

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
Av. Aprígio Veloso, 882 - Caixa Postal 518
CAMPINA GRANDE - PARAÍBA

COORDENAÇÃO SETORIAL DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DA MESTRANDA

LUCIANA MARTA VILAR MAYER

Título: "MULTIPLEX TELEFONE TELEX"

COMISSÃO EXAMINADORA

CONCEITO

William Lloyd Brandt

WILLIAM LLOYD BRANDT - Engº

- Presidente -

A

Jose Ivan Carnaúba Accioly

JOSÉ IVAN CARNAÚBA ACCIOLY - Engº

B

Rudolph E. Seviora

RUDOLPH EUGENE SEVIORA - Ph.D.

A

Campina Grande, 08 de junho de 1976.

[REDACTED]

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

[REDACTED]

MULTIPLEX TELEFONE TELEX

por [REDACTED]

[REDACTED]

Luciana Marta Vilar Mayer

[REDACTED]

CAMPINA GRANDE, PARAÍBA
JUNHO - 1976



M468m Mayer, Luciana Marta Vilar.
Multiplex telefone telex / Luciana Marta Vilar Mayer. -
Campina Grande, 1976.
47 f.

Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade
Federal da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 1976.
"Orientação : Prof. William Lloyd Brandt".
Referências.

1. Telefone. 2. Multiplex. 3. Telex. 4. Uso Simultâneo.
5. Dissertação - Ciências. I. Brandt, Lloyd William. II.
Universidade Federal da Paraíba - Campina Grande (PB). III.
Título

CDU 654.1(043)

MULTIPLEX TELEFONE TELEX

LUCIANA MARTA VILAR MAYER

TESE SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DA COORDENAÇÃO DOS CURSOS DE
PÓS-GRADUAÇÃO DO CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DA UNIVERSI-
DADE FEDERAL DA PARAÍBA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM CIÊNCIA (M.Sc)

Aprovada por:

William Lloyd Brandt

WILLIAM LLOYD BRANDT
- Orientador -

Jose Ivan Carnaúba Acctoly

JOSE IVAN CARNAÚBA ACCTOLY

Rudolph E. Seviara

RUDOLPH EUGENE SEVIORA

CAMPINA GRANDE
ESTADO DA PARAÍBA - BRASIL
JUNHO - 1976

A

POLLYANA

E

JOÃO ADOLFO

A G R A D E C I M E N T O S

Quero expressar a minha gratidão:

- Ao Prof. William Lloyd Brandt, pela orientação e revisão final do texto.

- Ao Prof. José Ivan Carnaúba Accioly, pelas excelentes sugestões dadas.

- Ao Prof. Gurdip Singh Deep, pelo incentivo.


- A João Oliveira, pelo competente trabalho de datilografia.

- A Mirandolino Pontes Farias, pela elaboração dos desenhos.

- A todos os colegas que de alguma forma contribuíram para a realização deste trabalho.

- À minha família, pela sua dedicação e apoio.

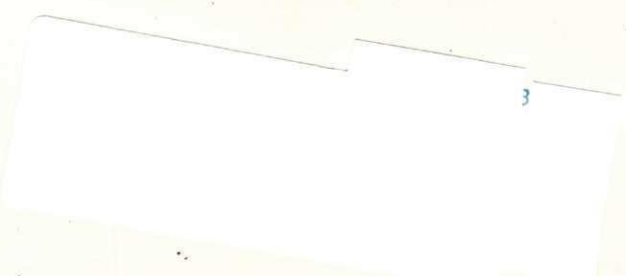
R E S U M O



Este trabalho descreve um sistema que permite o uso de telefone e telex em uma mesma linha física urbana, sem interferência mútua.

Os circuitos eletrônicos de um protótipo são apresentados e discutidos.

A B S T R A C T



This paper describes a system that permits the use of a telephone and a teletype on the same urban telephone line, without mutual interference.

The electronic circuits of a prototype are presented and discussed.

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
 Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
 Coordenação Setorial de Pós-Graduação
 Rua Aprígio Veloso, 822 - Tel. (83) 321-7222-R 355
 58.100 - Campina Grande - Paraíba

C O N T E Ú D O

	Página
CAPÍTULO I	
0 SISTEMA DE TELEX	1
1 - A SINALIZAÇÃO DO TELEX	2
2 - O CÓDIGO	7
CAPÍTULO II	
0 MULTIPLEX	8
1 - A TÉCNICA UTILIZADA	10
CAPÍTULO III	
0 CIRCUÍTO CENTRAL	12
1 - ACOPLADOR E LIMITADOR	14
2 - OSCILADOR SÍNCRONO E DEMODU- LADOR	15
3 - OSCILADOR DE CONTROLE	17
4 - CONTROLE DO S & H	18
5 - SAMPLE & HOLD	20
6 - CONVERSOR A/D	21
7 - DECODIFICADOR	22
8 - DETETOR	24
9 - CODIFICADOR	26
10 - CONVERSOR D/A	27
11 - MODULADOR	28

	Página
12 - AMPLIFICADOR CLASSE D E CHA- VE	31
13 - FONTES DE ALIMENTAÇÃO	32
CAPÍTULO IV 0 CIRCUITO LOCAL	33
1 - ACOPLADOR, LIMITADOR, OSCILA DOR SÍNCRONO E DEMODULADOR	34
2 - CONTROLE	36
3 - SAMPLE & HOLD E CONVERSOR A/D	37
4 - DECODIFICADOR	38
5 - DETETOR	40
6 - CODIFICADOR	42
7 - CONVERSOR D/A, MODULADOR, CHA VE E AMPLIFICADOR CLASSE D	43
8 - FONTES DE ALIMENTAÇÃO	44
CAPÍTULO V COMENTÁRIOS	45
APÊNDICE A	48
A.1 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COM - PLETO DO CIRCUITO CENTRAL	49
A.2 - RELAÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS NO CIRCUITO CEN TRAL	50
APÊNDICE B	54

B.1 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COM - PLETO DO CIRCUITO LOCAL	55
B.2 - RELAÇÃO DOS COMPONENTES UTI LIZADOS NO CIRCUITO LOCAL	56
APÊNDICE C	60
C.1 - BIBLIOGRAFIA	61

CAPÍTULO I

O SISTEMA DE TELEX

A intercomunicação entre os usuários de um sistema de telex em um centro urbano é feita através de equipamento apropriado existente nas centrais telefônicas. A função principal desse equipamento é selecionar, a pedido de um dos interessados, o usuário com o qual este deseja se comunicar, e estabelecer a conexão.

Em geral, são utilizadas como meio de transmissão as linhas físicas do sistema telefônico instalado, em detrimento deste último, pois à medida em que o sistema de telex se expande, diminui o número de canais à disposição do sistema telefônico.

Para atender à necessidade crescente de novos canais de comunicação, a tendência atual é, não instalar um

novo par de fios para cada novo assinante, mas procurar utilizar ao máximo a capacidade de cada par.

O presente trabalho propõe uma solução para o problema, sendo compatível com o estágio atual de desenvolvimento tecnológico. As diversas etapas do projeto são apresentadas nos capítulos subsequentes. Sempre que possível, foram aproveitados os benefícios da técnica moderna dos circuitos integrados.

1 - A SINALIZAÇÃO DO TELEX

O equipamento da central inclui uma fonte de 120 volts DC, com impedância interna de $3K\Omega$, que alimenta a linha de usuário; o nível da corrente na linha é função da impedância do teletipo conectado à mesma.

A impedância do teletipo varia, obedecendo a padrões preestabelecidos, quando o operador aciona determinadas chaves. As variações de corrente produzidas são portadoras da informação transmitida ao equipamento - ou ao usuário com o qual o primeiro se comunica, via equipamento.

Operações realizadas pelo equipamento da central podem inverter o sentido da corrente na linha, ou interrompê-la, de acordo com padrões análogos aos referidos no parágrafo anterior. Esta é a maneira pela qual o usuário recebe informações, sejam as mesmas geradas dentro do próprio equipamento, ou apenas o utilizem como via.

O diagrama de sinalização da figura 1 representa nível e sentido da corrente existente na linha de usuário para cada etapa de uma ligação. A figura 1-A representa a situação na linha do usuário que solicita a ligação; a figura 1-B contém indicações relativas à linha do assinante chamado.

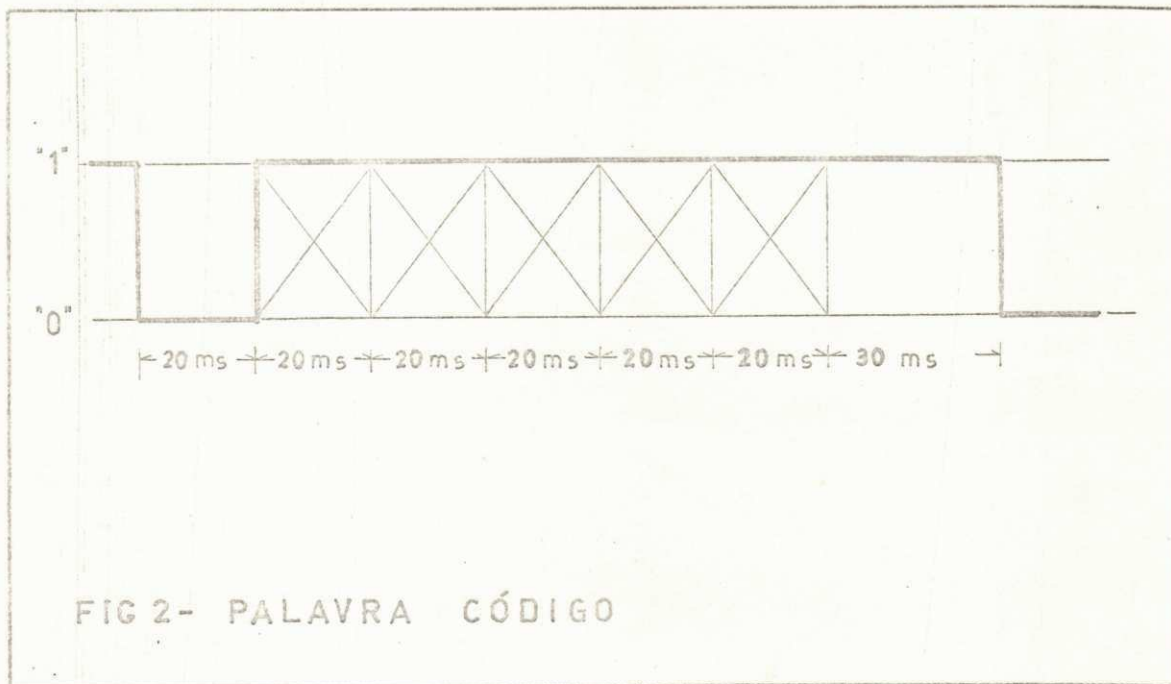
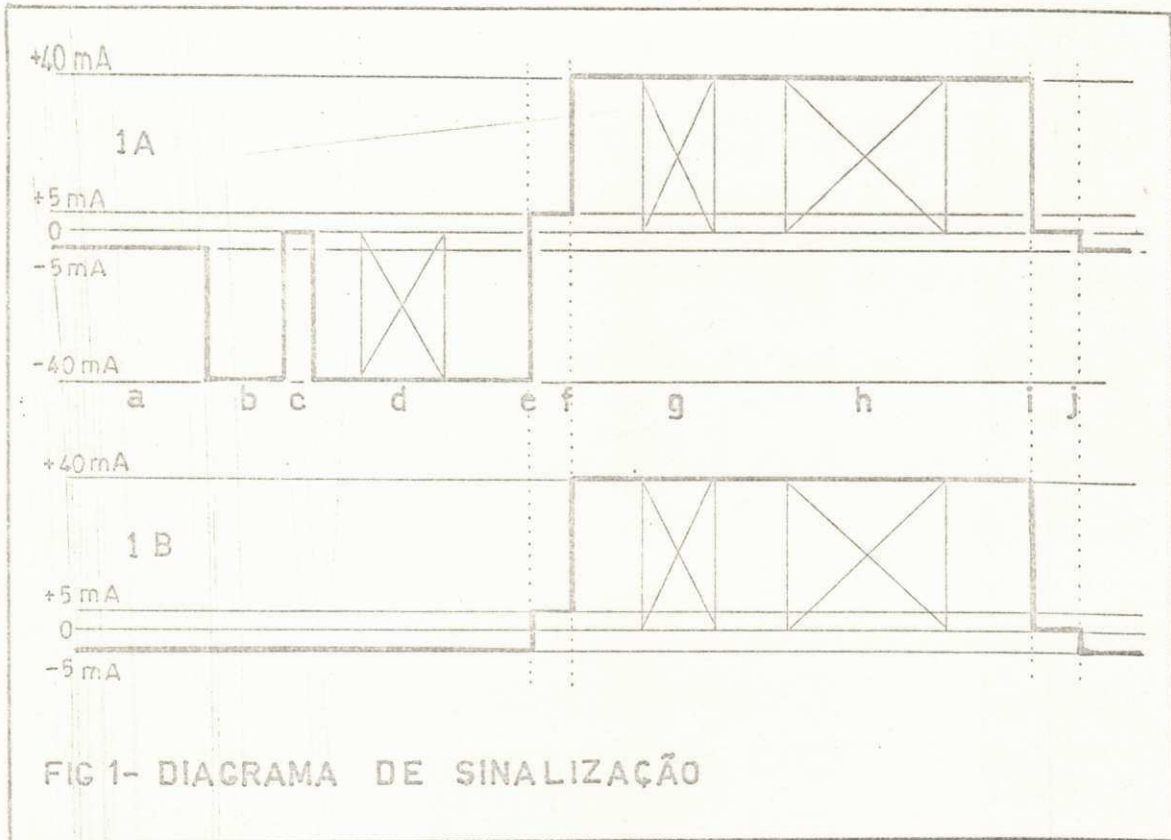
São descritas, a seguir, as diversas etapas de uma ligação, indicadas no diagrama de sinalização.

- a) A corrente de repouso é de 5mA, indicando à central apenas que existe uma máquina de telex conectada à linha.
- b) Ao pressionar um botão de comando, o operador de uma das máquinas provoca redução da impedância oferecida à linha, de modo que a corrente passa a ser de 40mA. Esta alteração no nível da corrente informa ao equipamento da central que o usuário deseja estabelecer uma ligação.

- c) Estando apto a receber o código do assinante a ser chamado, o equipamento interrompe a corrente durante um certo intervalo de tempo. Esta operação libera o dial da máquina do usuário solicitante, permitindo a discagem.
- d) À medida em que é efetuada a discagem, a corrente na linha sofre interrupções a intervalos de tempo regulares, cujo número corresponde ao de cada algarismo discado.
- e) Após receber e interpretar o código do assinante a ser chamado, o equipamento estabelece a ligação, invertendo, a seguir, a polaridade da fonte de tensão que alimenta a linha de usuário. Esta inversão é feita simultaneamente nas linhas dos dois usuários interligados.
- f) A nova polaridade, que será aqui referenciada como positiva, é responsável pelo acionamento do motor da máquina. Inicialmente a corrente é de 5mA, passando a 40mA quando a rotação do motor atinge a velocidade adequada. Se o teletipo do assinante chamado estiver em uso local na ocasião em que

É solicitado, o operador é avisado da ligação mediante um toque de campainha. A transferência de comando é feita automaticamente. A corrente muda de 5mA para 40mA somente após o toque da campainha, que dura alguns segundos.

- g) Informações sobre data, hora e confirmação dos números dos usuários são trocadas entre estes e o equipamento da central, mediante um código que será discutido posteriormente.
- h) A troca de informações é feita, em qualquer dos dois sentidos, através da interrupção de corrente a intervalos controlados de acordo com um código preestabelecido. Essas interrupções são produzidas pelo teletipo, na linha do usuário que transmite, e reproduzidas pelo equipamento, na linha do usuário que recebe.
- i) Um dos assinantes requer desligamento, pressionando um botão que faz interromper a corrente, durante pelo menos 500 mseg.
- j) Decorrido o tempo necessário ao reconheci-



mento da situação, o equipamento dissolve a conexão, fazendo retornar às linhas a polaridade negativa. A condição de repouso referenciada no item a é reestabelecida.

2 - O CÓDIGO



A palavra-código representativa de cada letra ou caracter é composta de sete bits, os quais são transmitidos sequencialmente. O nível lógico "1" é representado pela passagem de corrente, enquanto que o lógico "0" é caracterizado pela interrupção da mesma. O intervalo de tempo utilizado para transmitir uma palavra-código é de 20 mseg para cada um dos seis primeiros bits, e 30 mseg para o último, perfazendo um total de 150 mseg.

Para qualquer palavra-código o primeiro bit é sempre "0" e o último "1". Estes delimitam apenas o início e o final de cada letra ou caracter; a informação propriamente dita está contida nos cinco bits restantes - cada combinação de 1'S e 0'S possível associada a um símbolo.

O diagrama da figura 2 ilustra a composição de uma palavra-código.

CAPÍTULO II

O MULTIPLEX

Do exposto, pode-se observar que:

- a) O equipamento da central oferece, a cada instante, uma entre três condições à linha do usuário:
 - a.1) Polaridade de repouso, aqui referenciada como negativa.
 - a.2) Circuito aberto.
 - a.3) Polaridade ativa, ou positiva.

- b) A impedância oferecida pelo teletipo à linha assume, momentaneamente, também, um entre tres valores discretos:
 - b.1) Z_0 , tal que o nível de corrente na linha alimentada pela fonte da central é de 5mA.

b.2) Z_1 , equivalente a um circuito aberto.

b.3) Z_2 , baixa impedância que permite uma corrente aproximada de 40mA.

No sistema proposto, faz-se corresponder, a cada valor da impedância apresentada pela máquina, um nível discreto de tensão. Este serve de sinal modulante a um transmissor FSK acoplado à linha. Na outra extremidade da mesma, o sinal FSK é recebido e demodulado. A saída do demodulador comanda um circuito que simula, face ao equipamento, a impedância apresentada pela máquina.

Analogamente, junto à Central, um transmissor FSK é modulado por níveis, discretos de tensão, associados a cada um dos possíveis estados apresentados pelos terminais do equipamento - polaridade positiva, negativa ou circuito aberto. O sinal FSK alimenta a linha de usuário através do acoplador respectivo. Junto ao teletipo, uma fonte com as mesmas características da que existe na central, pode ter sua polaridade invertida, ou ser desconectada dos terminais da máquina, a comando do sinal recebido e demodulado.

1 - A TÉCNICA UTILIZADA

Dificuldades de ordem prática tornam problemática a implementação do sistema tal qual foi descrito até o presente momento. Um dos maiores problemas técnicos surgidos é obter suficiente isolação de sinal entre o transmissor e o receptor, em cada uma das extremidades da linha.

A solução encontrada consiste em transmitir o sinal modulado, não continuamente, mas a intervalos de tempo regulares, alternados com períodos destinados à recepção. O circuito associado ao teletipo tem seus períodos de transmissão sincronizados com os de recepção do circuito ligado ao equipamento, sendo essas funções invertidas nos intervalos de tempo subsequentes. Em cada um desses circuitos, a saída do respectivo demodulador é amostrada apenas durante os períodos destinados à recepção. A partir de então o sinal modulante original é facilmente reconstituído.

Uma outra vantagem introduzida é a redução de largura de faixa necessária, uma vez que as mesmas frequências podem ser utilizadas para transmissão em qualquer dos dois sentidos.

A utilização da técnica, que se torna possí-

vel graças à natureza da sinalização envolvida, será discutida, em maiores detalhes, durante a apresentação dos circuitos.

CAPÍTULO III

O CIRCUITO CENTRAL

A figura 3 representa, em diagrama de blocos, o circuito que deve ser conectado entre os terminais da linha de assinante localizados na central e o equipamento.

O oscilador de controle comanda os períodos alternados de transmissão e recepção do circuito. Durante o período de recepção a chave é aberta, de modo que a transmissão é inibida.

Nesse intervalo de tempo, o sinal recebido é amplificado, limitado e, em seguida, aplicado ao oscilador síncrono, antes de ser demodulado. Ainda no período de recepção a saída do demodulador é amostrada. No período que se segue, destinado à transmissão, a amostragem é inibida, mantendo-se na saída do sample & hold a última informação recebida,

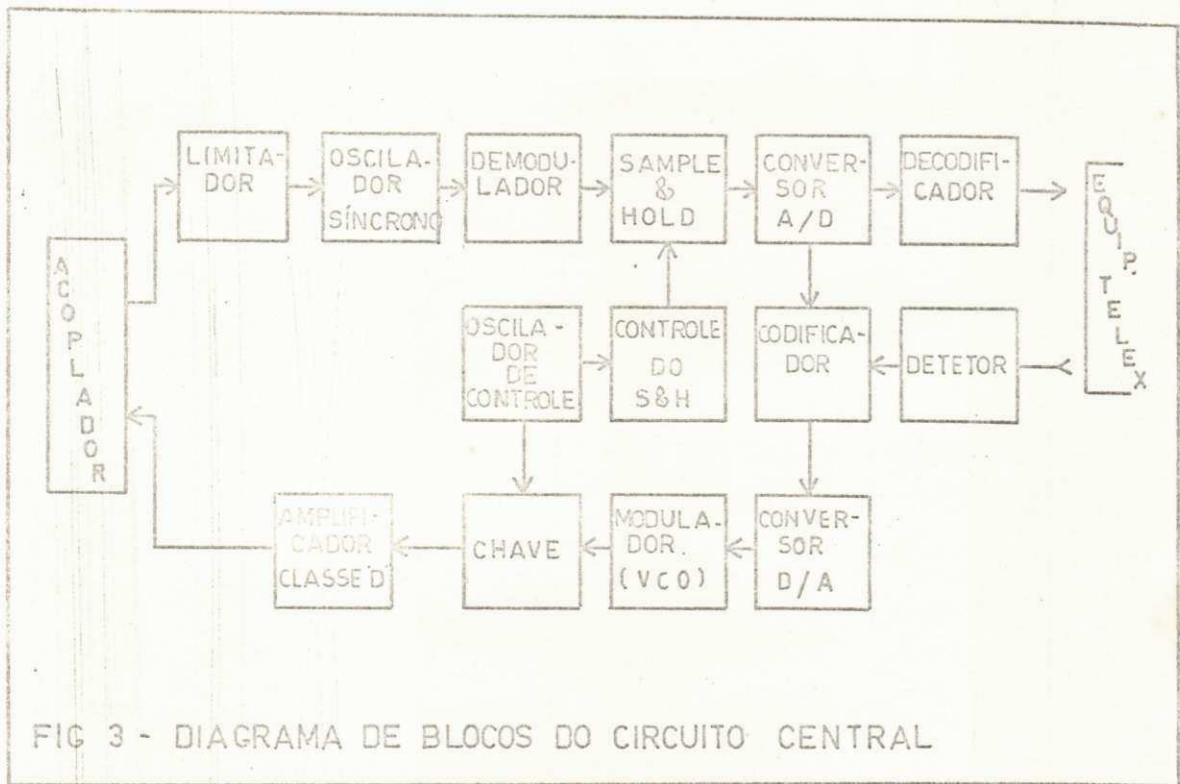


FIG 3 - DIAGRAMA DE BLOCOS DO CIRCUITO CENTRAL

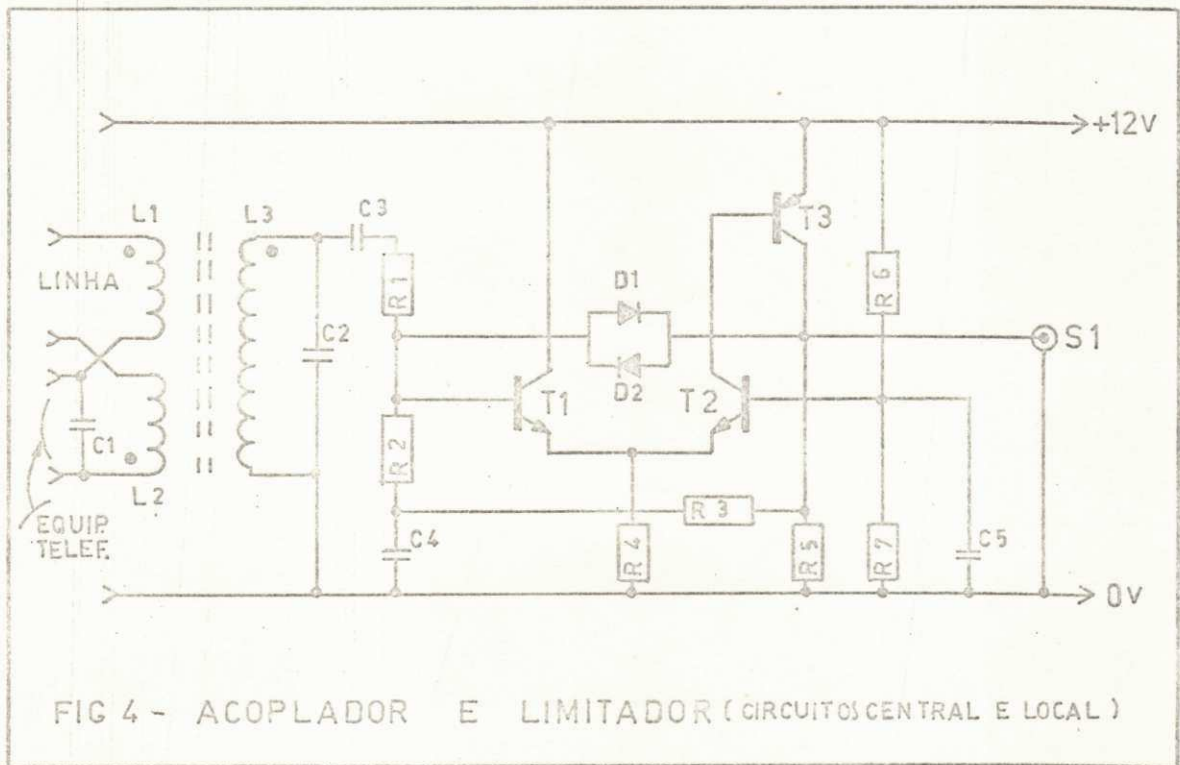


FIG 4 - ACOPLADOR E LIMITADOR (CIRCUITOS CENTRAL E LOCAL)

até o início de um novo ciclo. Depois de transformado convenientemente por um conversor A/D, o sinal é aplicado ao decodificador e, finalmente, apresentado ao equipamento da central em sua forma original.

A frequência a ser transmitida é função da polaridade da tensão existente entre os terminais do equipamento. Como o nível dessa tensão depende do nível da corrente que flui entre os referidos terminais, tanto a saída do detector quanto a do conversor A/D são utilizadas como entradas do codificador.

O conversor D/A recebe instruções do codificador sobre a frequência que deve ser transmitida, produzindo em sua saída um nível DC adequado, o qual ajusta a frequência do VCO ao valor correspondente.

Durante os períodos destinados à transmissão, a saída do VCO é aplicada ao amplificador classe D através da chave e, depois de amplificado, o sinal alimenta a linha de usuário através do acoplador respectivo.

1 - ACOPLADOR E LIMITADOR (Ref. 1)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria para Assuntos do Interior
Coordenação Geral de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso 882 Tel. (083) 321-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

Basicamente, o acoplador é o transformador mos

trado na figura 4. L3 é sintonizado na frequência central do sinal recebido.

O capacitor C1 é parte de um filtro passa baixas para o sinal telefônico, e de um filtro passa altas para o sinal FSK.

O sinal recebido é aplicado à entrada do amplificador diferencial formado pelos transistores T1 e T2 através de R1 e C3. Os diodos D1 e D2 compõem a malha de realimentação, limitando a saída. Uma entrada da ordem de 1mV é suficiente para produzir limitação da saída, pois o ganho de malha aberta do amplificador é maior do que 1000. Como a corrente de entrada flui através de D1 e D2, é possível a operação normal dos transistores T1 e T2 mesmo com um sinal de entrada da ordem de 10 volts.

2 - OSCILADOR SÍNCRONO E DEMODULADOR (Ref. 1)

Os transistores T4 e T5, associados a alguns componentes passivos foram um multivibrador, mostrado na figura 5.

A frequência de operação do multivibrador quando o mesmo não está sintonizado com um sinal de entrada, fo,

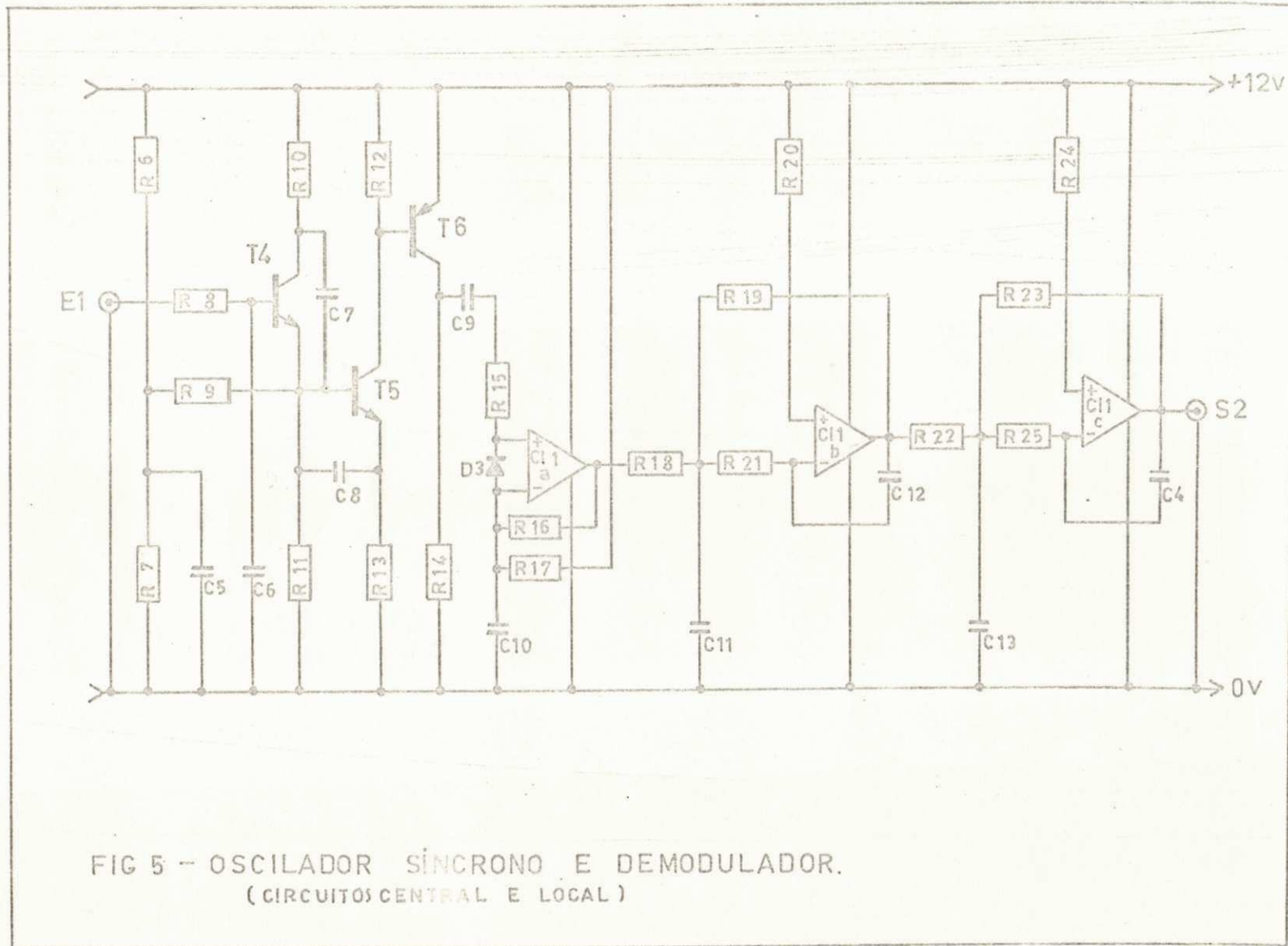


FIG 5 - OSCILADOR SÍNCRONO E DEMODULADOR.
(CIRCUITOS CENTRAL E LOCAL)

é dada pela amplitude da onda quadrada no coletor de T5 e pelas correntes de carga e descarga do capacitor C8, através dos resistores R11 e R13.

Quando a onda quadrada de saída do limitador é aplicada, através de R8 e C6, à base de T4, a frequência do multivibrador se ajusta à do sinal de entrada, com a restrição de que a frequência da entrada deve estar situada dentro de certos limites em torno de f_0 . Essa faixa de sincronismo é determinada pela amplitude do sinal alternado na base de T4 e pelas características do multivibrador.

A saída do multivibrador é aplicada à base do transistor T6, o qual é chaveado entre o corte e a saturação.

A corrente média através de R16 é proporcional à frequência do oscilador síncrono.

Finalmente, a saída de C1a é aplicada a um filtro ativo de dois estágios, que oferece uma atenuação de 40 dB/dec após a frequência de corte. Esta última é escolhida em função da frequência de informação do telex.

3 - OSCILADOR DE CONTROLE

É construído a partir de um amplificador ope-

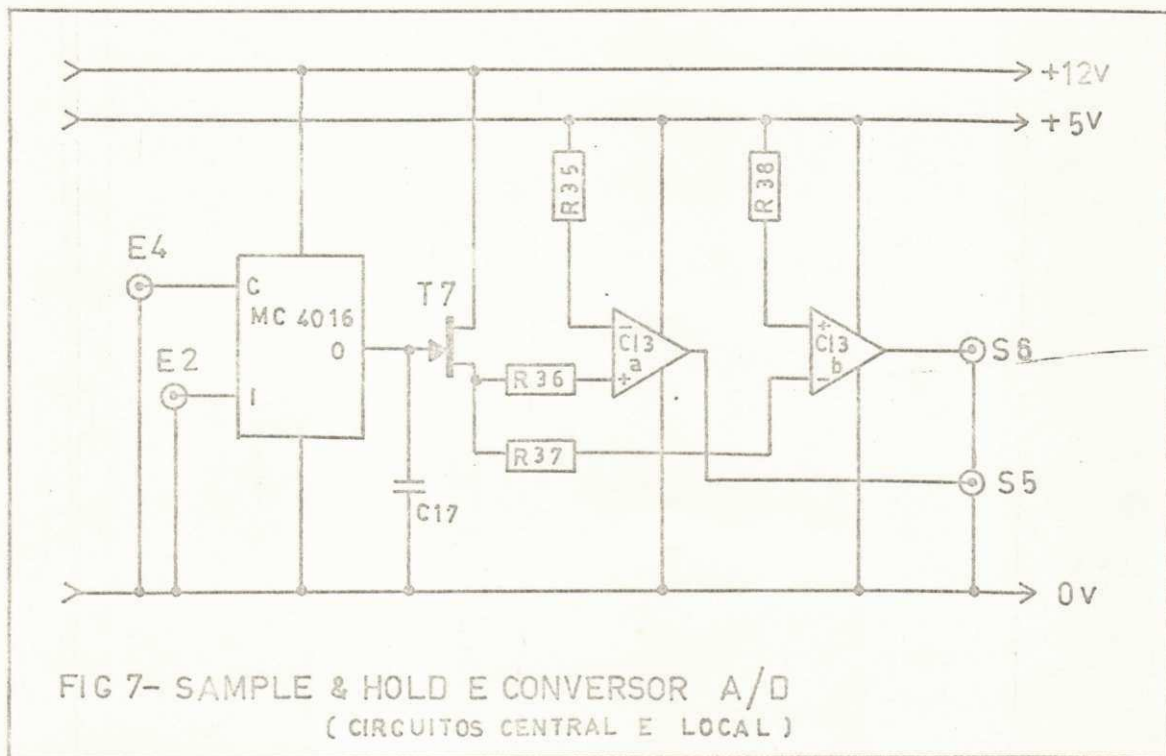
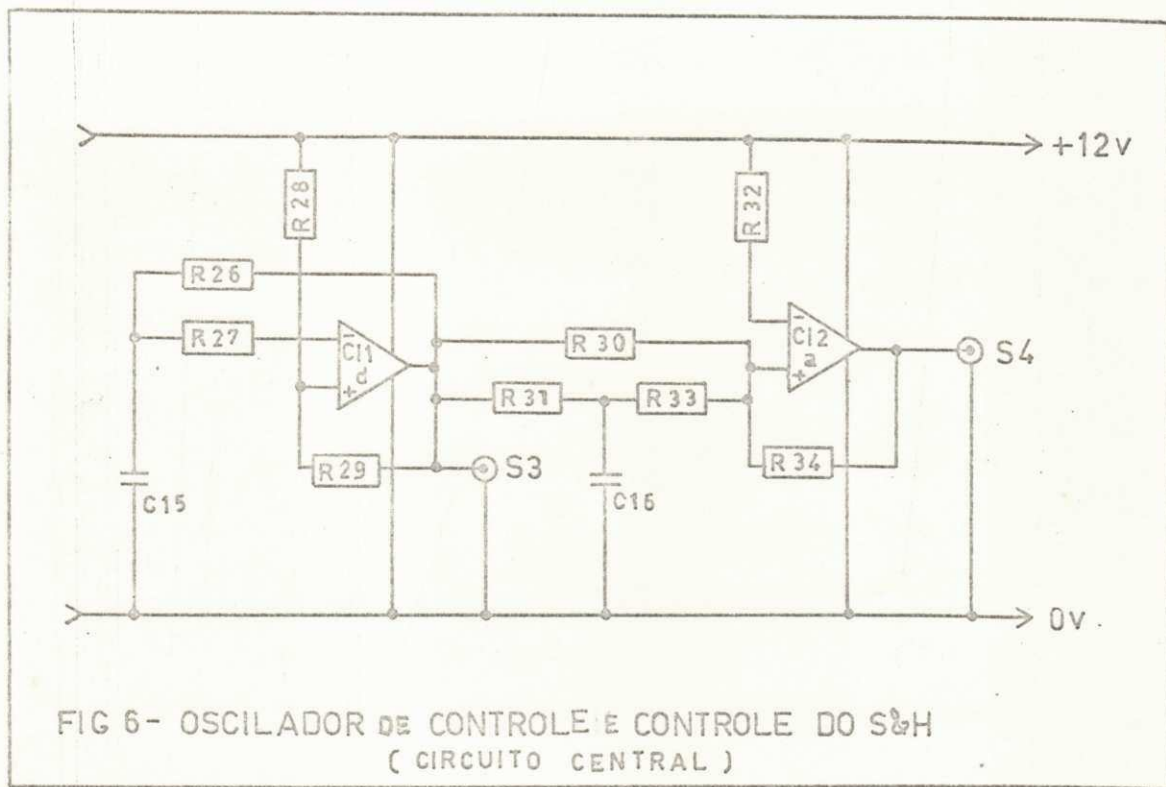
racional LM3900, em configuração bastante simples, apresentada na figura 6. Sua frequência de operação é de 250Hz, fixando em 2 mseg a duração de cada período de transmissão ou recepção do circuito.

A razão de tal escolha prende-se ao fato de que modificações no sinal a ser transmitido ocorrem a intervalos de pelo menos 20 mseg, de acordo com a operação do telex, exposta em capítulo anterior. Desta forma, o erro máximo produzido após a reconstituição do sinal é de 10%.

4 - CONTROLE DO S & H

Quando a saída do oscilador de controle muda para o nível mais alto, a transmissão é inibida, tornando-se o circuito apto a receber. A amostragem, no entanto, só é iniciada alguns micro-segundos após estabelecida a condição acima citada. Tal precaução é tomada considerando-se a existência de um pequeno atraso, inerente à operação do sistema, entre os instantes em que o circuito deixa de transmitir e começa a receber.

O circuito é mostrado na figura 6. R31, R33 e C16 são responsáveis pelo atraso com que a saída do contro



le do S & H acompanha a saída do oscilador de controle na transição positiva. Tal atraso não ocorre na transição oposta, devido à presença de R30.

5 - SAMPLE & HOLD

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - Cidade Universitária - 581-7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba,

A amostragem do sinal recebido e demodulado é realizada por uma chave analógica (MC4016), a comando do circuito descrito no parágrafo anterior. Após a amostragem, a alta impedância de entrada do J-FET T7 não permite a descarga do capacitor C17, assegurando o modo "hold". Este circuito é apresentado na figura 7, juntamente com o conversor A/D.

O nível da tensão de saída do sample & hold pode assumir, a cada instante, um entre tres valores distintos, cada dos quais representa o valor momentâneo da impedância do teletipo. As frequências utilizadas para transmitir informações a respeito dessa impedância são escolhidas de tal forma que, na saída do Sample & Hold.

- O nível de tensão mais baixo representa a impedância Z_0 .
- O nível médio de tensão corresponde a Z_1 .
- O nível mais alto representa Z_2 .

Para maior clareza, esses níveis serão aqui referenciados como 5I, 0I ou 40I, correspondendo, respectivamente, às impedâncias Z_0 , Z_1 ou Z_2 . O uso de tal nomenclatura, que lembra os níveis de corrente permitidos em cada caso, evidencia a forma como foi apresentado o diagrama de sinalização, possibilitando uma visão mais nítida da situação.

6 - CONVERSOR A/D

O J-FET atua como um resistor variável, controlando as correntes de entrada dos comparadores formados com CI3a e CI3b (ambos LM3900).

Os resistores R35, R36, R37 e R38 são escolhidos de tal forma que as saídas lógicas dos dois comparadores, em função da entrada, obedecem à tabela 1.

TABELA 1

ENTRADA (saída do S & H)	S5	S6
5I	0	1
0I	1	1
40I	1	0

7 - DECODIFICADOR

O circuito apresentado na figura 8 simula, face ao equipamento, a impedância do teletipo, cuja indicação é dada pelas saídas do conversor A/D, S5 e S6.

Quando o nível lógico de S5 é "0", a saída do gate G1a é uma onda quadrada, produzida pelo oscilador formado por CI3c e componentes passivos associados. Através de um transformador de isolamento DC, seguido de um retificador, este sinal é injetado na base de T10, permitindo a condução do referido transistor. T10 não conduz quando o nível lógico de S4 é "1". O transistor T8 é utilizado como buffer.

As mesmas considerações são válidas para a operação do transistor T11 em função de S6.

A impedância oferecida ao equipamento é função dos estados de T10 e T11. O resistor R45 é calculado de forma que essa impedância é Z_0 , quando apenas T10 conduz, permitindo uma corrente de 5mA através do equipamento. A condução de T11 implica em um caminho de baixa impedância para a corrente, de modo que a mesma é limitada apenas pela impedância interna da fonte em 40mA. Quanto T10 e T11 estão em corte, não há condução através do equipamento.

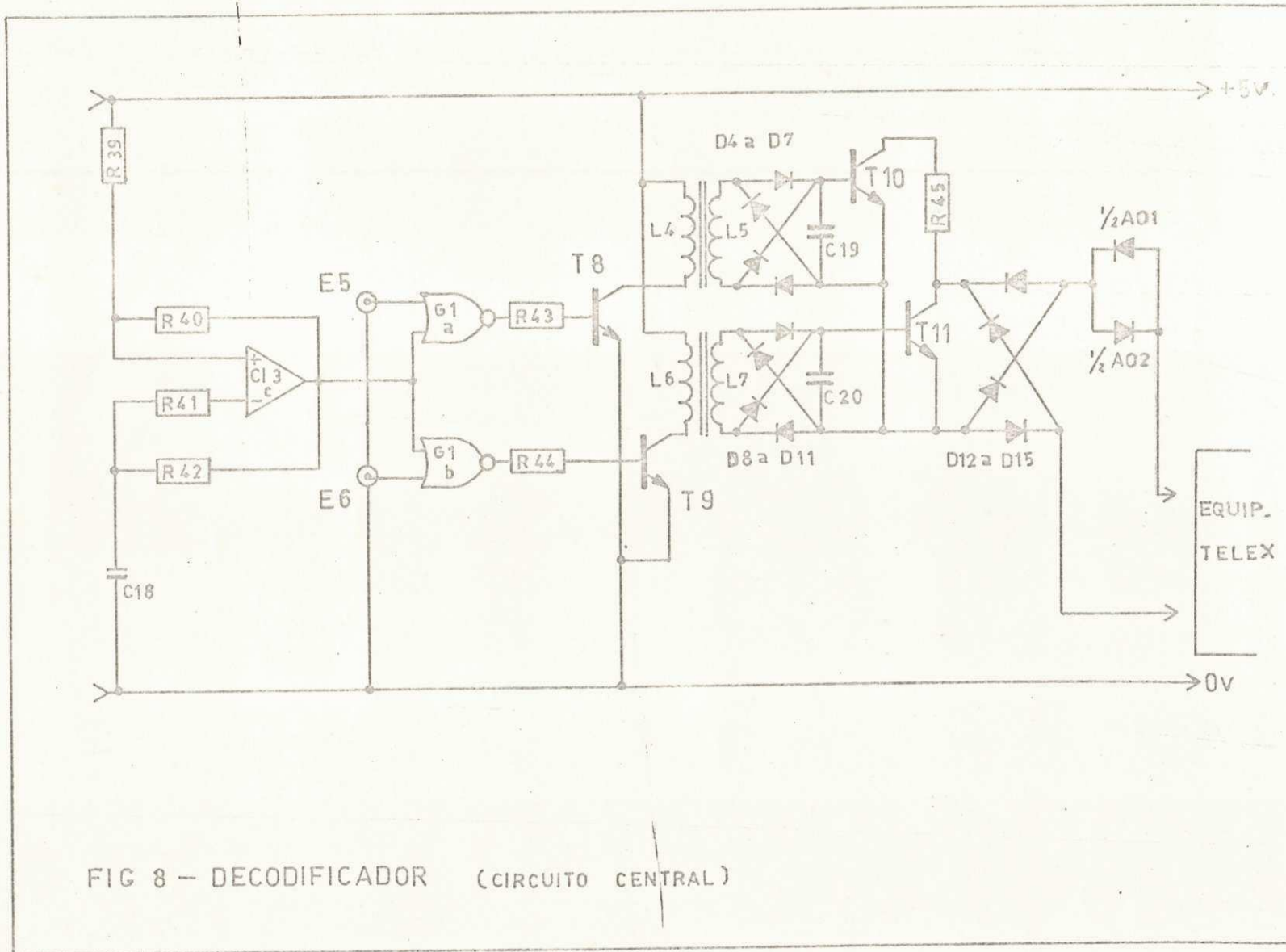


FIG 8 - DECODIFICADOR (CIRCUITO CENTRAL)

Os diodos D16 e D17 fazem parte de acopladores ópticos; sua função será discutida posteriormente.

8 - DETETOR

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 882 - T. I - (51) 371 7322-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

O diagrama esquemático do detetor é mostrado na figura 9.

A01 e A02 são acopladores ópticos. Cada acoplador é constituído de um diodo emissor de luz e um fototransistor, eletricamente isolados, na forma de um circuito integrado.

R50 e R51 são tais que uma corrente de 5 mA através de um dos diodos, 1/2 A01 ou 1/2 A02, é suficiente para saturar o transistor respectivo. Apenas um desses diodos pode conduzir, em cada momento, dependendo da polaridade da tensão entre os terminais do equipamento. A condução do diodo 1/2 A01 está associada à polaridade positiva; 1/2 A02 conduz quando a polaridade é negativa.

Duas situações podem impedir o fluxo de corrente: ou a interrupção é produzida dentro do próprio equipamento, ou provocada pelo teletipo, através do decodificador. Neste último caso, o comparador formado com C13d acusa a po-

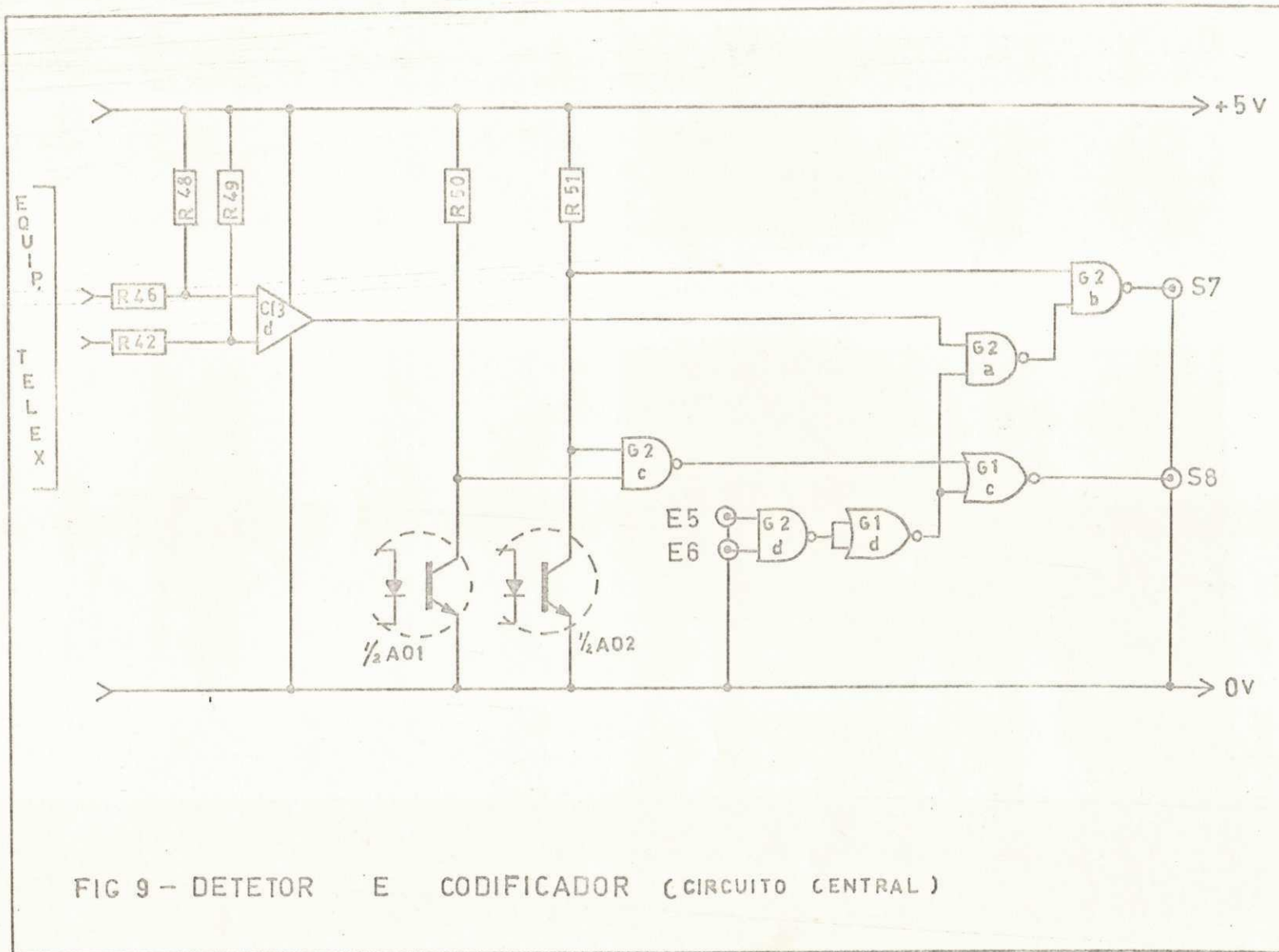


FIG 9 - DETECTOR E CODIFICADOR (CIRCUITO CENTRAL)

laridade. Graças às características internas do LM3900 tal configuração é permitida, mantendo-se o isolamento necessário. A distinção entre as duas situações é feita pelo conversor A/D. A polarização de CI3d é tal que sua saída lógica é "0" para a polaridade positiva e "1" para a polaridade negativa.

9 - CODIFICADOR

Quando 1/2 A01 conduz, deve ser transmitida a frequência correspondente à polaridade positiva. Essa mesma frequência ainda deve ser transmitida no caso de interrupção da corrente por intermédio do teletipo, desde que a saída de CI3d indique a referida polaridade.

As mesmas considerações são válidas em relação à polaridade negativa, desde que seja tomado como referência o diodo 1/2 A02.

Se há interrupção de corrente e a mesma não provém do teletipo, deve ser transmitida a frequência associada à condição de circuito aberto.

O codificador é constituído de gates lógicos, como mostra a figura 9. A tabela 2 ilustra o comportamento

das saídas S7 e S8 em função da condição vigente, para cada um dos tres casos possíveis.

TABELA 2

CONDIÇÃO	S7	S8
Polaridade positiva	0	0
Circuito aberto	0	1
Polaridade negativa	1	0

10 - CONVERSOR D/A

O amplificador operacional CI2b (LM3900) atua como um conversor de corrente para tensão, cuja relação de transformação é dada pelo resistor R55.

A corrente de entrada é a soma das correntes pelos resistores R52, R53 e R54 (figura 10), dependendo, portanto, dos estados de S7 e S8.

A contribuição em corrente dada através do resistor R52 quando S7 = "1" é duas vezes maior que a contribuição através de R53, para S8 = "1". Isto porque $R53 = 2R52$.

A tabela 3 relaciona as tensões de saída do conversor D/A com os estados de S7 e S8.

TABELA 3

S7	S8	SAÍDA DO CONVERSOR D/A
0	0	V
0	1	$V + \Delta V$
1	0	$V + 2\Delta V$

Os resistores que completam o conversor D/A são calculados em função de V e ΔV , impostos pelas necessidades dos circuitos subsequentes.

11 - MODULADOR

O circuito integrado LM566 foi escolhido para realizar esta função. Trata-se de um VCO (voltage controlled oscillator) de boa estabilidade, cuja frequência de oscilação é função da tensão aplicada no terminal de controle. A

frequência de operação é também determinada por um resistor e capacitor externos, de acordo com a expressão:

$$f = \frac{2(V^+ - V_c)}{RCV^+}$$

onde V^+ é a tensão de alimentação e V_c é a tensão aplicada no terminal de controle.

Para funcionamento adequado do circuito devemos ter:

$$2 \text{ K } \Omega \leq R \leq 20 \text{ K } \Omega$$

$$3/4 V^+ \leq V_c \leq V^+$$

A saída do conversor D/A é acoplada diretamente ao terminal de controle. A variação de frequência associada a uma variação ΔV na tensão de controle é dada pela expressão:

$$\Delta f = \frac{-2\Delta V}{RCV^+}$$

O diagrama esquemático do modulador é mostrado na figura 10. R56 e C22 são responsáveis pelo ajuste de frequência.

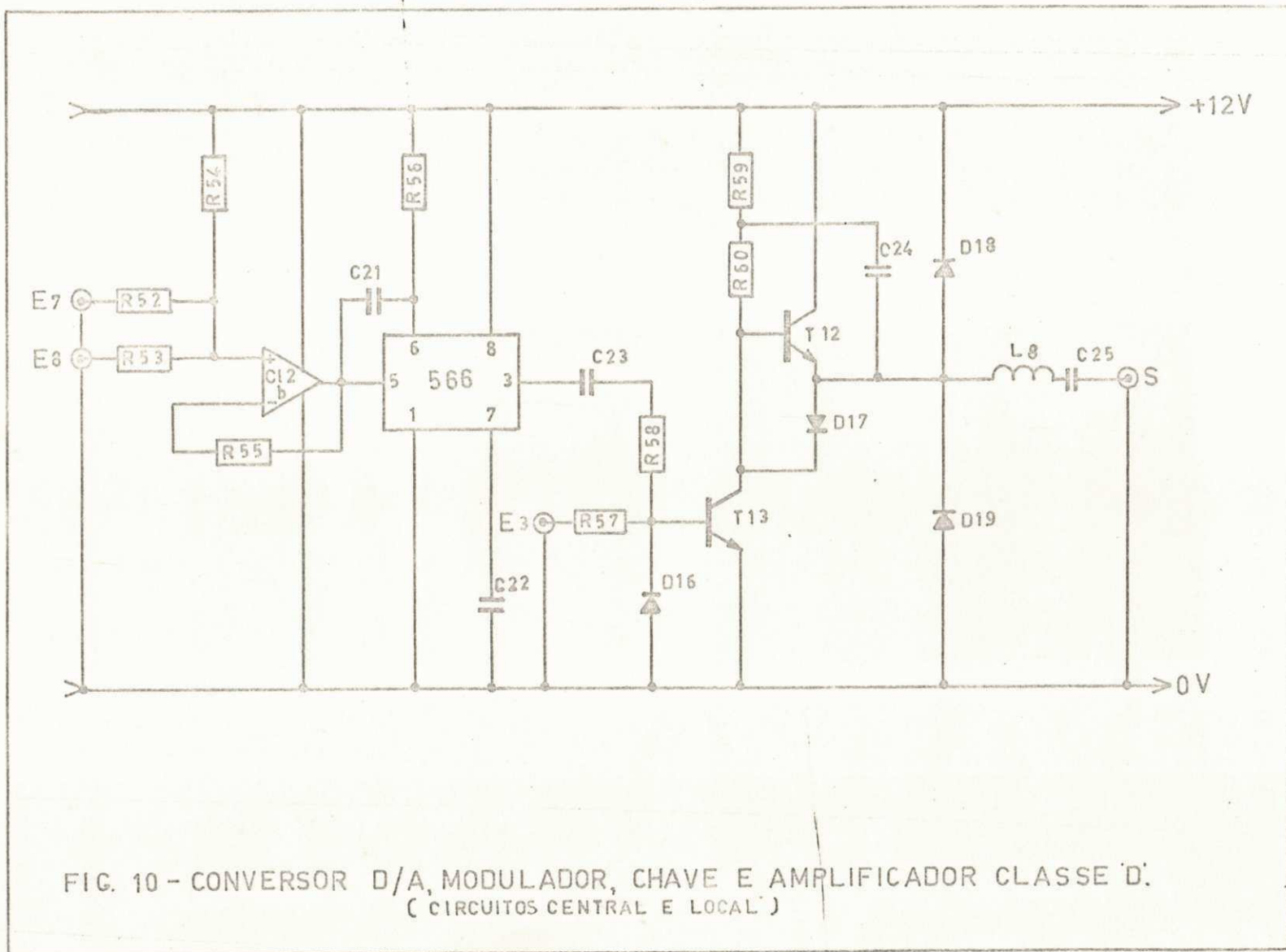


FIG. 10 - CONVERSOR D/A, MODULADOR, CHAVE E AMPLIFICADOR CLASSE 'D'.
(CIRCUITOS CENTRAL E LOCAL)

12 - AMPLIFICADOR CLASSE D E CHAVE

A saída do modulador é aplicada, através do capacitor de acoplamento C23 e de resistor R58 à base do transistor T13.

Quando T13 está em corte, a saturação de T12 é permitida pela presença do diodo D17.

Os diodos D18 e D19 são necessários porque a carga tem uma componente reativa. Quando T13 está em corte, a corrente de carga flui através de D18, enquanto negativa, e, logo que se torna positiva, através de T12. Da mesma forma, quando T12 está em corte, a corrente de carga flui através de D19, enquanto positiva, e por D17 e T13, quando negativa.

Também a saída do oscilador de controle é ligada à base de T13, através de R57. Durante o período em que essa saída se mantém no nível mais alto, destinado à recepção, a transmissão de sinal é inibida, uma vez que o transistor T13 se mantém saturado, não sendo influenciado pelo sinal proveniente do modulador.

Finalmente, a saída do amplificador é ligada ao acoplador através do circuito sintonizado formado por L8 e C25.

O amplificador classe D é apresentado na figura 10.

13 - FONTES DE ALIMENTAÇÃO

As baterias de 48 volts DC existentes na central podem ser utilizadas, reduzindo-se convenientemente a tensão para 12 volts e 5 volts.

CAPÍTULO IV

O CIRCUITO LOCAL

O circuito que liga o teletipo à linha de assinante é apresentado, em diagrama de blocos, na figura 11.

O bloco de controle é construído de tal forma que, quando o circuito deixa de receber começa a transmitir, situação que dura 2mseg. Em seguida, volta a permissão para receber, iniciando-se a amostragem logo que o demodulador acusa recebimento de sinal. Desta forma, é assegurado o sincronismo entre os períodos de transmissão e recepção dos circuitos local e central.

Nos intervalos de tempo em que não há amostragem, mantém-se na saída do sample & hold a última informação recebida, analogamente ao que ocorre no circuito central. A saída do sample & hold é transformada convenientemente pelo

conversor A/D, e, em seguida, apresentada ao decodificador, o qual simula, face ao teletipo, a situação vigente nos terminais do equipamento.

O detetor informa ao codificador sobre o nível instantâneo da impedância oferecida pelo teletipo; como essa impedância é medida em função da corrente que flui entre os terminais do teletipo, a saída do conversor A/D é também utilizada como entrada do codificador, para distinguir, em caso de interrupção da corrente, se a mesma provém do teletipo ou da central.

O nível DC de saída do conversor D/A é função da saída do codificador, e ajusta a frequência do modulador (VCO) ao valor adequado.

Finalmente, a saída do modulador é aplicada, a intervalos de tempo regulares, comandados pelo bloco de controle, ao amplificador classe D, que alimenta a linha de usuário através do acoplador.

1 - ACOPLADOR, LIMITADOR, OSCILADOR SÍNCRONO E DEMODULADOR

Os circuitos que realizam essas funções são idênticos aos do circuito central, descritos anteriormente.

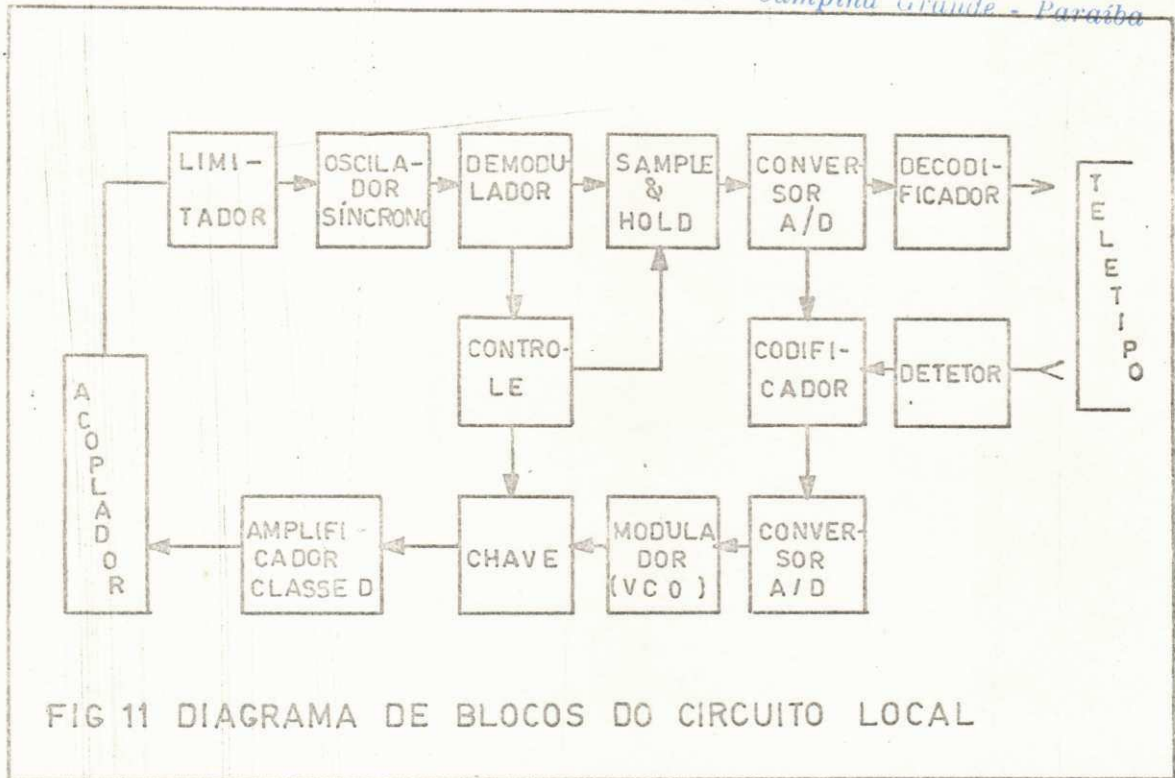


FIG 11 DIAGRAMA DE BLOCOS DO CIRCUITO LOCAL

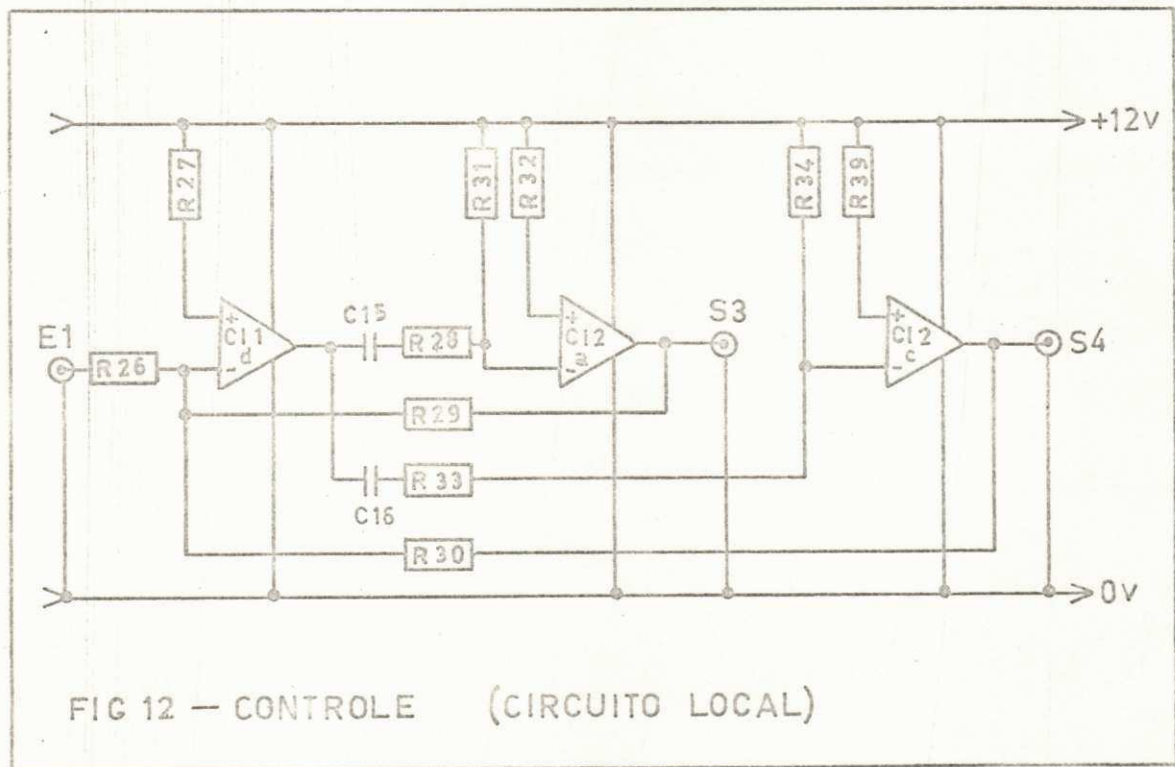


FIG 12 - CONTROLE (CIRCUITO LOCAL)

São apresentados nas figuras 4 e 5,

2 - CONTROLE

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso, 87 - 321 7222-R 355
58.100 - Campina Grande - Paraíba

Quando a saída do amplificador operacional CI1d (figura 12) muda de estado, pulsos de corrente são aplicados, simultaneamente, nas entradas de CI2a (através de C15 e R28) e CI2c (através de C16 e R33).

O operacional CI2c responde apenas a variações negativas da entrada, enquanto que CI2a é sensível apenas a variações positivas. Em qualquer dos dois casos, a resposta consiste em um pulso, cuja largura é determinada pelos valores do resistor e capacitor que compõem a entrada.

No instante em que o circuito local deixa de receber sinal, a saída do demodulador cai a um nível mínimo, provocando uma variação positiva na saída de CI1d. A duração do pulso negativo produzido em S3 é de 2mseg, e corresponde ao período de transmissão. O resistor R29 impede que haja variação na saída de CI1d durante esse intervalo de tempo.

Após o tempo previsto, o circuito local deixa de transmitir e volta a receber sinal externo, de forma que a saída de CI1d sofre uma variação negativa; consequentemen-

te, um pulso positivo é produzido em S4. Este comanda a amostragem do sinal recebido, e tem a duração de 1,6 mseg. A realimentação através de R30 impede qualquer mudança de estado dos CI's que compõem o controle durante a amostragem.

3 - SAMPLE & HOLD E CONVERSOR A/D

São utilizados os mesmos circuitos que realizam funções idênticas no circuito central, apresentados na figura 7.

As frequências representativas dos estados do equipamento são tais que as saídas S5 e S6, relacionadas com cada um desses estados, obedecem à tabela 4.

TABELA 4

POLARIDADE NOS TERMINAIS DO EQUIPAMENTO	S5	S6
Polaridade negativa	0	1
Circuito aberto	1	1
Polaridade positiva	1	0

4 - DECODIFICADOR

Uma fonte de tensão regulada, de 120 volts, e um sistema de comutação, apresentados na figura 13, são os responsáveis pela reprodução, junto ao teletipo, das condições oferecidas pelos terminais do equipamento.

Quando T14 está saturado, a tensão na base de T10 é igual a $V_{ce14(sat)}$, de modo que T11 está em corte. Quando T14 é levado à região de corte, o diodo D7 permite a saturação de T11. O mesmo comportamento se verifica em relação a T16 e T17.

A polaridade da tensão aplicada nos terminais do teletipo, através de R48 e R49, em função de S5 e S6, está de acordo com os dados fornecidos pela tabela 4. O nível dessa tensão, quando $S5 = 0$ ou $S6 = 0$, é de aproximadamente 120 volts, uma vez que podem ser desprezadas as quedas de tensão nas junções diretamente polarizadas dos diodos e transistores envolvidos. R48 e R49 equivalem à impedância da fonte existente no equipamento da central.

Os diodos D12, D13, D14 e D15 são necessários porque a carga tem uma componente indutiva.

Os diodos 1/2 A01 e 1/2 A02 fazem parte de

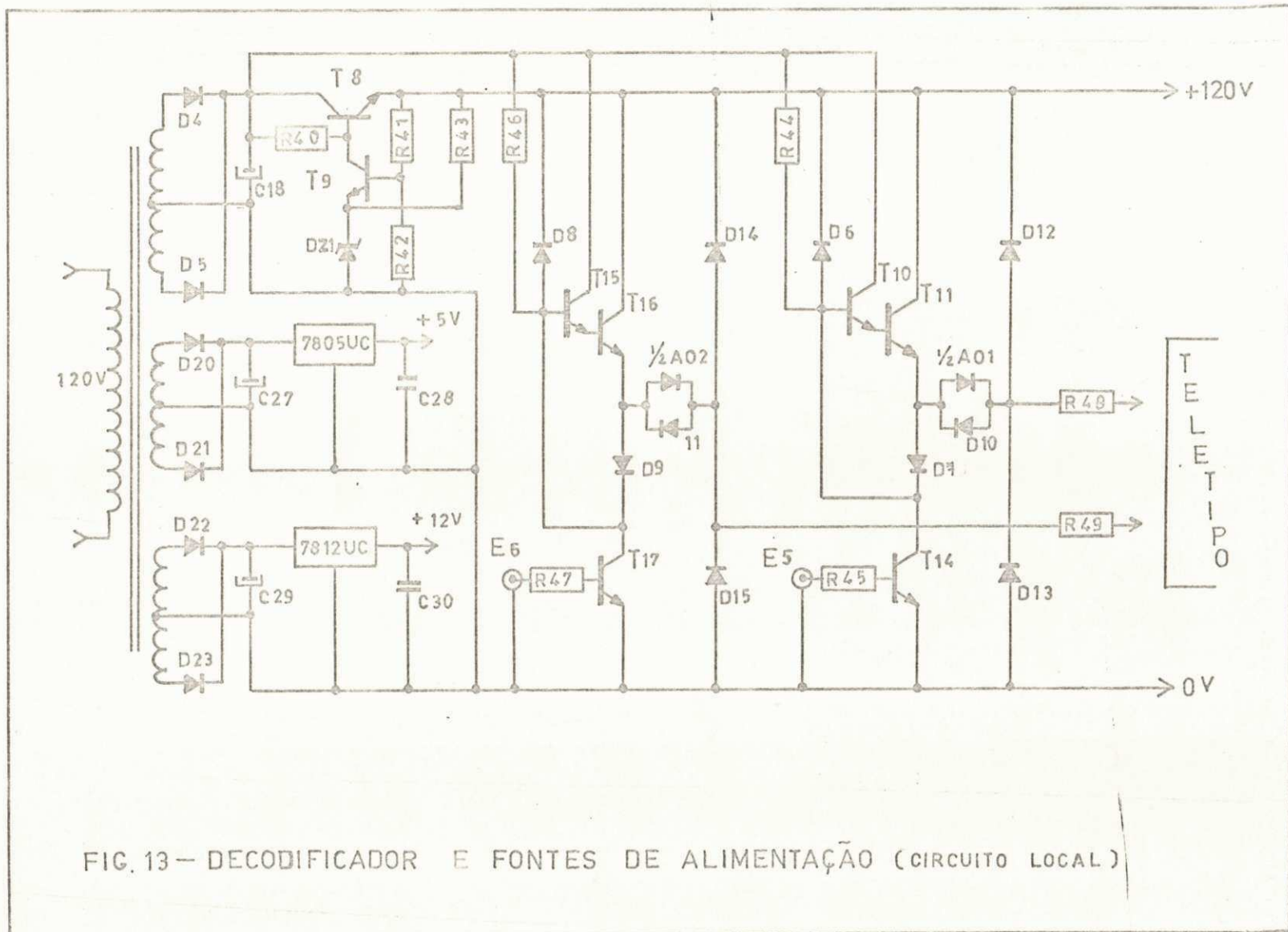


FIG. 13 - DECODIFICADOR E FONTES DE ALIMENTAÇÃO (CIRCUITO LOCAL)

acopladores ópticos, necessários ao circuito de detecção. Sua função será discutida posteriormente.

5 - DETETOR

A impedância do teletipo é medida, a cada instante, pelo nível da corrente que flui entre os seus terminais, uma vez que são conhecidas as características da fonte de alimentação.

Dois acopladores ópticos, A01 e A02 são utilizados para medir essa corrente. A indicação do valor da mesma é dada pelo nível de tensão sobre o resistor R50 (figura 14).

Quando não passa corrente pelo teletipo, os transistores 1/2 A01 e 1/2 A02 estão em corte; a saída do comparador formado com CI3c está no nível lógico "1". Se a corrente é de 5mA, um dos referidos transistores opera na região ativa; sua tensão de coletor é ainda suficientemente alta para ser interpretada pelos gates subsequentes como "1" lógico, estando, no entanto, abaixo do nível de referência do comparador, de modo que a saída lógica do mesmo é "0". Para uma corrente de 40mA, um dos transistores está em saturação, sen

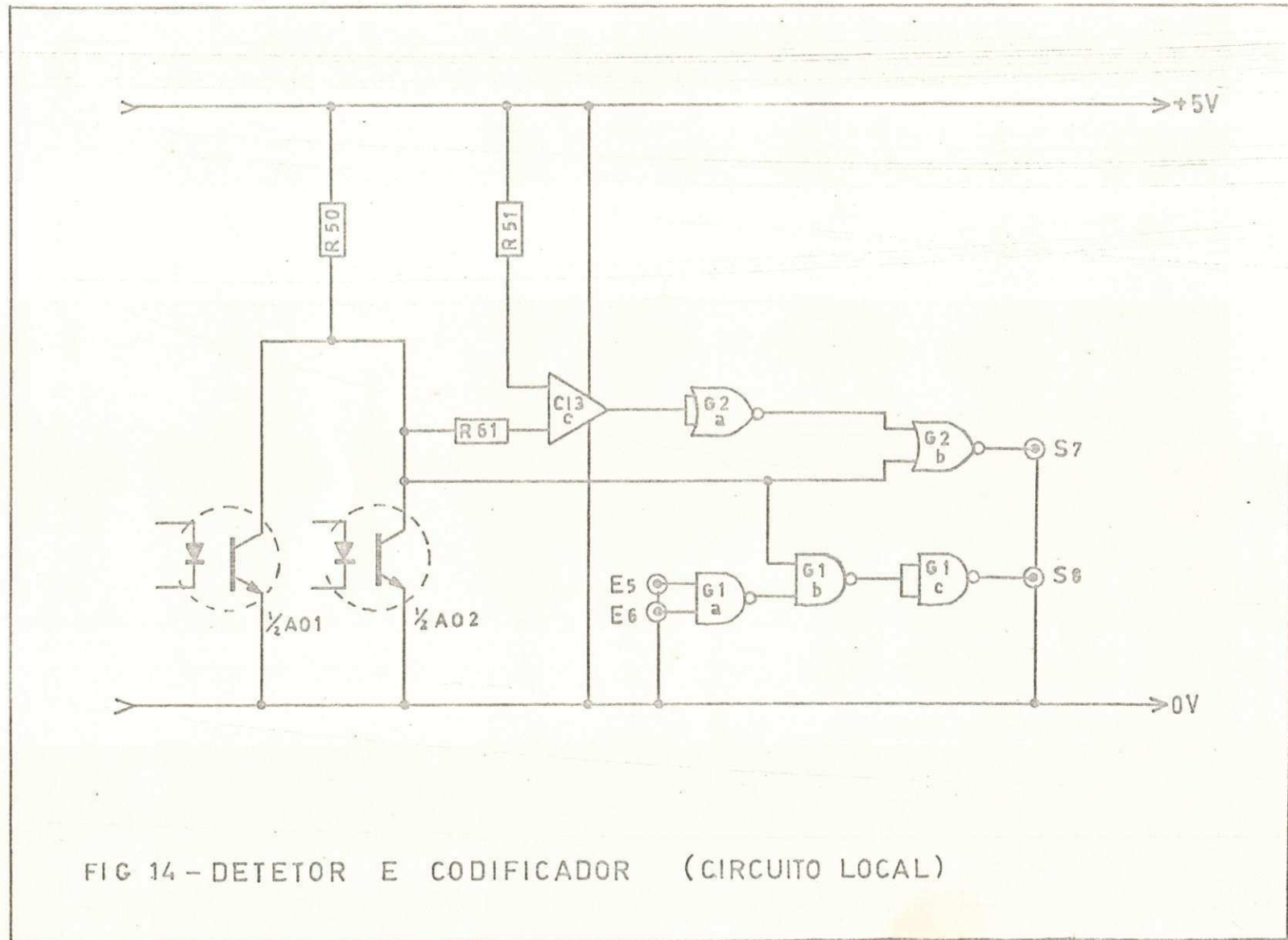


FIG 14 - DETETOR E CODIFICADOR (CIRCUITO LOCAL)

da sua tensão de coletor, assim como a saída do comparador, igual a "0" lógico.

No caso particular em que a informação recebida é responsável pela interrupção do fornecimento de energia, embora o detetor não acuse passagem de corrente, a impedância do teletipo, em funcionamento normal, é Z_2 . Este caso é previsto pelo codificador, que utiliza como entradas, além das saídas do detetor, as do conversor A/D.

6 - CODIFICADOR

Quando a corrente através do teletipo é de 5mA, deve ser transmitida a frequência relativa à impedância Z_0 .

Se há interrupção de corrente e a mesma não provém do equipamento, a impedância do teletipo é Z_1 , devendo ser transmitida a frequência correspondente.

A transmissão de frequência associada à impedância Z_2 deve ser feita quando a corrente entre os terminais do teletipo é da ordem de 40mA, ou quando há interrupção de corrente provocada pelo equipamento.

A distinção entre os tres casos citados é feita pelo codificador, formado por gates lógicos, apresentados na figura 14. A tabela 5 relaciona os estados de S7 e S8 com a impedância apresentada pelo teletipo.

TABELA 5

IMPEDÂNCIA DO TELETIPO	S7	S8
Z_2	0	0
Z_1	0	1
Z_0	1	0

7 - CONVERSOR D/A, MODULADOR, CHAVE E AMPLIFICADOR CLASSE D

Os circuitos que realizam essas funções são idênticos aos do circuito central, descritos anteriormente. São apresentados na figura 10.

A saída do amplificador alimenta a linha de usuário, através do acoplador respectivo.

8 - FONTES DE ALIMENTAÇÃO

São apresentadas na figura 13. Os circuitos 7805UC e 7812UC são reguladores monolíticos de tensão, fornecendo, respectivamente, 5 volts e 12 volts de saída.

CAPÍTULO V

COMENTÁRIOS

Inicialmente se pensou em utilizar as vantagens de uma phase locked loop (PLL) para realizar a demodulação. No entanto, surgiram alguns problemas, como por exemplo, o fato de ser inaceitável o atraso na resposta do PLL em função da faixa de captura requerida. A opção pela técnica apresentada, que utiliza um oscilador síncrono, foi feita levando-se em consideração as vantagens oferecidas pelo circuito, entre as quais:

- Resposta rápida
- Baixo custo
- Confiabilidade
- Imunidade aos ruídos de alto nível presentes

tes em uma linha telefônica, os quais são gerados, principalmente, pela discagem ou circuitos de chaveamento no equipamento telefônico.

Os circuitos que compõem o limitador, oscilador síncrono e demodulador foram extraídos da referência 1.

A complexidade do sistema pode ser reduzido se forem utilizados para realizar as funções lógicas necessárias gates C-MOS ou amplificadores operacionais LM3900, eliminando-se, portanto, a necessidade da fonte de alimentação de 5 volts.

Foram realizados testes no sistema utilizando-se para simular o equipamento da central uma fonte de 120 volts, com impedância de $3K\Omega$, cujos terminais foram ligados ao circuito através de uma chave de tres posições. Foram medidos os níveis de tensão nos terminais da máquina, para cada posição da chave, assim como os níveis de corrente através da referida fonte para cada estado do teletipo.

A transmissão de informação foi testada utilizando-se um osciloscópio para medir, simultaneamente, os estados do detetor, no circuito local (central) e do decodificador, no circuito central (local).

A informação proveniente da central foi simu-

lada por um shift register (74198) programado pelo código de uma letra, sendo utilizado um clock de frequência adequada. No sentido oposto de transmissão, a informação foi gerada através do próprio teletipo.

Os resultados obtidos nos testes citados foram excelentes.

Seria ainda necessário, visando à industrialização do sistema, realizar algumas medições na rede telefônica a ser utilizada.

Tais medidas, que não foram efetuadas por falta de condições adequadas, devem ter como objetivo determinar algumas características das linhas, como por exemplo.

- Atenuação em função da frequência
- Tipo e intensidade dos ruídos presentes
- Interferência entre os pares utilizados para o multiplex dentro de um mesmo cabo.

A escolha definitiva das frequências a serem utilizadas, como também a determinação da potência necessária ao transmissor e sensibilidade do receptor devem se basear nos resultados obtidos.

APÊNDICE A

A.1) DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COMPLETO DO CIRCUITO CENTRAL

A.2) RELAÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS NO CIRCUITO CENTRAL

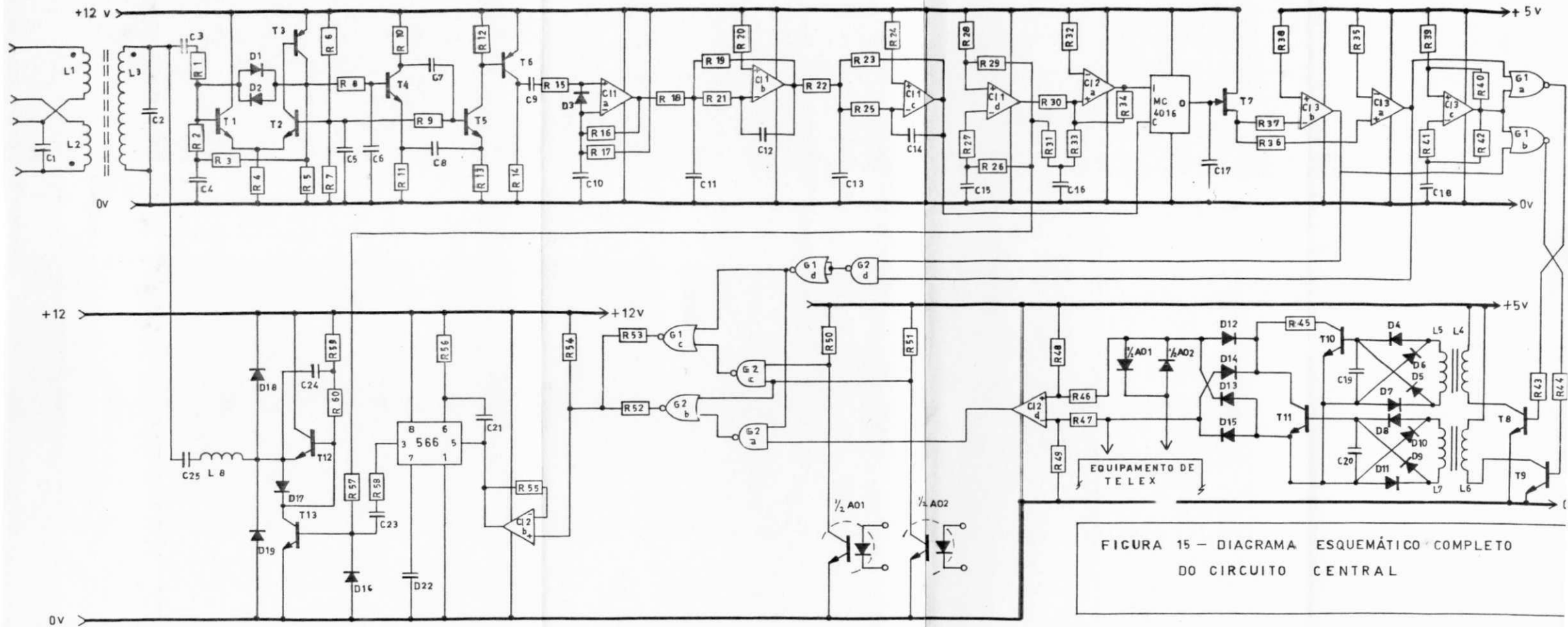


FIGURA 15 - DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COMPLETO DO CIRCUITO CENTRAL

RELAÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS NO CIRCUITO CENTRAL

RESISTORES

R1	10	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R2	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R3	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R4	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R5	2,2	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R6	4,7	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R7	18	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R8	4,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R9	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R10	3,9	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R11	47	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R12	2,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R13	47	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R14	3,3	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R15	3,3	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R16	180	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R17	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R18	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R19	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R20	150	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R21	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R22	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R23	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R24	150	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R25	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R26	33	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R27	33	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R28	250	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R29	180	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R30	560	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R31	390	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R32	390	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R33	330	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R34	2200	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R35	68	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R36	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R37	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R38	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R39	39	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R40	39	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R41	10	K Ω	10%	1/8 watt	carvão

RESISTORES (continuação)

R42	0,1	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R43	0,47	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R44	0,47	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R45	20	KΩ	10%	1 watt	carvão
R46	4700	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R47	4700	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R48	120	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R49	120	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R50	5,3	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R51	3,3	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R52	160	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R53	330	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R54	18	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R55	15	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R56	2,7	KΩ	1%	1/8 watt	carvão
R57	10	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R58	4,7	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R59	4,7	KΩ	10%	1/8 watt	carvão
R60	4,7	KΩ	10%	1/8 watt	carvão

CAPACITORES

C1	56	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C2	2,2	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C3	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C4	10	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C5	47	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C6	470	pF	10%	50 volts	cerâmico
C7	10	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C8	1,5	KpF	5%	50 volts	styroflex
C9	100	pF	10%	50 volts	cerâmico
C10	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C11	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C12	120	pF	10%	50 volts	cerâmico
C13	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C14	120	pF	10%	50 volts	cerâmico
C15	150	KpF	5%	50 volts	styroflex
C16	2,7	KpF	5%	50 volts	styroflex
C17	10	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C18	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C19	470	KpF	10%	50 volts	cerâmico

CAPACITORES (continuação)

C20	470	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C21	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C22	2,2	KpF	5%	50 volts	styroflex
C23	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C24	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C25	1,2	KpF	10%	50 volts	cerâmico

INDUTOR

L8 3,3 mH

DIODOS

D1	BA317
D2	BA317
D3	BA317
D4	1N4003
D5	1N4003
D6	1N4003
D7	1N4003
D8	1N4003
D9	1N4003
D10	1N4003
D11	1N4003
D12	1N4003
D13	1N4003
D14	1N4003
D15	1N4003
D16	BA317
D17	BA317
D18	BA317
D19	BA317

TRANSISTORES

T1	BC548
T2	BC548
T3	BC548
T4	BC548

TRANSISTORES (continuação)

T5	BC548
T6	BC558
T7	2N3819
T8	BC548
T9	BC548
T10	BF336
T11	BF336
T12	BC548
T13	BC548

CIRCUITOS INTEGRADOS

CI1	LM3900
CI2	LM3900
CI3	LM3900
G1	LM7402
G2	LM7400
A01	MCT2
A02	MCT2
-	LM566
-	MC4016

TRANSFORMADORES

Um transformado, tendo no primário dois enrolamentos com 0,5 mH, e no secundário um enrolamento com 3,3 mH. Núcleo de ferrite 3E1.

Dois transformadores de pulso Hammond, ref.:

612H

APÊNDICE B

B.1) DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COMPLETO DO CIRCUITO LOCAL

B.2) RELAÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS NO CIRCUITO LOCAL

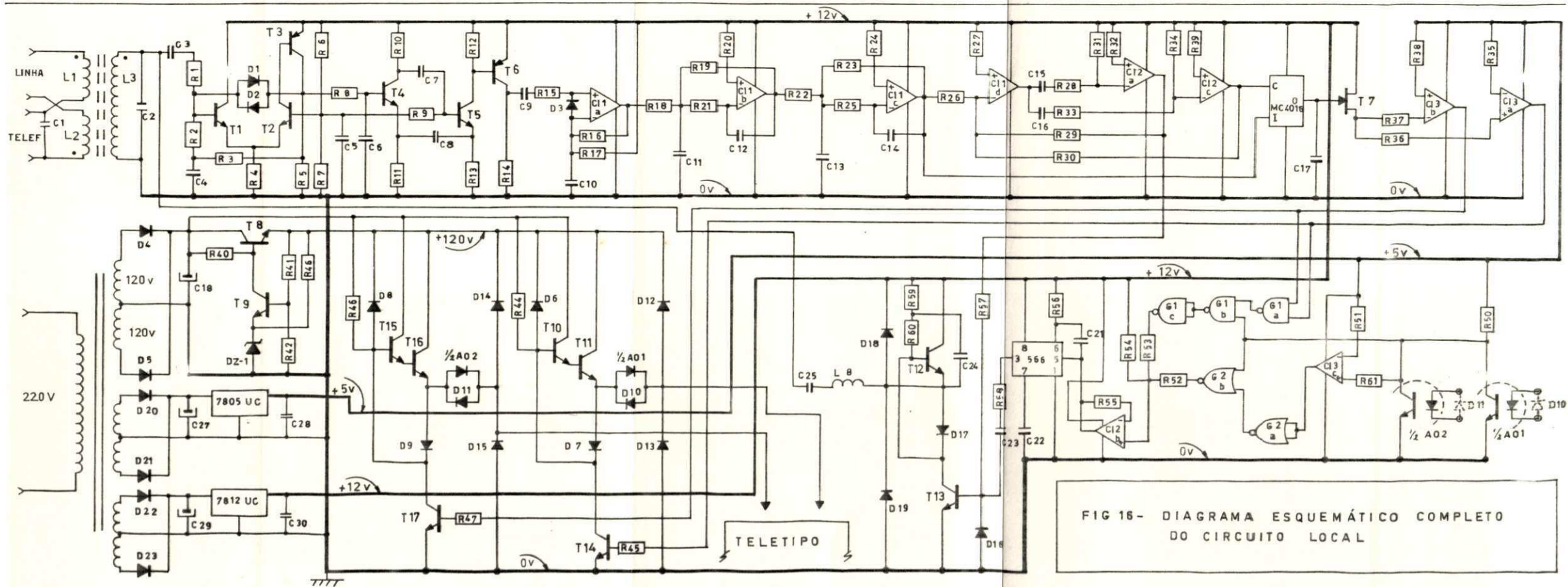


FIG 16- DIAGRAMA ESQUEMÁTICO COMPLETO DO CIRCUITO LOCAL

RELAÇÃO DOS COMPONENTES UTILIZADOS NO CIRCUITO LOCAL

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
Pró-Reitoria Para Assuntos do Interior
Coordenação Setorial de Pós-Graduação
Rua Aprígio Veloso 882 - 1 (83) 321-7222-R 355
58109 - Campina Grande - Paraíba

RESISTORES

R1	10	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R2	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R3	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R4	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R5	2,2	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R6	4,7	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R7	18	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R8	4,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R9	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R10	3,9	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R11	47	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R12	2,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R13	47	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R14	3,3	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R15	3,3	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R16	180	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R17	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R18	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R19	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R20	150	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R21	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R22	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R23	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R24	150	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R25	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R26	220	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R27	200	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R28	180	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R29	220	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R30	220	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R31	180	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R32	150	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R33	180	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R34	180	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R35	68	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R36	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R37	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R38	47	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R39	270	K Ω	1%	1/8 watt	carvão

R40	5	K Ω	10%	1/2 watt	carvão
R41	27	K Ω	10%	1/2 watt	carvão
R42	6,8	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R43	68	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R44	82	K Ω	10%	1/2 watt	carvão
R45	1	K Ω	10%	1/4 watt	carvão
R46	82	K Ω	10%	1/2 watt	carvão
R47	1	K Ω	10%	1/4 watt	carvão
R48	1,5	K Ω	10%	3 watt	carvão
R49	1,5	K Ω	10%	3 watt	carvão
R50	1,2	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R51	82	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R52	160	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R53	330	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R54	18	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R55	15	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R56	2,7	K Ω	1%	1/8 watt	carvão
R57	10	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R58	4,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R59	4,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R60	4,7	K Ω	10%	1/8 watt	carvão
R61	100	K Ω	10%	1/8 watt	carvão

CAPACITORES

C1	56	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C2	2,2	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C3	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C4	10	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C5	47	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C6	470	pF	10%	50 volts	cerâmico
C7	10	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C8	1,5	KpF	5%	50 volts	styroflex
C9	100	pF	10%	50 volts	cerâmico
C10	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C11	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C12	120	pF	10%	50 volts	cerâmico
C13	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C14	120	pF	10%	50 volts	cerâmico
C15	10	KpF	5%	50 volts	styroflex
C16	10	KpF	5%	50 volts	styroflex
C17	10	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C18	200	μ F	10%	350 volts	eletrolítico
C21	1	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C22	2,2	KpF	5%	50 volts	styroflex
C23	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico

CAPACITORES (continuação)

C24	680	KpF	10%	50 volts	cerâmico
C25	1,2	KpF	10%	50 volts	cerâmico

INDUTOR

L8	3,3	mH
----	-----	----

DIODOS

D1	BA317
D2	BA317
D3	BA317
D4	1N4003
D5	1N4003
D6	1N4003
D7	1N4003
D8	1N4003
D9	1N4003
D10	1N4003
D11	1N4003
D12	1N4003
D13	1N4003
D14	1N4003
D15	1N4003
D16	BA317
D17	BA317
D18	BA317
D19	BA317

TRANSISTORES

T1	BC548
T2	BC548
T3	BC558
T4	BC548
T5	BC548
T6	BC558
T7	2N3819

TRANSISTORES (continuação)

T8	BF336
T9	BF336
T10	BF336
T11	BF336
T12	BC548
T13	BC548
T14	BF336
T15	BF336
T16	BF336
T17	BF336

CIRCUITOS INTEGRADOS

CI1	LM3900
CI2	LM3900
CI3	LM3900
G1	LM7400
G2	LM7402
A01	MCT2
A02	MCT2
-	LM566
-	MC4016
-	7805UC
-	7812UC

TRANSFORMADORES

Um transformador de força de 10VA com primário de 220 V e secundários de:

120 + 120 V (60 mA DC)

8 + 8 V (60 mA DC)

14 + 14 V (50 mA DC)

Um transformador acoplador, tendo no primário dois enrolamentos com 0,5 mH, e no secundário um enrolamento com 3,3 mH. Núcleo de ferrite 3E1.

APÊNDICE C

C.1) REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

B I B L I O G R A F I A

- 1) ACCIOLY, J.I.C. A System for Background Music Using Telephone Lines. Tese de Mestrado, Universidade de Waterloo, Canadá, 1974.
- 2) THE AMERICAN RADIO RELAY LEAGUE. Specialized Communication Techniques for the Radio Amateur. Newington, Connecticut, USA, 1975.
- 3) NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. Linear Integrated Circuits. Santa Clara, Califórnia, Fev. 1975.
- 4) TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. The TTL Data Book for Design Engineers. Dallas, Texas, [s.d.]
- 5) TEXAS INSTRUMENTS INCORPORATED. The Optoelectronics Data Book for Design Engineers. Dallas, Texas, [s.d.]