

revista

16

ELETRÔNICA

JULHO/AGOSTO 1966

Cr\$ 650


NESTE NÚMERO

RECEPTOR DE
COMUNICAÇÃO

ELETROLA
PORTÁTIL

"SUPER-BANDA"

PROJETO DE UM
TRANSFORMADOR
DE FORÇA



TÓDAS AS APLICAÇÕES AQUI DESCRITAS,
UTILIZAM MATERIAIS FÁCILMENTE
ENCONTRADOS NO MERCADO NACIONAL

RECEPTOR DE COMUNICAÇÕES para rádio-amador

KENJI MATSUDA

Esc. Politécnica da U.S.P.

INTRODUÇÃO

Neste artigo apresentamos um receptor de telecomunicação projetado para cobrir as faixas de 80, 40, 20, 15 e 10 m, destinadas a rádio-amadores.

A sua construção simples e o uso de componentes comuns são alguns dos cuidados tomados no projeto, para que o rádio-amador possa construí-lo utilizando técnicas e recursos convencionais.

1 — CIRCUITO

O receptor é um superheterodino de dupla conversão. A primeira FI é de 4.600 KHz e destina-se a melhorar a rejeição das interferências de frequência imagem. A segunda FI (455 KHz) garante a seletividade adequada.

O receptor emprega 9 válvulas e suas funções (Fig. 1) são as seguintes:

- V₁ EF 183 Amplificador de R. F.
- V₂ ECH 81 1.º Misturador — 1.º oscilador local.
- V₃ ECH 81 2.º Misturador — 2.º oscilador local
- V₄ EF 93 1.º Amplificador de F.I. (455 KHz)
- V₅ EF 93 2.º Amplificador de F.I. (455 KHz)
- V₆ EBC 91 Detetor e 1.º amplificador de áudio
- V₇ EAA 91 Limitador de ruído e silenciador
- V₈ EL 84 Amplificador de saída (áudio)
- V₉ EBC 91 Oscilador de batimento.

O circuito de grade do estágio de RF e da 1.ª osciladora local são sintonizados, e a variação de frequência é feita por um capacitor variável de seção dupla. O circuito de placa do amplificador de RF é de sintonia fixa e faixa larga.

O primeiro oscilador local trabalha com frequência acima da de RF e a primeira misturadora (V₂) fornece um sinal de 4.600 KHz, frequência da primeira FI.

O segundo oscilador local trabalha com frequência de 455 KHz acima da primeira FI e é de frequência fixa. Para garantir a estabilidade, o segundo oscilador local é controlado a cristal e sua frequência é de 5055 KHz.

Faixa	limite inferior	limite superior
80 m	3.500 KHz	4.000 KHz
40 m	7.000 KHz	7.300 KHz
20 m	14.000 KHz	14.350 KHz
15 m	21.000 KHz	21.450 KHz
10 m	28.000 KHz	29.700 KHz

Faixas destinadas ao rádio-amador

limite inferior receptor	limite superior receptor
3.300 KHz	4.100 KHz
6.850 KHz	7.550 KHz
13.800 KHz	14.600 KHz
20.800 KHz	21.600 KHz
27.800 KHz	29.800 KHz

Bandas de frequência do receptor

O sinal da segunda FI-455 KHz é amplificado e detetado. O detetor utilizado é do tipo convencional a diodo e a tensão negativa proveniente da detecção da onda portadora atua como C.A.G. nas grades dos amplificadores de FI e na segunda misturadora. O amplificador de RF é controlado manualmente. Além disso, essa tensão negativa, fornecida pelo detetor é aplicada através de filtro, ao catodo do limitador de ruído. O anodo desse limitador é ligado a um divisor de tensão sobre a carga do detetor de modo que a tensão de anodo é cerca de 70% da tensão negativa do catodo. Desta ma-

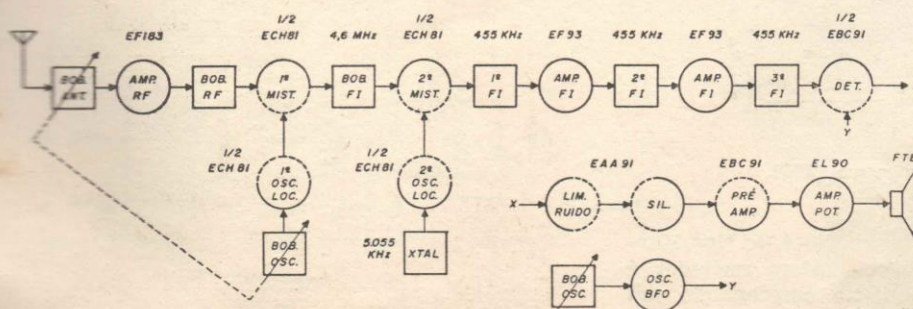


FIG. 1

Diagrama de blocos do receptor para amador.

neira, o anodo fica positivo com relação ao catodo e o diodo conduz, aparecendo o sinal de áudio sobre o seu catodo. Os picos de ruído que excedem o nível de modulação tornam a placa negativa com respeito ao catodo e são bloqueados.

O sinal de áudio do catodo assim obtido, é acoplado por um capacitor ao catodo da silenciadora. A silenciadora é polarizada positivamente com uma tensão que varia com a intensidade do sinal. Esta tensão polarizadora é retirada da grade auxiliar do segundo amplificador de FI, controlado pelo CAG e é determinada pela drenagem de corrente pelo resistor redutor da tensão de + B.

O catodo da silenciadora é também polarizado positivamente. Esta polarização é fixa e ajustada inicialmente para que varia, quando não haja sinal, o catodo fique mais positivo que a placa. Nesta condição o diodo não conduz ficando o áudio bloqueado.

Quando há sinal de intensidade suficiente o CAG começa a atuar; a grade da válvula da segunda amplificadora de F.I. torna-se mais negativa, conseqüentemente a drenagem de corrente pelo resistor da grade auxiliar diminui tornando a placa da silenciadora mais positiva que o catodo e o diodo começa a conduzir, aparecendo na placa o sinal de áudio que é então amplificado pelo primeiro amplificador de áudio e finalmente pelo amplificador de saída de áudio.

Oscilador de Batimento

Para receber sinais transmitidos em C.W., usa-se o oscilador de batimento (B.F.O.) fig. 2.

Esse oscilador deve ter boa estabilidade e frequência ligeiramente superior ou inferior à frequência da 2a. F.I.

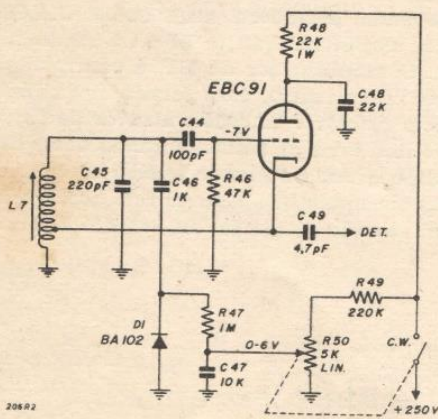


FIG. 2

Oscilador de Batimento (BFO).

O oscilador utilizado no modelo é do tipo Hartley. A variação da frequência desse oscilador é feita por um circuito moderno empregando um diodo varicap (BA 102).

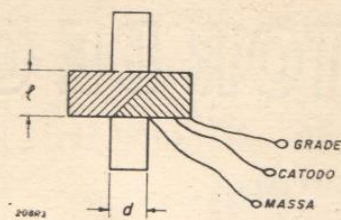


FIG. 3

Bobina do oscilador de batimento (L₁):
N = 240 espiras; Fio 7 × 44 Litz (AWG) — Derivação: 80ª espira a partir da massa (l = 7 mm — d = 7,4 mm) bobinado "Honey Comb" (enrolado com máquina "Progresso" tipo HT e relação de engrenagens 8/15).

Construção

A construção do receptor não requer técnicas especiais, podendo o rádio-amador executá-la com recursos convencionais, exceto cuidados que devem ser tomados nos estágios de R.F., primeiro oscilador local e primeira misturadora, para evitar perdas exageradas e oscilações parasitas que podem resultar de ligações mal feitas ou má disposição de componentes. As ligações devem ser as mais curtas possíveis, procurando-se evitar acoplamentos que possam causar com isso realimentações indesejadas.

A comutação das bobinas poderá ser feita por chave de onda — 7 pólos 5 posições; por caixa de bobinas, ou ainda, por meio de tambor. Este último sistema que é o melhor, requer construção mecânica complicada; as dificuldades na sua construção fazem com que seu emprego seja pouco usual.

No modelo construído, a comutação de bobinas foi feita pelo sistema de caixa de bobinas, devido à construção mais simples, dispensando o uso de chaves especiais, que não são facilmente encontráveis em nosso mercado pelo amador.

O primeiro amplificador de R.F. e a primeira misturadora devem ser montados de tal forma que as ligações sejam as mais curtas possíveis e estejam dispostas de tal maneira que as bobinas sejam facilmente acessíveis. Para isso recomenda-se que o amador faça um estudo prévio para cada disposição de componentes que venha a adotar.

Bobinas

No modelo, conforme visto na pág. seguinte, usamos caixas de bobinas independentes para cada faixa e facilmente adaptáveis ao circuito por sistema modular de encaixe mecânico ("plug-in"), conforme sugerido pela Fig. 4.

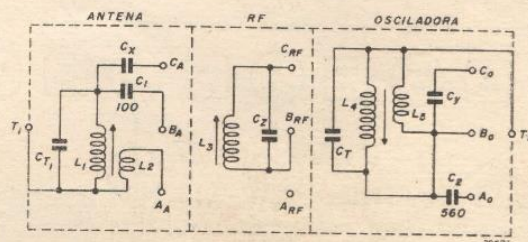


FIG. 4

Caixa de bobinas.

de
 Fio
 para
 (essa
 nm)
 e y
 com
 so"
 de
):
 cas
 om
 le-
 os-
 tar
 o-
 si-
 ais
 en-
 n-
 or
 xa
 ão
 ua
 co
 as
 ã
 de
 á-
 ira
 ue
 te-
 am
 ue
 o-
 te,
 da
 is-
)),
 CA

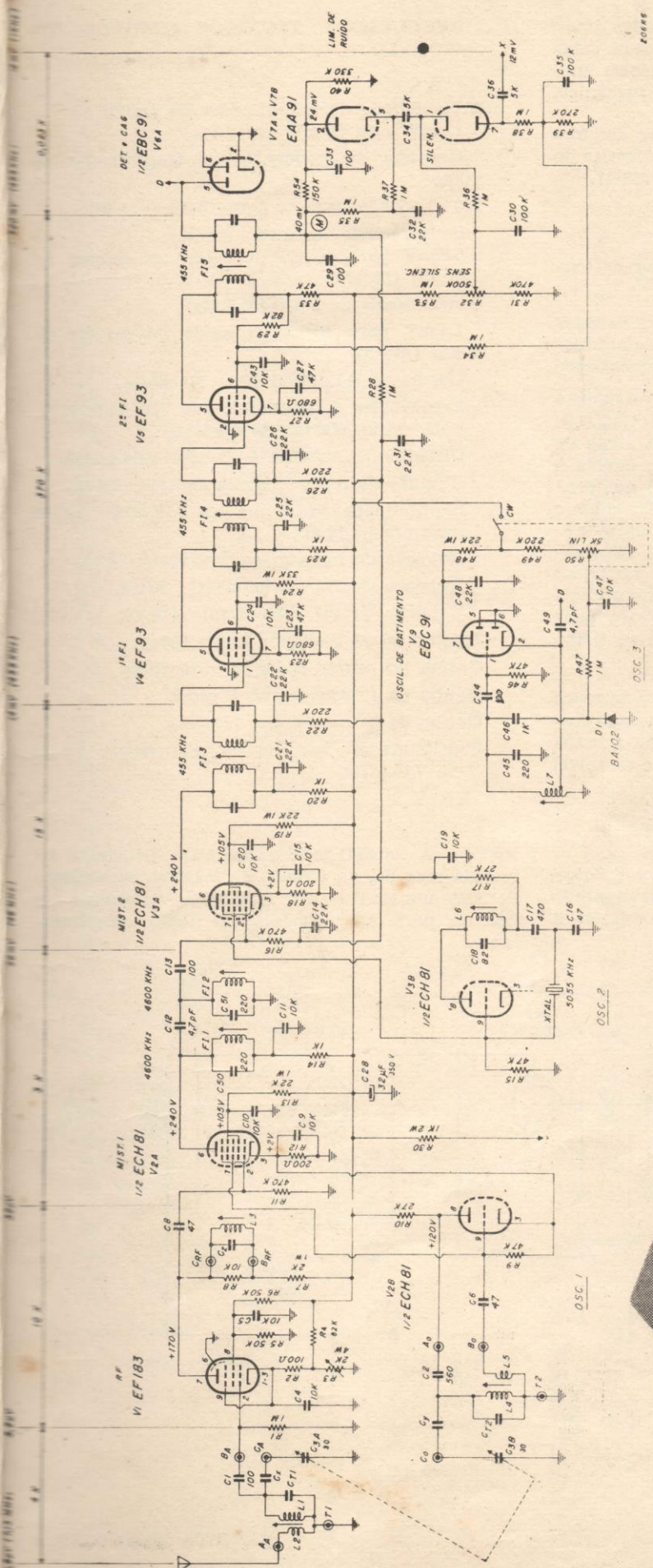


FIG. 5
 Circuito esquemático do receptor para rádio-amador, excluindo a parte de áudio-amplificação.

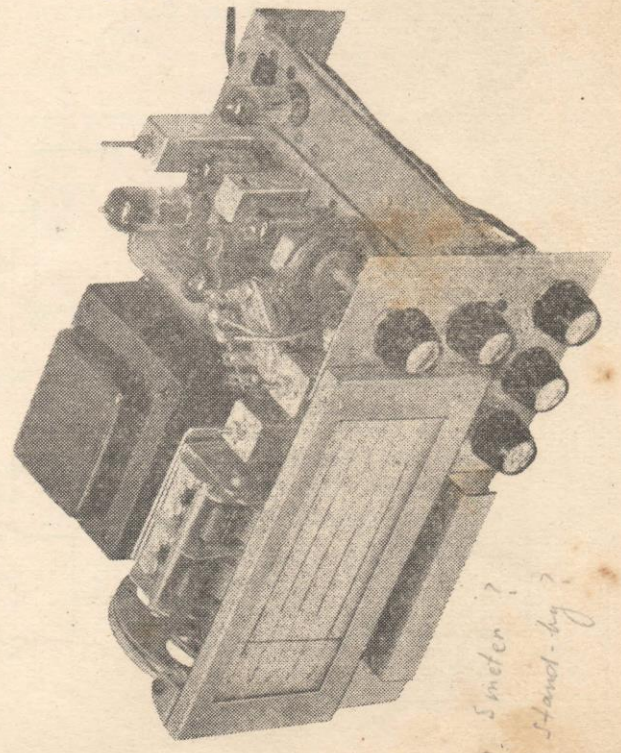
FIG. 7

Aspecto das caixas de bobinas usadas no protótipo.



FIG. 6

O protótipo do receptor completo.



1) Ligação S-meter?
 2) no Stand-by?

Nos pontos T₁ e T₂ foram empregados pinos banana de boa qualidade. Além disso, cada caixa foi devidamente fechada por uma blindagem metálica, obtendo-se assim elevada rigidez mecânica.

OBS.: Todas as bobinas foram enroladas em forma de polietileno, com núcleo de ferrite do tipo utilizado em FI de TV (44 MHz).

Fonte de alimentação

A fonte de alimentação é um dobrador de tensão utilizando diodos de silício BY 114.

O transformador Tr₁ fornece a tensão de 6,3 V aos filamentos das válvulas e ainda serve para isolar o chassi do receptor da rede de alimentação.

Para assegurar baixo nível de ondulação ("ripple") faz-se necessário o filtro RC (R₅₂, C₄₂). Por outro lado, o uso de tal filtro numa fonte de alimentação nem sempre é aconselhável, devido à participação de elemento dissipativo (R₅₂) que consome energia elétrica transformando-a em calor o que ocasiona a elevação da temperatura do aparelho. Entretanto esse sistema é de custo relativamente baixo e seu emprego torna-se vantajoso quando o nível de ondulação não é de importância absoluta. Neste caso o valor do resistor R₅₂ pode ser relativamente baixo e portanto tem-se baixa dissipação.

Baseando-se nessas considerações, o emprego de uma fonte de alimentação do tipo acima descrito em receptores de comunicação torna-se vantajoso devido ao baixo custo envolvido e ao nível de ondulação perfeitamente tolerável.

Amplificador de áudio

Para manter boa inteligibilidade sonora, a resposta de frequência do amplificador foi limitada em 250 Hz — 3.500 Hz para —3 dB, em relação a 1 W de saída, pelo capacitor C₄₀.

II — RESULTADOS TÉCNICOS OBTIDOS NO MODELO

Sensibilidade do amplificador de áudio:
12 mV para 50 mW em 3,2 Ω.

Resposta de frequência do amplificador de áudio:

250 — 3500 Hz para —3 dB (0 dB = 1 W).

Sensibilidade do diodo detetor:
520 mV para 40 mV de saída no detetor de áudio (pto M).

Sensibilidade da F.I. (455 KHz):

1,4 mV para 40 mV de saída no detetor de áudio (pto M)

Ganho de F.I. (455 KHz): 370 vezes.

Frequências de operação: 3,5; 7,0; 14,0; 21,0; e 28,0 MHz (faixas de amador).

Circuito de Antena: 50 Ω não balanceado.

Circuito de saída (bobina móvel): 3,2 Ω.

Sensibilidade de antena em 7,15 MHz: 0,8 μV para s/r = 10 dB.

Rejeição de imagem em 7,15 MHz: 40 dB.

Rejeição de F.I. (4.600 KHz): 20 dB.

Rejeição de F.I. (455 KHz): 110 dB.

Injeção do 1º oscilador local: 200 μA

Ganho do Amplificador RF: 10 vezes

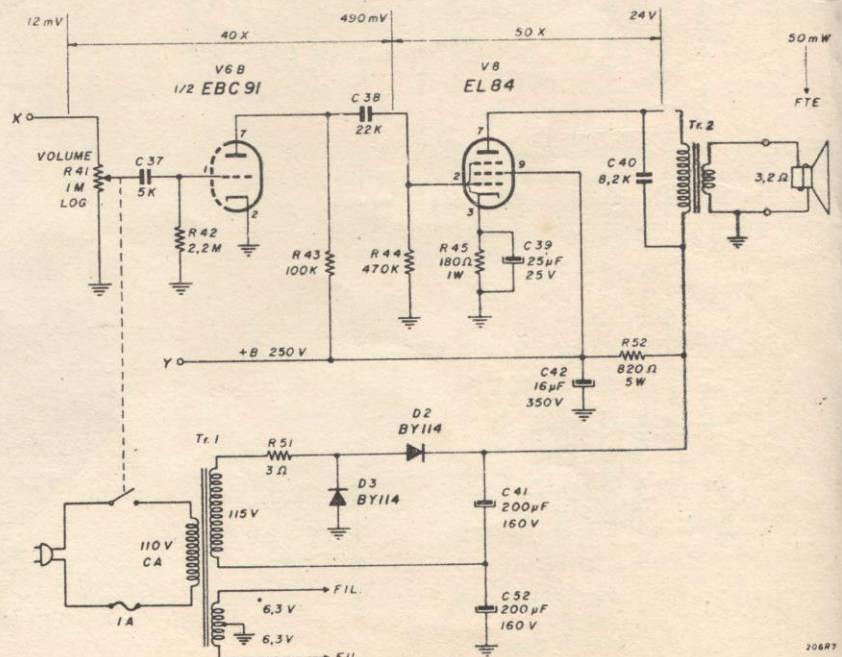
Ganho da 1ª conversora, 3 vezes.

Ganho da 2ª conversora, 15 vezes.

Sensibilidade máxima do silenciador: 1,0 μV em 7,15 MHz.

NOTA: A sensibilidade máxima do silenciador foi medida com R₅₂ na posição de máxima sensibilidade, para um sinal de RF (7,15 MHz) na antena suficiente para aparecimento de áudio no altifalante.

FIG. 8
A parte amplificadora de áudio.



LISTA DE MATERIAIS

R ₁	carvão	1 KΩ	1/2 W	10%
R ₂	"	100 Ω	"	"
R ₃	potenc. lin.	2 KΩ	4 W	"
R ₄	carvão	82 KΩ	1/2 W	"
R ₅	"	50 KΩ	"	"
R ₆	"	50 KΩ	"	"
R ₇	"	2 KΩ	1 W	"
R ₈	"	10 KΩ	1/2 W	"
R ₉	"	47 KΩ	"	"
R ₁₀	"	27 KΩ	"	"
R ₁₁	"	470 KΩ	"	"
R ₁₂	"	200 Ω	"	"
R ₁₃	"	22 KΩ	1 W	"
R ₁₄	"	1 KΩ	1/2 W	"
R ₁₅	"	47 KΩ	"	"
R ₁₆	"	470 KΩ	"	"
R ₁₇	"	27 KΩ	"	"
R ₁₈	"	200 Ω	"	"
R ₁₉	"	22 KΩ	1 W	"
R ₂₀	"	1 KΩ	1/2 W	"
R ₂₁	"	220 KΩ	1/2 W	"
R ₂₂	"	680 Ω	"	"
R ₂₃	"	33 KΩ	1 W	"
R ₂₄	"	1 KΩ	1/2 W	"
R ₂₅	"	220 KΩ	"	"
R ₂₆	"	680 Ω	"	"
R ₂₇	"	1 MΩ	"	"
R ₂₈	"	82 KΩ	"	"
R ₂₉	"	1 KΩ	2 W	"
R ₃₀	"	470 KΩ	1/2 W	"
R ₃₁	potenc. lin.	500 KΩ	"	"
R ₃₂	carvão	47 KΩ	"	"
R ₃₃	"	1 MΩ	"	"
R ₃₄	"	1 MΩ	"	"
R ₃₅	"	1 MΩ	"	"
R ₃₆	"	1 MΩ	"	"
R ₃₇	"	1 MΩ	"	"
R ₃₈	"	270 KΩ	"	"
R ₃₉	"	330 KΩ	"	"
R ₄₀	potenc. log.			
R ₄₁	c/ chave	1 MΩ	"	"
R ₄₂	carvão	2,2 MΩ	"	"
R ₄₃	"	100 KΩ	"	"
R ₄₄	"	470 KΩ	"	"
R ₄₅	"	180 Ω	1 W	"
R ₄₆	"	47 KΩ	1/2 W	"
R ₄₇	"	1 MΩ	"	"
R ₄₈	"	22 KΩ	1 W	"
R ₄₉	"	220 KΩ	1/2 W	"
R ₅₀	potenc. lin.			
R ₅₁	c/ chave	5 KΩ	1 W	"
R ₅₂	"	3 Ω	1 W	"
R ₅₃	fio	820 Ω	5 W	"
R ₅₄	carvão	1 MΩ	1/2 W	"
R ₅₅	"	150 KΩ	"	"

CAPACITORES

C ₁	cerâmica tubular	500 V	100 pF
C ₂	"	"	560 pF
C ₃	variável	2 × (380 + 30)	pF
	(DOUGLAS BO 5010) — V. nota		
C ₄	cerâmica "pin-up"	500 V	10 KpF
C ₅	"	"	10 KpF

C ₆	" tubular	"	47 pF
C ₇	" tubular	"	47 pF
C ₈	" "pin-up"	"	10 KpF
C ₉	"	"	10 KpF
C ₁₀	"	"	10 KpF
C ₁₁	"	"	10 KpF
C ₁₂	" tubular	"	4,7 pF
C ₁₃	"	"	100 pF
C ₁₄	poliester	400 V	22 KpF
C ₁₅	cerâmica "pin-up"	"	10 KpF
C ₁₆	" tubular	"	47 pF
C ₁₇	"	"	470 pF
C ₁₈	styroflex	500 V	82 pF
C ₁₉	cerâmica "pin-up"	400 V	10 KpF
C ₂₀	"	"	10 KpF
C ₂₁	poliester	"	22 KpF
C ₂₂	"	"	22 KpF
C ₂₃	"	"	47 KpF
C ₂₄	cerâmica "pin-up"	500 V	10 KpF
C ₂₅	poliester	400 V	22 KpF
C ₂₆	"	"	22 KpF
C ₂₇	"	"	47 KpF
C ₂₈	eletrolítico	350 V	32 μF
C ₂₉	cer. tubular	500 V	100 pF
C ₃₀	poliester	"	100 KpF
C ₃₁	"	400 V	22 KpF
C ₃₂	"	"	22 KpF
C ₃₃	cer. tubular	"	100 KpF
C ₃₄	poliester	"	5 KpF
C ₃₅	"	"	100 KpF
C ₃₆	"	"	5 KpF
C ₃₇	"	"	5 KpF
C ₃₈	"	"	22 KpF
C ₃₉	eletrolítico	25 V	25 μF
C ₄₀	cer. tubular	400 V	8,2 KpF
C ₄₁	eletrolítico	160 V	200 μF
C ₄₂	"	360 V	16 μF
C ₄₃	cer. "pin-up"	500 V	10 KpF
C ₄₄	" tubular	"	100 pF
C ₄₅	styroflex	"	220 pF
C ₄₆	cer. tubular	"	1 KpF
C ₄₇	poliester	400 V	10 KpF
C ₄₈	"	"	22 KpF
C ₄₉	cer. tubular	500 V	4,7 pF
C _x	styroflex	vide tabela	no texto
C _y	"	"	"
C _z	"	"	"
C _{T1} e C _{T2}	"	"	"
C ₅₀	"	500 V	220 pF
C ₅₁	"	"	220 pF
C ₅₂	eletrolítico	160 V	200 μF

Válvulas

V ₁	6EH7	EF183
V _{2AB}	6AJ8	ECH81
V _{3AB}		ECH81
V ₄	6BA6	EF93
V ₅		EF93
V _{6AB}	6AV6	EBC91
V _{7AB}	6AL5	EAA91
V ₈	6BQ5	EL84
V ₉		EBC91

Nota — Do capacitor variável indicado são usados somente as secções de 30 pF.

Diversos

- FI₁ — FI₂ conforme indicação no texto
- ✓ FI₃ — FI₅ 455 KHz Douglas BO1526
- ✓ T_{r1} transformador de força Willkason 6158
- ✓ T_{r2} transformador de saída 5 KΩ; 3,2 Ω.
- ✓ XTAL cristal de quartzo 5055 KHz RCB HC6-U
- ✓ FTE Alto-falante 5" 3 W
- ✓ D₁ Diodo Varicap BA102

- D₂ Diodo silício BY114
- D₃ Diodo silício BY114
- Fusível 1 A

- L₁ — conforme indicação no texto
- L₂ — " " "
- L₃ — " " "
- L₄ — " " "
- L₅ — " " "
- L₆ — " " "
- L₇ — " " "

RADIOFREQUÊNCIA

L ₃								
Compr. onda (m)	N.º ESP.	Fio n.º (AWG)	Tipo de fio	Passo do Enr.	L com núcleo (μH)	Q ₀ L ₃	Obs.	C _z pF
80	40	20x44	Litz	*	18,9	120	vêr fig. E	100
× 40	30	30	Capa sêda	Juntas	8,3	120	vêr fig. B	47
× 20	17	27	Esmal.	Juntas	2,45	90	vêr fig. B	47
× 15	9	27	Esmal.	φ 27	0,66	150	vêr fig. B	100
× 10	6	18	Prata	φ 18	0,22	160	vêr fig. B	120

* Bobinado "HONEY COMB" (enrolado com máquina "Progresso" tipo HT e relação de engrenagem 8/15).

ANTENA

L ₁									L ₂			
Compr. onda (m)	n.º Esp.	Fio n.º (AWG)	Tipo de fio	Passo do Enrol.	L com núcleo (μH)	Q ₀ L ₁	C _{T1} pF	C _X pF	n.º Esp.	Fio N.º (AWG)	Tipo de fio	Observações
80	50	20x44	Litz	*	20	110	56	0	44	36	capa sêda	ver fig. D
× 40	30	30	capa sêda	Juntas	8,3	120	47	33	3	36	capa sêda	ver fig. A
× 20	17	27	Esm.	φ 27	1,46	120	68	33	2	36	capa sêda	ver fig. A
× 15	9	20	Prata	φ 20	0,49	150	82	33	3	36	capa sêda	ver fig. A
× 10	6	18	Prata	φ 18	0,22	150	100	68	2	36	capa sêda	ver fig. A

FI ₁ , FI ₂ (F.I. 4600 KHz)					2.º OSCILADOR (L ₆)				
N.º Esp.	Fio N.º (AWG)	Tipo de fio	Passo do Enrol.	OBS.:	N.º Esp.	Fio N.º (AWG)	Tipo de fio	Passo do Enrol.	OBS.:
30	20x44	Litz	Juntas	vêr fig. B	30	27	Esmalt.	Juntas	vêr fig. B

1.º OSCILADOR

L ₄									L ₅				
Compr. onda (m)	n.º esp.	Fio n.º (AWG)	Tipo de fio	Passo do Enrol.	L com núcleo (µH)	Q ₀ L ₄	C _{T2} pF	C _v pF	n.º esp.	fio n.º (AWG)	Tipo fio	Passo Enrol.	Obs.
80	20	30	capa sêda	Junta	3,9	100	68	68	20	36	capa sêda	*	vêr fig. C
40	25	27	capa sêda	Junta	2,9	115	47	22	16	36	capa sêda	*	vêr fig. C
20	9	27	Esm.	φ 27	0,66	150	82	33	5	36	capa sêda	Junta	vêr fig. C
15	5	20	Prata	φ 20	0,25	155	120	22	5	36	capa sêda	Junta	vêr fig. C
10	5	18	Prata	φ 18	0,19	160	100	68	5	30	capa sêda	Junta	vêr fig. C

* Bobinado "HONEY COMB"

OBS.: Q₀ é o valor do Q em vazio.

MEDIÇÕES DE SENSIBILIDADE. SAIDA NO DETETOR 40 mV (Ponto M).
MODULAÇÃO 1000 Hz, 30%.

KHz	Na entrada de antena	Imagem	Sensibilidade em µV					s/r em dB (ponto M)	Ganho vezes			Rejeição (dB)			Oscilador L _{ccal} µV	
			na grade		R.F.	1º	2º		Bob. ant.	Est. RF	Conv.	Imagem	F.I.			
			4600 kHz	455 kHz									4600 kHz	455 kHz		
3.750	0,6	100	3	100	2,4	24	72	10	4	10	3	15	50	21	110	≈ 200
				× 10 ³	.											
7.150	0,8	60	6	200	3,2	32	96	10	4	10	3	15	40	20	110	≈ 200
				× 10 ³												
14.200	1,3	100	25	"	5,2	52	156	10	4	10	3	15	40	30	120	≈ 200
21.200	2,5	25	25	"	10	100	200	10	4	10	2	15	20	22	120	≈ 200
29.000	3,8	65	21	200	15,2	152	304	10	4	8,3	2	15	19	10	120	≈ 200
				× 10 ³												

Sensibilidade máxima do silenciador 1,0 µV em 7,15 MHz.

NOTA: Sensibilidade máxima do silenciador foi medida com R₃₂ na posição de máxima sensibilidade para um sinal de RF na antena suficiente para abertura total de áudio.

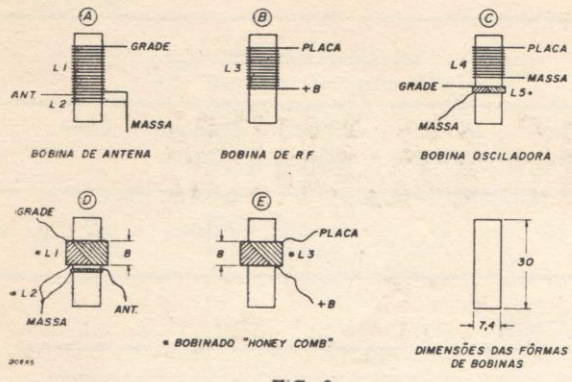


FIG. 9

Tipos de bobinas usadas no receptor.

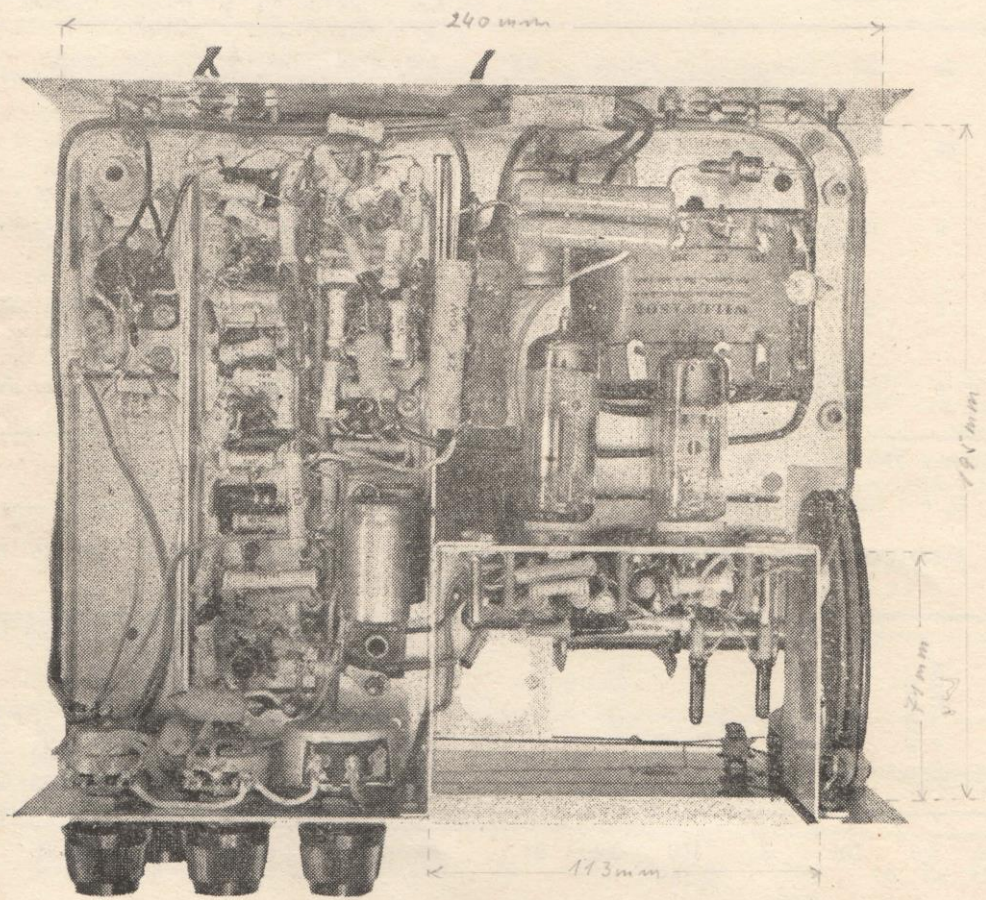


FIG. 10

Aspecto da montagem, em baixo do chassi.