hz}$.

Os pulsos moduladores são bipolares com 50% de ocupação (Fig. IV.3.3).

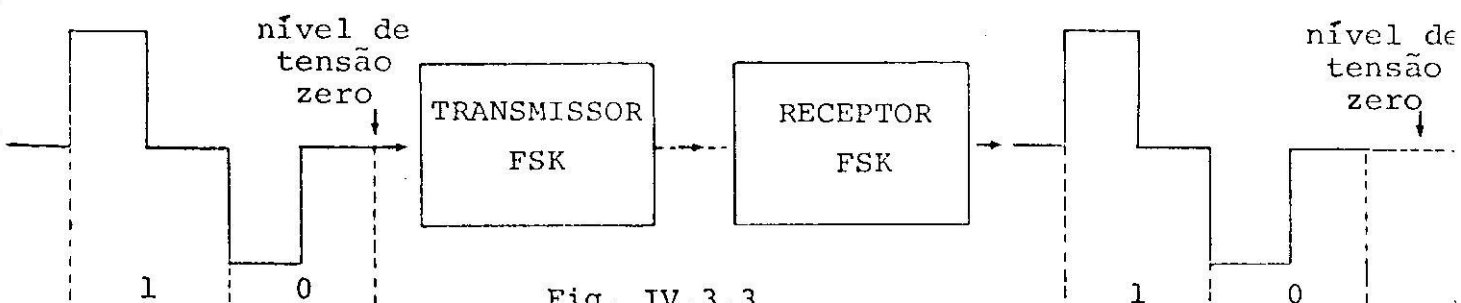


Fig. IV.3.3

A transmissão dos sinais FSK da unidade mestre para as unidades decodificadoras é feita através do par de supervisão e pelo 3º enrolamento dos transformadores situados ao longo daquele par. Os transformadores ao longo do par de serviço também possuem um 3º enrolamento cuja função é transmitir o sinal FM produzido pelo VCO de volta à unidade mestre (Fig. IV.3.1).

IV.3.2.4 - Derivações nas Rotas MCP

O sistema foi projetado para transmitir o atendimento de redes MCP com bifurcações, como mostra a Fig. IV.3.3.

Para que o sistema seja capaz de atingir todas as estações da Fig. III.3.3, é necessário a colocação de uma híbrida em cada bifurcação da linha. Como o sinal FSK de transmissão de códigos são de faixa estreita, o projeto das híbridas fica simplificado e, conseqüentemente, o custo das mesmas não é elevado. Entretanto, como uma híbrida introduz perdas no sinal da ordem de 3,5dB (para um sentido de transmissão) torna-se necessário introduzir no circuito, um amplificador que compense essas perdas (Fig. IV.3.4).

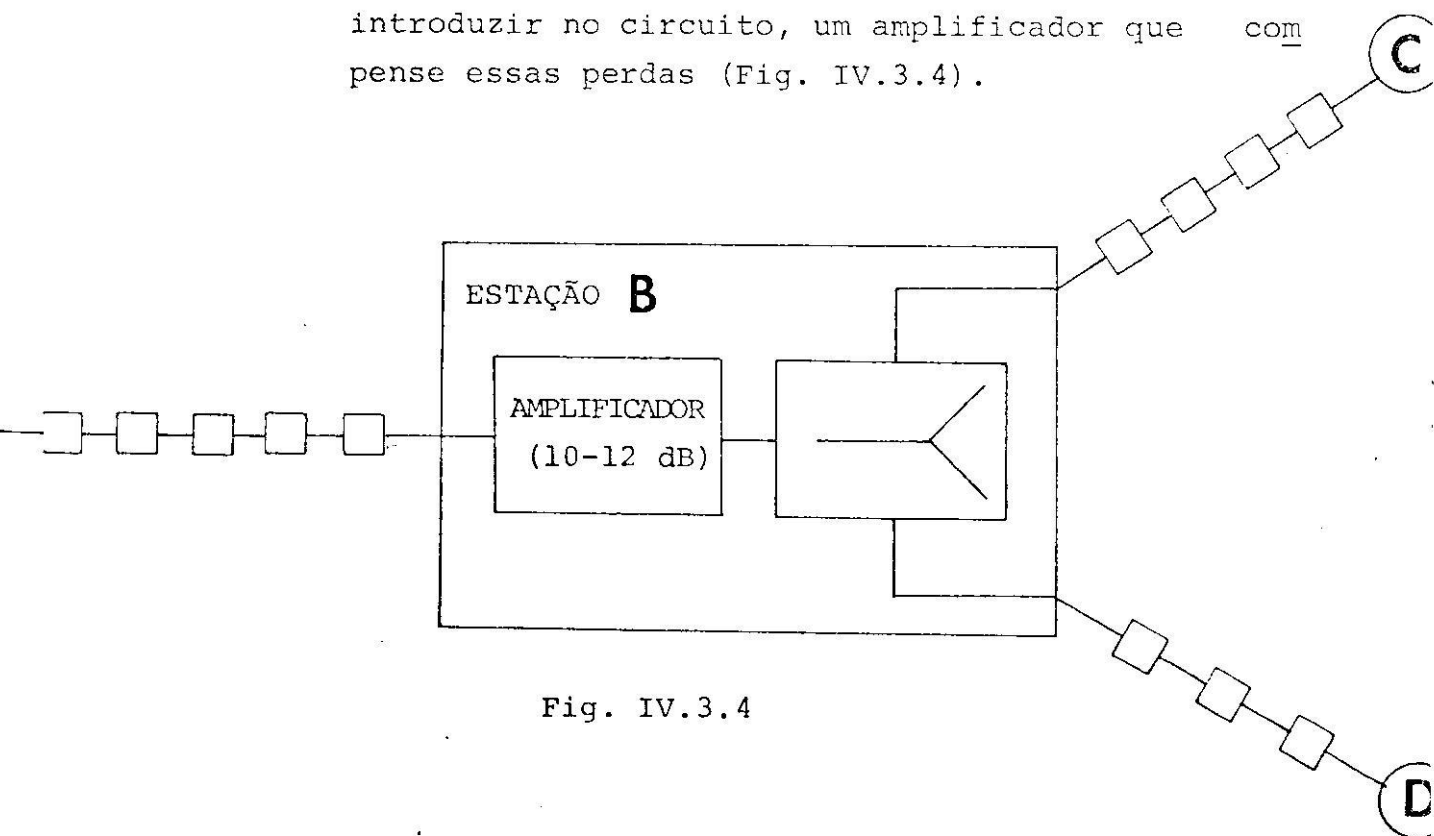


Fig. IV.3.4

Como estas derivações geralmente ocorrem em estações terminais, a alimentação do amplificador deve ser fornecida pela própria central, de forma a não sobrecarregar a alimentação do sistema de supervisão.

No caso de um grande número de bifurcações ocorrer em uma estação de passagem, utiliza-se uma combinação de híbridas e amplificadores de compensação de perdas, conforme mostra a Fig. IV.3.5.

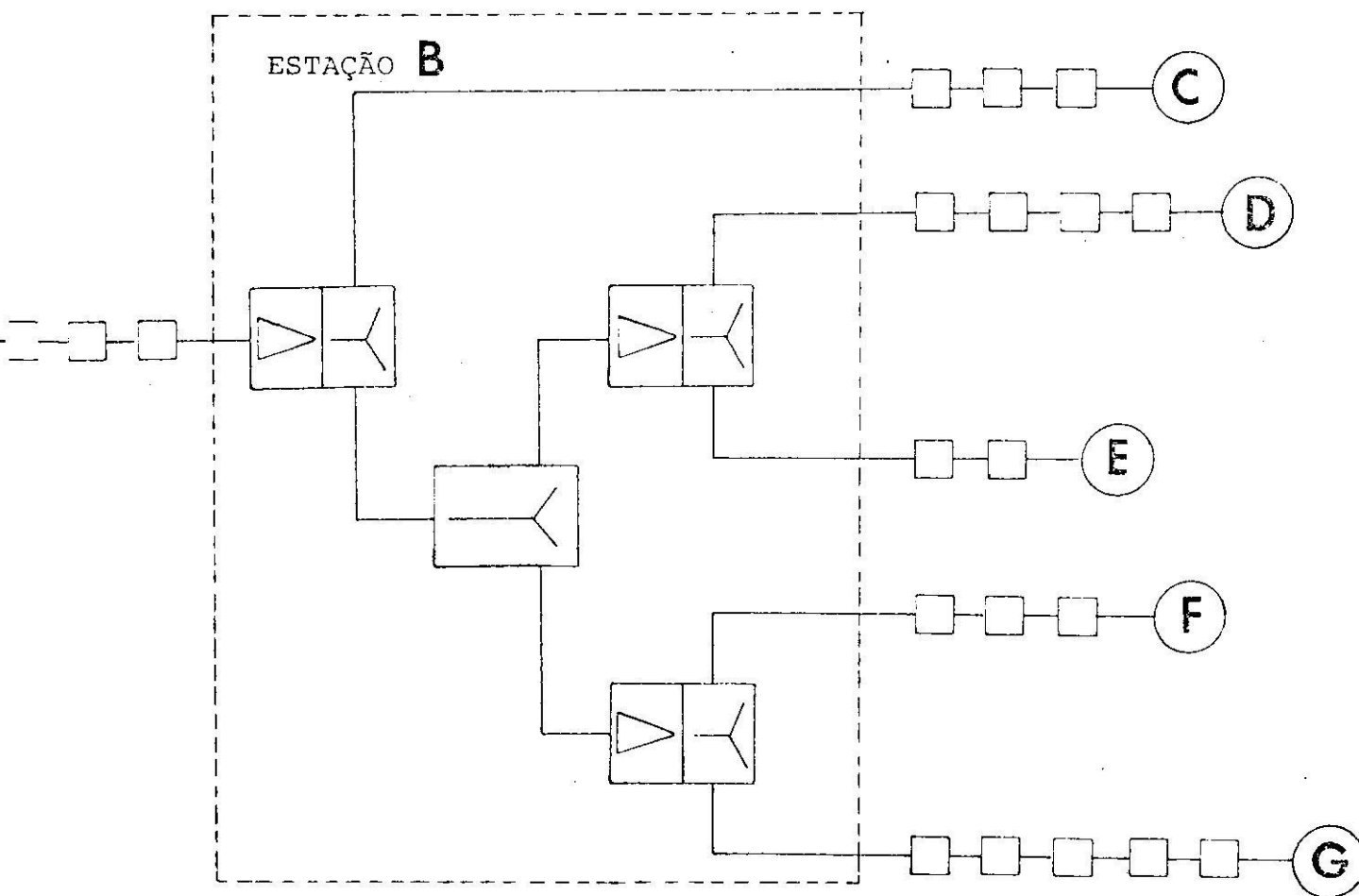


Fig. IV.3.5

IV.3.2.5 - Alcance do Sistema

O alcance máximo do sistema C deve ser de aproximadamente 50 Km e não depende da capacidade da fonte de alimentação. Isso se deve ao fa

to da seleção das caixas dos regeneradores não ser feita por sinais de corrente contínua e a informação de seleção não depender do nível dos sinais transmitidos pela unidade mestre. Entretanto, para que os sinais FSK tenham o máximo de alcance dentro de uma rede de supervisão, é necessário utilizar uma das seguintes alternativas (ou uma combinação delas):

- a) fazer carregamento indutivo do par de supervisão, que consiste em colocar bobinas de pupinização em cada unidade decodificadora. Este processo reduz a atenuação do par de supervisão a valores da ordem de 0,5dB/Km, nas frequências em torno de 2,5KHz. Como se sabe, o espaçamento das caixas de repetidores corresponde quase exatamente ao espaçamento de pupinização no carregamento H-88 (da ordem de 1800m).
- b) colocar amplificadores iguais ao mostrado na Fig. IV.3.4 em todas as centrais por onde passar o par de supervisão, mesmo que não haja bifurcações em algumas dessas centrais.

IV.3.2.6 - Sinal de Erro

Um medidor de taxa de erro, acoplado às saídas dos regeneradores, afere a taxa de erro e alimenta um oscilador controlado por tensão (VCO), que envia de volta à central de supervisão, um sinal FM proporcional à taxa medida, via par de serviço (Fig. IV.3.6).

Como mostra também a Fig. IV.3.6, uma chave eletrônica colocada num 3º enrolamento dos

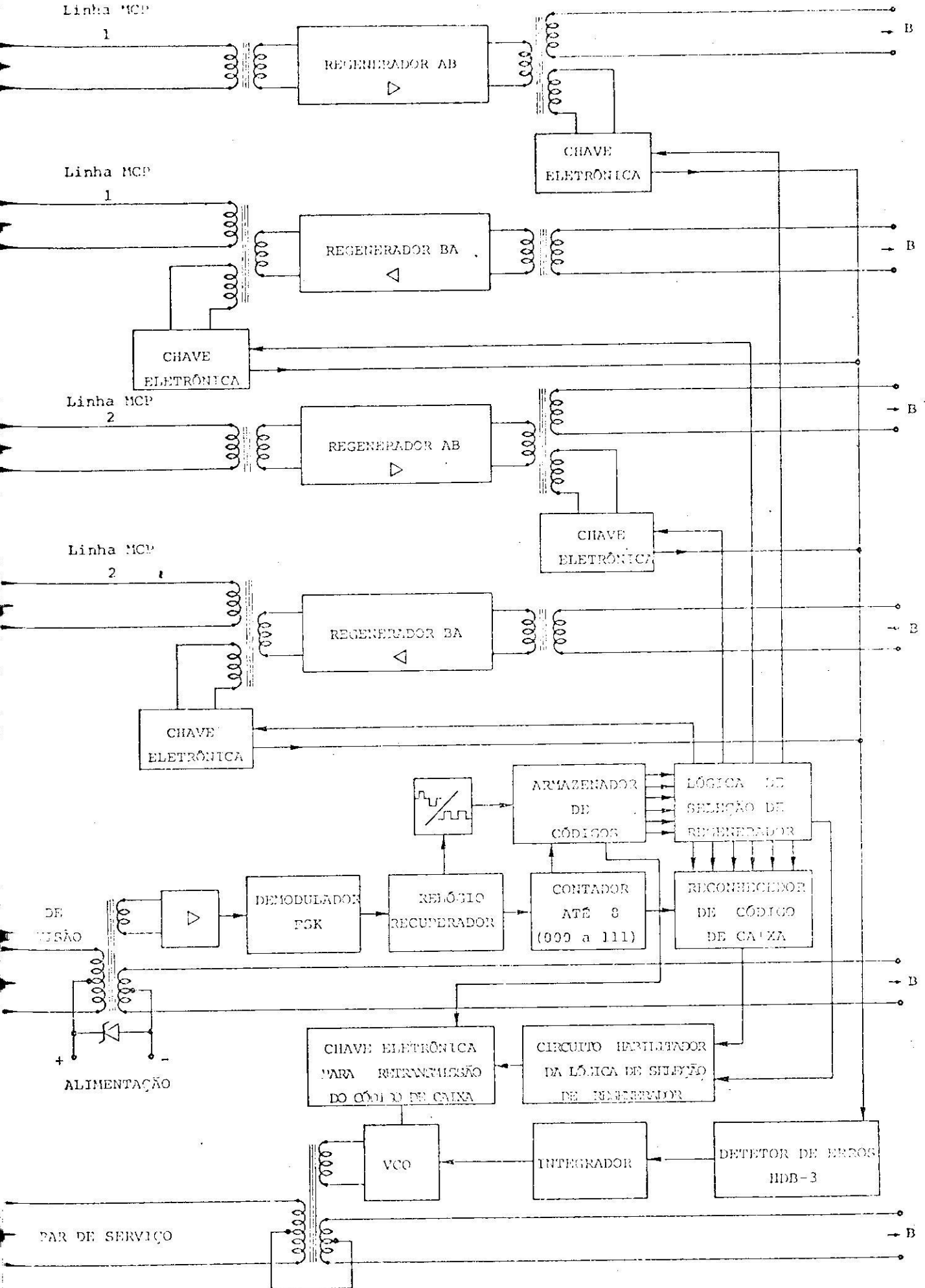


Fig. IV.3.6

transformadores de saída dos regeneradores é operada pela lógica de seleção de regenerador e, uma vez comutada, acopla a saída do regenerador ao detector de erros montado no cartão de supervisão da caixa.

No caso do par de serviço sofrer derivações, a exemplo do par de supervisão (Fig. IV.3.4), o acoplamento é feito com híbridas, da mesma forma que naquele caso (Fig. IV.3.5).

IV.3.3 - Operação do Sistema

Para que se dê sequência ao procedimento operacional é indispensável que se disponha na central de supervisão da relação dos códigos das caixas de cada linha MCP supervisionada por essa central, com os códigos agrupados, respectivamente, de acordo com o sistema a que pertencem. É necessário também ter uma relação do número dos regeneradores em cada caixa supervisionada.

As ações de supervisão são executadas no painel frontal da unidade mestra, mostrado na Fig. IV.3.7.

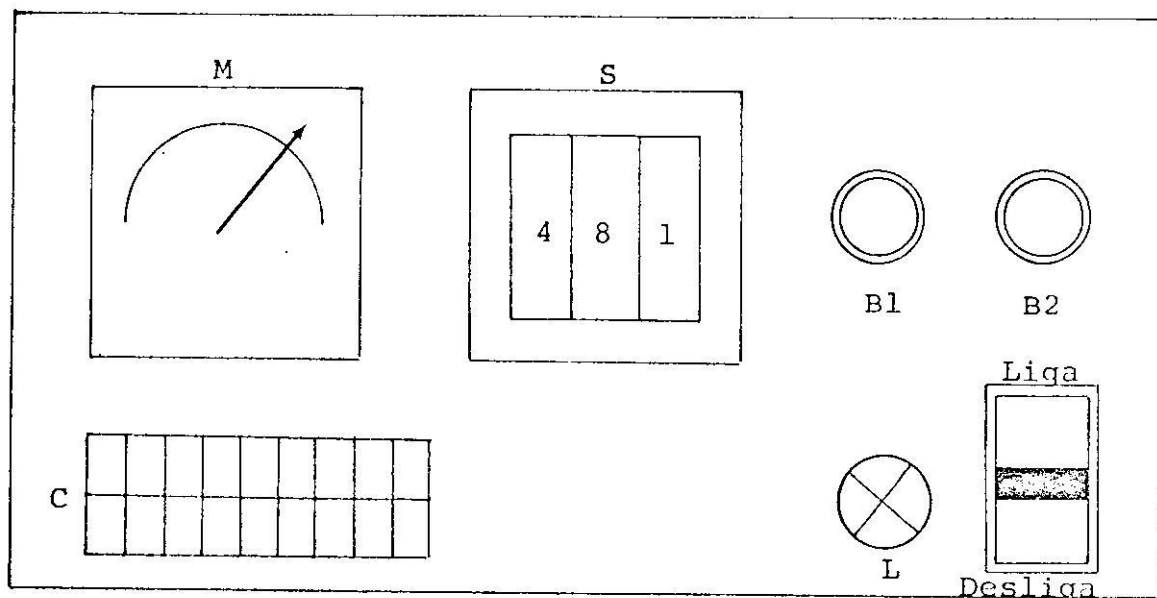


Fig. IV.3.7

O teste de um regenerador dentro de uma certa caixa é feito da seguinte forma:

- a) o operador introduz na chave de inserção de códigos S, o código da caixa a ser selecionada.
- b) em seguida, aperta o botão de transmissão de código de caixa B1, que faz com que o código seja enviado a todo o sistema supervisionado.
- c) aguarda-se que a lâmpada de reconhecimento de código de caixa L acenda. Isto indica que a caixa selecionada realmente é aquela cujo código foi inserido na chave S.
- d) insere-se agora na chave S o código do regenerador a ser testado na caixa escolhida.
- e) aperta-se o botão de transmissão de código do regenerador B2.

No momento em que o regenerador for selecionado, um sinal FM produzido pelo VCO e proporcional à taxa de erro é enviado de volta à unidade mestre pelo par de serviço. Este sinal é monitorado no medidor M existente no painel frontal da unidade mestre (Fig. IV.3.7).

Para liberar o regenerador, e a caixa selecionada, e posicionar todo o sistema para a recepção de novos códigos, basta ao operador pressionar novamente o botão B1 de transmissão de côdigo de caixa. Isso provocará a transmissão, pela unidade mestre, do código da caixa já selecionada, seguido de oito zeros, causando o retorno do decodificador ao estado inicial.

Como podemos ver na Fig. IV.3.7, está previsto também no painel frontal da unidade mestre,

o conector C, para efetuar as ligações de alimentação com as linhas de supervisão.

IV.3.4 - Comentários

A filosofia básica que orientou a concepção deste sistema foi, sem dúvida, a possibilidade de se atender a uma complexa rede de linhas MCP efetuando a supervisão de toda a rede, a partir de uma única estação onde se centralizaria as equipes de manutenção. Para atingir este grau de serviço, paga-se obviamente o alto preço da complexidade do sistema, com um grande número de circuitos, que eventualmente podem falhar. Para que o sistema possa funcionar a contento, é necessário manter todas as linhas de supervisão permanentemente alimentadas, o que, sem dúvida, diminui a vida útil dos componentes e aumenta consideravelmente a possibilidade de falhas.

A alimentação, como podemos ver pelo item IV.3.2 (descrição do sistema), é necessariamente feita de vários pontos das linhas, o que implica em grande número de fontes dedicadas à supervisão. Estas fontes, além de encarecer tremendamente o sistema, ainda ocupam espaço útil nos bastidores terminais das linhas nas estações.

O sistema necessita ainda de grande número de transformadores a serem colocados nos pares de supervisão e serviço. como mostra a Fig. IV.3.1. Os transformadores ao longo do par de serviço, sem dúvida, vão complicar a utilização da aquele par.

IV.3.5 - Conclusões

De todo o exposto acima, podemos resumir as seguintes vantagens e desvantagens:

- Vantagens

- 1 - Possibilidade de supervisionar toda uma rede MCP a partir de uma única estação.
- 2 - O sistema transmite ao operador uma correta informação sobre qual caixa está sendo selecionada através do retorno da palavra de código, o que permite uma perfeita monitoração da supervisão.
- 3 - O sistema permite uma correta avaliação do desempenho do repetidor testado em qualquer ponto da linha.
- 4 - O teste pode ser realizado com o sistema em operação normal, característica extremamente útil para testes de manutenção preventiva.

- Desvantagens

- 1 - O sistema necessita de grande número de fontes de alimentação distribuídas ao longo das rotas de supervisão, o que o encarece tremendamente.
- 2 - A alimentação tem de estar ligada ininterruptamente, o que diminui a vida útil e aumenta a possibilidade de falhas do sistema.
- 3 - Como a alimentação é fornecida pelo par fantasma dos pares de supervisão e serviço, o sistema necessita de grande número de transformadores nestes pares.
- 4 - O transformador no par de serviço prejudica a utilização daquele par para conversação.

CAPÍTULO V

SISTEMA PROPOSTO

SISTEMA PROPOSTO

1.1 - Introdução

Em uma linha MCP, podemos dividir os comandos de supervisão em quatro grupos, segundo o seu veículo de transmissão:

- g1 - comandos enviados pela própria linha MCP-(trípletas em tons de áudio, ausência de sinal, etc);
- g2 - comandos enviados pelo par de supervisão-(pulsos ou código de pulsos, tons de áudio, etc);
- g3 - comandos enviados pela alimentação de supervisão - (pulsos interrupções de corrente, inversão de polaridade);
- g4 - comandos enviados pela tealimentação dos repetidores - (pulsos, interrupções de corrente, inversão de polaridade).

São necessários três tipos de comandos distintos:

- C1 - comando de seleção da caixa de repetidores desejada.
- C2 - comando de seleção do repetidor (no caso de enlace digital) ou do regenerador (no caso de telemedicação) desejado.
- C3 - comando de desarme da supervisão.

Além disso, como podemos ver pela análise já realizada nos capítulos II e III, os sistemas de supervisão podem ser classificados em três tipos, conforme o número de pares utilizados:

- Sistemas que não necessitam de par de supervisão.
- Sistemas que utilizam um par de supervisão.
- Sistemas que usam dois pares de supervisão.

Vamos analisar separadamente essas três filosofias:

V.1.1 - Sistemas que não necessitam de par de supervisão

Os sistemas que não necessitam de par de supervisão são normalmente limitados em tamanho pela telealimentação. Com efeito, esses sistemas utilizam a própria telealimentação dos regeneradores para alimentar os circuitos, e/ou relés de supervisão.

Os três tipos de comandos C1, C2 e C3 são enviados pela linha MCP, obedecendo aos grupos g1 e g4. C1 e C2 se confundem, pois como o comando é enviado pela própria linha, ao se efetuar a seleção da caixa, estamos efetuando também a seleção do repetidor desejado. Aliás, neste caso não há muito sentido em se falar de seleção de caixa diferenciada de seleção do repetidor.

Evidentemente, este tipo de sistema complica os repetidores, que eventualmente têm de incorporar um número de funções da supervisão. Isto causa um aumento na complexidade dos repetidores, o que pode encarecer o sistema.

V.1.2 - Sistemas que utilizam um par de supervisão

São sistemas cujos circuitos recebem alimentação pelo par de supervisão e, portanto, não sofrem as limitações impostas pela telealimentação dos regeneradores. Por possuírem par de supervisão, permitem o envio dos comandos C1, C2 e C3 por todos os grupos g1, g2, g3 e g4, o que lhes dá uma flexibilidade bem maior que os sistemas sem par de supervisão. Seu alcance fica condicionado ao consumo de corrente dos circuitos.

V.1.3 - Sistemas que usam dois pares de supervisão

São sistemas mais usados em supervisão com telemedição. Suas limitações são bem menores que as

dos outros dois e permitem o envio dos comandos C1, C2 e C3 por qualquer dos quatro grupos g1, g2, g3 e g4 . O uso de dois pares dedicados à supervisão permite o desenvolvimento de sistemas sofisticados com grande número de circuitos, alimentação ininterrupta e possibilidade de supervisionar áreas extensas cobrindo várias rotas diferentes. Tal complexidade, entretanto, pode levar à necessidade de estabelecer alarmes para o equipamento de supervisão, o que seria conflitante com a própria filosofia da supervisão que deve apresentar um mínimo de possibilidades de falhas. Aliás, o próprio sistema MCP em sua totalidade é dimensionado para apresentar um mínimo de falhas possíveis, o que equivale a manter a supervisão ociosa a maior parte do tempo, não justificando assim circuitos constantemente alimentados.

Do ponto de vista operacional, quando se torna necessário supervisionar redes MCP complexas em grandes centros urbanos (Fig. V.1), um sistema de supervisão centralizado torna-se especialmente atraente. A centralização só é compatível com sistemas de telemedição, onde um medidor de taxa de erro colocado junto aos repetidores fornece indicações precisas sobre o bom funcionamento dos regeneradores sem a necessidade de equipamentos de medida auxiliares.

Entretanto, é interessante que o sistema seja suficientemente flexível a ponto de permitir, em caso de necessidade, que a supervisão seja feita de qualquer ponto da rede . Assim, no caso da central de supervisão sofrer alguma falha catastrófica (por exemplo, incêndio), de forma que se torne impossível supervisionar a rede a partir daquele ponto, todo o sistema seria acionado de outra estação qualquer da rede, ou a supervisão passaria a ser feita de forma descentralizada.

Um sistema ideal de supervisão deve, portanto, atender os seguintes itens:

- Permitir a centralização da supervisão em redes complexas.
- Permitir a realização da supervisão de qualquer ponto da rede.
- Deve apresentar confiabilidade mais alta que o sistema que supervisiona.
- Deve ser suficientemente flexível para acompanhar as eventuais expansões da rede MCP.
- Deve ser capaz de se auto-supervisionar em caso de falhas em seus próprios circuitos.
- Deve ser versátil de forma a executar serviços diferenciados, caso haja necessidade.

V.2 - Especificação

Vamos agora especificar um sistema de telemedição capaz de atender à todos os requisitos anteriores.

V.2.1 - Unidade de Comando

Na estação terminal, necessita-se de uma unidade de comando capaz de operar a supervisão de forma simples e clara, de modo a não deixar dúvidas ao operador sobre qual caixa de repetidores está sendo selecionada.

Como o comando C1 de seleção da caixa de repetidores certamente será enviada pelo par de supervisão (grupo g2), a unidade deve ser montada em uma caixa portátil, de forma a ser conectada ao par de supervisão correspondente à linha MCP que estiver falhando no momento. Este tipo de montagem apresenta as vantagens de não ocupar espaço nos bastidores MCP, ser mais versátil (por ser portátil) e mais econômico, pois teoricamente uma unidade dessas poderia atender a todas as rotas MCP de uma estação, ou uma rede MCP completa.

V.2.2 - Unidade das Caixas de Repetidores

Nas caixas de repetidores devem ser incluídos os seguintes circuitos:

V.2.2.1 - Circuitos Seletores de Caixa

Em cada caixa de repetidores, deve ser colocado um cartão de supervisão com circuitos capazes de realizar as seguintes tarefas:

- a) conectar a alimentação enviada pelo par de supervisão à própria unidade de supervisão, ou seja, o cartão de supervisão só é alimentado quando aquela caixa de repetidores é selecionada. No caso de seleção de uma outra caixa qualquer, a caixa em questão fica fora do circuito de supervisão. Isto garante que, durante a supervisão, a alimentação do sistema está sendo aplicada à apenas um único cartão de supervisão, o que aumenta o alcance do sistema.
- b) reconhecer, através de um circuito lôgico, os pulsos de comando C1 e preparar todos os regeneradores da caixa para receber um comando C2.
- c) receber e reconhecer um comando C3, retornando ao estado inicial.

V.2.2.2 - Circuitos Seletores de Regenerador

Estes circuitos, montados nos cartões dos regeneradores, devem possuir uma lógica capaz de reconhecer o comando C2 enviado pelo par de supervisão e conectar o regenerador selecionado com o circuito do detetor de violações. Estes circuitos devem receber a alimentação do cartão de supervisão de modo a não carregar a telealimentação dos repetidores.

V.2.2.3 - Circuitos de Medida

Estes circuitos, montados no cartão de su
pervisão, têm por função aferir o desempenho do re
generador selecionado.

V.2.2.4 - Circuito Transmissor de Informação

Trata-se de um circuito também incluído no
cartão de supervisão, cuja função é enviar para a
estação de supervisão as informações aferidas pelos
circuitos de medida.

O meio transmissor pode ser um par dedica
do a este fim ou preferencialmente o próprio par
de serviço já existente em redes MCP.

Resumindo, podemos representar tudo o que
foi dito até agora sobre os circuitos seletores de
caixa e de enlace no diagrama em bloco da Fig. V.2.

V.2.3 - Unidade de Conexão a Derivações

Esta unidade deve ser colocada em todos os pontos
da rede onde existam derivações no par de supervisão.
Sua função é efetuar conexões entre pares de super
visão de diferentes rotas. Para isso, a unidade de
ve ser equipada com circuitos semelhantes aos cir
cuitos seletores de regenerador de forma a reconhe
cer comandos apropriados, selecionando assim a rota
desejada.

V.3 - Descrição do Sistema

De forma a atender a especificação do sistema de
telemedição detalhada no item V.2, foi desenvolvido o proje
to do sistema aqui apresentado.

Este projeto pode ser dividido em três partes:

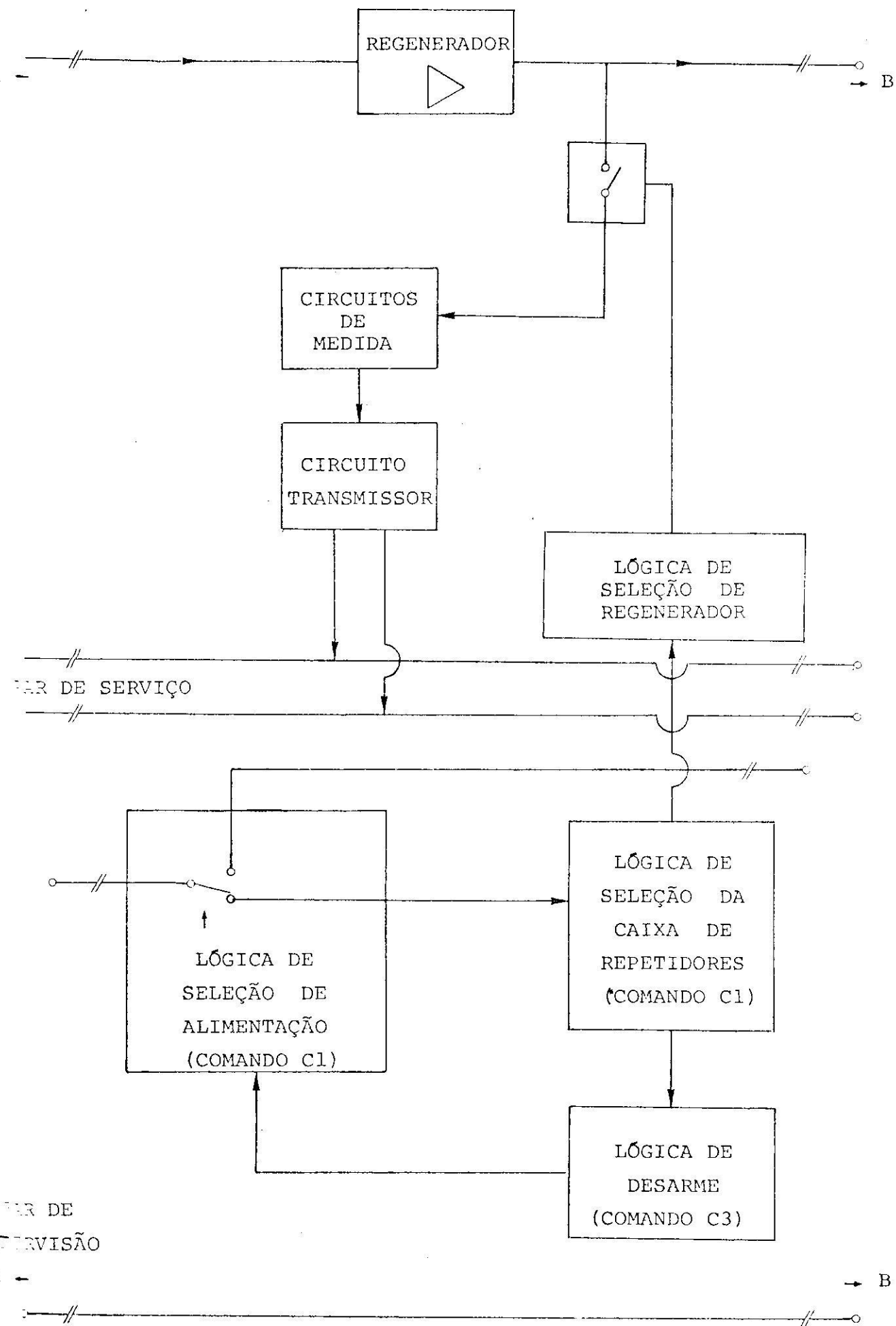


Fig. V.2

- Projeto da unidade de comando da estação de su
pervisão.
- Projeto da unidade de supervisão das caixas de
repetidores.
- Projeto da unidade de conexão a derivações.

Vamos primeiramente desenvolver o projeto das cai
xas de repetidores, visto que a unidade de comando não ofe
rece dificuldades especiais de implementação.

Os três principais problemas a serem levados em
consideração são:

- a inexistência de um nível de tensão de referência
igual entre todos os cartões da caixa de repe
tidores (cada repetidor tem um nível de terra
diferente).
- as limitações das alimentações dos repetidores e
da supervisão.
- as limitações produzidas pelos parâmetros primári
os dos cabos telefônicos nos sinais de comando
(principalmente a resistência e a capacitância
).

O primeiro problema torna necessário o uso de compo
nentes que isolem os circuitos elétricos entre os cartões.
Estes componentes podem ser relés, acopladores óticos , ou
transformadores. O segundo limita o número de circuitos, o
tipo dos componentes e o número máximo de caixas repeti
doras que o sistema pode atender. Finalmente, o terceiro pro
blema também causa limitações no número máximo de caixas repe
tidoras, ou seja, no alcance máximo do sistema.

V.3.1 - Unidade das Caixas Repetidoras

Como vimos no Capítulo V, esta unidade pode
ser dividida em quatro partes:

- Circuito Seletor de Caixa

- Circuito Seletor de Regenerador
- Circuito de Medida
- Circuito Transmissor de Informação

V.3.1.1 - Circuito Seletor de Caixa

Trata-se de um circuito conectado ao par de supervisão, operado pelo comando C1 e destinado a conectar o par de supervisão aos circuitos de supervisão da caixa de repetidores. Quando desoperado, o circuito deve ficar completamente desconectado do par de supervisão, de forma a não carregar inutilmente a alimentação. Este requisito é básico no sistema quando pensamos na possibilidade de, num determinado momento ser necessário selecionar a vigésima caixa de uma linha MCP qualquer. Torna-se tecnicamente impossível manter circuitos alimentados nas 19 caixas anteriores ao longo da linha e obedecer, ao mesmo tempo, as especificações que limitam a alimentação de supervisão (exemplo: queda máxima de 150V no par de supervisão), a não ser que a corrente de alimentação desses circuitos seja muito baixa (em torno de 100 a 200 μ A, no caso de circuitos alimentados em paralelo, ou 20 mA para circuitos alimentados em série), ou que se alimente o sistema de vários pontos.

Esta situação configura a necessidade do uso de um relé polar no circuito de seleção da caixa. Este relé, também conhecido como relé de remanência, possui a propriedade de não consumir corrente para se manter operado. Uma vez operado, ele permanece no estado assumido, mesmo que sua alimentação seja interrompida.

O circuito básico pode ser visto na Fig.

V.3

No instante inicial, os contactos 4-5 e 1-2 estão conectados. Portanto, se aplicarmos uma

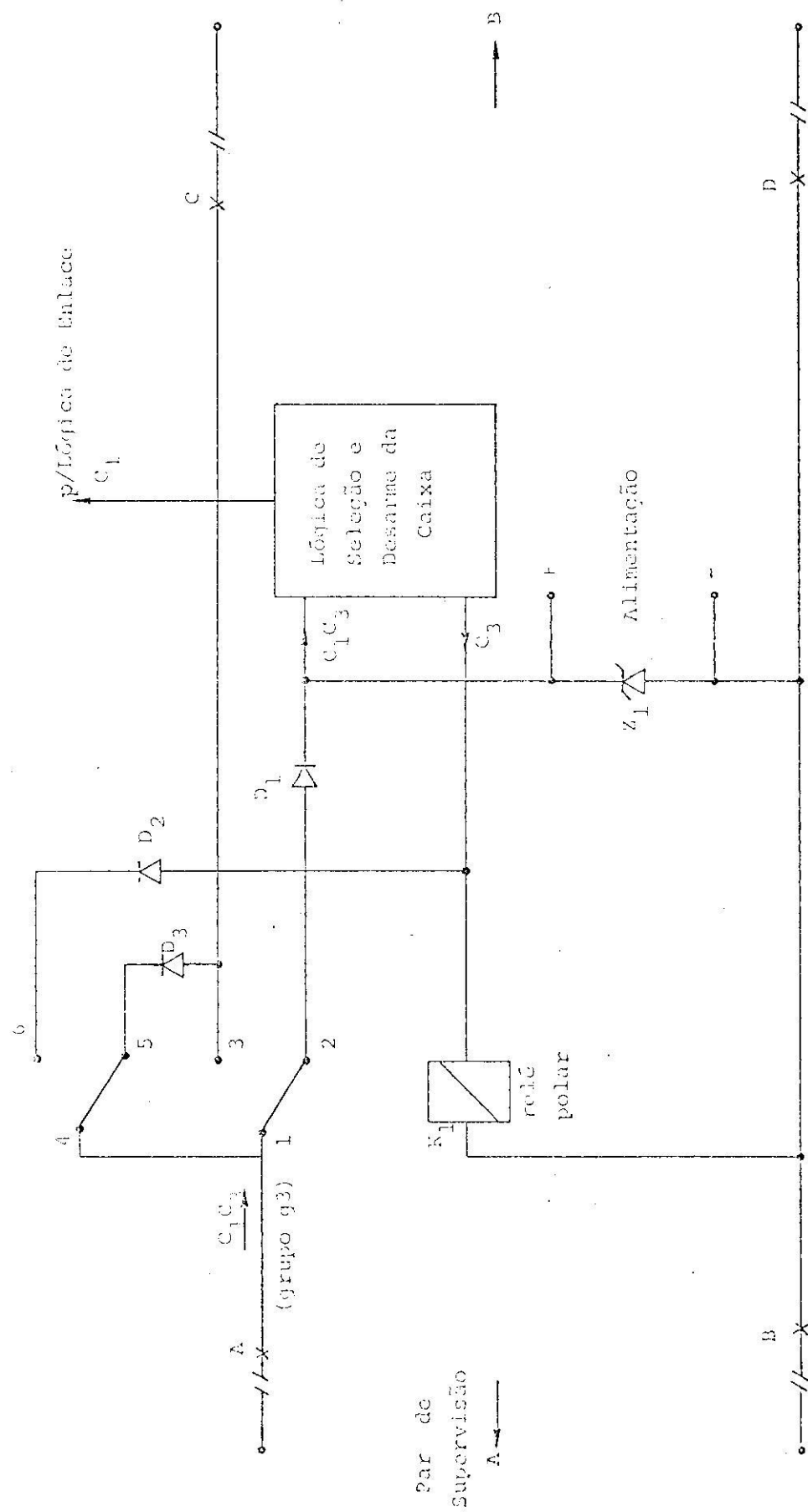


Fig. V.3

corrente com polaridade correta na linha, a mesma circulará pelo seguinte caminho:

Ponto A, contatos 1-2 de K1, diodo D1, diodo Zener Z1, Ponto B.

Dos terminais de Z1 é retirada a alimentação para os circuitos de supervisão da caixa.

Os comandos C1 e C3, enviados pelo par de supervisão, são aplicados à lógica de seleção e de sarme. Ao receber o comando C1, a lógica o aplica ao circuito lógico de enlace nos cartões dos repetidores. Ao receber o comando C3, a lógica energiza o enrolamento de K1, que opera mudando de estado.

A posição dos contatos de K1 passa a ser 4-6 e 1-3. Dessa forma, a corrente não circula mais por Z1 e toda a alimentação de supervisão da caixa de repetidores fica cortada.

A corrente passa a circular pelo seguinte caminho (Fig. V.4):

Ponto A, contatos 1-3 de K1, ponto C, par de supervisão, próxima caixa de repetidores, retorno pelo par de supervisão, ponto D, ponto B.

Desta forma, os comandos C1 e C3 passam a ser aplicados à próxima caixa de repetidores.

Para retornar à condição inicial, é necessário reverter a posição do relé polar K1. Para isso, basta inverter a polaridade da corrente no par de supervisão.

A corrente circulará então por:

Ponto B, enrolamento de K1 (no sentido inverso) diodo D2, contatos 6-4 de K1, ponto A (Fig. V.4).

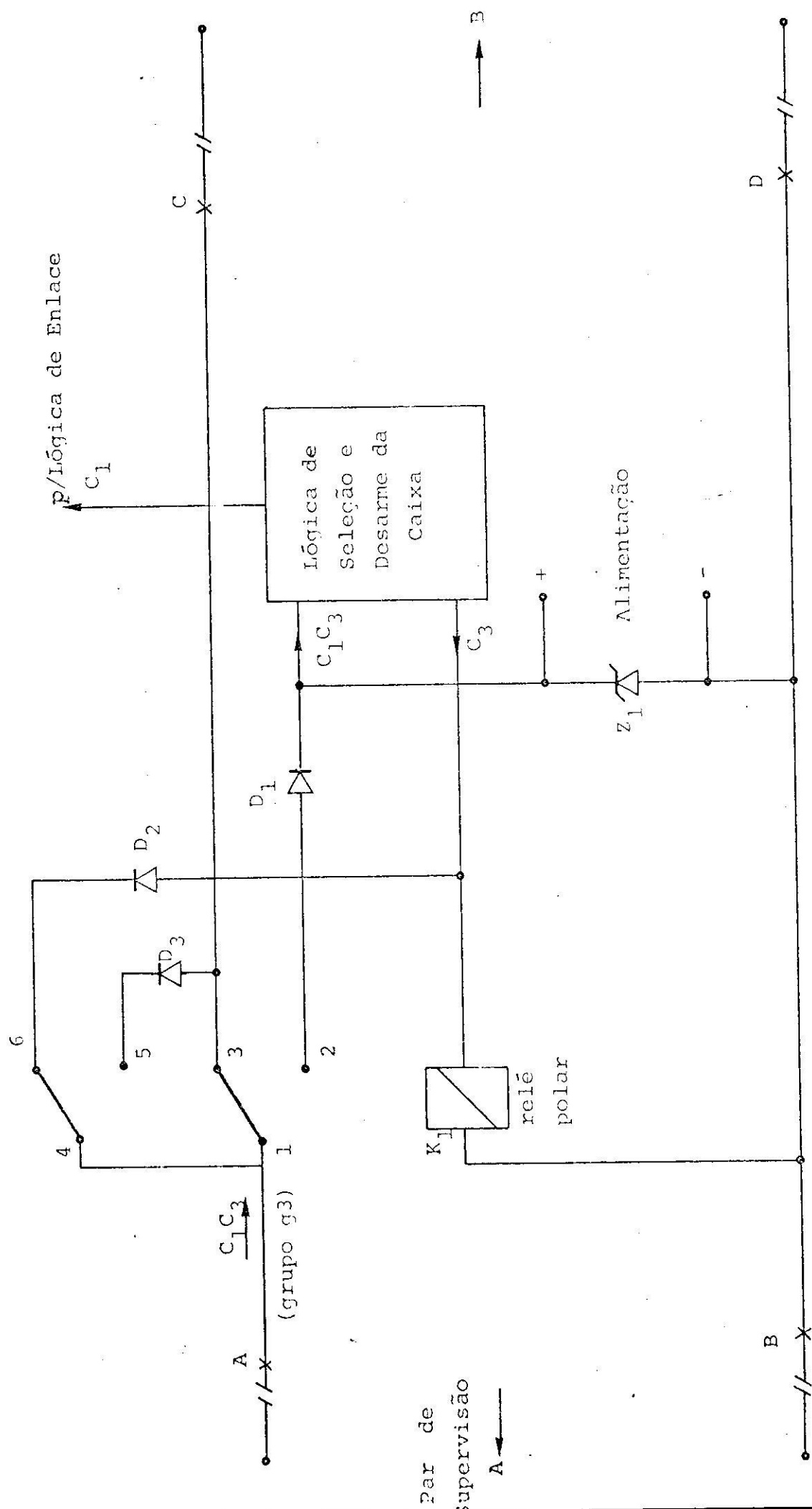


Fig. V.4

K1 opera novamente, e temos de novo a condição da Fig. V.3.

Mantendo a corrente de polaridade invertida aplicada ao par, teremos então o seguinte caminho de circulação:

Ponto B, ponto D, par de supervisão, próxima caixa de repetidores, retorno pelo par de supervisão, ponto C, diodo D3, contatos 5-4 de K1, ponto A.

Desta forma, se o relé K1 da próxima caixa de repetidores estiver na posição da Fig. V.4, também será revertido à posição da Fig. V.3.

Isto equivale a dizer que, com a polaridade da linha invertida, todos os relés polares de todas as caixas ao longo da linha serão revertidos à posição inicial.

No momento em que terminamos a supervisão da última caixa da linha, o par de supervisão se torna um circuito aberto para a corrente de alimentação, fato que pode danificar o fonte de corrente de alimentação. É conveniente, portanto, que esta fonte tenha um circuito de proteção, ou que o par de supervisão seja sempre terminado por uma carga.

A mesma consideração é válida para o caso da inversão da polaridade da corrente no momento de desarmar os relés polares.

Considerando que os comandos C1 e C3 serão pulsos de interrupção da corrente de alimentação (grupo g3) fornecidos por um disco telefônico comum (Fig. V.5), vários circuitos podem ser imaginados para executar a seleção e o posterior desarme da caixa de repetidores.

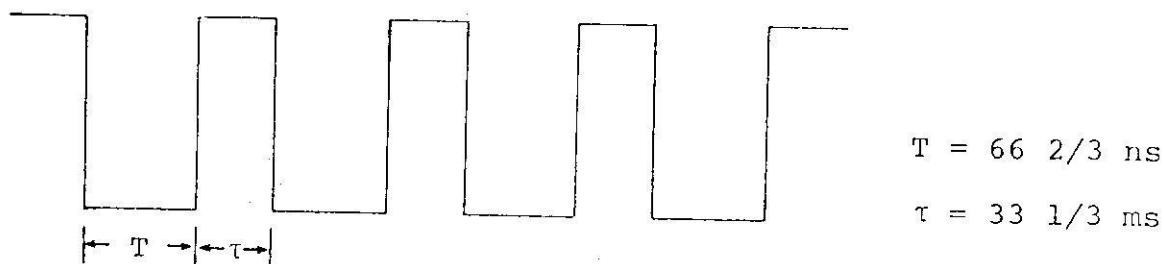


Fig. V.5

Vamos primeiramente considerar o circuito da Fig. V.6.

Este circuito é constituído por um contador de pulsos com dois flip-flops do tipo JK. Quando o comando C1 (1º pulso de interrupção de corrente) é aplicado à entrada relógio do flip-flop F1, o mesmo muda de estado acompanhando a descida do pulso. Na saída Q temos então nível alto, que vai alimentar a lógica de enlace. Este mesmo nível alto é aplicado à entrada relógio de F2. Entretanto, nada acontece, pois F2 só opera com descida de pulsos, a exemplo de F1.

Quando o 2º pulso atinge F1 (comando C3), sua saída novamente acompanha a descida do pulso, assumindo nível zero e cortando, portanto, a alimentação do circuito lógico de enlace, ou seja, desfazendo qualquer enlace porventura realizado na caixa. Este nível zero, aplicado à F2, faz com que a saída do mesmo assuma nível alto, alimentando assim o relé polar (ver diagrama de tempo na Fig. V.7). Como já vimos, quando o relé polar opera, a alimentação de todo o sistema de supervisão da caixa fica cortada.

Observa-se que as caixas serão operadas por um número ímpar de pulsos e desoperadas por um número par. Assim, se quisermos operar a caixa nº N, teremos que enviar pelo par de supervisão, um núme

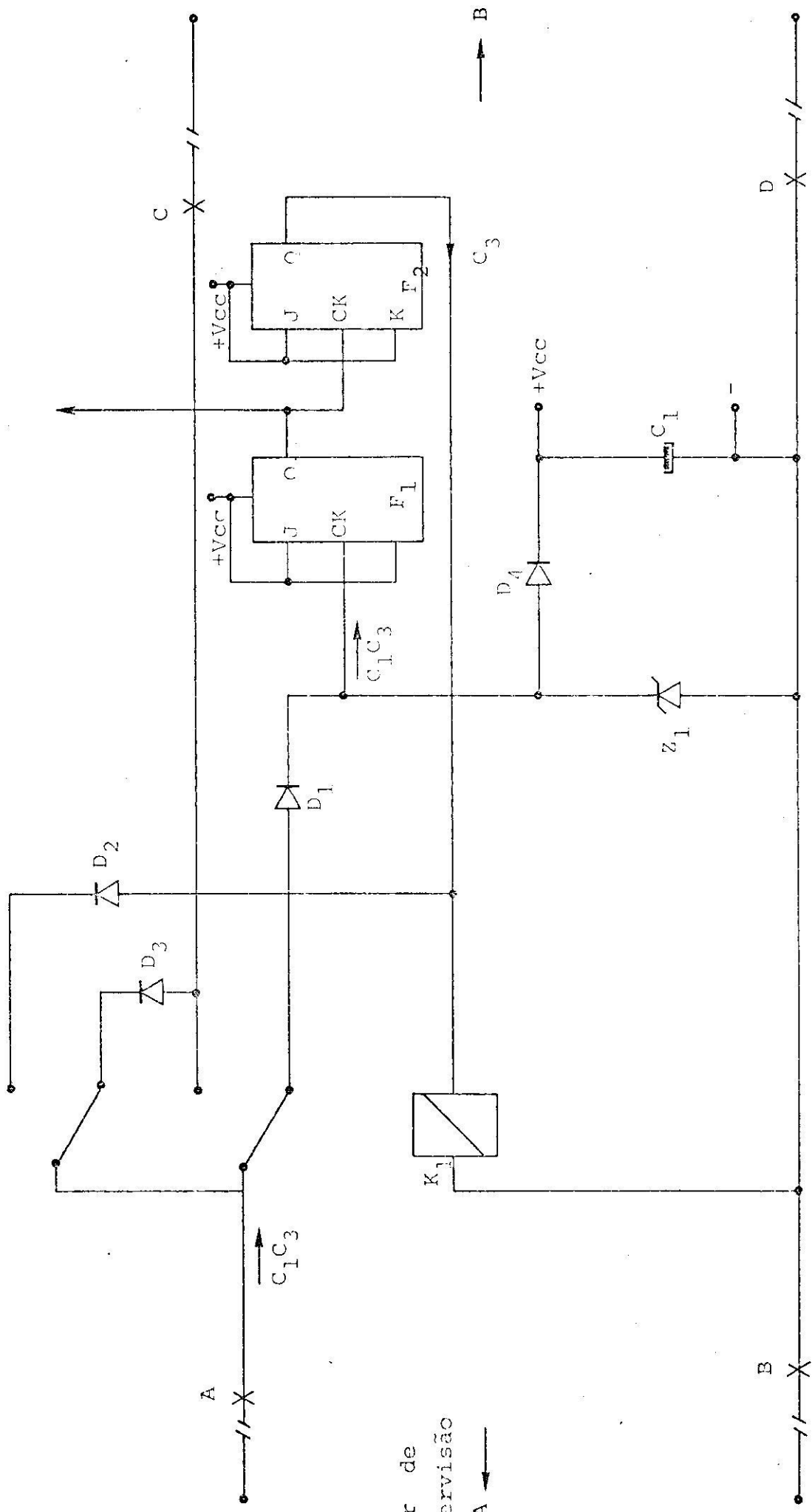


Fig. V.6

ro $2N-1$ de pulsos. Consequentemente, $2N$ pulsos irão desoperar a caixa N .

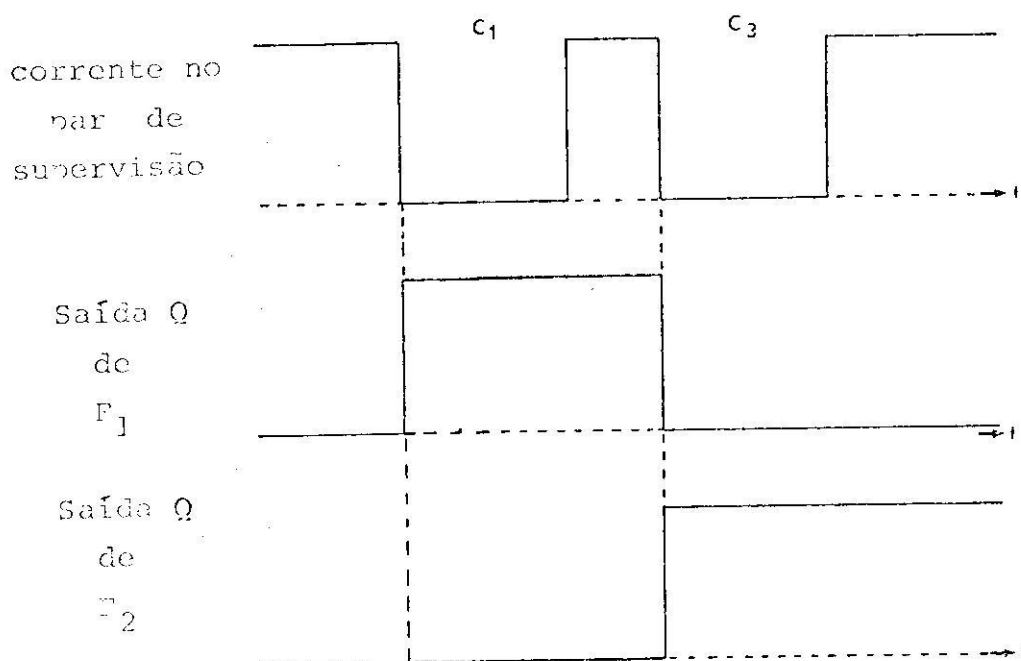


Fig. V.7

Temos entretanto a considerar que, durante o intervalo de tempo de $66 \frac{2}{3}$ ms em que o disco telefônico interrompe a corrente na linha, a alimentação dos flip-flops deixa de existir.

É necessário portanto, manter a alimentação durante estes intervalos de interrupção. Para isso, foi colocado no circuito, em paralelo com Z_1 , o capacitor C_1 dimensionado, de forma a manter a alimentação com a sua carga. Entretanto, C_1 deve manter apenas a alimentação e não a entrada relógio de F_1 , sob pena de impedir que F_1 reconheça a descida dos pulsos de comando. Para isso, colocou-se no circuito, o diodo D_4 , que obriga C_1 a descarregar somente através dos circuitos de F_1 a F_2 .

Portanto, C1 deve se descarregar lentamente durante o intervalo de interrupção de $66 \frac{2}{3}$ ms e carregar rapidamente durante o pulso de $33 \frac{1}{3}$ ms (ver Fig. V.5).

O circuito da Fig. V.6 suscita de imediato duas dúvidas:

- 1) A saída Q de F1 possui potência suficiente para alimentar os circuitos da lógica de enlace dos cartões de repetidores?
- 2) O capacitor C1 terá carga suficiente para aguentar a alimentação dos circuitos e ainda energizar o relê K1 durante o intervalo de interrupção causado pelo comando C3?

A fim de eliminar essas dúvidas, foi elaborado o circuito da Fig. V.8.

Neste circuito, os dois flip-flops tipo JK foram substituídos por apenas um flip-flop tipo D.

O comando é aplicado diretamente à lógica de enlace, o que elimina o primeiro problema do circuito anterior. Desta forma, o número de pulsos necessários para selecionar uma determinada caixa N ao longo da linha, não é mais $2N-1$, e sim apenas $N-1$, pois quando mudamos de caixa, já estamos automaticamente energizando os circuitos de enlace da caixa seguinte. Assim, o comando C3 da caixa N já é ao mesmo tempo, o comando C1 da caixa $N+1$. Observa-se que a caixa nº 1 é selecionada automaticamente quando da aplicação da corrente ao par de supervisão no instante inicial.

O flip-flop tipo D, ao contrário do tipo JK, acompanha a subida do pulso, de forma que, quan

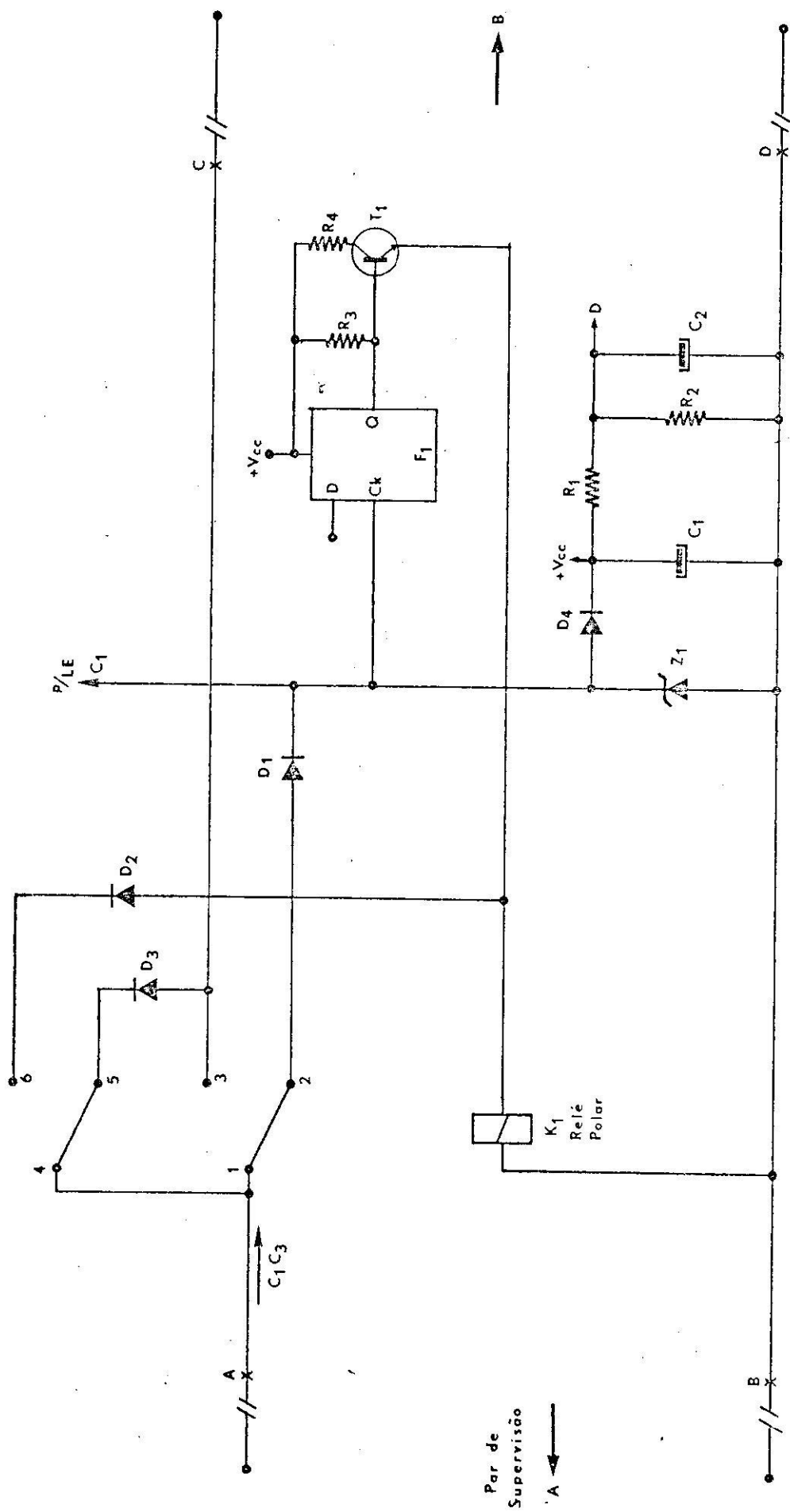


Fig. V.8

do enviamos o primeiro pulso de comando, ele só mu
da de estado no instante em que o intervalo de in
terrupção de $66 \frac{2}{3}$ ms termina (Fig. V.9).

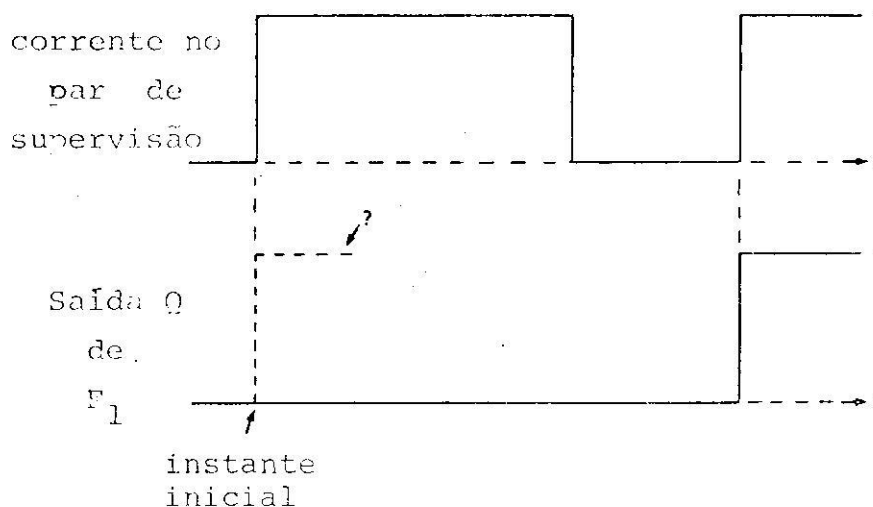


Fig. V.9

Isto elimina o segundo problema, pois agora a energia necessária para operar K1 será fornecida pela própria alimentação da supervisão, que ao fim do intervalo de interrupção já se acha restaurada.

Ao capacitor C1 resta apenas a tarefa de manter alimentado o flip-flop Fl, o que é plenamente realizável.

A fim de eliminar possíveis problemas quanto a alimentação do relé pela saída Q do flip-flop Fl, o transistor T1 foi colocado no circuito. Este transistor funciona como excitador para o relé, fornecendo a corrente necessária ao funcionamento do mesmo.

Entretanto, uma nova dúvida surge com re

lação ao circuito da Fig. V.8. No instante inicial, quando o circuito é energizado, temos também uma súbita de potencial que pode ser reconhecida pelo flip-flop, causando a operação do mesmo (Fig. V.9).

Para evitar este efeito indesejável, foram introduzidos no circuito os resistores R1 e R2 e o capacitor C2. A constante de tempo dada por R1C1 deve ser tal que atrase a entrada D de F1 o suficiente para que o mesmo não opere no instante inicial. O resistor R2 tem por função permitir que C2 descarregue rapidamente quando a alimentação for cortada.

V.3.1.2 - Circuito Seletor de Regenerador

Este circuito inclui mais uma constante de tempo R5C3 colocada na entrada de relógio do flip flop F1, como mostra a Fig. V.10. A função desta constante de tempo é diferenciar dois tipos de pulso de duração diferente. Um deles, o pulso de disco telefônico já nosso conhecido, é destinado a efetuar a comutação de caixas; o outro, um pulso mais estreito, destinado a comandar a seleção do regenerador a ser medido.

Desta forma, os comandos C1 (seleção de caixa) e C2 (seleção de regenerador) são ambos enviados em forma de pulsos de largura diferentes, pelo mesmo par de supervisão. A constante de tempo formada pelo resistor R5 e o capacitor C3 só permite ao flip-flop reconhecer os pulsos mais largos correspondentes ao comando C1.

Consta deste circuito, um contador, circuitos porta e chaves eletrônicas.

De acordo com as especificações, podemos ter até 32 repetidores numa caixa. Como cada repeti

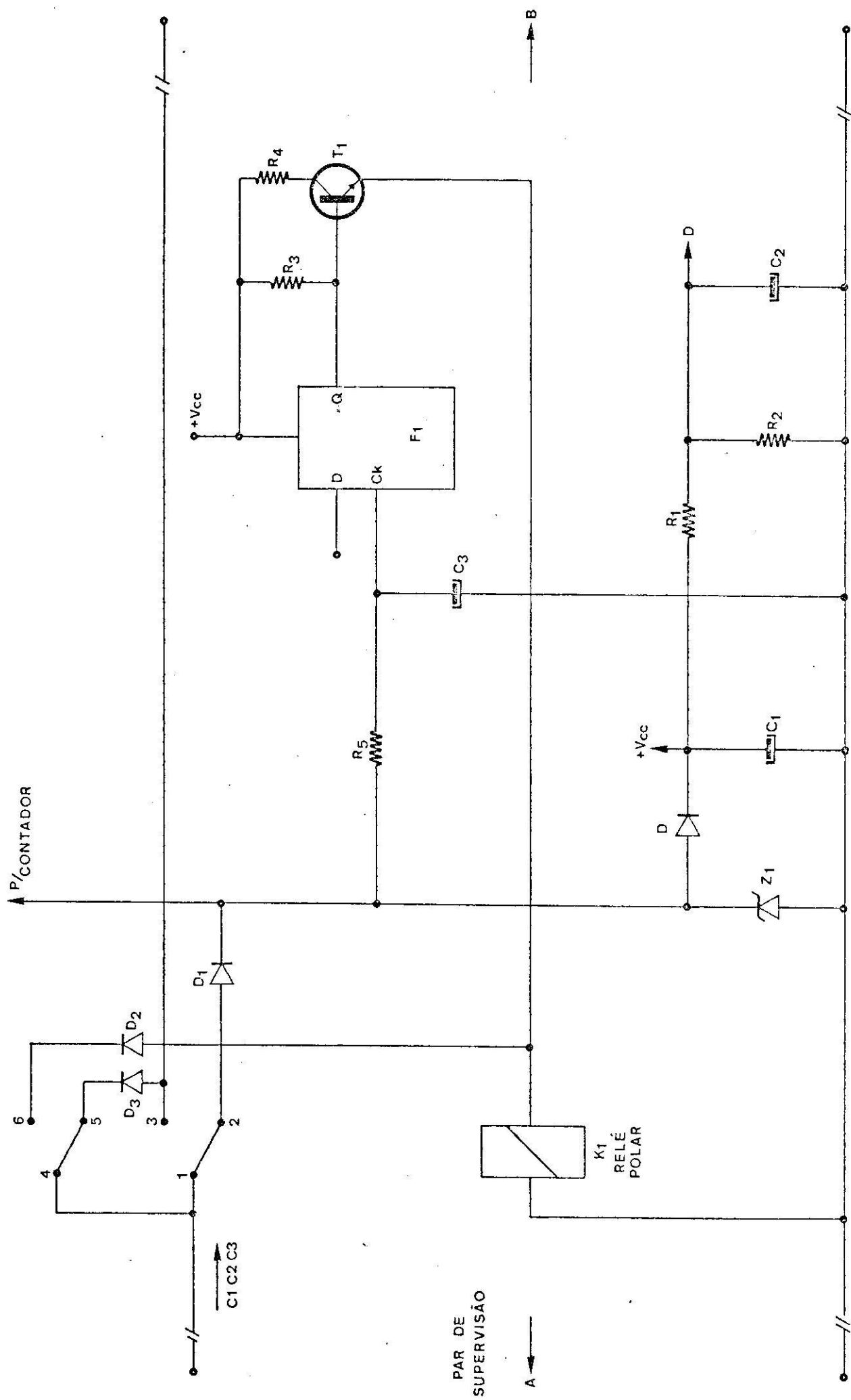


Fig. V.10

dor consta de 2 regeneradores, o número de regeneradores por caixa pode ser, portanto, 64, no pior caso.

Nestas condições, é necessário que o contador seja capaz de contar até 64 pulsos para permitir a seleção de um regenerador específico. Para isso, o contador deve ser constituído de 6 flip-flops ligados em cascata, como mostra a Fig. V.11.

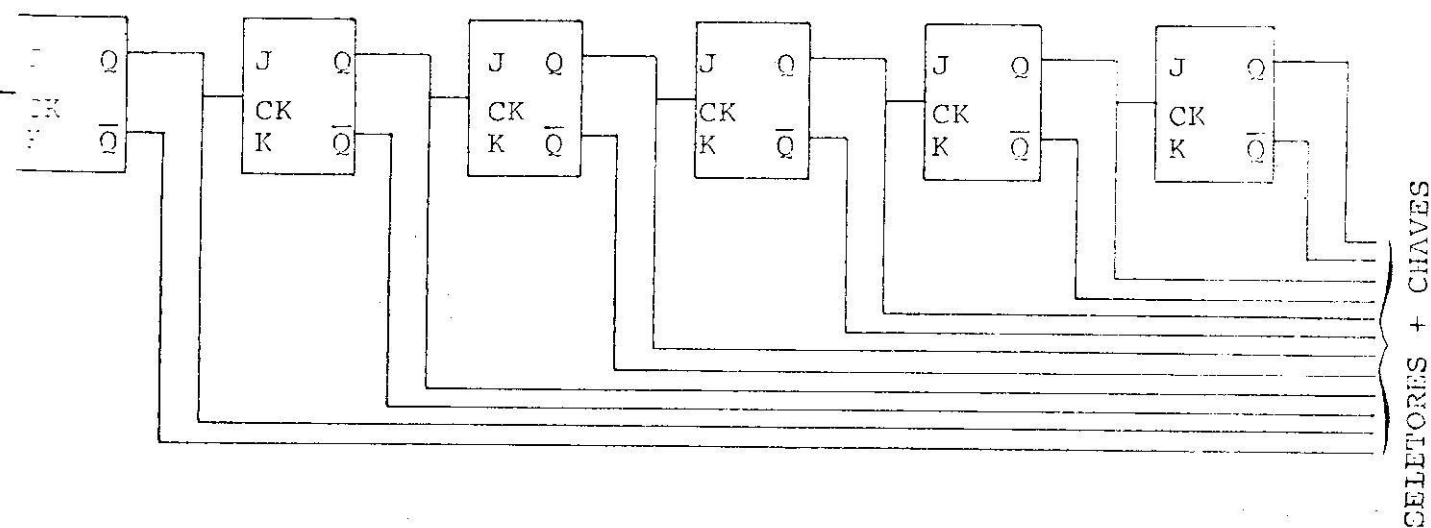


Fig. V.11

Com este arranjo, temos através da utilização criteriosa das saídas Q e $\bar{Q}$ dos flip-flops, palavras de 6 bits com 64 possibilidades diferentes. A utilização das saídas $\bar{Q}$ dos flip-flops, ao invés de inversores é conveniente, porque nos permite minimizar o número de componentes e, conseqüentemente, o consumo de corrente dos circuitos.

Os flip-flops são do tipo JK e, portanto, reconhecem a borda de subida dos pulsos, mudando o nível da saída Q de baixa para alto.

As palavras geradas pelos flips-flops são reconhecidas em circuitos porta AND em número de 64, uma para cada regenerador. Sendo reconhecida em uma das portas, a palavra opera então a chave eletrônica correspondente, conectando a saída do regenerador com o medidor de taxa de erro. Existem, evidentemente, 64 chaves eletrônicas.

Com o objetivo de minimizar o consumo de corrente de forma a não sobrecarregar a alimentação da supervisão e, conseqüentemente, aumentar o alcance do sistema, as portas e chaves eletrônicas devem ser construídas com componentes discretos.

O sinal MCP é aplicado pela chave ao medidor de taxa de erro, que produz um nível de tensão correspondente à quantidade de erros medida. Este nível de tensão é, por sua vez, aplicado a um VCO, que gera um sinal de frequência correspondente.

Este sinal é enviado de volta à estação de supervisão pelo par de servilo comumente existente em sistemas MCP. Este par está presente em todas as caixas de repetidores, e tem por função primordial, permitir comunicações entre as equipes de manutenção e as estações de controle. Trata-se de um par "ônibus", ou seja, um par comum a todas as caixas repetidoras de toda a rede MCP. O acesso a este par está previsto em toda caixa através de uma tomada especial, onde os elementos da equipe de manutenção podem conectar um telefone de serviço portátil. O par é normalmente pupinizado de forma a melhorar as comunicações em frequência de voz.

É muito importante que o bom funcionamento do par de serviço não seja alterado de forma a prejudicar as comunicações das equipes de manutenção. Para isto, está previsto que o VCO deve proje

tar no par, o sinal correspondente à taxa de erro, através de derivações centrais das próprias bobinas de pupinização. O sinal de VCO deve ser situado na faixa alta do sinal de voz em torno de 3KHz a 4KHz e um filtro passa-baixa com frequência de corte em torno de 2,5KHz ou 3KHz deve ser inserido entre o par de serviço e a tomada do telefone de manutenção. Desta maneira, as comunicações telefônicas ficam as seguras e a audição do operador não é prejudicada pelos sinais produzidos pelo VCO.

No contador temos ainda uma constante de tempo R6C4 (ver Fig. V.13) conectada aos resets de todos os flip-flops e destinada a zerar o contador no instante inicial. Seu funcionamento é bastante simples, o capacitor C4 mantém em nível alto os re sets dos flip-flops até se carregar completamente. O tempo de descarga deste capacitor deve ser sufi cientemente longo para não atrapalhar o funcionamento do contador durante a contagem dos pulsos.

De forma a proporcionar máxima segurança ao operador, um circuito destinado a enviar de volta à estação de supervisão uma confirmação do código de seleção de regenerador, foi inserido no sistema. Este circuito é composto por dois inversores (I1, I2), uma contante de tempo (R7, C6, D5) e uma porta AND (D6, D7, R5). Seu desempenho pode ser analisado na Fig. V.12.

O trem de pulsos que atinge a caixa de re petidores está presente no ponto (1) do circuito. No instante inicial, a caixa é energizada e o contador é zerado pela constante de tempo de R6C4 (Fig.V.13). Após um certo intervalo de tempo, os pulsos de seleção de regenerador atingem o contador onde são contados. Como já foi visto, o código resultante é aplicado às 64 portas AND dos regeneradores. Durante a

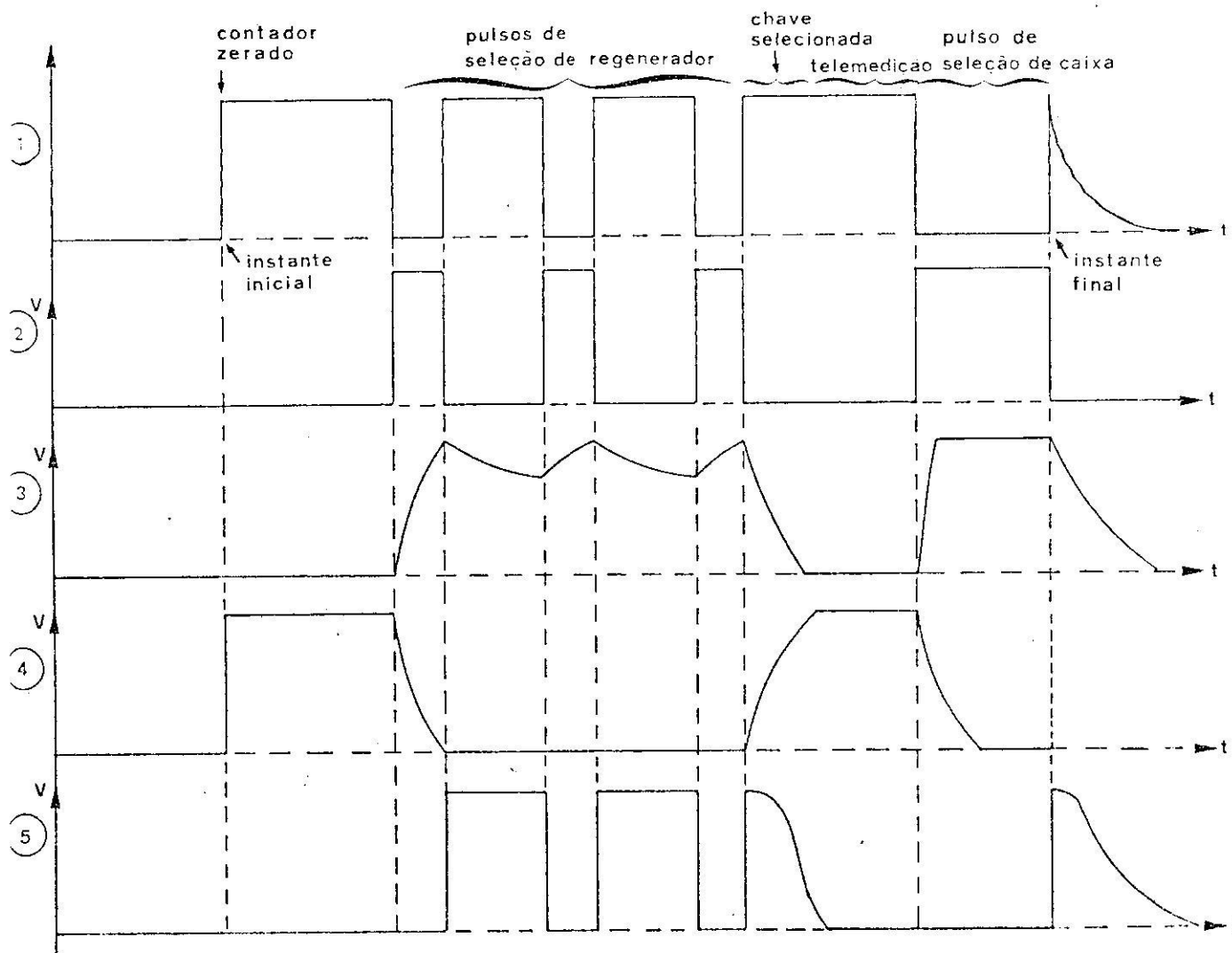
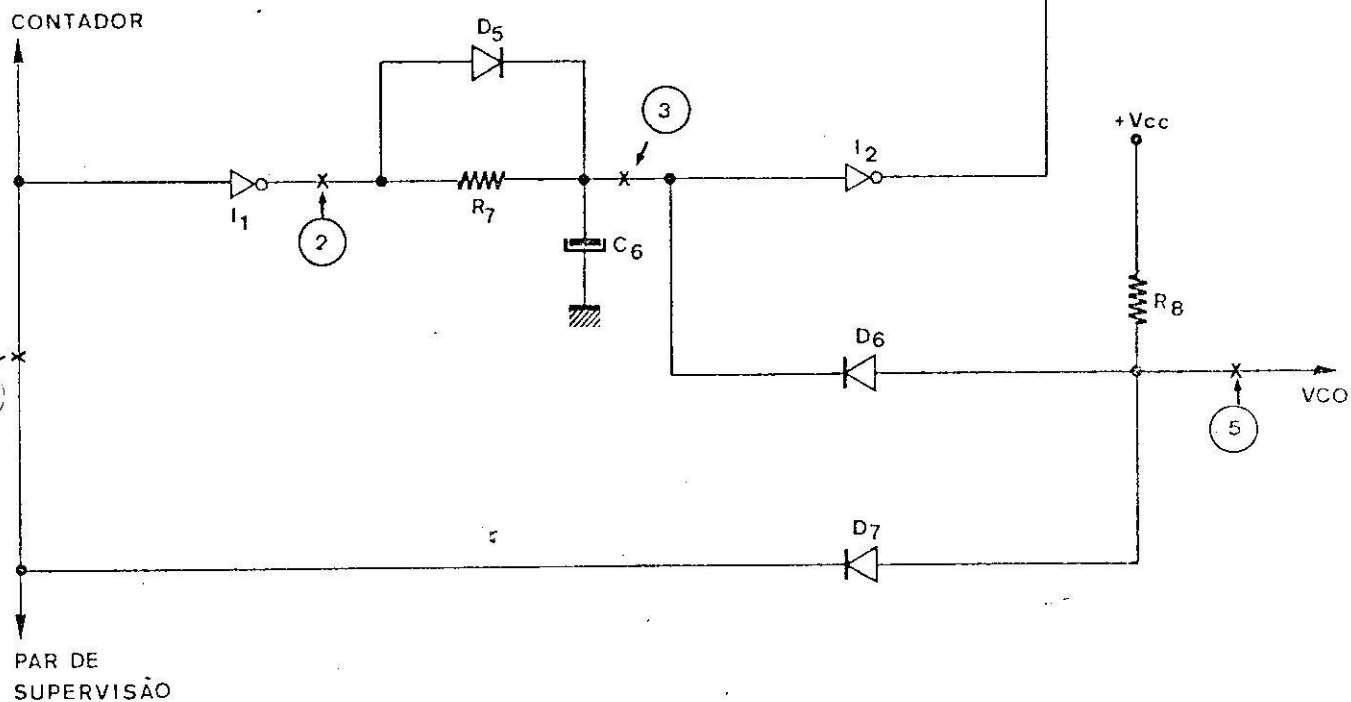


Fig. V.12

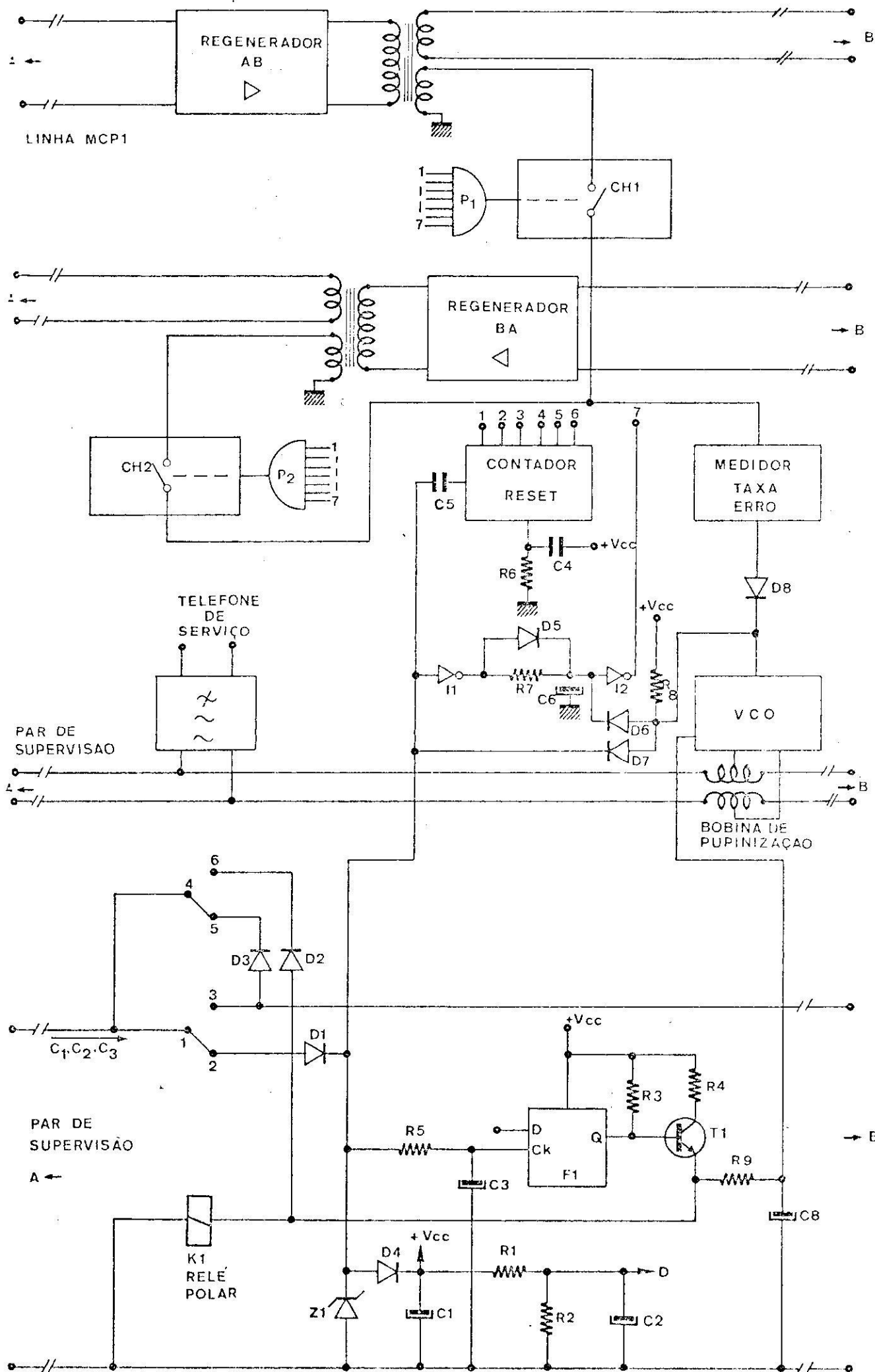
contagem, porém, os pulsos também atingem o inversor I1 na saída do qual (ponto ②) aparecem invertidos. Estes pulsos carregam rapidamente C6 através do diodo D5. A descarga de D6 é suficientemente demorada para garantir um nível alto no ponto ③ durante toda a duração do trem de pulsos de seleção de regenerador. Este nível alto, após ser invertido em I2, é aplicado ao terminal 7 das 64 portas AND dos regeneradores. Desta forma, temos no intervalo de duração do trem de pulsos, nível baixo no terminal 7 de todas as 64 portas. As portas ficam, portanto, inibidas, as chaves eletrônicas não operam, e nenhum sinal vindo dos regeneradores atinge o medidor de taxa de erro. Desta forma, não temos nenhum sinal na saída do medidor e o diodo D8 permanece cortado (Fig. V.13).

O nível alto produzido por C6 é também aplicado do ponto ③ ao diodo D6. Ao mesmo tempo, o trem de pulsos do ponto ① é aplicado ao diodo D7. Na saída da porta formada por D6, D7 e R8 só temos nível alto quando ambas as entradas estiverem altas, e isto só ocorre quando C6 estiver carregado. Desta forma, o trem de pulsos atinge o VCO ao mesmo tempo que a telemedição é inibida.

Após o trem de pulsos, C6 se descarrega, o terminal 7 vai para o nível alto, a chave eletrônica correspondente ao código selecionado oepra, a porta D6, D7, R8 desopera e a telemedição é automaticamente realizada.

Como vemos pela Fig. V.12, quando um pulso telefônico de comutação de caixa atinge o circuito, o VCO o retransmite de volta da mesma forma já analisada. A duração desta retransmissão é de cerca de 15ms, que é o tempo de operação do relê polar.

Assim, todos os pulsos que atingem a cai



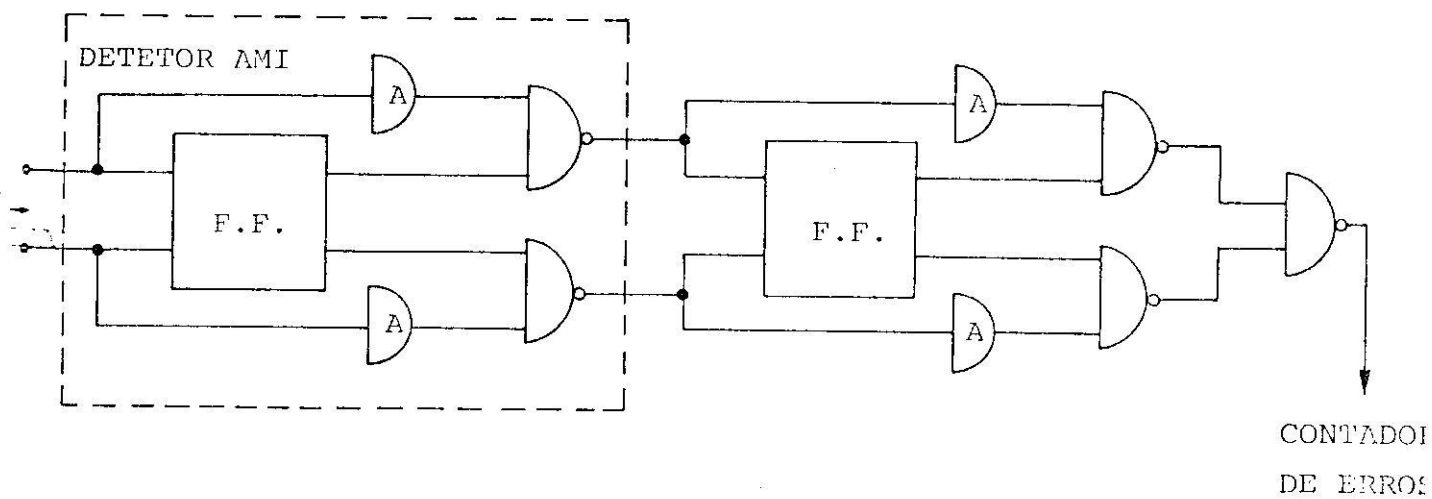


Fig. V.14

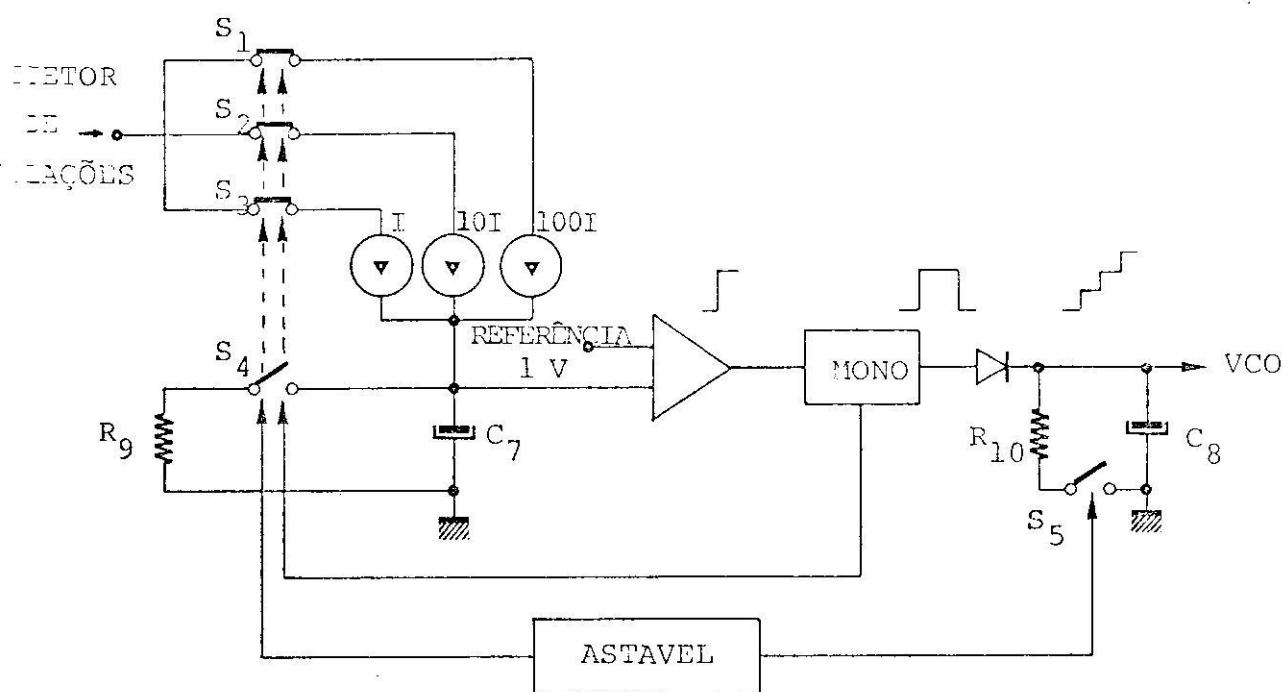


Fig. V.15

xa são retransmitidos de volta pelo VCO através do par de serviço e podem ser comparados na estação de supervisão com os pulsos enviados, de forma a permitir uma perfeita monitoração da supervisão.

Temos ainda, por medida de maior segurança, o capacitor C8 conectado através do resistor R9 ao emissor do transmissor TL. Como sabemos, o emissor de T1 só apresenta nível alto quando o relé K1 opera no final do período de tempo da telemedição, ou quando a seleção de caixa comuta a caixa seguinte. Assim, no caso de funcionamento normal, o emissor de T1 deve apresentar apenas um pulso de nível alto de curta duração. Se este nível alto permanecer durante um intervalo de tempo maior que cerca de 20ms, significa que o relé K1 falhou por algum motivo. Neste caso, C8 carrega através de R9 e aplica um nível de tensão no VCO, que dispara um tom de frequência contínua de volta à estação de supervisão pelo par de serviço. Este tom é reconhecido como sendo alarme de supervisão e indica que o relé K1 não operou.

V.3.1.3 - Circuito de Medida

Este circuito é composto por um detetor de violações e um contador de erros propriamente dito.

O detetor de violações HDB3 é composto por dois flips-flops e cinco portas NAND, conforme mostra a Fig. V.14. No caso de código AMI, apenas um flip-flop e três portas seriam suficientes. Com efeito, um detetor de violações HDB3 não passa, na realidade, de dois detetores AMI ligados em série.

Uma versão de contador de erros pode ser visto na Fig. V.15. É constituído por três fontes de corrente acionadas pelos pulsos do detetor de vio

lações e chaveadas por um circuito mono-estável controlado por um comparador que compara um nível de sinal armazenado no capacitor C7 com um nível fixo de referência, digamos 1 volt. A saída do mono-estável está ligada a um outro capacitor (C8) que armazena um nível de tensão correspondente às medidas feitas durante um certo intervalo de tempo (0,5s.). O circuito astável tem por função zerar o sistema após o intervalo de contagem de 0,5s., descarregando os capacitores C7 e C8 através dos resistores R9 e R10. O nível de tensão nos terminais de C8 é aplicado ao VCO e transmitido à estação de supervisão.

No instante inicial, as chaves S1, S2, S3 estão fechadas e S4 e S5 abertas. Temos então as três fontes de corrente agindo e os pulsos de violação carregam C7. Quando o nível de tensão de C7 iguala a tensão de referência, o comparador aciona o mono que, por sua vez, aplica um pulso ao capacitor C8, ao mesmo tempo que abre a chave S1 e fecha S4, descarregando C7. Permanecem no circuito as fontes I e 10I. Quando o capacitor C7 atinge novamente a tensão de referência, novamente o comparador aciona o mono, que aplica mais um pulso em C8 através do diodo D9. Desta forma, C8 vai se carregando através de patamares de níveis iguais. O mono novamente descarrega C7, fechando S5 e abre S2. O processo se repete para a fonte I. Depois de um intervalo de 0,5s., o astável zera todo o circuito, fechando simultaneamente as 5 chaves e descarregando C7 e C8. As chaves S4 e S5 se abrem e o processo recomeça. Desta forma, o sinal transmitido pelo VCO é proporcional ao nível de tensão do capacitor C8, que, por sua vez, é proporcional ao número de pulsos de erro da saída do detetor de violações. A medida é repetitiva com duração de 0,5s.

V.3.1.4 - Circuito Transmissor de Informação

Como já foi dito, este circuito é constituído por VCO que gera tons de áudio correspondentes aos níveis de tensão produzidos pelo medidor de taxa de erro.

Estes tons de áudio são aplicados ao par de serviço através da bobina de pupinização e enviados de volta à estação de supervisão.

V.3.2 - Unidade de Conexão a Derivações

Trata-se de um circuito muito semelhante ao já analisado para a telemedição. Nas derivações é colocado um circuito seletor de caixa idêntico ao já analisado. Em cada par de supervisão que se origina na derivação, coloca-se um relé polar de dois enrolamentos de forma tal que o par de supervisão passe por seus contatos. A cada enrolamento de cada relé polar é conectado um circuito porta AND. Estas portas estão conectadas a um contador idêntico ao usado na telemedição para a seleção de regenerador. Desta forma, ao selecionar uma caixa derivação, basta ao operador enviar um trem de pulsos estreitos pelo par de supervisão, para que o contador selecione uma das portas P1 que, por sua vez, energizará o 1º enrolamento do relé K2 correspondente. Energizado o relé, seus contatos 1-2 e 3-4 fecham e o par de supervisão original fica conectado com a rota desejada. O relé K2 permanece operado até que seu 2º enrolamento seja energizado. Isto ocorre quando a porta P2, por sua vez, for operada por um código correspondente. As portas P2 serão todas iguais, e projetadas de forma a reconhecer o código 0-0-0-0-0-0. Desta forma, toda vez que a caixa derivação for selecionada, e o contador for zerado no momento inicial por R6C4, automaticamente o relé K2, que porventura estiver operado, retornará à condição inicial,

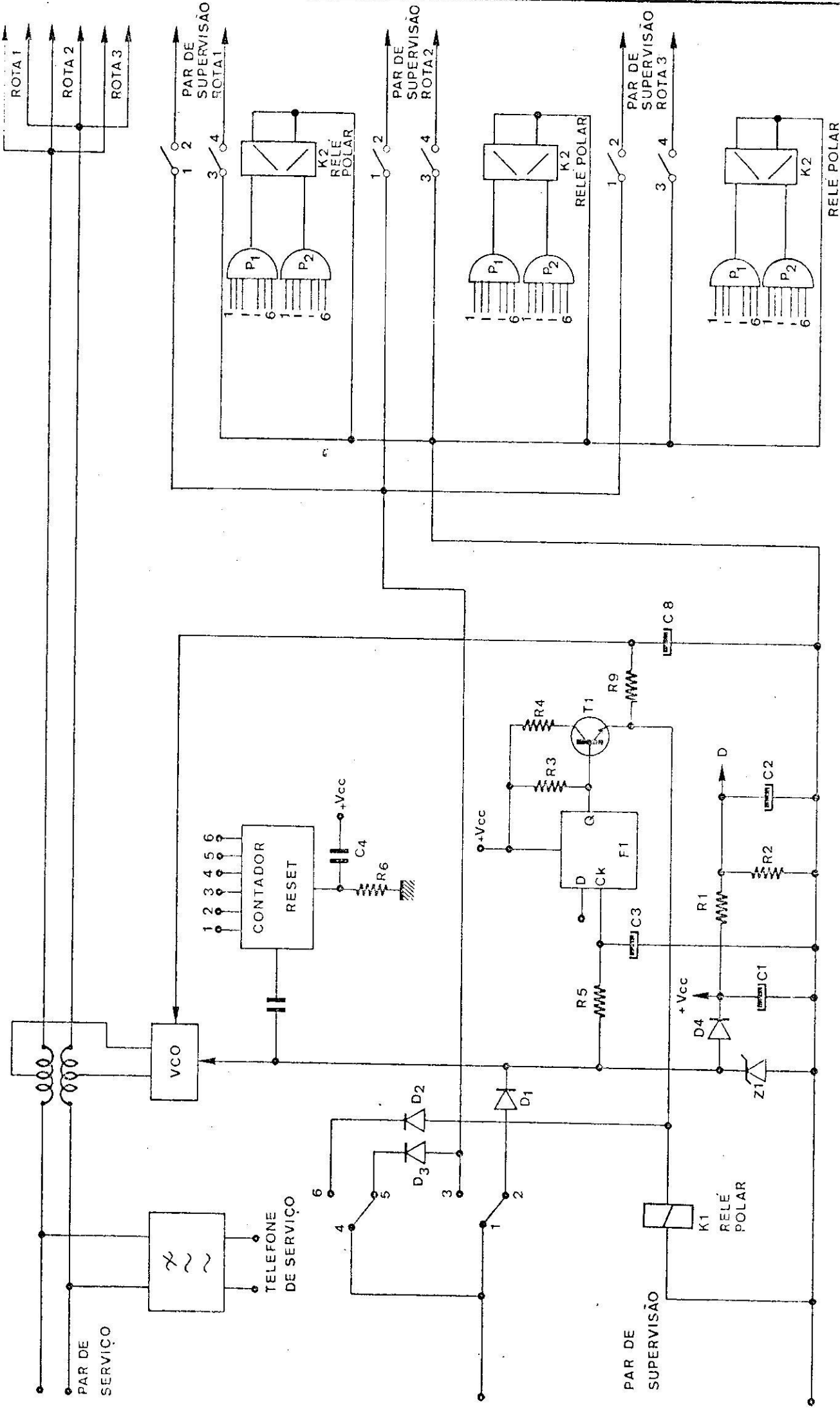


Fig. V.16

e nenhuma rota permanecerá selecionada. Este automatismo é muito útil para prevenir possíveis falhas do operador que, desta forma, jamais poderá selecionar mais de uma rota. É claro que, se existisse a possibilidade de seleção simultânea de mais de uma rota, e se esta falha viesse a ocorrer, o sistema ficaria inoperante, pois a corrente se dividiria por mais de um caminho e a alimentação falharia.

Na Fig. V.16, vemos o diagrama do circuito derivação. Os pulsos de seleção são diretamente aplicados a um VCO e retornam pelo par de serviço para efeito de monitoração. Podemos observar também que o par de serviço se interliga com as várias rotas. Trata-se de um par ônibus presente em toda a rede MCP.

V.3.3 - Unidade de Comando

A unidade de comando presente na estação central de supervisão será forçosamente bem mais sofisticada que as demais unidades do sistema. Entretanto, como será apenas uma unidade para toda uma rede MCP devido à centralização da supervisão, o seu preço será desprezível, em comparação com todo o sistema.

Esta unidade deverá ser portátil, de forma a atender qualquer sistema de qualquer rota.

A Fig. V.17 representa o diagrama em bloco dos circuitos da caixa. O disco telefônico foi substituído por um gerador de pulsos de 10Hz, cujo trem de pulsos deve ser idêntico ao do disco.

Um segundo gerador de 100Hz fornece o trem de pulsos de seleção de regenerador e/ou rota derivação. Uma unidade de seleção de código permite ao operador selecionar com uma única operação um determinado regenerador de uma determinada caixa si

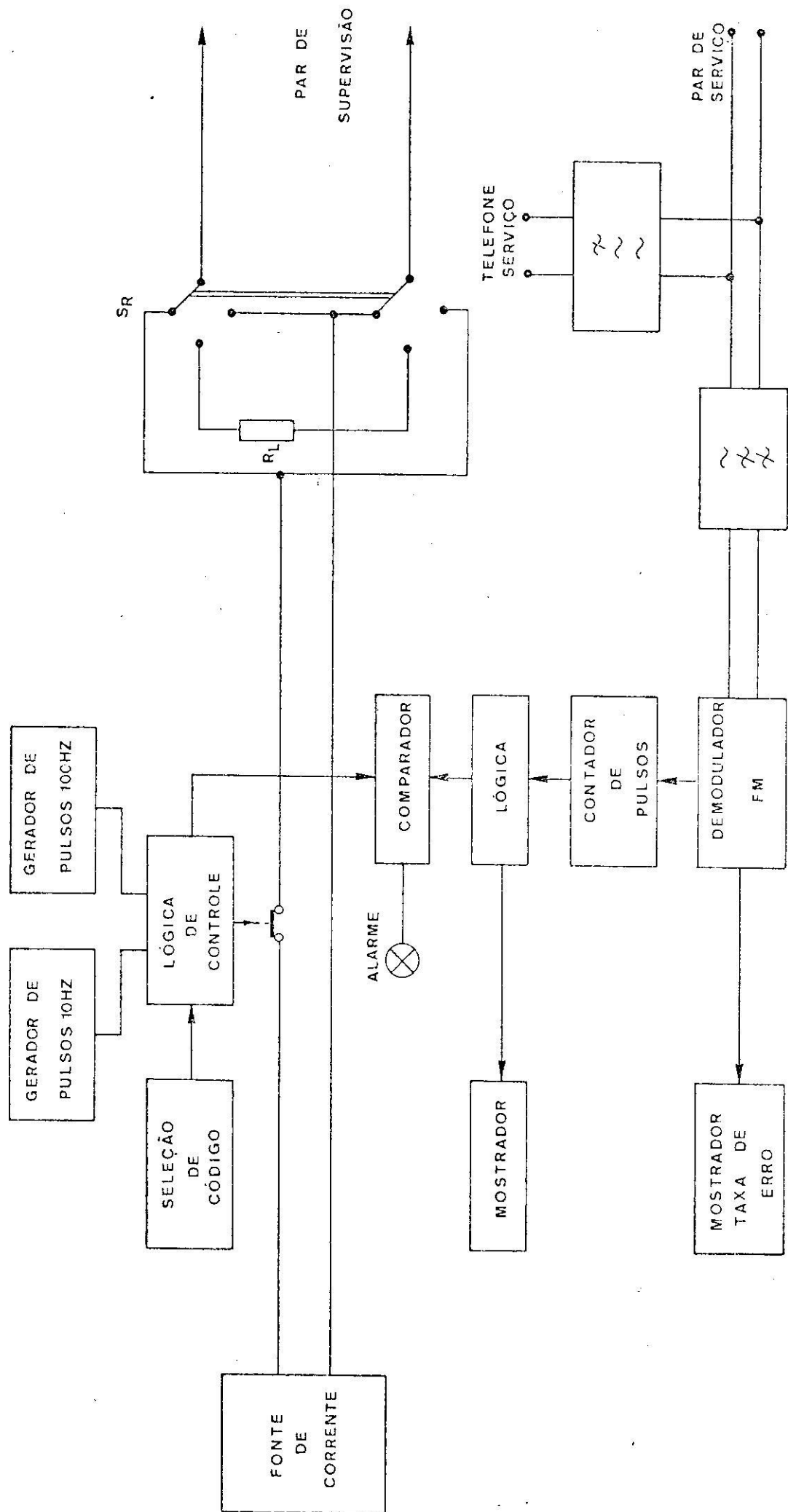


Fig. V.17

tuada numa rota qualquer. Assim, se o operador desejar medir a taxa de erro do regenerador nº 4 da caixa nº 7 da rota 5, por exemplo (Fig. V.18) , basta seleccionar um código correspondente na unidade de controle que monta o trem de pulsos correspondente e o envia ao par de supervisão.

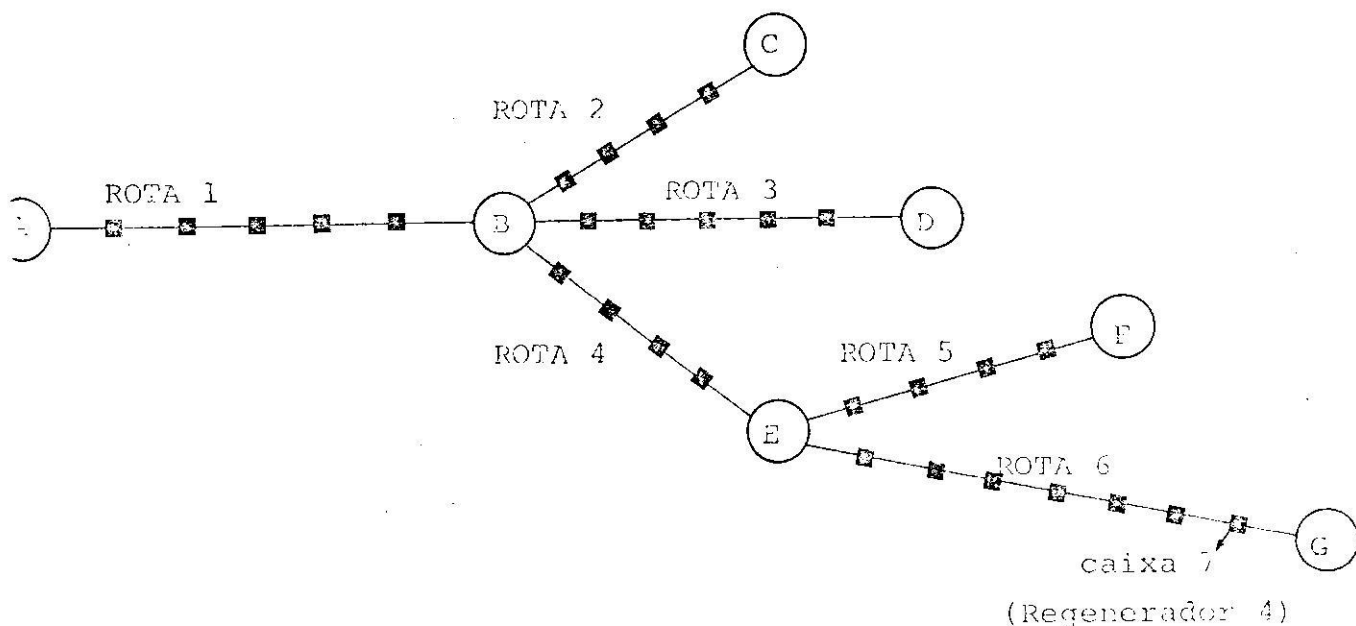
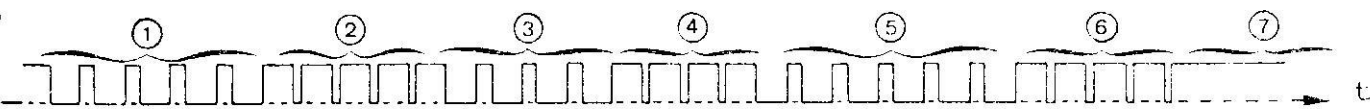


Fig. V.18

Para o nosso exemplo, o trem de pulsos poderia ter o formato representado na Fig. V.19.



ante
nal

- ① - Seleção da Caixa derivação na Estação B
- ② - Seleção da Rota 4
- ③ - Seleção da Caixa Derivação na Estação E
- ④ - Seleção da Rota 6
- ⑤ - Seleção da Caixa nº 7
- ⑥ - Seleção do Regenerador nº 4
- ⑦ - Telemedição

Fig. V.19

Desta forma, o trabalho do operador fica simplificado e a margem de erro de operação minimizada.

Como já foi visto, pelo par de serviço retorna um trem de pulsos correspondente ao enviado. Este tram de pulsos, presente na saída do Demodulador FM é contado e aplicado a uma unidade lógica que reproduz o código correspondente. Este código, monitorado num mostrador, permite ao operador verificar sua identidade com o código enviado. Para maior segurança, um comparador entre as unidades lógicas de transmissão e recepção de código acende uma lâmpada de alarme toda vez que os códigos forem diferentes. Se os códigos forem diferentes, a seleção se processou de maneira inverta e o operador deve refazer o processo. Para isso, é necessário inverter a polaridade da corrente na linha por alguns instantes através da chave reversora S_R .

Durante a realização da telemedição, o sinal do demodulador FM é aplicado a um mostrador de taxa de erro também existente na unidade de comando. O filtro passa-alta na entrada do demodulador tem por função permitir que apenas os sinais provenientes dos VCO's atinjam o demodulador FM.

V.4 - Opções do Sistema

O sistema de telemedição, tal como está proposto, permite uma série de serviços auxiliares, graças a sua grande versatilidade.

Vamos analisar aqui algumas dessas possibilidades, a saber:

- Possibilidade de ser adaptado a sistemas de supervisão já existentes.

- Possibilidade de medir taxas de erro em código AMI e HDB3 na mesma caixa de repetidores.
- Possibilidade de centralizar a comutação de um par MCP principal para o par reserva.
- Possibilidade de realizar também enlaces digitais, além da telemedição.
- Possibilidade de descentralização.
- Possibilidade de ser usado em ambos os sentidos na mesma rota.

V.4.1 - Adaptação à Sistemas já existentes

A adaptação à sistemas já existentes depende das condições do transformador de saída dos regeneradores destes sistemas e da mecânica das caixas de repetidores. Uma idéia seria utilizar o próprio enrolamento secundário destes transformadores, destinado ao filtro de tripletas e conectá-lo às chaves eletrônicas do sistema de telemedição. Caso os níveis de sinal não sejam compatíveis, poderia ser colocado um segundo transformador em série com aquele enrolamento e, em casos extremos, tentar a substituição do transformador de saída original por outro que atenda às necessidades do sistema proposto, desde que esta substituição não prejudique o bom funcionamento do regenerador.

O pior problema da adaptação será, sem dúvida, a adapte mecânica e a fiação internadas caixas repetidoras que sofrerão profundas modificações.

Entretanto, a possibilidade de adaptação existe e merece ser estudada, mesmo porque não tem sentido falar em centralização de redes, quando a rede em questão já existe na forma de sistemas de supervisão convencionais e não centralizados. Por uma questão de racionalização do sistema de supervisão, é altamente desejável que os equipamentos

MCP já existentes possam ser adaptados ao novo sistema. Entretanto, é importante enfatizar que adaptações a sistemas já existentes são extremamente complexas e de praticabilidade discutível.

V.4.2 - Medições Simultâneas em Código AMI e HDB3

Em casos extremos, dada a complexidade e confusão de redes telefônicas já existentes onde é possível encontrar equipamentos transmitindo em código AMI e HDB3 lado a lado, pode ocorrer o caso de, em uma mesma caixa, existir repetidores operando nos dois códigos. Neste caso, é interessante um sistema de supervisão capaz de ser compatível com os dois códigos. Como já vimos, o único circuito que precisa ser modificado para aferir códigos diferentes é o detetor de violações. Foi visto também que o detetor de violações HDB3 nada mais é que dois detetores AMI ligados em série (Fig. V.14). Portanto, basta colocar na saída do 1º detetor AMI, uma chave eletrônica acoplada a um circuito porta, de forma a conectar este detetor diretamente ao contador de erros, desligando do circuito o detetor nº 2, quando um determinado código atingir a porta. Esta porta pode ser projetada de forma a reconhecer a metade dos códigos de seleção de regenerador. Desta forma, podemos reservar metade da caixa para regeneradores AMI e a outra metade para regeneradores HDB3. A distribuição se fará pela fiação interna da caixa.

V.4.3 - Centralização da Comutação para Linha Reserva

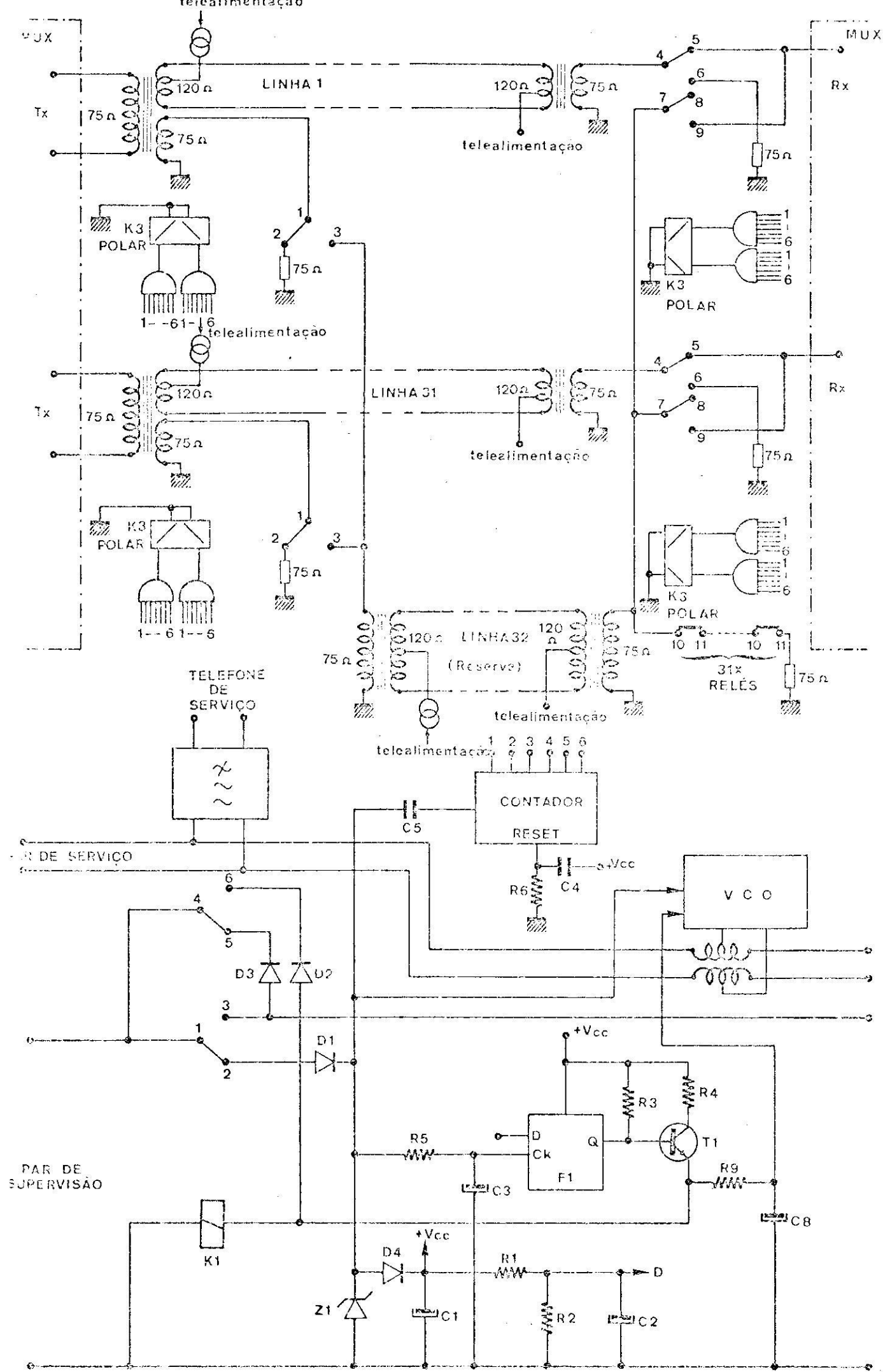
Está previsto em cada rota MCP, a existência de uma linha reserva. Esta linha reserva tem por finalidade substituir uma linha MCP que eventualmente venha a falhar, durante o tempo necessário aos reparos. Para isso, a linha reserva está equipada com repetidores regeneradores perma

nentemente alimentados como uma linha comum.

Caso uma linha falhe, a comutação dos sinais MCP desta linha para a linha reserva deve ser feita imediatamente. Para algumas concessionárias, pode ser desejável que este tipo de serviço seja centralizado. O sistema de supervisão aqui apresentado, permite esta centralização da seguinte forma:

No transformador de saída do multiplex para a linha, coloca-se um 2º enrolamento do secundário, como mostra a Fig. V.20. Este enrolamento possui impedância de 75Ω e é conectado à linha reserva através dos contatos 1-3 de um relé polar de dois enrolamentos. Os enrolamentos do relé estão conectados às portas AND, ligadas ao contador da unidade de supervisão de conexão a derivações (Fig. V.16), existente nas centrais de trânsito. As portas reconhecem uma determinada palavra digital e energizam o relé, comutando uma das linhas principais para a linha reserva. Uma 2ª palavra digital, que pode ser igual para todos os relés, desfaz a comutação. Observe que o sinal MCP é aplicado simultaneamente a duas linhas durante a comutação: à linha principal e à linha reserva. Para prevenir possíveis descasamentos de impedância entre a saída do MUX e as linhas, coloca-se no circuito uma impedância de carga ZL ligada ao 2º terminal de saída, através dos contatos 1-2 do relé K3. Assim, a impedância que se apresenta à saída do MUX é sempre a mesma (ver Fig. V.20).

Esta opção é muito útil para um sistema de supervisão por telemedição, onde necessita-se de sinal nas linhas a serem supervisionadas. Com efeito, teremos sempre sinal nas linhas principais e, através da comutação centralizada, pode-se também jogar sinal de uma das linhas na linha reserva, caso se deseje efetuar uma supervisão preventiva na aquela linha.



Considerando que a chamada linha reserva, assim como os pares principais, são, na realidade, 4 fios (dois de transmissão e dois de recepção), o relé K3 precisará possuir 3 contatos, ao invés de dois. Na Fig. V.20 temos a representação do sistema, considerando as linhas como sendo apenas um par de fios para melhor facilidade de entendimento.

É conveniente também por motivos de segurança, incluir no sistema um circuito lógico tal, que impeça que um 2º relé K3 seja selecionado quando uma das linhas principais já estiver conectada à linha reserva.

Do lado da recepção, a Fig. V.20 mostra o porque da necessidade de 2 contatos, ao invés de um. Temos no secundário do transformador da linha, a nível de 75Ω, um contato 4-5 destinado a desligar da entrada do MUX o par principal, quando esta entrada for comutada para a linha reserva através dos contatos 7-9. Os contatos 4-6 e 7-8 conectam a linha que estiver desligada da entrada como uma carga de 75Ω por efeito de casamento de impedâncias, como já foi visto anteriormente.

Caso a comutação centralizada não seja desejável, basta substituir os relés por uma chave manual colocada nos mesmos pontos onde estão os contatos do relé K3.

É importante notar que o contato 4-5 do relé está em série com a linha principal e, portanto, este relé precisa ser um componente de alta confiabilidade, porque em caso de falha do relé, toda a linha principal pode ficar fora de operação.

V.4.4 - Sistema Misto Telemedicação/Enlace Digital

É possível também o desenvolvimento de um sistema que ofereça os dois tipos de serviço,

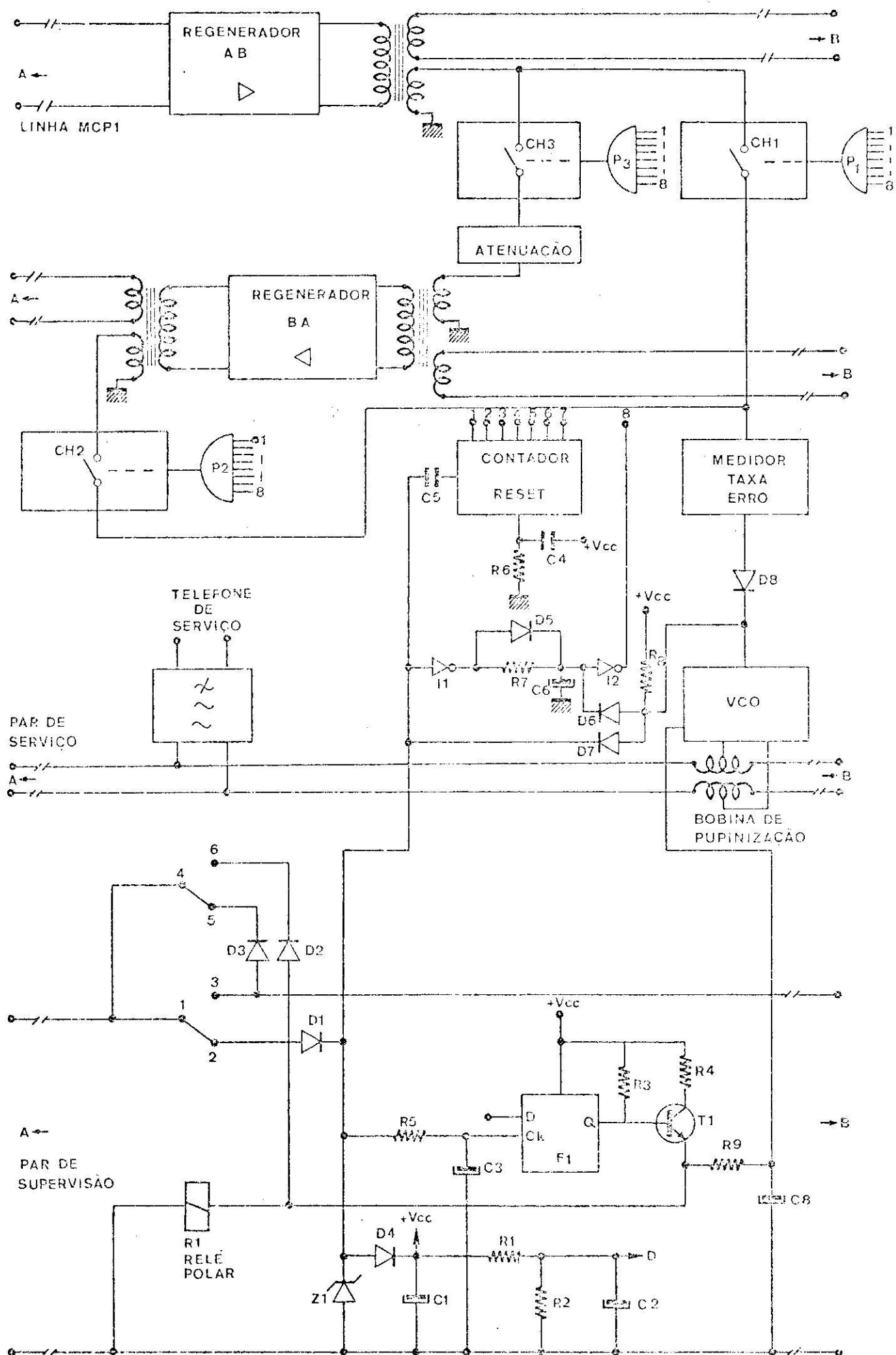


Fig. V.21

telemedição e enlace digital, simultaneamente. Para isso, basta incluir no circuito mostrado na Fig. V.13 mais uma chave eletrônica por repetidor, como mostra a Fig. V.21. Esta 3ª chave eletrônica é destinada a fechar um enlace digital por fora dos regeneradores, quando for selecionada. O restante do sistema tem funcionamento idêntico ao já analisado.

Para que esta opção seja realizável, é imprescindível adicionar mais um flip-flop ao contador, que fica assim preparado para contar palavras de 7 dígitos, ao invés de 6. Com efeito, necessitaremos agora de 96 chaves eletrônicas numa caixa de 32 repetidores (3 por repetidor) e um código de 6 bits só nos dá 64 palavras diferentes ($2^6 = 64$). Com um código de 7 bits, temos 128 opções ($2^7 = 128$), o que é mais que suficiente para as nossas necessidades.

As portas passam a ter 8 entradas, sendo 7 para a palavra digital e a 8ª para o pulso inibidor de confirmação (Fig. V.21).

V.4.5 - Descentralização

O sistema pode ser descentralizado, bastando para isso transportar a unidade de comando, que é portátil, para outra estação qualquer da rede. Logicamente, se a supervisão for feita a partir de outra estação, os códigos de seleção terão de ser mudados. Por isso, é conveniente que cada estação possua uma tabela de códigos pela qual o operador possa se orientar.

O sistema, tal como foi apresentado, só permite a seleção de caixas em uma única direção, como se fosse uma via de mão única, pois a seleção é feita passo a passo. Assim, se quisermos supervisionar a rede da Fig. V.22 a partir das estações

terminais (H,I,J,K,L,M,N,O,P,Q,R), isto seria im possível.

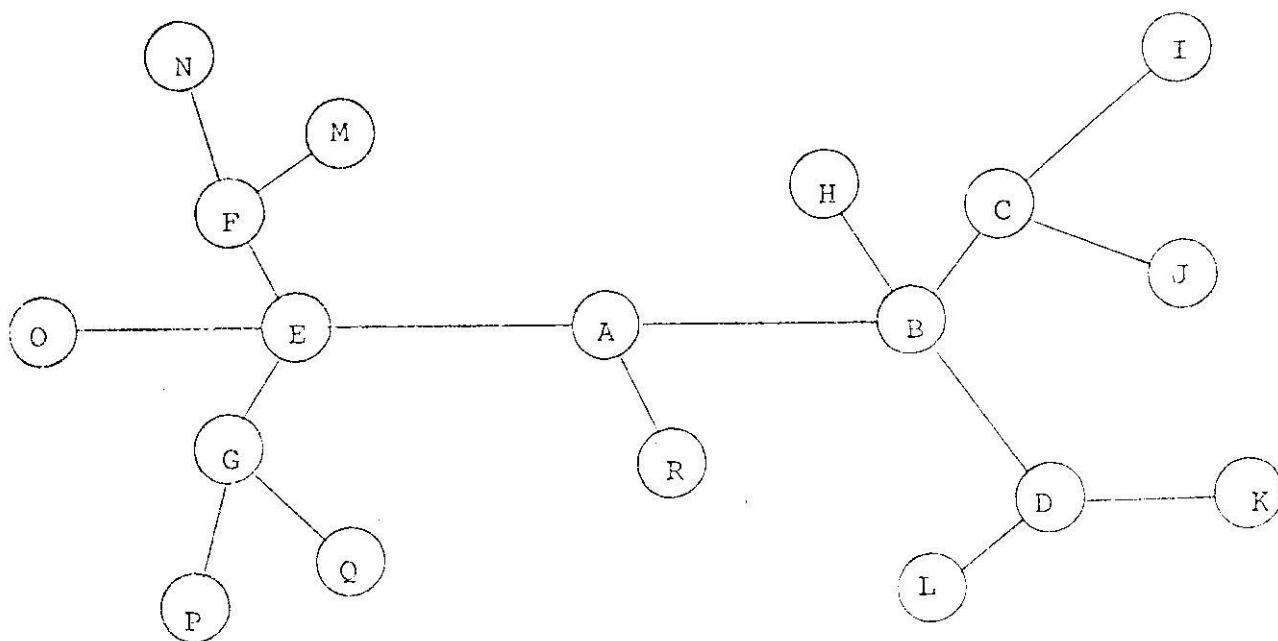


Fig. V.22

Poderíamos supervisionar a malha direita a partir da estação B e a esquerda a partir da estação E, mas a estação R ficaria sem acesso em qualquer dos dois casos. À medida que transportássemos a unidade de supervisão para estações próximas às linhas terminais da rede, o número de caixas possíveis de serem supervisionadas diminuiria.

Portanto, o sistema pode ser descentralizado, desde que as novas centrais de supervisão não estejam no extremo das redes MCP.

V.4.6 - Supervisão em ambos os sentidos numa mesma rota MCP

Pode se tornar importante que a supervisão possa ser feita em ambos os sentidos nas rotas MCP, de forma a sanar o inconveniente discutido no item V.4.5. Desta forma, a supervisão de uma rede poderia ser feita de qualquer estação, mesmo das

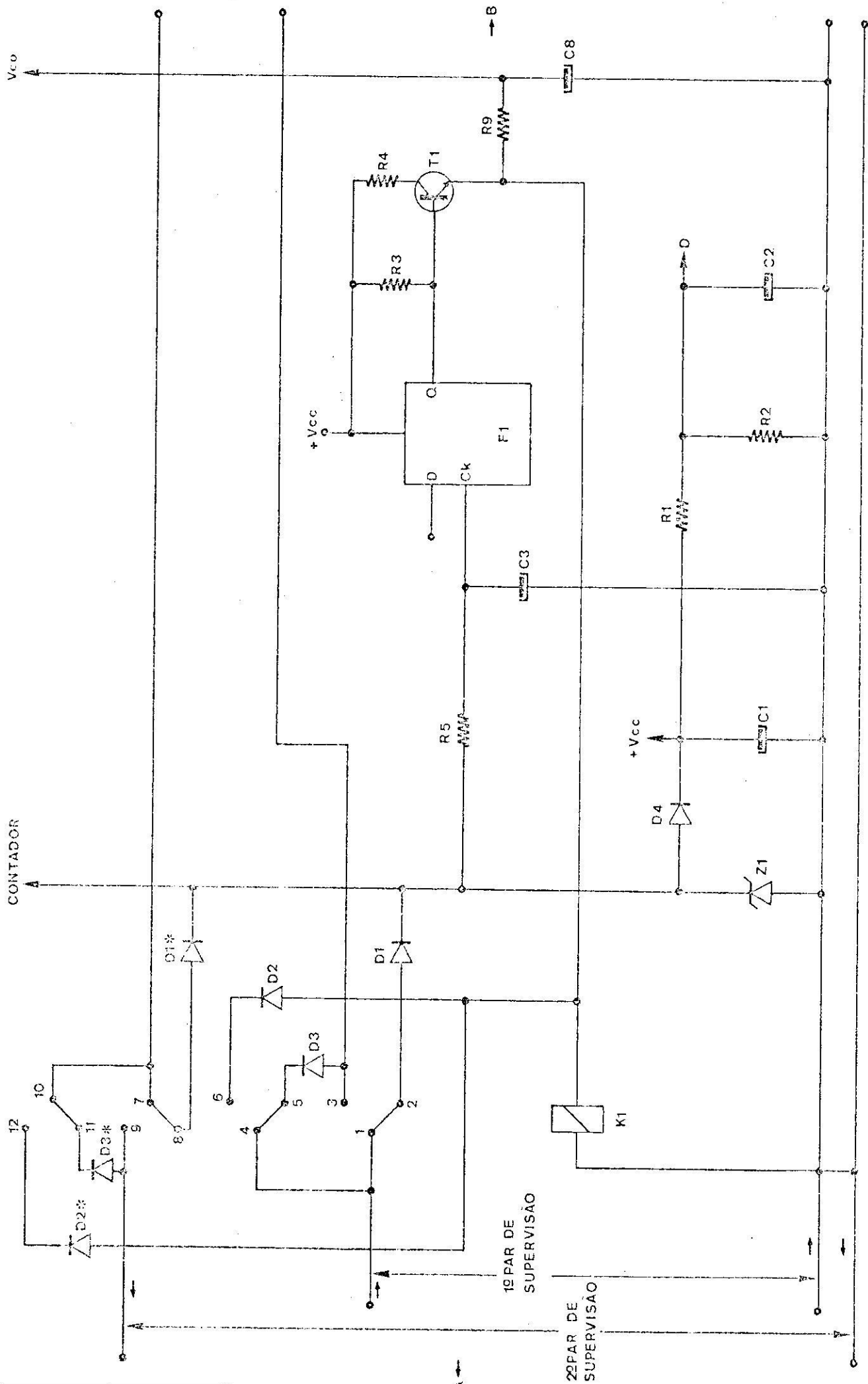


Fig. V.23

estações terminais. O único requisito passaria a ser o comprimento da linha a ser supervisionada, que tem de ser mantido dentro do alcance máximo permitido pela alimentação de supervisão.

O preço a ser pago pela supervisão nos dois sentidos, é a necessidade de um 2º par de supervisão, e a inclusão de mais dois contatos no relé K1, como mostra a Fig. V.23. Em contrapartida, o alcance do sistema aumenta, pois a resistência ohmica do fio "terra" diminui com a ligação do fio do 2º par em paralelo. Com efeito, um dos fios do 2º par é ligado em paralelo com um dos fios do 1º par. Os outros fios são destinados aos contatos do relé K1. Desta forma, temos um par para a supervisão num sentido, e um outro para a supervisão no sentido inverso. As tabelas de código nos dois casos, serão forçosamente diferentes. Esta modificação terá de ser feita em todas as unidades de seleção de caixa. O funcionamento operacional é o mesmo já analisado.

V.5 - Auto-Supervisão

O sistema de supervisão pode ser facilmente auto-supervisionado, de modo a permitir ao operador descobrir rapidamente eventuais falhas e a localização das mesmas. Podemos considerar dois tipos de falhas: falhas causadas por deturpações no trem de pulsos ao longo dos cabos e falhas de funcionamento dos relés K1.

No 1º caso, o trem de pulsos enviado de volta pelo VCO, como já foi descrito no item V.3.1.2, permite a verificação da correção do código. Caso haja erro, resta ao operador refazer a operação de seleção.

No 2º caso, temos duas possibilidades: ou o relé se mantém com os contatos na posição 1-2 (4-5), ou permanece na posição 1-3 (4-6). Na 1ª possibilidade, como já vi

mos na Fig. V.13, o capacitor C6 dispara o tom de alarme do VCO e o operador fica avisado que um dos relés K1 ao longo da rota deixou de operar. Neste caso, o operador deve inverter a polaridade da alimentação, rearmando todos os relés K1 ao longo da rota, desinverter a polaridade e ir selecionando passo a passo, caixa por caixa, enviando pelo par de supervisão um pulso telefônico de cada vez, até receber de volta o tom de alarme. Neste ponto, está localizada a caixa com o relé defeituoso e basta ao operador verificar, no contador de pulsos da unidade de comando, o número de pulsos enviados para saber qual é a caixa com defeito.

Vamos supor agora, o 2º caso em que o relé permanece com seus contatos colados na posição 1-3 (4-6). Neste caso, uma das caixas será ignorada pelo sistema, e quando a caixa X for selecionada, a ligação cairá na caixa X + 1. Como sabemos, quando selecionamos a última caixa de uma rota qualquer, se enviarmos mais um pulso telefônico pela linha, a caixa opera e a corrente deixa de circular, pois encontra a extremidade final do par de supervisão em aberto. Isto causa uma sobre-tensão na fonte de corrente da unidade de comando. Portanto, basta ao operador selecionar a última caixa da rota desejada. Se não houver sobre-tensão, nem alarme de caixa, todos os relés ao longo da rota estão funcionando normalmente; se houver sobre-tensão, um dos relés está colado na posição 1-3 (4-6). Inverte-se então a polaridade na linha e todos os relés ao longo da linha retornam à posição inicial, mas somente até o ponto onde está localizado o relé defeituoso. Dali para a frente, os demais relés não retornam à posição inicial, pois o relé em questão passa a drenar toda a corrente. Resta ao operador desinverter a polaridade e efetuar a chamada caixa por caixa. No ponto onde ocorrer sobre-tensão, pois daí para a frente a linha permanece em aberto, está localizada a caixa com defeito.

Outra possibilidade seria o relé K2 de comutação a derivações falhar. Se esta falha for de fechamento, isto é, se os contatos 1-2 e 3-4 (Fig. V.16) de K2 permanecerem

abertos, o operador fica sabendo porque ao chamar a 1ª caixa da derivação ocorre imediatamente sobre-tensão. Sabendo qual foi a rota selecionada, o operador sabe qual é o relé que está falhando. Pelo contrário, se os contatos do relé permanecerem fechados, temos dois possíveis casos:

- 1 - A rota selecionada não é a mesma do relé de feituoso.

Neste caso, ao selecionar a 1ª caixa da rota desejada, a corrente vai se dividir pelas duas rotas, o relé K1 da 1ª caixa fica sem alimentação suficiente para operar e as caixas disparam o alarme da caixa. Basta ao operador ir selecionando rota por rota, até o alarme de caixa cessar. Quando cessar, significa que a corrente não mais está se dividindo e que esta é a rota do relé defeituoso.

- 2 - A rota selecionada é a mesma do relé defeituoso.

Este caso é o mesmo do anterior, mas o defeito só será descoberto quando o operador selecionar uma outra rota qualquer.

Como foi visto, em qualquer caso, o sistema permite ao operador detectar falhas e localizar as mesmas num curto período de tempo. Esta é uma característica altamente positiva do sistema.

V.6 - Rotinas de Supervisão

Em caso de falha num repetidor qualquer de uma rede MCP, como a mostrada na Fig. V.1, os alarmes de linha aparecem na estação terminal do início da rota e o alarme remoto na estação final. Como estes alarmes não serão centralizados, cabe aos operadores das estações se comunicarem com a central de supervisão, informando que há um alarme

me de linha e dando uma indicação precisa de qual é a linha alarmada. Deste ponto em diante, cabe à central a localização do regenerador defeituoso.

Considerando uma comutação para a linha reserva manual, a central comunica-se com os dois operadores das estações terminais, através de telefonemas sucessivos, dando informações precisas sobre qual é a linha que deve ser comutada para a linha reserva e como efetuar a comutação. Espera-se que os operadores das estações terminais sejam capazes de efetuar a operação de comutação sem possibilidade de erro.

Com uma comutação centralizada, cabe à central efetuar a operação. Neste caso, a rotina de operações efetuada pela central é a seguinte:

- 1 - A caixa portátil de comando é conectada aos pares de supervisão e serviço correspondentes à rota com defeito.
- 2 - Inverte-se a polaridade da corrente de alimentação durante um minuto.
- 3 - Seleciona-se a última caixa da rota desejada e verifica-se a ocorrência de alarme de caixa ou sobre-tensão. Em caso negativo, o sistema de supervisão está em funcionamento perfeito. Esta verificação deve ser feita duas vezes. Após a 1^a, inverte-se a polaridade durante um minuto e repete-se de seleção a seleção da última caixa. Tempo previsto: ~ 1 1/2m.
- 4 - Efetua-se a comutação para a linha reserva (no caso da comutação centralizada). Tempo : 20 segundos.
- 5 - Inverte-se novamente a polaridade. Tempo: 1m.
- 6 - Seleciona-se o regenerador da linha defeituosa na 1^a caixa do trecho da rota com defeito. Tempo: 20s.

- 7 - Mede-se a taxa de erro. Tempo: meio minuto.
- 8 - Seleciona-se o regenerador da caixa nº 2. Tempo: 20 segundos.
- 9 - Mede-se a taxa de erro. Tempo: meio minuto.
- 10 - Repete-se sucessivamente estas operações até encontrar a caixa com o defeito. Tempo médio por caixa: um minuto.
- 11 - Localizado o defeito, uma equipe de manutenção é enviada diretamente até o local da caixa. Tempo: depende da distância e das condições do trânsito.
- 12 - A equipe troca a unidade defeituosa e comunica o término da operação à central, através do telefone do par de serviço.
- 13 - A central testa a taxa de erro da nova unidade. Tempo: um minuto.
- 14 - A central telefona aos operadores das estações terminais perguntando se cessou a condição de alarme.
- 15 - Em caso afirmativo, a comutação para a linha reserva é desfeita. Tempo: 20 segundos (no caso da comutação centralizada). A equipe de manutenção é chamada de volta.
- 16 - Em caso negativo, a central deve continuar seccionando as caixas da rota até descobrir o próximo regenerador defeituoso.
- 17 - Descoberto o novo regenerador defeituoso, a central comunica a sua localização, a equipe de manutenção, pelo par de serviço.
- 18 - A equipe se desloca para o novo local e as operações se repetem.

Em qualquer dos casos acima, o operador do sistema de supervisão deve selecionar os códigos, consultando a tabela correspondente à rota em questão. Deve também obser

var a correção dos códigos que atinjam as caixas no mostrador do contador dos pulsos de retorno pelo par de serviço.

V.7 - Conclusão

O sistema apresentado, dada a sua grande flexibilidade, oferece várias opções de operação às concessionárias telefônicas. As opções mais interessantes podem ser estudadas em profundidade, desde que se chegue a um consenso sobre qual será o sistema de supervisão a ser implantado no Brasil.

É imprescindível ainda que, antes da implementação final do sistema, circuitos protótipos sejam testados em condições semelhantes às existentes nas redes telefônicas urbanas. Para isso, é necessário que um par telefônico, com cerca de 50km. de extensão, seja colocado à disposição da equipe de desenvolvimento do projeto para efeito de testes. Mais interessante seria a possibilidade de testar o sistema em dois pares diferentes, sendo um pupinizado e outro não.

Um dos tópicos mais discutidos sobre o sistema, é a confiabilidade dos relés. De acordo com os dados fornecidos pelos fabricantes, a confiabilidade de um relé é dada unicamente pelas características mecânicas do mesmo, visto que um relé não possui peças sujeitas a desgastes ou corrosão, causadas pelas condições ambientais. Os relés propostos neste trabalho possuem garantias de 10 milhões de operações mecânicas. Isto significa que mesmo que os relés sejam acionados 300 vezes por dia, seriam necessários 100 anos para que eles viessem a falhar eventualmente. Como o sistema proposto prevê uma operação de comutação passo a passo, dificilmente um relé será operado 300 vezes em um mesmo dia. Além disso, as operações de supervisão não são contínuas. Portanto, podemos considerar os relés como componentes altamente confiáveis do sistema.

CAPÍTULO VI

ESTUDOS DE VIABILIDADE

VI.1 - O Cabo Telefônico

Um cabo multipar, como o próprio nome indica, é formado por um certo número de pares de fios condutores. Normalmente são fabricados cabos com um número de condutores variando de 10 a 1818 pares. O diâmetro dos condutores pode ser 19, 22, 24 e 26 AWG. Para a transmissão de sinais MCP está prevista a utilização de cabos com condutores calibre 22 AWG que, de resto, é o tipo de cabo mais usado em troncos telefônicos.

A tabela abaixo {1} apresenta os valores práticos de resistência elétrica dos condutores (para cada par de fios), bem como as dimensões usuais e as respectivas bitolas na escala American Wire Gauge (AWG):

Diâmetro (mm)	Seção Nominal AWG	Resistência Elétrica do Par a 20°C (Ohms/Km)
0,912	19	53
0,644	22	108
0,511	24	175
0,405	26	275

Um par de condutores de um cabo telefônico se apresenta como uma linha homogênea, cujo comprimento elementar pode ser representado por um quadripolo simétrico definido por quatro parâmetros primários, como mostra a Fig. VI.1.1.

Esses parâmetros são:

R - Resistência ohmica dos condutores por Unidade Elementar de Comprimento

L - Indutância por Unidade Elementar de Comprimento

C - Capacitância por Unidade Elementar de Comprimento

G - Condutância por Unidade Elementar de Comprimento

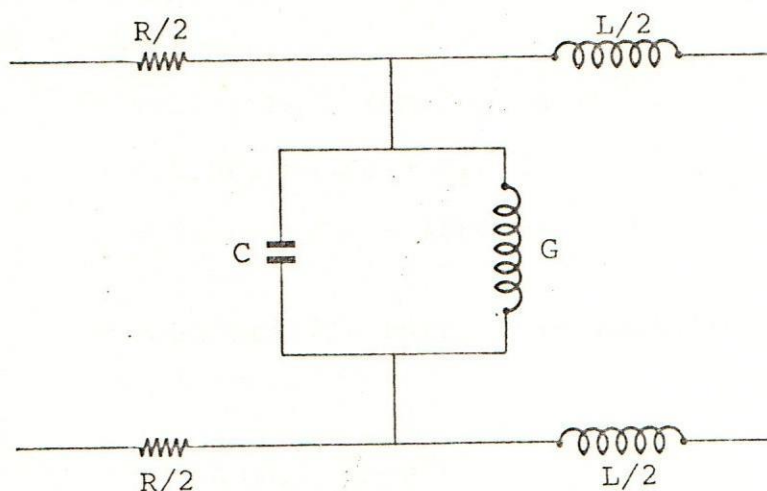


Fig. VI.1.1

Os parâmetros primários da linha são função do seu comprimento e variam com o mesmo de forma contínua. Por isso, diz-se que os parâmetros primários são uniformemente distribuídos no sentido de que não são localizados em pontos bem definidos da linha. Por esse, motivo, são sempre referidos à unidade de comprimento (normalmente Km). Desta forma, temos:

R - Ω /Km

L - H/Km

C - F/Km

G - $\mathcal{U}$ /Km

Para o nosso caso, onde trabalhamos com corrente contínua nos condutores e pulsos de interrupção, os parâmetros mais importantes são a resistência ôhmica (R) e a condutância (G) que vão definir o alcance máximo do sistema influido no consumo da corrente de alimentação. A capacitância (C) também deve ser levada em conta por sua influência na forma do pulso de interrupção de corrente.

O cabo previsto para a utilização do sistema é do tipo TAP com pares isolados com papel seco e ar, enfaixado com fitas de papel, capa de liga de chumbo e cobertura protetora de PVC.

Um cabo deste tipo, com condutores de cobre calibre 22 AWG apresenta os seguintes valores para os parâmetros primários:

$$R = 53 \, \Omega/\text{Km} \rightarrow (\text{em C.C. e } 20^{\circ}\text{C})$$

$$G = 5.000 \, \text{M}\Omega.\text{Km} \rightarrow (20^{\circ}\text{C})$$

$$C = 51,0 \, \text{nF/Km} \rightarrow (800\text{Hz})$$

A capacitância entre dois condutores é dada por:

$$C = \frac{\epsilon_r}{36 \log_e 2D/d} 10^{-6} \, [\text{F/Km}]$$

onde: D = distância entre os eixos dos condutores

d = diâmetro do condutor

ϵ_r = constante dielétrica dos materiais isolantes entre os condutores

A constante dielétrica do papel seco a uma temperatura de 20-25°C e a 1kHz é de 3,29. Este valor sofre variação com a frequência, como podemos ver pela tabela abaixo:

MATERIAL	Frequência					
	100Hz	1kHz	100kHz	1MHz	10MHz	100MHz
Papel seco	3,30	3,29	3,10	2,99	2,86	2,77
Borracha	4,09	4,01	3,80	3,64	3,44	3,30
Neoprene	7,50	6,50	6,10	5,70	4,70	3,40
PVC	5,94	5,20	3,90	3,44	3,37	3,04

Pela tabela, podemos observar que variação da constante entre 100Hz e 1KHz para o caso do papel seco é irrelevante. Portanto, para o nosso caso, onde trabalhamos com trens de pulsos com frequências da ordem de 10Hz e 100Hz, o valor da capacitância de 51 nF/Km obtido para uma frequência de 800Hz é perfeitamente admissível.

Como a resistência de um condutor é de $53\Omega/\text{Km}$, temos para um par de condutores (ida e volta) $106\Omega/\text{Km}$.

Considerando um cabo com ℓ Km de comprimento, a resistência total do par será: $0,106\ell \text{ K}\Omega$.

De acordo com as especificações da TELEBRÁS, a queda de tensão máxima permissível em um par telefônico é 150V. Temos pela lei de Ohm:

$$I_{\text{max}} = \frac{V_{\text{max}}}{R} = \frac{150}{0,106\ell} \text{ mA} = \frac{1415}{\ell} \text{ mA}$$

Portanto, para um alcance de 50Km, é necessário que a fonte de corrente forneça no máximo 28 mA à linha. Correntes maiores que esta, elevarão a queda de tensão a valores mais altos que o especificado. Em resumo, o alcance do sistema diminui proporcionalmente ao aumento da corrente.

No cálculo do alcance é necessário levar ainda em conta a queda de tensão gerada na alimentação dos circuitos de supervisão das caixas de repetidores.

Sabendo que um par possui uma condutância de $5.000 \text{ M}\Omega/\text{Km}$ e uma resistência série de $106\Omega/\text{Km}$, podemos calcular o consumo de corrente aproximado para uma linha de comprimento infinito.

$$\text{Resistência ohmica da linha infinita} = \sim 0,7 \cdot 10^6 \Omega$$

Portanto, com 150V, temos:

$$I = \frac{150}{0,7} \cdot 10^{-6} = \sim 215 \mu\text{A}$$

Evidentemente, o consumo de corrente em 50Km será muito menor que este, podendo ser desprezado, pois não afetará em nada o alcance do sistema.

Caso o cabo usado seja do tipo CTP-APC, onde os condutores são isolados com polietileno ou polipropileno, a condutância cai para 15.000 M Ω xKm. e, portanto, o consumo de corrente será ainda menor.

No caso de existir umidade no cabo, a condutância aumenta e, conseqüentemente, o consumo de corrente também. Evidentemente, um cabo molhado não possui condições de funcionamento aceitáveis.

A capacitância em 50Km será 2.550 nF ou 2,5 μ F, já que temos 51 nF/Km. Desta forma, temos em 50Km uma constante de tempo formada pela resistência ôhmica dos condutores (R) e a capacitância (C) que pode ser representada como na Fig. VI.1.2. A aproximação só é válida para a análise feita abaixo, pois na realidade um cabo de 50Km não se comporta como um circuito tão simples assim.

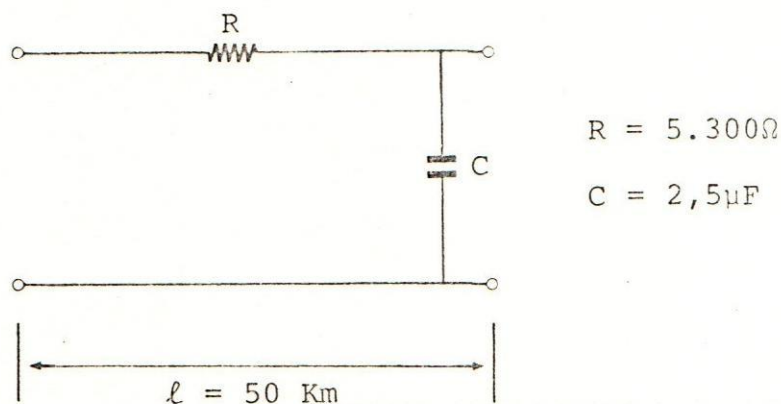


Fig. VI.1.2

A constante de tempo será:

$$\begin{aligned} R \times C &= 5,3 \cdot 10^3 \times 2,5 \cdot 10^{-6} = 13,25 \cdot 10^{-3} \text{ s} = \\ &= 13,25 \text{ s} \end{aligned}$$

Esta constante influirá em sinais C.A. que possuam períodos iguais ao dobro da mesma:

$$\text{Período} = 26,4 \text{ ms}$$

Este período corresponde a uma frequência de:

$$f = \frac{1}{26,4 \times 10^{-3}} = 0,036 \times 10^3 = 36\text{Hz}$$

Portanto, em 50Km a capacitância do cabo vai influir negativamente na forma de onda do pulso de interrupção de corrente. Com efeito, a foto nº 1 mostra um pulso de interrupção de corrente de 66 ms na entrada de um cabo, e a foto nº 2 mostra o mesmo pulso no fim do cabo.

Foto 1

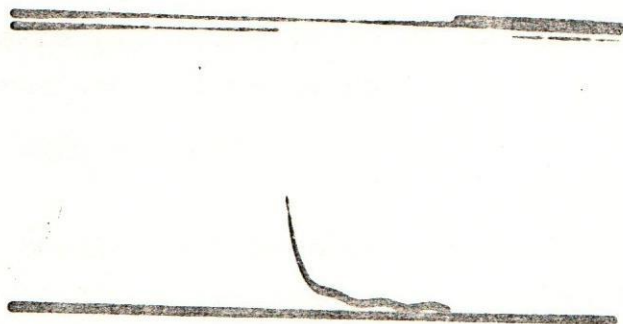
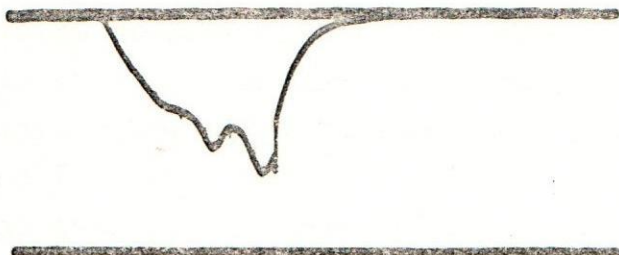


Foto 2



O cabo em questão, utilizado para testes, é um cabo Pirelli tipo TAP, 26 pares e 2Km de extensão. Neste caso, 24 pares foram conectados em série, de maneira a formar um único par com 48Km de extensão.

Com este arranjo, foi medida a resistência ôhmica dos condutores:

$$1^{\circ} \text{ fio} = 2,7 \text{ K}\Omega$$

$$2^{\circ} \text{ fio} = \underline{2,8 \text{ K}\Omega}$$

$$\text{Total} = 5,5 \text{ K}\Omega$$

Um cabo deste tipo, com 48 Km de extensão, deveria apresentar uma resistência em um par de fios de:

$$106 \text{ } \Omega/\text{Km} \times 48\text{Km} = 5.088\Omega$$

Portanto, o valor medido é teoricamente equivalente a um cabo com 51 Km de extensão ($5,5 \text{ K}\Omega/106\Omega/\text{Km}=51\text{Km}$).

Observar que os condutores apresentaram valores resistivos diferentes, o que pode ser atribuído às ligações entre os pares.

Na análise dos resultados dos testes efetuados com este cabo, é necessário levar em conta que:

- a) o cabo não é pupinizado
- b) o efeito capacitivo está exagerado, pois todos os condutores ligados em série estão fisicamente em paralelo dentro do cabo.
- c) a diafonia entre pares deve apresentar valores bem mais altos que o normal pelos mesmos motivos do item b.
- d) o cabo não está perfeitamente balanceado, devido a quantidade de jumps.

A foto nº 3 mostra um pulso de interrupção de 10 ms na entrada do cabo e a foto nº 4 o mesmo pulso na saída, após os 48 Km.

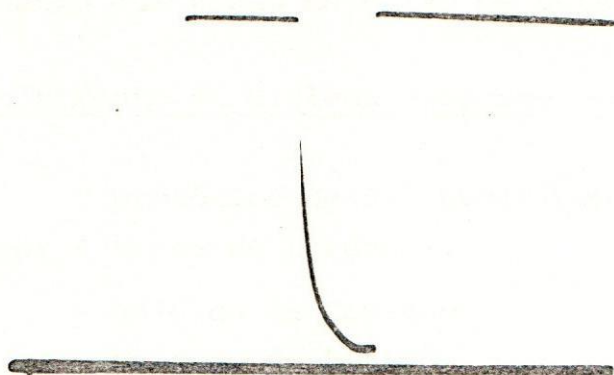


Foto 3

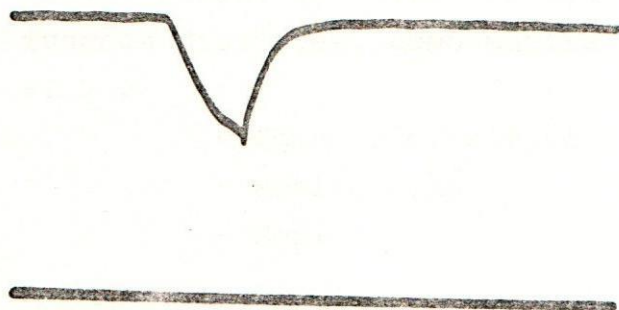


Foto 4

É de se esperar que estas formas de onda melhorem de qualidade em um cabo normal em operação comercial . Principalmente se este cabo for pupinizado, já que estamos trabalhando com trens de pulso de baixa frequência.

VI.2 - Desenvolvimento do Sistema Proposto

O protótipo de desenvolvimento do sistema é composto por 4 tipos de unidades:

- Unidade de Comando
- Unidade de Linha
- Unidade de Derivações
- Unidade de Longo Alcance (opcional)

Na Fig. VI.2.1 vemos o diagrama em blocos do sistema. A Unidade de Longo Alcance (ULA) foi desenvolvida com a finalidade de permitir o atendimento a linhas excepcionalmente longas que excedam o alcance máximo do sistema.

Seu uso repetitivo torna o alcance do sistema ilimitado.

VI.2.1 - Unidade de Comando (UCO)

Esta unidade, em sua implementação final, deverá ser montada num módulo portátil e compacto. Possui circuitos capazes de executar três funções distintas, como mostra o diagrama da Fig. VI.2.2:

- Comutação/Seleção
- Monitoração
- Medida

VI.2.1.1 - Comutação/Seleção

A unidade permite, através de chaves simples do tipo teclado, a comutação de caixa e/ou a seleção de um determinado regenerador. Desta forma, qualquer regenerador ou qualquer caixa de repetidores pode ser selecionado através de operações simples.

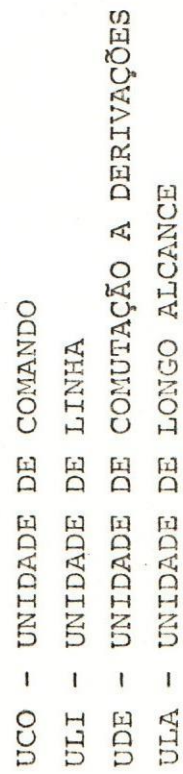


Fig. VI.2.1

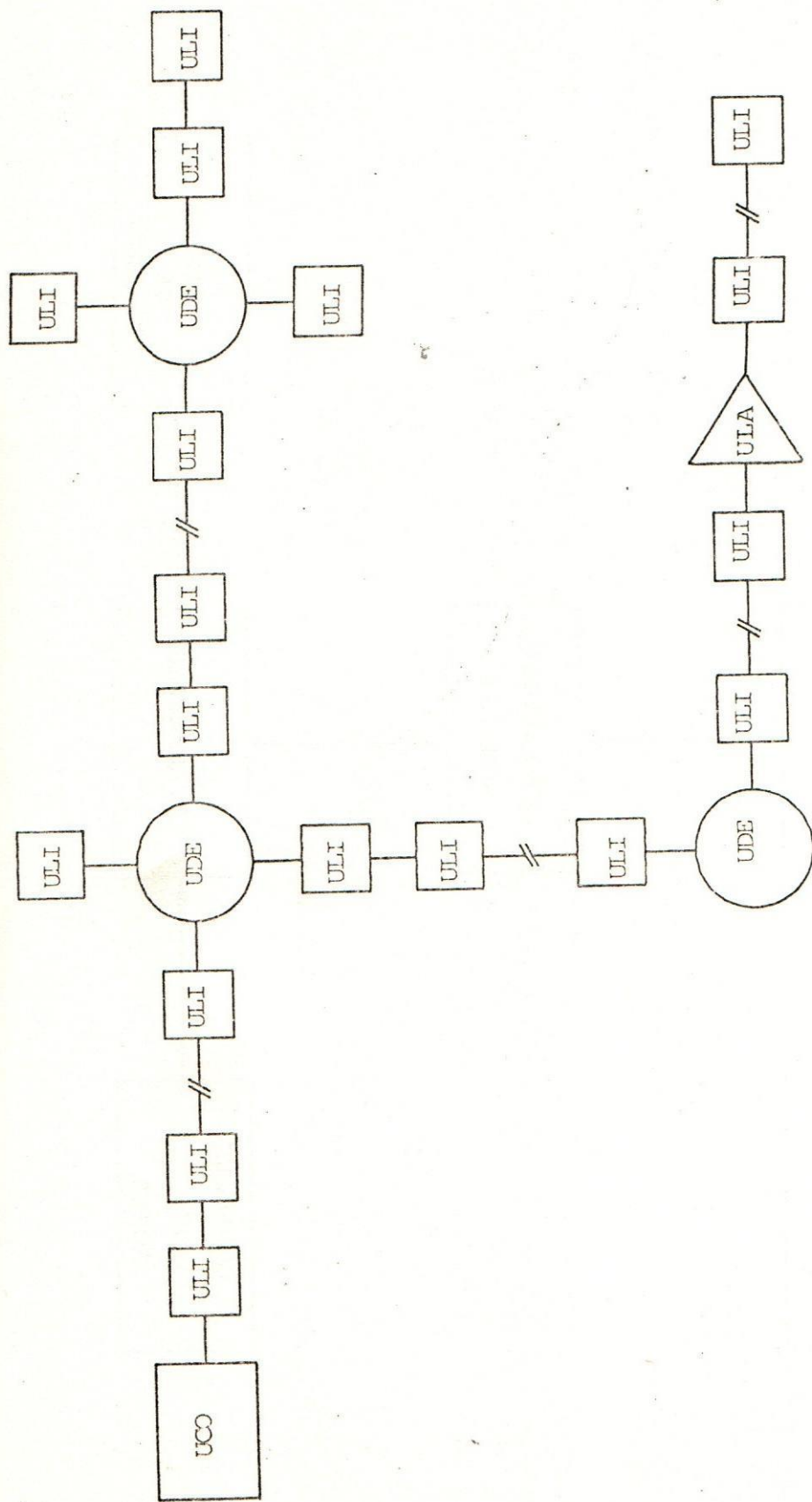


Fig. VI.2.1

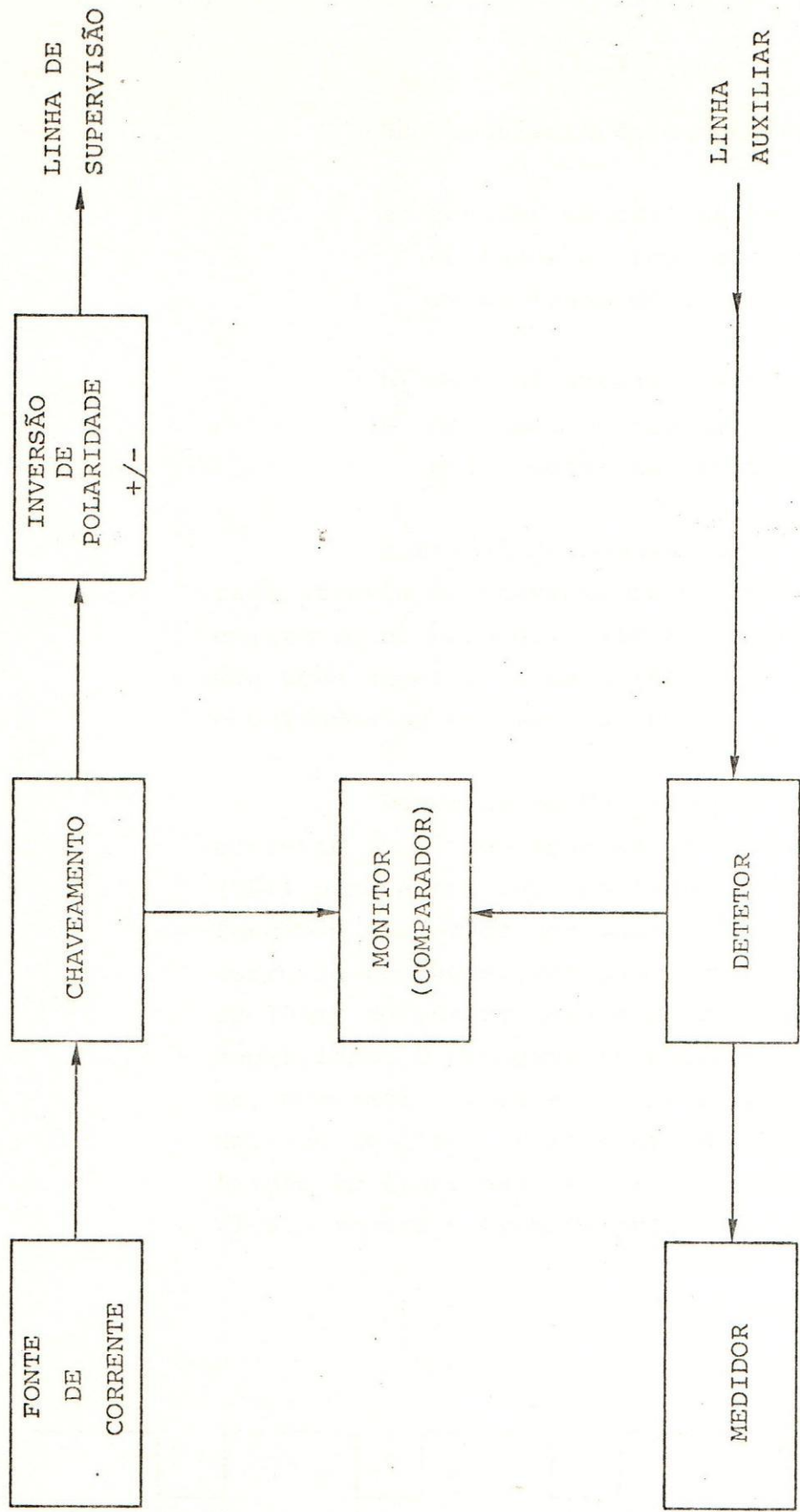


Fig. VI.2.2

São possíveis dois modos de operação:

- a) Medidas sucessivas da taxa de erro de todos os regeneradores de uma mesma linha MCP.
- b) Medidas sucessivas da taxa de erro de todos os regeneradores de uma mesma caixa de repetidores.

A função de Comutação/Seleção é executada através de chaveamento da fonte de corrente existente na unidade. Esta fonte fornece a alimentação necessária às Unidades de Linha (ULI) e Unidades de Derivações (UDE).

Denominamos Comutação a passagem de corrente de alimentação de uma Unidade de Linha (ULI) para a seguinte ao longo da linha. Esta função é executada por pulsos de interrupção de corrente de 100ms. Portanto, um trem de pulsos de 100ms de interrupção é produzido na linha de supervisão. O espaçamento entre pulsos é de 200 ms, necessário para carregar o capacitor C4 da unidade de linha (ULI) conforme veremos na descrição do funcionamento desta unidade. A Fig. VI.2.3 mostra o trem de pulsos de Comutação.

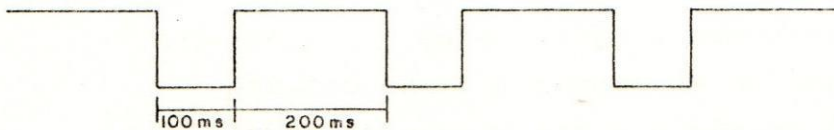


Fig. VI.2.3

Denominamos Seleção a seleção de um de terminado regenerador de uma caixa de repetidores ou a seleção de uma determinada rota numa Unidade Derivação (UDE). Esta função é executada por pulsos de interrupção de corrente de 10 ms. O espaçamento entre pulsos é de 20 ms, necessário para descarregar o capacitor C3 da ULI, conforme veremos na descrição desta unidade. A Fig. VI.2.4 mostra o trem de pulsos de Seleção.

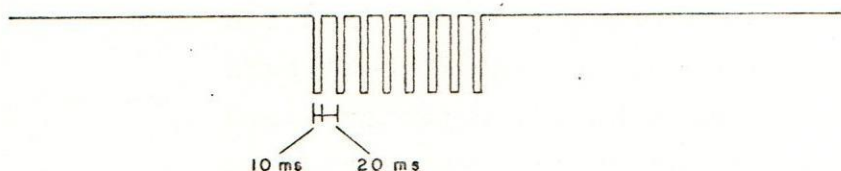


Fig. VI.2.4

A unidade permite ainda enviar pela linha, pulsos unitários e isolados, tanto de comutação, como de seleção; executando assim os dois modos de operação já comentados. Os circuitos de Comutação/Seleção possuem ainda uma chave de inversão de polaridade da corrente na linha, necessária para rearmar os relés polares das ULI's, como já foi visto na descrição do sistema proposto (Capítulo V).

VI.2.1.2 - Monitoração

Esta função é executada através da comparação entre o número de pulsos enviados pela linha de supervisão e o número de pulsos recebidos de volta pela linha auxiliar. No caso, a quantidade de pulsos recebidos deve ser idêntica ao número de pulsos enviados. Essas quantidades são reconhecidas através de mostradores digitais lo

calizados no painel da Unidade de Comando (UCO). O painel possui ainda uma lâmpada indicativa da existência de disparidade entre a caixa escolhida e a efetivamente alimentada para o caso em que a comutação entre caixas de repetidores não se realize por qualquer motivo.

VI.2.1.3 - Medida

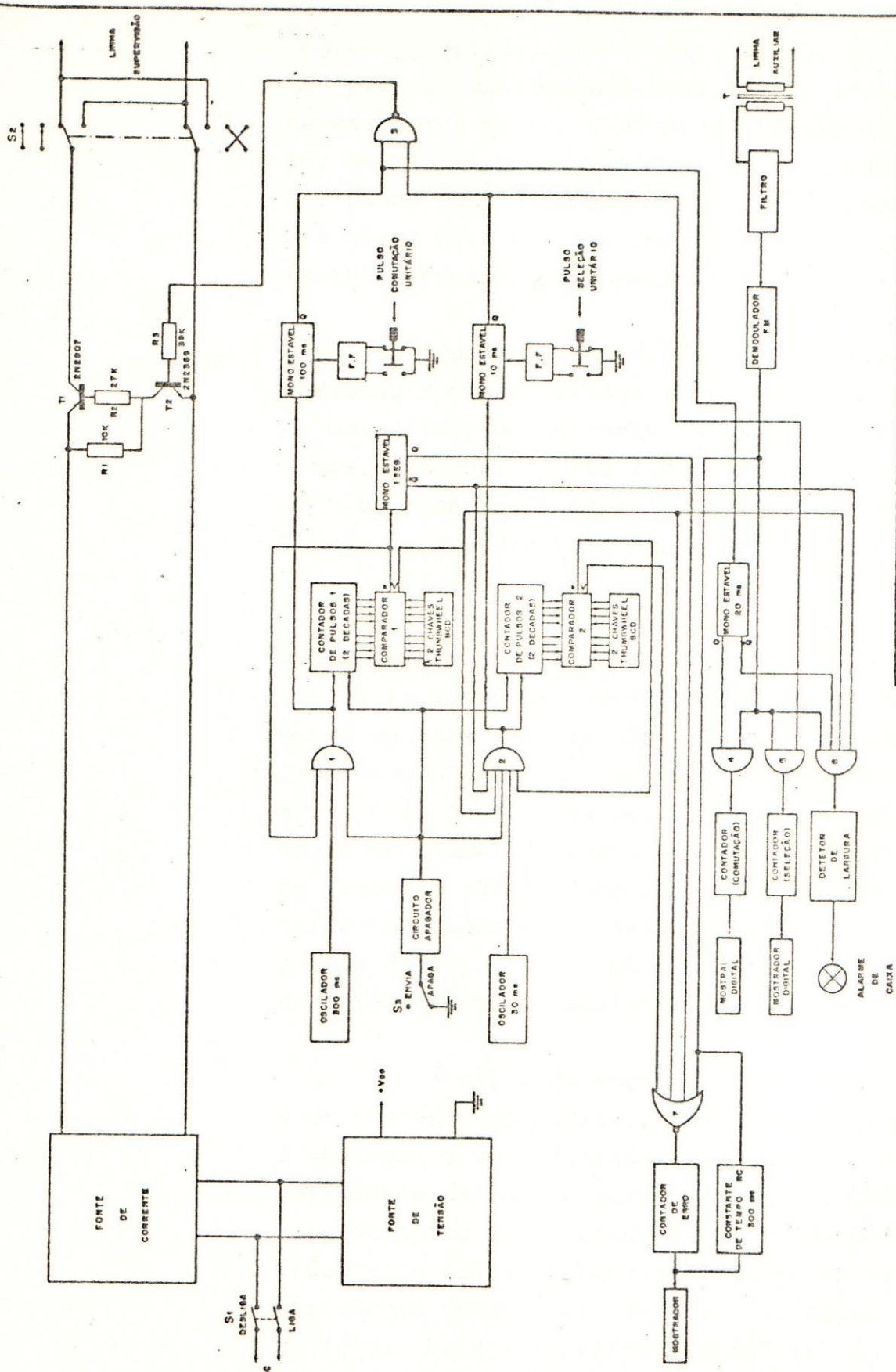
Esta função é executada por um contador de pulsos de erro que avalia a informação correspondente a pulsos de erro enviada pela linha auxiliar. O resultado da medida é mostrado através de lâmpadas indicativas no painel da UCO. Desta forma, o operador tem uma indicação precisa da taxa de erro do regenerador que está sendo medido.

VI.2.1.4 - Descrição dos Circuitos da UCO

Vemos na Fig. VI.2.5 o diagrama em blocos completo dos circuitos da UCO. A unidade possui duas fontes, uma de corrente e outra de tensão. As fontes são conectadas à linha de alimentação A.C. através da chave S1.

A fonte de corrente alimenta a linha de supervisão. Sua saída deve ser protegida contra sobretensões e um medidor (voltímetro) conectado à saída, indica a ocorrência de sobretensão. Este medidor deve constar do painel frontal da unidade. Sua leitura indica ao operador a existência de linha aberta ou final de linha. A fonte de corrente é chaveada pelo transistor T1, controlado por T2, que por sua vez é controlado pelos pulsos de Comutação/Seleção na saída da porta NAND 3.

Na saída da porta 3, temos pulsos de



C P D			PRÉ - SÉRIE			PRODUÇÃO			NOME: SISTEMA SUPERVISÃO DE LINHA			FORMATO
TELEBRÁS			DES.	PROJ.	CONF.	APROV.	DOC.		DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO CARTÃO UCO			A3
			13/06/75						FIG. XI.2.5			FOLHA
												01/01

lógica invertida, como mostra a Fig. VI.2.6. Estes pulsos, aplicados à base de T2, levam este transistor a corte. O nível de tensão no coletor de T2 (ou base de T1) sobe, e T1 também corta. Quando não há pulsos na saída da porta 3, temos nível alto na base de T2. Consequentemente, tanto T2 como T1 permanecem saturados.

Quando T1 está cortado, a tensão base-emissor do mesmo atinge a queda máxima permitida pela fonte de corrente. Esta queda, como já vimos, pode ser de até 150V. Isto exige que T1 seja um transistor especial com alto valor de tensão de ruptura base-emissor, da ordem de 200V.

A fonte de tensão alimenta os circuitos internos da Unidade de Comando. Estes circuitos incluem dois osciladores, um de 300ms e outro de 30ms (de período). As saídas dos osciladores são aplicadas respectivamente às portas AND 1 e 2. A saída da porta 1 dispara um monoestável de 100ms, de forma que a cada intervalo de tempo de 300ms, temos um pulso de 100ms na saída do monoestável. Assim, forma-se o trem de pulsos da Fig. VI.2.3 que, através da porta 3, chaveia a fonte de corrente.

A saída da porta 1 é aplicada também a um contador de pulsos. A saída deste contador é aplicada a um comparador digital. Ao comparador também são conectadas duas chaves "THUMBWHEEL" BCD, de forma que, quando o número de pulsos contados pelo contador iguala o número selecionado nas chaves Thumbwheel (de 1 a 99), temos um zero (nível baixo) na saída "igual" (=) do comparador. Este zero vai inibir a porta 1. Assim, o trem de pulsos na saída do monoestável de 100ms possui um número de pulsos igual ao selecionado nas chaves Thumbwheel. Idêntico princípio de fun

cionamento aplica-se ao circuito do oscilador de 30ms. Portanto, temos na saída do monoestável de 10ms um trem de pulsos igual ao mostrado na Fig. VI.2.4, cujo número de pulsos é comandado pelas outras duas chaves Thumbwheel. Acrescenta-se que a porta 2 possui mais duas entradas conectadas respectivamente à saída menor que ($<$) do comparador digital 1 e à saída $\bar{Q}$ do monoestável de 1s. Assim, esta porta fica inibida pela saída do comparador 1 durante toda a geração do trem de pulsos da Fig. VI.2.3. Quando este trem de pulsos termina, o monoestável de 1s é disparado pela saída = do comparador e inibe a porta 2 por mais 1 segundo inteiro. Como resultado, temos na saída da porta 3, a combinação dos dois trens de pulsos mostrada na Fig. VI.2.6.

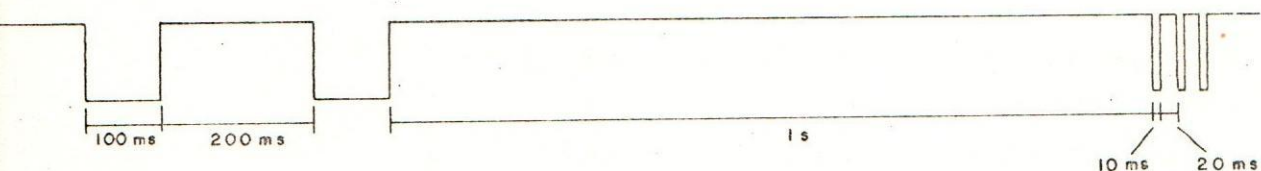


Fig. VI.2.6

O intervalo de 1 segundo entre os dois trens de pulsos é necessário para carregar os capacitores C4 existentes em paralelo aos relés polares das Unidades Derivação (UDE). Na descrição destas unidades, o assunto será abordado com mais detalhes.

Vemos ainda no diagrama da Fig. VI.2.5 a existência de dois botões acoplados através de flip-flops aos monoestáveis de 100 e 10ms, respectivamente. A operação destes botões permite o envio de pulsos unitários pela linha de supervisão.

O flip-flop, no caso, impede que mais de um pulso seja enviado de cada vez.

A função de monitoração é efetuada através das portas 4, 5 e 6. O sinal que retorna pela linha auxiliar é composto por dois tons de áudio que indicam respectivamente a existência ou não de pulsos. De acordo com a frequência de repetição destes dois tons, podemos ter 4 tipos de sinais. Os tons são acoplados à unidade através do transformador T. A faixa de interesse é filtrada pelo filtro e aplicada ao demodulador FM. Podemos ter, portanto, na saída do demodulador, 4 trens de pulsos diferentes:

- a) Trem de Pulsos correspondente à Fig. VI.2.3, com pulsos de 100ms separados por intervalos de 200ms.
- b) Trem de Pulsos correspondente à Fig. VI.2.4, com pulsos de 10ms, separados por intervalos de 20ms.
- c) Trem de Pulsos em forma de onda quadrada, com pulsos e intervalos iguais de 20ms.
- d) Pulsos esporádicos de 5ms de duração, cuja maior densidade possível é uma onda quadrada de 10ms de período.

A Fig. VI.2.7 mostra todos esses possíveis trens de pulsos.

Os trens a e b correspondem respectivamente aos trens de comando de Comutação e Seleção enviados pela linha de supervisão.

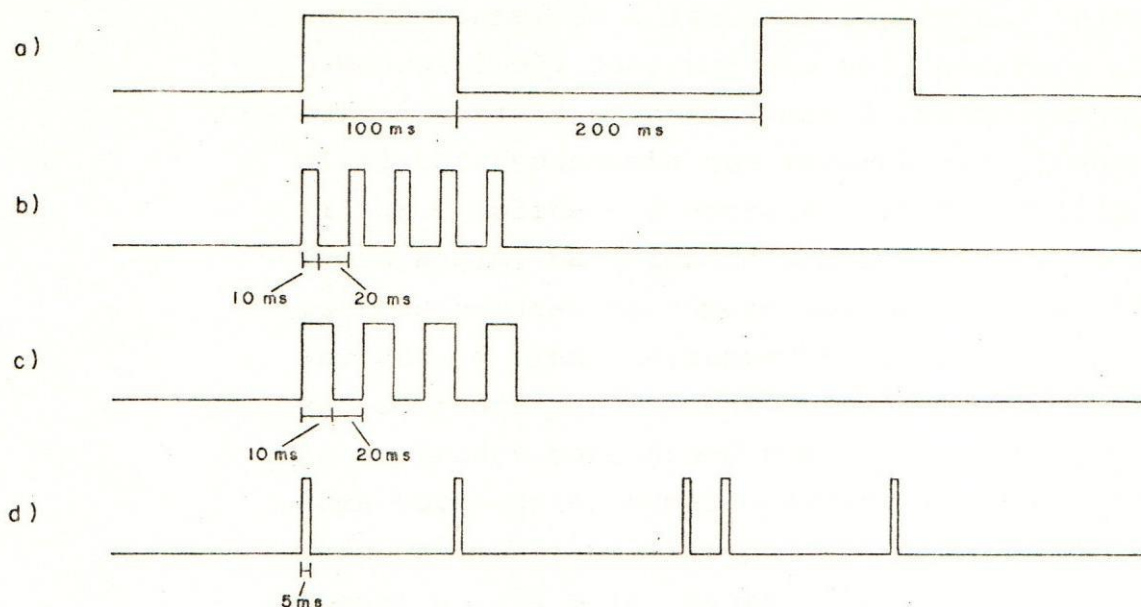


Fig. VI.2.7

O trem c deve ser reconhecido pela UCO como sendo alarme de caixa. O trem d traz a informação correspondente à taxa de erro do regenerador medido. Quando o trem d assumir a forma de uma onda quadrada de 10ms de período, a informação corresponde à maior taxa de erro medida, no caso, 10^{-4} . Caso a taxa de erro seja mais alta, ou o regenerador esteja fora de operação, o trem d deixa de existir e o sinal assume nível alto contínuo. Esta informação deve também ser reconhecida pela UCO.

Como vemos pela Fig. VI.2.5, a saída do demodulador é aplicada simultaneamente às portas 4, 5, 6 e 7.

A porta 4, um AND de duas entradas, tem a sua 2ª entrada conectada à saída Q de um monoestável de 20ms, que por sua vez, é disparado pela saída do monoestável de 100ms. O pulso

de 100ms enviado à linha de supervisão dispara o monoestável, que, por sua vez, aplica o nível alto à porta 4 durante 20ms. Ao mesmo tempo, o sinal correspondente que retorna pela linha auxiliar é aplicado à porta 4 pelo Demodulador FM. Temos assim, na saída da porta 4, pulsos de 20ms correspondentes em número aos pulsos de 100ms enviados à linha de supervisão. Esses pulsos são contados por um contador e o total aparece no mostrador correspondente. O monoestável de 20ms torna-se necessário devido ao ruído produzido na linha auxiliar pela Unidade de Linha(ULI) quando o relé polar opera após 30ms.

Similarmente, a porta 5 tem a sua entrada 2 conectada à saída do monoestável de 10ms. Desta maneira, a porta 5 só se abre durante a transmissão dos pulsos de 10ms e consequente recepção do sinal correspondente. Os pulsos de 10ms na saída da porta 5 são também contados e mostrados.

Durante a operação da porta 5, a porta 4 fica inibida por sua entrada 2, pois, como já vimos, não há nenhum sinal na saída do monoestável de 100ms e, consequentemente, também não na saída Q do monoestável de 20ms.

A porta 6 é um AND de 4 entradas. A entrada 1 recebe o sinal do demodulador. A entrada 2, conectada à saída $\bar{Q}$ do monoestável de 20ms, inibe a porta durante o funcionamento da porta 4. Temos conectada na entrada 3 a saída "menor que" (<) do comparador 1. Assim, a porta fica inibida durante toda a transmissão do trem de pulsos de 100ms. A entrada 4, conectada à saída $\bar{Q}$ do monoestável de 1 segundo, inibe a porta durante o funcionamento daquele monoestável. Desta forma, a porta 6 só pode operar 1 segundo após

a transmissão de todo o trem de pulso de 100 ms. Na saída da porta 6, temos um detetor de largura de pulso que deteta pulsos de 20 ms. Assim, apenas o trem de pulsos c (Fig. VI.2.7), de período igual a 40 ms, dispara o alarme de caixa. Esse detetor é necessário para impedir que os pulsos correspondentes à taxa de erro também disparem o alarme de caixa.

Temos como porta 7, um NOR de 4 entradas. A entrada 1 está conectada à saída "menor que" (<) do comparador 1 e inibe a porta durante a transmissão do trem de pulsos de 100ms. A entrada 2 está conectada à saída (<) do comparador 2, o que inibe a porta durante a transmissão do trem de pulsos de 10ms. Na entrada 3 temos conectada à saída Q do monoestável de 1 segundo ficando inibida a porta durante o funcionamento do mesmo. Finalmente, o sinal do demodulador FM é aplicado à entrada 4.

Assim, a porta fica inibida durante todo o tempo necessário para a transmissão do trem de pulsos mostrado na Fig. VI.2.6. Após este tempo, o sinal presente na saída do demodulador FM corresponde à informação da taxa de erro (trem de pulsos d na Fig. VI.2.7). Estes pulsos operam a porta 7 e são aplicados a um contador. O resultado aparece no mostrador que, neste caso, é formado por um conjunto de diodos emissores de luz. Cada diodo deve indicar uma determinada taxa de erro correspondente ao número de pulsos aferido pelo contador.

No caso do regenerador testado estar totalmente fora de operação, ou com uma taxa de erro igual ou superior a 10^{-3} , a saída do demodulador apresentará um nível alto contínuo. Este

nível é aplicado a uma constante de tempo que, após 300ms, acende um diodo emissor de luz correspondente. Esta constante de tempo impede que qualquer um dos trens de pulso da Fig. VI.2.7 seja interpretado como sendo regenerador fora de operação.

VI.2.1.5 - Projeto do Painel Frontal da UCO

O projeto do painel está mostrado na Fig. VI.2.8. Neste projeto, a preocupação primordial foi colocar os mostradores digitais diretamente em baixo das chaves Thumbweel correspondentes, facilitando assim a comparação por parte do operador entre os trens de pulso transmitidos e recebidos.

No painel temos as indicações das taxas de erro fornecidas por diodos emissores de luz. A taxa de 10^{-3} corresponde também o regenerador fora de operação.

Um voltímetro indica a tensão presente na saída para a linha de supervisão permitindo ao operador verificar a ocorrência de linha aberta ou fim de linha.

A unidade permite ainda um ajuste no nível de corrente da fonte de corrente. Este ajuste pode ser interessante no caso de modificações nas Unidades de Linha e/ou Derivação. No caso de existir uma Unidade Derivação com um número muito grande de derivações, o intervalo entre os trens de pulsos de comutação e seleção pode ser ajustado para mais de 1 segundo através de um ponto de ajuste no painel da UCO.

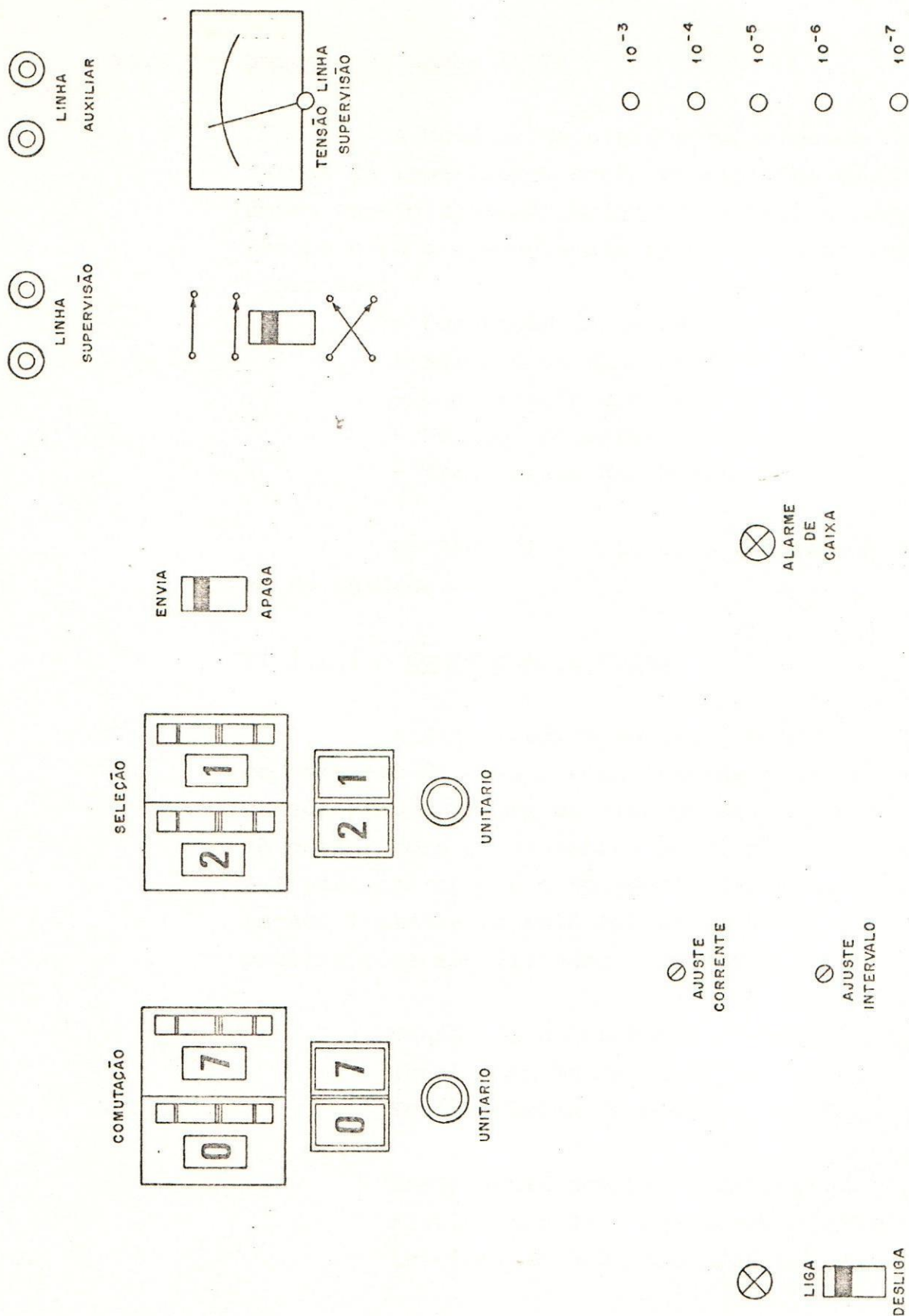


FIG : VI.2.8

VI.2.2 - Unidade de Linha (ULI)

A Unidade de Linha será colocada nas caixas de repetidores sendo constituída por um único cartão contendo todos os circuitos necessários para a execução das funções abaixo especificadas:

- Comutação de Caixa
- Seleção de Regenerador
- Confirmação e Alarme
- Detetor de Erro
- Transmissão de Informação

Na Fig. VI.2.9 temos o diagrama em bloco da unidade.

VI.2.2.1 - Comutação de Caixa

A Fig. VI.2.10 mostra o esquema elétrico completo da ULI. A comutação de caixa é executada pela operação do relé polar K1. Este relé possui dois enrolamentos sendo o enrolamento 4-1 para operação e enrolamento 3-2 para desoperação. Trata-se do relé AMF série R-30, cujas especificações são listadas a seguir:

Tensão de Alimentação = +24Vcc(nominal)

Tensão Mínima de Operação = +18V

Tensão Máxima de Operação = +28V

Resistência dos Enrolamentos:

Enrolamento 4-1 (operação) = 400 Ω

Enrolamento 3-2 (desoperação) = 1,6K

Consumo de Corrente:

Enrolamento 4-1 = 60mA

Enrolamento 3-2 = 15mA

4 contatos reversíveis

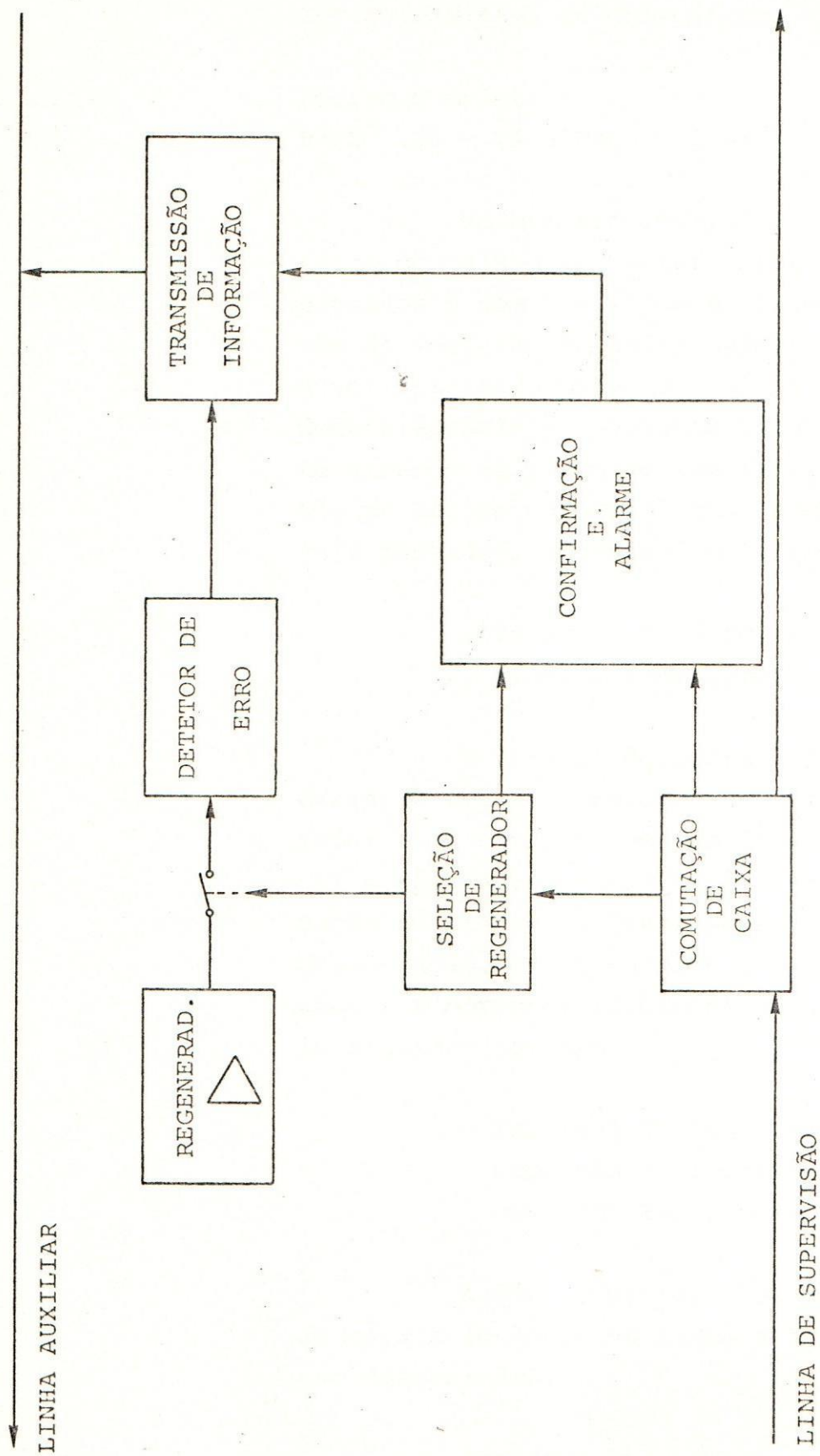


Fig. VI.2.9

Corrente Máxima de Chaveamento = 2A

Corrente Mínima de Chaveamento = 1mA

Código Completo⁶:

R30D - E1 - Y4 - V400 - 1,6K

No momento inicial da operação, os contatos do relé devem estar obrigatoriamente posicionados 6 com 5 e 9 com 8. Isto se consegue através da inversão da polaridade na linha, evento a ser realizado antes do início da operação de Comutação/Seleção. Durante a inversão, a corrente através da linha de supervisão, no caso de alguma ULI se encontrar com os contatos 6-7 e 9-10 fechados, circulará pelo seguinte caminho:

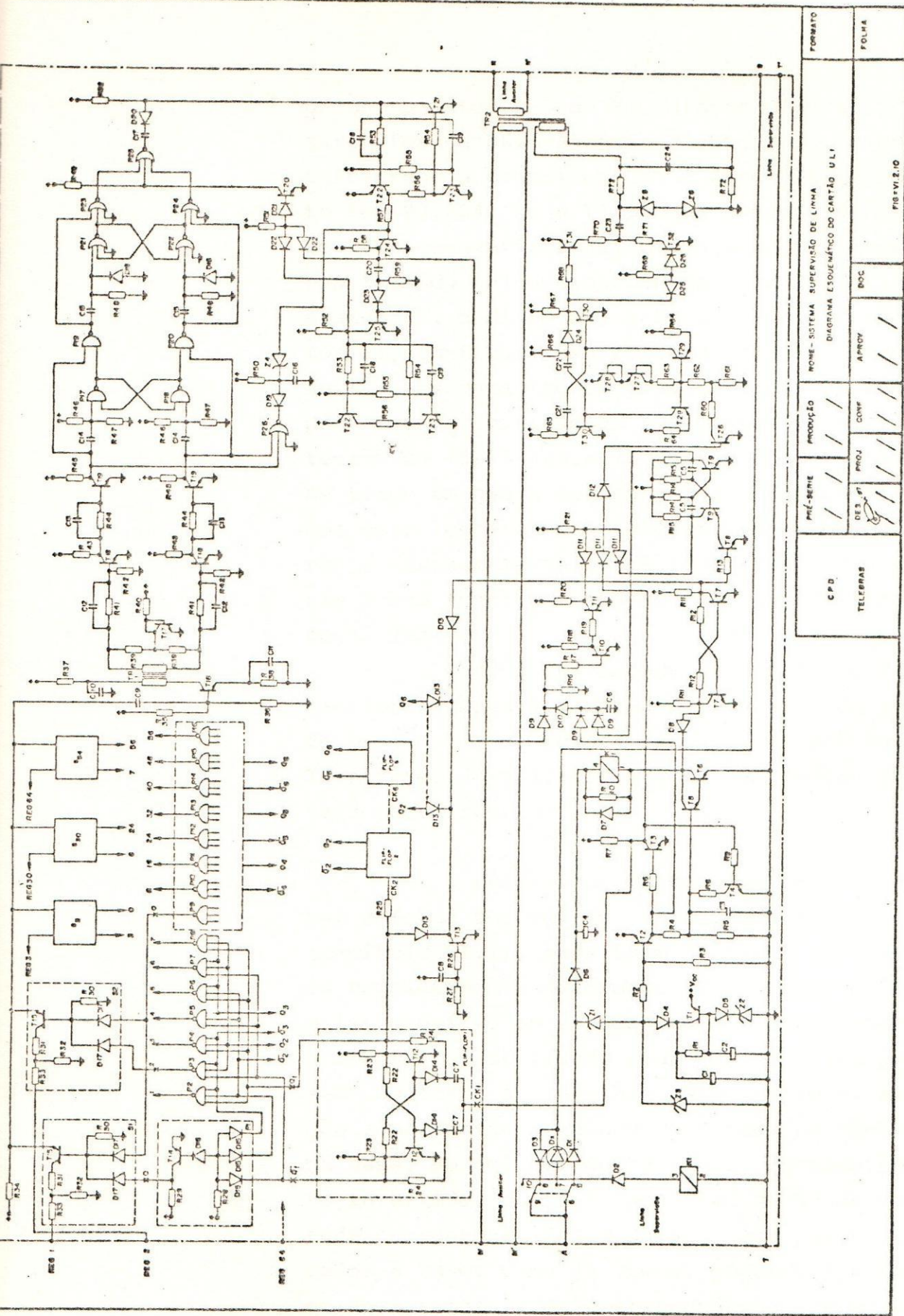
- Terminal T, enrolamento 2-3 de K1 ,
diodo D2, contatos 10-9 e Terminal A.

O relé K1 desopera, pois a corrente necessária a este enrolamento é de apenas 15mA , inferior à corrente consumida pelos circuitos da ULI e, portanto, inferior à corrente de alimentação existente na linha de supervisão. Com a desoperação, os contatos 6-5 e 9-8 de K1 se fecham e a corrente invertida passa a circular pelo seguinte caminho:

- Terminal T, terminal T', linha de supervisão, terminal B, diodo D3 ,
contatos 8-9 e terminal A.

Assim, o processo se repete em todas as caixas ao longo da linha e todos os relés K1 são desoperados.

Quando a polaridade correta da corrente é restabelecido na linha, a corrente passa



CPD		PRÉ-SERIE		PRODUÇÃO		NOME - SISTEMA SUPERVISÃO DE LINHA		FORMATO	
TELEBRAS		DES. 91		PROJ.		APROV.		DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO CARTÃO U.1	
		/		/		/		BOC	
		/		/		/		FOLHA	

FIG. VI.2.10

pelos contatos 6-5 de K1, diodos D1 e atinge os circuitos da ULI. Através do diodo D6, a corrente carrega o capacitor C4. O Zener Z1 em conjunto com Z2, D4, D5 e T1 produz a queda de tensão de 24V necessária a K1. O conjunto de componentes formado pelos capacitores C1 e C2, pelo resistor R1, o diodo D5, o Zener Z2 e o transistor T1, configura uma fonte de tensão regulada de +5V. Os capacitores C1 e C2 foram calculados para impedir oscilações relevantes no nível da tensão de +5V durante 10ms, que é o intervalo de tempo em que a corrente falta devido aos pulsos de seleção do regenerador. Como veremos, durante esses intervalos de tempo temos que garantir o bom funcionamento do contador destinado a contá-los.

O diodo D4 impede que o efeito dos capacitores mascare a forma dos pulsos. Da junção de D4 com Z1, os pulsos são aplicados à base de T2 através do resistor R2. Z3 tem função de proteção no circuito.

O transistor T2 destina-se a recuperar a forma dos pulsos. Como vimos na foto nº 4 (Capítulo VI.1), após 50km de cabo, o pulso fica completamente deformado. Como se trata de um pulso negativo em relação ao nível de tensão DC, o transistor utilizado é um PNP. T2 está polarizado de forma a trabalhar entre corte e saturação a partir de pequenas variações de apenas 2V na base. No coletor de T2 temos, portanto, um pulso invertido, ou seja, positivo de 5V de amplitude correspondendo em duração aos pulsos aplicados à base. Como já vimos, podemos ter pulsos de dois tipos: 10ms correspondente a um pulso de seleção, ou 100ms correspondente a um pulso de comutação. No coletor de T2 temos uma constante de tempo formada por R4, R5 e C3. Uma vez que

que C3 se carregue a um nível de 1,4V correspondente às quedas de tensão das junções base emissor de T5 e T6 ligados em configuração Darlington, estes transistores entram em saturação. Entretanto, a constante de tempo só permite que C3 atinja 1,4V depois de um tempo mínimo de 30 ms. Desta forma, C3 jamais vai se carregar por intermédio de um pulso de seleção de apenas 10 ms. Entretanto, quando um pulso de 100ms é aplicado a C3 através de T2, após 30ms o nível de tensão na base de T5 atinge 1,4V e o Darlington entra em saturação. Neste instante, C4 descarrega-se através do enrolamento 4-1 de K1 e o relé opera mudando a posição de seus contatos de 6-5 para 6-7 e de 9-8 para 9-10. Desta forma, toda a alimentação da unidade fica cortada 30ms após a chegada de um pulso de 100ms à mesma.

A corrente passa a circular então pelo seguinte caminho:

- Terminal A, contatos 6-7 de K1, diodo DX, terminal B, linha de supervisão, terminal T' e terminal T.

Assim, a corrente passa a alimentar a próxima ULI da linha.

É importante observar que a corrente consumida pelo enrolamento 4-1 de K1 (60mA) é fornecida pela descarga do capacitor C4. Desta forma, podemos alimentar a unidade com uma corrente bem mais baixa, sem prejuízo da operação do relé, desde que o capacitor C4 tenha tempo suficiente para se carregar antes da chegada de um pulso de comutação.

O tempo de carga de C4 pode ser calculado pela seguinte expressão:

$$i \cdot t = CV$$

onde:

- i = corrente de carga
- t = tempo de carga
- C = capacitância
- V = tensão de carga

Supondo uma corrente de 20mA na linha, um capacitor de 47 μ F e sendo a tensão necessária igual a 24V, temos:

$$t = \frac{CV}{i} = \frac{47 \cdot 10^{-6} \times 24}{20 \times 10^{-3}} = 56,4\text{ms}$$

Portanto, o intervalo entre pulsos, sendo de 200ms (ver Fig. VI.2.3) é mais que suficiente para garantir a carga de C4.

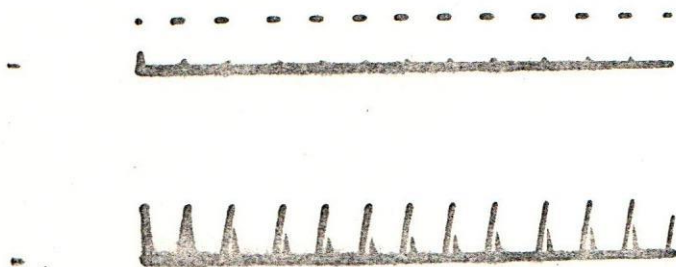
Resta saber se o valor de C4 (47 μ F) é suficiente para fornecer a corrente necessária a K1. Sabendo que o valor resistivo do enrolamento 4-1 é 400 Ω , podemos calcular o tempo de descarga de C4:

$$t = C \cdot R = 47 \cdot 10^{-6} \cdot 400 = 18,8\text{ms}$$

De acordo com os dados do fabricante {6}, o tempo de operação deste relé é de 12ms. Portanto, um capacitor de 47 μ F é suficiente para a operação do relé.

Resta dizer que a configuração Darling^{ton} de T5 e T6 é necessária para garantir o beta mínimo dos transistores face à corrente de coletor de 60mA e a baixa corrente aplicada à base. No caso, os transistores usados foram dois 2N2222, iguais aliás a todos os outros NPN da unidade.

Do coletor do T2, os pulsos são também aplicados ao sistema de confirmação e, através de R6, à base de T3. T3 conforma ainda melhor os pulsos. Do coletor de T3, novamente com lógica negativa, os pulsos são aplicados a três pontos diferentes: a entrada relógio do 1º flip-flop do contador (sistema de seleção do regenerador), ao sistema de confirmação (diodo D11), e, através de R9, à base do transistor T4. T4, ao entrar em saturação, curto-circuita o capacitor C3 através de R8. A saturação de T4 ocorre sempre que o coletor de T3 atinge nível alto, ou seja, quando T3 está cortado. Isto ocorre no intervalo entre pulsos. Desta forma, quando um pulso de seleção de 10ms termina, T4 satura e C3 se descarrega através de R8. Assim fica garantida a impossibilidade de C3 se carregar através de degraus sucessivos, quando um trem de pulsos de seleção atinge a unidade. Caso contrário, a unidade poderia reconhecer o trem de pulsos como sendo um pulso largo de comutação e operar o relé K1.



Vemos na Foto nº 5 um trem de pulsos de seleção (10ms) no coletor de T2. Podemos notar que a forma do pulso de apresenta bem definida. O 2º traço mostra o nível de tensão nos bornes de C3. Vemos que a tensão no capacitor não atinge o nível necessário para disparar o Darlington (T5, T6).

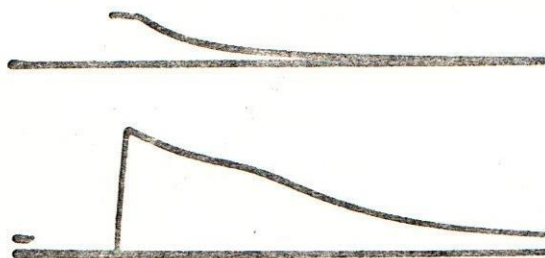


Foto nº 6

Na Foto nº 6 temos o 1º traço um pulso de comutação (100ms) no coletor de T2. O 2º traço mostra novamente o nível de tensão nos bornes de C3. Vemos que antes do término do pulso (após 30ms) C3 já se carregou a um nível de 1,4V, o Darlington disparou e o relé operou desligando a alimentação da unidade.

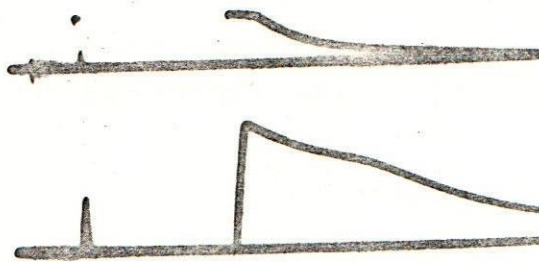


Foto nº 7

A Foto nº 7 mostra os dois tipos de pulsos. Primeiro o pulso de seleção (10ms) e , após um intervalo de tempo, um pulso de comutação (100ms). Podemos comparar a diferença de n_i

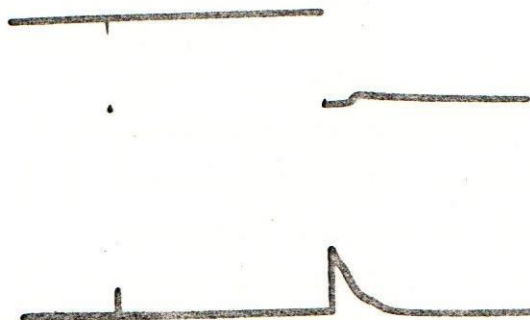


Foto nº 8

Temos ainda a Foto nº 8, idêntica à Foto nº 7, porém mostrando em seu 1º traço a forma de onda que aparece no coletor de T3. A base de tempo do osciloscópio foi regulada para uma velocidade menor que a da Foto nº 7.

VI.2.2.2 - Seleção de Regenerador

O circuito de Seleção de Regenerador é composto por um contador, um conjunto de portas NAND e chaves eletrônicas.

O contador é formado por seis flip-flops idênticos compostos por dois transistores (T12), dois diodos (D14), dois capacitores (C7) e seis resistores (dois R22, dois R23 e dois R24). A saída Q de cada flip-flop está acoplada à entrada relógio do próximo através do resistor R25. As saídas Q também são acopladas, através do diodo D13, a um circuito formado por T13, C8, C26 e R27. Este circuito tem a função de zerar todas as saídas Q dos seis flip-flops. No instante inicial, quando a unidade de linha é energizada, C8 principia a se carregar e flui corrente para a base de T13. T13 entra em saturação zerando os flip-flops. Quando C8 atinge sua carga máxima, corta a corrente de base de T13, que fica, portanto, cortado e não interfere no processo de contagem do contador.

A Fig. VI.2.11 mostra o diagrama de tempo do contador com todas as saídas Q e $\bar{Q}$ representadas. Estas saídas são aplicadas a um conjunto de portas (P1 a P16) que executam o reconhecimento das 64 possibilidades geradas. Assim, o contador deverá contar até 64 pulsos de seleção e comutar uma dentre 64 chaves eletrônicas.

A Foto nº 9 mostra um trem de pulsos de seleção e a saída Q6 do 6º flip-flop. Podemos ver que a saída Q6 muda de estado no início do pulso nº 32, como era de se esperar. Fica assim comprovado o bom funcionamento dos flip-flops montados com componentes discretos e, principalmente, do circuito zerador.

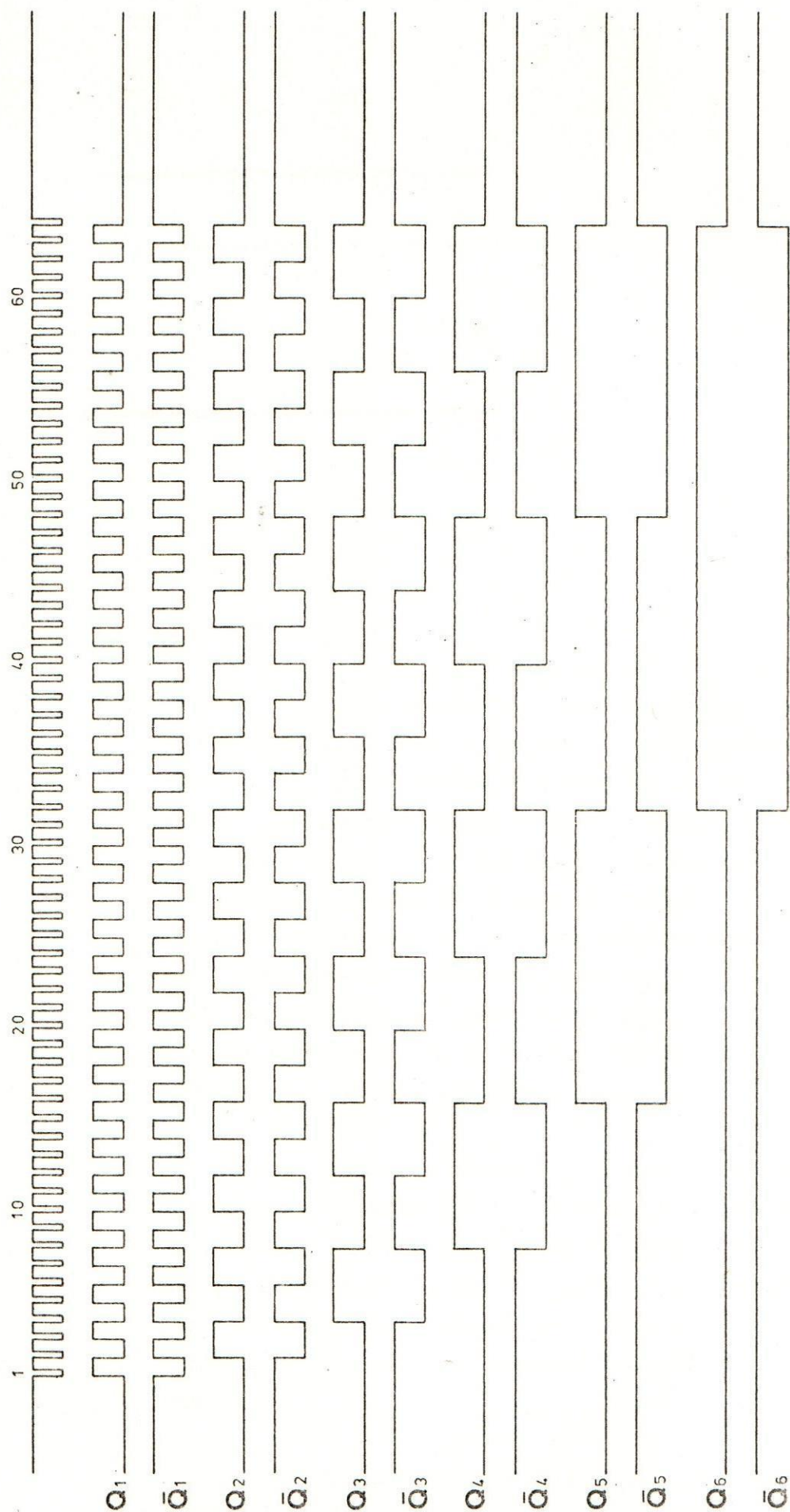


FIG. VI.2.11



.

r



Foto nº 9

Evidentemente, este circuito também po de ser montado com componentes integrados. Entre tanto, tal procedimento acarreta um aumento da ordem de 5mA no consumo de corrente da unidade e na necessidade de aumentar os valores dos ca pacitores C1 e C2 da fonte de tensão, de forma a garantir melhor regulagem no nível de tensão Vcc para atender as especificações dos níveis TTL. Esta possibilidade será melhor discutida quando analisarmos o alcance do sistema em fun ção do consumo de corrente das unidades de linha.

Temos, a seguir, um conjunto de 16 por tas NAND formadas por um transistor (T14), qua tro diodos (D15 e D16) e dois resistores (R28 e R29). As portas estão combinadas de forma que apenas duas delas se abram simultaneamente para cada número diferente de pulsos que o contador conte.

A exemplo do contador, estas portas tam**ã**m podem ser montadas com componentes integra dos acarretando um aumento de consumo da ordem de 6mA. Todas as considerações feitas para o

contador são igualmente válidas para o caso das portas integradas.

Cada chave eletrônica é composta de um transistor (T15), dois diodos (D17) e quatro resistores (R30, R31, R32 e R33). Este conjunto de componentes se repete 64 vezes, um para cada regenerador. Temos ainda o resistor R24, que é comum a todas as chaves, polarizando os emissores dos transistores T15 (PNP). Os dois diodos D17 e o resistor R30 funcionam como uma porta NOR, drenando corrente da base de T15 somente quando as duas entradas forem zero. T15 satura e conecta a saída do regenerador correspondente com a entrada do circuito detetor de violações através da malha resistiva formada por R31, R32 e R33. A forma do pulso fica deformada, devido às atenuações introduzidas pelo transistor em altas frequências. Para compensar essas atenuações, os pulsos bipolares são aplicados a um transistor (T16), que efetua um perfeito casamento de impedâncias com o transformador de entrada do detetor de violações (T1). O capacitor C11 compensa as atenuações em altas frequências, regerando a forma dos pulsos.

É importante notar que, uma vez selecionado um determinado regenerador, este permanece conectado ao detetor de violações até que um outro próximo regenerador seja selecionado, ou a unidade de linha seja desligada. Assim, o sistema permite que um regenerador seja supervisionado por um período de tempo indeterminado, ao bel prazer do operador.

O regenerador é conectado à entrada da chave eletrônica (R33) através de um 2º enrolamento no secundário do transformador de saída.

VI.2.2.3 - Confirmação e Alarme

O Circuito de Confirmação e Alarme é formado por duas portas, um flip-flop e um oscilador astável, totalmente montado com componentes discretos.

- Confirmação: Os pulsos positivos existentes no coletor de T2 são aplicados a uma das entradas da 1ª porta (diodo D9). Entretanto, após o diodo, temos o capacitor C6 que, em conjunto com o diodo D10 e o resistor R16, configura uma constante de tempo tal, que durante toda a duração do trem de pulsos Seleção (Fig.VI.2.4), inibe o funcionamento desta porta. Desta forma, qualquer sinal que, por acaso, atinja a porta, vindo do circuito detetor de erro, fica impedido de atingir o VCO.

Por outro lado, no mesmo instante, os pulsos de lógica negativa do coletor de T3 são aplicados à porta nº 2 (diodo D11). Esta é uma porta NAND de três entradas que aplica estes pulsos ao VCO que, por sua vez, os transmite de volta à unidade de comando através da linha auxiliar.

A mesma coisa ocorre durante os pulsos de comutação de 100ms. A diferença consiste em que o pulso transmitido de volta terá uma duração de apenas 30ms, que é o tempo necessário para que C3 se carregue, disparando o relé polar. Após 30ms, o VCO deixa de funcionar, pois sua alimentação é cortada pelo relé.

É interessante notar que quando um trem de pulsos de comutação (Fig. VI.2.3) é enviado à linha de supervisão, cada unidade de li

nha transmite de volta apenas um único pulso. Entretanto, a soma de todos esses pulsos será igual ao número de pulsos originalmente aplicados à linha.

- Alarme: No momento em que o Darlington entra em saturação por efeito de um pulso de comutação, os coletores de T5 e T6 ficam em nível baixo. Os coletores estão conectados, através do diodo D8, ao flip-flop formado pelos dois transistores T7 e por quatro resistores (dois R11 e dois R12). Este flip-flop muda então de estado, disparando através de T8 o oscilador astável formado pelos dois transistores T9, quatro resistores (dois R14 e dois R15) e dois capacitores (C5). O astável entra em oscilação, produzindo uma onda quadrada de 40ms de período. A saída Q do astável está conectada a um diodo (D9) da 1ª porta que, de maneira análoga ao efeito de confirmação, fica inibida pela constante de tempo C6, R16. A saída $\bar{Q}$, aplicada ao diodo D11 da 2ª porta, atua sobre a entrada do VCO que transmite, de volta a UCO, a onda quadrada. Como já vimos, este sinal será reconhecido na UCO como alarme de caixa. Para garantir o bom funcionamento do flip-flop, sua saída Q é conectada, através do diodo D13, o circuito zerador do contador. Assim, no instante inicial, este flip-flop é zerado de forma análoga aos 6 flip-flops do contador.

Portanto, toda a vez que um pulso de comutação atinge uma ULI, o astável é disparado. Entretanto, como o relé corta a alimentação (+Vcc), tanto o astável como o VCO não conseguem transmitir um sinal de alarme durante tempo suficiente para ser reconhecido pela UCO. É bom lembrar que a UCO possui um circuito de retardo no reco

nhecimento do alarme que garante este efeito (ver Fig. VI.2.5). Assim, o alarme só será transmitido por tempo suficiente, caso o relé não opere, ou melhor, não obedeça ao comando. Neste caso, o alarme será transmitido ininterruptamente. Este efeito inclusive facilita ao operador efetuar a localização de uma ULI com relé defeituoso na linha. Basta ao operador ir comutando manualmente unidade por unidade até localizar, através do alarme, aquela que estiver defeituosa.

Pelo que foi dito, vemos que o funcionamento conjunto das duas portas cria uma ordem de preferência entre os diferentes sinais que podem ser transmitidos pelo VCO.

O primeiro sinal a ser transmitido, quando existe, é o alarme de caixa (onda quadrada de 40ms de período), que inibe, através da 1ª porta, a transmissão de todos os outros.

Em segundo lugar, temos os pulsos de confirmação que inibem, através da 1ª porta, a transmissão dos pulsos de erro produzidos pelo alargador.

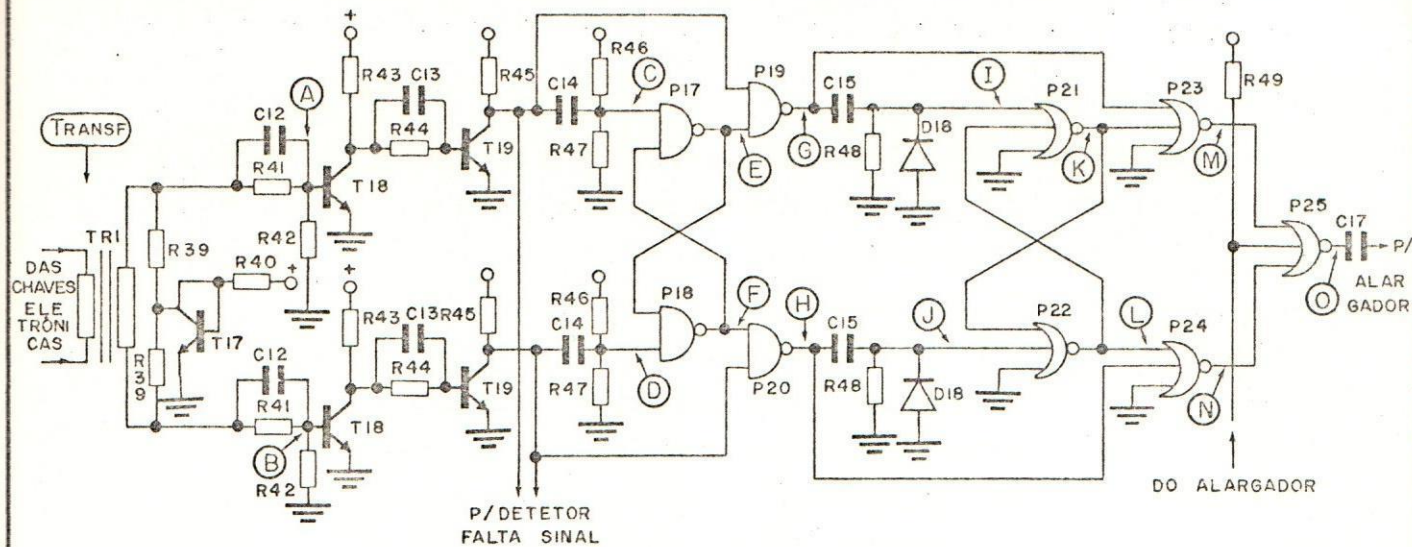
Finalmente, caso os outros dois tipos de sinais não estejam sendo transmitidos, os pulsos do alargador passam pela 1ª porta, atingem a 2ª através de T10 e T11 e são aplicados ao VCO, que os transmite de volta a UCO. Os pulsos do alargador não carregam C6 devido à existência do diodo D10. Esses pulsos são de lógica negativa. Ao atingirem T10 através de D9, fazem com que o mesmo fique cortado. Assim, temos no coletor de T10 um pulso invertido de lógica positiva. Isto exige a inclusão de mais um inversor (T11) no circuito, pois a 2ª porta (D11) trabalha com lógica negativa.

VI.2.2.4 - Detetor de Erro

O Detetor de Erro compreende todos os componentes conectados entre o transformador TR1 e o capacitor C17. É constituído principalmente por portas integradas, quatro portas NAND (P17, P18, P19 e P20) e cinco portas NOR (P21, P22 , P23, P24 e P25). Existe ainda uma sexta porta NOR (P26) que, em conjunto com o diodo D19, o resistor R50, o capacitor C16 e o zener Z4; constituem um circuito destinado a detetar falta de sinal quando o regenerador estiver completamente fora de operação. O uso de portas integradas neste circuito se impõe devido à alta velocidade do trem de pulsos a ser processado (2.048Mbits). Para as portas NAND, foi usado um 74LS00 e para as NOR, dois 74LS27.

A melhor maneira de entender o funcionamento do detetor de erro é analisar sua operação através de um diagrama de tempo. A Fig. VI. 2.12 mostra o circuito do detetor e o diagrama de tempo de uma palavra digital. A palavra é a mesma da Fig. IV.3.2 e é mostrada nos dois tipos de códigos, AMI e HDB3. É interessante apresentar o código AMI para analisar o funcionamento da primeira parte do detetor. Como já foi dito, o detetor HDB3 é na realidade formado por dois detetores AMI em série. Entretanto, o diagrama representa a resposta do circuito ao código HDB3. Foi considerado um erro correspondente à falta de um pulso referente ao 7º nível "um" da palavra.

Temos, portanto, no transformador TR1, na entrada do circuito, a forma de onda TRANSF, correspondente ao código HDB3. O transformador envia então os pulsos positivos para o ponto A e negativos para o ponto B. Nas bases dos dois transistores T18 temos, portanto, os trens



1 0 0 0 0 1 1 1 0 1 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0 0

AMI

VIOLAÇÃO AMI

ERRO AMI

DETEÇÃO DO ERRO AMI

HDB3

VIOLAÇÃO AMI

ERRO HDB3

DETEÇÃO DO ERRO HDB3

TRANSF

(A)

(B)

(C)

(D)

(E)

(F)

(G)

(H)

(I)

(J)

(K)

(L)

(M)

(N)

(O)

de onda A e B, correspondendo respectivamente aos pulsos positivos e negativos. Os trens de pulsos A e B são diferenciados por C14 e R47 (pontos C e D) e aplicados ao flip-flop formado pelas portas NAND P17 e P18. A chegada do 1º pulso diferenciado, faz o flip-flop mudar de estado e sua saída Q (ponto E) passa a nível alto. Consequentemente, a saída $\bar{Q}$ (ponto F) assume nível baixo. Como o 2º pulso diferenciado também chega pelo ponto C, o flip-flop mantém o estado assumido. O 3º pulso, porém, atinge o flip-flop pelo ponto D, fazendo com que ele novamente mude de estado. O efeito se repete, e temos as formas de onda E e F. A forma de onda G é consequência do NAND entre as ondas A e E, assim como a onda H é o NAND das ondas B e F. Vemos que a onda G se apresenta com nível alto constante e só assume nível baixo quando as duas entradas do NAND (P15) apresentam nível alto simultaneamente. Isto só ocorre quando no trem de pulsos HDB3 aparece uma violação AMI positiva. Podemos dizer a mesma coisa da forma de onda H, que só assume nível baixo quando aparece uma violação AMI negativa no código HDB3. Portanto, os pontos G e H do circuito são, na verdade, saídas de um detetor de erro AMI, visto que as violações introduzidas pelo código HDB3 seriam erros num código AMI. Vemos também que a existência de um erro real (falta de um pulso) no código HDB3 não é corretamente detetado pelo detetor AMI. Isto porque o código HDB3 mascara o erro injetando violações periódicas.

As formas de onda G e H são diferenciadas por C15 e R48 e retificadas por D18. Assim, temos nos pontos I e J, entradas das portas NOR P21 e P22, as formas de onda mostradas no diagrama. As portas P21 e P22 constituem um

flip-flop de funcionamento análogo ao anterior. Este flip-flop também muda de estado toda a vez que aparece um pulso alternado entre suas entradas (pontos I e J), porém não muda quando dois pulsos consecutivos aparecem na mesma entrada. O resultado pode ser visto nas formas de onda K e L, que correspondem às saídas Q e $\bar{Q}$ do flip-flop.

As portas P23 e P24 efetuam então um NOR entre as ondas G e K, e H e L, respectivamente. As formas de onda M e N são resultados desses NOR. Vemos que M não muda de estado, pois as entradas (G e K) de P23 nunca assumem nível baixo simultaneamente. A onda N apresenta um pulso positivo correspondente à detecção do erro HDB3, pois neste instante de tempo, as duas entradas de P24 (H e L) assumem nível baixo simultaneamente. Assim, temos o erro HDB3 detetado. Podemos ver que o erro não é detetado no momento que ocorre, porém alguns instantes de tempo após. O pulso de erro é invertido por P25, conforme mostra a onda O e aplicado ao circuito alargador. A porta P25 exerce ainda importante função na formação do trem de pulsos alargado, impondo a condição necessária à formação de uma onda quadrada, como veremos na análise do circuito alargador. Esta é a razão das 3 entradas de P25.

A escolha do integrado 74LS27, que possui três portas NOR é devida à engenharia do sistema e à limitação do consumo de corrente. Com dois integrados deste tipo, temos as seis portas NOR necessárias, apesar de somente uma delas (P25) utilizar as três entradas. Em todas as outras, a terceira entrada fica aterrada.

A sexta porta NOR forma o circuito de tutor de falta de sinal, como mostra a Fig. VI. 2.10. Quando não temos sinal algum nos pontos

A e B do circuito (Fig. VI.2.12) a porta P26 abre e temos nível alto em sua saída. D19 fica cortado e C16 principia a se carregar através de R50. Se no espaço de tempo correspondente à constante de tempo formada por R50 e C16 não surgir nenhum pulso nem em A nem em B, C16 carregado dispara o Zener Z4 (2V4) que, por sua vez, provoca o corte de T24. Temos no coletor de T24, portanto, um nível alto constante que é aplicado ao VCO e transmitido pela linha auxiliar como um sinal de frequência constante. Este sinal será reconhecido na UCO como falta de sinal ou regenerador fora de funcionamento.

VI.2.2.5 - Transmissão de Informação

A função Transmissão de Informação é executada por dois circuitos: um alargador e um VCO.

- Alargador: O pulso de erro resultante do detetor de erro é um pulso igual aos pulsos da palavra digital. É, portanto, um pulso de 250ns de duração. Um pulso tão estreito não pode evidentemente ser transmitido por um par telefônico tal como a linha reserva, a não ser que sofra regenerações ao longo da linha como numa linha MCP normal. A solução encontrada foi alargar este pulso até um espaço de tempo suficientemente longo para permitir sua transmissão por um VCO a distancias de, pelo menos 50Km (alcançe especificado para o sistema).

O pulso de erro (250ns), portanto, é usado para disparar, através do diodo D20, um monoestável formado pelos transistores T21, T22, T23, seus resistores de polarização e os capacitores C18 e C19 (Fig. VI.2.10). O monoestável é dimensionado para gerar um pulso de 5ms de duração. Este pulso é aplicado ao VCO através

do coletor de T24. Entretanto, se logo após o intervalo de 5ms um novo pulso de erro surgisse na saída do detetor, o monoestável dispararia rapidamente de novo e o sinal no coletor do T24 poderia assumir um nível alto contante, o que indicaria, como já vimos, falta de sinal. Para impedir esta confusão indesejável entre diferentes sinais, um segundo monoestável foi colocado no circuito. Este monoestável é idêntico ao primeiro, tem como entrada o transistor T25. E também gera um pulso de 5ms de duração. O fim do pulso de 5ms do primeiro monoestável dispara o segundo monoestável através de D23. A saída $\bar{Q}$ do segundo monoestável (coletor de T25) é conectada à porta formada pelos diodos D22. No fim do pulso do primeiro monoestável temos, portanto, nível baixo nos dois diodos D22 que passam a conduzir, D21 fica cortado e, conseqüentemente, T20 também entra em corte. Assim, temos nível alto na 3ª entrada da porta NOR P25 que fica cortada.

Desta forma, temos, na pior das hipóteses, uma onda quadrada de 10ms de período no coletor de T24. Este sinal corresponde a mais alta taxa de erro passível de ser medida, no caso, 10^{-4} .

Para uma taxa de erro de 10^{-3} , os pulsos na saída do detetor surgem em intervalos menores que 5ms. O 1º monoestável permanece em operação e temos efetivamente nível alto constante no coletor de T24. Esta informação será, portanto, igual a de falta de sinal. Assim, o limiar de 10^{-3} não pode ser medido, nem o limiar entre 10^{-4} e 10^{-3} . Entretanto, no projeto do sistema, partimos do princípio que um regenerador funcionando com uma taxa de erro pior que 10^{-4} já precisa ser substituído. Portanto, não tem muito sentido medir taxas piores.

- VCO: O sinal do alargador é aplicado ao VCO através das duas portas formadas pelos diodos D9, D10 e D11, D12; pelos motivos já analisados nos circuitos de confirmação e alarme. O transistor T26 constitui a entrada do circuito. T27 e T28 tem por função compensar variações térmicas. Os dois T29 constituem duas fontes de corrente que atuam sobre o astável formado por T30, R65, R66, R67, C21, C22 e D24. A função de D24 é melhorar a forma do sinal de saída.

O circuito formado por T31, T32, D25, D26, R68, R69, R70 e R71 efetua o casamento de impedâncias entre a saída do oscilador e a linha. O sinal é acoplado ao transformador da linha auxiliar (TR2) apenas em nível AC, através de C23. Os Zeners Z5 e Z6, os resistores R72 e o capacitor C22 constituem um sistema de proteção para a saída.

O VCO oscila em duas frequências fixas, 4KHz correspondente ao nível baixo dos pulsos que lhe são aplicados à entrada e 5KHz correspondente ao nível alto. Devido a este sinal de 5KHz, é conveniente pupinizar a linha auxiliar com bobinas pupin de 22mH. A frequência de corte da linha em 5KHz sobe para 5,7KHz e a atenuação fica em torno de 0,8dB/Km. Em 50Km temos, portanto, um sinal atenuado de 40dB, o que é perfeitamente passível de ser recuperado pela Unidade de Comando.

Evidentemente, a forma do sinal na saída do astável é a de uma onda quadrada com as duas frequências já citadas. Após o capacitor C23 e os trechos de linha auxiliar, esta onda estará deformada para uma forma senoidal. Este efeito não acarreta nenhum problema para a recepção da informação.

VI.2.3 - Unidade de Derivação (UDE)

A Unidade de Derivação, como já foi dito, fica localizada nos pontos onde existe derivações de rotas dentro da rede MCP. A finalidade desta unidade é efetuar a comutação de uma determinada rota com outra qualquer a escolha do operador. A comutação é realizada entre as linhas de supervisão das diferentes rotas. A Fig. VI.2.13 mostra o diagrama em blocos da unidade.

O sinal que comanda as operações de comutação é o mesmo que efetua a seleção de regenerador numa unidade de linha (ULI), ou seja, o trem de pulsos de seleção já mostrado na Fig. VI.2.4.

A Fig. VI.2.14 mostra o diagrama da UDE. Vemos que, em sua maioria, os circuitos são idênticos aos circuitos da ULI. Como o funcionamento e funções são também idênticos, não é necessário descrever novamente o funcionamento detalhado destes circuitos. Assim, temos um circuito comutador de unidade, circuito de confirmação e alarme, circuito transmissor de informação (VCO), um contador e um conjunto de portas NAND.

O transmissor de informação inclui apenas o VCO e sua única função é transmitir de volta à Unidade de Comando (UCO), as informações de confirmação e alarme.

Quando uma UDE é comutada, temos alienação em todos os seus circuitos através do emissor de T1 (+Vcc). A seguir, um trem de pulsos de seleção é enviado pela linha de supervisão. Este trem de pulsos é contado pelo contador e o resultado, aplicado às portas NAND, comanda a seleção de rota.

DIAGRAMA EM BLOCO DA UNIDADE DE COMUTÇÃO A DERIVAÇÕES

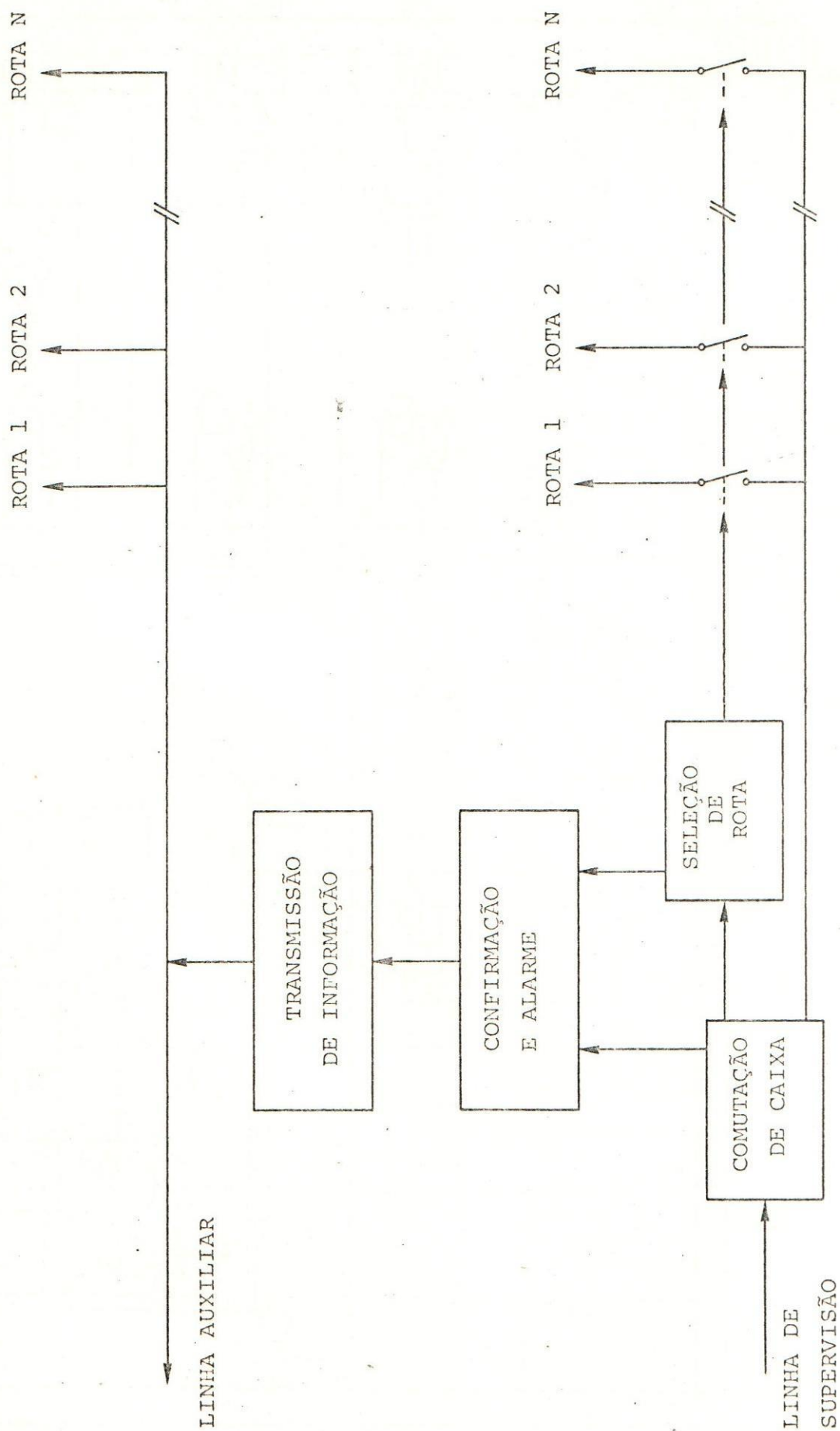
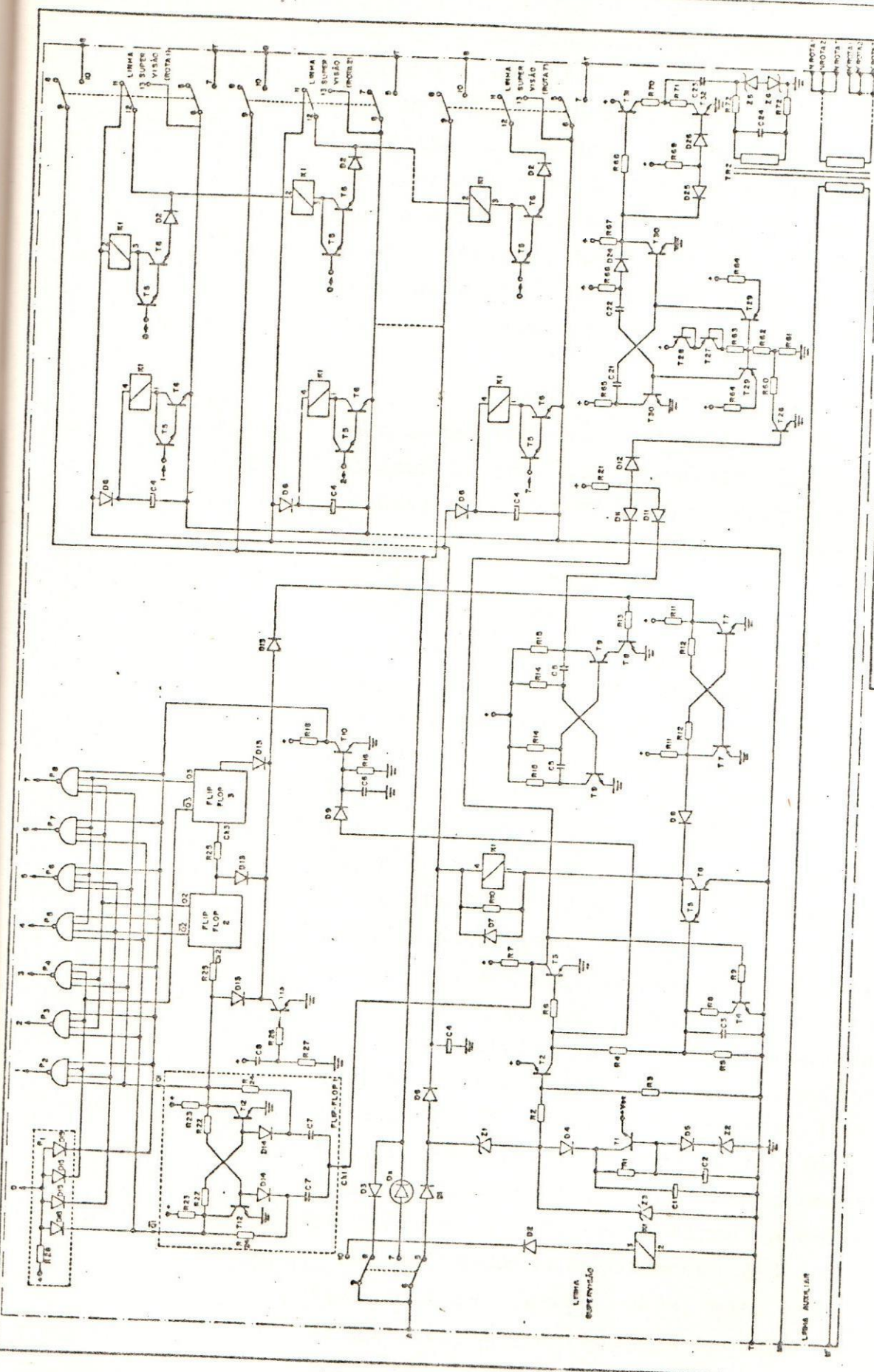


Fig. VI.2.13



C P D TELEBRÁS		PRÉ - SÉRIE		PRODUTO		NOME - SISTEMA SUPERVISÃO DE LINHA		FORMATO
		DCE		PROJ		DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DO CARTÃO UDE		FOLHA
		DCE		COMF		APROV		DOC
		C/1/1/2						

FIG. VI. 2.14

Em cada rota Derivação, temos um relê polar K1, idêntico ao utilizado para a comutação das ULI. Como sabemos, este relê possui quatro contatos reversíveis. No caso da comutação de rotas, usamos três destes contatos, dois para ligar a linha de supervisão da rota selecionada com a rota original (contatos 5-6-7 e 8-9-10) e um para comandar o desarme em série de todos os relês K1 de todas as rotas (contato 11-12-13).

O enrolamento 2-3 dos relês K1 é usado para o desarme dos mesmos. Em série com este enrolamento temos uma chave eletrônica formada pelo Darlington T5-T6 e um diodo D2 com função de proteção. O diodo D2 é ligado ao enrolamento 2-3 do relê K1 da próxima rota. Assim, os enrolamentos 2-3 de todos os K1 de todas as rotas ficam efetivamente em série, caso os contatos dos relês estejam na posição armada 12-13. Os contatos 11-12-13 estão na realidade em paralelo com os enrolamentos 2-3, os Darlingtons e os diodos D2. Estes Darlingtons são saturados pela saída da porta NAND "0". Assim, quando a UDE é selecionada, o contador é zerado por seu circuito zerador e a porta "0" fica operada. Os Darlingtons entram em saturação, permitindo a circulação de corrente pelos enrolamentos 2-3. Se, porventura, um dos relês estiver armado, selecionando uma rota, seus contatos 12-13 estarão conectados e a corrente circulará por seu enrolamento 2-3, Darlington T5-T6, diodo D2 e contatos 12-13. O contato 13 está sempre ligado ao fio terra local. O relê opera curtocircuitando o enrolamento 2-3 com os contatos 11-12. Desta forma, a corrente passa a ser aplicada ao enrolamento 2-3 do relê da próxima rota que também opera, caso seus contatos 12-13 estejam comutados. A operação se repete sucessivamente, até a última rota.

Assim, o simples ato de se selecionar uma UDE faz com que todas as rotas derivadas desta UDE sejam automaticamente desligadas da rota original.

A Fig. VI.2.13 mostra uma UDE com capacidade para até 7 derivações. Este é o motivo da existência de apenas três flip-flops e oito portas no circuito de seleção. A 1ª porta (Porta "0") como já vimos, é usada para desarmar os relés K1 de rota. As outras sete portas comandam a comutação das sete rotas. Claro está que, se o número de rotas derivadas for maior que sete, temos de implementar mais flip-flops e portas no circuito de seleção.

Cada uma das sete portas está conectada com uma chave eletrônica Darlington T5-T6 em série, desta vez, com o enrolamento 4-1 de cada relé K1 de rota.

No momento em que um trem de pulsos de seleção opera uma das sete portas, o Darlington correspondente é saturado e a corrente flui pelo enrolamento 4-1 do relé. Este opera conectando a linha de supervisão original com a linha de supervisão da rota selecionada através de seus contatos 9-10 e 6-7.

O capacitor C4 em paralelo com o enrolamento 4-1 dos relés de rota tem a mesma função já vista no circuito de comutação: alimentar este enrolamento que consome cerca de 60mA. No caso do enrolamento 2-3 de desarme, este capacitor é dispensável, pois o consumo é de apenas 15mA e a corrente de linha é suficiente, pois os relés desoperam um de cada vez.

Todos os capacitores C4 da unidade estão conectados em paralelo com a linha e em para

lelo com eles, aparecem ainda os capacitores C1 e C2 do circuito de alimentação. Para garantir o bom funcionamento da unidade, é necessário assegurar que todos esses capacitores estarão carregados antes de iniciar qualquer operação de seleção de rota.

Podemos calcular o tempo de carga dos capacitores pela fórmula:

$$t = \frac{C \cdot V}{i}$$

onde: t = tempo
 C = capacitância
 V = tensão
 i = corrente

O valor dos capacitores foram calculados, sendo:

$$C4 = 47 \mu F$$

$$C1 = 220 \mu F$$

$$C2 = 100 \mu F$$

Temos em toda a unidade, oito capacitores C4:

$$8 \times 47 \mu F = 376 \mu F$$

Somando os capacitores C1 e C2, temos uma capacitância total de 676 μF . A tensão sobre os capacitores é de 25V e para a corrente, vamos supor 20mA (corrente necessária para um alcance de 50Km).

Assim,

$$t = \frac{676 \cdot 10^{-6} \times 25}{20 \cdot 10^{-3}} = 845ms$$

Somando a isto o tempo necessário para os relés K1 de rota desarmarem (12ms por relé em média), temos:

$$845\text{ms} + 84\text{ms} = 929\text{ms}$$

Como vimos, existe um intervalo de 1 segundo entre os trens de pulso de comutação e seleção (Fig. VI.2.6), produzidos pela Unidade de Comando.

Este intervalo é suficiente para carregar todos os capacitores e desarmar todos os relés de rota de uma UDE de até 7 derivações, mesmo na pior condição, estando todos os relés de rota armados. Esta condição é, aliás, extremamente improvável.

Caso este intervalo não seja suficiente (por exemplo: a existência de uma UDE com mais de 7 derivações), o mesmo pode ser aumentado através de ajuste no monoestável de 1 segundo da Unidade de Comando.

Uma vez selecionada, os pulsos de comutação e seleção passam a ser aplicados à nova rota, assim como a inversão de polaridade. Fica claro que, para desconectar a rota selecionada é necessário operar novamente a porta "0" invertendo a polaridade na linha e comutando novamente a UDE em questão.

A linha auxiliar fica permanentemente ligada a todas as rotas. Para isso, provavelmente será necessário recorrer ao uso de combinações de híbridas nas bifurcações da linha auxiliar, num arranjo semelhante ao já mostrado na Fig. IV. 3.5 (Capítulo IV).

VI.2.4 - Unidade de Longo Alcance (ULA)

No projeto de um sistema do tipo aqui apresentado, é importante não limitar o alcance a uma distância fixa e sim permitir que o sistema possa acompanhar qualquer tipo de expansão que a rede MCP venha a sofrer no futuro.

A unidade de Longo Alcance visa justamente eliminar a limitação do sistema aos 50Km originais conforme o objetivo do projeto.

Para isso, a ULA executa quatro funções:

- fornece alimentação suficiente para mais um trecho de 50Km de linha.
- regenera a forma dos pulsos e os aplica ao novo trecho de linha.
- aplica a alimentação ao novo trecho de linha tanto com a polaridade crista como invertida.
- fornece tensão de alimentação a um amplificador bi-direcional para a linha auxiliar.

A Fig. VI.2.15 mostra o diagrama lógico dos componentes da unidade. Na Fig. VI.2.16, temos o diagrama simplificado da ULA. Sua operação é baseada em dois relés comuns K2 e K3. Estes são relés da série R10, fabricados pela AMP do Brasil. São relés mais baratos e mais fáceis de serem encontrados no mercado que o relé polar K1.

O relé K2 mais indicado é o relé da série R10-E2-Z4-SS3, 7K6. Suas características são as seguintes:

R10 - nº de série

E2 - terminais para monitoramento do sistema impresso

DIAGRAMA EM BLOCO DA UNIDADE DE LONGO ALCANCE

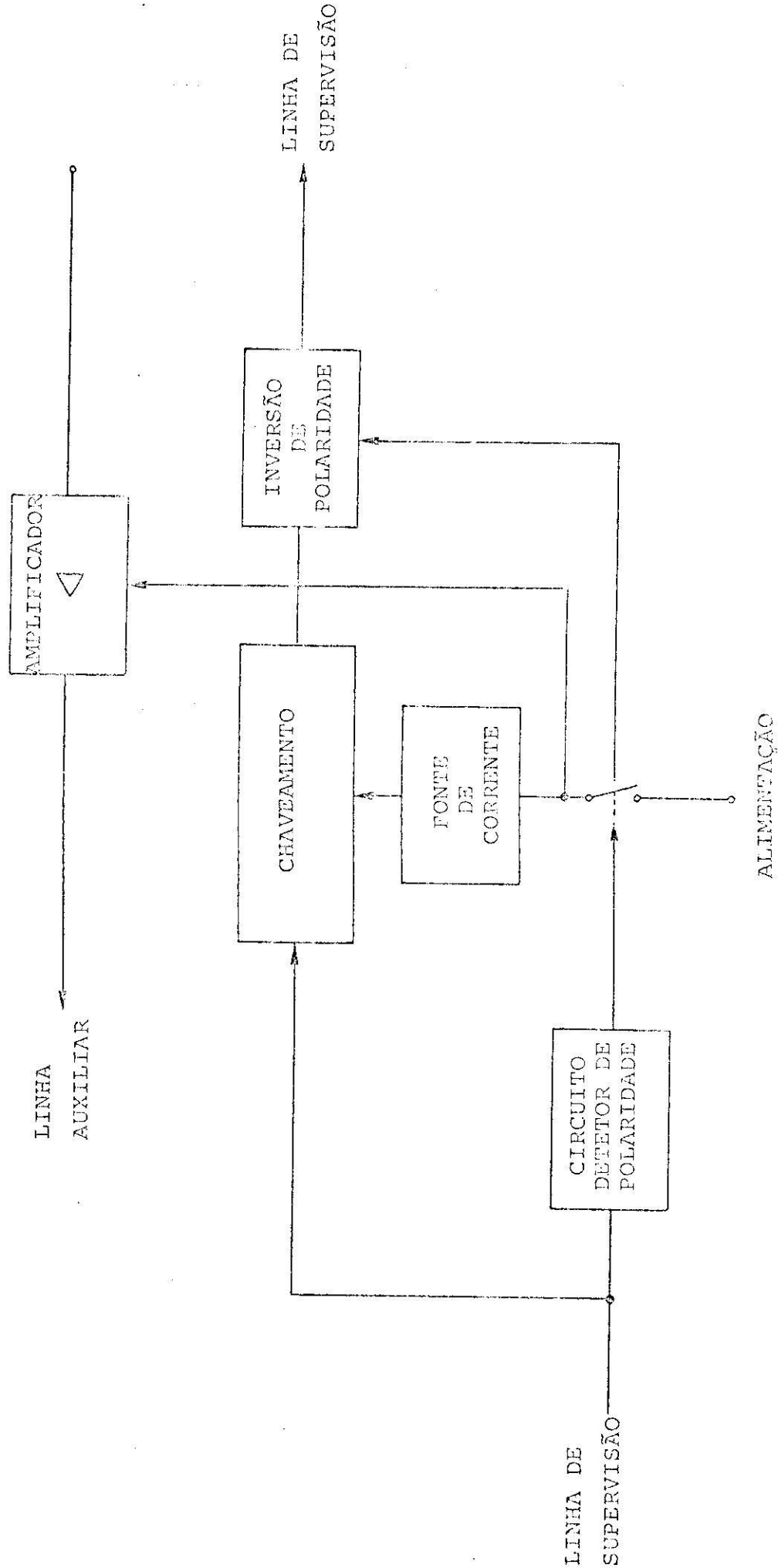


FIG. VI.2.15

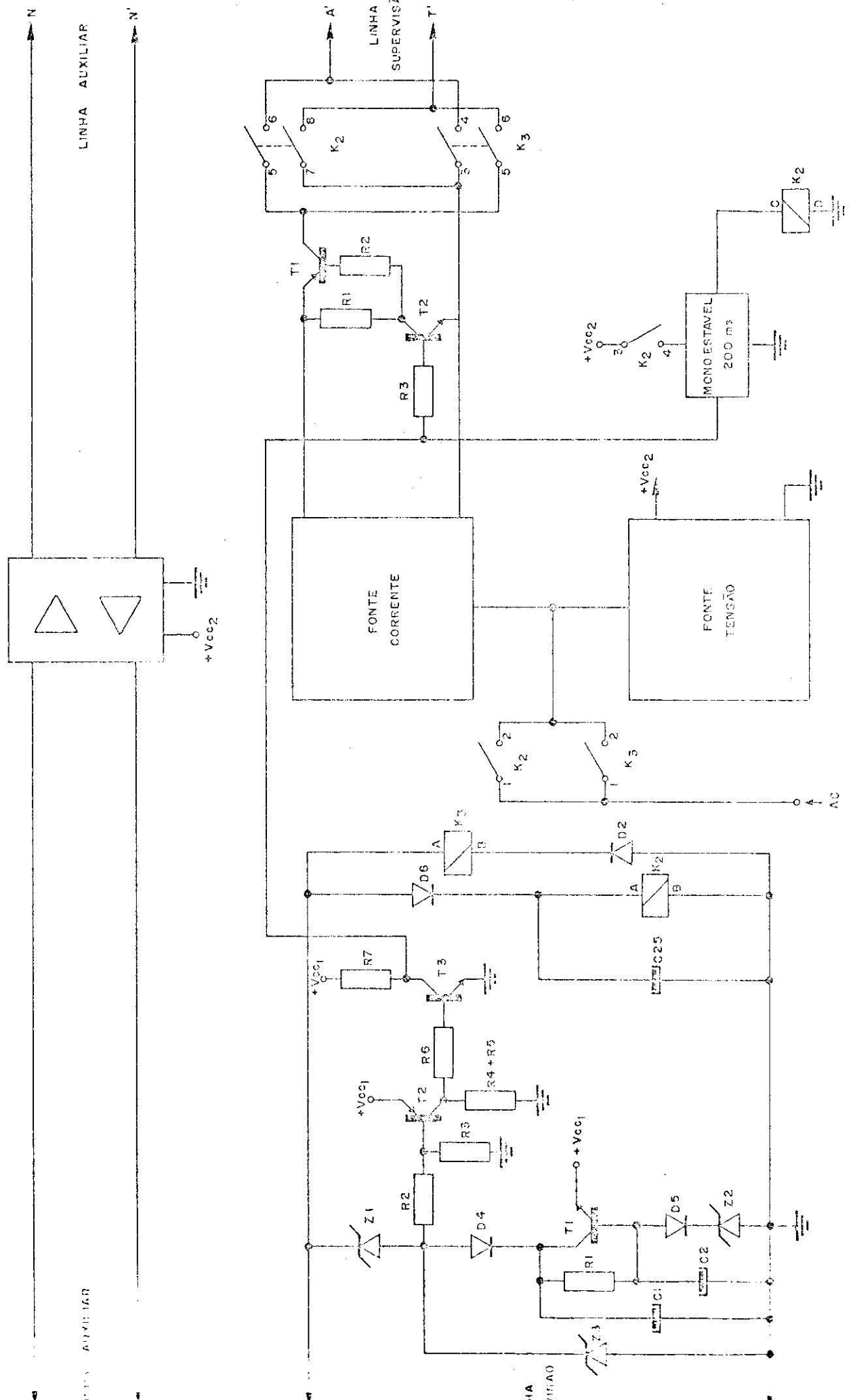


FIG. VI. 2.16

24 - 4 contatos com correntes máxima
2A e mínima 1mA

SS - ajuste ultra-sensitivo de tensão

3,7K - resistência do enrolamento

Tensão de Alimentação = 24V

Consumo de Corrente = 6,4 mA

Dois enrolamentos idênticos.

O relé K3 pode ter características idênticas ao K2, porém só necessita de três contatos e um enrolamento. Entretanto, por uma questão de padronização na linha de montagem da unidade, K3 pode ser o mesmo relé K2.

O funcionamento da ULA é o seguinte: a corrente, ao atingir o fim da linha de supervisão, alimenta através de Z1 uma fonte de tensão e um circuito regenerador de pulsos idênticos aos existentes na Unidade de Linha (ULI), razão por que os componentes possuem a mesma numeração dos componentes da ULI. O funcionamento destes circuitos já foi analisado na descrição da ULI.

A corrente alimenta também, através de D6, o enrolamento A-B de K2. C4 tem por função, impedir oscilações na operação de K2, visto que este relé não é polar. O consumo de K2, como já foi dito, é de apenas 6,4mA e, portanto, a corrente da linha é mais que suficiente para alimentá-lo. K2 opera e liga a alimentação das fontes de corrente e tensão através de seus contatos 1-2. Ao mesmo tempo, a saída da fonte de corrente fica conectada com polaridade correta ao novo trecho de linha de supervisão através dos contatos 5-6 e 7-8 de K2. K2 liga também a alimentação, fornecida pela fonte de tensão, a um monoestável de 200ms pelos seus contatos 3-4. A saída deste

monoestável, por sua vez, alimenta o segundo enrolamento de K2 (C-D).

A fonte de corrente em questão possui capacidade suficiente para alimentar mais um trecho de linha de 50Km de extensão. Sua saída é chaveada por um circuito idêntico ao existente na unidade de comando (UCO).

Os pulsos de comutação e seleção, ao atingirem a unidade, são regenerados por T2 e T3 e aplicados ao circuito de chaveamento da fonte de corrente. Desta forma, a saída da fonte de corrente apresenta um trem de pulsos idêntico ao originado pela unidade de comando (UCO) - (Fig. VI.2.6) capaz portanto de comandar as operações no novo trecho de 50Km de linha.

Os pulsos regenerados são também aplicados ao monoestável de 200ms que, uma vez disparado, mantém o enrolamento C-D de K2 energizado durante este intervalo de tempo. Assim, fica garantida a operação de K2, mesmo durante a interrupção de corrente de 100ms correspondente ao pulso de comutação. Após uma interrupção de mais de 200ms, a unidade entende que a linha foi desligada, a alimentação do enrolamento C-D deixa de existir e K2 desopera, desligando as fontes e desconectando o novo trecho de linha da fonte de corrente.

Quando uma corrente invertida atinge a unidade, K2 não opera. Porém, K3 opera através do diodo D2. K3 liga novamente as fontes através de seus contatos 1-2 e conecta o novo trecho de linha à saída da fonte de corrente; porém, desta vez, com polaridade invertida, por seus contatos 3-4 e 5-6.

Não há perigo do relê K2 ser operado pelo enrolamento C-D, colocando a fonte de corren

te em curto, pois a alimentação do monoestável permanece cortada pelos contatos 3-4 de K2.

Para assegurar o bom funcionamento da linha auxiliar, a unidade possui ainda um amplificador bi-direcional colocado naquela linha. A alimentação do amplificador é fornecida pela fonte da unidade.

Um problema que deve ser levantado é o fato da unidade não regenerar o pulso com uma largura idêntica à original. Com efeito, como ficou demonstrado pelas fotos 2 e 4, após 50Km de linhas, as deformações sofridas pelos pulsos devido aos efeitos produzidos pelos parâmetros dos cabos telefônicos são tais que os intervalos de tempo de interrupção variam de forma significativa. Estas variações não chegam a comprometer a operação do sistema em alguns lances de 50Km de vido a grande tolerância dos circuitos das unidades de linha e derivação, porém, sem dúvida, vão limitar o número máximo possível destes lances. Uma forma de eliminar esta limitação é incluir na ULA um circuito detector de largura de pulso acoplado a monoestáveis de 10 a 100ms, produzindo assim pulsos regenerados de largura idêntica à original.

VI.3 - Alcance do Sistema

Tendo conhecimento dos detalhes de projeto das unidades que compõem o sistema, podemos calcular o alcance máximo tomando como parâmetro básico o consumo de corrente destas unidades. As unidades que efetivamente vão consumir corrente de linha de supervisão são as ULI e as UDE. Destas, as ULI possuem um consumo maior devido ao circuito detector de erro que, sozinho, é responsável pelo maior consumo da unida

de (cerca de 8mA) devido a seus componentes integrados.

Assim, considerando que a queda de tensão nas unidades de linha é de 25V, que a máxima queda de tensão numa linha não pode ser maior que 150V, que as unidades colocam em série com a linha o diodo D_X , ou seja, uma queda de 0,7 V e que a distância entre unidades é, na realidade, da ordem de 1800m, o mesmo das bobinas Pupin com espaçamento H; é possível o cálculo do alcance máximo do sistema em função da corrente de alimentação da linha de supervisão.

Portanto, temos:

$$V_T = \frac{(R_L \cdot I_L + V_{DX}) I_{L_{max}}}{1800} + V_C$$

onde: V_T = queda de tensão total na linha de supervisão

R_L = resistência ohmica da linha em 1800m

I_L = corrente de alimentação da linha

V_{DX} = queda de tensão no diodo D_X

V_C = queda de tensão na unidade de linha

A partir desta equação, podemos calcular o alcance máximo:

$$L_{max} = \frac{(V_T - V_C) 1800}{(R_L \cdot I_L) + V_{DX}}$$

As curvas da Fig. VI.3.1 mostra o alcance do sistema em função da corrente de alimentação. A curva de alcance para dois pares é referente à opção do sistema para supervisão de linhas em ambos os sentidos, já discutida no item 4.6 do Capítulo V. Para esta opção, a resistência ohmica da linha diminui, e temos o conseqüente aumento do alcance. Para a primeira opção, supervisão em apenas um sentido, a resistência ohmica da linha em 1800m é da ordem de

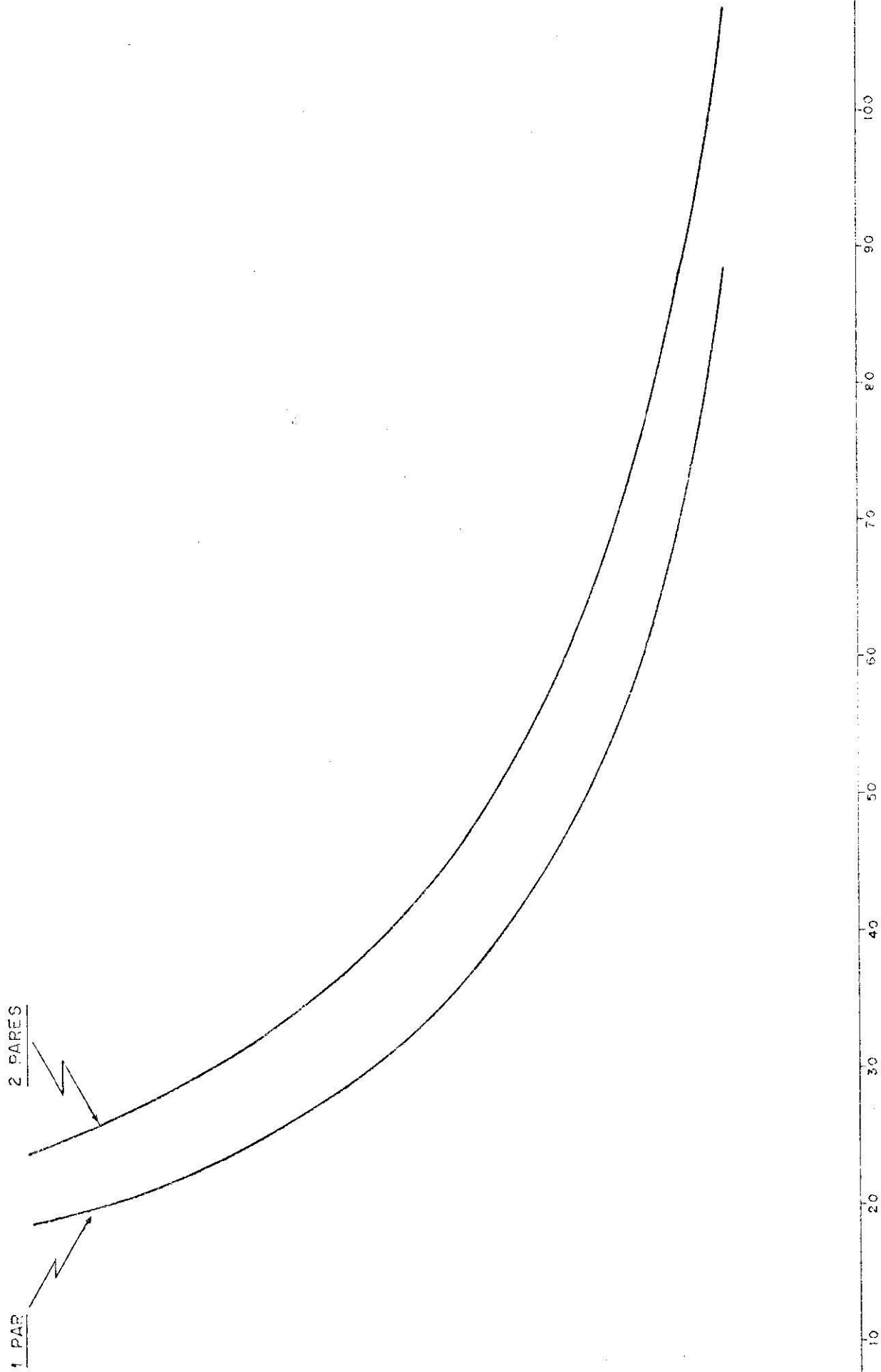


Fig. VI.3.1

190,8 Ω . Para a opção de dois pares, esta resistência cai para 143,1 Ω em razão de ambos os fios de referência dos dois pares ficarem ligados em paralelo.

Medições em laboratório permitem-nos adiantar que o consumo de corrente de uma ULI é da ordem de 18 a 20mA, se todos os seus circuitos forem implementados com componentes discretos. Uma exceção é o detetor de erro, que, devido à alta velocidade do trem de pulsos que processa, possui as 10 portas integradas já citadas.

Caso o contador e as 16 portas NAND do circuito de seleção de regenerador sejam implementados com componentes integrados, o consumo subirá para cerca de 30mA (6 mA para o contador e 4 mA para as portas). Com 30mA, o alcance passa para 35Km em 1 par, e 44Km em dois pares.

A opção final depende do fabricante. Em termos práticos, a diminuição do alcance significa apenas que a unidade de longo alcance terá de ser colocada mais próxima da estação central de supervisão.

VI.4 - Utilização da Linha Auxiliar como Linha de Serviço

A opção de utilizar um mesmo par de fios tanto como linha de transmissão para os sinais do VCO como para comunicações de serviço entre estações e entre a central de supervisão e as caixas de repetidores, já foi colocada em pauta no item 3.1.2 do Capítulo V. Esta opção é atraente sob o ponto de vista econômico de ocupação de pares em cabos telefônicos.

É evidente que, tanto a linha auxiliar, como a linha de serviço, são imprescindíveis ao sistema. Assim, caso a opção não seja utilizada, temos para o caso de supervisão em ambos os sentidos, a necessidade de utilizar quatro pares de fios do cabo: dois para a supervisão, um para linha auxiliar e um para linha de serviço.

Como previsto no Capítulo V, a fim de facilitar a colocação de um filtro passa-baixas no telefone de serviço, o VCO das unidades de linha e derivação trabalha em frequências de 4KHz e 5KHz, faixa alta do canal de áudio.

No caso de utilização de uma mesma linha para ambos os serviços, todos os telefones de serviço de todas as estações da rede ficarão ligados em paralelo na linha. Isto significa que a chamada de um determinado telefone de uma dada estação vai simultaneamente acionar a campainha de todos os telefones de serviço da rede de supervisão. Cabe ao operador que efetua a chamada, identificar oralmente o local ou estação desejada.

Este modo de operação pode ser indesejável para determinadas concessionárias telefônicas. Uma solução para eliminar parte do problema, seria a colocação de filtros em série com a campainha dos telefones e a utilização de tons seletivos de chamada. Estes tons poderiam ser em número de três: um destinado apenas a estação central de supervisão, outro para as demais estações da rede e um terceiro para chamar o telefone portátil que as equipes de manutenção conectam nas caixas de repetidores.

Apesar da solução apresentada, acreditamos que dificilmente a chamada simultânea de todos os telefones de uma rede vá criar problemas operacionais para uma companhia telefônica.

VI.5 - Proteção

Um estudo completo sobre a proteção das unidades que compõem o sistema deverá ser apresentado em separado. Este estudo engloba todos os sistemas de proteção necessários a todas as unidades de linha, inclusive aos próprios repetidores.

É importante salientar que nas unidades de super

visão, o sistema de proteção deve incluir os contatos dos relés polares.

Deve-se chamar a atenção para alguns problemas de proteção do sistema, tais como:

- a linha de supervisão não é balanceada.
- o comprimento dos lances desta linha pode variar em razão da posição dos contatos dos relés polares.
- os contatos dos relés permanecem em série com a linha e possuem limitação quanto à máxima corrente que podem suportar.

Apesar destes problemas, é necessário que o sistema de proteção seja eficiente e completo, pois a confiabilidade das unidades de supervisão não pode ser comprometida.

CAPÍTULO VII

CONCLUSÃO

Acreditamos que o trabalho apresentado constitui-se numa contribuição significativa para a solução do problema de supervisão em linhas MCP.

É importante chamar a atenção para os aspectos mais positivos do projeto, tais como: o longo alcance, a centralização da supervisão, a total independência em relação a equipamentos de testes auxiliares, a flexibilidade e conseqüente economia, a realização de testes preventivos com os canais MCP em operação comercial, a possibilidade de levantamento de curvas de desempenho de repetidores MCP ao longo de grandes períodos de tempo, a possibilidade do sistema ser empregado tanto em códigos AM como HDB3 e a compatibilidade do sistema com qualquer hierarquia MC.

Entretanto, como se trata de um sistema totalmente novo, é imprescindível a realização de testes mais conclusivos. Proponemos, portanto, a montagem de um sistema-protótipo em um cade telefônico comercial para realização de testes completos.

Em termos de futuro, novos sistemas de supervisão continuarão, sem dúvida, a ser desenvolvidos. Com o advento das repeditores MCP integrados, podemos antever um sistema de supervisão totalmente automatizado e também integrado ao próprio repetidor.

Entretanto, para um futuro mais imediato, o sistema apresentado está perfeitamente capacitado a atender as necessidades de qualquer concessionária telefônica no que concerne à redes MCP.

ANEXO I

PROJETO MECÂNICO DA
UNIDADE DE LINHA (ULI)

O estudo do projeto mecânico da ULI foi feito considerando-se os circuitos do Contador e das Portas de Seleção desta Unidade, implementados com componentes discretos.

Também está previsto a colocação de todos os componentes da unidade em posição horizontal.

Nestas condições, o tamanho da placa de circuito impresso necessária para a unidade será da ordem de 25 x 36 cm, ocupando uma área de 900 cm².

Somente as 64 chaves eletrônicas vão ocupar um espaço de 25 x 18 cm (450 cm²) nesta placa.

O tamanho da placa poderá ser diminuído no caso do fabricante optar pela montagem do Contador e das 16 Portas de Seleção com componentes discretos. Entretanto, esta diminuição não será muito significativa, pois o fator determinante do tamanho são as 64 chaves eletrônicas.

A Unidade possui 73 fios de conexão, a saber:

- 64 fios - Entrada dos 64 regeneradores
- 4 fios (K, M', N, N') - Linha Auxiliar
- 1 fio terra (T) - Comum a todos os regeneradores e à Linha de Supervisão
- 1 fio (A) - Entrada Linha de Supervisão (ida)
- 1 fio (B) - Saída Linha de Supervisão (ida)
- 1 fio (C) - Entrada Linha de Supervisão (volta - opcional)
- 1 fio (D) - Saída Linha de Supervisão (volta - opcional)

Assim, fica implícita a necessidade de três conectores de 26 pinos (13 + 13 pinos) para a Unidade.

Dimensões do relê polar (K1): 28 x 18 x 30 mm.

Montagem: Vertical ou horizontal com soquete especial.

Como já foi dito, podemos ter 4 opções na implementação da ULI. A tabela seguinte lista as 4 opções mostrando o número de componentes e o alcance do sistema para cada uma delas.

OPÇÕES	CONSUMO (mA)	ALCANCE (Km)		ALCANCE Nº CAIXAS		COMPONENTES						
		1 PAR	2 PARES	1 PAR	2 PARES	T	D	R	C	Z	CI	TOTAL
COMPONENTES DISCRETOS	20	50	65	26	33	129	239	411	42	6	3	830
CONTADOR INTEGRADO	24	46	58	24	30	117	227	375	30	6	6	761
PORTAS INTEGRADAS	26	42	54	22	28	113	175	379	42	6	7	722
CONTADOR + PORTAS INTEGRADOS	30	36	48	18	25	101	163	343	30	6	10	653

+ 1 relé polar e 2 transformadores em qualquer opção.

ANEXO II

LISTA DE COMPONENTES PARA A
UNIDADE DE LINHA (ULI)

A lista de componentes prevê a montagem da ULI com os circuitos do Contador e das Portas de Seleção implementados com componentes discretos.

LETRA	NÚMERO	FUNÇÃO	QTD	VALOR	TOL %	POT. OU V. ISOL.	TIPO	OBS.
K1	R30DE1Y4	RELÊ POLAR	01				COMUTACÃO	DOIS ENROLAMENTOS 2400/1,60
17a	74LS00	4 NAND 2	01					
21a	74LS27	3 NOR 3	02					
26	2N2222	TRANSISTOR NPN	57					PODAS, EXCETO 08, 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97, 98, 99, 100
	2N2907A	TRANSISTOR PNP	72					
27	BA145	DIODO	01				COMUTACÃO	
28	BAW62	"	238				"	
31	1N5872	DIODO ZENER	01	16V		3W		
32	1N5231	" "	01	5V1		500mW		
33	1N5239	" "	01	9V1		"		
34	1N4681	" "	01	2V4		250mW		
35	1N5239	" "	01	9V1		500mW		
36	1N5239	" "	01	"		"		
31		RESISTOR	01	1K2	5%	1/4W		
32		"	01	22K	"	1/8W		
33		"	01	33K	"	"		
34		"	01	62K	"	"		
35		"	01	150K	"	"		
36		"	01	"	"	"		

REF-TRA	NÚMERO	FUNÇÃO	QTD	VALOR	TOL. %	POT. OU V. ISOL.	TIPO	OBS.
R7		RESISTOR	01	10K	5%	1/8W		
R8		"	01	1K	"	"		
R9		"	01	68K	"	"		
R10		"	01	100K	"	"		
R11		"	02	24K	"	"		
R12		"	02	100K	"	"		
R13		"	01	100K	"	"		
R14		"	02	24K	"	"		
R15		"	02	"	"	"		
R16		"	01	51K	"	"		
R17		"	01	"	"	"		
R18		"	01	100K	"	"		
R19		"	01	51K	"	"		
R20		"	01	100K	"	"		
R21		"	01	51K	"	"		
R22		"	12	100K	"	"		
R23		"	12	24K	"	"		
R24		"	12	10K	"	"		
R25		"	05	16K	"	"		
R26		"	01	100K	"	"		
R27		"	01	"	"	"		
R28		"	16	51K	"	"		

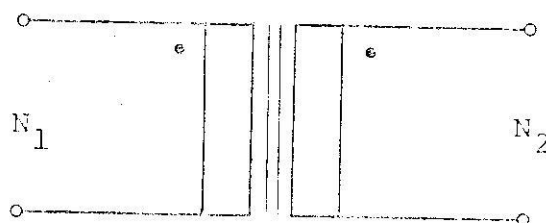
LE- TPA	NÚMERO	FUNÇÃO	QTD	VALOR	TOL. %	POT OU V ISOL.	TIPO	OBS.
R29		RESISTOR	16	3K9	5%	1/8W		
R30		"	64	150K	"	"		
R31		"	64	10K	"	"		
R32		"	64	100Ω	"	"		
R33		"	64	1K1	"	"		
R34		"	01	16K	"	"		
R35		"	01	20K	"	"		
R36		"	01	"	"	"		
R37		"	01	360Ω	"	"		
R38		"	01	270Ω	"	"		
R39		"	02	1K	"	"		
R40		"	01	10K	"	"		
R41		"	02	2K2	"	"		
R42		"	02	16K	"	"		
R43		"	02	12K	"	"		
R44		"	02	5K1	"	"		
R45		"	02	12K	"	"		
R46		"	02	30K	"	"		
R47		"	02	20K	"	"		
R48		"	02	1K	"	"		
R49		"	01	30K	"	"		
R50		"	01	24K	"	"		

LE- TUA	NÚMERO	FUNÇÃO	QTD	VALOR	TOL %	POT OU V. ISOL	TIPO	OBS.
R51		RESISTOR	01	51K	5%	1/8W		
R52		"	02	"	"	"		
R53		"	02	"	"	"		
R54		"	02	"	"	"		
R55		"	02	10K	"	"		
R56		"	02	5K1	"	"		
R57		"	01	51K	"	"		
R58		"	01	"	"	"		
R59		"	01	10K	"	"		
R60		"	01	100K	"	"		
R61		"	01	24K	"	"		
R62		"	01	27K	"	"		
R63		"	01	10K	"	"		
R64		"	02	5K1	"	"		
R65		"	01	10K	"	"		
R66		"	01	20K	"	"		
R67		"	01	20K	"	"		
R68		"	01	51K	"	"		
R69		"	01	51K	"	"		
R70		"	01	390Ω	"	"		
R71		"	01	390Ω	"	"		
R72		"	02	10Ω	"	"		

LE-TRA	NÚMERO	FUNÇÃO	Q.TDE	VALOR	TOL. %	POT OU V ISOL.	TIPO	OBS.
C1		ELETROLÍTICO	01	2000µF	10%	25V	TÂNTALO	SÓLIDO AXIAL
C2		"	01	100µF	"	"	"	" "
C3		CAPACITOR	01	1µF	"	100V	POLIESTER MET.	
C4		ELETROLÍTICO	01	47µF	"	50V	TÂNTALO	SÓLIDO AXIAL
C5		CAPACITOR	02	120pF	±1%	63V	POLISTÉROL	
C6		"	01	330KpF	10%	100V	POLIESTER MET.	
C7		"	12	10KpF	.625%	63V	POLISTÉROL	
C8		"	01	1µF	10%	100V	POLIESTER MET.	
C9		"	01	100KpF	10%	"	"	
C10		"	01	"	"	"	"	
C11		"	01	820pF	.625%	63V	POLISTÉROL	
C12		"	02	1K2pF	"	"	"	
C13		"	02	1K2pF	"	"	"	
C14		"	02	1KpF	"	"	"	
C15		"	02	550pF	"	"	"	
C16		"	01	1KpF	"	"	"	
C17		"	01	200pF	"	"	"	
C18		"	02	100pF	±1%	"	"	
C19		"	02	750pF	.625%	"	"	
C20		"	01	100pF	±1%	"	"	
C21		"	01	2K2pF	.625%	"	"	
C22		"	01	"	"	"	"	

LETRA	NÚMERO	FUNÇÃO	QTD	VALOR	TOL. %	POT. OU V. ISOL.	TIPO	OBS.
C23		CAPACITOR	01	150K Ω F	10%	100V	POLISTIRENO	
C24		PROTEÇÃO	01	500 Ω F	.625%	63V	POLISTIRENO	
TR1		TRANSFORMADOR						VER FOLHA ANEXA
TR2		"						" " "

TR1 - TRANSFORMADOR DE SAÍDA DAS CHAVES
ELETRÔNICAS



NÚCLEO: Philips/Simens

FORMATO: RM6-S

MATERIAL: 3E1

A_L : 5500

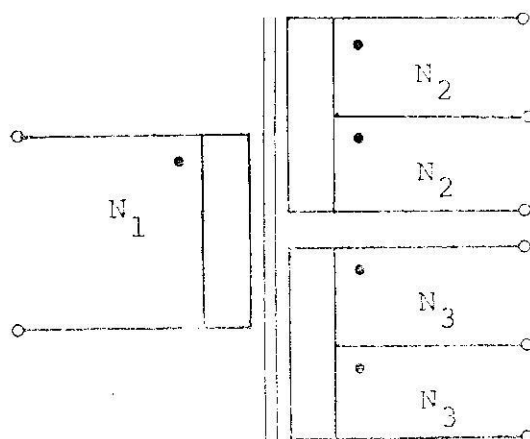
ENROLAMENTOS: $N_1 = 12$ FIO 28 AWG

$N_2 = 36$ FIO 28 AWG

FAIXA DE FREQUÊNCIA: 50KHz a 5MHz (DENTRO DE $\pm 3dB$)

OUTROS: CONJUNTO COMPLETO PARA MONTAGEM EM CIRCUITO
IMPRESSO COM BASE DE 4 PINOS
FORMA SEM DIVISÕES INTERMEDIÁRIAS
SEM AJUSTE FINO DE INDUTÂNCIA

TR2 - TRANSFORMADOR DE SAÍDA DO VCO



NÚCLEO: Philips/Simens

FORMATO: P18 x 11

MATERIAL: N30

A_L : 5600

OUTROS: CONJUNTO COMPLETO PARA MONTAGEM EM CIRCUITO IM-
PRESSO COM:

- BASE DE 8 PINOS
- FORMA SEM DIVISÕES INTERMEDIÁRIAS
- SEM AJUSTE DE INDUTÂNCIA

ENROLAMENTOS: N1 = 120 FIO 36 AWG

N2 = 60 FIO 36 AWG

N3 = 60 FIO 36 AWG

ISOLAÇÃO: MELHOR QUE 1000V ENTRE QUALQUER ENROLAMENTO

FAIXA DE FREQUÊNCIA: 1KHz a 10KHz (± 3 dB)

BALANCEAMENTO: MELHOR QUE 35dB NA FAIXA ESPECIFICADA, MEDIDO
NO PRIMÁRIO (N2/N2) E SECUNDÁRIO (N3/N3).

BIBLIOGRAFIA

- 1 - Manual de Redes e Cabos Telefônicos, Publicação do Grupo de Assistência Técnica de Cabos Pirelli, 1970.
- 2 - H. CRAVIS and T.V. CRATER - "Engineering of T_1 Carrier System Repeatered Lines B.S.T.J.", March 1963, nº 2, pag. 431.
- 3 - EZGER JR., JALHINOVILE, KOLODLY, ROBINSON - "Transmission Properties of Polyethylene Insulated Telephone Cables Voice and Carrier Frequencies", Trans.AIREL, Nov. 1959, pag. 618.
- 4 - S. GHOSH - "A Telemetry System for Interrogation Over Long T_1 Lines", TCS-Telecommunications, August 1975, pag. 37.
- 5 - P. BELLOTTO, F.C. VAGLIANI - "A New Generation 30 Channels PCM Transmission System", Telettra S.P.A. - Trabalho apresentado na National Telecommunications Conference, Los Angeles, 1977.
- 6 - AMF - POTTER & BAUMGART - General Introduction

BAE/ T. 2041
TOMBO

A Araujo, Antonio Augusto de A.
(Antonio Augusto de Andrade) _____

- Supervisao de linha MCP _____

T T/UNICAMP/Ar155 _____
(2041/78)

SISTEMA DE BIBLIOTECAS
DA UNICAMP



1150002041



BAE

T/UNICAMP Ar15s



1150002041



BAE

T/UNICAMP Ar15s