eletrônica

JANEIRO/FEVEREIRO 1969 — N.º 31

NCr$ 1,70



NESTE NÚMERO

- MINI-TRANSCEPTOR
- 100 WATTS DE ÁUDIO COM TRANSISTORES DE SILÍCIO

TÔDAS AS APLICAÇÕES AQUI DESCRITAS, UTILIZAM MATERIAIS FÀCILMENTE ENCONTRADOS NO MERCADO NACIONAL





A Novik, além de fabricar os melhores alto falantes de alta fidelidade,

faz questão que Você faça bom uso dêles.

GRÁTIS

A Novik fornecerá, gratuitamente, aos interessados 4 valiosos projetos de sistemas de alta fidelidade e suas respectivas caixas, usando esta avançada linha de alto falantes. Escrever para o enderêço abaixo.

DIVISOR DE FREQUÊNCIA
DN-1 3 Canais

Perfeito balanceamento, com ajuste individual de médios e agudos, já incorporado. O maior requinte em Alta Fidelidade e Estereofonia.

CINEMA - HI-FI - STEREO
WN 15 XF-35 W
(15" - 380 mm.)

Alto falante projetado para reprodução plana em alta fidelidade da faixa de baixa frequência (woofer). Possui pesadíssima estrutura magnética (180.000 maxwells) e carcaça de alumínio fundido.

FULL RANGE
(agudos, médios e graves)
FPS-SUPER
6, 6x9, 8, 10 e 12 polegadas.

Alta eficiência, som agradável, sem distorção. O máximo para toca-fitas e super rádio de automóveis: 6 e 6x9.

FREQUÊNCIAS MÉDIAS
NM-1 - 15 W
NM-1S - 35 W

Perfeito reprodutor em alta fidelidade de frequências médias. Indispensável a um sistema de alta fidelidade de qualidade. Resposta: 1khz a 10khz

TWEETERS
NT1-F
NT1-F SUPER

Super-tweeter com resposta plana e natural até 22 khz. Eficiência elevada para acompanhar os modernos sistemas de alta fidelidade.

CONE AZUL: MENOR DISTORÇÃO - MAIOR REALISMO

NOVIK S.A.

INDÚSTRIA E COMÉRCIO
CAIXA POSTAL 7483
SÃO PAULO - BRASIL

eletrônica

VOLUME VI — NÚMERO 31 — JANEIRO/FEVEREIRO 1969

diretor responsável
Adalberto Miehe

redator chefe
Alfredo Franke

secretário
Fausto P. Chermont

expediente
M. Gerez

consultores
eng. Marivaldo Cavallini
eng. Tomas Hajnal
eng. Luciano Kliass

desenhos
Alcides J. Pereira

publicidade
D. Gomes

circulação
E. R. Viserta
G. L. Volkart

fotografias
Fotolabor Ltda.

serviços gráficos
Escolas Profissionais Salesianas
R. da Moóca, 766

distribuição exclusiva para todo o Brasil
Fernando Chinaglia Distribuidora S. A.
R. Teodoro da Silva, 907
Rio de Janeiro

proprietários e editôres
ETEGIL
Ed. Técnico-Gráfica Industrial Ltda.

redação e administração
R. Sta. Ifigênia, 180
Tel. 35-4006 - C. P. 30 869
São Paulo - Brasil

PREÇOS

Exemplar avulso ..... NCr$ 1,70
N.º atrasado ..... NCr$ 1,70

ASSINATURA 1 ANO

Registrada ..... NCr$ 8,50
Aérea Registrada ..... NCr$ 12,00

ASSINATURA 2 ANOS

Registrada ..... NCr$ 15,00
Aérea Registrada ..... NCr$ 22,00

ASSINATURA 3 ANOS

Registrada ..... NCr$ 21,00
Aérea Registrada ..... NCr$ 31,00

As assinaturas deverão ser enviadas para

ETEGIL — C. P. 30869 — S. Paulo

ÍNDICE

NOTÍCIAS DO MUNDO	16
MINI-TRANSCEPTOR VHF (I)	21
TRANSFORMAÇÃO DELTA-ESTRÊLA	23
O VOLTÍMETRO ELETRÔNICO	27
AVALIAÇÃO DO GANHO DE AUDIO-AMPLIFICADORES	31
LIVROS	36
SERVIÇOS DE UM LDR (II)	37
A ESTABILIZAÇÃO DE TENSÕES COM SEMICONDUTORES	43
100 WATTS DE ÁUDIO COM SILÍCIO	46
UNIDADES LEGAIS NO BRASIL (I)	53
OFICINA	60
DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA Zilomag ART-94	64

Tôdas as aplicações aqui descritas, utilizam materiais fàcilmente encontrados no mercado nacional.

Os artigos assinados são de exclusiva responsabilidade de seus autores. É vedada a reprodução dos textos e das ilustrações publicados nesta revista, salvo mediante autorização por escrito da redação.

CAPA

Centro de Processamento de dados de um grande banco paulista, onde o Computador Eletrônico desempenha com absoluto sucesso, funções que, antes do seu advento, exigiriam dezenas de funcionários.

(Foto cortezia do Banco do Estado de São Paulo)



LISTA PARCIAL
N.º R-31

RÁDIO — ELETRÔNICA — ELETRICIDADE

TELEVISÃO

Television Fundamental — P. DURU — Bib Téc. Philips — Esp. 12,00
Averias TV — Sintomas, Diagnósticos y Solucion de 270 Casos — Sorokine — Esp. 24,20
Guia do Reparador GE de Televisão — Antena 12,00
Técnicas Avanzadas de TV — Reparacion — Julio Rueda — Esp. 90,20
El Osciloscópio en Rádio — TV e Indústria — Ing. F. Singer — Esp. 26,40
Ingenieria de Antenas — Ing. Edmund A. Laporte — Esp. **40,70**
Televisão Básica — Schure — 4 vols. — cada .. 7,00
Reparación y Ajuste de Televisores por la Interpretacion de las imagenes — en la Pantalla — Klinger — Esp. 11,00
Tudo s/ Antenas de TV — Gualter Gili — 2.ª edição — Antenna 8,00
Reparación de TV en Tablas — J. Garriga — Esp. 24,20
Curso Prático GE de Televisão — Astenna — 7.ª edição — 24,00
Curso Prático de Televisão p/ Principiantes — Omar N. Martins — 5,00

TRANSISTORES

ABC dos Transistores — G. Mann — Antenna — 2.ª edição 6,50
Los Transistores en Audio-Frecuencia — G. Fontaine — Bib. Téc. Philips — Esp. 36,00
Manual Universal de Transistores y Reemplazo — Glem — Esp. 27,00
O Transistor é Assim — 2.ª edição — Antenna .. 5,50
Antologia dos Transistores — Monitor 12,00
El Transistor de Efecto de Campo y Sus Aplicaciones — G. Gosling — Esp. 16,00
Guia Mundial de Substituição de Transistores — 2.ª edição — H. W. SAMS — Antenna — 6,50
Transistores y Diodos — Caracteristicas Técnicas — 1968 — Marcombo — Esp. 14,30
Transistores — curso intensivo — George C. Stanley — F. Bastos — 7,00
Prontuário Mundial de Transistores — Características y equivalencias — Schreiber — Esp. 17,50
Transceptores a Transistores — Huguet — Esp. .. 24,20
Construción Facil do Objetos Teledirigidos c/ Transistores — Zamora — Esp. 24,20
Cien Esquemas de Audio-Amplificadores Transistorizados — Huguet — Esp. 24,20
Dispositivos Eletronicos para Su Automovil — A. P. Huguet — Esp. 24,20

RÁDIO — ELETRÔNICA — ELETRICIDADE

Fundamentos de Rádio-Técnica — Sheingold — Globo — 24,00
Curso de Rádio — Marcus e Marcus — Globo ... 22,00
The Rádio Amateur's Handbook — Em Espanhol — 1968 — 38,50
ABC do Rádio Moderno — Walter G. Salm — Antenna 6,50
Curso Prático de Rádio — para principiantes — Omar Nathan Martins — 5,00
Curso Técnico de Rádio — para principiantes — Omar Nathan Martins — 5,00
Curso de Montagem — Manual do Montador — Omar Nathan Martins 5,00
Curso de Rádio Reparações — Omar Nathan Martins — 5,00
Construcción de Emisoras Tipicas de Aficionado — Marcombo — Esp. 17,60
Electronica de los Circuitos Amplificadores — Pettit — Esp. — 35,00
Introducion a la Electrônica Industrial — Artero — Esp. 35,00
Eletrônica Básica-Elaborado para a Marinha dos EE.UU. — e Recomendado p/ SENAI — 6 vols. cada 7,00
Formulas y Cálculos para Electronica y Rádio — Pannet — Esp. 12,50
Circuitos Práticos de Áudio, Hi-Fi, estéreo — Antenna 11,00
Dispositivos e Circuito de Electrônica Aplicada — Pierre J. Ehrlich — 22,00
Máquinas y Aparatos Eléctricos — Schneider — Esp. — 33,60
Reparación de Motores Eléctricos — R. Rosenberg — 2 vols. — Esp. 42,00
Relojes Eléctricos — Gustav Schonberg — Esp. .. 12,00
Mantenimiento de Equipes Electricos — P. L. Cerato — Esp. 14,00
Máquinas de Corriente Alterna — Ralph R. Lawrence — Esp. — H. A. S. A. — 51,00
Curso de Eletrotécnico — Chester Dawes — I e II Tomo — cada 28,00
Clave de Esquemas Electricos — (estudio lógico de Circuitos y Automatismo) P. Castello — Esp. — 25,00
Circuito de Corrente Alterrnada — Kerchner e Corcoran — Globo 40,00
Funcionamento y Empleo de las Máquinas Electricos — J. Thurin — Esp. — 27,80
Iniciação à Electrotécnica — ED. Lima — C. E. Nacional. — 10,00
Princípios de Eletrotécnica — Aplicações — Gray e Wallace — Ao Livro Técnico 15,00
Elementos de Eletro-Técnica — Christie — Globo . 35,00
Princípios de Eletrotécnica — Timbie e Busch — Globo — 24,00

REMESSAS PARA O INTERIOR E OUTROS ESTADOS:
Sem qualquer despesa, enviaremos pedido acompanhado de cheque pagável em S. Paulo, Vale Postal ou carta com valor declarado.

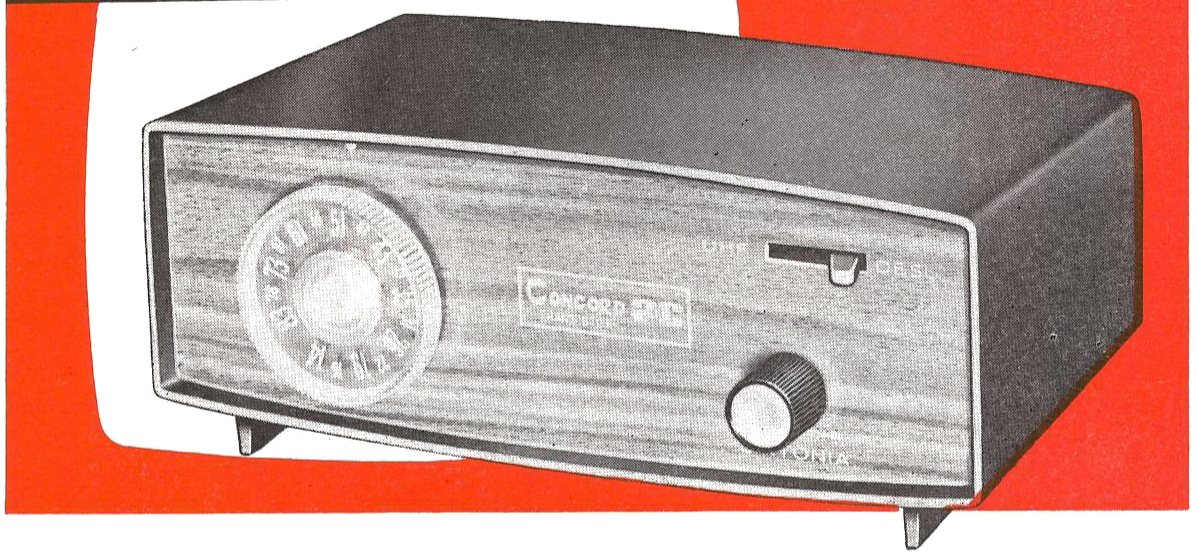
REEMBÔLSO POSTAL
Enviaremos pelo Reembôlso Postal, sòmente pedidos superiores à NCr$ 10,00, com despesas de porte por conta do comprador.

ETEGIL editôra técnico-gráfica industrial ltda.
r. sta. ifigênia, 180 - tel. 35-4006 - c. postal 30869 - s. paulo

NÔVO CONVERSOR DE UHF

mini ac MODÊLO CONCORD

TOTALMENTE TRANSISTORIZADO



Para receber retransmissão de TV em UHF, um receptor normal de televisão precisa utilizar um conversor adequado. Êste acessório converte o sinal de UHF proveniente da antena (frequência de 470 a 890 MHz, canais 14 a 83) num sinal de VHF que o televisor recebe normalmente no canal 4, sem precisar ser submetido a modificações.

O conversor de UHF mais difundido no Brasil é o conversor MINI-AC, fabricado por AMARAL E CAMPOS S/A para as condições brasileiras e utilizável em qualquer marca e modêlo de televisor. AMARAL E CAMPOS acumularam uma experiência de mais de 12 anos na produção de conversores e resolveram todos os problemas técnicos importantes que êsses dispositivos apresentaram.

- O conversor MINI-AC modêlo CONCORD sintoniza contínuamente **todos** os canais de UHF (14 a 83).
- Modêlos antigos de receptores de televisão, com baixa sensibilidade funcionam bem com o conversor MINI-AC modêlo CONCORD, graças a um dispositivo reforçador (booster) que traz incorporado ao circuito.
- O conversor MINI-AC modêlo CONCORD possui dupla sintonia: uma, direta, e outra, com MICRO-SINTONIA, oferecendo maior facilidade operacional.
- O conversor MINI-AC modêlo CONCORD possui fino acabamento, totalmente em plástico de alto impacto e indicador de canais em disco de cristal numerado.

GARANTIA de 6 mêses.

MANUTENÇÃO através de instruções originais de fábrica.

INSTALAÇÃO: Não exige conhecimentos técnicos especializados, pois vem acompanhado de catálogo de instruções, inclusive modo de operar.

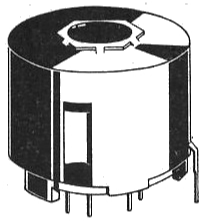
AMARAL E CAMPOS S/A.

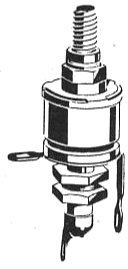
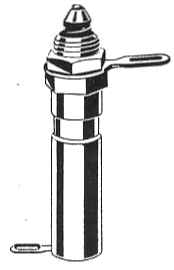
Rua Olimpíadas, 216 - Caixa Postal, 19.072 - Fones: 61-1067 - 267-1637 - 267-0060
São Paulo - 15

componentes e materiais

IBRAPE

produtos profissionais
para equipamento
profissional e
aplicações industriais



Promo

ATACADISTAS DE PRODUTOS PROFISSIONAIS

SÃO PAULO

Com. Válvulas Valvolândia Ltda.
Rua Santa Ifigênia, 299 - Tel.: 34-0004

Electro Rádio Ltda.
Rua Seminário, 199 - 1.ª s/loja - conj. 2/3
Tels.: 35-6294 - 32-5913

Electron News - Rádio e TV Ltda.
Rua Santa Ifigênia, 349 - Tel.: 35-1967

Casa Sotto Mayor S. A.
Rua Líbero Badaró, 645 - Tel.: 36-3166
Rua Santa Ifigênia, 502 e 645
Tel.: 34-8895

Casa Rádio Teletron Ltda.
Rua Santa Ifigênia, 569 - Tel.: 37-8306

Fornecedora Eletrônica Fornel Ltda.
Rua Santa Ifigênia, 304 - Tel.: 34-7462

Centro Eletrônico Comércio de Materiais Eletrônicos Ltda.
Rua Santa Ifigênia, 424 - Tel.: 36-3102

Rádio Emegê S.A.
Av. Rio Branco, 301
Tels.: 34-6888 - 36-2239
Rua Santa Ifigênia, 218 - Tel.: 32-8666

RIO DE JANEIRO

Eletrônica Principal Ltda.
Rua República do Líbano, 43
Tel.: 42-8346

Lojas Nocar S.A. - Rádio Eletricidade
Rua da Quitanda, 48
Tels.: 42-1510 - 42-1733

Magna-Ton Rádio Ltda.
Av. Marechal Floriano, 41 - Tel.: 43-2682

Rei das Válvulas Eletrônicas Ltda.
Av. Marechal Floriano, 22 - Tel.: 23-4104
Rua da Constituição, 59 - Tel.: 42-9787

PÔRTO ALEGRE

Iman Importadora
Maurício Faermann & Cia. Ltda.
Av. Alberto Bins, 557 - Tel.: 4-7082

Comercial Rádio-Arte Ltda.
Av. Alberto Bins, 615 - Tel.: 4-2677

BELO HORIZONTE

Moritz Rádio Eletrônica Ltda.
Rua Curitiba, 726/730 - Tel.: 2-9302

RECIFE

"ORGANTEC"
Org. Distribuidora e de Represent. Ltda.
Rua Vigário Tenório, 105
1.º and. - conj. 102 - Tels.: 4-2229 - 4-3969

SALVADOR

BETEL - Bahia Eletrônica e Elétrica Ltda.
Rua Saldanha da Gama, 17 - Tel.: 3-6418

Eletrônica Nacional - Chuna Zimelson
Rua Guedes de Brito, 6 - Tel.: 3-2322

CURITIBA

Elétrica Argos Ltda.
Rua Mal. Floriano Peixoto, 510 - Tel.: 4-6417

FORTALEZA

A Radial - J. Araujo & Irmãos
Rua Pedro Pereira, 519 - Tel.: 1-9549

BELÉM

Rádio Eletra - M. Peixoto da Costa
Trav. Frutuoso Guimarães, 738 - Tel.: 3217

TELEQUIPMENT

SUBSIDIÁRIA INGLÊSA DA

Tektronix, Inc.

OSCILOSCÓPIO TELEQUIPMENT

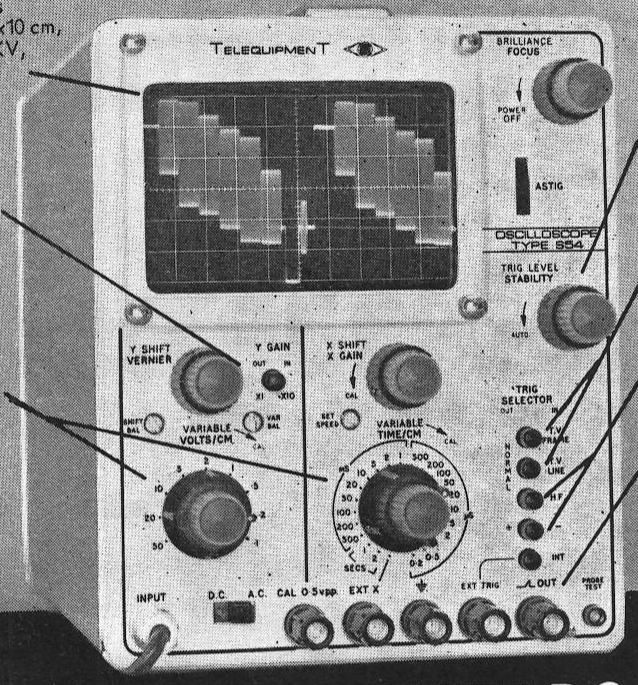
MODÊLO S54
TRANSISTORIZADO

Tubo de raios catódicos retangular com tela de 6x10 cm, Gratícula iluminada, 4 KV, Fósforo P31.

Ganho x 10 aumenta o fator de deflexão para 10mV / cm

Seletores por passos na sequência 1-2-5, e controles variáveis, entre passos.

Seletor de voltagem de linha, no painel traseiro, para tensões entre 100-250 Volts.



Portátil, pesando apenas 8 quilos, com as dimensões de 22,5 cm x 17,5 cm x 40 cm.

Gatilhamento efetivo com Operação Automática ou com Controle de Nível.

Seletor de linha ou quadro de TV para fácil gatilhamento com formas de onda de televisão.

Seleção de polaridade e fonte de gatilho.

Conectores no painel frontal proporcionam: Calibrador de amplitude, Teste de Ponta de Prova, Entradas para Horizontal e Gatilhos Externos e Saída de Varredura.

OSCILOSCÓPIO DE ESTADO SÓLIDO

DC a 10 MHz

Tempo de subida 35 nanosegundos

OPERAÇÃO GATILHADA

Projetado para indústria, laboratórios, pesquisas e ensino, êste osciloscópio de baixo custo oferece a garantia da TEKTRONIX, INC.

Perfeita assistência técnica para todo o Brasil a cargo da

IMPORTAÇÃO, INDÚSTRIA E COMÉRCIO AMBRIEX S/A

FILIAL S. PAULO
Avenida Pacaembú, 811
Fones: 51-0912
52-0655

MATRIZ RIO
Av. Graça Aranha, 226 - 6.º
Fones: 42-7291
42-7990

FILIAL P. ALEGRE
Rua Cel. Vicente, 421
s/ 403 - Fone: 7696

Consulte-nos sem compromisso sôbre êste ou outros Osciloscópios de baixo custo e excelente performance, fabricados pela TELEQUIPMENT, subsidiária inglêsa da TEKTRONIX, INC.

Mantenha seu Philco sempre Philco



NUNCA FOI TÃO FÁCIL!

Em qualquer parte do Brasil você encontra uma LOJA PHILCO, com peças e acessórios PHILCO genuínos.

- Estoque de todos os modelos
- Preços rigorosamente tabelados pela Fábrica

RÁDIO - TV - STÉREO

Philco Rádio e Televisão Ltda.
Dept.º de Serviços e Vendas de Peças
Rua Ururaí, 95
Fones: 295-2086 e 295-2064
Tatuapé - São Paulo - Capital

Rádio Emegê S/A.
Av. Rio Branco, 301
Fone: 220-3811 - Centro - São Paulo
Capital

Eletrônica Mundial Ltda.
R. Tte. Coronel Carlos Silva Araújo, 298
Fone: 61-4324 - Santo Amaro - São Paulo
Capital

Eletrônica Serphil Ltda.
Al. Ribeiro da Silva, 580
Fones: 51-7479 - 51-0443 e 52-5629
Campos Elíseos - São Paulo - Capital

Eletrônica Espacial
Rua Siqueira Bueno, 1161
Fone: 92-9663 - Moóca - São Paulo
Capital

Ser-Vídeo
Rua Capitão João Cesário, 135
Penha - São Paulo - Capital

TV Nova América Ltda.
Praça Centenário, 125
Fone: 51-2349 - Casa Verde - São Paulo
Capital

Eletrônica Ipiranga Ind. e Com. Ltda.
Rua Costa Aguiar, 1.235
Fones: 63-5774 e 63-4169 - Ipiranga
São Paulo - Capital

Eletrônica Souza
Estrada São Paulo-Rio, 892-B
São Miguel Paulista - SP

TV Técnica São Caetano Ltda.
Rua Alagoas, 398
Fones: 42-2665 e 42-1667
São Caetano do Sul - SP

Alberto Sonohara
Av. Francisco Monteiro, 404
Fone: 46-9403 - Ribeirão Pires - SP

Luiz Sérgio Ferreira & Cia. Ltda.
Rua Carvalho de Mendonça, 274
Fones: 2-7648 e 2-7458 - Santos - SP

Milton Correia & Cia. Ltda.
Rua Armando Sales de Oliveira, 75
Fone: 6-1484 - Cubatão - SP

Eletrônica Regente
Rua Regente Feijó, 1.563
Fone: 2-2119 - Campinas - SP

Edilson Ribeiro da Silva
Rua Américo Brasiliense, 655
Fone: 7874 - Ribeirão Prêto - SP

Manuel Erosa Solla
Av. Rodrigues Alves, 8-79
Fone: 63-96 - Bauru - SP

Loja Philco-Rio
Av. Mem de Sá, 204
Fones: 52-4535 e 22-5947 - Lapa
Rio de Janeiro - GB

Kosfoni Rádio e Televisão Ltda.
R. Parimá, 151
Fone: 30-2761 - Parada de Lucas
Rio de Janeiro - GB

Cosfon Rádio e Televisão Ltda.
Rua da Passagem, 88
Fones: 26-9707 e 26-0148 - Botafogo
Rio de Janeiro - GB

Konsil Instalações Ltda.
Av. N. Sra. de Copacabana, 1133 - L. 6 e 7
Fones: 56-6683 e 56-7905 - Copacabana
Rio de Janeiro - GB

Philtron Serviços Téc. e Eletrônicos S.A.
R. Visc. da Gávea, 125 - A-2.º e 3.º and.
Fones: 43-2957/58/59 - Centro
Rio de Janeiro - GB

E. M. R. Gomes de Oliveira
Rua Aimorés, 633
Fone: 24-9958 - Funcionários
Belo Horizonte - MG

José Rodrigues Lima
Rua dos Tupis, 1.365
Fone: 37-2541 - Barro Prêto
Belo Horizonte - MG

Oficina Super TV Ltda.
R. Senhor dos Passos, 223
R. Benjamin Constant, 1.200
Fones: 5-2986 - 5-2989 e 2-1960
Pôrto Alegre - RS

Lenir Cattani A. Pinto
Rua Benjamin Constant, 50
Fones: 4-1098 e 4-0790 - Curitiba - PR

Tadashi Nagai
Rua Souza Naves
Edif. Centro Comercial, s. 2 e 3
Fone - 18-38 - Londrina - PR

Tevetécnica e Representações Ltda.
SETOR C L - Quadra 102 - Bloco A
nº 17 - Fone: 2-7393 - Brasília - DF

Messias Cândido da Silva
Av. Santos Dumont, 51-B.
Fone: 6-1293 - Goiânia - GO

Danilo Bandeira & Cia.
Rua Bento Lisboa, 1
Fone: 3-2570
Salvador - BA

R. Gomes dos Santos
Rua Imperial, 745
Fones: 4-0402 e 4-4750 - Recife - PE

R. Gomes dos Santos (Filial)
Praça José Martins, 54 - Térreo
Caruaru - Pernambuco

Sobral & Cia.
Rua São Cristóvão, 56 e 64
Fone: 2086 - Aracaju - SE

P/ R. Gomes dos Santos
Jensen B. Monteiro
R. Duque de Caxias, 67
João Pessoa - Paraíba

Edmilson Sindeaux
Rua 24 de Maio, 654
Fone: 1-2265 e 1-2870 - Fortaleza - CE

Sertel Ltda. Serv. Tec. de Televisão
Rua Ó de Almeida, 298
Fone: 4618 - Belém - PA

PHILCO

- De Fama Mundial pela Qualidade!

34 anos sabendo o que é melhor para o mercado brasileiro!

SEMICONDUTORES

GENERAL ELECTRIC

Nós não temos tudo que V. venha pedir
oferecemos porém tudo que precisa
para modernizar e baratear
os seus circuitos de contrôle e comando.

UJT — transistor unijunção
CUJT — transistor unijunção complementar
SCS — comutador controlavel de silicio

DIAC — diodo bipolar de disparo
SUS — comutador unilateral
SBS — comutador bilateral

e a mais nova maravilha eletrônica, o...

PUT

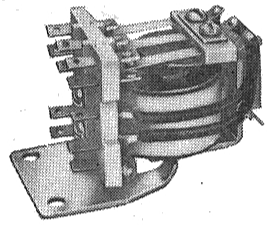
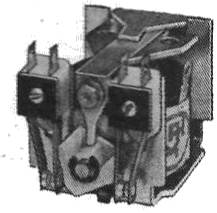
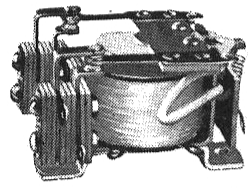
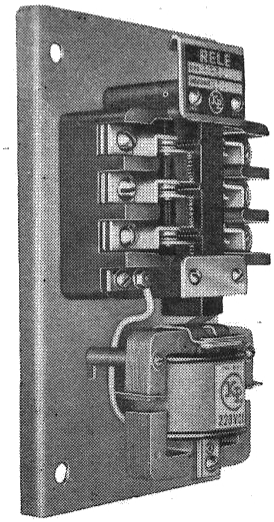
transistor unijunção **PROGRAMÁVEL,** qual por meio de duas resistências externas permite variar os parâmetros inalteráveis até ontem, tais como η, R_{BB}, I_P e I_V.

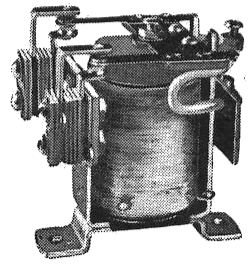
programe e construa os seus circuitos
s o b m e d i d a

Informações e Vendas em

APLICAÇÕES ELETRÔNICAS
ARTIMAR LTDA.
Lgo. São Bento, 64 - c/ 101
Fone 35-2452 São Paulo-1

15 ANOS
1954·1969
RELÉS KAP
DE TODOS OS TIPOS
PARA TODOS OS FINS



APARELHAGENS ELETRO
MECÂNICAS "KAP" LTDA.
RUA MADRE DE DEUS, 546
FONE 93-9332 - C. P. 4395
SÃO PAULO - BRASIL

O RELOJOEIRO ...

O TÉCNICO DE REFRIGERAÇÃO ...

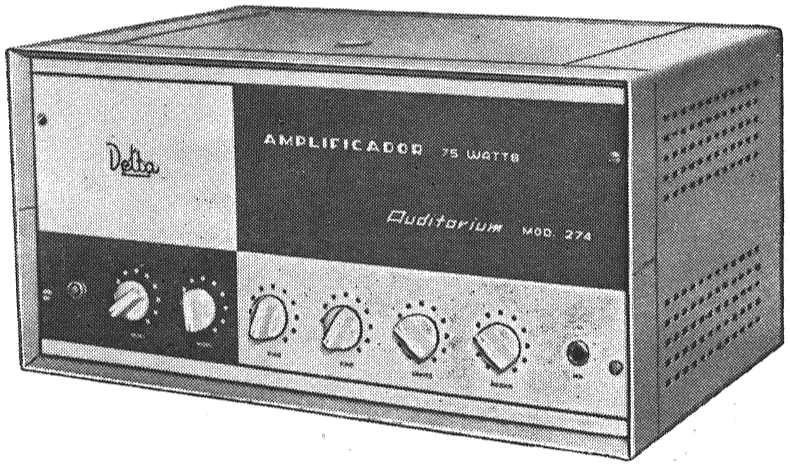
E o MECÂNICO DE AUTOS, de sua cidade ...

Consertam produtos de qualquer procedência, mas não fabricam nada, pois, para maior lucro, revendem e instalam produtos de fábricas conceituadas.

VOCÊ QUE É RADIOTÉCNICO DEVE FAZER O MESMO... NÃO MONTE AMPLIFICADORES, POIS

Delta

OFERECE-LHE (COM A EXPERIÊNCIA DE 25 ANOS) A MAIOR E MAIS COMPLETA LINHA DE EQUIPAMENTOS SONOROS FABRICADOS NO BRASIL.

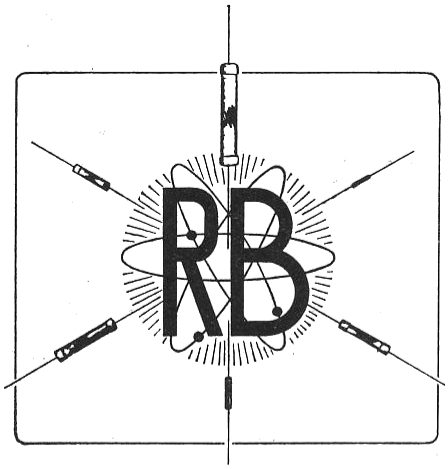


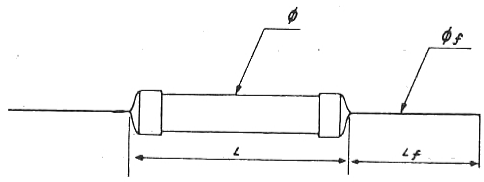
E MAIS AINDA: NOSSO DEPARTAMENTO TÉCNICO LHE AUXILIARÁ, SEM DESPESAS E SEM COMPROMISSO, A PROJETAR SERVIÇOS DE SOM — ATÉ 1.500 WATTS — PARA QUALQUER FIM.

NÃO ENCONTRANDO EM SEU FORNECEDOR HABITUAL ESCREVA A

DELTA S.A. Ind. e Com. de Aparelhos Eletrônicos

Caixa Postal 2.520 **São Paulo**





Tipo	Resistência Min. Ω	Resistência Máx. MΩ	Potência máxima W	Tensão máxima V	Dimensões mm L	Ø	LS	ØS
TM	1	5	0,25	500	10	3	30	0,7
TN 1	3	10	0,5	700	17	4,5	30	0,8
TN 2	5	10	1	1000	26	4,5	30	0,8
TN 3	5	10	2	1000	31	6,2	30	0,8
TN 4	5	10	3	1400	46	8,3	30	0,8

R. B. Resistências Brasileiras S/A.

Indústria e Comércio de Componentes Eletrônicos

Fábrica e Escritório: Rua Barão do Rio Branco, 279/283 — Tel.: 61-7996
Santo Amaro
Caixa Postal 3131 — São Paulo — SP — Brasil. End. Telegr.: "ERREBESA"

EDIÇÕES ETEGIL

Esquemas INVICTUS

2.ª edição, contendo todos os esquemas dos rádios e televisores desta conhecida marca, fabricados até janeiro de 1967 — **NCr$ 11,00**

Corrente Contínua e Magnetismo, por E. J. Black
Obra escrita especialmente para os principiantes que querem conhecer os princípios fundamentas da eletricidade e eletrônica.
5 capítulos, 128 páginas, 84 ilustrações — NCr$ 4,50

Elementos de Análise de Sistemas lineares, por L. V. Boffi e A. M. Coutinho
Livro texto para o estudante de eletrônica, proporcionando os conceitos básicos para a compreensão do funcionamento de sistemas lineares.
13 capítulos, 264 páginas, 240 ilustrações —NCr$ 8,50

Aplicação da Teoria do Tráfego Telefônico, por Z. Fuzesi
O autor, conhecedor profundo dos problemas existentes no Brasil no tocante ao serviço telefônico, apresenta nessa obra os cálculos referentes ao tráfego telefônico.
11 capítulos, 308 páginas, 149 ilustrações e dezenas de tabelas — NCr$ 21,00

Acústica Técnica, por L. X. Nepomuceno
A única obra em português ou espanhol que trata da acústica sob todos os seus aspectos. Um livro indispensável ao técnico e engenheiro de eletrônica, mas também ao arquiteto interessado em tratamento acústico de ambientes.
11 capítulos, 592 páginas, 350 ilustrações — NCr$ 33,00

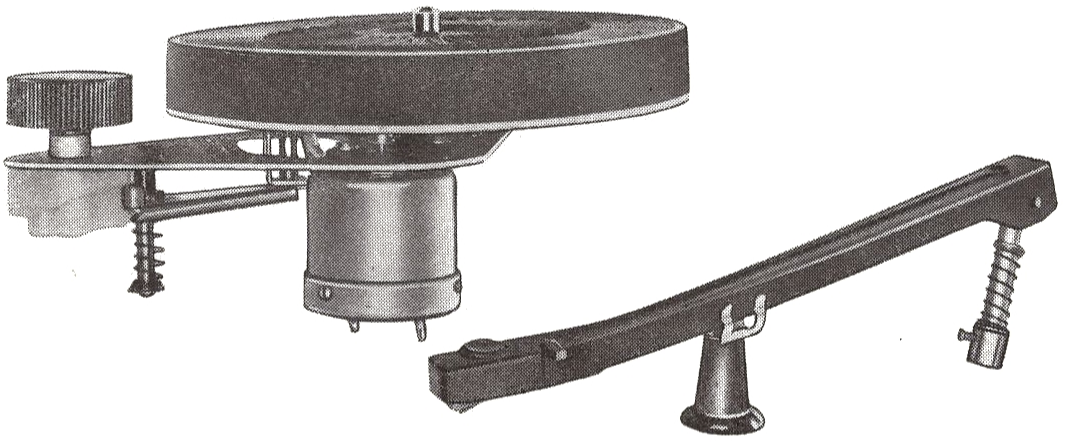
REMESSAS PARA O INTERIOR E OUTROS ESTADOS — Sem qualquer despesa, enviaremos pedido acompanhado de cheque pagável em S. Paulo, Vale Postal ou carta com valor declarado.

REEMBÔLSO POSTAL — Enviaremos pelo Reembôlso Postal, sòmente pedidos superiores à NCr$ 10,00, com despesas de porte por conta do comprador.

ETEGIL – Editôra Técnico-Gráfica Industrial Ltda.

Rua Sta. Ifigênia, 180 — Tel. 35-4006 — C. Postal 30.869 — S. Paulo

Toca-Disco Compacto Para Corrente Contínua DM-2001



- Toca-disco projetado para consumo mínimo.
- Motor com torque alto e rotação uniforme, resultando o aproveitamento máximo das pilhas.
- Consumo: 9 volts — 30 mA.
- Rotação: 33 — 45 e 78 R P M.
- PRATO balanceado 100%.
- Braço extra leve com cristal, ideal para eletrolas portáteis.

motoplay

S. A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO

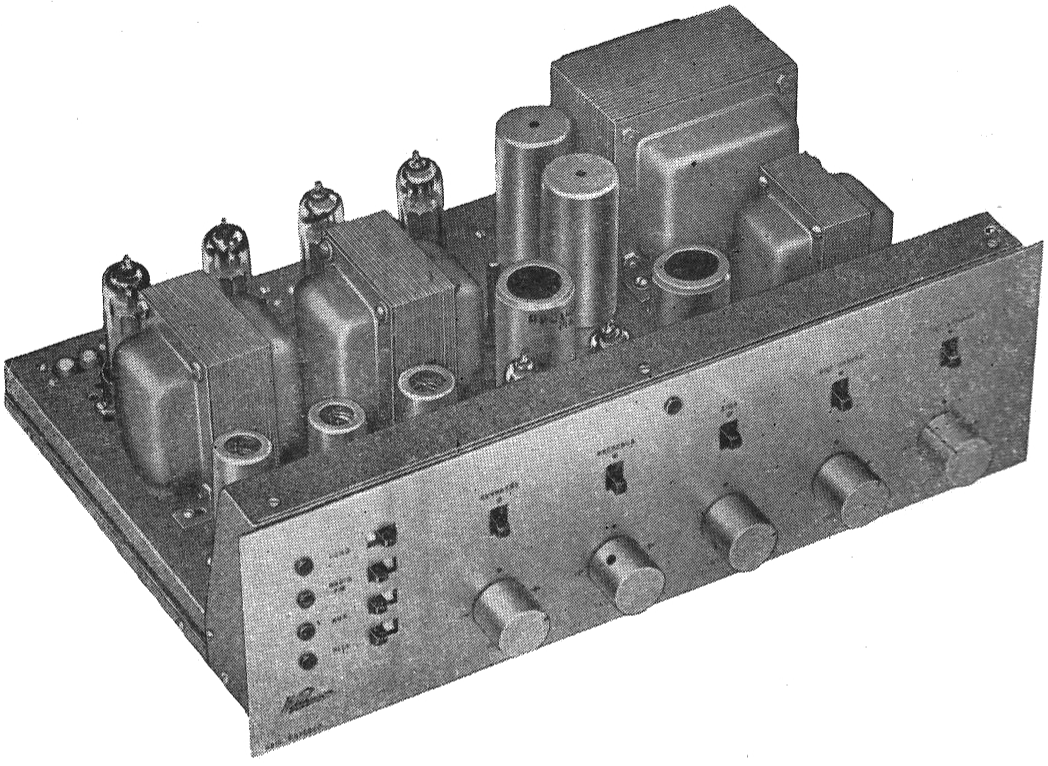
AV. PROF. FRANCISCO MORATO, 5291 (BR-2)
CX. POSTAL 11.026 — FONE: 282-38-90 — S. PAULO

ESPETACULAR LANÇAMENTO

WILLKASON

CONJUNTO PARA AMPLIFICADOR ESTEREOFÔNICO DE ALTA-FIDELIDADE — MODÊLO 2212

12 watts de saída por canal



DETALHE DO CONJUNTO JÁ MONTADO

Características:

Potência de saída: 12w, por canal.

Impedância de saída: 4, 8, 16ohms.

Distorção harmônica: menor que 1% a 12watts.

Resposta de freqüência: ± 0,5dB de 20Hz a 25KHz, a 12watts.

Sensibilidade para 12watts:

Auxiliar. Rádio e Fita: 500mV por canal.

Fono, cerâmica: 48mV.

Fono, magnético: 8mV.

Contrôles de graves: +7dB a 30Hz e —15dB a 30Hz.

Realimentação negativa: 16dB.

Nível de ruído, contrôles no máximo:

entrada magnética — 46dB.

outras entradas — 55dB.

O conjunto é constituído de chassi especial, jôgo de transformadores, painel e "knobs", sendo acompanhado de diagrama esquemático, chapeados e instruções de montagem.

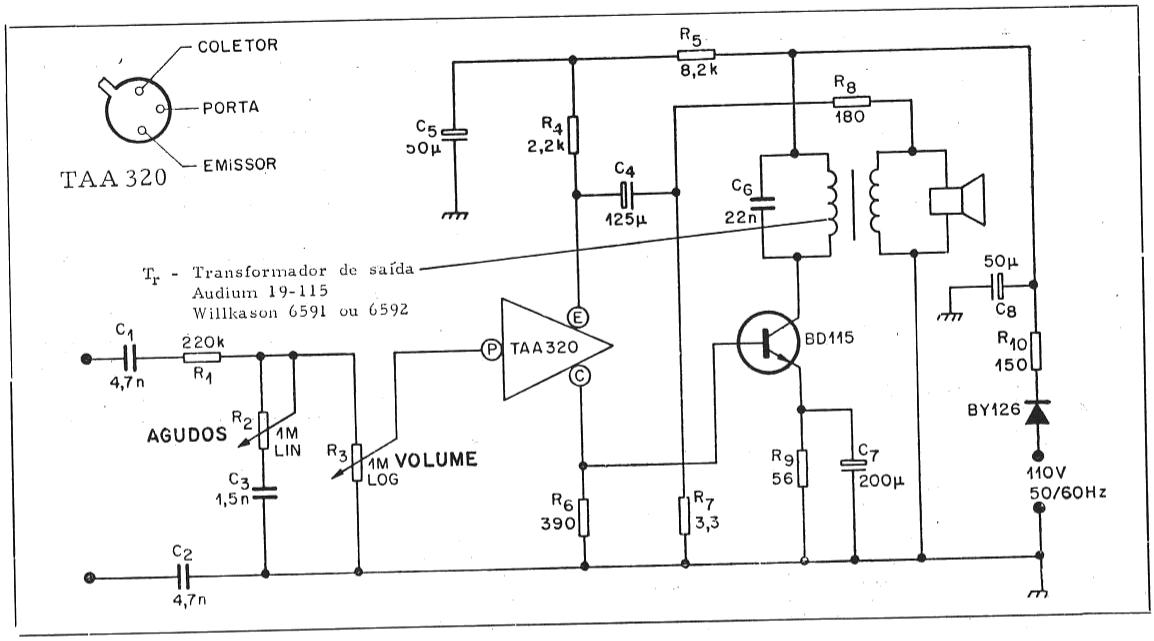
CASA DOS TRANSFORMADORES

RUA SANTA IFIGÊNIA, 372 - FONE: 36-4053 - Z. P. 2 - SÃO PAULO

O que existe de nôvo em Circuitos de Áudio?

PARTE IX — Amplificador com circuito integrado.

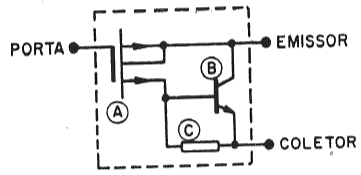
Voltando à aplicação de circuitos integrados, já abordada na parte VII, apresentamos aqui um áudio-amplificador completo, alimentado diretamente pela rêde, capaz de fornecer uma potência de 2W, sôbre uma carga de 4Ω



O estágio de saída é constituido por um único transistor, o BD115, que opera em classe A, na configuração emissor comum. A elevada tensão coletor-emissor do BD115 permite que a alimentação seja obtida de um retificador convencional de meia-onda, ligado diretamente à rêde, dispensando o transformador de alimentação.

O sinal necessário para excitar o BD115 é fornecido pelo circuito integrado TAA320, que desempenha também a função de pré-amplificador. O emprêgo dêste CI (cujo diagrama interno pode ser visto na figura abaixo), além de simplificar a configuração do projeto, facilita enormemente a execução, pois elimina a necessidade de efetuar a montagem dos circuitos mais críticos do aparelho. Na realidade, a substituição dêste CI por um circuito convencional capaz de desempenhar as mesmas funções, exigiria o acréscimo de dois transistores, três capacitores e quatro resistores, cuja disposição poderia oferecer problemas ao montador.

Conforme pode ser observado no diagrama, o TAA320 possui, na entrada, um "transistor por efeito de campo" (FET — "Field Effect Transistor"), o que lhe confere uma elevadíssima impedância de entrada. Além dessa característica,



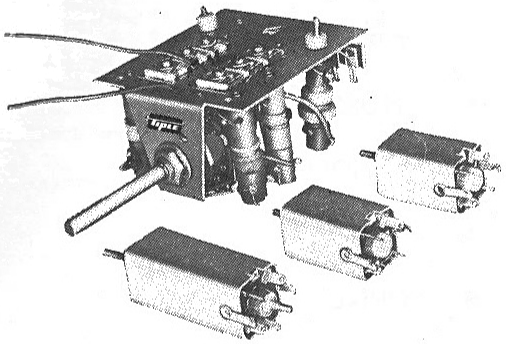
o TAA320 apresenta alta transcondutância e baixo nível de ruído, permitindo ainda apreciável dissipação. Trabalhando com o sinal de entrada proveniente de uma cápsula cerâmica ou de cristal, o TAA320 é capaz de excitar diretamente o BD115, permitindo-lhe fornecer uma potência de 2W de áudio, com excelentes características.

IBRAPE **CONSULTORIA TÉCNICO-COMERCIAL**

Caixa Postal 7.383 - S. Paulo - S.P.

BOBINAS TIPLE

MONOBLOCO p/TRANSISTOR 3 FAIXAS



AGORA TAMBÉM FABRICAMOS AS FAMOSAS BOBINAS

TIPLE

CONSERVANDO A TRADICIONAL QUALIDADE

Beli

IND. COM. DE APARELHOS ELETRÔNICOS LTDA.

Rua Pedro, 684 — Fone.: 298-2710

Caixa Postal 17031

TREMEMBÉ

SÃO PAULO

ELECTRA

EDIÇÕES DE RÁDIO E TELEVISÃO

120 Esquemas de Rádio-Receptores — Cabrera — Esquemas e relação de materiais para a montagem de rádios a válvulas e transistores, utilizando bobinas de fabricação comercial. .... **NCr$ 10,00**

Montagens de Amplificadores e Receptores — Cabrera — Esquemas, descrições e relação de material de vários tipos de amplificadores a válvulas e transistores, estereofônicos ou não, bem como receptores de rádio. ..... **NCr$ 15,00**

O Transistor — Cabrera — Teoria, características, circuitos típicos, consertos de rádios transistorizados. (Port.) ..... **NCr$ 12,00**

Análise Dinâmica em TV — Cabrera & Martins — Livro prático sôbre a pesquisa de defeitos em televisores, com roteiro das provas e medições necessárias, de acôrdo com a natureza da falha — **NCr$ 10,00**

Rádio Reparações — Cabrera — Localização de defeitos, etapa por etapa: análise, valor dos potenciômetros e transformadores; seus cálculos e dados práticos — e outros informes para o rádio-reparador. (Port.) ..... **NCr$ 10,00**

Aprenda Rádio — Cabrera & Saba — Livro ideal para o principiante: teoria básica, montagem de receptores e amplificadores — 13.ª edição — **NCr$ 12,00**

Televisão Prática — Cabrera — Livro para preparo dos técnicos de televisão: teoria, esquemas, defeitos. Nova edição ..... **NCr$ 22,00**

Manual de Válvulas Electra — Série Alfabética — Características de Válvulas Nacionais, Americanas e Européias; equivalências e ligações do suporte — — Volume abrangendo os tipos cujas designações começam por letras ..... **NCr$ 14,00**

TV Reparações pela Imagem — Cabrera & Martins — Localização rápida de defeitos; 80 fotografias de imagens, com indicação de causa da falha observada. 3.ª edição. ..... **NCr$ 10,00**

Esquemas Nacionais de TV — Cabrera — 60 esquemas de marcas nacionais de TV. 1.º volume **NCr$ 11,00**

Esquemas Nacionais de TV — Cabrera — Vol. II ..... **NCr$ 11,00.**

Esquemas Nacionais de TV — Cabrera — Vol. III ..... **NCr$ 11,00.**

Esquemas Nacionais de TV. — Cabrera — Vol. IV ..... **NCr$ 13,00.**

Remessas para o interior e outros estados — Sem qualquer despesa, enviaremos pedido acompanhado de cheque pagável em S. Paulo, Vale Postal ou Carta com valor declarado.

Reembôlso Postal — Enviaremos sòmente pedidos superiores a NCr$ 10,00, com despesas de porte por conta do cliente.

EDITÔRA TÉCNICO-GRÁFICA INDUSTRIAL LTDA.

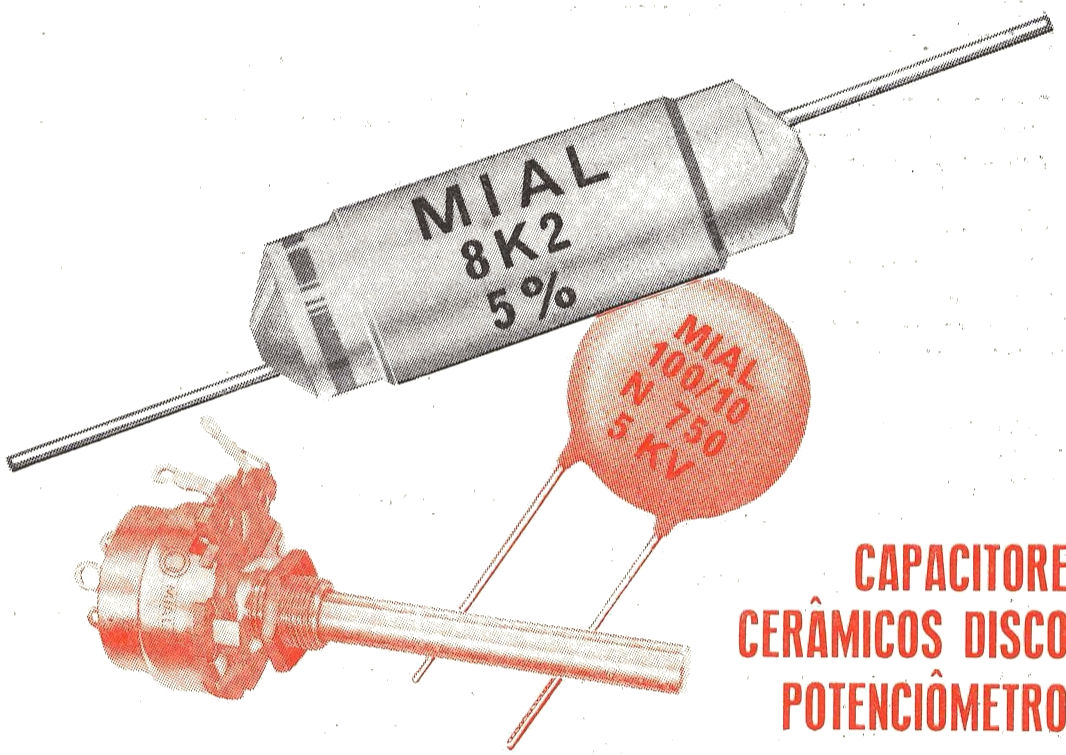
R. Sta. Ifigênia, 180 — Cx. Postal, 30.869

End. Telegr.: "GRAFTRON"

São Paulo

MIAL

CAPACITORES EM POLISTIROL



CAPACITORES
CERÂMICOS DISCOS
POTENCIÔMETROS

MIALBRAS S.A.

INDÚSTRIA E COMÉRCIO DE MATERIAIS ELETRÔNICOS

RUA ALESSANDRO VOLTA, 111 (Fim da R. Michigan) BLOOKLIN NOVO - FONE: 267-9211 (PABX)
CAIXA POSTAL, 6297 • SÃO PAULO

REPRESENTANTES:-

ANTONIO BENTO & CIA. LTDA. R. Sá Viana, 115 • GRAJAÚ • RIO DE JANEIRO - GB
RUBENS DIAS SCOLA R. dos Andradas, 1664, 6.º cj. 601, C. Postal. 423 • P. ALEGRE - RS
F. LUCAS DE ALMEIDA Av. Barbosa Lima, 149 - s/ 414, C. Postal, 2261 • RECIFE - PE

SERVART PUB



EUA — DESINTEGRADOR ATÔMICO MAIOR DO MUNDO JÁ INICIADO.

A Comissão de Energia Atômica dos EUA (AEC) tornou público que aquele país deu início em dezembro último à construção do maior desintegrador atômico do mundo.

O Laboratório Acelerador dos Estados Unidos é o complexo que abrigará essa enorme máquina a qual arrancará e projetará os prótons dos étomos de hidrogênio contra minúsculos alvos nucleares, sob velocidades até próximas a da luz (300.000 km/s).

O acelerador, de 200 bilhões de eletron-volts, será três vêzes mais potente que o acelerador soviético de Yerpukhov. Todavia, o importante é que, pela primeira vez, a máquina estará no alcance de fôrça adequada para obter algum sentido e unidade da proliferação das partículas "básicas" descobertas no núcleo do átomo desde a Segunda Guerra Mundial.

Êsse trabalho experimental é de um vulto tal que o Laboratório Acelerador será operado para a AEC pela Associação Universitária de Pesquisas (organização de 48 universidades norte-americanas e canadenses); será constituído de uma equipe de aproximadamente 100 físicos visitantes, muitos do exterior. Numa área de quase 28 quilômetros quadrados trabalharão 2 mil pessoas, e o orçamento anual do Laboratório atingirá o equivalente a 220 milhões de cuzeiros novos. Ficou determinado pela AEC que as instalações ficarão abertas a todos os grandes físicos do mundo.

Tais investigações sôbre a matéria poderão levar a humanidade a novas descobertas sôbre as leis naturais, cujas aplicações poderiam alterar o modo de vida do ser humano.

FM-ESTÉREO NO BRASIL

Muito antes do que se esperava, o Brasil terá sua primeira estação transmissora em FM-estéreo. A iniciativa pioneira caberá à Rádio Cultura de São Paulo — capital — que pertence à Fundação Padre Anchieta de Rádio e TV Educativa. Programação de alto gabarito e sem propaganda comercial: outro fator que muito contribuirá para aumentar consideràvelmente o índice de audiência daquela emissora e certamente estimulará novamente o mercado paulista de receptores de FM.

FEIRA ELETRO-ELETRÔNICA EM SÃO PAULO

Realizar-se-á de 21 de junho a 6 de julho, a IV Feira Eletro-Eletrônica, vitoriosa promoção de Alcântara Machado Comércio e Empreendimentos Ltda. Essa mostra bienal, que conta com o patrocínio do Sindicato da Indústria de Aparelhos Elétricos, Eletrônicos e Similares do Estado de São Paulo, reunirá novamente no Pavilhão Internacional do Parque Ibirapuera, os expoentes máximos da indústria em nosso país.

As maiores indústrias nacionais do ramo irão aí apresentar seus novos produtos e aperfeiçoamentos; o visitante poderá inteirar-se de tudo o que há de nôvo no mundo da eletrônica. Nenhum de nossos leitores poderá deixar de visitar a IV Feira Eletro-Eletrônica.

OBSERVAÇÃO AUTOMÁTICA DA POLUIÇÃO DO AR

O Govêrno da Holanda e a Philips de Eindhoven iniciaram uma investigação conjunta acêrca das possibilidades de ser instalada uma rêde nacional de estações altamente automatizadas para a medição dos níveis de poluição do ar naquele país, através da análise eletroquímica. Por êsse sistema, promove-se uma reação química, utilizando-se a substância poluidora do ar que, transformada nas estações de observação em sinal elétrico, chega à estação central situada no Instituto Nacional de Saúde Pública (RIV), em Bilthoven. O sinal é, então, registrado nnm computador e processado. O equipamento escolhido para o trabalho de observação pode ser usado por vários meses sem intervenção humana. No momento, o RIV está estudando a zona industrial de Twente, a leste do país, com o auxílio de corantes (método que usa o princípio colorimétrico), tentando estabelecer a necessária densidade permissível para a futura rêde nacional de observação. Inicialmente, a pesquisa se limitará à determinação da cota de dióxido de enxôfre no ar.

ATENÇÃO

Preenchendo o cupom ao lado e enviando-o à Philco Rádio e Televisão Ltda. — Caixa Postal 4753 — São Paulo — V. receberá, pela volta do correio, o Manual de Serviço dêste chassi (373-S).

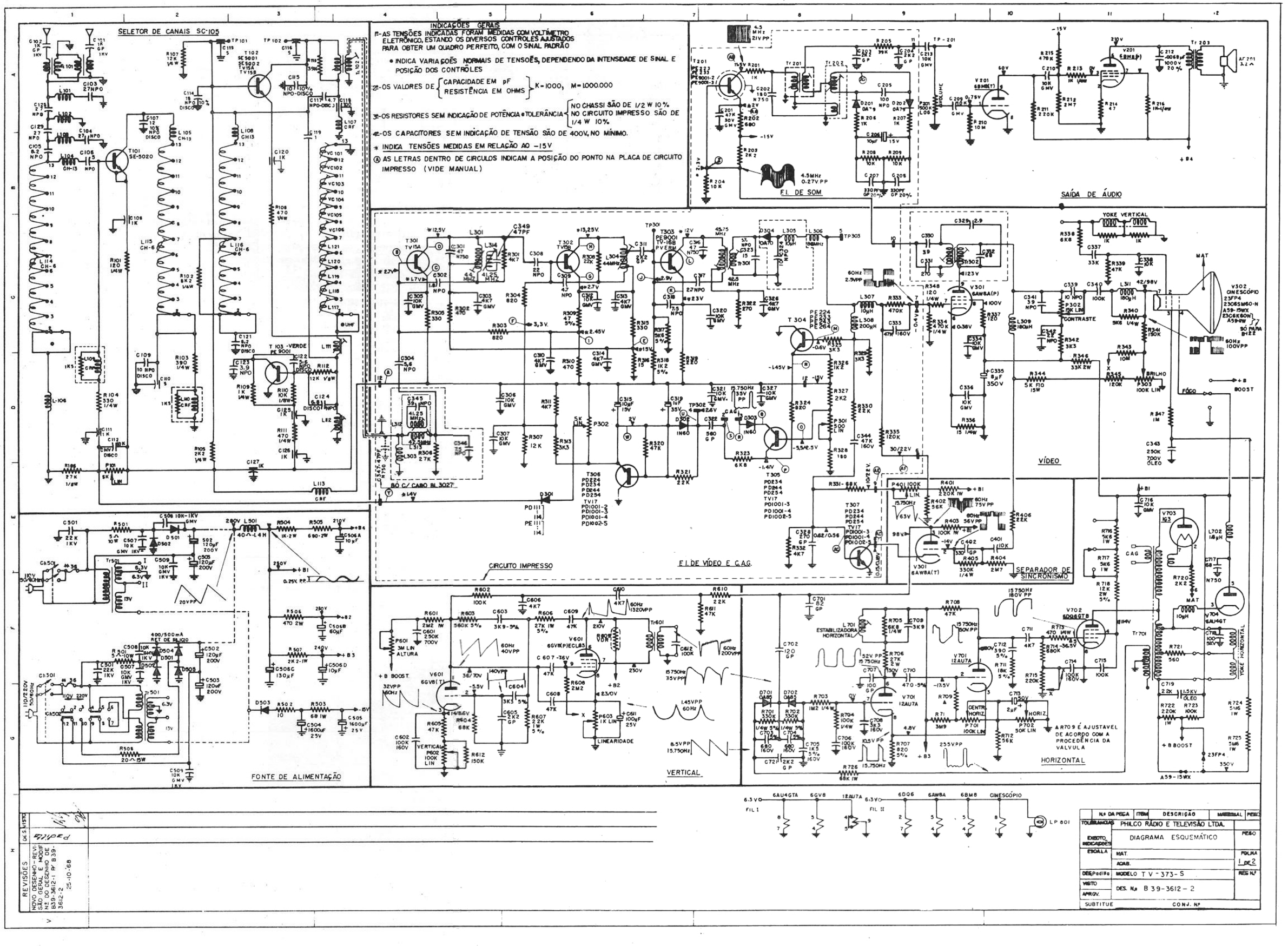
À Philco Rádio e Televisão Ltda. — Caixa Postal 4753 — São Paulo

Nome .....

Rua ..... **N.º** .....

Caixa Postal ..... **Bairro** .....

Cidade ..... **Estado** .....

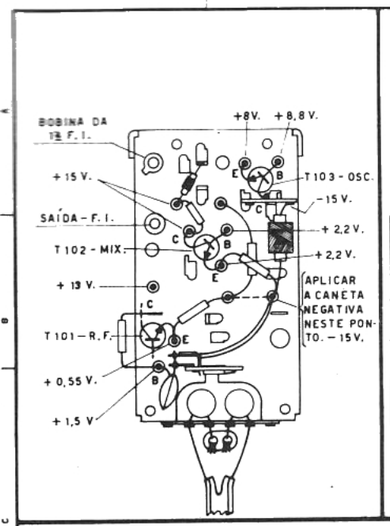


Nº DA PEÇA	ITEM	DESCRIÇÃO	MATERIAL	PESO
TOLERÂNCIAS EXCETO INDICADAS		PHILCO RÁDIO E TELEVISÃO LTDA.		
		DIAGRAMA ESQUEMÁTICO		PESO
ESCALA		MAT.		FOLHA 1 DE 2
		ACAB.		
DES. Padilha		MODELO T V - 373 - S		RES. Nº
VISTO		DES. Nº B 39-3612-2		
APROV.				
SUBTITUE		CONJ. Nº		

REVISÕES	DES. VISTO
V NOVO DESENHO - REVISÃO GERAL E MODIFICAÇÃO DO DESENHO DE B 39-3612-1 PP B 39-3612-2 25-10-68	Padilha

FEÇO-LHES REMETER-ME PELA VOLTA DO CORREIO,

O MANUAL DE SERVIÇO DO CHASSI 373-S



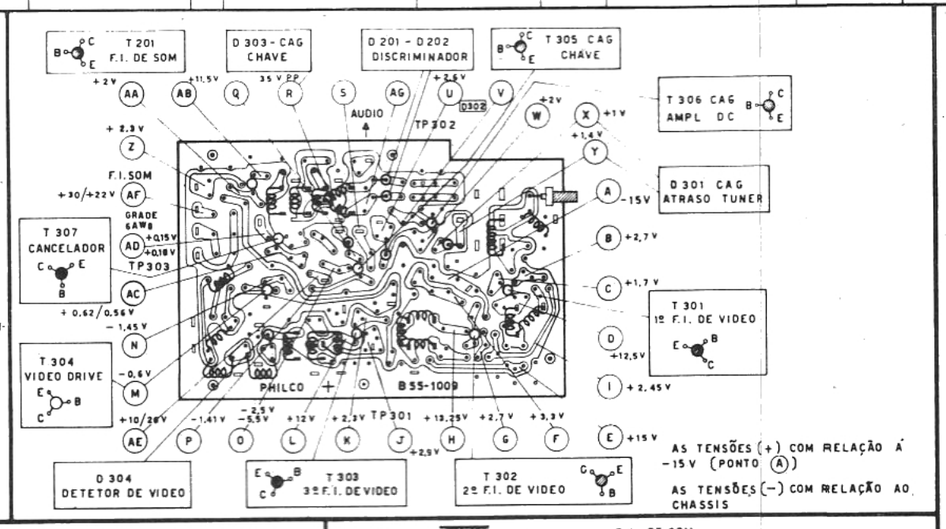


TABELA DOS VALORES OHMICOS NO CIRCUITO IMPRESSO

OS VALORES DAS LISTAS (A1) E (A2) VARIAM CONFORME A JUNCAO DOS TRANSISTORES EMPREGADOS COM 40% DE TOLERÂNCIA, POREM OS VALORES DA LISTA (B1) E (B2), COM TOLERÂNCIA MÁXIMA DE 20% EM ESTADO NORMAL.

INSTRUMENTOS DE MEDIÇÃO COM 20 K Ω P/ VOLTS – TIPOS : SIMPSON, SANWA, ENGRO - - - etc.

OBSERVAÇÕES – EM GERAL, NOS INSTRUMENTOS DESTA CATEGORIA, AS BATERIAS INTERNA ESTÃO LIGADAS INVERSAMENTE - EM RELAÇÃO AOS POLOS DAS CANETAS DE PROVA CONFORME INDICAÇÕES DOS DESENHOS.

	ESCALA R X 1 BASE AO COLETOR	ESCALA R X 1 BASE AO EMISSOR	ESCALA R X100 BASE AO COLETOR	POSSIVEIS DEFEITOS VALOR MENOR JUNÇÃO DO TRANSISTOR OU COMPONENTE. VALOR MAIOR NÃO E' TRANSISTOR.	ESCALA R X100 BASE AO EMISSOR	POSSIVEIS DEFEITOS VALOR MENOR JUNÇÃO DO TRANSISTOR OU COMPONENTE. VALOR MAIOR NÃO E' TRANSISTOR.
T 301 - 1º F. I.	28 Ω	18 Ω	2,7 K	L 301 - C302, 303 - R 309	1,6 K	C 304, 310, 305 - R 305, 303, 310
T 302 - 2º F. I.	28 Ω	18 Ω	2,9 K	L 304 - C 313, 309 - R 315, R 304	2,6 K	C 312, 310 - R 309, 310, 312, 314, 313, 304
T 303 - 3º F. I.	18 Ω	20 Ω	2 K	TR 2 - C 316, 326, 318, 317 - R 322, 318	1,4 K	C 318, 320 - R 319, 318
T 304 - C. A. G.	18 Ω	20 Ω	8 K	R 325, 329 - D 304	10 K	R 325, 326, 329 - D 304
T 307 - CANC. RUIDO	70 Ω	20 Ω	ALTISSIMO	6AW8 - TR	4,7 K	R 332 - C 328
T 201 - SOM	18 Ω	20 Ω	3,5 K	R 201 - TR 201 - R 203 BLINDAGEM CURTO	2,7 K	R 202, 203 - C 201
T 305 - C. A. G.	70 Ω	20 Ω	ALTISSIMO	D 303 - T 305	2,7 K	R 324, 326, 327
T 306 - C. A. G.	18 Ω	20 Ω	15 K	D 302 - R 321, 320 C 319	15,5 K	D 302 - R 321, 320 - C 319
D 304 - VIDEO - (DET.)	60 Ω	DEFEITOS POSSIVEIS TR 2 - L 305, 308	4,7 K	R 329 - D 304 - C 325		
D 303 - C. A. G. CHAVE	45 Ω	D 303	10 Meg	C 324 - BLIND. CURTO D 303 - T 305 FLY-BACK		
D 201 - D 202	70 Ω	D 201 - D 202 - TR 202	27 K	D 201, 202 - C 206, 207 C 208 - R 207, 208, 209		
D 301 - ATRASO TUNER	60 Ω	D 301	2,4 K	D 301 TUNER - R 312		
D 302 - C. A. G.	60 Ω	D 302	30 K	R 321 - T 306		
T 101 - R. F.	28 Ω	18 Ω	6,5 K		2,6 K	
T 102 MIX.	18 Ω	18 Ω	2 K		2,5 K	
103 OSC.	18 Ω	20 Ω	3,5 K		5,5 K	
COLUNA	A 1	A 2	B 1		B 2	

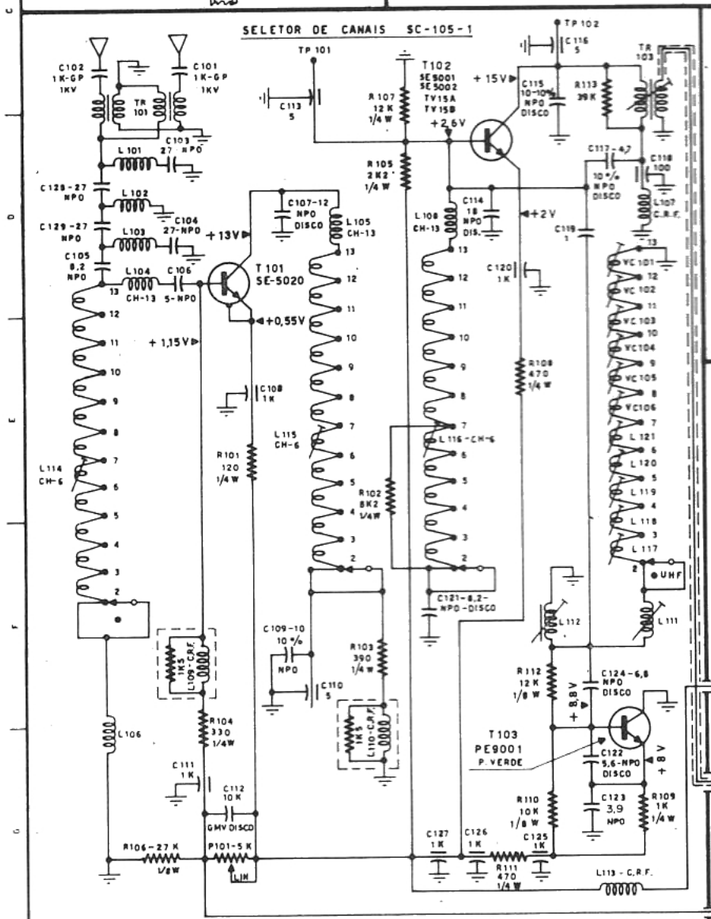
1 - CONSIDERANDO O TRANSISTOR COMO DOIS DIODOS

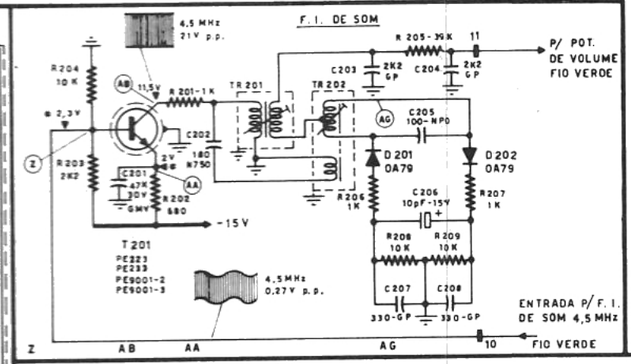


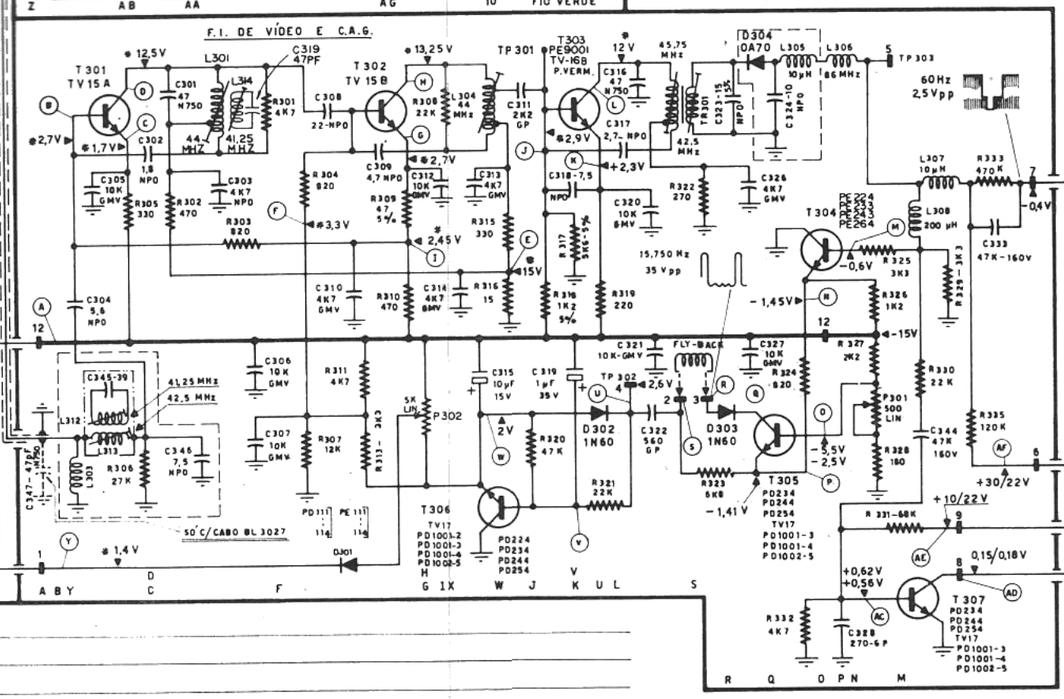
2 - SE A MEDIDA NA COLUNA (B) FOR IGUAL A MEDIDA NA COLUNA (A) (VALOR BAIXO), A JUNÇÃO ESTÁ EM CURTO OU ALTERADA, NÃO EXCLUINDO A POSSIBILIDADE DE UM CURTO NO RESISTOR, CAPACITOR OU CIRCUITO IMPRESSO.

3 - SE UMA MEDIDA NA COLUNA (A) FOR IGUAL A MEDIDA NA COLUNA (B) (VALOR MAIOR), A JUNÇÃO ESTA ABERTA OU ALTERADA, NÃO EXCLUIDA A POSSIBILIDADE DE UMA ALTERAÇÃO DOS COMPONENTES NO CIRCUITO, COMO RESISTOR CAPACITOR, CIRCUITO IMPRESSO, BOBINAS ETC.

4 - SE UMA MEDIDA NA COLUNA (B) FOR BEM MAIOR DO QUE A MEDIDA INDICADA, O DEFEITO NUNCA E' DO TRANSISTOR.







REVISÕES	DES. VISTO
NOVO DESENHO REVISÃO GERAL E MODIF. Nº DO DESENHO DE B39-3612-1 P/ B39-3612-2	
25-IC-68	

TOLERÂNCIAS EXCETO INDICAÇÕES	PHILCO RADIO E TELEVISÃO LTDA
ESCALA	DIAGRAMA DE SERVIÇO
	MAT.
	ACAB.
DES. 10-9-68 merigo	MODELO TV 373 - S
VISTO	DES Nº B 39-3612-2
APROV.	
SUBSTITUE	CONJ. Nº

PESO — FOLHA 2 DE 2 — REG. Nº

A1

MINI-TRANSCEPTOR VHF

CID DOS SANTOS ANTÃO JÚNIOR
Escola de Engenharia Mauá
MARIO SUGANUMA
Escola Técnica Bandeirantes

PARTE I

APRESENTAÇÃO

Neste artigo abordaremos um transceptor de alcance domiciliar e por isso mesmo a maioria das aplicações abrange a faixa de entretenimento. O receptor (experimental) de FM emprega o sistema de deteção por pulsos, cuja particularidade é a total ausência de bobinas de FI. A deteção é feita por dois diodos miniatura AA119, sendo a etapa de áudio constituída por dois BC108 (a mesma etapa descrita no artigo "Amplificador para fone de cristal" — Rev. Eletrônica n.º 30). Como amplificador de RF foi usado um transistor de silício BF185; conversor e canal de FI são compostos por quatro transistores BF184 também de silício. A recepção pode ser mantida até a uma distância de cêrca de 100 metros, longe de objetos metálicos e com orientação da antena, no mesmo nível e com visão direta. O aparêlho pode também ser usado como receptor de FM, operando em parte da faixa.

O tranceptor completo é de dimensões reduzidas (82 × × 112 × 35 mm) e engloba o transmissor, composto de um BF185 como oscilador e um diodo varactor BA102 para modulação em freqüência do oscilador. O sinal de áudio é obtido por um microfone a cristal. Sua compaticidade lhe confere a possibilidade de uso domiciliar (como microfone de FM volante, como brinquedo, etc.), pois foi previsto para obter um alcance reduzido. A alimentação é de 6 volts sob 10 mA. Dispõe de antena telescópica.

Na primeira parte do artigo trataremos só do transmissor. Na segunda e derradeira parte abordaremos o receptor e detalhes de construção do transceptor inteiro.

ADVERTÊNCIA: devido à natureza das ondas eletromagnéticas irradiadas e seu comportamento às vêzes imprevisível, a utilização do circuito para finalidades que não as previstas e o emprêgo e localização de uma antena que não os especificados, requer o cumprimento fiel das Normas e Regulamentos vigentes pelo qual a responsabilidade caberá única e exclusivamente ao usuário do circuito eximindo-se os responsáveis por esta revista das possíveis implicações legais.

DESCRIÇÃO E DESEMPENHO DO TRANSMISSOR

O circuito usa apenas um transistor planar-epitaxial de silício BF185 e um diodo semicondutor do tipo "VARACTOR" BA102. Como as potências em jôgo são muito baixas pôde-se prescindir da etapa amplificadora de áudio para modulação, pois a tensão gerada pelo microfone a cristal é suficiente para alterar a polarização e portanto excitar o varactor. O oscilador é do tipo Colpitts que oferece a vantagem de apresentar reduzida variação de freqüência em função da variação dos parâmetros do transistor.

Na Fig. 1 encontramos o circuito completo do transmissor. Os indutores L_1 e L_2 podem ser fàcilmente construídos e empregam fio ϕ 1,6 mm esmaltado (vide lista de material) e L_3 e L_4 são bobinas aguçadoras ("peacking coils") comuns utilizadas nos amplificadores de vídeo de TV. A bobina L_1 juntamente com C_3 forma o circuito tanque, L_4 é um bloqueio para RF e L_3 impede a passagem da RF para o microfone, evitando a irradiação. O desacoplamento de base e da fonte é feito por C_1 e C_2 respectivamente. O capacitor C_4 faz o acoplamento entre o circuito tanque e o varactor. A realimentação entre o coletor e o emissor é feita por C_5 de cujo valor depende a oscilação.

O microfone é de cristal (cápsula "S" Eletroacústica), de baixo custo e sua tensão de saída é mais que suficiente para modular o oscilador.

Polarização CC: para impor as condições $V_S = 6$ V, $V_{CE} = 5$ V e $I_B = 270$ μA utilizamos $R_1 = 68\ \Omega$ e $R_2 = 15$ kΩ.

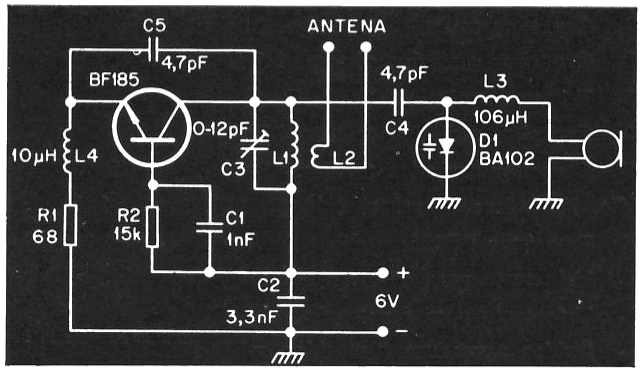


FIG. 1

Capacitores: para o desacoplamento da base do transistor e da fonte usamos $C_1 = 1$ nF e $C_2 = 3{,}3$ nF respectivamente. O capacitor C_4 de 4,7 pF ligado em série com o diodo BA102 limita o desvio (modulação Δf) de freqüência, ao mesmo tempo que impede que o diodo carregue completamente o circuito tanque. C_5 é utilizado para realimentar o sinal do coletor para o emissor; para que a oscilação seja mantida estável o valor de C_5 varia de acôrdo com os parâmetros de cada transistor oscilador; o valor 4,7 pF mostrou-se satisfatório para a maioria dos BF185 experimentados. O capacitor C_3 será oportunamente mencionado.

Bobinas: a bobina L_1 será vista na parte relativa ao circuito tanque. L_2 é o elo ou "link" de acoplamento de antena. L_3 deverá ter uma impedância de pelo menos 50 kΩ em 107 MHz para que a RF seja efetivamente bloqueada; por isso adotamos $L_3 = 106\ \mu H$. A bobina L_4 deverá ter reatância $X_L \gg \frac{1}{g_{ib}}$ (g_{ib} do BF185 é dado em manuais).

Circuito tanque: a freqüência de oscilação, a estabilidade e a eficiência do oscilador são funções do circuito tanque $L_1 C_T$ onde $C_T \cong C_3 + C_4 + C_{ob}$. Para a freqüência de 107 MHz L_1 vale 0,18 μH; nestas condições C_3 é um "trimmer" que permite variar a freqüência de 105 a 109 MHz.

Semicondutores: verifciou-se o comportamento do oscilador com a troca de vários BF185, com pequeno retoque em C_3 sintonizou-se uma freqüência f_o tomada como referência. O diodo varactor também não é crítico; êle trabalha reversamente polarizado pela tensão CC obtida a partir da retificação da tensão de RF do próprio circuito.

Modulação: a modulação em freqüência se deve à propriedade de o diodo apresentar variação de capacitância à medida que se varia a polarização sôbre êle. Quando o circuito oscila surge em L_1 uma tensão na freqüência de sintonia do circuito tanque. Essa tensão é aplicada sôbre C_4 e D_1, donde D_1 irá carregar C_4 o qual assim determinará a tensão reversa de polarização CC para D_1 e a sua capacitância quiescente. Se agora sôbre a polarização do diodo fôr superposta uma tensão alternada de baixa freqüência, a capacitância do diodo variará, em tôrno da capacitância quiescente, na mesma freqüência do sinal alternado e sua amplitude de variação será maior ou menor conforme a amplitude da tensão excitadora. Conseqüentemente a capacitância do circuito tanque variará proporcionalmente, e assim sua freqüência de ressonância. Em nosso caso um microfone fornece a tensão alternada, ou seja, a informação de áudio que se deseja transmitir em FM.

MEDIÇÕES

Rendimento do oscilador

Para esta medição o "link" de antena do transmissor foi carregado artificialmente com um resistor de 52 ohms. Sôbre êste resistor mediu-se a tensão de RF de 1,1 volt. Nestas condições e sob 6 volts de fonte o consumo CC medido foi de 9,7 mA. Temos, então:

$V_S = 6$ V
$I_S = 9{,}7$ mA
$P_S = 6 \times 9{,}7 = 58$ mW (potência fornecida pela fonte CC)

A potência P_o de saída obtida vale:

$$P_o = \frac{(1{,}1)^2}{52} = 23{,}3 \text{ mW}$$

O rendimento η, vale, então

$$\eta = \frac{P_o}{P_S} = \frac{23{,}3}{58} = 0{,}402$$

$\therefore \eta = 40\%$

NOTA: Evidentemente o valor de I_S varia com a carga do circuito tanque. O limite estabelecido de $I_E = 15$ mA, dado pelas resistências de polarização anteriormente vistas, só será atingido se o oscilador não oscilar.

Freqüência x tensão da fonte

Pela tabela abaixo podemos ver que não é grande a variação da freqüência, dada a aplicação a que se destina.

V_S (V)	f (MHz)
6	109,24
5,6	109,33
5,4	109,33
5,3	109,37
5,0	109,42
4,8	109,44
4,5	109,45
4,2	109,45
4,0	109,45

Influência da temperatura ambiente

É também relativamente pequena a influência da temperatura ambiente na freqüência do transmissor:

Para $T_{amb} = 20°C$, $f_o = 109{,}44$ MHz
$T_{amb\ max} = 60°C$, $f_o = 108{,}72$ MHz
} $V_S = 6$ V

Logo $\frac{\Delta f_o}{\Delta T} = \frac{720}{40} = 18$ kHz/°C

(Cont. no próximo número)

LISTA DE MATERIAL

R_1	Resistor de carbono 68 Ω,	1/4 W, 10%
R_2	Resistor de carbono 15 kΩ,	1/4 W, 10%
C_1	Capacitor cerâmico tubular	1 nF, ± 20%
C_2	Capacitor cerâmico pin-up	3,3 nF, −20 + 50%
C_3	Trimmer cerâmico	0,2-12 pF
C_4	Capacitor cerâmico tubular	4,7 pF, ± 0,5 pF
C_5	Capacitor cerâmico tubular	4,7 pF, ± 0,5 pF
Mic.	Microfone de cristal (cápsula "S" Eletroacústica)	
T_1	Transistor BF185	
L_1	Veja texto para construção	
L_2	Veja texto para construção	
L_3	Bobina aguçadora ("peacking coil")	SOLHAR 106 μH
L_4	Bobina aguçadora ("peacking coil")	SOLHAR 10 μH

TRANSFORMAÇÃO DELTA ⇌ ESTRÊLA

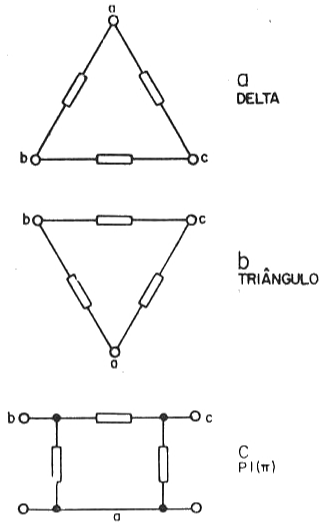


FIG. 1

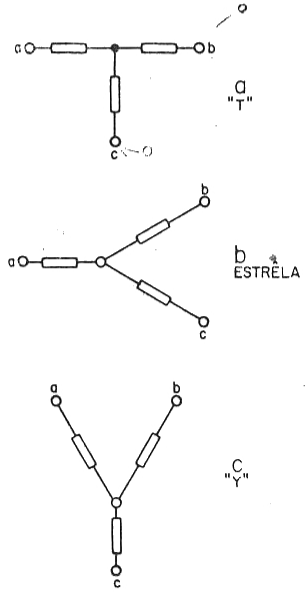


FIG. 2

INTRODUÇÃO

Nos cálculos de análise de circuitos, são freqüentemente encontradas rêdes de circuitos cujos elementos estão ligados segundo uma das configurações das figuras 1 ou 2. Na figura 1a, temos a configuração conhecida como delta, que é exatamente equivalente às duas outras apresentadas na Fig. 1: triângulo (b) ou "π" (c). Na Figura 2, vemos, em (a) a ligação "T", equivalente à em estrêla (b) ou "Y" (c).

Em cálculos de rêdes, onde é usado o Teorema de Thévenin sempre nos deparamos com um dêstes tipos de representação, às vêzes de resolução um pouco difícil, mas que poderá ser facilitada através de uma transformação, quer de delta em Y ou vice-versa.

A TRANSFORMAÇÃO

Na Figura 3, apresentamos a correspondência entre uma ligação em triângulo (ou delta, ou ainda π) e uma configuração em estrêla (ou T, ou ainda Y). Temos aí, R_1, R_2 e R_3 que são as resistências de configuração em triângulo e R_a, R_b e R_c, que são as resistências da configuração em estrêla. Delta será aqui também designado pela lêtra grega "Δ".

Para a dedução da fórmula de equivalência, devemos partir do princípio de que:

— a resistência entre os pontos 1 e 2 da configuração em delta deve ser igual à resistência entre pontos 1 e 2 da configuração em Y.

— a resistência entre 1 e 3 deve ser a mesma nas configurações em Δ e em Y.

— a resistência entre 2 e 3 deve também ser a mesma em ambas as configurações.

Designando como $R_{12\Delta}$ a resistência entre os pontos 1 e 2 na ligação delta e como R_{12Y} a resistência entre os pontos 1 e 2 na ligação em Y. podemos escrever as seguintes condições:

$$R_{12\Delta} = R_{12Y} \quad (1)$$

$$R_{13\Delta} = R_{13Y} \quad (2)$$

$$R_{23\Delta} = R_{23Y} \quad (3)$$

Vejamos quais os valores das resistências acima, em função de R_1, R_2, R_3 e R_a, R_b, R_c. Na ligação em Δ, o valor de R_{12} é igual ao valor da associação em paralelo de R_1, com o conjunto série R_2, R_3. A resistência equivalente será

$$R_{12\Delta} = \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \quad (4)$$

Na ligação em Y, o valor de R_{12Y} é equivalente à associação em série de R_a e R_b:

$$R_{12Y} = R_a + R_b \quad (5)$$

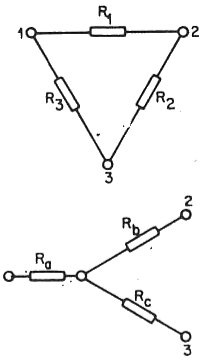


FIG. 3

Seguindo o mesmo raciocínio, teremos:

$$R_{13\Delta} = \frac{R_3 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{6}$$

$$R_{13Y} = R_a + R_c \tag{7}$$

$$R_{23\Delta} = \frac{R_2 (R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{8}$$

$$R_{23Y} = R_b + R_c \tag{9}$$

De acôrdo com a igualdade (1), podemos escrever,

$$R_a + R_b = \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{10}$$

e, da mesma forma, de acôrdo com (2) e (3), teremos:

$$R_a + R_c = \frac{R_3 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{11}$$

$$R_b + R_c = \frac{R_2 (R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{12}$$

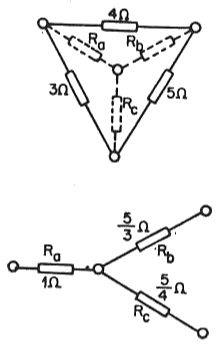


FIG. 4

Tirando o valor de R_b de (10) e (12), temos,

$$R_b = \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} - R_a \tag{13}$$

$$R_b = \frac{R_2 (R_1 + R_2)}{R_1 + R_2 + R_3} - R_c \tag{14}$$

Tanto (13) como (14) exprimem o valor de R_b, e portanto, são iguais entre si:

$$\frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} - R_a = \frac{R_2 (R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} - R_c$$

agrupando a expressão acima, temos

$$R_a - R_c = - \frac{R_2 (R_1 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3} + \frac{R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

e efetuando

$$R_a - R_c = \frac{- R_1 R_2 - R_2 R_3 + R_1 R_2 + R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$R_a - R_c = \frac{- R_2 R_3 + R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{15}$$

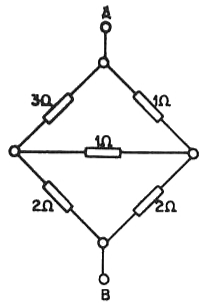
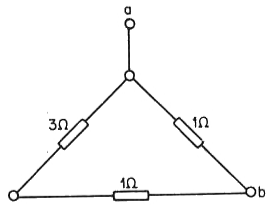


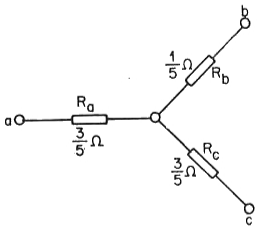
FIG. 5

Somando (11) com (15) temos,

$$R_a - R_c + R_a + R_c = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} + \frac{R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$



a



b

FIG. 6

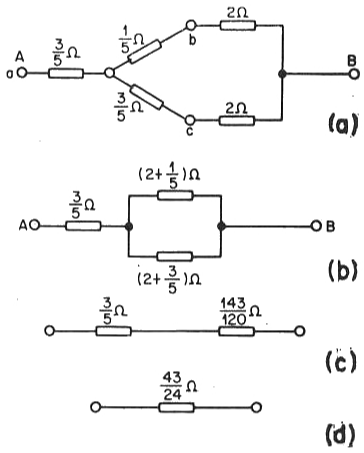


FIG. 7

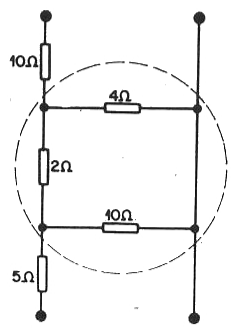


FIG. 8

ou

$$2R_a = \frac{R_1 R_3 - R_2 R_3 + R_1 R_3 + R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{2R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3}$$

e simplificando,

$$R_a = \frac{R_1 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{16}$$

Seguindo o mesmo caminho, chegaremos às fórmulas abaixo:

$$R_b = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{17}$$

$$R_c = \frac{R_2 R_3}{R_1 + R_2 + R_3} \tag{18}$$

Ou, chamando a soma $R_1 + R_2 + R_3$ de R, temos

$$R_a = \frac{R_1 R_3}{R}$$

$$R_b = \frac{R_1 R_2}{R}$$

$$R_c = \frac{R_2 R_3}{R}$$

que permitem calcular todos os elementos da configuração estrêla em função dos valores da configuração delta.

Para a transformação em sentido inverso, de estrêla para delta, as fórmulas podem ser deduzidas de modo semelhante, chegando-se às seguintes:

$$R_1 = \frac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_c} \tag{19}$$

$$R_2 = \frac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_a} \tag{20}$$

$$R_3 = \frac{R_a R_b + R_a R_c + R_b R_c}{R_b} \tag{21}$$

EXEMPLOS

1.º) Transformação Δ em Y:

Seja transformar para a configuração estrêla o circuito da Fig. 4.

Aplicamos as fórmulas (16), (17) e (18)

$$R_a = \frac{3 \times 4}{3 + 4 + 5} = \frac{12}{12} = 1\,\Omega$$

$$R_b = \frac{4 \times 5}{3 + 4 + 5} = \frac{20}{12} = \frac{5}{3}\,\Omega$$

$$R_c = \frac{3 \times 5}{3 + 4 + 5} = \frac{15}{12} = \frac{5}{4}\,\Omega$$

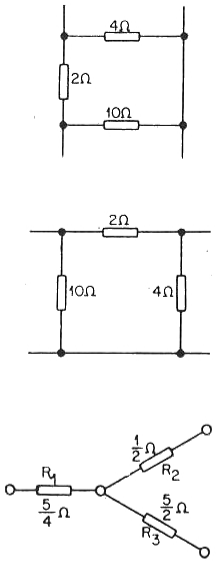


FIG. 9

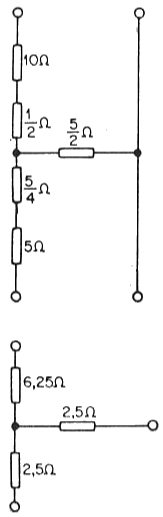


FIG. 10

2.º) Calcular a resistência total entre os pontos A e B do circuito da Figura 5.

Inicialmente, transformamos o circuito parcial delta (Fig. 6a) em estrêla (Fig. 6b e c)

$$R_a = \frac{1 \times 3}{1 + 1 + 3} = \frac{3}{5}\ \Omega$$

$$R_b = \frac{1 \times 1}{1 + 1 + 3} = \frac{1}{5}\ \Omega$$

$$R_c = \frac{3 \times 1}{1 + 1 + 3} = \frac{3}{5}\ \Omega$$

O circuito da Fig. 5 passa a ter as configurações sucessivas da Fig. 7. O valor definitivo calculado será

$$R_{AB} = \frac{72 + 143}{120} = \frac{215}{120} = \frac{43}{24}\ \Omega$$

3.º) Transformar a rêde da Figura 8 em uma configuração estrêla simples.

Inicialmente, fazemos a transformação do delta interno (assinalado por um circuito tracejado) em estrêla (Fig. 9).

$$R_1 = \frac{2 \times 10}{2 + 4 + 10} = \frac{20}{16} = \frac{5}{4}\ \Omega$$

$$R_2 = \frac{2 \times 4}{2 + 4 + 10} = \frac{8}{16} = \frac{1}{2}\ \Omega$$

$$R_3 = \frac{4 \times 10}{2 + 4 + 10} = \frac{40}{16} = \frac{5}{2}\ \Omega$$

A rêde terá, portanto, o circuito equivalente da Fig. 10 (a) e (b).

As fórmulas e os exemplos apresentados servirão para esclarecer muitas dúvidas que ,não raro, se apresentam ao técnico.

O Voltímetro Eletrônico

SÉRGIO AMÉRICO BOGGIO

No presente artigo iremos nos deter no estudo do **voltímetro eletrônico** que geralmente não é só voltímetro, realizando também outras medições.

Já tivemos a oportunidade de falar nessas medições quando tratamos do artigo "O Multitester" (RE N.º 26/27). Abordamos então o multímetro comum ou **"volt-ohm-meter"**, que para maior facilidade é designado por VOM. Veremos agora o voltímetro eletrônico ou **"vacuum tube volt meter"** que se abrevia VTVM. Cabe primeiramente fazer uma comparação entre êstes dois tipos de instrumentos.

O VTVM nada mais é que um VOM com um amplificador eletrônico na entrada. Êste amplificador tem por finalidade aumentar a sensibilidade do instrumento, permitindo ampliar tensões muito pequenas até valores suficientes para a deflexão do galvanômetro (vide RE n.º 26, pg. 72). Além desta vantagem existe outra, a de termos elevada impedância de entrada, o que em última análise significa menor consumo de corrente por parte do instrumento, ou seja, menor interferência sôbre a grandeza que se deseja medir. Para fixar idéias, suponhamos que se tenha de medir a tensão E_2 no circuito da Figura 1A, dispondo-se de um VOM de 20 kΩ/V (esta especificação do instrumento significa que para deflexão do ponteiro até o fim de escala o galvanômetro necessita, ou seja, consome ..... 1 volt/20.000 ohms = 50 μA de corrente). Para comparação utilizemos um VTVM de impedância de entrada 11 MΩ.

Vejamos na Fig. 1A quais seriam os valores de tensão que deveríamos ter sem a aplicação dos instrumentos. Pela lei de Ohm temos:

$$I = \frac{E}{R_1 + R_2} = \frac{10}{500.000 + 500.000} = 10\ \mu A$$

$$E_1 = R_1 \times I = 500\ k\Omega \times 10\ \mu A = 5\ V$$

$$E_2 = R_2 \times I = 500\ k\Omega \times 10\ \mu A = 5\ V$$

Assim, o valor exato da tensão E_2 é 5 volts. Coloquemos agora o VOM como indica a Fig. 1B. Como escala de medida utilizaremos a de 10 V; logo, o instrumento irá apresentar uma resistência interna R_i = 200 kΩ, pois se tivéssemos 10 volts entre seus bornes e ponteiro iria ao fim de escala e nessas condições 50 μA seria a corrente que estaria atravessando o galvanômetro; ora $R_i = \frac{10\ volts}{50\ \mu A} = 200\ k\Omega =$ = 20 kΩ (galvanômetro) + + 180 kΩ (resistência que entra em série com o galvanômetro ao se passar para a escala de 10 V). A Fig. 1C mostra o circuito equivalente, onde R_2 = 500 kΩ fica em paralelo com R_i = 200 kΩ, dando R'_2 (Fig. 1D)

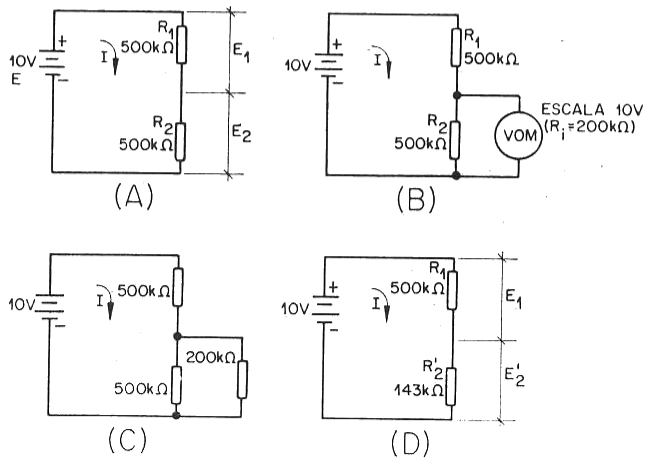


FIG. 1

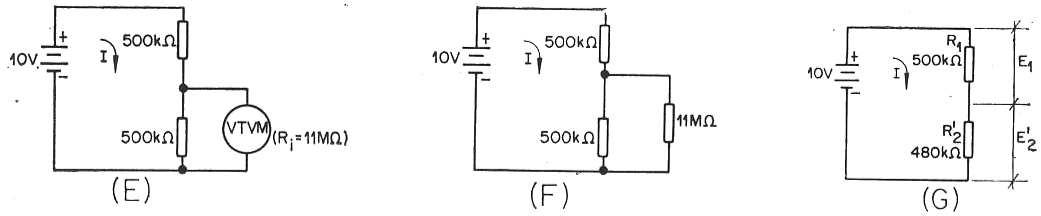


FIG. 1

$$R'_2 = \frac{500\ k\Omega \cdot 200\ k\Omega}{500\ k\Omega + 200\ k\Omega} \cong 143\ k\Omega$$

Pela Fig. 1D temos:

$$I = \frac{E}{R_1 + R'_2} = \frac{10\ V}{500\ k\Omega + 143\ k\Omega} = 15{,}5\ \mu A$$

$$E_1 = R_1 \times I = 500\ k\Omega \times 15{,}5\ \mu A \cong 7{,}75\ V$$

$$E'_2 = R'_2 \times I = 143\ k\Omega \times 15{,}5\ \mu A \cong 2{,}25\ V$$

O VOM irá indicar a tensão E'_2 que vale 2,25 V; a baixa resistência apresentada pelo voltímetro em relação à resistência apresentada pelo circuito, faz com que as tensões nêste último se modifiquem.

Vamos repetir a medida, porém agora com o VTVM. O circuito em análise é o da Fig. 1E e o diagrama equivalente o da Fig. 1F. O resistor de 500 kΩ em paralelo com a resistência de entrada (R_i) do VTVM de 11 MΩ apresenta um valor total de:

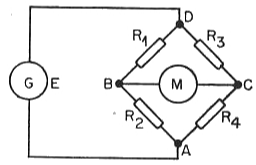


FIG. 2

$$R'_2 = \frac{0{,}5\ M\Omega \times 11\ M\Omega}{0{,}5\ M\Omega + 11\ M\Omega} \cong 0{,}48\ M\Omega = 480\ k\Omega$$

Com êste valor de resistência passemos à Fig. 1G e calculemos as tensões:

$$I = \frac{E}{R} = \frac{10\ V}{500\ k\Omega + 480\ k\Omega} \cong 10{,}2\ \mu A$$

$$E_1 = R_1 \times I = 500\ k\Omega \times 10{,}2\ \mu A \cong 5{,}1\ V$$

$$E'_2 = R'_2 \times I = 480\ k\Omega \times 10{,}2\ \mu A \cong 4{,}9\ V$$

O valor correto para a tensão E_2 é 5 V; o medido pelo VTVM é 4,9 V e o medido pelo VOM é 2,25 V. Pelos resultados percebe-se, fàcilmente, que a medida acusada pelo VTVM é muito mais próxima da verdadeira que a indicada por um VOM de 20 kΩ/V que, diga-se de passagem, já pode ser considerado um instrumento de razoável qualidade dentro de sua categoria.

Além das vantagens expostas até agora, o VTVM apresenta a de medir com precisão tensões alternadas tanto em baixa como em alta freqüência. Apresentadas tôdas essas vantagens, resta mostrar como é que são conseguidas. Primeiro vamos explicar ràpidamente o funcionamento do circuito ponte apresentado na Fig. 2. R_1, R_2, R_3 e R_4 são resistores que formam a ponte; entre A e D é aplicada uma diferença de potencial e entre B e C é inserido um medidor que nos indicará a existência de diferença de potencial entre seus terminais.

Apliquemos tensão em AD; isto fará circular corrente através dos resistores, determinando quedas de tensão em cada um dêles, de acôrdo com o seu valor. Desta forma, deve existir combinação de valores de resistores que permita fazer com que a diferença de potencial de B para A seja igual à de C para A, implicando em uma diferença de potencial **nula** entre B e C; consequentemente o instrumento medidor irá indicar **zero** volt. Esta condição se chama equilíbrio da ponte, e sempre ocorre quando os valores dos resistores obedecem à expressão matemática $R_1 \times R_4 = R_2 \times R_3$.

Um circuito ponte muito semelhante, porém eletrônico é o normalmente usado nos VTVM. Acha-se representado na Fig. 3. Trata-se de uma ponte formada por dois resistores e dois triodos amplificadores. Um dos triodos recebe uma polarização e outro a tensão a ser medida; com zero volt na entrada A, a ponte estará em equilíbrio "por construção", o medidor indica zero. Porém, se uma pequena tensão fôr aplicada em A, devido à amplificação teremos um grande desequilíbrio na ponte e o medidor indicará uma tensão. Para obter o equilíbrio da ponte com zero volt na entrada, existem meios de ajuste explicados mais adiante.

Vejamos agora os circuitos que compõem um VTVM. Bàsicamente são três: voltímetros CC, voltímetro CA e ohmímetro. Iremos explicar o funcionamento de cada circuito separadamente, porém será possível verificar os componentes comuns aos diversos circuitos, pois usamos a mesma numeração no componente, quando se tratar da mesma peça. Por exemplo, o resis-

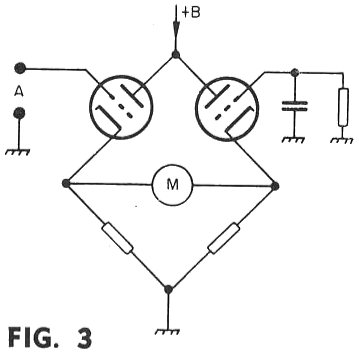


FIG. 3

formador de fôrça para alimentação do instrumento, D o diodo retificador que, em conjunto com o choque de filtro L_1 e o capacitor de filtro C_1, fornecem uma tensão de +B para as placas das válvulas.

O circuito ponte é formado por V_1, V_2, R_{11}, R_6, R_7, R_8, R_9, C_2 e o medidor. R_{11} é um potenciômetro que se encontra no interior do instrumento, servindo para ajuste da escala CC após a sua montagem. R_7 é um potenciômetro acessível ao operador, para que, antes de fazer uma medida possa estabelecer o equilíbrio da ponte; tal contrôle é o que se chama AJUSTE DE ZERO.

Assim, quando S_3 se encontra ligada no tôpo de R_{12}, teremos tôda a tensão dos terminais de entrada aplicada à ponte; isto corresponde à menor escala de medida do instrumento, normalmente feita para um fim de escala de 1,5 V. Porém, se tivermos S_3 ligada ao tôpo de R_{18} teremos a menor parcela da tensão de entrada aplicada à ponte, logo esta deve ser a escala mais elevada do instrumento, normalmente feita para 1.500 V.

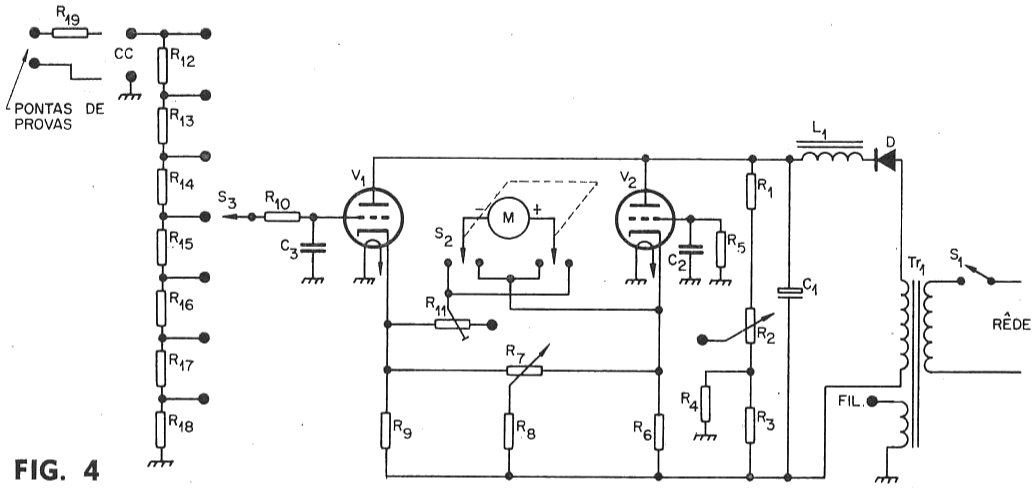


FIG. 4

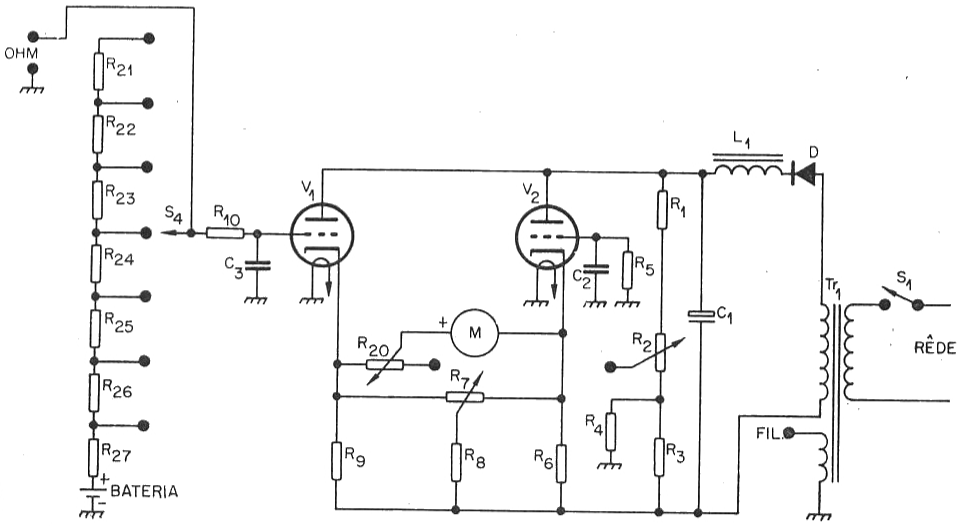


FIG. 5

tor R_{34} irá aparecer nos três circuitos básicos, significando que tal resistor é sempre o mesmo qualquer que seja a escala utilizada.

Voltímetro CC

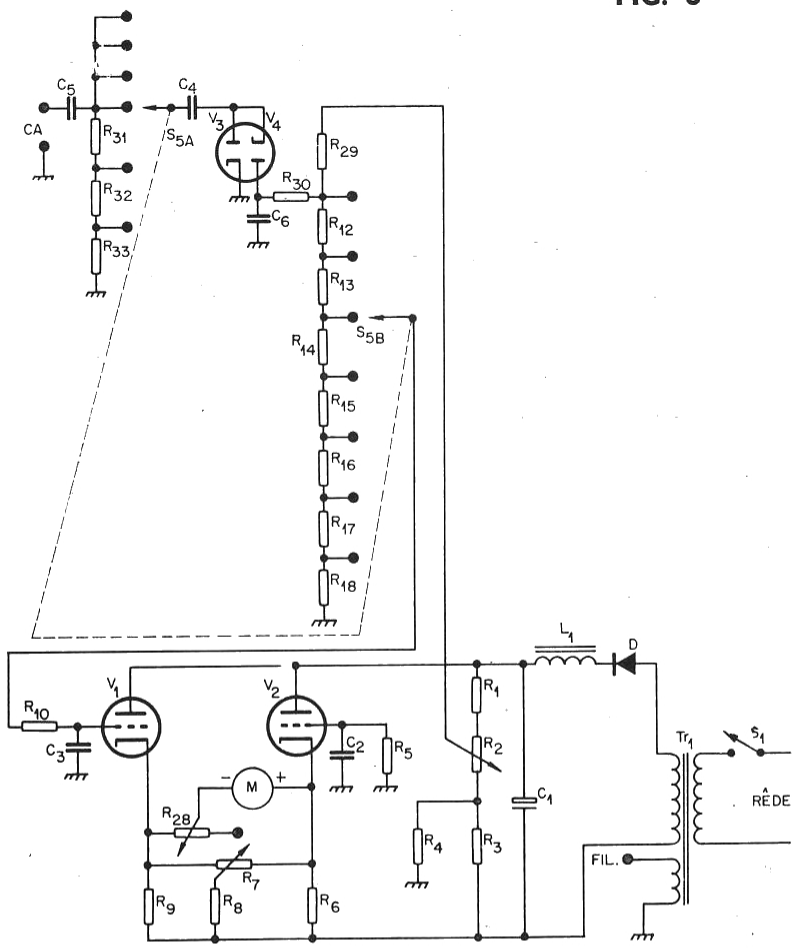
O diagrama esquemático encontra-se na Figura 4. S_1 é o interruptor de entrada, Tr_1 transformador de fôrça para alimentação do instrumento, D o diodo retificador que, em conjunto com o choque de filtro L_1 e o capacitor de filtro C_1, fornecem uma tensão de +B para as placas das válvulas.

O circuito ponte é formado por V_1, V_2, R_{11}, R_6, R_7, R_8, R_9, C_2 e o medidor. R_{11} é um potenciômetro que se encontra no interior do instrumento, servindo para ajuste da escala CC após a sua montagem. R_7 é um potenciômetro acessível ao operador, para que, antes de fazer uma medida possa estabelecer o equilíbrio da ponte; tal contrôle é o que se chama AJUSTE DE ZERO.

A chave S_3, em conjunto com seus resistores, serve para selecionar a faixa de tensão, isto é para que possamos ter diversas escalas de medidas de tensão. Assim, quando S_3 se encontra ligada no tôpo de R_{12}, teremos tôda a tensão dos terminais de entrada aplicada à ponte; isto corresponde à menor escala de medida do instrumento, normalmente feita para um fim de escala de 1,5 V. Porém, se tivermos S_3 ligada ao tôpo de R_{18} teremos a menor parcela da tensão de entrada aplicada à ponte, logo esta deve ser a escala mais elevada do instrumento, normalmente feita para 1.500 V.

R_{19} é um resistor de isolação de circuitos. Sua função é evitar interação entre o circuito em teste e o circuito do instrumento. Tal resistor é utilizado sòmente na escala CC e encontra-se normalmente montado na própria ponta de prova; é muito comum acontecer ao técnico não avisado de ao testar a continuidade desta ponta de prova, pensar que ela se encontra defei-

FIG. 6



tuosa, pois geralmente são obtidos valores por volta de 1 MΩ (valor do resistor R_{19}). Existem instrumentos em que êsse resistor se encontra no interior do aparêlho.

Quando se aplica uma tensão CC à entrada do instrumento, ela é dividida pelos resistores R_{12} .... R_{18} e por meio de S_3 levada ao circuito ponte. Porém, tal tensão pode ser positiva ou negativa em relação à terra. Como veremos mais adiante, não se pode, num VTVM, trocar simplesmente as pontas de prova como se faz num VOM devido ao terra do aparêlho. Desta maneira, dexe existir uma chave que faça tal inversão. Esta é a função da chave S_2, que inverte a polaridade do instrumento ligado entre os catodos de V_1 e V_2. Assim, em uma posição da chave pode-se medir tensões positivas e na outra, tensões negativas.

É fácil perceber que, se aplicarmos tensão alternada ao invés de contínua, isto fará com que o ponteiro vibre, o que poderá danificar o conjunto móvel do medidor.

Ohmímetro

O diagrama esquemático encontra-se na Figura 5. Como pode notar o leitor, trata-se do voltímetro CC explicado anteriormente, com pequenas modificações.

R_{20} é um potenciômetro para o ajuste de fim de escala de ohms. Êste potenciômetro é asessível ao operador assim como R_7, que serve para ajuste de zero. Desta forma, na escala de ohms temos de fazer dois ajustes prévios antes de usar o instrumento.

Já que o nosso medidor registra tensões CC, nada melhor do que fazer com que apareça uma queda de tensão proporcional ao valor do resistor a ser medido, estabelecendo uma relação biunívoca entre tensão e resistência. Poderemos então fazer uma escala que, ao invés de graduada em tensão, esteja diretamente expressa em ohms.

Para se conseguir uma queda de tensão em um resistor, é necessário que por êle passe uma corrente, o que implica na necessidade de um gerador. A primeira idéia que surge, é aproveitar a própria tensão retificada, porém esta é sujeita a variações da tensão da rêde, o que tornaria a medida imprecisa. Por êste motivo é que utilizamos uma pilha ou bateria para esta função.

S_4 e seus resistores associados formam as diversas escalas de medida de resistência elétrica. Quando um resistor é ligado à entrada "OHM", circula uma corrente proveniente da bateria, passando pelos resistores utilizados na chave S_4 e pelo resistor em teste, desenvolvendo-se neste uma tensão CC que é levada à ponte para ser medida. De acôrdo com a tensão desenvolvida, teremos uma indicação de resistência na escala do medidor.

Voltímetro CA

Na Figura 6 temos um circuito do voltímetro para corrente alternada. Trata-se ainda do voltímetro CC acrescido de uma etapa retificadora.

Os capacitores C_4 e C_5 bloqueiam a eventual componente CC e servem para isolar o circuito do instrumento, do circuito em teste, tendo assim uma função semelhante à do resistor R_{19} do voltímetro CC.

A chave S_5 com seus resistores associados que formam divisores de tensão permitem a obtenção das diversas escalas de medidas de tensão.

Os diodos V_3 e V_4 retificam a tensão alternada de entrada, transformando-a em contínua para ser medida pela ponte.

O potenciômetro R_{28} serve para o ajuste da escala de CA durante a montagem do instrumento, R_7 é o potenciômetro já descrito para o ajuste de zero.

O potenciômetro R_2, em conjunto com o R_{29}, serve de ajuste de escala de CA após a montagem. Êles fornecem uma pequena tensão positiva de polarização para compensar o efeito denominado "potencial de contato". Tal efeito consiste em, ao termos um diodo a vácuo, com o catodo aquecido, êste emite elétrons com grande velocidade que atingem o anodo mesmo que êste esteja sem polarização. Ora, se isto ocorre, determina-se um pequeno potencial negativo no anodo; êste efeito foi observado em primeiro lugar por Thomas Edson em sua lâmpada incandescente.

(Cont. na pág. 45)

AVALIAÇÃO DO GANHO DE ÁUDIO-AMPLIFICADORES

RAUL L. C. GUERREIRO

A medição do ganho de qualquer estágio amplificador é um processo simples. Sòmente medimos a tensão, corrente ou potência (dependendo de qual fator estejamos interessados) na saída do estágio, e então dividimos êste valor pela tensão, corrente ou potência na entrada. Assim, duas simples leituras nos podem dizer qual o ganho da etapa em questão. Entretanto, apenas essas medições não poderão indicar se o estágio está operando realmente como foi projetado. Assim, em muitos casos descobriremos que se deve avaliar o ganho de um circuito apenas consultando o seu esquema. Desta maneira, comparando o ganho medido com o ganho calculado saberemos se o circuito está funcionando bem ou não. Ou, então, talvez tenhamos um certo transistor à mão e queiramos construir um estágio amplificador que dê um certo ganho de corrente; neste caso, talvez seja necessário determinar, antes de mais nada, se apenas um transistor poderá realizar a tarefa.

O propósito dêste artigo é mostrar como se pode avaliar o ganho de um estágio amplificador transistorizado. O tratamento do assunto se restringirá a amplificadores classe A trabalhando dentro dos limites de áudio-freqüências. Com esta restrição, tudo que se faz necessário para calcular o ganho de qualquer estágio amplificador transistorizado é um bom conhecimento de rêdes.

O transistor básico pode ser montado segundo uma de três configurações possíveis. Estas configurações são (1) emissor à massa, (2) base à massa, e (3 coletor à massa (Figura 1). Uma vez que os cálculos de ganho são idênticos tanto para transistores NPN como para transistores PNP, mostramos os três circuitos com o transistor NPN.

Os circuitos da Figura 1 destinam-se a representar ligações típicas. Portanto, a tensão V_{in} poderia representar a tensão CA de entrada de uma antena, microfone ou talvez uma cápsula fonográfica. A resistência de carga, R_L, poderia representar a entrada de um outro estágio amplificador, um alto falante,

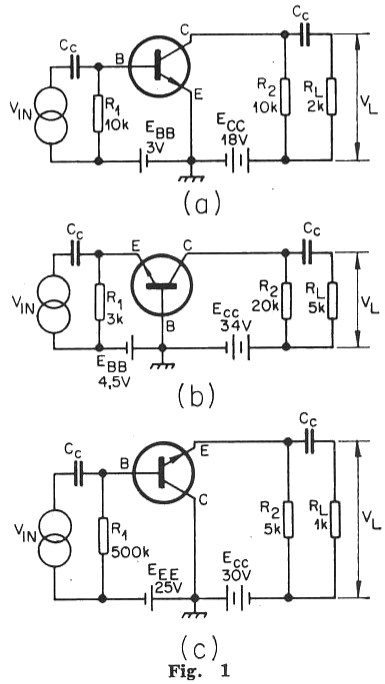


Fig. 1

As três configurações básicas de ligação de um transistor: (a) Configuração de emissor à massa; (b) Configuração de base à massa; (c) Configuração de coletor à massa.

um relê ou qualquer outra carga. As pilhas, juntamente com as resistências R_1 e R_2, são usadas para estabelecer os níveis (polarizações) CC de operação apropriados para o transistor. Os capacitores de acoplamento servem para isolar a entrada das correntes CC. Quando é necessário o acoplamento direto (tal como nos amplificadores CC), naturalmente os capacitores não são usados.

Se tivéssemos que construir todos os três amplificadores e comparar seus desempenhos sob iguais cargas, chegaríamos à Tabela I. Conforme mostrado, o ganho de potência da ligação em emissor à massa é o mais alto de tôdas as três ligações. Como o propósito principal da maioria dos amplificadores é reproduzir na saída uma versão aumentada da potência de entrada, é compreensível que o circuito emissor à massa seja o mais popular. Conseqüentemente, usaremos êste circuito em nosso exemplo de cálculo de ganho.

Para calcular o ganho de qualquer ligação de transistor, devemos primeiramente saber a relação entre a corrente que flui para fora do transistor e a corrente que flui para dentro do transistor. Na Figura 1-a, por exemplo, isto significaria que deve ser calculada a corrente de coletor, uma vez dada a corrente de base.

Examinaremos o circuito equivalente do transistor a fim de achar a relação entre a corrente de entrada e a corrente de saída (Figura 2). O principal benefício do circuito equivalente é que êle permite substituir um dispositivo complexo por simples gera-

TABELA I

Conexão	Ganho de tensão (A_v)	Ganho de Corrente (A_i)	Ganho de Potência (A_p)
E à massa	Segundo mais alto	Segundo mais alto	O mais alto
B à massa	O mais alto	Menor que um	Segundo mais alto
C à massa	Menor que um	O mais alto	O mais baixo

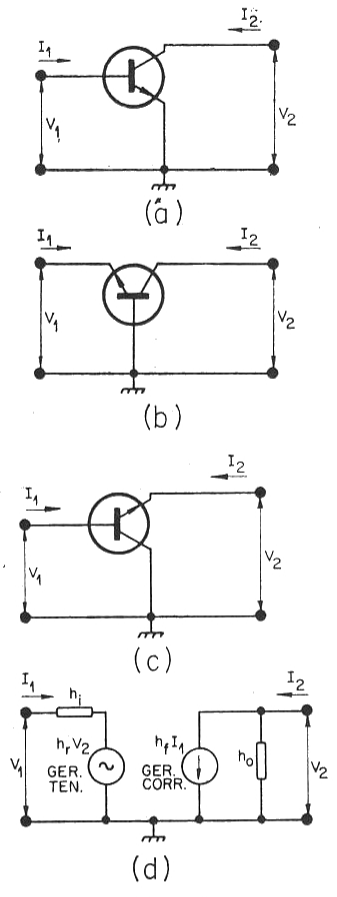


Fig. 2

(a) Emissor à massa; (b) Base à massa; (c) Coletor à massa; (d) Circuito equivalente a cada uma das três configurações. Cada configuração requer direfentes valores de h_i, h_r, h_f e h_o

dores e resistências. Como o circuito equivalente da Figura 2d contém tanto um gerador de tensão como um gerador de corrente, êle é conhecido como o "circuito equivalente híbrido". Trata-se do circuito equivalente de transistores mais popular entre nós. Os valores "h" (parâmetros híbridos) podem ser fàcilmente avaliados. Com valores apropriados para h_i, h_r, h_f e h_o, o circuito da Figura 2d pode ficar equivalente a qualquer um dos transistores das Figuras 2a, 2b e 2c. O significado dos parâmetros **h** (Fig. 2) é o seguinte:

O têrmo h_i representa a resistência de entrada do transistor. Para medir h_i, é colocado um pequeno gerador, V_1, na entrada do transistor enquanto que a saída é curto-circuitada ($V_2 = 0$). A relação entre V_1 e a corrente resultante, I_1, é o valor de h_i. Como h_i é uma relação tensão--corrente, ela é medida em ohms.

O têrmo h_r é a relação de realimentação de tensão inversa. Coneta-se um voltímetro aos terminais de entrada do transistor para medir V_1. Aplica-se então uma tensão conhecida aos terminais de saída. A relação, ou razão, entre V_1 e V_2 é o valor de h_r. Note que, uma vez que h_r é uma relação tensão-tensão, ela será uma grandeza sem dimensão.

O têrmo h_f é geralmente conhecido como "relação de transferência de corrente direta de curtocircuito", o que é geralmente abreviado para "relação de transreferência de corrente" ou "ganho de corrente". (Muitos preferem identificar êste têrmo como α ou β). Para medir h_f, coloca-se um gerador V_1 nos terminais de entrada, sendo que os terminais de saída são curtocircuitados através de um miliamperímetro. A razão da corrente curtocircuitada, I_2 para a corrente de entrada, I_1, é o valor de h_f. Como h_f é uma relação corrente--corrente, é também uma grandeza adimensional.

O têrmo h_o representa a condutância de saída do transistor. Para medir h_o coloca-se um gerador V_2 nos terminais de saída, enquanto os terminais de entrada são curtocircuitados. A razão da corrente I_2 para a tensão aplicada, V_2, é o valor de h_o. Note-se que uma vez que h_o é a relação da corrente para a tensão, seu valor será expressado em siemens.

A grande maioria dos fabricantes de transistores menciona os valores h nas fôlhas de especificações que acompanham os seus produtos. A fim de indicar qual a conexão de transistor utilizado na medição dos parâmetros h, são usadas as lêtras de base: **e, b** e **c**. Portanto, h_{ie}, h_{rc}, h_{fe} e h_{oe} referem-se aos valores medidos quando o transistor foi ligado na configuração de emissor à massa. Se o "e" fôsse trocado pelo "b", os valores seriam para a configuração de base à massa. Na Tabela II estão os valores típicos de h para um transistor de áudio-freqüência de baixa potência.

Os têrmos α, β e γ foram incluidos em parênteses porque êles são em geral utilizados para designar a relação de transferência de corrente (ganho de corrente de curtocircuito). Na realidade, o leitor está provàvelmente mais familiarizado com os valores de α, β e γ do que com h_{fb}, h_{fe} e h_{fc}.

O circuito de emissor à massa da Fig. 1a foi redesenhado na Fig. 3a. Na Fig. 3b, todos os componentes que não têm efeito para cálculo do ganho, foram omitidos. Por exemplo, os capacitores de acoplamento que provocam uma queda de tensão insignificante não foram mostrados. As baterias, que são curtocircuitos para sinais alternados, foram também omtidas. Na Figura 3c, o transistor foi substituído por seu circuito equivalente híbrido. Se fôsse desejável representar qualquer um dos outros dois tipos de conexão de transistores (Figuras 1a e 1b), seria necessária apenas uma alteração nos valores dos componentes.

Façamos agora um sumário do que foi tratado até aqui. Vimos as três conexões típicas para um transistor, uma vez que é difícil determinar a operação de um transistor diretamente, reduzimos primeiramente o transistor ao seu circuito equivalente. Os valores dos componentes do circuito equivalente foram toma-

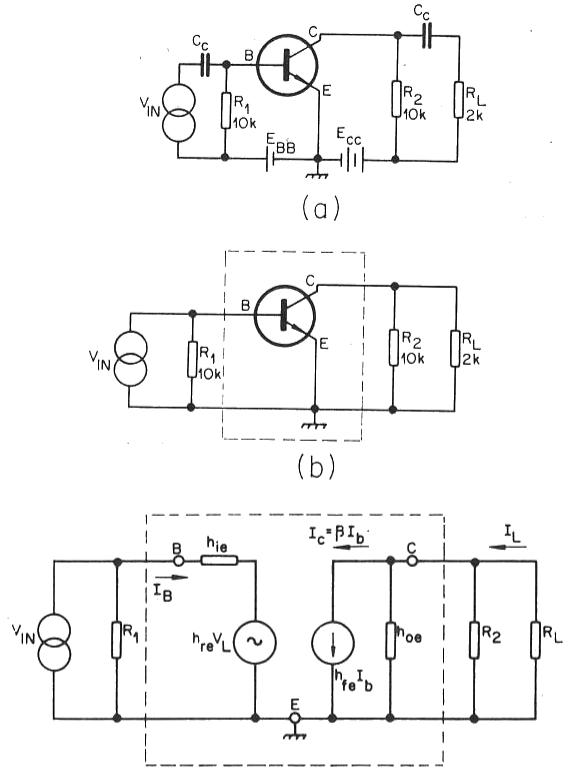


Fig. 3

(a) Circuito original mostrando as componentes CA e CC; (b) Sòmente os componentes que afetam a saída CA são mantidos; (c) Circuito CA de (b) usando o circuito equivalente ríbrido em lugar do transistor.

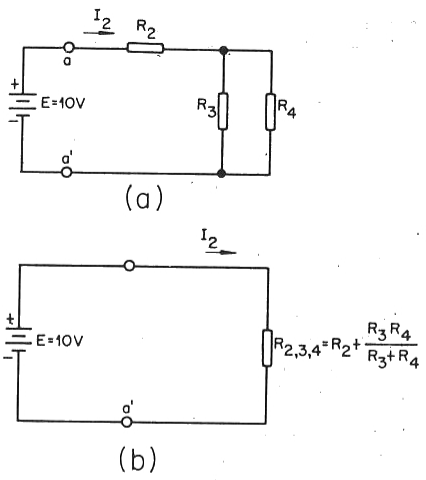


Fig. 4

A corrente I_2 no circuito (b) será mesma que I_2 do circuito (a), enquanto a ligação $R_{2,3,4}$ fôr equivalente à carga do circuito (a).

dos das fôlhas de especificação (ou manual) do fabricante do transistor em questão. Baseamos nossos cálculos no circuito de emissor à massa porque êle é o mais freqüentemente utilizado. Prossigamos agora desenvolvendo o assunto.

O segrêdo para encontrar o ganho de um amplificador é primeiramente encontrar a corrente que flui pelo transistor. Esta corrente é mostrada como sendo I_b na Figura 3c. O valor de I_b depende do valor de resistência que todo o circuito para a direita dos terminais B-E apresenta para a fonte. Em comparação, a corrente, I_2, da Figura 4a depende da resistência total que o circuito apresenta para a direita dos terminais a-a' fixada a bateria E. Se as três resistências da Figura 4a fôrem substituidas por uma resistência equivalente, como mostrado na Figura 4b, fluirá a mesma corrente, I_2, em ambos os circuitos. De maneira similar, se todo o circuito para a direita dos terminais B-E na Figura 3c puder ser substituido por uma resistência, será então uma tarefa simples calcular a corrente I_b que entra no transistor.

Descobrimos então que o valor h_{ie} é uma aproximação muito boa da resistência de entrada requerida. Usando esta aproximação, a corrente I_b poderá então ser determinada. O circuito da Figura 3c foi redesenhado na Figura 5, e os valores do circuito de emissor à massa da Tabela II foram substituidos pelos valores h. Note-se, também, que o gerador $h_{re} \cdot V_L$ foi omitido. Normalmente, para amplificadores de baixa potência como o que estamos descrevendo aqui, a tensão V_L é baixa. A tensão de $h_{re} \cdot V_L$ pode então ser suposta como fazendo parte da queda através de h_{ie}.

Usando os valores dados na Figura 5 e pressupondo uma tensão de entrada de 0,10 volt, temos:

$$I_{in} = I_1 + I_b = \frac{V_{in}}{R_1} + \frac{V_{in}}{h_{ie}}$$

$$= \frac{0{,}10\ V}{10\ k} + \frac{0{,}10\ V}{0{,}6\ k}$$

$$= 0{,}010\ mA + 0{,}167\ mA$$

$$= 0{,}177\ mA.$$

De acôrdo com o circuito equivalente, o gerador de corrente

TABELA II

Conexão	h_i (ohms)	h_r (sem unidade)	h_f (sem un.)	h_o (siemens)	$1/h_o$ (ohms)
E à massa	600	900×10^{-6}	19 (β)	40×10^{-6}	25k
B à massa	30	300×10^{-6}	0,95 (α)	2×10^{-6}	500k
C à massa	600	1	20 (γ)	40×10^{-6}	25k

constante desenvolve h_{fe} (β) vêzes mais corrente do que entra na base. Assim, se 0,167 mA flui para a base, a corrente que flui no coletor será a seguinte:

$$I_c = \beta \times I_b = 19 \times 0{,}167 \text{ mA}$$
$$= 3{,}173 \text{ mA}$$

A corrente I_c divide-se pelas três resistências mostradas. A única questão remanescente é "quanto da corrente I_c flui através da carga?" Esta pergunta pode ser respondida usando-se os procedimentos normais para circuitos.

A tensão através de qualquer um dos ramos paralelos é igual à resistência paralela total vêzes a corrente total.

$$V = I_c \times R_{total}$$

onde

$$R_{total} = \frac{1}{\frac{1}{25\text{ k}} + \frac{1}{10\text{ k}} + \frac{1}{2\text{ k}}}$$

$$= \frac{1}{40 \times 10^{-6} + 100 \times 10^{-6} + 500 \times 10^{-6}}$$

$$= \frac{1}{640 \times 10^{-6}} = 1{,}563 \text{ k}\Omega$$

Portanto,

$$V = I_c \times R_{total} = 3{,}173 \times 1{,}563 = 4{,}989 \text{ V}$$

Uma vez que as tensões nos ramos paralelos são iguais,

$$V_L = V = 4{,}989 \text{ V}$$

e

$$V_L = I_L \times R_L = 4{,}989 \text{ V}$$

Portanto,

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{4{,}989 \text{ V}}{2\text{ k}} = 2{,}494 \text{ mA}$$

O ganho de corrente, A_i, é definido como a corrente de carga dividida pela corrente de entrada; portanto,

$$A_i = \frac{I_L}{I_{in}} = \frac{2{,}494}{0{,}177} = 14{,}1$$

O ganho de tensão pode agora ser encontrado fàcilmente. O ganho de tensão é definido como a tensão de carga dividida pela tensão de entrada; assim,

$$A_v = \frac{V_L}{V_{in}} = \frac{4{,}989}{0{,}10} = 49{,}89$$

O ganho de potência é o produto do ganho de corrente e ganho de tensão; assim,

$A_p = A_i \times A_v = 14{,}1 \times 49{,}89 = 703{,}4$ (ou aproximaadmente 28,5 dB).

Um ganho de potência de 703,4 significa que 703,4 vêzes mais potência está sendo entregue à carga, do que tirada da fonte de sinais.

Note que nos referimos tanto a β como a A_i como o ganho de corrente. Isto é quase que. universalmente feito, mesmo que β não seja um verdadeiro ganho de corrente. β representa o ganho de corrente entre a saída e a entrada do transistor. A_i, por outro lado, rerpesenta o ganho de corrente entre a carga e o sinal de entrada. Em um circuito prático, o valor de A_i não pode nunca exceder o valor de β. Isto se deve ao fato de que a corrente βI_b deve-se dividir entre as resistências $1/h_{oe}$ e R_2, além da carga.

Nos cálculos feitos acima, levamos em conta tôdas as resistências. Isto, entretanto, não é sempre necessário. No circuito equivalente da Figura 5 podemos fazer algumas aproximações adicionais para simplificação. Quase sempre que uma resistência é dez ou mais vêzes maior que uma resistência paralela, ela pode ser omitida. A corrente sempre toma o caminho de menor resistência. Portanto, o fluxo de corrente através da resistência grande é desprezível. As resistência $1/h_{oe}$ e R_1 são geralmente dez ou mais vêzes maiores que as resistências com as quais estão em paralelo. Portanto, podemos desprezar o efeito de R_1 e $1/h_{oe}$.

A razão para a resistência grande R_1 é dupla. Primeiramente, ela permite que a corrente CC de base seja determinada por E_{BB} e R_1 apenas. Em segundo lugar, quando R_1 é grande em comparação com h_{ie}, a

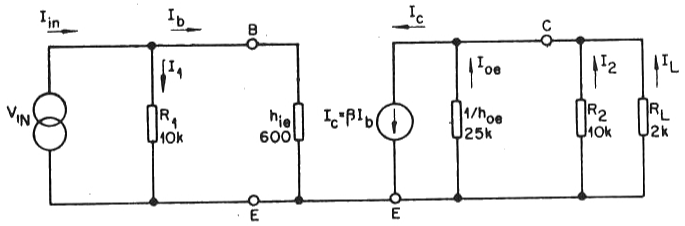


Fig. 5

Supondo que h_{ie} representa a carga que V_{in} vê, podemos fazer o circuito equivalente mais fácil de trabalhar. h é mudado para 1/h para ficar em ohm.

maior parte da corrente de sinal fluirá para o transistor, conforme desejado.

Vamos calcular novamente o ganho do circuito da Figura 5. Desta vez, vamos desprezar R_1 e $1/h_{oe}$. Supondo uma tensão V_{in} de 0,10 volt, temos:

$$I_{in} = I_b = \frac{V_{in}}{h_{ie}} = \frac{0{,}10 \text{ V}}{0{,}6\text{ k}}$$

$$I_{in} = 0{,}167 \text{ mA}$$

A corrente de coletor é novamente β (h_{fe}) vêzes maior que a corrente de base. Assim:

$$I_c = \beta I_b = 19 \times 0{,}167 \text{ mA}$$

$$I_c = 3{,}173 \text{ mA}$$

e

$$R_{total} = \frac{R_2 \cdot R_L}{R_2 + R_L} =$$

$$= \frac{10\text{ k} \times 2\text{ k}}{12\text{ k}} = 1{,}67 \text{ k}\Omega$$

$$V_L = I_c \times R_{total} = 3{,}173\ mA \times 1{,}67\ k$$

$$V_L = 5{,}2\ V$$

$$I_L = \frac{V_L}{R_L} = \frac{5{,}2\ V}{2\ k\Omega} = 2{,}6\ mA$$

Assim,

$$A_i = \frac{2{,}6\ mA}{0{,}167\ mA} = 15{,}55$$

$$A_v = \frac{5{,}2\ V}{0{,}1\ V} = 52$$

$$A_p = A_i \times A_v = 810\ (29\ dB)$$

Pode parecer fora de propósito omitir os valores de $1/h_{oe}$ e R_1 ao fazer os cálculos acima; além disso, h_{ie} é apenas uma boa aproximação para a impedância de entrada do transistor quando $1/h_{oe}$ é maior ou igual a dez vêzes o valor da resistência de carga (no nosso caso, a combinação paralela de R_L e R_2). Contudo, conforme demonstra a prática, os valores h, como mostrados nas especificações do fabricante e nos manuais de transistores, diferem freqüentemente dos valores reais, numa extensão tal que põe em dúvida essas aproximações. Isto é especialmente verdade no caso de medições feitas na prática de reparações, como mencionado no início dêste artigo. Por exemplo, h_{fe} (β), o que possui o maior efeito sôbre o ganho, varia numa escala de 2 para 1, e muitas vêzes até mais que 4 para 1. Os fabricantes geralmente especificam um valor máximo e um valor mínimo para h_{fe}. Ao se fazer o cálculo aproximado do ganho de um circuito transistorizado, pode-se usar o valor mínimo. Depois, se o ganho se mostrar menor que o seu cálculo, você pode estar seguro de que o transistor deve ser substituído. Porém, geralmente os manuais dão também o valor típico de β e é êste que deverá ser adotado em projetos.

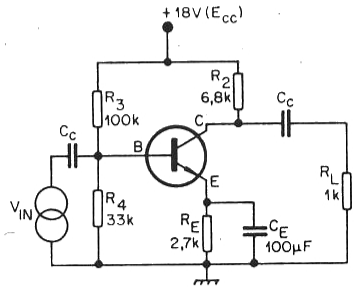


Fig. 6

Amplificador a transistor comumente utilizado. Seu circuito equivalente, com modificações pequenas é o mesmo que o da figura 5.

O circuito transistorizado da Fig. 3a foi montado e testado em laboratório, a fim de se comparar os valores medidos com aqueles que acabam de calcular. Os valores medidos em laboratório foram os seguintes:

$$A_i = 18{,}5 \qquad A_v = 60{,}7$$

Podemos ver que os valores medidos são comparáveis com os valores calculados para A_i e A_v, como se segue:

$$A_i = 14{,}1 \qquad A_v = 49{,}89$$

Usando as aproximações discutidas acima e o valor mínimo de β, os valores medidos sempre serão maiores que os valores calculados.

Lembremo-nos que suposemos V_{in} como sendo 0,10 volt quando calculamos o ganho. É importante notar que qualquer que seja o valor usado para V_{in}, o ganho calculado será sempre o mesmo. Em outras palavras, a tensão de entrada que é usada no cálculo não tem que ser o valor que será usado realmente no circuito. Portanto, os cálculos acima são de uma natureza absolutamente geral. A vantagem de calcular o ganho desta maneira é que se evita o uso de fórmulas complexas, que talvez se apliquem ou não ao circuito em questão.

O circuito de transistor mais encontrado na prática está mostrado na Fig. 6. Felizmente, no que diz respeito ao ganho, o circuito é semelhante àquele na Fig. 3a. No circuito da Fig. 6, é usada uma rêde divisora de tensão (E_{cc}, R_3 e R_4) para fornecer a tensão emissor-base anteriormente fornecida por E_{BB}. Uma das vantagens da rêde divisora é que reduz o efeito das variações de E_{cc} sôbre a polarização CC. O ponto importante, contudo, é que a combinação paralela de R_3 e R_4 pode ser manipulada da mesma maneira que R_1 anteriormente,. Portanto, o circuito equivalente da Figura 6 é o circuito da Figura 3c.

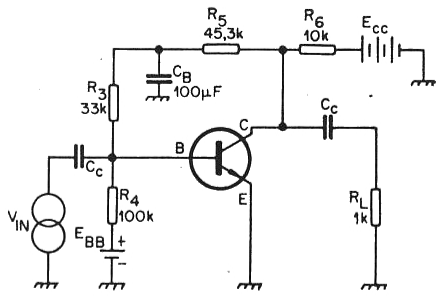


Fig. 7

Outro amplificador transistorizado comumente utilizado. Seu circuito equivalente, com pequenas modificações, é o mesmo que o da figura 5.

Na saída, o aspecto do circuito é o mesmo, exceto pela resistência de realimentação CC, R_E, e seu capacitor de desacoplamento, C_E. R_E é usada para anular variações no ponto de operação CC, causadas ou por variações da fonte ou por variações de temperatura na junção coletor-base. O capacitor C_E é escolhido com um valor suficientemente grande para agir como um curtocircuito para o sinal CA. Conseqüentemente, enquanto C_E estiver presente, o efeito de R_E e C_E pode ser desprezado ao se calcular o ganho.

Suponhamos que h_{ie} é 1 kΩ; β (mínimo valor) é 30; e $1/h_{oe}$ e 60 kΩ. Seguindo nossas aproximações prévias, podemos desprezar R_3 e R_4 porque sua resistência paralela é 24,8 kΩ. Isto é mais do que dez vêzes h_{ie} (1 kΩ). Além disso, como $1/h_{oe}$ é maior que dez vêzes a combinação paralela de R_2 e R_L, podemos desprezar $1/h_{oe}$. De acôrdo com nossos cálculos anteriores (usando qualquer valor conveniente para V_{in}), chegamos aos seguntes ganhos:

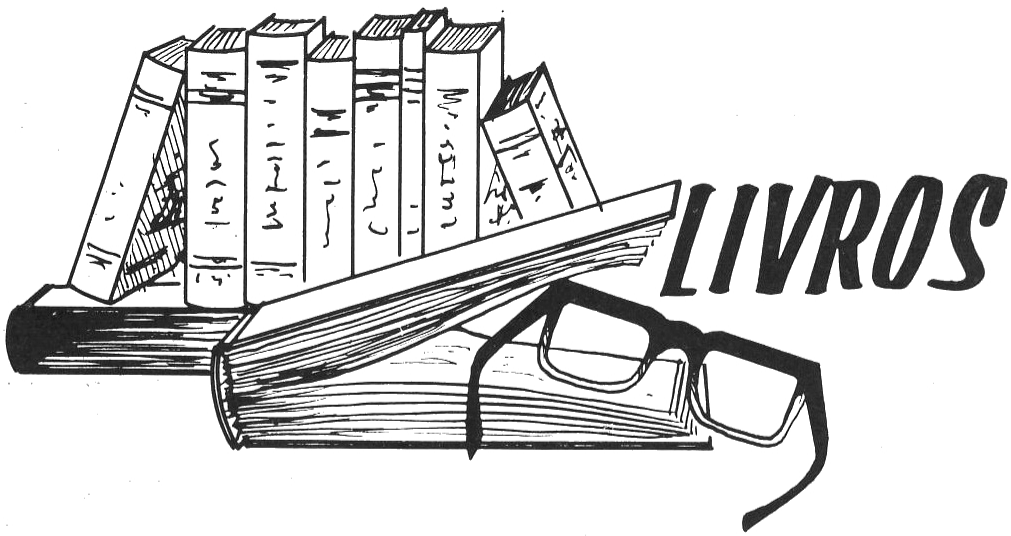
$$A_i = \frac{I_L}{I_{in}} = \frac{2{,}62\ mA}{0{,}10\ mA} = 26{,}2$$

$$A_v = \frac{V_L}{V_{in}} = \frac{2{,}62\ V}{0{,}10\ V} = 26{,}2$$

$$A_p = A_i\, A_v \cong 660\ (28{,}2\ dB)$$

Um outro circuito prático, destinado especìficamente a manter um ponto de operação fixo,

(Cont. na pág. 63)



REPARACION DE RADIORRECEPTORES CON TRANSISTORES

M. Rognon e P. Duru
Biblioteca Técnica Philips
236 págs. 15,5 x 21cm, brochura, castelhano
NCr$ 18,00

A manutenção e a reparação dos receptores a transistores exige um cohecimento claro e profundo dos princípios básicos empregados em tais receptores, assim como das novas técnicas de construção e montagem dos circuitos, das disposições físicas adotadas pelos fabricantes e novos métodos de prova e ajuste dos circuitos, sem esquecer os atuais sistemas de reparação.

Os autores, ao escrever o livro, levaram tudo isso em conta e por essa razão estenderam-se amplamente ao tratar dos circuitos e seus elementos, proporcionando abundantes informações e dados a respeito de tôdas essas matérias. A autencidade do texto é assegurada pelo fato de se basear nos métodos empregados na prática, pelo Departamento de Serviço Técnico da Philips.

A obra vem encontrando execelente acolhida entre todos quantos fazem dos Serviços Técnicos a sua carreira e também entre os simples afionados, já que a exposição da matéria servirá igualmente a todos, dada a modernização dos métodos de localização de falhas expostas em sua páginas.

DIODOS Y TRANSISTORES — TEORIA GENERAL

G. Fontaine
Biblioteca Técnica Philips
470 págs. 16 x 22 cm encadernado, castelhano
NCr$ 37,50

Inegàvelmente, os transistores já adquiriram grande divulgação e em consequência, no futuro serão aplicação cada vez mais ampla, tanto no terreno profissional como pelos amadores e aficionados, em consequência de suas evidentes vantagens de aplicação, numa vasta gama de equipamentos e circuitos.

Por essas razões, é importante que os técnicos possam encontrar à mão os elementos básicos que lhes permitam enfrentar esta nova técnica e resolver os problemas específicos que se apresentam.

O autor adota um critério amplamente didático e expõe o funcionamento dos diodos e transistores, assim como suas aplicações sem fazer uso de matemática superior, pondo ao alcance de todos as bases essenciais de maneira suficientemente clara para que sua assimilação se dê sem esfôrço.

Diante de cada página do texto encontra-se outra de gráficos e esquemas correspondentes, o que facilita a tarefa do leitor, que sempre tem diante dos olhos a teoria e as curvas e ilustrações que irão ajudá-lo a melhor compreender os fenômenos explicados. Desta maneira, penetra no campo dos semicondutores por um caminho tão fácil que insensìvelmente chega ao final com visão clara do que sejam diodos e transistores, de suas propriedades, sua aplicação, seus fundamentos e suas características, daquilo que se pode e do que não se pode esperar dêles.

TECNOLOGIA DE LOS CIRCUITOS IMPRESOS

P. Oehmichen
Paraninfo — Madrid
272 págs. 15,5 x21 cm, brovhura, castelhano
NCr$ 23,00

Técnica de extraordinárias perspectivas, o circuito impresso conquistou o mundo em pouco tempo. Todos os setores da eletrônica industrial empregam atualmente os circuitos impressos em suas múltiplas aplicações:

Que é um circuito impresso? Como se projeta? Quais os seus processos de fabricação? Quais as técnicas mais correntes? São tôdas perguntas a que o livro fornece uma resposta precisa.

O autor, dono de vasta experiência neste campo, descreve os três processos possíveis de realização de circuitos impressos, confor-me se trate de fabricação em grandes séries, pequenas séries ou unidades isoladas (como no caso de produção para o uso em protótipo).

Outros aspectos focalizados são, estudo dos materais básicos estabelecimento do projeto, reprodução, disposição dos elementos e modificação de um circuito já terminado.

(Cont. na pág. 42)

SERVIÇOS DE UM LDR

Sergio A. Boggio

II

3) **Acionamento automático de porta de garagem**

Quando o motorista chega defronte à garagem, basta que êle acenda os faróis e a porta da garagem abre automàticamente.

Para tal aplicamos o circuito da Fig. 8.

A fonte de alimentação é convencional. Uma válvula V_1 cuja polarização é variada pelo divisor LDR e R_4. Quando o LDR está pouco iluminado (luz diurna) a válvula V_1 fica cortada. Porém, quando fortemente iluminado pelos raios de luz do farol, o LDR faz com que a válvula saia do corte e tenda ao grampeamento. Êsse fato se dá por estar R_4 ligado a um potencial negativo em relação à terra, e o LDR estar ligado a um potencial positivo em relação à terra.

R_5 possui o valor que o LDR assume quando iluminado.

Temos ainda três relés e duas chaves-limite.

RL_1, cujo contato móvel é o n.º 9, quando energizado fecha com B.

RL_2, cujos contatos móveis são os n.º 1, 2, 3, 4, quando não energizados os contatos estão ligados em A e quando energizados, desligam de A e ligam em B.

A chave limite n.º 5 liga em A quando a porta da garagem estiver totalmente aberta e desliga assim que se inicie o fechamento da porta.

A chave limite n.º 8 liga em A quando inicia-se a abertura da porta e desliga quando fecha-se totalmente a porta.

O motor, quando os seus terminais forem ligados, AC-BD, êle gira de forma a abrir a porta. Quando seus terminais forem ligados, AD-BC, êle gira de modo a fechar a porta.

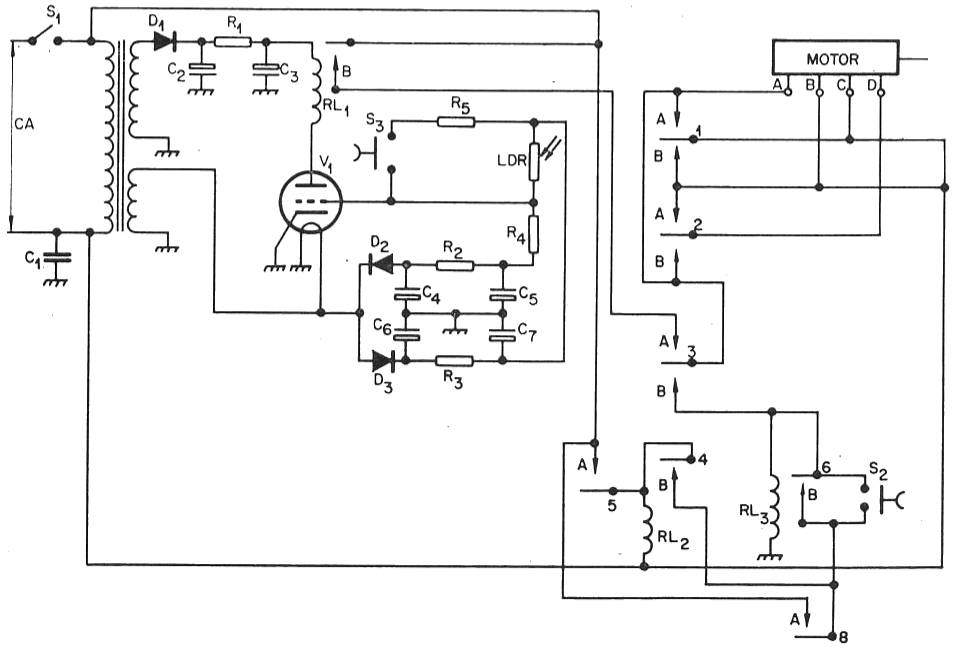


FIG. 8

TABELA I

Estados	Nível de Iluminação Sôbre o LDR	Posições da Porta	Resistência do LDR	Situação de V_1	Relé 1	Relé 2				Relé 3	Chave Limite		Motor		S_2
						Contatos									
					Contato 9	1	2	3	4	Contato 6	5	8	Rotação	Acionamento	Acionador de Descida
Veículo ausente	Zero	Fechada	Alta	Cortada	Aberto	A	A	A	Aberto	Aberto	Aberta	Aberta	Abrir AC-BD	Desligado	Desligado
Veículo na porta Farol Ligado	Total	Fechada	Baixa	Conduz	Fecha	A	A	A	Aberto	Aberto	Aberta	Aberta	Abrir AC-BD	Ligado	Desligado
Na Porta	Total	Abrindo	Baixa	Conduzindo	Fechado	A	A	A	Aberto	Aberto	Aberta	Fecha	Abrir AC-BD	Ligado	Desligado
Na Porta	Total	Aberta	Baixa	Conduzindo	Fechado	B	B	B	B	Aberto	Fecha	Fechada	Fechar AD-BC	Desligado	Desligado
Entrando	Zero	Aberta	Alta	Cortada	Abre	B	B	B	B	Aberto	Fechada	Fechada	Fechar AD-BC	Desligado	Desligado
Dentro da Garagem	Zero	Aberta	Alta	Cortada	Aberto	B	B	B	B	Fecha	Fechada	Fechada	Fechar AD-BC	Ligado	Ligado
Dentro da Garagem	Zero	Fechando	Alta	Cortada	Aberto	B	B	B	B	Fechado	Abre	Fechada	Fechar AD-BC	Ligado	Desligado
Dentro da Garagem	Zero	Fechada	Alta	Cortada	Aberto	A	A	A	Aberto	Abre	Aberta	Abre	Abrir AC-BD	Desligado	Desligado

Devido ao fato de se tornar difícil e longa a explicação com palavras, daremos o funcionamento do circuito por meio de tabela. Para tal vide **tabela I.** Na tabela encontramos oito situações importantes em que se pode encontrar o circuito. A primeira delas é quando o veículo se encontra longe da garagem; nesta situação o motor está parado e todos os relés desenergizados, e o relé RL_2 está armado de forma a abrir a porta. Na segunda situação a pessoa com o veículo, acende o farol, o LDR diminui sua resistência RL_1, fecha e aciona o motor. Na terceira situação a porta está abrindo e a chave limite 8 fecha ligando uma tensão que será utilizada no fechamento da porta. Na quarta situação a porta está totalmente aberta, a chave limite 5 é fechada, acionando o relé RL_2 que inverte de posição ficando auto energizado pelo contato **4B,** ainda RL_2 desliga o motor e fica armado para a posição de fechar a porta. Na quinta situação, o veículo entra, o LDR deixa de ser iluminado e o RL_1 abre. Na sexta situação o motorista sai de sua garagem, dá um toque em S_2, RL_3 fecha e fica autoenergizado pelo contato **6B,** e aciona o motor para fechar a porta. Na sétima situação a porta começa a fechar. Na oitava situação a porta fechou, o motor pára porque a chave limite 8 foi desligada, e todo o circuito encontra-se agora na primeira situação, exceto, que o veículo se acha dentro da garagem.

Quando o motorista deseja retirar o veículo, basta que êle aperte o contato S_3 e a porta se abrirá, já que R_5 possui o valor do LDR quando iluminado.

Diriam os leitores que tal equipamento não oferece segurança contra roubo. Isso é uma inverdade. O circuito deverá estar ligado sòmente quando o veículo estiver ausente; assim se alguém com idéias de furto utilizar um farol encontra vazia a garagem. Quando o veículo estiver guardado o circuito estará desligado, e a porta trancada a chave. Mesmo que não esteja trancada à chave, estando o equipamento desligado, se alguém tentar forçar a porta, não conseguirá abri-la, devido ao fato de que a porta está acoplada ao motor por meio de engrenagens de redução.

Na Fig. 9 temos detalhe importante quanto a localização do LDR. Êste deve ser colocado dentro de um tubo cujo diâmetro interno deve ser igual ao do LDR, e uma profundidade de cêrca de 5 cm. Êste tubo deverá ter o interior pintado de prêto fosco. A altura da localização dêste tubo contendo o LDR deve ser tal que seja o ponto de máxima iluminação que o farol pode fornecer, quando o veículo está de frente à garagem e com o farol ligado na posição "alto".

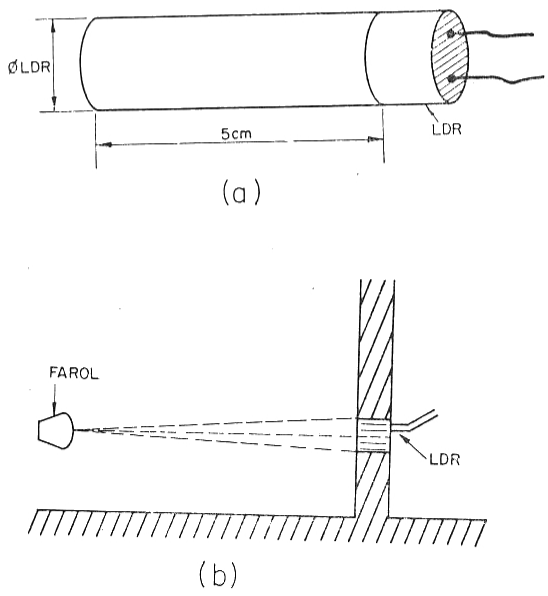


FIG. 9

4) **Contrôle automático de porta de elevador**

Diversas vêzes chegamos à porta de um elevador quando ela já está começando a fechar. Porém, ao tentarmos entrar, a porta abre-se totalmente, espera-nos entrar e apenas e após um certo tempo inicia o fechamento.

Isto causa sempre muita admiração, pelo fato de não percebermos como a porta "se apercebe de nossa presença". Porém, se observamos próximo ao chão nas laterais onde as portas encaixam nas paredes, veremos de um lado um feixe de luz normalmente vermelho, e de outro lado bem em frente ao feixe de luz, um elemento foto-sensível (vide Fig. 10).

A fonte de alimentação foi omitida, por razões óbvias.

V_1 é um triodo que está cortado na ausência do feixe e tende ao grampeamento na presença do feixe sôbre o LDR.

V_2 é um triodo, para o circuito de tempo.

LDR R_1, formam o divisor para polarização de V_1.

R_2, C_1 ditam o tempo de acionamento de RL_4 por meio de V_2.

RL_1, RL_3 são relés sem posição preferencial. Isto é, quando pulsados positivamente fecham os contatos em B e permanecem fechados, mesmo após retirado o pulso.

Quando pulsados negativamente abrem do B e fecham em A. Mesmo após retirado o pulso êles continuam em A.

RL_2, RL_4, RL_5, são relés do tipo comum, quando energizados fecha em B e abre de A, e quando desenergizados fecham em A, abrindo de B.

O motor é do tipo reversível e quando seus contatos formam AC-DB êle gira de modo a abrir a porta, e quando em AD-BC, êle gira de modo a fechar a porta.

S_1, contato normalmente fechado, constituído de uma barra na porta. Se as portas fecharem e algo estiver entre elas, a barra será acionada, abrindo o contato S_1 desligando todo o equipamento.

S_2, contato normalmente aberto. É fechado quando o elevador está parado em um andar.

1, contato que passa por **D** quando o carro está chegando ao andar, mandando um pulso positivo para RL_1.

2, contato que passa por **E** sòmente quando a porta está fe-

TABELA II

Situações	Posição do carro	Feixe de luz	Resistência do LDR	Posição da porta	VÁLVULAS		Interruptor	MOTOR		CONTATOS											Passageiro	Tempo
					V_1	V_2	S_2	Rotação	Acionamento	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
1	Fora	Apagado	Alta	Fechada	Cortada	Cortada	Aberto	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	A	Aberto	A	Aberto	A	A	A	A	A	Aberto	—	—
2	A	Aceso	Baixa	Fechada	Conduz	Cortada	Aberto	Abrir AC-BD	Desligado	D	Aberto	B	Aberto	A	Aberto	A	A	A	A	A	Aberto	—	—
3	B	Aceso	Baixa	Início da Abertura	Conduz	Cortada	Fechado	Abrir AC-BD	Ligado	Aberto	Aberto	B	Aberto	A	Aberto	A	A	B	A	A	Aberto	—	—
4	B	Aceso	Baixa	Total Aberta	Conduz	Cortada	Fechado	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	B	B	Aberto	G	A	Aberto	B	A	A	Aberto	—	—
5	B	Aceso	Baixa	Total Aberta	Conduz	Transição	Fechado	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	B	B	Aberto	Aberto	A	Aberto	B	A	A	Aberto	—	Tempo
6	B	Aceso	Baixa	Início do Fechamento	Conduz	Conduz	Fechado	Fechar AD-BC	Ligado	Aberto	Aberto	B	B	Aberto	Aberto	B	A	B	B	B	B	—	—
7	B	Cortado	Alta	Abre	Cortada	Cortada	Fechado	Abrir AC-BD	Ligado	Aberto	Aberto	B	B	A	Aberto	A	A	B	A	A	Aberto	Entra ou Sai	—
8	B	Aceso	Baixa	Total Aberta	Conduz	Cortada	Fechado	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	B	B	Aberto	G	A	Aberto	B	A	A	Aberto	—	—
9	B	Aceso	Baixa	Total Aberta	Conduz	Transição	Fechado	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	B	B	Aberto	Aberto	A	Aberto	B	A	A	Aberto	—	Tempo
10	B	Aceso	Baixa	Início do Fechamento	Conduz	Conduz	Fechado	Fechar AD-BC	Ligado	Aberto	Aberto	B	B	Aberto	Aberto	B	A	B	B	B	B	—	—
11	B	Apagado	Alta	10 cm para Fechar	Cortada	Cortada	Fechado	Fechar AD-BC	Ligado	Aberto	E	A	B	A	Aberto	A	A	B	B	B	B	—	—
12	B	Apagado	Alta	9 cm para Fechar	Cortada	Cortada	Fechado	Fechar AD-BC	Ligado	Aberto	Aberto	A	Aberto	A	F	A	A	B	B	B	B	—	—
13	B	Apagado	Alta	Total Fechada	Cortada	Cortada	Fechado	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	A	Aberto	A	Aberto	A	A	A	A	A	Aberto	—	—
14	Fora	Apagado	Alta	Fechada	Cortada	Cortada	Aberto	Abrir AC-BD	Desligado	Aberto	Aberto	A	Aberto	A	Aberto	A	A	A	A	A	Aberto	—	—

chando e à 10 cm do total fechamento, mandando um pulso negativo para RL_1.

3, contato móvel de RL_1.

4, contato móvel de RL_3.

5, contato móvel de RL_2.

6, contato que passa por **F** a 9 cm do total fechamento da porta mandando um pulso para RL_3, e passa por **G** quando a porta está totalmente aberta, mandando um pulso positivo para RL_3.

7, contato móvel de RL_4.

8, chave limite normalmente aberta. Fecha novamente em A assim que a porta inicie seu fechamento.

9, chave limite normalmente fechada em B. Abre de B e fecha em A, sòmente quando a porta está totalmente fechada.

10, 11, 12, contactos móveis de RL_5.

Um setor que merece ser explicado com mais detalhe é o circuito de tempo.

Temos o contato 5 que está normalmente fechado em A, curto-circuitando o capacitor C_1. Desta forma V_2 está fortemente cortada e, logo, RL_4 desenergizado. Porém, quando o contato 5 abre de A, o capacitor C_1 começa a carregar-se via R_2, tendendo a tensão positiva em relação a terra. Dependendo dos valores de R_2, C_1, das tensões aplicadas a êle e das características de polarização da válvula teremos que após um tempo determinado por tais valores, a grade tenderá ao grampeamento, e o RL_4 fechará.

Daremos agora uma explicação a respeito do funcionamento geral do circuito. Para tornar-se mais fácil a compreensão utilizaremos a tabela II. Nesta tabela temos 14 principais situações em que o carro do elevador pode se encontrar.

Na situação 1 o carro está-se movimentando entre um andar e outro. O motor está "armado" para abrir.

Na situação 2 o RL_1 é pulsado em D fazendo com que o contato 3 ligue em B. Assim temos o LDR iluminado e V_1 conduzindo.

Na situação 3 o elevador para no andar desejado, fechando o contato S_2, indo tensão ao contato 7 ligado em A indo tensão para A do contato 8 que está fechado, indo tensão para o motor, que recebendo alimentação inicia a abertura da porta.

Na situação 4 a chave limite 8 abre interrompendo a tensão do motor fazendo com que êste pare. Ainda neste instante o RL_3 é pulsado pelo contato 6 em G, desta forma fechando o con-

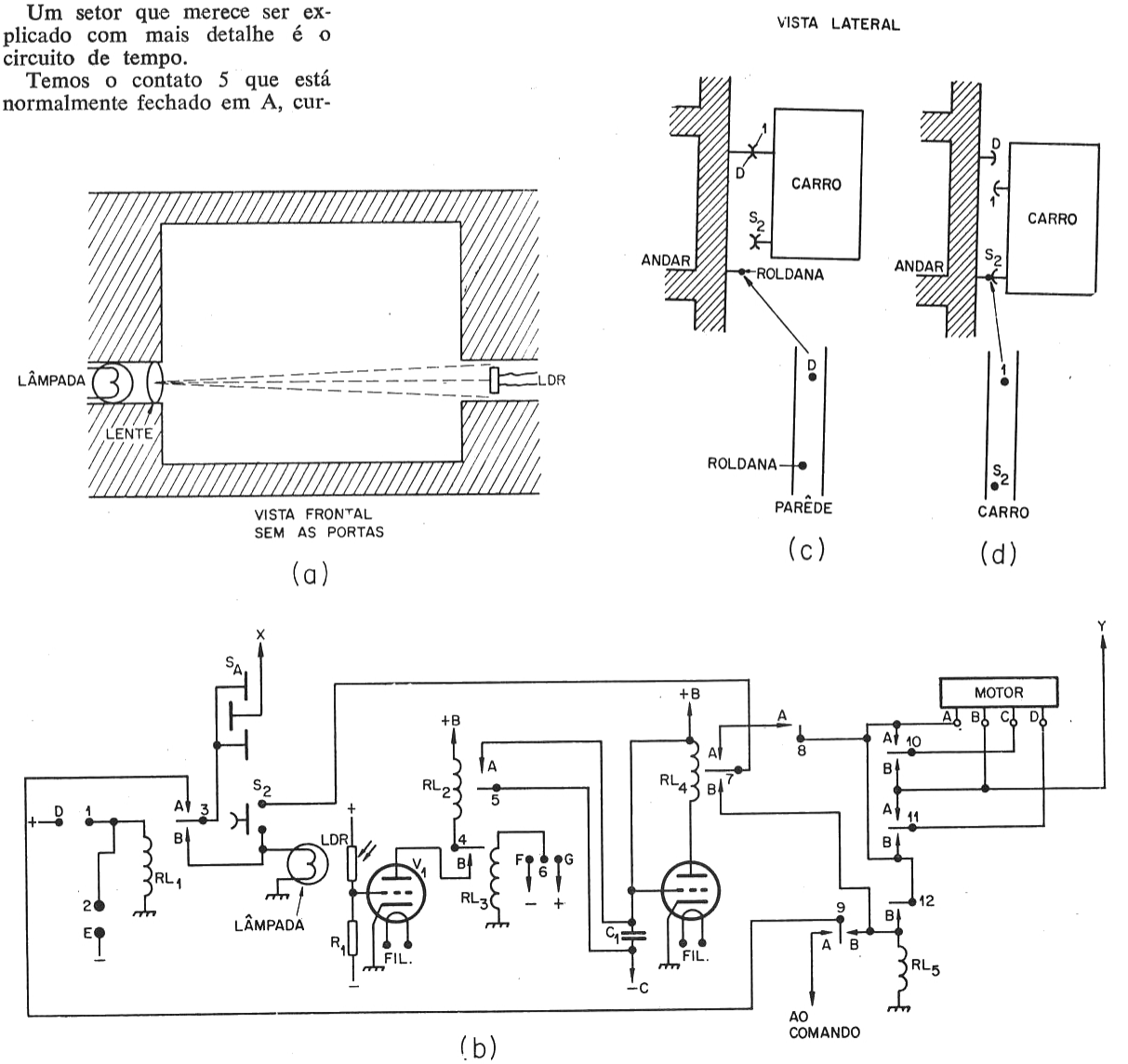


FIG. 10

tato 4 em B. Como V_1 está conduzindo, RL_2 é energizado, abrindo o contato 5 de A. Estando êste último contato aberto o capacitor C_1 irá carregar-se.

Na situação 5 temos o capacitor C_1 carregando-se. O tempo é pré estabelecido pelos valôres já já anteriormente citados.

Na situação 6 V_2 conduz fortemente, energizando RL_4, fazendo com que o contato 7 desligue de A e ligue em B. Assim teremos uma tensão apilcada ao RL_5, e seus contatos 10, 11, 12, passarão para B "armando" o motor para fechar e ligando-o. Assim a porta inicia seu fechamento.

Na situação 7 uma pessoa entra ou sai do carro. O feixe é cortado, V_1 corta e desenergiza RL_2, o contato 5 fecha em A, cortando V_2, o contato 7 liga em A fazendo o motor abrir a porta.

Situação 8 idêntica situação 4.

Situação 9 idêntica situação 5.

Situação 10 idêntica situação 6.

Na situação 11 RL_1 é pulsado em E, fazendo com que o contato 3 ligue em A. Assim V_1 e V_2 estão cortados e o circuito associado a elas está parado; pois RL_5 é agora alimentado por 3A e 9B. Se alguém tentar entrar, a porta não mais abrirá. Porém uma medida de segurança foi tomada, que é o interruptor S_1. Basta tocar-se na barra da porta e todo o equipamento pára evitando um acidente.

Na situação 12, RL_3 é pulsado em F fazendo com que o contato 4 desligue de B. O motivo dêste relé ser pulsado um pouco depois do RL_1, é para assegurar que, a tensão em RL_5 ainda existia até que o contato 3 ligue em A.

Na situação 13 o contato 9 desliga de B, interrompendo a tensão do motor, e liga em A aplicando uma tensão de informação ao comando, demonstrando que a operação foi terminada.

Na situação 14 o comando está movimentando o carro e temos identidade com a situação 1.

Para evitar que ao passar por andares não desejados, o motor receba um pulso de tensão devido ao fechamento e abertura de S_2, a tensão tem de estar interrompida pelo comando, devendo sòmente ser ligada pelo comando no instante em que o carro estiver próximo do andar desejado.

Nas figs. 10c e 10d, encontramos diversos detalhes da parte mecânica, e cremos ser desnecessária qualquer explicação já que as figuras explicam por si próprias.

LIVROS (Cont. da pág. 36)

CIRCUITO TRANSISTORIZADOS PARA MODÊLOS TELEDIRIGIDOS

Helmut Bruss

Marcambo — Barcelona

130 págs. 12 x 17 cm, brochura, castelhano
NCr$ 10,50

A pratica do telecomando de modêlos faz aparecer sempre novos problemas conduzido ao desenvolvimento de novos circuitos. Em evidência encontra-se o problema da confiabilidade das instalações, campo em que se conseguiu progressos evidentes com o emprêgo de montagens superheterodinos e utilizando computadores sem relés. Novas tecnologias, como a que permitiu a fabricação de transistores extremamente seguros n p n de silício epitaxiais-planares) tem seu quinhão de responsabilidades pelo bom êxito de montagens, mesmo as mais complexas.

Esta obra trata de uma relação de montagens e da explicação do seu funcionamento, seja apresentados originalmente por publicações de firmas comerciais, seja desenvolvidads por aficionados. Qualquer que seja a origem; trata-se de circuitos exclusivamente a transistores.

LOS TRANSISTORES EN AUDIOFRECUENCIA

G. Fontaine

Biblioteca Técnica Philips

397 págs. 15 x 20, 5 cm, encadernado, castelhano
NCr$ 36,00

Nêste livro, o autor examina sistemàticamente e exautivamente as aplicações dos transistores em amplificadores de áudio. De modo geral, o leitor aprende como realizar o projeto de um amplificador de audiofrequência com o auxílio das características elétricas fornecidas pelos fabricantes dos transistores.

As figuras são impressas em várias côres, colocando-se-as sempre diante do texto correspodente. As fórmulas são sempre muito simples.

Êste livro é o segundo de uma série, do mesmo autor, com as mesmas características de "Diodos Y Transistores". Sua aceitação é ampla tanto em escolas técnicas como entre as autoridades..

a estabilização de tensões com semicondutores

IV (Conclusão)

CÁLCULO DE UM CIRCUITO DE ESTABILIZAÇÃO

O circuito a ser projetado deve satisfazer as seguintes condições: $V_S \approx 12\,V$; $I_L = 0$ a 0,8A; $T_A = 45°C$.

A tensão a ser estabilizada é obtida da rêde 120 V por meio de um transformador de fôrça. A variação permissível da tensão de entrada é de ± 10%.

DIMENSIONAMENTO DO CIRCUITO

a) **Tensão de entrada**

$$V_{E1\,min} = V_{S\,max} + 2 = 12 + 2 = 14\,V$$

Para o cálculo da tensão $E_{E\,min}$ é necessário que se conheça o valor da resistência interna da fonte de alimentação (R_i), a qual depende exclusivamente do transformador escolhido.

A máxima potência contínua na saída ; igual a $P_S = V_S \cdot I_{L\,max} = 12 \cdot 0{,}8 = 9{,}6\,W$.

A potência contínua na entrada do circuito estabilizador pode ser considerada aproximadamente igual a $1{,}5\,P_S$ ou seja, igual a 14,4 W.

Para a determinação do tipo de transformador que devemos usar é necessário que se saiba qual a potência total que o mesmo deverá suportar em VA. Essa potência se obtém através de considerações sôbre a duração da corrente através dos retificadores (ângulo de condução dos retificadores) e sôbre as perdas no ferro e no cobre. O que nos interessa é estabelecer uma relação entre essa potência total em VA e a potência contínua. Para o circuito ponte e para uma indução no transformador de 12.000 G, essa relação é igual a:

$$\frac{P_T}{P_C} \approx 0{,}79 \left(\frac{1}{\cos \alpha} \sqrt{\frac{180}{2\alpha}} \right) \qquad (I)$$

onde

P_T = potência total em VA do transformador

P_C = potência contínua na entrada do circuito estabilizador

2α = ângulo de condução dos retificadores (em graus).

Essa relação é aproximada já que a corrente no primário do transformador não é exata.

Para ângulos de condução entre 50° e 100° ou seja $50° < 2\alpha < 100°$ podemos com boa aproximação supor que o valor dentro do parêntesis vale 2.

$$P_T \simeq 2 \times 0{,}79\ P_C$$
$$P_T \simeq 1{,}57\ P_C$$

Aplicando ao nosso caso teríamos

$$P_T = 1{,}57 \times 14{,}4 = 22{,}6\,VA$$

O fator 0,79 que aparece multiplicando o parêntesis em I depende exclusivamente do circuito retificador e da indução máxima no transformador. Assim para retificação de onda completa com 2 diodos, o valor dêsse fator seria 1,19 e para retificação de meia onda 1,3 desde que a indução fôsse igualmente 12.000 Gauss.

Uma vez escolhido o tamanho do núcleo do transformador que suporte essa potência em VA (o que é feito através da especificação dos fabricantes de núcleos), podemos determinar a resistência interna da fonte. Com boa aproximação a resistência interna da fonte é igual a

$$R_i \simeq \theta \cdot V_{sec}^2$$

onde θ é uma constante que depende do tipo e tamanho do núcleo escolhido para construir o transformador.

O núcleo E-I de 78 mm de comprimento satisfaz a condição de 22,6 VA e apresenta $\theta = 2{,}48 \cdot 10^{-3}\,\Omega/V^2$.

Admitindo-se que a tensão no secundário do transformador seja da ordem de 18 V, obtemos então para R_i o valor:

$$R_i = 2{,}48 \times 10^{-3} \times (18)^2 = 0{,}803\,\Omega$$

Portanto agora podemos calcular a tensão $E_{E1\,min}$

$$E_{E1\ min} = V_{E\ min} + k\, I_{L\ max}\, R_i$$
$$= 14 + 2{,}5 \times 0{,}8 \times 0{,}8 = 15{,}6\ V$$

Daí resulta

$$E_{E1\ nominal} = \frac{E_{E1\ min}}{1\text{-}b} = \frac{15{,}6}{0{,}9} = 17{,}3\ V$$

e

$$E_{E1\ max} = (1 + a) \cdot E_{E1\ nominal} = 1{,}1 \cdot 17{,}3 = 19{,}03\ V$$

Quando consideramos as tolerâncias relativas à tensão de entrada a tensão de "ripple" não foi levada em conta. Daí resulta que devemos fazer uma correção nos valores de $E_{E1\ min}$, $E_{E1\ nominal}$, e $E_{E1\ max}$, admitindo que o condensador C seja calculado de tal maneira que o valor de pico da tensão de "ripple" não seja maior do que 5% da tensão de saída V_S. Temos que

5% de 12 vale 0,6

Portanto:

$$E_{E1\ min} = 15{,}6 + 0{,}6 = 16{,}2$$
$$E_{E1\ nom} = 17{,}3 + 0{,}6 = 17{,}9$$
$$E_{E1\ max} = 19{,}0 + 0{,}6 = 19{,}6.$$

Estas tensões $E_{E1\ min}$, $E_{E1\ nom}$ e $E_{E1\ max}$ são as que se registram em circuito aberto sôbre o condensador C.

Considerando que a queda de tensão total nos diodos do circuito de retificação em ponte é igual a 2,5 V, podemos determinar então o valor eficaz da tensão no secundário.

$$E_{E1\ SEC\ nom} = \frac{E_{E1\ nom} + 2{,}5}{\sqrt{2}} = \frac{17{,}9 + 2{,}5}{\sqrt{2}} = 14{,}6\ V$$

b) Transistor de potência

A potência máxima que o transistor deve aguentar é:

$$P_{max} = \frac{(E_{E1\ max} - V_{S\ min})^2}{4 \cdot K \cdot R_i} = \frac{(19{,}6 - 12)^2}{4 \cdot 2{,}5 \cdot 0{,}8} = 7{,}22\ W$$

Podemos usar por exemplo um AD 139 que possui como características principais:

a) uma resistência térmica entre a junção e o dissipador de 4,5°C/W sem isolador de mica entre o transistor e o dissipador.

b) uma temperatura máxima da junção de 90°C.

c) uma ampliação mínima de corrente contínua de 30 vêzes ou seja: $\beta_{min} = 30$.

c) Diodo Zener

Escolhemos o diodo 0AZ 213 que possui uma tensão de Zener de 12 V.

À resistência térmica do diodo com a utilização de uma aleta de resfriamento, montada sôbre um radiador de 3,5 × 3,5 cm de alumínio de 1,6 mm de espessura, é de 0,25°C/mW.

A potência total dissipada pelo diodo é:

$$P_{Tot} = \frac{T_j - T_a}{R_T} = \frac{150 - 45}{0{,}25} = 420\ mW$$

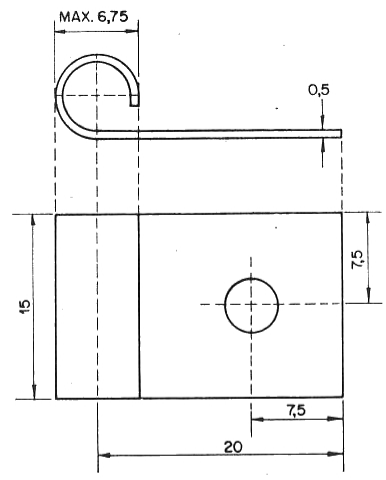


Fig. 1

Dimensões do dissipador para o diodo Zener.

$$I_{Z\ max} = \frac{P_{Tot}}{V_z} = \frac{420}{12} = 35\ mA$$

A corrente máxima de carga do diodo é dada pela corrente máxima de base do transistor de potência:

$$I_{B\ max} = \frac{I_{L\ max}}{\beta_{min}} = \frac{800}{30} = 26\ mA$$

Cálculo da tensão V_{E2} e da resistência R_i:

Como a corrente de carga do diodo Zener varia de O até 30 mA, a primeira condição necessária para funcionamento correto do diodo Zener é a de que

$$I_{L\ max} = 0{,}9\ I_{Z\ max}$$

ou no nosso caso como

$$I_{L\ max} = I_{B\ max}$$
$$I_{B\ max} = 0{,}9 \cdot I_{Z\ max}$$

que é o que ocorre

$$26 < 0{,}9 \times 30$$

A relação entre as tensões de entrada

$$\frac{V_{E\ min}}{V_{E\ max}} = \frac{1 - b}{1 + a} = \frac{1 - 0{,}1}{1 + 0{,}1} = 0{,}819$$

A influência da variação da corrente carga sôbre R_i reflete-se sôbre V_{E2} da seguinte forma,

$$E^*_{E1\ min} = V_{E1\ min} + \frac{kI_{L\ max}\, R_i}{2} + V\ ripple$$

$$= 14 + \frac{2{,}5 \times 0{,}8 \times 0{,}8}{2} + 0{,}6 = 15{,}4\ V$$

$$Y = \frac{E^*_{E1\ min}}{E_{E1\ max}} = \frac{15{,}4}{19{,}6} = 0{,}785$$

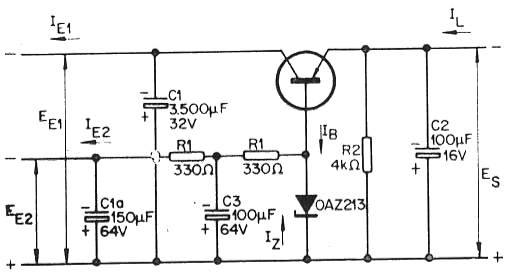


Fig. 2

Circuito completo.

Relação entre as correntes de entrada

$$Z = \frac{I_{E\,max}}{I_{E\,min}} = \frac{I_{Z\,max}}{I_{B\,max} + 0{,}1\, I_{Z\,max}} = \frac{35}{20 + 0{,}1 \cdot 35} = 1{,}49$$

Vejamos agora se satisfaz a condição $Y \cdot Z > 1$

$$0{,}785 \times 1{,}49 = 1{,}17 > 1$$

Valor mínimo de tensão de entrada

$$V_{E2\,max} = V_Z \cdot \frac{Z - 1}{YZ - 1} = 12 \cdot \frac{1{,}49 - 1}{1{,}17 - 1} =$$

$$= 12 \cdot 2{,}88 = 35\ V$$

$$R_{1\,total} = \frac{V_{E2\,max} - V_z}{I_{Z\,max}} = \frac{35 - 12}{35 \times 10^{-3}} = 660\ \Omega$$

Êsse valor deve ser dividido por 2, obtendo-se então duas resistências R_1 de 330 Ω.

$$V_{E2\,min} = Y \cdot V_{E2\,max} = 0{,}785 \times 35 \simeq 27{,}5$$

$$V_{E2\,nom} = \frac{V_{E2\,min} + V_{E2\,max}}{2} = \frac{35 + 27{,}5}{2} = 31{,}25\ V$$

A tensão $V_{E2\,nom}$ é a que se registra sôbre o condensador quando circula uma corrente de carga I_{E2} por R_1

$$I_{E2} = I_Z + I_B$$

O valor eficaz da tensão E_{E2} (em vasio) pode ser calculado aproximadamente, aumentando-se o valor de $V_{E2\,min}$ de 20% (retificação de meia onda):

$$E_{E2\,sec\,nom} = \frac{V_{E2\,nom} \cdot 1{,}2}{\sqrt{2}} \simeq 26{,}7$$

Cálculo da resistência R_2:

$$R_2 \leq \frac{V_S}{I_{CBO}\,(90°C)} = \frac{12}{3 \times 10^{-3}} = 4\ k\Omega$$

Cálculo dos condensadores:

$$C_1 = 52 \cdot \frac{I_{S\,max}}{V_S} = 52 \cdot \frac{800}{12} = 3466\ \mu F$$

$$C_{1a} = 52 \cdot \frac{I_{Z\,max}}{V_S} = 52 \cdot \frac{35}{12} = 151\ \mu F$$

$$C_2 = 100 \cdot I_{s\,max} = 100 \cdot 0{,}8 = 80\ \mu F$$

$$C_3 = \frac{26{,}5}{0{,}33} = 80\ \mu F$$

A resistência interna diferencial r_i do circuito de estabilização é igual a

$$r_i \simeq \frac{0{,}25}{0{,}8} \simeq 0{,}3\ \Omega$$

O VOLTÍMETRO ELETRÔNICO

(Cont. da pág. 30)

Voltando ao nosso circuito, notamos que ao termos zero volt na entrada, no anodo de V_4 se desenvolverá um pequeno potencial negativo devido ao "potencial de contato", o qual fará com que o instrumento indique uma tensão, coisa que não deveria acontecer, uma vez que a tensão de entrada é zero. Para compensar isto, introduz-se um potencial positivo por meio de R_2 e R_{29}, anulando aquêle negativo.

Assim, examinamos as partes básicas de um VTVM, as quais são selecionadas por meio de uma chave comutadora de função (CC, CA, OHM).

(No próximo número: Utilização doVTVM)

100 WATTS DE ÁUDIO

com transistores de silício

Eng. NELSON BARDINI (*)

INTRODUÇÃO

O transistor de silício vem marcando era em amplificadores de potência, função em que desbancou a válvula a vácuo e superou o próprio "irmão" de germânio. Embora a linearidade do silício em potência ainda não seja a desejada, uma dose adequada de realimentação negativa torna possível a elaboração de amplificadores com distorção harmônica espetacularmente baixa. Outras peculiaridades do silício o fazem altamente recomendável para uso em amplificadores não só na saída como nas etapas de baixo nível.

O amplificador que focalizaremos a seguir emprega o 2N3055, que hoje é largamente utilizado no mundo inteiro. No estágio de pré-amplificação dois transistores de silício BC109 desempenham essa função, conferindo ao amplificador global sensibilidade e impedância de entrada tais que o tornam fàcilmente excitável por inúmeros tipos de pré-amplificadores.

Como será visto durante a apreciação dêste artigo, o presente amplificador possui características de potência, de distorção, de resposta em freqüência, além de boa compaticidade e auto-proteção contra carga em curto ou carga em aberto, que lhe dão "carta branca" para desempenhar sob alta confiabilidade várias tarefas, como por exemplo, sonorização de grandes ambientes, amplificadores para guitarras e grandes órgãos, "public address". Para uso residencial 100 watts torna-se excessivo, por isso são sugeridas algumas alternativas muito simples para convertê-lo de 100 para 50 watts, aumentando sua faixa de utilização. Nesta nova configuração, igualmente o amplificador continua mantendo alto fator de amortecimento dentro de tôda a faixa de resposta, bem como é mantida a segurança quanto ao fato de a carga não ser puramente resistiva.

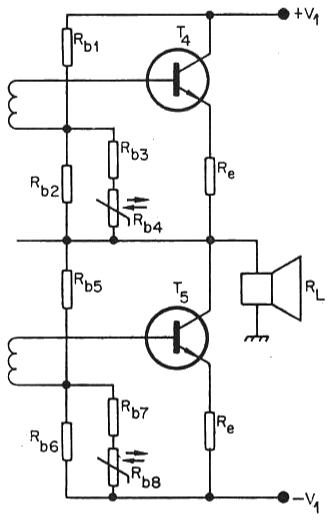


FIG. 1

DESCRIÇÃO

Ao lado da descrição do circuito serão apresentados de forma simplificada alguns encaminhamentos específicos de projeto para melhor complementação do trabalho.

1 — **Estágio de saída em contrafase ("push-pull")**

Partindo-se de que a carga é de 8Ω e a potência desejada na carga é de 100 watts (valor RMS), fixando-se o resistor de emissor em 0,47 ohm e tomando-se para o 2N3055 a tensão de joelho de 2,5 V, obtemos o valor da tensão V_1 da fonte através da relação

$$P_o = \frac{(V_1 - V_{CEK})^2 \cdot R_L}{2 \cdot (R_L + R_e)^2}$$

onde

P_o = 100 W (potência desenvolvida na carga)
V_1 = tensão de alimentação (com referência à terra)
V_{CEK} = 2,5 V (tensão de joelho do transistor de saída, para corrente de coletor máxima, manual)
R_L = 8 ohms (altofalante)
R_e = 0,47 ohms (resistência no emissor, adotado).

De (1) tira-se: V_1 = 45 V

O dissipador para os transistores de saída é calculado em função da potência dissipada nos mesmos. Esta por sua vez vale em nosso caso aproximadamente 21% da potência de áudio en-

(*) IBRAPE — Laboratório de Aplicações e Desenvolvimento.

tregue à carga ($R_L + R_e$). Como só R_L recebe 100 W, então o par entrega 125 W a $R_L + R_e$, e a potência dissipada por transistor é de aproximadamente 27 watts. Considerando temperatura de junção máxima de 200°C e para temperatura ambiente indo até 50°C, cada transistor necessita de um dissipador de alumínio com 120 cm² de área mínima, 1,5 mm de espessura, superfície fôsca e montagem vertical.

Na polarização de cada transistor de saída é usado NTC (termistor) que, além de permitir maiores valores para os resistores de polarização e, conseqüentemente, acarretar menor dissipação desenvolvida nos mesmos, outrossim permite compensar a variação da tensão base-emissor do transistor mantendo a corrente quiescente relativamente constante para qualquer valor típico da temperatura da junção. A melhor configuração é a mostrada na Fig. 1 com a qual se obtém ótima estabilidade térmica inclusive na temperatura ambiente de 50°C. Os resistores R_{b1} (de 1,5 kΩ) e R_{b5} (de 1,5 kΩ) devem ser de preferência casados, ou seja, que guardem entre si diferença igual ou menor que 50 ohms para que T_4 e T_5 possuam idênticas correntes quiescentes; a diferença entre essas correntes circula pelo altofalante (carga) o que é indesejável, além de um transistor vir a dissipar mais que o outro. O resistor R_{b4} (NTC) deve ter bom contato térmico com o dissipador de T_4 e R_{b8} com o de T_5. Duas precauções: primeiro evitar contato elétrico entre dissipador e NTC, e segundo aumentar o contato térmico entre NTC e dissipador por meio de graxa de silicone.

2 — Excitador em classe A

Escolheu-se o próprio 2N3055 para desempenhar a função de transistor excitador. A corrente de repouso escolhida é um pouco superior à máxima corrente de pico $I_{B4\,max}$ na base do transistor T_4 de saída; o transformador excitador possui relação de espiras 1: (1 + 1).

$$I_{B4\,max} = \frac{I_{C4\,max}}{h_{FE}}$$

$$h_{FE} = 25 \text{ (manual)}$$

$$I_{C4\,max} = \frac{2\,P_S}{V_1} = 5{,}6 \text{ A}$$

Assim

$I_{B4\,max} = 225$ mA

Adotou-se como 250 mA a corrente I_{p3} de repouso do coletor de T_3 (Fig. 2). Nesse ponto a tensão coletor-emissor vale:

$$V_{CE3} = V_1 - I_{p3}\left(r_p + R_{12} + \frac{R_{13}\cdot R_{14}}{R_{13}+R_{14}}\right) = 30{,}4 \text{ V}$$

Anàlogamente calculamos o seu dissipador partindo da potência dissipada em T_3 e temperatura ambiente de 50° C. Dissipação em T_3:

$$P_d = V_{CE\,3}\cdot I_{p\,3} = 30{,}4 \cdot 0{,}25 = 8 \text{ watts}$$

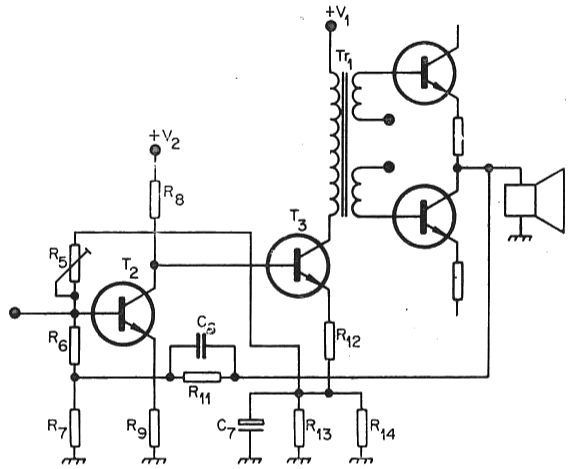


FIG. 2

Dissipador necessário: de alumínio, de 1,5 mm de espessura, acabamento fôsco, montado na posição vertical e área mínima de 21 cm².

O transformador excitador apresenta enrolamento da bobina do tipo trifilar e o núcleo do transformador é montado com chapas E-I, sendo o material de ferro-silício de grão orientado. É montado em bloco sem entreferro (Fig. 3), tendo a perna central 1,6 cm e a altura do pacote igual a 2,1 cm.

O primário tem 275 espiras de fio esmatado, 0,361 mm (27 AWG) com resistência de 4,8 ohms e indutância igual a 180 mH em 1 kHz.

Cada metade do secundário tem òbviamente 275 espiras, porém o fio esmaltado é 0,287 mm (29 AWG) e a resistência é de 8,5 ohms.

3 — Pré-excitador em classe A

O pré-excitador T_2 é também exibido na Fig. 2, e pode-se observar que é diretamente acoplado ao transistor excitador e fornece a polarização para êste. A

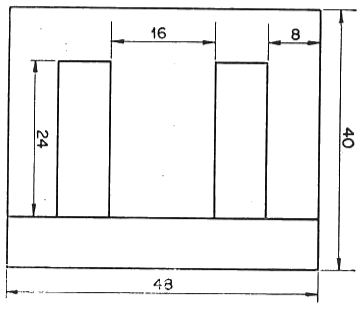


FIG. 3

realimentação proveniente da saída (carga) é injetada na base do pré-excitador.

Admitindo-se $V_2 = 22$ V (tensão de alimentacão do estágio pré-excitador) e $R_8 = 1\,k\Omega$ temos corrente e tensão de coletor de T_2 igual a 6,5 mA e 14 V respectivamente. Nestas condições T_2 dissipa 91 mW, não necessitando de dissipador.

A polarização de T_2 é apresentada pelo potenciômetro R_5 o qual é ajustado de tal modo a se obter 250 mA de corrente de coletor de T_2.

O resistor R_9 de 1,5 ohm não foi mencionado nos cálculos acima em vista da sua desprezível influência nas considerações de regime C. C.

4 — Pré amplificador em Classe A

A fim de aumentar a impedância de entrada do amplificador e melhorar a sensibilidade, servindo outrossim como estágio separador, adicionou-se o um pré-amplificador com outro BC109 (T_1). O acoplamento é C. A. para emprestar maior flexibilidade ao amplificador.

Vê-se através da Fig. 4 que o pré-amplificador é bastante simples. Os valores de todos os componentes se acham no esquema completo (Fig. 8). Apresenta impedância de entrada de 22 kΩ e sensibilidade de 60 mV se $R_2 = 120$ ohms, porém passa para 150 kΩ e 150 mV respectivamente se $R_2 = 330$ ohms.

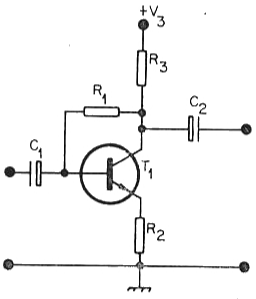


FIG. 4

5 — Fonte de Alimentação

A fonte de alimentação apresenta retificação em ponte com ponto central do secundário à massa para que se obtenha duas polaridades, +45 V e −45 V. É composta pelo transformador de fôrça Tr_2, 4 diodos BY126 e 2 capacitores eletrolíticos de .... 2.500 μF com isolação de pelo menos 60 V (Fig. 5).

Para máxima potência de saída a corrente a ser fornecida pela fonte é maior que 2A; devemos ter, então um transformador de fôrça com resistência interna relativamente baixa e elevar a tensão acima de 45 V (sem carga) de tal modo que, para máxima potência de saída, a tensão contínua caia para 45 V.

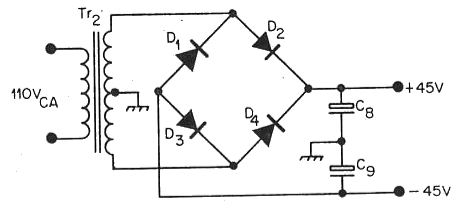


FIG. 5

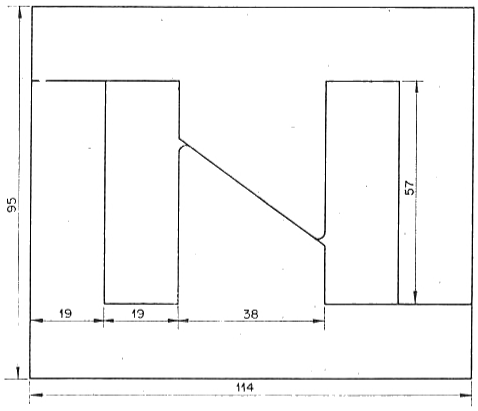


FIG. 6

O núcleo do transformador utilizado nêste amplificador é constituído de ferro-silício de 3,8 x 3,8 cm (Fig. 6). Para rêde de 110 V seu primário tem 440 espiras de fio esmaltado 0,90 mm (19 AWG) e resistência C. C. igual a 2 Ω. O secundário apresenta 145 + 145 espiras de fio esmaltado 1,00 mm (18 AWG), resistência C. C. igual a 0,7 + + 0,7 Ω, tensão alternada em vazio 36 + 36 V (para 110 V no primário), tensão contínua sem carga entre (+) e (−) 100 V, tensão contínua com carga (sem sinal) 93 V, tensão contínua com carga (com sinal de 1 kHz e 90 watts de saída) 80 V.

CARACTERÍSTICAS

A figura 7 ilustra o baixo índice de distorção harmônica total em função da potência de

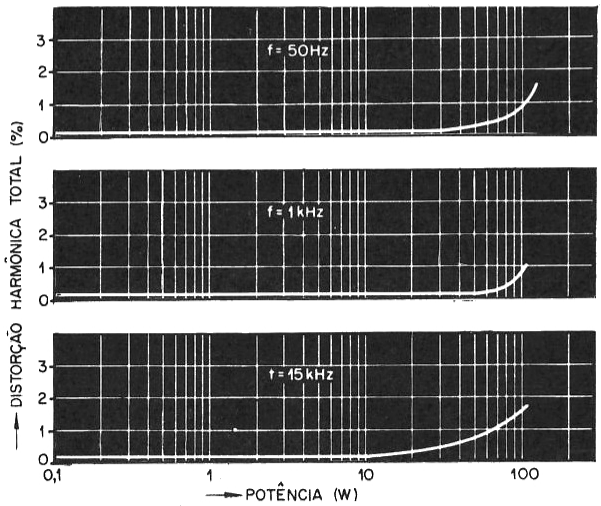


FIG. 7

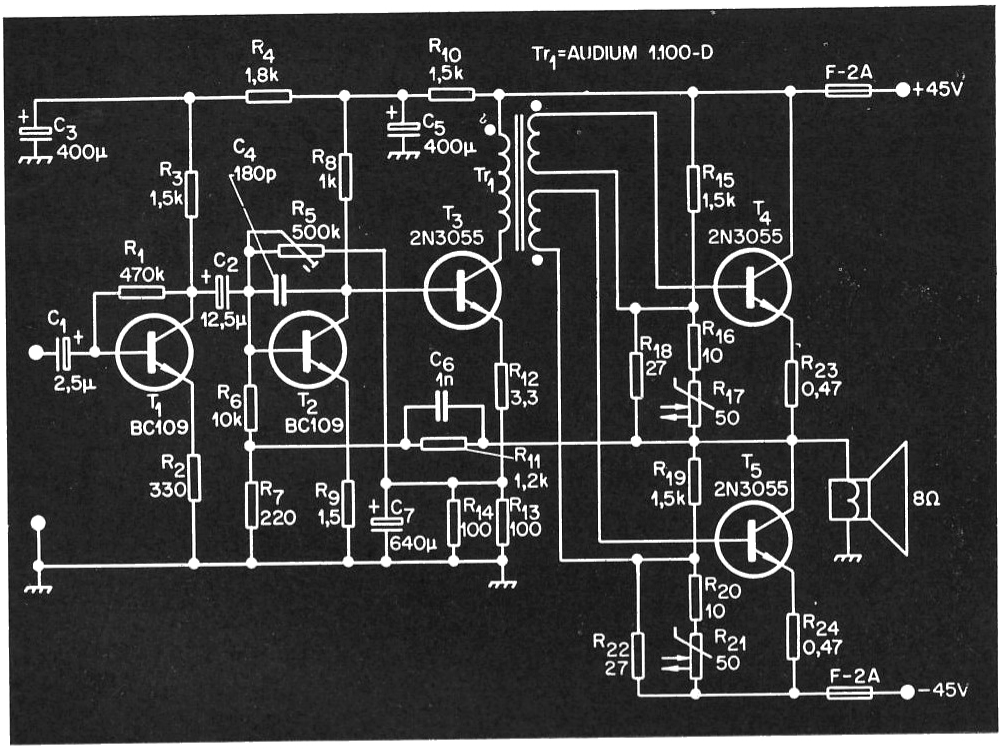


FIG. 8

saída. Pontos a serem ressaltados: mesmo em baixo nível de potência (0,1W) a distorção é mantida em 0,2% para 50 Hz, 1 kHz e 15 kHz; em 100 watts temos 0,8% em 50 Hz, 0,7% em 1 kHz e 1,6% em 15 kHz. Potência máxima para 10% de distorção harmônica é de 125 watts. Sensibilidade de 150 mV para potência de 100 W em 1 kHz e impedância de entrada de 150 kΩ, se $R_2 = 330\ \Omega$. Com 80 W de saída e dentro de ± 0,5 dB a resposta de freqüência se estende de 20 a 40 kHz.

A relação sinal ruído é de 80 dB para o nível de 100 watts. O alto-falante, isto é, a carga de 8Ω deve ter especificação para 140 watts nominais. O consumo máximo é de 1,9 A no terminal (+), enquanto que no terminal (−) é de 1,6 A. A alta realimentação negativa de 40 dB confere ao amplificador características de HI-FI ao mesmo tempo que torna pràticamente prescindível o casamento dos transistores de saída, bem como aceita maiores amplitudes de tolerâncias nos componentes. Essa realimentação acarreta também fator de amortecimento maior ou igual a 40, quaisquer que sejam as freqüências e o nível de potência. Por último há a salientar que várias dessas características são observadas não só com carga resistiva como também com carga indutiva, simulação exata do alto-falante; dentro dessa imposição verifica-se por exemplo que a resposta a um trem de pulsos é excelente. Pela fig. 10 pode-se ver que mesmo sob 100 Watts de saída nunca é ultrapassado qualquer limite dos transistores de saída com carga real Resistiva + indutiva). A fig. 10b ilustra como obter a fig. 10a.

AJUSTE

O único ponto a ser ajustado neste amplificador é a corrente de repouso do transistor excitador T_3. Isto é, conseguido por meio do resistor ajustável R_5 com o qual deve-se obter 12 volts sôbre o capacitor C_7. Durante êste ajuste é aconselhável fechar a entrada com um resistor de baixo valor ou simplesmente curto-circuitá-la, em virtude do alto ganho do amplificador e da impedância relativamente elevada da entrada.

VERSÃO 50 WATTS

A transformação para 50 watts pode ser feita por dois caminhos. O primeiro dêles é mais simples quando se dispõe de carga de 16 Ω (70 watts), pois basta ligar essa impedância no lugar de 8 Ω; são mantidas as mesmas tensões e os mesmos componentes (exceto os fusíveis que de 2 A devem passar para 1A).

O segundo caminho é pela alteração das tensões de alimentação de +45 V e −45 V para +32 V e −32 V; todavia agora R_{17} e R_{15} deverão passar de 1,5 kΩ para 1,1 kΩ, bem como os fusíveis de 2 A para 1 A; o ajuste da corrente de repouso de T_3 feito em R_5 é tal que se obtenha 7 volts sôbre C_7. Òbviamente com a segunda alternativa os transistores, o transformador e os capacitores eletrolíticos ficam trabalhando com menor dissipação e tensão de trabalho.

MONTAGEM

As figs. 9a e 9b sugerem uma disposição de componentes sôbre uma chapa de fenolite com ilhoses (onde são efetuados os pontos de soldagem). Poderia ser utilizada fiação impressa, porém esta é mais crítica devido às altas tensões e correntes presentes no circuito.

Independentemente da técnica de fiação, certas observações devem ser levantadas:

a) a fiação de alimentação deve estar afastada o suficiente dos estágios de entrada, em virtude de o estágio de saída operar com grandes correntes;

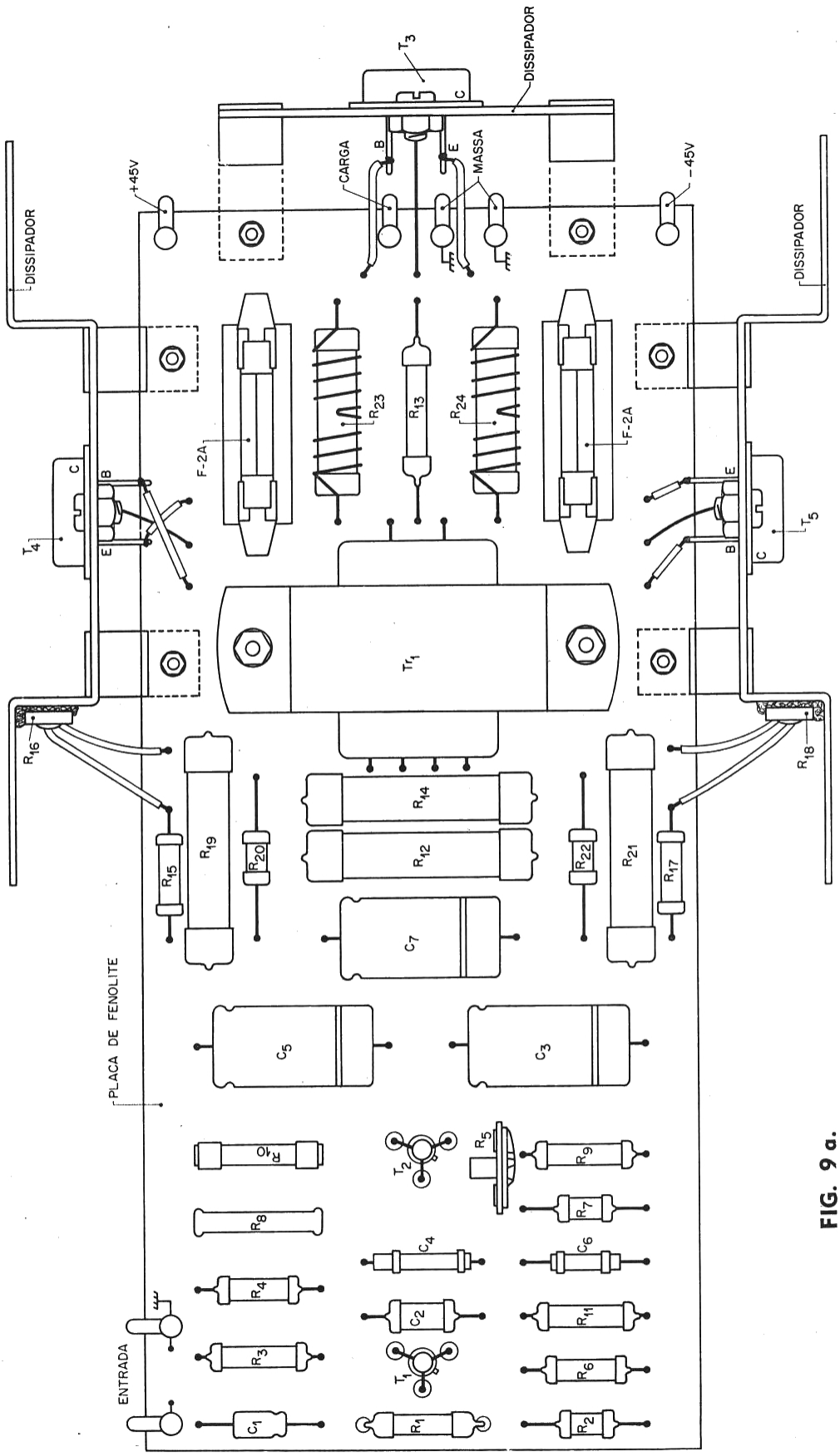

DISSIPADOR
+45V
CARGA
MASSA
-45V
DISSIPADOR
DISSIPADOR
T3
C
B
E
F-2A
R23
R13
R24
F-2A
T4
C
B
E
T5
E
B
C
T1
R16
R18
R19
R15
R20
R14
R12
R22
R21
R17
C7
C5
C3
PLACA DE FENOLITE
R10
R8
R4
R3
C1
T2
R5
C4
C2
T1
R1
R9
R7
C6
R11
R6
R2
ENTRADA

FIG. 9 a.

b) o ponto de retôrno do alto-falante deve ser feito no mesmo ponto de massa da fonte, dessa forma será evitada a circulação de correntes alternadas pelo chassis. Se a fiação é impressa os pontos de massa deverão ser escolhidos de modo a não ocorrer interação entre os vários estágios;

c) é preferível que os transistores de saída sejam montados diretamente nos dissipadores e êstes isolados do resto do circuito; assim evita-se a lâmina de mica que isola o transistor, ficando garantido melhor contato térmico entre transistor e dissipador;

d) os três dissipadores deverão ser montados em posição vertical, guardando certo afastamento dos demais componentes.

Finalmente, cabe lembrar que os transistores de saída 2 N3055 por serem de silício suportam 200°C na junção. Assim sendo e nas condições de dissipação máxima (26 watts por transistor transformados em calor) e à temperatura ambiente de 50°C, o invólucro estará a 150°C aproximadamente. Isso não significa absolutamente nenhuma anormalidade.

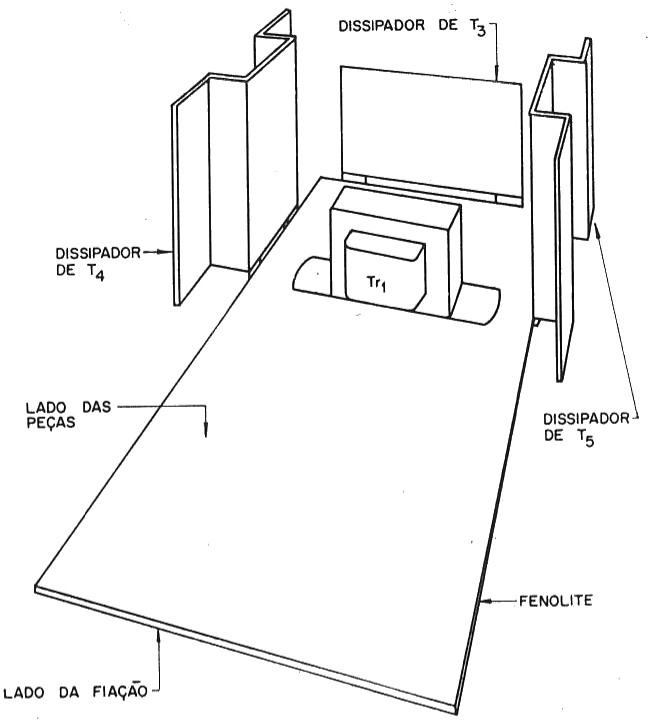
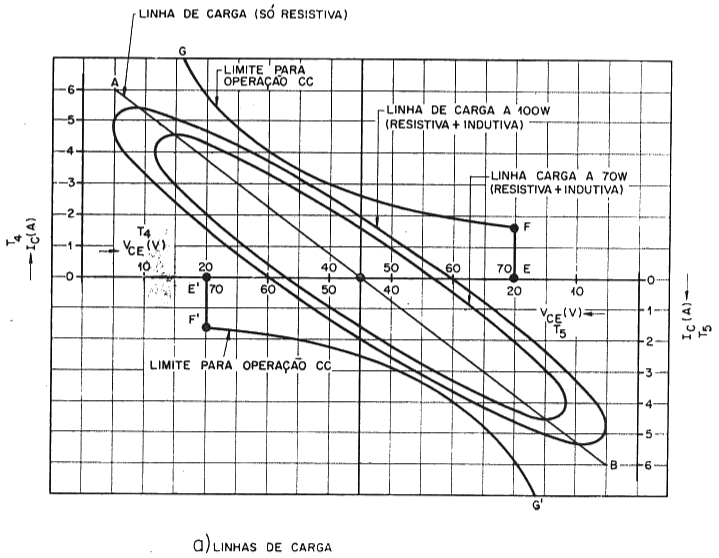
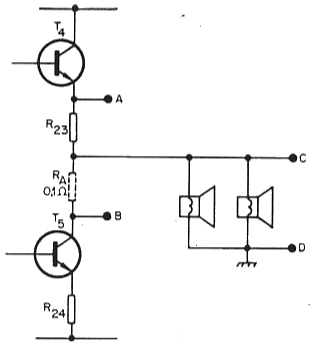


FIG. 9 b.



a) LINHAS DE CARGA



b) MODO DE LIGAÇÃO AO OSCILOSCÓPIO DE DUPLO FEIXE

PONTO A - AO VERTICAL DO FEIXE 1
" B - " " " " 2
" C - TERRA DO OSCILOSCÓPIO
" D - AO HORIZONTAL (COMUM PARA AMBOS OS FEIXES)
R_A = 0,1 OHMS (RESISTOR PARA POSSIBILITAR A LEITURA DA CORRENTE DO COLETOR DE T_5)

FIG. 10

LISTA DE MATERIAL

RESISTORES

Posição	Valor	Tolerância	Tipo	Potência
R_1	470 k ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_2	330 ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_3	1,5 k ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_4	1,5 k ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_5	500 k ohms	—	Potenciômetro de ajuste lin.	
R_6	10 k ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_7	220 ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_8	1 k ohms	10%	Carbono	1 W
R_9	1,5 ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_{10}	1,5 k ohms	10%	Carbono	1 W
R_{11}	1,2 k ohms	10%	Carbono	1 W
R_{12}	3,3 ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_{13}	100 ohms	10%	Carbono	3 W
R_{14}	100 ohms	10%	Carbono	3 W
R_{15}	10 ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_{16}	50 ohms	NTC		
R_{17}	10 ohms	10%	Carbono	1/2 W
R_{18}	50 ohms	NTC		
R_{19}	1,5 k	5%	Carbono	3 W
R_{20}	27	10%	Carbono	1/2 W
R_{21}	1,5 k	5%	Carbono	3 W
R_{22}	27	10%	Carbono	1/2 W
R_{23}	0,47 (não indutivo)	10%	Fio	5 W
R_{24}	0,47 (não indutivo)	10%	Fio	5 W

CAPACITORES

Posição	Valor	Tensão	Tipo
C_1	2,5 µF	64 V	Eletrolítico
C_2	12,5 µF	25 V	Eletrolítico
C_3	400 µF	25 V	Eletrolítico
C_4	180 pF	500 V	Cerâmica
C_5	400 µF	25 V	Eletrolítico
C_6	1 nF	500 V	Cerâmica
C_7	640 µF	16 V	Eletrolítico
C_8	2.500 µF	70 V	Eletrolítico
C_9	2.500 µF	70 V	Eletrolítico

DIODOS E TRANSISTORES

D_1	BY126	T_1	BC109
D_2	BY126	T_2	BC109
D_3	BY126	T_3	2N3055
D_4	BY126	T_4	2N3055
		T_5	2N3055

DIVERSOS

Alto-falante 8 ohms (140 W)

Tr_1 — Transformador excitador (Audium n.º 1100 D)

Tr_2 — Transformador de fôrça (indicações no texto)

2 × fusíveis 2 A.

UNIDADES LEGAIS no Brasil

Foi aprovado e está em pleno vigor o **QUADRO GERAL DAS UNIDADES DE MEDIDAS** pelo decreto n.º 63.233 de 12 de setembro de 1968, publicado no Diário Oficial (16-10-68). O Quadro (anexo ao decreto) compreende quatro partes:

1. Sistema Internacional de Unidades
2. Outras Unidades
3. Constantes Físicas Gerais
4. Grafia e Emprêgo dos Números e dos Símbolos seguidos de um **Apêndice,** bem como Observações e Recomendações Diversas.

Para informação e orientação dos nossos leitores, vamos publicar o Quadro.

O decreto em pauta reza também no seu **art. 1.º** que "são legais no Brasil:

a) as unidades do Sistema Internacional de Unidades (Unidades SI), bem como seus múltiplos e submúltiplos decimais; e

b) as outras unidades relacionadas no número 2 do Quadro anexo.

Parágrafo único — Neste Quadro sòmente é considerado como "sistema de unidades" o Sistema Internacional de Unidades".

Em prosseguimento, o artigo 2.º explicita que "as unidades legais n oBrasil se baseiam nas resoluções tomadas nas Conferências Gerais de Pêsos e Medidas (CGPM), reundias por fôrça da Convenção Internacional do Metro, de 1875, as quais prevalecerão sempre".

Pelo artigo seguinte, caberá ao Instituto Nacional de Pesos e Medidas propor alterações que se fizerem necessárias ao Quadro no sentido de resolver casos omissos, mantê-lo atualizado e dirimir dúvidas nascidas da interpretação e aplicação das unidades legais.

Isto pôsto, passemos às partes abordadas no anexo do Quadro:

1. SISTEMA INTERNACIONAL DE UNIDADES

1.1 — O Sistema Internacional de Unidades, ratificado pela Undécima Conferência Geral de Pesos e Medidas, em 1960 (11a. CGPM/1960), é baseado nas seis unidades fundamentais de:

comprimento	metro	m
massa	quilograma	kg
tempo	segundo	s
intensidade de corrente elétrica	ampère	A
temperatura termodinâmica	Kelvin	K
intensidade luminosa	candela	cd

1.2 — O Sistema Internacional de Unidades é simbolizado por **SI** e compreende:

1.2.1 — O sistema coerente das unidades fundamentais acima, das unidades derivadas e das unidades suplementares, denominadas genèricamente "Unidades do Sistema Internacional", ou, abreviadamente, "Unidades SI".

1.2.2 — Todos os múltiplos e submúltiplos decimais das unidades SI, os quais formam com estas um conjunto não coerente.

Dêsses múltiplos e submúltiplos, alguns têm nomes e símbolos especiais, que constam do quadro 1.5; entretanto, os seus nomes e símbolos são geralmente formados mediante o emprêgo de um prefixo adequado (quadro 1.4).

1.3 — Para as unidades elétricas e magnéticas, o SI é um sistema de unidades racionalizado, para o qual as constantes eletromagnéticas do vácuo,

velocidade da luz	c
constante magnética	μ_o
constante elétrica	ε_o

têm os valores numéricos dados em 3.1 e 3.2.

1.4 — PREFIXOS DECIMAIS

Prefixos		Fator pelo qual a unidade é multiplicada
tera	T	10^{12} = 1 000 000 000 000
giga	G	10^{9} = 1 000 000 000
mega	M	10^{6} = 1 000 000
quilo	k	10^{3} = 1 000
hecto	h	10^{2} = 100
deca	da	10
deci	d	10^{-1} = 0,1
centi	c	10^{-2} = 0,01
mili	m	10^{-3} = 0,001
micro	μ	10^{-6} = 0,000 001
nano	n	10^{-9} = 0,000 000 001
pico	p	10^{-12} = 0,000 000 000 001
femto	f	10^{-15} = 0,000 000 000 000 001
atto	a	10^{-18} = 0,000 000 000 000 000 001

Nota 1. Para a unidade SI de massa, êsses prefixos são empregados em relação ao submúltiplo **grama** = 0,001 kg.

Nota 2. Êsses prefixos são também empregados com os nomes especiais de múltiplos e submúltiplos decimais de unidades SI, e também com unidades que não pertencem ao SI.

1.5 — Unidades do Sistema Internacional

1.5.1. COMPRIMENTO

metro (m)

Comprimento igual a 1 650 763,73 comprimentos de onda, no vácuo, de radiação correspondente à transição entre os níveis $2p_{10}$ e $5d_5$ do átomo de criptônio 86.

Observações:

1) Definição ratificada pela 11.ª CGPM/1960

2) 10^{-10} m = **angstrom** Å.

1.5.2. ÂNGULO PLANO

radiano (rad)

Ângulo central que subtende um arco de círculo cujo comprimento é igual ao do respectivo raio.

Observações:

Nesta mesma unidade se mede também o **ângulo de fase** de uma grandeza periódica.

1.5.3. ÂNGULO SÓLIDO

esterorradiano (sr)

Ângulo sólido, com vértice no centro de uma esfera, que subtende na superfície da mesma, uma área medida pelo quadrado do raio dessa esfera.

1.5.4. ÁREA

metro quadrado (m^2)

Área de um quadrado cujo lado tem comprimento igual a 1 metro.

Observações:

1) 10^{4} m^2 = **hectare** ha
2) 10^{2} m^2 = **are** a
3) 10^{-28} m^2 = **barn** b

1.5.5. VOLUME

metro cúbico (m^3)

Volume de um cubo cuja aresta tem comprimento igual a 1 metro.

Observações:

1) Nesta mesma unidade se mede também o **módulo de resistência** de uma seção plana.
2) 10^{-3} m^3 = **litro** l.
   Litro é uma denominação alternativa para decímetro cúbico, não sendo entretanto recomendado para exprimir volumes em medidas de grande precisão (12.ª CGPM/1964).

1.5.6. NÚMERO DE ONDAS

um por metro (m^{-1})

Número de ondas de um fenômeno periódico cujo comprimento de onda é igual a 1 metro.

1.5.7. MASSA
quilograma (kg)
Massa do protótipo internacional do quilograma.

Observações:
1) Definição ratificada pela 3.ª CGPM/1901
2) 10^3 kg = **tonelada t**
3) 10^{-3} kg = **grama** g

1.5.8. MASSA ESPECÍFICA
quilograma por metro cúbico (kg/m³)
Massa específica de um corpo homogêneo, do qual um volume igual a 1 metro cúbico tem massa igual a 1 quilograma.

1.5.9. TEMPO
segundo (s)
Duração de 9 192 631 770 períodos da radiação correspondente à transição entre os dois níveis hiperfinos do estado fundamental do átomo de césio 133.

Observações:
Definição ratificada pela 13.ª CGPM/1967.

1.5.10. FREQÜÊNCIA
hertz (Hz)
Freqüência de um fenômeno periódico cujo período tem a duração de 1 segundo.

1.5.11. INTERVALO DE FREQÜÊNCIAS
oitava
Intervalo de duas freqüências cuja relação é igual a 2.

Observações:
O número de oitavas de um intervalo de freqüências é igual ao logarítmo de base 2 da relação entre as duas freqüências extremas dêsse intervalo.

1.5.12. VELOCIDADE
metro por segundo (m/s)
Velocidade de um móvel que, animado de um movimento retilínio uniforme, percorre uma distância igual a 1 metro, em cada segundo.

1.5.13. VELOCIDADE ANGULAR
radiano por segundo (rad/s)
Velocidade angular de um móvel que, animado de um movimento de rotação uniforme, gira de um ângulo igual a 1 radiano, em cada segundo.

Observações:
Com esta unidade se mede também a **pulsação** de uma grandeza periódica.

1.5.14. ACELERAÇÃO
metro por segundo por segundo (m/s²)
Aceleração de um móvel animado de um movimento retilíneo uniformemente variado, cuja velocidade varia à razão de 1 metro por segundo, em cada segundo.

Observações:
10^{-2} m/s² = **gal** Gal.

1.5.15. ACELERAÇÃO ANGULAR
radiano por segundo por segundo (rad/s²)
Aceleração angular de um móvel animado de um movimento de rotação uniformemente variado, cuja velocidade angular varia à razão de 1 radiano por segundo, em cada segundo.

1.5.16. VAZÃO
metro cúbico por segundo (m³/s)
Vazão de um fluído que se escoa em regime permanente, através de uma seção transversal do conduto, à razão de 1 metro cúbico em cada segundo.

Observações:
Esta grandeza é também chamada **descarga.**

1.5.17. FLUXO (de massa)
quilograma por segundo (kg/s)
Fluxo de massa de um fluído que se escoa em regime permanente, através de uma seção transversal do conduto, à razão de 1 quilograma em cada segundo.

Observações:
Esta grandeza é qualificada pelo nome do fluído cujo escoamento está sendo considerado, por exemplo, fluxo de vapor.

1.5.18. MOMENTO DE INÉRCIA
quilograma-metro quadrado (kg m²)
Momento de inércia, em relação a um eixo, de um ponto material de massa igual a 1 quilograma, situado a 1 metro de distância do referido eixo.

1.5.19. MOMENTO CINÉTICO
quilograma-metro quadrado por segundo.
$\frac{\text{kg} \cdot \text{m}^2}{\text{s}}$
Momento cinético, em relação a um eixo, de um corpo que gira em tôrno dêsse eixo com velocidade angular uniforme e igual a 1 radiano por segundo, e cujo momento de inércia, em relação ao mesmo eixo, é igual a 1 quilograma-metro quadrado.

1.5.20. FÔRÇA
newton (N)
Fôrça que imprime a um corpo de massa igual a 1 quilograma, uma aceleração igual a 1 metro por segundo por segundo, na direção da fôrça.

Observações:
10^{-5} N = **dina** dyn

1.5.21. MOMENTO DE FÔRÇA
metro-newton (m N)
Momento de uma fôrça constante e igual a 1 newton, em relação a um ponto situado a 1 metro de distância de sua linha de ação.

Observações:
Momento de fôrça e trabalho são grandezas homogêneas; entretanto, é usual mas não obrigatório distinguir, pela maneira de escrever, quando a unidade se refere a uma ou à outra grandeza, assim:
m N e m kgf para momento
N m e kgf m para trabalho.

1.5.22. IMPULSÃO

newton-segundo (N s)

Impulsão produzida por uma fôrça constante e igual a 1 newton, atuando sôbre um corpo durante 1 segundo.

1.5.23. PRESSÃO

newton por metro quadrado (N/m^2)

pressão exercida por uma fôrça constante e igual a 1 newton, uniformemente distribuída sôbre uma superfície plana de área igual a 1 metro quadrado, perpendicular à direção da fôrça.

Observações:

1) Nesta mesma unidade se mede também a **tensão mecânica**
2) Esta unidade pode ser também chamada **pascal** Pa
3) 10^5 N/m^2 = **bar**
   Ver o n..º 1 do Apêndice.
   (V. Revista Eletrônica n.º 32).

1.5.24. TENSÃO SUPERFICIAL

newton por metro (N/m)

Tensão superficial de um líquido, em cuja superfície livre atua, perpendicularmente a uma direção qualquer, uma fôrça uniformemente distribuída e igual a um newton, por metro de comprimento medido nessa direção.

1.5.25. VISCOSIDADE DINÂMICA

Newton segundo por metro quadrado $\frac{N \cdot S}{m^2}$

Viscosidade dinâmica de um fluído tal que, sob uma tensão tangencial constante e igual a 1 newton por metro quadrado, a velocidade adquirida pelo fluído diminui à razão de um metro por segundo, por metro de afastamento na direção perpendicular ao plano de deslizamento.

Observações:

1) Quando não causar confusão, esta grandeza poderá ser chamada simplesmente **viscosidade**
2) Esta unidade pode também ser chamada
   poiseuille Pl
3) 10^{-1} Ns/m^2 = **poise** P

1.5.26. VISCOSIDADE CINEMÁTICA

metro quadrado por segundo (m^2/s)

Viscosidade cinemática de um fluído, cuja viscosidade dinâmica é igual a 1 newton-segundo por metro quadrado, e cuja massa específica é igual a um quilograma por metro cúbico.

Observações:

10^{-4} m^2/s = **stokes** St

1.5.27. ENERGIA

joule (J)

Energia necessária para deslocar o ponto de aplicação de uma fôrça constante e igual a 1 newton, numa distância igual a 1 metro, na sua direção.

Observações:

1) Nesta mesma unidade se medem também o **trabalho** e a **quantidade de calor**
2) 10^{-7} J = **erg**
3) Nos circuitos de corrente alternada, esta unidade toma o nome de **volt-ampère-segundo** (VAs), ou de **watt-segundo** (Ws), ou de **var-segundo** (VArs), quando se refere à energia aparente, ou à energia ativa, ou à energia reativa do circuito, respectivamente.

1.5.28. POTÊNCIA

watt (W)

Potência desenvolvida quando se realiza, contínua e uniformemente, um trabalho igual a 1 joule, em cada segundo.

Observações:

1) Nesta mesma unidade se mede também o **fluxo de energia** (sonora, térmica, luminosa, etc.)
2) Nos circuitos de corrente alternada, esta unidade toma o nome de **volt-ampère** (VA), ou de **var** (VAr), quando se refere à potência aparente ou à potência reativa do circuito, respectivamente; e conserva o nome de **watt** (W) quando se refere à potência ativa do circuito.

1.5.29. DENSIDADE DE FLUXO DE ENERGIA

watt por metro quadrado (W/m^2)

Densidade de um Fluxo de energia uniforme e igual a 1 watt, através de uma superfície de área igual a 1 metro quadrado, perpendicular à direção de propagação.

Observações:

Nesta mesma unidade se medem também a **intensidade sonora,** a **emitância energética** e o **iluminamento energético.**

1.5.30. NÍVEL DE POTÊNCIA

bel (B)

Unidade de uma escala numérica, cujos valores são dados pelo logarítmo decimal da relação entre o valor considerado de uma potência e um valor de potência tomado como referência.

Observações:

Na prática é usado única e exclusivamente o submúltiplo **decibel** (dB), com o qual se mede também tôda grandeza N que pode ser expressa por uma equação do tipo

$$N = 10\,k\,\log_{10}\frac{A_2}{A_1}\ dB$$

na qual A_2 e A_1 são duas grandezas de mesma espécie (pressões, tensões elétricas, correntes, etc.), e k é um número determinado pela correlação matemática entre a grandeza A e a potência. Por exemplo, a **atenuação** e a **amplificação** de uma transmissão de energia eletromagnética, **nível de intensidade sonora, etc.**

1.5.31. INTENSIDADE DE CORRENTE
Ampère (A)
Intensidade da corrente elétrica invariável que, mantida em dois condutores retilíneos, paralelos, de comprimento infinito e de área de seção transversal insignificante, e situados no vácuo a um metro de distância um do outro, produz entre êsses condutores uma fôrça igual a $2 \cdot 10^{-7}$ newtons, por metro de comprimento dêsses condutores.

Observações:
1) Definição ratificada pela 9.ª ..... CGPM/1943.
2) Nesta mesma unidade se mede também a **fôrça magnetomotriz.** Nesse caso é permitido dar à unidade o nome **ampère-espira,** mas o símbolo não deve ser alterado.

1.5.32. QUANTIDADE DE ELETRICIDADE
coulomb (C)
Quantidade de eletricidade que atravessa, durante um segundo uma seção transversal qualquer de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère.

Observações:
1) Esta grandeza é também chamada **carga elétrica**
2) Nesta mesma unidade se mede também o **fluxo eletrostático.**

1.5.33. TENSÃO ELÉTRICA
volt (V)
Tensão elétrica existente entre duas seções transversais de um condutor percorrido por uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère, quando a potência dissipada entre essas duas seções é igual a 1 watt.

Observações:
Nesta mesma unidade se medem também a **diferença de potencial elétrico** e a **fôrça eletromotriz.**

1.5.34. INTENSIDADE DE CAMPO ELÉTRICO
volt por metro (V/m)
Intensidade de um campo elétrico uniforme e invariável, no qual se verifica uma diferença de potencial igual a 1 volt, entre dois pontos situados à distância de 1 metro um do outro, na direção do campo.

Observações:
Nesta mesma unidade se mede também o **gradiente de potencial elétrico.**

1.5.35. CAPACITÂNCIA
farad (F)
Capacitância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se manifesta uma tensão constante e igual a 1 volt, quando carregado com uma quantidade de eletricidade invariável e igual a 1 coulomb.

Observações:
Esta unidade pode ser também definida como "a capacitância de um elemento passivo de circuito, no qual circula uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère, quando a tensão elétrica aplicada aos seus terminais, varia uniformemente à razão de 1 volt em cada segundo".

1.5.36. INDUTÂNCIA
henry (H)
Indutância de um elemento passivo de circuito, entre cujos terminais se induz uma tensão elétrica constante e igual a 1 volt quando percorrido por uma corrente cuja intensidade varia uniformemente à razão de um ampère em cada segundo.

Observações:

Nesta unidade se mede também a **indutância mútua** entre dois circuitos ou dois elementos de circuitos vizinhos.

1.5.37. RESISTÊNCIA ELÉTRICA
ohm (Ω)
Resistência elétrica de um elemento passivo de circuito, tal que uma diferença de potencial constante e igual a 1 volt, aplicada aos seus terminais, faz circular nesse elemento uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère .

Observações:
1) Quando não causar confusão, esta grandeza poderá ser chamada simplesmente **resistência.**
2) Nesta mesma unidade se medem também a **impedância** e a **reatância** dos circuitos de corrente alternada.

1.5.38. RESISTIVIDADE
ohm.metro (Ω m)
Resistividade de um material homogêneo e isótropo, do qual um cubo cuja aresta mede 1 metro de comprimento, apresenta uma resistência elétrica igual a 1 ohm, entre faces opostas.

1.5.39. RESISTIVIDADE DE MASSA
ohm-quilograma por metro quadrado ... $\frac{\Omega \cdot kg}{m^2}$
Resistividade de massa de um material homogêneo e isótropo, do qual um corpo de seção transversal uniforme, tendo comprimento igual a 1 metro e massa igual a 1 quilograma, apresenta entre suas extremidades uma resistência elétrica igual a 1 ohm.

Observações:

Esta grandeza é também chamada **densi-resistividade.**

1.5.40. CONDUTÂNCIA
siemens (S)
Condutância de um elemento passivo de circuito, tal que circulando uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère, a diferença de potencial entre os terminais dêsse elemento é igual a 1 volt.

Observações:

1) Esta unidade é também chamada **mho,** com símbolo mho, sendo porém siemens o nome adotado oficialmente pela IEC. Ver o n.º 2 do Apêndice (Revista Eletrônica n.º 32).
2) Nesta mesma unidade se medem também a **admitância** e a **susceptância** dos circuitos de corrente alternada.

1.5.41. CONDUTIVIDADE

siemens por metro (S/m)

Condutividade de um material homogêneo e isótropo, do qual um cubo cuja aresta mede 1 metro de comprimento, apresenta uma condutância igual a 1 siemens entre faces opostas.

Observações:

É permitido exprimir a condutividade dos materiais condutores, em relação à condutividade de um material condutor padrão. Ver o n.º 3 do Apêndice. (R. E. n.º 32).

1.5.42. INDUÇÃO MAGNÉTICA

tesla (T)

Indução magnética de um campo magnético uniforme e invariável que, sôbre um condutor retilíneo perpendicular à direção do campo e conduzindo uma corrente de intensidade invariável e igual a 1 ampère, exerce uma fôrça igual a 1 newton, por metro de comprimento dêsse condutor.

Observações:

1) 10^{-4} T = **gauss** G
2) Esta unidade pode ser definida, de maneira equivalente, como a "indução magnética de um campo magnético uniforme e invariável tal que, entre as extremidades de um condutor retilíneo que se desloca na direção perpendicular ao campo com velocidade constante e igual a 1 metro por segundo, se induz uma tensão constante e igual a 1 volt, por metro de comprimento dêsse condutor."

1.5.43. FLUXO MAGNÉTICO

weber (Wb)

Fluxo magnético através de uma superfície plana de área igual a 1 metro quadrado, perpendicular à direção de um campo magnético uniforme e invariável, cuja indução magnética é igual a 1 tesla.

1.5.44. INTENSIDADE DE CAMPO MAGNÉTICO

ampère por metro (A/m)

Intensidade de um campo magnético uniforme e invariável, no qual se verifica uma fôrça magnetomotriz invariável e igual a 1 ampère, entre 2 pontos situados à distância de 1 metro um do outro, na direção do campo.

Observações:

Esta unidade pode ser chamada **ampère-espira por metro,** mas o símbolo não é alterado.

1.5.45. RELUTÂNCIA

ampère por weber (A/Wb)

Relutância de um meio homogêneo e isótropo, tal que uma fôrça magnétomotriz invariável e igual a 1 ampére, produz um fluxo magnético uniforme e igual a 1 Weber.

Observações:

Esta unidade pode ser chamada **ampère-espira por weber,** mas o símbolo não é alterado.

1.5.46. TEMPERATURA TERMODINÂMICA

kelvin (K)

Fração 1/273,16 da temperatura termodinâmica do ponto tríplice da água.

Observações:

1) Definição ratificada pela 13.ª ..... CGPM/1967.
2) Esta grandeza é também chamada **temperatura absoluta** ou **temperatura Kelvin.**
3) Na prática são consideradas as temperaturas referidas a "Escala Internacional Kelvin de Temperatura", ou, simplesmente, "Escala Kelvin". Ver o n.º 4 do Apêndice. (R. E. n.º 32).
4) Nesta mesma unidade se mede também o **intervalo de temperaturas,** o qual pode ser também expresso em graus Celsius (13.ª CGPM/1967).

1.5.47. GRADIENTE DE TEMPERATURA

kelvin por metro (K/m)

Gradiente de temperatura uniforme, que se verifica em um meio homogêneo e isótropo, quando a diferença de temperaturas entre dois pontos situados à distância de 1 metro um do outro, é igual a 1 kelvin.

Observações:

Esta grandeza pode também ser expressa em graus Celsius por metro °C/m.

1.5.48. ENTROPIA

joule por kelvin (J/K)

Entropia de um sistema homogêneo e isótropo, cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona uma quantidade de calor igual a 1 joule.

Observações:

Esta grandeza pode ser também expressa em joules por grau Celsius J/°C.

1.5.49. CALOR DE MASSA

joule por quilograma e por kelvin $\frac{J}{kg \cdot K}$

Calor de massa de um sistema homogêneo e isótropo, cuja temperatura aumenta de 1 kelvin quando se lhe adiciona calor à razão de 1 joule, para cada quilograma de sua massa.

Observações:

Esta grandeza pode ser também expressa em joule por quilograma e por graus Celsius J/(kg°C).

1.5.50. CONDUTIVIDADE TÉRMICA

watt por metro e por kelvin $\frac{W}{m \cdot K}$

Codutividade térmica de um sistema hohogêneo e isótropo, no qual se verifica um gradiente de temperatura igual a 1 kelvin por metro, quando a densidade de fluxo de calor é igual a 1 watt por metro quadrado.

Observações:

Esta grandeza pode ser também expressa em watts por metro e por grau Celsius. **W/(m°C).**

1.5.51. INTENSIDADE LUMINOSA
candela (cd)
Intensidade luminosa, na direção perpendicular de uma superfície plana de área igual a 1/600 000 metros quadrados, de um corpo negro à temperatura de solidificação de platina, sob pressão de 101 325 newtons por metro quadrado.

Observações:
Definição ratificada pela 13.ª CGPM/67.

1.5.52. FLUXO LUMINOSO
lúmen (lm)
Fluxo luminoso emitido no interior de um ângulo sólido igual a um esterorradiano, por uma fonte puntiforme de intensidade invariável e igual a 1 candela, de mesmo valor em tôdas as direções.

1.5.53. ILUMINAMENTO
lux (lx)
Iluminamento de uma superfície plana, de área igual a 1 metro quadrado, que recebe, na direção perpendicular, um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, uniformemente distribuído.

1.5.54. LUMINÂNCIA
candela por metro quadrado cd/m²
Luminância, em uma direção determinada, de uma fonte com área emissiva igual a 1 metro quadrado, e cuja intensidade luminosa, na mesma direção, é igual a 1 candela.

Observações:
Esta unidade é também chamada **nit.**

1.5.55. QUANTIDADE DE LUZ
lúmen-segundo lm · s
Quantidade de luz, durante 1 segundo, de um fluxo luminoso uniforme e igual a 1 lúmen.

1.5.56. EMITÂNCIA LUMINOSA
lúmen por metro quadrado (lm/m²)
Emitância luminosa de 1 fonte superficial, que emite uniformemente um fluxo luminoso igual a 1 lúmen, por metro quadrado de sua área.

1.5.57. CONVERGÊNCIA
dioptria (di)
Convergência de um sistema ótico, cuja distância focal é igual a 1 metro, no meio considerado.

1.5.58. EXCITAÇÃO LUMINOSA
lux-segundo (lx · s)
Excitação luminosa, durante 1 segundo, de uma superfície cujo iluminamento é igual a 1 lux.

Observações:
Nesta mesma unidade se mede também a **exposição luminosa.**

1.5.59. EFICIÊNCIA LUMINOSA
lúmen por watt (lm/W)
Eficiência luminosa de uma fonte, que dissipa 1 watt de potência, para cada lúmen de fluxo emitido.

1.5.60. INTENSIDADE ENERGÉTICA
watt por esterorradiano (W/sr)
Intensidade energética de uma fonte, que emite um fluxo de energia uniforme e igual a 1 watt, de mesmo valor em tôdas as direções, no interior de um ângulo sólido igual a 1 esterorradiano.

1.5.61. LUMINÂNCIA ENERGÉTICA
watt por esterorradiano e por metro quadrado $\frac{W}{sr \cdot m^2}$
Luminância energética, em uma direção determinada, de uma fonte superficial de intensidade energética igual a 1 watt por esterorradiano, por metro quadrado de sua área projetada sôbre um plano perpendicular à direção considerada.

1.5.62. ATIVIDADE
um por segundo (s^{-1})
Atividade de um material radioativo, no qual se produz uma desintegração em cada segundo.

Observações:
Na prática é usado única e exclusivamente o **curie** Ci. Ver 2.2.14. (R. E. 32).

1.5.63. EXPOSIÇÃO
coulomb por quilograma (C/kg)
Exposição a uma radiação eletromagnética tal, que a emissão corpuscular que lhe é associada, produz no ar, em condições determinadas, íons portadores de uma quantidade de eletricidade igual a 1 coulomb, para cada quilograma da massa de ar considerada.

Observações:
Na prática é usado única e exclusivamente o **roentgen** R. Ver 2.2.15. (R. E. n.º 32)

1.5.64. DOSE ABSORVIDA
joule por quilograma (J/kg)
Energia absorvida de uma radiação eletromagnética ou corpuscular, por quilograma de massa do material sôbre o qual incide.

Observações:
10^{-2} J/kg = **RAD**

(Cont. no próximo número)



Oficina

ANTONIO P. MIGUEL

SERGIO A. BOGGIO

APITO

Um defeito bastante comum, mas que normalmente nos faz perder um bom tempo na sua pesquisa é aquêle com que nos deparamos um dia dêsses, em um receptor CA-CC "compacto". Nesses "mini-rádios" normalmente a montagem dos componentes é muito agrupada e o alto-falante é prêso diretamente ao chassis.

O defeito acarretava um forte apito (microfonia) que se verificava ao ser aumentado o volume do receptor. É bom frisar desde já a diferença entre microfonia e zumbido. Zumbido, como já tivemos oportunidade de falar em outro artigo desta série é um som grave com freqüência normalmente de 60 Hz ou 120 Hz (se a rêde fôr de 60 Hz). Microfonia ou apito é um som muito mais agudo; para que possa haver apito (que é uma oscilação), é necessário que exista uma realimentação positiva no circuito. Esta realimentação pode ser acústica ou elétrica, ou seja, o elo de realimentação pode ser pelo ar ou pelo circuito elétrico.

A fim de distinguir o tipo de realimentação, ligamos o nosso receptor-problema com baixo volume, evitando assim que entre em oscilação. Tomamos um martelinho de borracha e golpeamos suavemetne o chassis, válvulas, transformadoras de FI. Em qualquer ponto que batêssemos, uma série de ruídos era produzida no alto-falante, indicando que algum componente estava com mau contato. Além do mais, veio-nos mostrar que a realimentação era provàvelmente acústica. Certamente o que estaria acontecendo seria que, ao ser reproduzido um som no alto-falante, êste por estar prêso ao chassis, faria com que o referido chassis vibrasse. Isso provocaria a vibração de algum componente sôlto, o que certamente viria introduzir variação elétrica no circuito; esta, amplificada e entregue ao alto-falante, faria vibrar ainda mais o chassis.

Maneira rápida de nos certificarmos da existência dêsse tipo de realimentação seria dispor de um fone ou alto-falante distante do chassis. Assim, desligamos os fios do alto-falante de nosso receptor e passamos a utilizar o alto-falante de prova da oficina, que é independente até mesmo da própria bancada para evitar realimentação acústica por intermédio desta.

Ao ligar novamente o receptor, podíamos aumentar totalmente o volume sem que de nôvo aparecesse o apito. Desta forma, tínhamos finalmente comprovado que a realimentação era de natureza acústica e restava apenas descobrir qual o componente sôlto ou defeituoso. Antes, vamos abrir um parêntese para discutir a alternativa, de que, se ao batermos com o martelinho, nenhum ruído se reproduzísse. Nesse caso, certamente a realimentação seria de natureza elétrica e já que falamos nela, diremos algumas palavras sôbre suas causas.

Quando se tratar de um receptor recém-montado, a causa será a posição de peças ou fios do estágio de saída muito próximos do estágio de entrada, ou ainda, capacitores com sua armadura externa ligada em posição errada. Um exemplo é o indicado na Figura 1. Se a armadura externa do capacitor C_4 estiver ligada ao anodo, (ao contrário do que indica a figura), será uma fonte de irradiação de sinal. Caso o capacitor C_1 esteja próximo de C_4, haverá acoplamento entre êsses dois componentes e o resultado será um forte apito, pois houve realimentação positiva entre saída e entrada do estágio amplificador. A solução adequada será inverter o capacitor C_4 colocando-se como indica a figura e se possível afastar o capacitor C_1 de C_4.

Como regra geral, a armadura externa deve ser ligada a pontos onde **não** haja sinal. Porém se fôr necessária a ligação

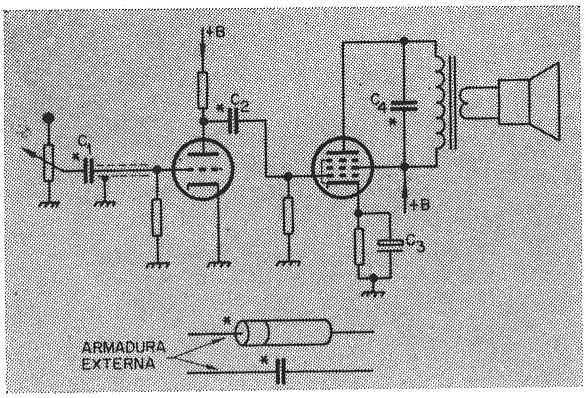


FIG. 1

a pontos de sinal, a armadura externa deverá ser ligada ao ponto de menor impedância ou resistência elétrica em relação ao chassis. Assim vemos um êrro muito comum de chamar a armadura externa de "pólo negativo"; no capacitor C_2 da Figura 1 a armadura externa vai ao anodo, que é positivo. O motivo de tal ligação é que a impedância de anodo é menor do que a da grade de contrôle.

Além de peças próximas, poderemos ter fios próximos, tais como fio de alto-falante próximo a fio de antena, que normalmente causa um apito intermitente, ou ainda fios dos transformadores de FI juntos. Nêste último caso a identificação é fácil, bastando variar a calibração de tais circuitos sintonizados; se o defeito desaparecer, a causa estará na ligação dos transformadores de FI e/ou seus componentes próximos.

Caso se trate de um receptor que já funcionou perfeitamente, as causas acima descritas dificilmente aparecerão salvo se alguém andou "mexendo" na posição das peças. Excluindo êsse fato, poderemos ter fios do transformador de saída muito próximos dos fios blindados da entrada. Se a ligação da blindagem à massa ficar interrompida haverá forte acoplamento entre saída e entrada, causando apito. Outra causa pode estar em capacitores de desacoplamento; quando êstes se encontram desligados ou abertos. A melhor técnica para verificação desta falha é colocar em paralelo um capacitor de igual valor, sem retirar o componente antigo. Se o efetuarmos êste teste o defeito desaparecer teremos descoberto o elemento causador.

Após êste comentário sôbre a realimentação elétrica, voltemos ao nosso defeito que já tínhamos comprovado ser de origem acústica. Neste caso, qualquer elemento pode provocar o fenômeno, sendo necessário para sua pesquisa muita ordem e paciência, pois, de início, a impressão é de que está tudo sôlto.

O primeiro elemento a ser verificado é o capacitor variàvel, que pode estar com suas placas móveis muito sôltas. Se êste fôr o caso deve-se apertar o parafuso que normalmente serve de pivô do eixo. Ainda com respeito ao variável poderemos tê-lo muito rìgidamente prêso ao chassis. Deveremos então substituir as borrachas de suporte enrijecidas, por outras novas. O passo seguinte é verificar se os "trimmers" ou "padders" não estão com suas lâminas muito sôltas. Caso isto esteja acontecendo, verificar se a calibração está correta. No caso de uma calibração correta e lâminas frouxas, deveremos lacrá-las com cêra adequada, caso contrário deveremos proceder à calibração e depois lacrar. O mesmo pode ser dito dos "trimmers" ou núcleos de ajuste dos transformadores de FI.

As válvulas podem também apresentar êste defeito quando têm internamente algum elemento sôlto, normalmente a grade de contrôle. Avisamos desde já que um provador de válvulas não indica êste tipo de defeito. Para se descobrir se a causa do apito é alguma válvula deve-se proceder da seguinte maneira: com o receptor ligado e sem oscilação, isto é com o volume baixo, vai-se dando leves golpes em cada uma delas, até que se ouça algum ruído reproduzido no alto-falante. Quando efetuamos tal teste no nosso receptor, a válvula 12AV6 provocou um ruído enorme no alto falante. Após a sua substituição por outra válvula do mesmo tipo, o defeito desapareceu e o receptor voltou a funcionar satisfatòriamente.

Caso não fôsse uma válvula a responsável pelo defeito, poderíamos ter algum componentes rachado, uma solda mal feita, soquete de válvula com mau contato, chaves seletoras com pouca pressão nos contatos, potenciômetro defeituoso, etc. Entretanto êstes componentes normalmente causam apito de freqüência mais baixa, dando a impressão de um apito "rouco".

Para se descobrir qual o componente defeituoso, deve-se fixar firmemente o chassis na bancada e com uma chave de fenda (ou vareta) plástica ir movimentando suavemente os componentes até descobrir o elemento que provoca ruído no alto-falante.

S. A. Boggio

TELEVISOR SEM IMAGEM E SEM SOM

A tela do aparêlho se apresenta com brilho normal, porém sem imagem e sem som.

As etapas que poderão provocar êste defeito serão as seguintes: seletor, canal de FIV (FI de vídeo), detetora de vídeo ou saída de vídeo. Estamos incluindo a etapa de saída de vídeo como possível causadora dêste defeito em virtude de uma parte dos aparelhos de TV retirarem o som depois dêsse estágio. Aquêles aparelhos, cujo som é retirado antes da etapa de saída de vídeo defeituosa irão apresentar falta de imagem, mas o som perfeito.

Aqui trataremos das etapas que constituem o seletor de canais, detetora de vídeo e saída de vídeo, ficando a análise da etapa de FIV para outro artigo.

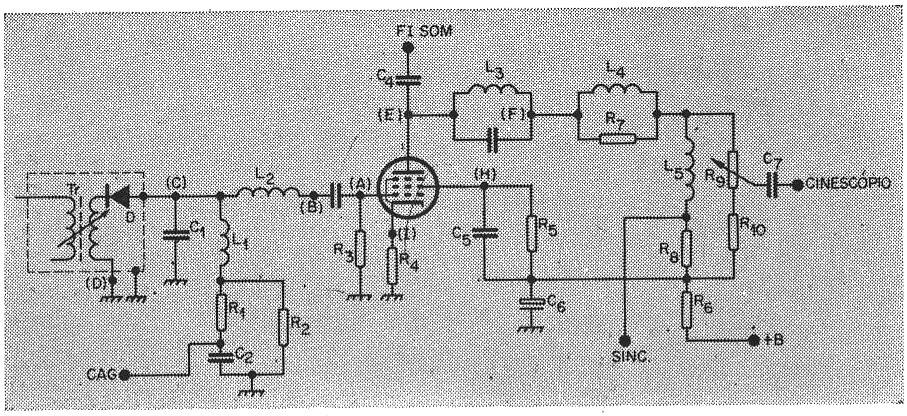


FIG. 1

Passemos à identificação da etapa causadora do defeito.

O seletor de canais estará **defeituoso** quando aparecer ruído (chuvisco) no tubo de imagem; o ruído aparece também no canal de som, em forma de barulhos idênticos àqueles que aparecem nas faixas de ondas curtas de um rádio, quando fora de sintonia. Estará também defeituoso o seletor quando, ao se mudar de canal, se apresentarem no tubo de imagem "ruídos" (traços) escuros.

Se não houver chuviscos, ou ao se movimentar o seletor não aparecerem interferências escuras no tubo de imagem, podemos eliminar o seletor de canais, se as suas ligações externas como também suas tensões estiverem normais.

As etapas detetora e saída de vídeo estarão **funcionando,** se ao aplicarmos um pulso de baixa freqüência à grade de contrôle da válvula dêsse estágio e depois ao terminal de entrada do diodo detetor o aparêlho apresentar manchas escuras no tubo de imagem. Êste pulso de B. F. poderá ser fornecido por um gerador de sinais ou poderá mesmo ser senóide de 60 Hz (por exemplo, encontrando-se h mão no terminal correspondente). Se, ao aplicarmos êste pulso à grade de contrôle da válvula mencianada não aparecerem estas manchas escuras no tubo de imagem, o defeito é provocado pelo estágio de saída de vídeo.

Constatamos que o defeito é provocado por uma das etapas de FIV depois de comprovado o funcionamento do seletor de canais, detetora e saída de vídeo.

Ao fazermos consêrtos nas etapas de vídeo devemos ajustar o contrôle de contraste para o máximo.

Constatado que o defeito é provocado pelo seletor de canais, devemos, já no momento da retirada da tampa traseira do receptor de TV, fazer uma verificação cuidadosa no fio de antena junto ao terminal de ligação, ou na ligação junto ao transformador de entrada do fio de antena, pois poderá haver ligação interrompida ou curto-circuito. Em cidades onde exista transmissão de um ou mais canais de TV, é fácil a comprovação de que há o interrompimento do fio de antena ou mesmo o seu desligamento, porque ainda se consegue a sintonia de algum canal de sinal mais forte. Quando não há esta facilidade, temos de tomar a precaução de examinar a antena e o fio de antena, principalmente se houver a presença de chuvisco na tela. Estando em ordem estas ligações, seguimos com esta vistoria para as ligações restantes do seletor de canais, ou seja, +B para a etapa de R. F., +B para a osciladora, e saída para FIV, que poderá estar desligada. Isto se torna possível devido ao movimento que faz o seletor de canais, caso não esteja bem prêso aos suportes, fato que ocorre comumente nas trocas de seletores por outros de tamanhos diferentes.

Se o seletor de canais estiver em local de difícil acesso, podemos fazer estas verificações depois de o mesmo ter sido retirado, caso isto se torne necessário.

A seguir substituiremos as válvulas e passaremos à retirada do seletor de canais, ou se fôr possível, da sua tampa inferior. Se o seletor de canais tiver tambor, êste poderá ser retirado, ou simplesmente as pastilhas, de maneira que nos seja possível verificar a sua parte interna. Faremos uma verificação, no sentido de encontrarmos algum defeito mecânico, como quebra de pastilhas, quebra de contatos, molas (que prendem o tambor do seletor de canais) sôltas, engrenagens da sintonia fina gastas ou quebradas, etc. Desde que se encontre alguma peça quebrada ou danificada a ponto de provocar o defeito, ficará a critério de cada um a sua substituição, pois nem sempre se encontram à venda estas peças. Mesmo em se utilizando peças de outro seletor defeituoso, poderá ocorrer muita perda de tempo e nem sempre o consêrto ficará perfeito. Será preferível a substituição de todo o seletor de canais, nos casos de quebra de contatos, dos soquetes das válvulas ou de outra peça de substituição difícil.

Passaremos a verificar a seguir, tôdas as ligações internas do circuito do seletor de canais, e se constatarmos algum componente queimado, tomemos o cuidado de localizar e eliminar eventuais curto-circuitos que possam ter danificado êste componente.

Se não notarmos nada de anormal até aqui, então devemos testar aquêles componentes que poderão ser fàcilmente substituídos, como os resistores que distribuem a tensão de +B para as etapas do seletor de canais, bobina de F. I. do seletor de canais, transformador de entrada do fio de antena, capacitores de desacoplamento (alguns dêstes servem também para a passagem de ligações através do chassis do seletor, chamam-se "feed-through").

Estamos citando apenas êstes componentes, em virtude de ser difícil a substituição da maioria dos componentes restantes, sem que para o retôrno ao funcionamento normal do seletor de ca-

nais seja necessária uma recalibração ("trimmers", bobinas, etc.).

Desde que o seletor de canais esteja perfeito, devemos prosseguir na busca, passando para o estágio de saída de vídeo e detetora de vídeo.

Na figura 1 apresentamos as etapas de saída de vídeo e detetora de vídeo. Se ao aplicarmos um pulso de baixa freqüência ao ponto (A) aparecerem interferências escuras no tubo de imagem, isto indicará o funcionamento da etapa de saída de vídeo. Se, com a aplicação dêste pulso ao ponto (B) não aparecerem interferências, o capacitor de acoplamento C_3 estará defeituoso.

Com aplicação no ponto (C), o não aparecimento das interferências indica que poderão estar defeituosos: L_2 (interrompida), C_1 (em curto-circuito) ou D (em curto-circuito). Neste último caso para a comprovação do diodo D, podemos desligar o ponto (D) do chassis e medir a continuidade, tanto no diodo como no secundário de Tr (êste diodo estará colocado no interior da blindagem da última bobina de FIV quando êle fôr semicondutor).

O ponto (C) da figura poderá ser também a ligação de placa ou catodo da válvula detetora; assim, devemos substituir esta válvula, se a deteção fôr feita por êste componente.

Prosseguindo com a verificação, no caso de o defeito estar no estágio de saída de vídeo, substituiremos a válvula dêste estágio. Em seguida mediremos as tensões nos pontos (E), (H) e (I). Na ausência de tensão, no ponto (E) e presença de tensão no ponto (F) a armadilha ("trap") de 4,5 MHz estará interrompida. Se porém a tensão no ponto (E) fôr muito baixa e no ponto (G) normal, L_4 estará interrompida e talvez R_7 terá valor alterado. Por outro lado, se no ponto (G) fôr encontrada também tensão baixa, R_8 e/ou L_5 podem estar interrompidos e em conseqüência R_9 e R_{10} poderão estar danificados. Se o + B do estágio estiver normal, então, deve-se medir êsses resistores um a um.

Na ausência de tensão normal no ponto (H) e presença no ponto (I), R_5 estará interrompido, e na ausência também, no ponto (I), R_6 estará interrompido, provàvelmente devido a um curto circuito no capacitor C_6.

Ao se medir tensão no ponto (I), um valor elevado indica interrompimento de R_4; no caso de dúvida basta colocar em curto o ponto (I) com chassis e teremos a presença da imagem se R_4 estiver interrompido (se bem que se isto ocorresse as tensões nos pontos (E) e (H) estariam bem elevadas). Junto a R_4 poderia se encontrar o contrôle de contraste, então o teste seria o mesmo.

Resta-nos verificar o capacitor de acoplamento C_7, o soquete da válvula e mais os resistores ligados à grade de contrôle, que em alguns aparelhos servem para polarizar a grade com tensão negativa (normalmente tirada da grade de contrôle da válvula de saída horizontal).

Note-se que só apontamos etapas que seriam causadoras de ausências simultânea de som e imagem com brilho normal, isto é, presença das varreduras). Há evidentemente possibilidade de ocorrer defeitos em etapas independentes, ou seja, por exemplo, um ou mais na etapa de som e outro(s) na etapa de vídeo (em componentes só responsáveis pela existência de imagem); porém estas possibilidades poderão ser abordadas em artigos futuros.

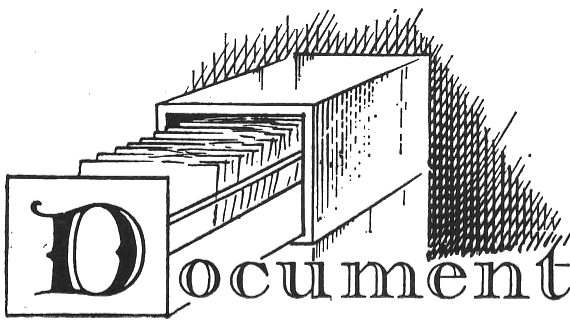
A. P. Miguel

A AVALIAÇÃO DO GANHO DE AMPLIFICADORES

(Cont. da pág. 36)

está mostrado na Figura 7. Trata-se de um circuito de projeto mais elaborado que o da Figura 6. O circuito da Figura 7 usa realimentação de tensão para manter num mínimo as variações causadas por variações da temperatura. Novamente aqui, a combinação paralelo das resistências R_3 e R_4 pode ser manipulada da mesma maneira que R_1 na Figura 3a. Além disso, a combinação paralelo de R_5 e R_6 pode ser manipulada da mesma maneira que R_2 na Figura 3A. Assim, o circuito equivalente da Figura 7 é o circuito da Figura 3c. Com estas comparações, os ganhos o circuito da Figura 7 podem ser calculados da mesma maneira como anteriormente. Supondo que h_{ie} é 1 kΩ, β é 30 e $1/h_{oe}$ é 60 kΩ, os valores para ganho são os mesmos que para o circuito da Figura 6.

A maioria dos circuitos que encontramos na prática será semelhante aos circuitos das Figuras 3, 6 e 7. Quaisquer resistores adicionais que se encontrar deveriam ser integrados no circuito equivalente da Figura 3c, e manipulados da maneira apropriada.



Documentação TÉCNICA

AUTO RÁDIO

ZILOMAG

ART — 94

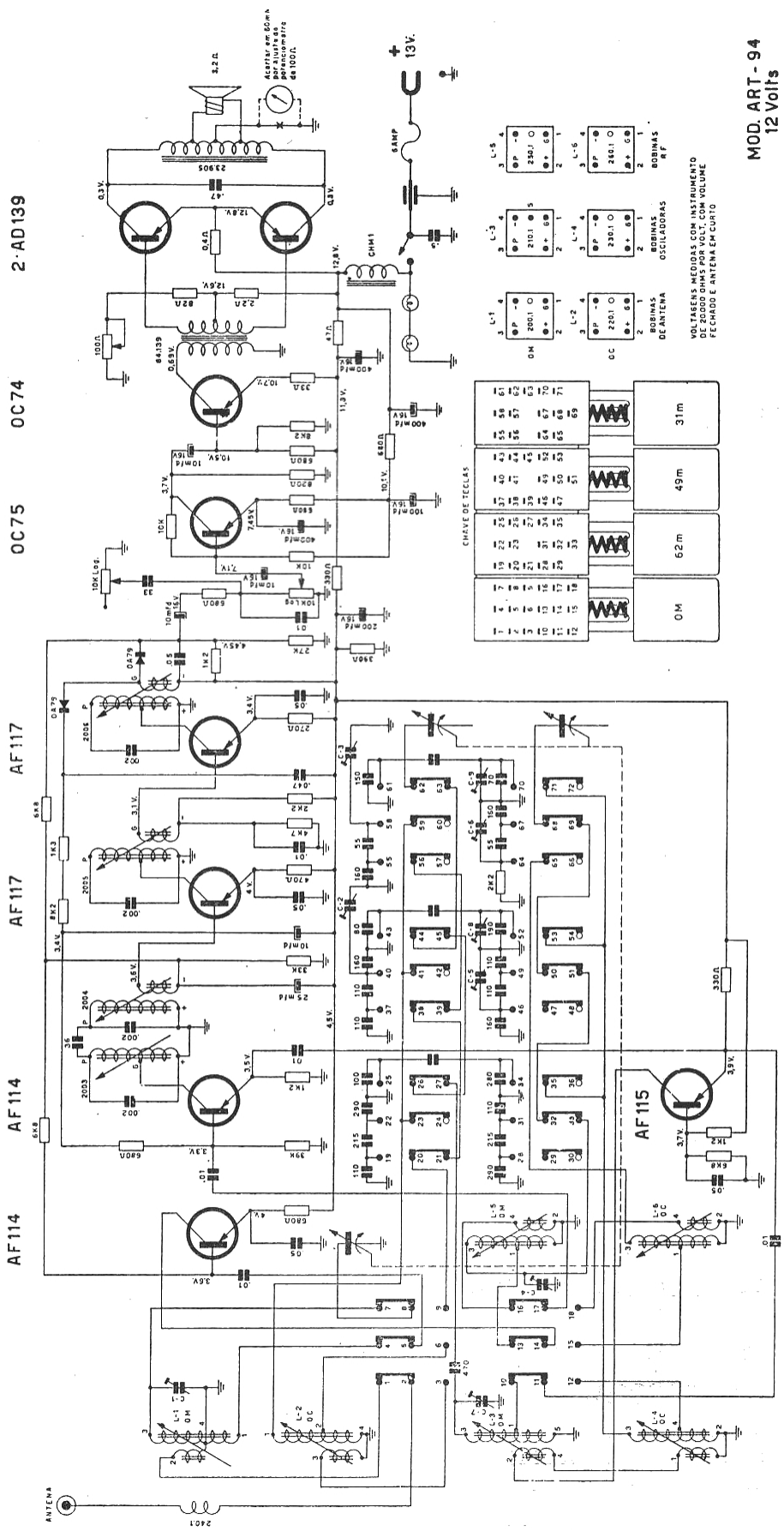
(12 volts)

INSTRUÇÕES PARA CALIBRAÇÃO

O controle de volume deverá estar em seu máximo.
A saída do gerador de sinal não deve ser superior àquelá necessária para se obter indicação de saida.
Todos ajustes são para máxima saida.
L 1, L 2, C 1, C 2, C 3, são ajustes do circuito de antena.
L 5, L 6, C 4, C 5, C 6, são ajustes do ampliador RF.
L 3, L 4, C 7, C 8, C 9, são ajustes do oscilador.

Acoplamento do gerador de sinais	Frequência do gerador de sinais	Posição do ponteiro no dial	Ajuste	Observações
Através .05 no terminal sintonizado (P) da bobina 2005	455 Kc	1620 Kc	2006	Seletor em OM. Após ajuste de 2006 e 2005 amortecer 2003 com 470 ohms e ajustar 2004. Transferir 470 ohms para 2004 e ajustar 2003. Retirar resistor 470 ohms
Através .05 no terminal sintonizado (P) da bobina 2004			2005	
Através .05 na seção RF do condensador variável			2004 2003	
Através da antena artificial (ver figura) na tomada de antena.	600 Kc	600 Kc	L3, L5, L1	Seletor em OM.
	1500 Kc	1500 Kc	C7, C4, C1	Repetir o ajuste.
	4,9 Mc	4.9 Mc	L4, L6, L2	Seletor em 62 m.
	6,1 Mc	6,1 Mc	C8, C5, C2	Seletor em 49 m.
	9,65 Mc	9,65 Mc	C9, C6, C3	Seletor em 31 m.

Os trimmers C1, C2 e C3 devem ser reajustado sem estações fracas das respectivas faixas (C1 em 1500 Kc) com o rádio instalado e antena tôda aberta.


MOD. ART - 94
12 Volts
2 · AD139
OC74
OC75
AF117
AF117
AF114
AF114
AF115
+ 13V.
6AMP
CHAVE DE TECLAS
31m
49m
62m
OM
BOBINAS DE ANTENA
BOBINAS OSCILADORAS
BOBINAS RF
ANTENA

APLIQUE NOS SEUS PROJETOS

BOBINAS SOLHAR

ALTO PADRÃO DE QUALIDADE

NOVOS LANÇAMENTOS

- Choques RF para todos os fins
- Bobinas Super Miniaturizadas para Circuitos Impressos
- Trimmers miniaturizados em réguas de 2 - 3 - 4 - 5 - 6

Todos os tipos de bobinas e monoblocos de Rádio e Televisão, para Válvulas e Transistores, VFO, UHF e FM — Auto-Rádio com etapa de Alta, Filtro de Alta-Freqüência para TV, etc.

SOLHAR ELETRÔNICA S. A.

RUA TITO N.ºs 978/980 - TELEFONE: 62-9214 - CAIXA POSTAL, 1.593

END. TELEGR. "SOLHARTRONIC"

SÃO PAULO, 10

SAFCO S.A.

CONDENSADORES ELETROLÍTICOS

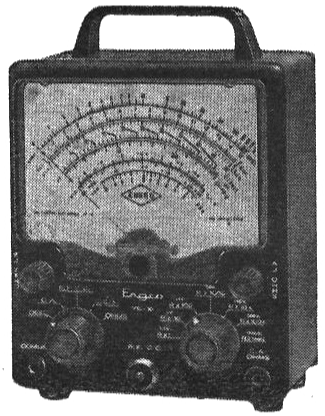
PARA CIRCUITOS TRANSISTORIZADOS
Até 5.000 microfarads ..... 50 Volts

PARA CIRCUITOS DOBRADORES DE TENSÃO
100 — 150 — 200 — Microfarads

PARA FILTRAGEM — ALTA TENSÃO
Até 450 Volts — qualquer capacidade
Solicitem catálogos à

SAFCO S/A. INDÚSTRIA E COMÉRCIO

RUA CAPITÃO MACEDO, 60
FONES: 70-73-65 ou 71-14-16
CX. POSTAL 12.819 — S. PAULO



Voltímetro Eletrônico VE-10

- 7 Alcances em C.C. de 1,5 até 1500V. Resistência de entrada 11MΩ. Precisão ± 3% final da escala.
- 7 Alcances em C.A. — pico a pico (de 4 a 4000V)
- 7 Alcances em C.A. — R.M.S. (de 1,5 até 1500V)
  Resposta de freqüência em ambas as modalidades: ± 1 dB de 45Hz até 7,2MHz. Precisão: ± 5% final da escala.
- 7 Alcances em resistências (de 0,1Ω até 1000MΩ)

INSTRUMENTOS ELETRICOS ENGRO S. A.

Rua das Margaridas, 221
Telefones: 61-8566; 267-0964; 267-1186; 267-2604.
Caixa Postal, 930 — São Paulo

MANUAIS PHILIPS

ACABAMOS DE RECEBER QUANTIDADE LIMITADA

PHILIPS ELECTRON TUBE HANDBOOK — VOL. I — 1966 — aprox. 800 págs. formato 15 x 21,5cm — Válvulas para recepção e TV, bem como cinescópios. NCr$ 12,00

PHILIPS ELECTRON TUBE HANDBOOK — VOL. II — 1966 — aprox. 2.000 págs. formato 15 x 21,5cm. Estabilizadoras de tensão, contadoras, seletoras e indicadoras, tiratrons pequenos, disparadoras, diodos de comutação, fotoelétricas, dispositivos fotocondutores, de raios catódicos, de camera, fotomultiplicadoras, contadoras de radiação e de qualidade especial. NCr$ 18,00.

PHILIPS ELECTRON TUBE HANDBOOK — VOL. III — 1965 — aprox. 1.400 págs. formato 15 x 21,5cm. Tiratrons, Ignitrons, retificadoras industriais, válvulas para micro-ondas e transmissoras. NCr$ 14,00.

OFERTA ESPECIAL: os 3 manuais acima ao preço de NCr$ 30,00.

PHILIPS SEMICONDUCTOR HANDBOOK — 1965 — aprox. 1.000 págs. formato 15 x 21,5cm. Diodos, tiristores, transistores de germânio e silício, semicondutores fotoelétricos, circuitos integrados, acessórios para montagem. NCr$ 15,00.

PHILIPS POCKET BOOK — 1966/67 — 22 + 540 páginas, formato 10 x 13,5cm. Este livro de bolso contém dados sôbre todo o programa de fabricação da Philips: válvulas de recepção e amplificação, cinescópios, válvulas de raios catódicos, de catodo frio, dispositivos fotocondutores, válvulas de transmissão e retificadores, ignitrons, tiratrons, válvulas para micro-ondas e equipamento nuclear, semicondutores de silício e germânio, capacitores de todos os tipos, resistores, soquetes, transformadores, alto-falantes, imãs permanentes etc. Contém igualmente tabela para substituição de válvulas e semicondutores. NCr$ 8,00.

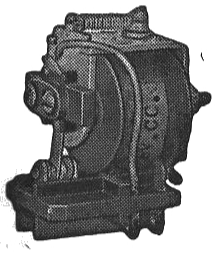
REMESSAS PARA O INTERIOR E OUTROS ESTADOS — Sem qualquer despesa, enviaremos pedido acompanhado de cheque pagável em S. Paulo, Vale Postal ou carta com valor declarado.

REEMBÔLSO POSTAL — Enviaremos pelo Reembôlso Postal, sòmente pedidos superiores à NCr$ 10,00, com despesas de porte por conta do comprador.

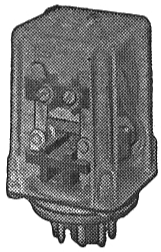
ETEGIL editôra técnico-gráfica industrial ltda.

r. sta. ifigênia, 180 - tel. 35-4006 - c. postal 30869 - s. paulo

R E L É S



1, 2 e 3 pólos
TIPO AB 1
reversíveis



TIPO OP 2
2 pólos reversíveis
TIPO OP 3
3 pólos reversíveis

Os relés sensíveis da série AB e OP, são de alta qualidade do tipo miniatura. As bobinas são enroladas com fio especial e impregnadas para resistir quaisquer condições climáticas. As aplicações principais são: relés de placa em circuitos com válvulas, com transistores para comandos eletrônicos em geral, para corrente contínua e alternada.

RELÉS ESPECIAIS PARA TRANSISTORES
PRODUTOS ELETRÔNICOS METALTEX LTDA.

METALTEX

R. JOAQUIM FLORIANO, 307 — SÃO PAULO
Novo telefone: 282-6742

HEWLETT hp PACKARD

Completa linha de instrumentos para Eletrônica, Medicina e Química

Informações e Vendas no Distribuidor Exclusivo para o Brasil

HEWLETT-PACKARD DO BRASIL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LIMITADA

São Paulo: Rua Cel. Oscar Pôrto, 691
Fone: 71-1503

Rio: Av. Franklin Roosevelt, 84 — Cj. 203
Fone: 32-9733

ECONOMIZE!

ASSINANDO
REVISTA ELETRÔNICA
V. RECEBE

6 FASCÍCULOS PELO PREÇO DE 5
(assinatura de 1 ano)

12 FASCÍCULOS PELO PREÇO DE 9
(assinatura de 2 anos)

18 FASCÍCULOS PELO PREÇO DE 13
(assinatura de 3 anos)

ENVIE O CUPOM ABAIXO PARA:

ETEGIL — Editôra Técnico-Gráfica Industrial Ltda. — C. Postal 30.869 — São Paulo

R31

PEDIDO DE ASSINATURA

☐ 1 ano, sob registro NCr$ 8,50

☐ 2 anos, sob registro NCr$ 15,00

☐ 3 anos, sob registro NCr$ 21,00

☐ 1 ano, via aérea reg. NCr$ 12,00

☐ 2 anos, via aérea reg. NCr$ 22,00

☐ 3 anos, via aérea reg. NCr$ 31,00

PEDIDO DE NÚMEROS ATRASADOS

CADA FASCÍCULO NCr$ 1,70

Preencha os dados abaixo solicitados, observando a relação dos números esgotados: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12.

N.º																
Quant.																

Importância total NCr$ .....

Nome .....

Enderêço ..... C. Postal .....

Cidade ..... Estado .....

O pagamento foi enviado por meio de:

☐ Cheque ☐ Vale Postal ☐ Registro c/ valor declarado, em nome de ETEGIL — Editôra Técnico-Gráfica Industrial Ltda. — São Paulo.

CONSUMIDORES DE PRODUTOS *douglas* NO BRASIL

Queríamos dar uma relação completa dos nossos consumidores. Não foi possível: o espaço era pouco.

Resolvemos então, assinalar em preto, as regiões onde talvez não fôsse possível encontrar componentes DOUGLAS.



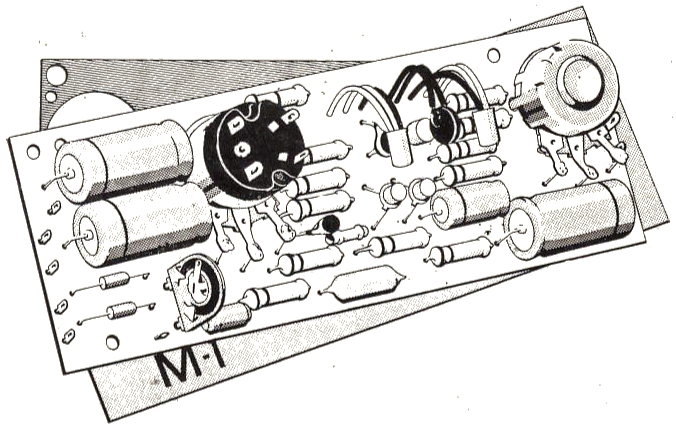
douglas RADIOELÉTRICA S.A.

Rua Melo Peixoto, 161 - Telefones: 295-0722 - 295-0816 - 295-0161 - 295-0227 - São Paulo
C. Postal 7755 - End. Telegráfico BOBINAS

M-1

ÊXITO GARANTIDO

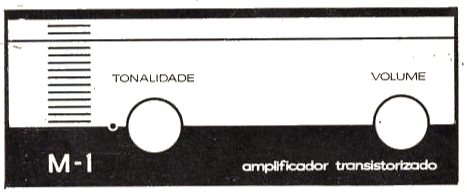
NA MONTAGEM DE SEU AMPLIFICADOR DE ÁUDIO



M-1

Conjunto completo de componentes,
incluindo painel frontal, circuito impresso, parafusos e solda,
além de instruções detalhadas de montagem.

Em poucas horas de agradável passatempo
V. constrói um áudio-amplificador de excelentes características
e primoroso acabamento.



- potência de saída: 2,5 W
- distorção: 0,6%
- resposta plana de 40Hz a 16kHz
- entrada de 500kΩ (cristal ou cerâmica)
- alimentação de 9V (pilha ou rêde)

mais um produto
com a qualidade

IBRAPE

À VENDA NO SEU REVENDEDOR

"Miniwatt"