




1. Publicação nº <i>INPE-4093-RTR/098</i>	2. Versão	3. Data <i>Dez. 1.986</i>	5. Distribuição <input type="checkbox"/> Interna <input type="checkbox"/> Externa <input checked="" type="checkbox"/> Restrita
4. Origem <i>DAS/DBL</i>	Programa <i>CLB</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>BOOSTER</i> <i>PRÉ-AMPLIFICADOR</i> <i>ANTENA</i>			
7. C.D.U.: <i>621.375</i>			
8. Título <i>PRÉ-AMPLIFICADOR DE RF</i>		10. Páginas: <i>39</i>	
		11. Última página: <i>G.1</i>	
		12. Revisada por  <i>Ricardo Varela Corrêa</i>	
9. Autoria <i>Elisete Rinke</i> 		13. Autorizada por  <i>Marco Antonio Raupp</i> <i>Diretor Geral</i>	
Assinatura responsável			
14. Resumo/Notas <i>Em sistemas de recepção telemétrica é comum a utilização de pré-amplificadores entre antena e receptor para amplificar o sinal recebido. Estes dispositivos devem ter características de alto ganho, baixa figura de ruído e baixa perda de inserção. Este projeto visa especificamente suprir a estação de recepção do DAS/DBL.</i>			
15. Observações <i>Trabalho parcialmente financiado pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - FNDCT, através de contrato FINEP.</i>			

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que colaboraram direta e indiretamente neste projeto e ao grupo de microondas que muito contribuiu nas fases do projeto e testes.

ABSTRACT

In receiver network telemetry systems is currently used the preamplifiers between the antenna and the receiver to amplify the received signal. These circuits must have high gain characteristics, low level background and low insertion loss. The project has the objective to supply the reception of DAS/DBL.

<u>SUMÁRIO</u>	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS.....	<i>vii</i>
LISTA DE SÍMBOLOS.....	<i>ix</i>
1 - INTRODUÇÃO.....	1
2 - DESCRIÇÃO.....	2
2.1 - Projeto do circuito amplificador.....	2
2.2 - Cálculo do circuito casador do 1º estágio.....	4
2.3 - Cálculo do circuito casador de interestágios.....	6
2.4 - Cálculo do circuito casador do estágio de saída.....	8
3 - CIRCUITO FINAL.....	10
4 - RESULTADOS OBTIDOS.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	13
APÊNDICE A - PROGRAMA DE CÁLCULO DO CIRCUITO AMPLIFICADOR	
APÊNDICE B - CARTA DE SMITH DO CIRCUITO CASADOR DO 1º ESTÁGIO	
APÊNDICE C - CARTA DE SMITH DO CIRCUITO CASADOR DE INTERESTÁGIOS	
APÊNDICE D - CARTA DE SMITH DO CIRCUITO CASADOR DE SAÍDA	
APÊNDICE E - TABELA DE COMPONENTES	
APÊNDICE F - ESQUEMA ELÉTRICO DO BOOSTER	
APÊNDICE G - ASPECTOS MECÂNICOS DA MONTAGEM DO "BOOSTER"	

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
1 - Diagrama de blocos do "booster".....	2
2 - Circuito de polarização do amplificador.....	3
3 - Circuito casador de entrada.....	4
4 - Circuito casador de interestágios.....	6
5 - Circuito casador de saída.....	8



LISTA DE SÍMBOLOS

Booster	- pré-amplificador
BW	- largura de faixa do "booster"
dB	- expressa o módulo do ganho em unidade logarítmicas
f	- frequência central de operação do "booster"
G	- ganho do "booster"
I _c	- corrente de operação de coletor
Link	- conjunto de dispositivos e instrumentos utilizados para recepção dos dados
NF	- abreviação de figura de ruído
nH	- unidade de indutância = 10^{-9} H [Henry]
pF	- unidade de capacitância = 10^{-12} F [Faraday]
S	- método definição de quadripolos - parâmetros S
VhF	- abreviação de "very high frequency"
W	- movimento angular = $2.\pi.f$
Y _L	- admitância ótima de carga do transistor
Y _s	- admitância ótima de fonte do transistor
B	- ganho de corrente do transistor

1 - INTRODUÇÃO

Neste trabalho é apresentado o desenvolvimento de "booster" em VHF a ser usado no "link" de recepção da telemetria em vôos de balões estratosféricos.

Para efetuar o cálculo do "booster", foi utilizado um programa desenvolvido pelo Departamento de Microondas (Wilton Fleming) que calcula as admitâncias de carga e fonte para o máximo ganho, sendo dados os parâmetros S ou Y do transistor. Este programa calcula também o circuito de polarização, sendo dados o β do transistor, a corrente de coletor, a queda de tensão na resistência de emissor e o valor da tensão da fonte.

Foram utilizados dois estágios em cascata, visto que o máximo ganho disponível por estágio é 5,5 dB, totalizando um ganho de 30 dB.

Para cada estágio necessita-se de circuitos casadores de impedância, capazes de transferir a máxima potência na seguinte ordem:

- antena receptora e 1º estágio amplificador,
- interestágios (estágio amplificador 1 e 2),
- 2º estágio amplificador e receptor.

Na Figura 1 é mostrado o diagrama de blocos dos vários estágios do "booster".

Nas seções seguintes mostram-se os procedimentos para o projeto dos vários estágios.

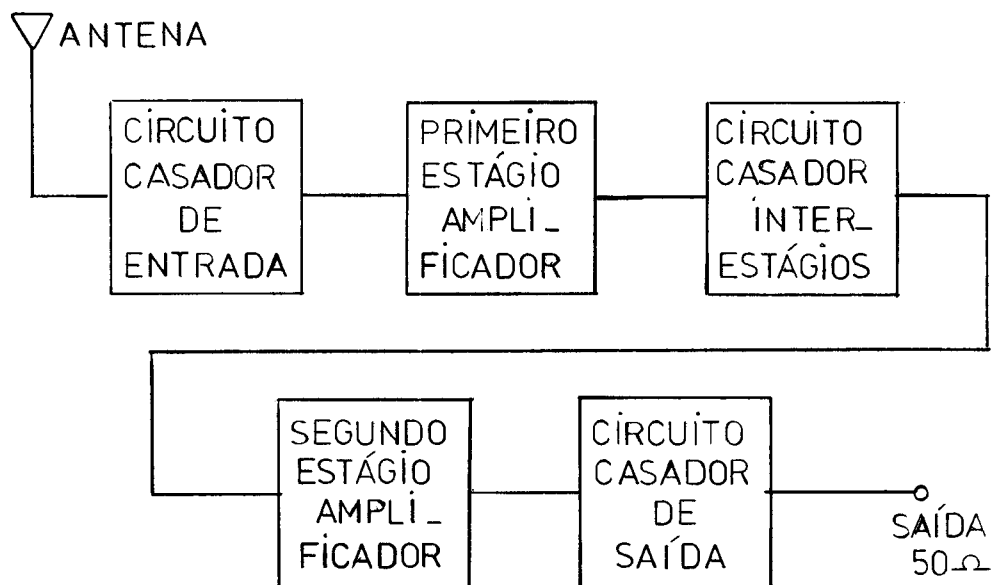


Fig. 1 - Diagrama em blocos do "booster".

2 - DESCRIÇÃO

Nos subitens seguintes são descritos os cálculos e procedimentos para o projeto.

Nos Apêndices A, B e C estão as cartas de Smith utilizadas nos cálculos.

2.1 - PROJETO DO CIRCUITO AMPLIFICADOR

Foram estudados vários transistores para a confecção do "booster", tendo sido escolhido o BF180, por ser facilmente encontrado no mercado nacional.

Foi utilizada para os cálculos dos estágios amplificadores a configuração a emissor comum. Os dados utilizados para efetuar as medidas dos parâmetros S do transistor foram:

$$\begin{aligned}V_{ce} &= 10 \text{ V} \\I_c &= 2 \text{ mA} \\f &= 240 \text{ MHz} \\\beta &= 100\end{aligned}$$

Com os seguintes resultados:

$$\begin{aligned}S_{11} &= 0,65 \quad \angle -55^\circ \\S_{22} &= 0,9 \quad \angle -9^\circ \\S_{21} &= 1,8 \quad \angle +105^\circ \\S_{12} &= 0,02 \quad \angle +60^\circ\end{aligned}$$

Entrando com estes dados no programa referido anteriormente (de acordo com o Apêndice A), obtêm-se as admitâncias ótimas de carga e de fonte (normalizadas):

$$Y_L = 0,059 - 0,096j \Rightarrow Y_L = G_{YL} + jb_{ys},$$

$$Y_S = 0,372 - 0,614j \Rightarrow Y_S = G_{ys} + jb_{ys}.$$

O circuito de polarização dc é mostrado na Figura 2.

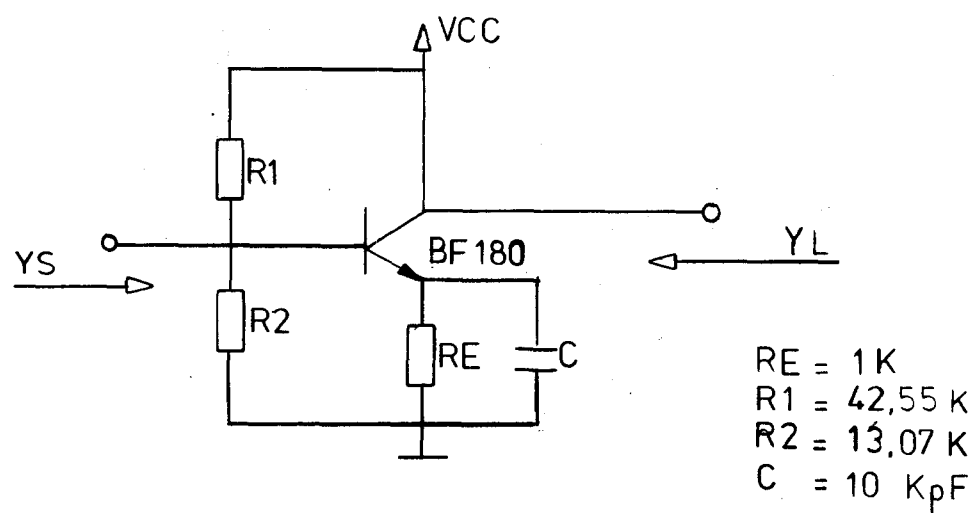


Fig. 2 - Circuito de polarização do amplificador.

2.2 - CÁLCULO DO CIRCUITO CASADOR DO 1º ESTÁGIO

Através da impedância da antena e da admitância ótima de fonte, é efetuado o cálculo do circuito casador, mostrado na Figura 3.

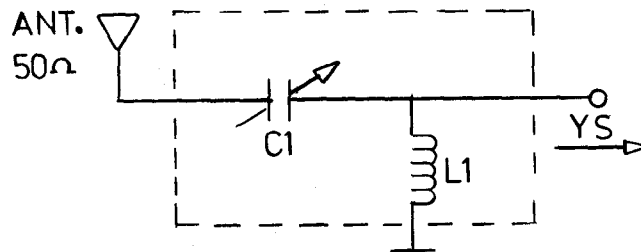


Fig. 3 - Circuito casador de entrada.

Para o cálculo do circuito utiliza-se a carta de Smith, na sequência:

- Plotar o valor de Y_s na carta de Smith.
- Traçar uma reta do centro da carta a Y_s e lado oposto a este na carta.
- Obter um raio constante do centro da carta até Y_s com ajuda de um compasso.
- Obter Z_s opostamente a Y_s com o compasso.
- Traçar um semicírculo no eixo real de raio = 0,5, centrado em 0,33, componente contrária a Y_s .
- Obter um ponto de intersecção através dos círculos traçados nos itens c e e, Este ponto é definido como P3.

Têm-se assim as coordenadas de P3, sendo:

$$G_{ys} = 0,372;$$

$$b_{ys} = -0,6139;$$

$$b_3 = +0,480.$$

Do circuito obtêm-se:

$$B_L = \frac{1}{W_L} = Y_0 (b - b_{ys}),$$

$$\frac{1}{W_L} = \frac{b_3 - b_{ys}}{Z_0},$$

$$L_1 = \frac{Z_0}{2\pi \cdot f (b_3 - b_{ys})}, \quad (1)$$

$$L_1 = \frac{50}{2 \cdot \pi \cdot 240 \cdot 10^6 \cdot (0,48 + 0,6139)},$$

$$L_1 \cong 30 \text{ nH}.$$

g) Traçar uma reta, tomando o centro da carta e P3. Define-se como Ponto P4 o oposto a P3.

Têm-se assim as coordenadas de P4, sendo:

$$G_4 = -1,45 = X_4.$$

Do circuito obtêm-se:

$$X_{c1} = \frac{-1}{W_{C1}} = Z_0 \cdot (X_4),$$

$$C_1 = \frac{-1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Z_0 \cdot G_4}, \quad (2)$$

$$C_1 = \frac{-1}{2 \cdot \pi \cdot 240 \cdot 10^6 \cdot 50 \cdot (-1,45)},$$

$$C_1 = 8,0 \text{ pF}.$$

A carta de Smith utilizada para o projeto deste estágio encontra-se no Apêndice B.

2.3 - CÁLCULO DO CIRCUITO CASADOR DE INTERESTÁGIOS

Para o cálculo do circuito casador interestágios, o método utilizado foi o mesmo, mudando somente em alguns pontos na forma de utilização da carta de Smith.

O circuito utilizado é mostrado na Figura 4.

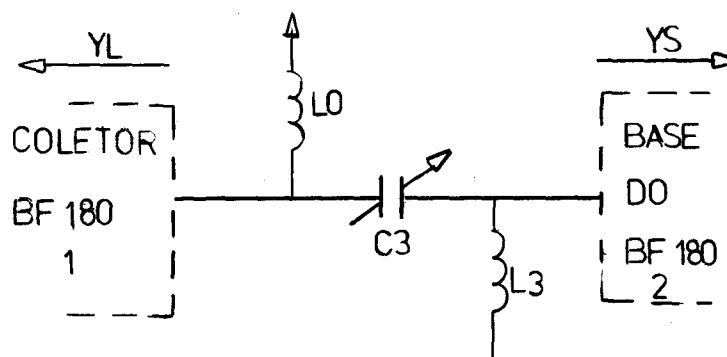


Fig. 4 - Circuito casador de interestágios.

A forma de utilização da carta de Smith consiste em plotar Y_s e Y_L , e achar os opostos Z_s e Z_L pelo método já descrito. Com ajuda de uma transparência da carta de Smith, invertendo a transparência em cima da carta utilizada, achar um raio G constante do ponto Z_s e Z_L até o centro da carta. Este raio deverá cruzar o semicírculo unitário, determinando os pontos Z_s' e Y_s' .

Encontrar então seus pontos respectivos opostos. Obter a diferença dos pontos Z_s e Z_s' no eixo dos reais.

Este ponto é definido como BLo :

$$BLo = Z_s' - Z_s,$$

onde:

RZ_s' é o valor tomado no eixo real.

Normalizando para $Z_0 = 50\Omega$.

$$B_{Lo} = \frac{Z_{s'} - Z_s}{Z_0},$$

$$B_{Lo} = \frac{1}{L_o},$$

$$L_o = \frac{Z_0}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot (Z_{s'} - Z_s)}, \quad (3)$$

$$L_o = \frac{50}{2 \cdot \pi \cdot 240 \cdot 10^6 \cdot (1,0 - 0,7)},$$

$$L_o = 110 \text{ nH}.$$

Para o cálculo de C_3 , tomar a diferença entre a parte imaginária de Z_L e $Z_{s'}$, onde:

$$XC_3 = Z_L - Z_{s'} \text{ normalizando,}$$

$$\frac{1}{WC_3} = (Z_L - Z_{s'}) Z_0,$$

$$\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C_3} = (Z_L - Z_{s'}) Z_0,$$

$$C_3 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot (Z_L - Z_{s'}) \cdot Z_0}, \quad (3)$$

$$C_3 = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot 240 \cdot 10^6 \cdot (7,5 - 1,3) \cdot 50},$$

$$C_3 = 2,1 \text{ pF}.$$

Para o cálculo de L_3 , obter a diferença entre a parte imaginária de Y_L e $Y_{L'}$, onde:

$$B_{L3} = (Y_{L'} - Y_L).$$

Normalizando:

$$BL3 = \frac{(YL' - YL)}{Zo} = \frac{1}{WL3} ,$$

$$\frac{1}{2.\pi.f.L3} = \frac{(YL' - YL)}{Zo} ,$$

$$L3 = \frac{Zo}{2.\pi.f.(YL' - YL)} , \quad (5)$$

$$L3 = \frac{50}{2.\pi.240.10 (0,24 - 0,096)} ,$$

$$L3 = 230 \text{ nH.}$$

A carta de "Smith" utilizada para o cálculo destes estágios está no Apêndice C.

2.4 - CÁLULO DO CIRCUITO CASADOR DO ESTÁGIO DE SAÍDA

O método do cálculo para o circuito casador do estágio de saída é o mesmo utilizado para a seção 2,2.

O circuito utilizado é mostrado na Figura 5.

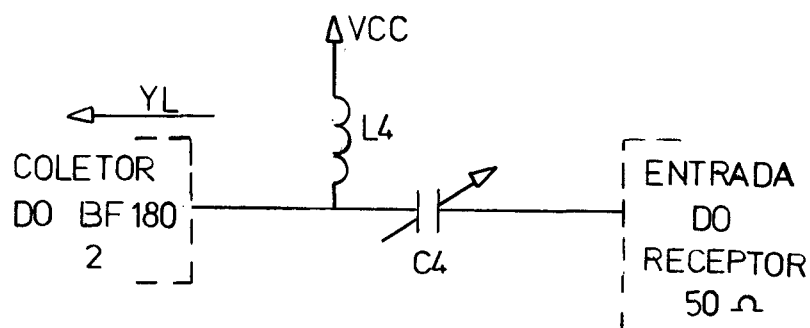


Fig. 5 - Circuito casador de saída.

Para o cálculo de L4 tem-se:

$$Y_L = GYL + jby_L,$$

$$Y_L = 0,059 - 0,096j.$$

Obter o ponto P5, com ajuda de um compasso, da seguinte forma:

- obter o raio do ponto central da carta até o ponto YL,
- traçar um ponto no semicírculo unitário,
- encontrar o valor b5.

No caso:

$$b_5 = + 0,25,$$

mas:

$$b_L = \frac{b_5 - by_L}{Z_0},$$

$$\frac{1}{W_L} = \frac{b_5 - by_L}{Z_0},$$

$$\frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot L_4} = \frac{b_5 - by_L}{Z_0},$$

$$L_4 = \frac{Z_0}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot (b_5 - by_L)}, \quad (6)$$

$$L_4 = \frac{50}{2 \cdot \pi \cdot 240 \cdot 10^6 (0,25 - (-0,096))},$$

$$L_4 = 95 \text{ nH}.$$

Para calcular C4, obter o ponto oposto de P5. Este ponto é denominado P6.

Determinar a coordenada imaginária de P6.

$$G6 = - 3,8 = X6,$$

Normalizando:

$$Xc = Zo.X6.$$

Mas:

$$XC4 = \frac{-1}{WC} = Zo X6,$$

$$C4 = \frac{-1}{2 \pi . f . Zo . X6} , \quad (7)$$

$$C4 = \frac{-1}{2 \pi . 240 . 10^6 . 50 . (- 3,8)} ,$$

$$C4 = 3,5pF.$$

No Apêndice D está a carta de Smith utilizada para o cálculo deste estágio.

3 - CIRCUITO FINAL

O circuito final do "booster" é apresentado no Apêndice F, e a montagem final se encontra no Apêndice G.

Os capacitores C2 possuem a função de desacoplamento e filtragem da alimentação.

No Apêndice E encontra-se a Tabela dos componentes.

4 - RESULTADOS OBTIDOS

Foram efetuadas as medidas dos "boosters", obtendo-se as seguintes características:

$BW \cong 20 \text{ MHz}$,

$F \cong 238 \text{ MHz}$,

$NF = 3 \text{ a } 4\text{dB}$,

$G = 20 \text{ a } 28\text{dB}$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

HIGH-FREQUENCY AMPLIFIERS, Ralph S. Carson, USA, 1975.

A PRATICAL INTRODUCTION TO IMPEDANCE MATCHING, Robert L. Thomas, USA,
1976.

RCA, *Solid State Power Circuits-Designer's Handbook*.



APÊNDICE A

PROGRAMA DE CÁLCULO DO CIRCUITO AMPLIFICADOR

DESCRIÇÃO DO CONTEÚDO:

Este programa calcula as admitâncias de carga e fonte para máximo ganho, sendo dados os parâmetros S ou Y:

- . SE INDEX = 0, entra-se com parâmetros Y ;
- . SE INDEX = 1, entra-se com parâmetros S .

No caso de um transistor, sendo dados o β do transistor, a corrente de coletor, a queda de tensão na resistência de emissor e o valor da tensão da fonte, o programa calcula o circuito de polarização.

PARÂMETROS DE ENTRADA (COM FORMATO)

1º CARTÃO

N - FORMATO I1

2º CARTÃO

Se N = 0

Y11, Y12, Y21, Y22 - PARÂMETROS Y na forma RETANGULAR com formato 8E10,0

Se N = 1

AS11, AS22, AS21, AS12, AG1, AG2, AG3, AG4

onde:

$$AS_{nm} = | S_{nm} |$$

$$AG1 = \frac{1}{S_{11}}$$

$$AG2 = \frac{1}{S_{22}}$$

$$AG3 = \frac{1}{S_{21}}$$

$$AG4 = \frac{1}{S_{12}}$$

3º CARTÃO

FORMATO (4F10.4)

BETA - BETA do transistor

REIE - Tensão no resistor de emissor (V)

AIC - Corrente de Coletor (mA)

VCC - Tensão da fonte (V)

EXEMPLO

1º CARTÃO (FORMATO I1)

1

2º CARTÃO

.65 .95 6.2 .012 -52. -4.2 135. 60.

3º CARTÃO

80. 11. 4. 21.

PROGRAMA DE CÁLCULOS DOS AMPLIFICADORES

```

COMPLEX S11,S22,S21,S12,Y11,Y22,Y21,Y12,A,B,C,D,M,E,F,G,H,H11,H22,
*H21,H12,S,P,7S,YL,YS,YLN,YSN,DEN
994 READ(5,100,END=72) INDEX
100 FORMAT(I1)
    IF(INDEX)999,999,1
    1 READ(5,2,END=72)AS11,AS22,AS21,AS12,AG1,AG2,AG3,AG4
    2 FORMAT(8F10,0)
    CALL ESSF(AS11,AS22,AS21,AS12,AG1,AG2,AG3,AG4,Y11,Y12,Y21,Y22)
    GO TO 996
999 READ(5,500,END=72) Y11,Y12,Y21,Y22
500 FORMAT(8F10,0)
996 PI=3.141592
    A=CMPLX(1.,0.)
    H=CMPLX(2.,0.)
    M=CMPLX(.,02,0.)
    WRITE(6,12)
    12 FORMAT(1X,13HPARAMETROS Y /)
    WRITE(6,13)Y11,Y22,Y21,Y12
    13 FORMAT(1X,4HY11=,2E9.3,3X,4HY22=,2E9.3,3X,4HY21=,2E9.3,3X,4HY12=,2
    *F9.3/)

C
C
C    CALCULO DO GANHO DE POTENCIA INICIAL E FATOR DE LINVILL INICIAL
    A1=CABS(Y21)
    A2=CABS(Y12)
    A3=RFAL(Y11)
    A4=RFAL(Y22)
    D=Y12*Y21
    A5=RFAL(D)
    C1=(A1**2)/(A.*A3*A4-2.*A5)
    C2=2.*C1*(A2/A1)
    WRITE(6,14)C1
    14 FORMAT(1X,35HGANHO DE POTENCIA INICIAL(P00/PI0)=,F10.4)
    WRITE(6,15)C2
    15 FORMAT(1X,28HFATOR DE LINVILL INICIAL(C)=,F10.4/)
    IF(C2.LT.0.76.AND.C2.GT.0.) GO TO 20

C
C
C    OTIMIZACAO DO FATOR DE LINVILL
    AA=0.
    16 AA=AA+0.0001
    A4N=A4+AA
    Q1=4.*A3*A4N-2.*A5
    IF(Q1.EQ.0.) GO TO 16
    C1=(A1**2)/Q1
    C2=2.*C1*(A2/A1)
    IF(C2.LT.0.76.AND.C2.GT.0.) GO TO 17
    GO TO 16

C
C
C    CALCULO DA RESISTENCIA DE SAIDA
    17 ARE=1./AA
    WRITE(6,18)ARE
    18 FORMAT(1X,33HRESISTENCIA EM PARALELO NA SAIDA=,F10.4,4H0HMS/)
    20 WRITE(6,19)C1
    19 FORMAT(1X,33HGANHO DE POTENCIA FINAL(P00/PI0)=,F10.4/)
    WRITE(6,21)C2
    21 FORMAT(1X,26HFATOR DE LINVILL FINAL(C)=,F10.4/)

C
C
C    CALCULO DO GANHO MAXIMO DISPONIVEL
    AN1=SQRT(1.-C2**2)
    AN2=2.*(1.-AN1)
    AKG=AN2/(C2**2)
    GMAX=C1*AKG
    GMAXL=10.*ALOG10(GMAX)
    WRITE(6,22)GMAX,GMAXL
    22 FORMAT(1X,29HGANHO MAXIMO DISPONIVEL GMAX=,F10.4,3X,12HOU GMAX(DB)
    *=,F10.6/)

```

```
S11=CMPLX(AA,0.)
Y22=Y22+S11
```

C
C
C

CALCULOS DE PARAMETROS H

```
H11=A/Y11
D=Y11*Y22-Y12*Y21
H22=D/Y11
H21=Y21/Y11
H12=(-1.,0.)*(Y12/Y11)
WRITE(6,23)
23 FORMAT(1X,13HPARAMETROS H /)
WRITE(6,24)H11,H22,H21,H12
24 FORMAT(1X,4HH11=,2E9.3,3X,4HH22=,2E9.3,3X,4HH21=,2E9.3,3X,4HH12=,2
*E9.3/)
```

C
C
C

CALCULOS DE ADMITANCIA OTIMA

```
D=H12*H21
C=CONJG(D)
C=(-1.,0.)*C
CR=REAL(C)
CI=AIMAG(C)
CRA=ABS(CR)
CIA=ABS(CI)
QD=CIA/CRA
ARCO=ATAN(QD)
IF(CP.LT.0..AND.CI.LT.0.)GO TO 42
IF(CP.GT.0..AND.CI.GT.0.)GO TO 43
IF(CP.LT.0..AND.CI.GT.0.)GO TO 44
IF(CP.GT.0..AND.CI.LT.0.)GO TO 45
42 ARCO=ARCO+PI
GO TO 46
43 ARCO=ARCO
GO TO 46
44 ARCO=PI-ARCO
GO TO 46
45 ARCO=2.*PI-ARCO
46 REAI=COS(ARCO)
AMAG=SIN(ARCO)
R=CMPLX(REAI,AMAG)
H22R=REAL(H22)
FI=2.*H22R
F=CMPLX(FI,0.)
FI=C2*AKG/2.
F=CMPLX(FI,0.)
G=A-F*R
S=H11-(D/E)*G
ZS=CONJG(S)
YL=(-1.,0.)*H22+E/(A-F*R)
YS=A/ZS
WRITE(6,47)YL,YS
47 FORMAT(1X,32HADMITANCIA OTIMA DE CARGA(MHOS)=,2E12.4/,1X,32HADMITA
*NCIA OTIMA DA FONTE(MHOS)=,2E12.4/)
```

C
C
C

CALCULO DE ADMITANCIA NORMALIZADAS

```
YLN=YL/M
YSN=YS/M
WRITE(6,48)YLN,YSN
48 FORMAT(1X,24HADMITANCIA NORMALIZADAS/,1X,9HY(CARCA)=,2E12.4,5X,9H
*Y(FONTE)=,2E12.4/)
```

C
C
C

CALCULO DE GANHO TRANSDUTIVO E GANHO DE POTENCIA

```
ZSR=REAL(ZS)
YLR=REAL(YL)
H=H11+ZS
A=H22+YL
H=H*A-D
AA1=CABS(H)
GT=AA1**2
GG=CABS(H21)**2
GA=4.*GG*ZSR*YLR
GT=GA/GT
G1=YLR*GG
H=H11-D/(H22+YL)
G2=REAL(H)
D=H22+YL
G3=CABS(D)**2
GP=G1/(G2*G3)
WRITE(6,49)GT,GP
49 FORMAT(1X,18HGANHO TRANSDUTIVO=,F12.4/,1X,23H
```

```

      /,1X,18HCANHO DE P  NTFNCIA=F12.4///)
      REAR(5,501)PETA,PEIT  ,ATC,VCC
      CAUCHO DA PALHA DE  POLARIZACAO DO TRANSISTOR

501  FORMAT(4F12.4)
      PE=PEIT/ATC
      RE=10.*RE
      PR=(ATC/PETA)*(PR+(. - FTA+1.)*RE)+0.6
      RI=VCC*PR/ER
      R2=PI*RR/(RI-RR)
      WRITE(6,50)VCC,PE,R  ,R2
50  FORMAT(1X,11HPOLARI  ACAJ//,1X4HVCC=.F0.2,5HVOLTS/,1,27HRESISTENCI
      *A DE EMISSOR(RF)=.F  ,2,39HRESISTENCIA D,1 COLETOR PARA
      *A BASE(R1)=.F6.2,5H  NNS/,1X,37HRESISTENCIA DA BASE PARA A TERRA(R
      *2)=.F6.2,5HCHNS)
      WRITE(6,51)
51  FORMAT(//,10X,8HCIRC  ,110/,25X,7H  ,25X,7H7  I/,25X,7H7
      *I/,25X,7H7 RI  I/, 5X,18H7  I  ,25X,7H7  I/,25X,7H7
      *4HC  ,25X,7H7  I  ,25X,7H7  I  ,25X,7H7  I  ,25X,7H7
      *X,30HVS  ,1  ,14X,29H7  I  ,14X,29H7  I  ,14X,29H7  I  ,14X,29H7
      *  ,14X,29H7  I  ,14X,29H7  I  ,14X,29H7  I  ,14X,29H7
      *  ,24X,13H7  ,24X,13H7  ,24X,13H7  ,24X,13H7
      *GO TO 99A
72  STOP
      FNC
002:0194:0  IS THE  OCCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATE  AT
002:0197:1  IS THE  OCCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATE  AT
002:019A:2  IS THE  OCCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATE  AT
```

```

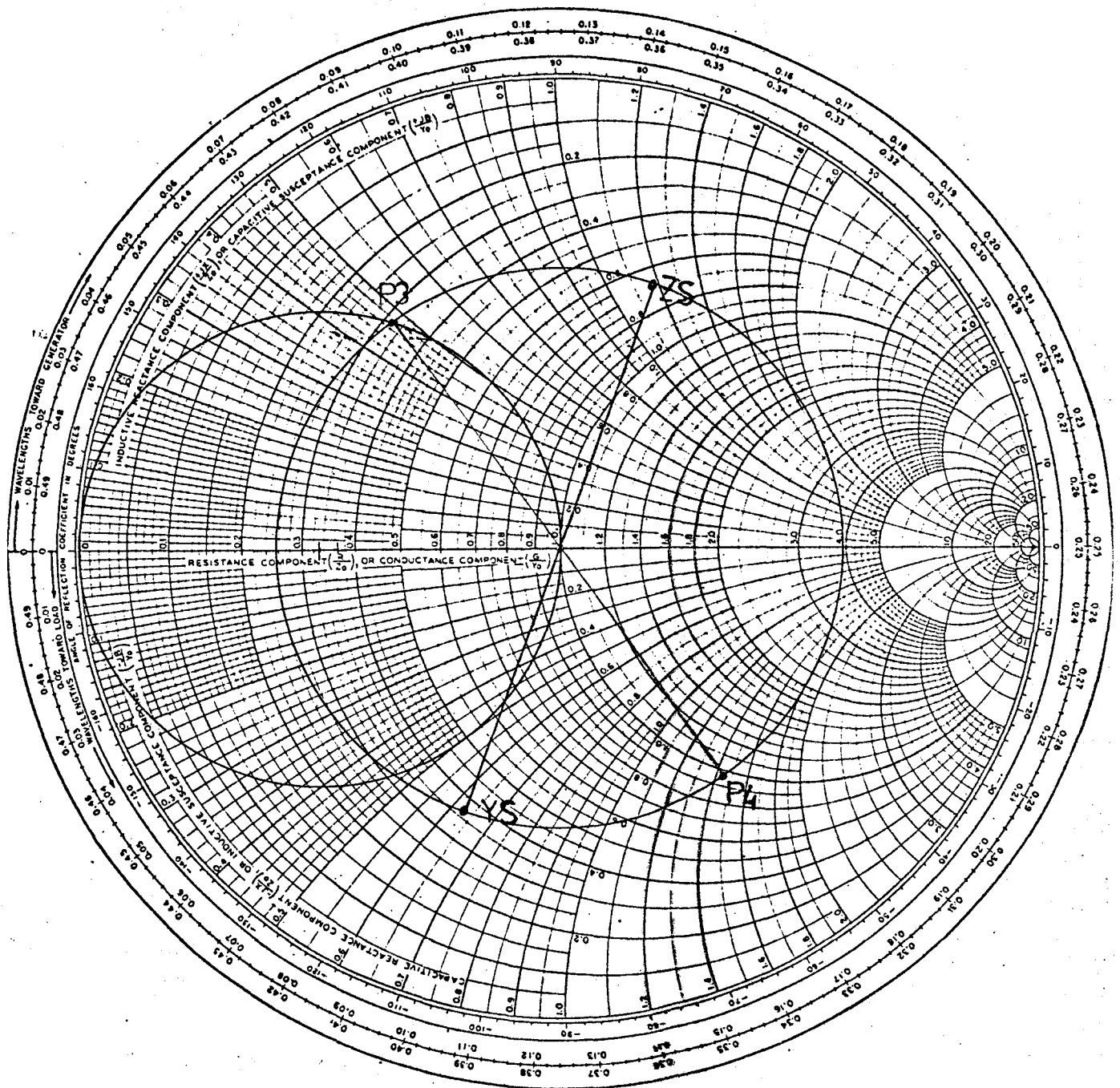
SURROUTINE ESSE(AS11,AS22,AS21,AS12,AG1,AG2,AG3,AG4,Y11,Y12,Y21,Y2
*2)
COMPLEX S11,S22,S21,S12,Y11,Y22,Y12,Y21,A,B,C,D,M,E,F,G,H,DEN
90 WRITE(6,90)
FORMAT(1X,20HPARAMETROS S MEDIOOS/)
WRITE(6,80) AS11,AS22,AS21,AS12,AG1,AG2,AG3,AG4
80 FORMAT(8F10.4)
PI=3.141592
FATOR=PI/180.
FS11=FATOR*AG1
FS22=FATOR*AG2
FS21=FATOR*AG3
FS12=FATOR*AG4
RS11=AS11*COS(FS11)
RS22=AS22*COS(FS22)
RS21=AS21*COS(FS21)
RS12=AS12*COS(FS12)
AIS11=AS11*SIN(FS11)
AIS22=AS22*SIN(FS22)
AIS21=AS21*SIN(FS21)
AIS12=AS12*SIN(FS12)
S11=CMPLX(RS11,AIS11)
S22=CMPLX(RS22,AIS22)
S12=CMPLX(RS12,AIS12)
S21=CMPLX(RS21,AIS21)
WRITE(6,10)
10 FORMAT(1X,13HPARAMETROS S /)
WRITE(6,11)S11,S22,S21,S12
11 FORMAT(1X,4HS11=,2E9.3,3X,4HS22=,2E9.3,3X,4HS21=,2E9.3,3X,4HS12=,2
*F9.3//)
D=S12*S21
A=CMPLX(1.,0.)
H=CMPLX(-2.,0.)
M=CMPLX(0.02,0.)
R=A+S22
C=A-S22
E=A+S11
F=A-S11
DEN=R+F-D
Y11=(B+F+D)/DEN
Y12=H+S12/DEN
Y21=H+S21/DEN
Y22=(E+C+D)/DEN
Y11=Y11*M
Y22=Y22*M
Y12=Y12*M
Y21=Y21*M
WRITE(6,12)
12 FORMAT(1X,13HPARAMETROS Y/)
WRITE(6,13)Y11,Y22,Y12,Y21
13 FORMAT(1X,4HY11=,2F10.4,3X,4HY22=,2F10.4,3X,4HY12=,2E10.4,3X,4HY21
*F10.4,/)
RETURN
END

```

PARAMETROS S MEDIDOS
 0.6000 0.3500 2.0000 0.1400 155.0000 -70.0000 44.0000 44.0000
 PARAMETROS S
 S11=-.544E+00 .254E+00 S22= .120E+00-.329E+00 S21= .144E+01 .139E+01 S12= . 01E+00 .973E-01
 PARAMETROS Y/
 Y11= 0.0574 -0.0032 Y22= 0.0053 0.0237 Y12=-.4923E-02-.7885E-02 21= -0.0703 -0.112
 PARAMETROS Y
 Y11= .574E-01-.317E-02 Y22= .531E-02 .237E-01 Y21=-.703E-01-.113E+00 Y12=-. 192E-02-.789E-02
 GANHO DE POTENCIA INICIAL(P00/PI0)= 7.6546
 FATOR DE LINHILL INICIAL(C)= 1.0716
 RESISTENCIA EM PARALELO NA SAIDA= 230.09520HMS
 GANHO DE POTENCIA FINAL(P00/PI0)= 5.3954
 FATOR DE LINHILL FINAL(C)= 0.7554
 GANHO MAXIMO DISPONIVEL GMAX= 6.5189 OU GMAX(DB)= 8.141746
 PARAMETROS H
 H11= .174E+02 .920E+00 H22= .200E-01 .494E-02 H21=-.111E+01-.202E+01 H12= . 779E-01 .142E+00
 ADMITANCIA OTIMA DE CARGA(MH0S)= .9325E-02 -.1402E-01
 ADMITANCIA OTIMA DA FONTE(MH0S)= .5630E-01 .6148E-01
 ADMITANCIAS NORMALIZADAS
 Y(CARGA)= .4603E+00 -.7009E+00 Y(FONTE)= .2815E+01 .3074E+01
 GANHO TRANSOUTIVO= 6.5189
 GANHO DE POTENCIA= 6.5189

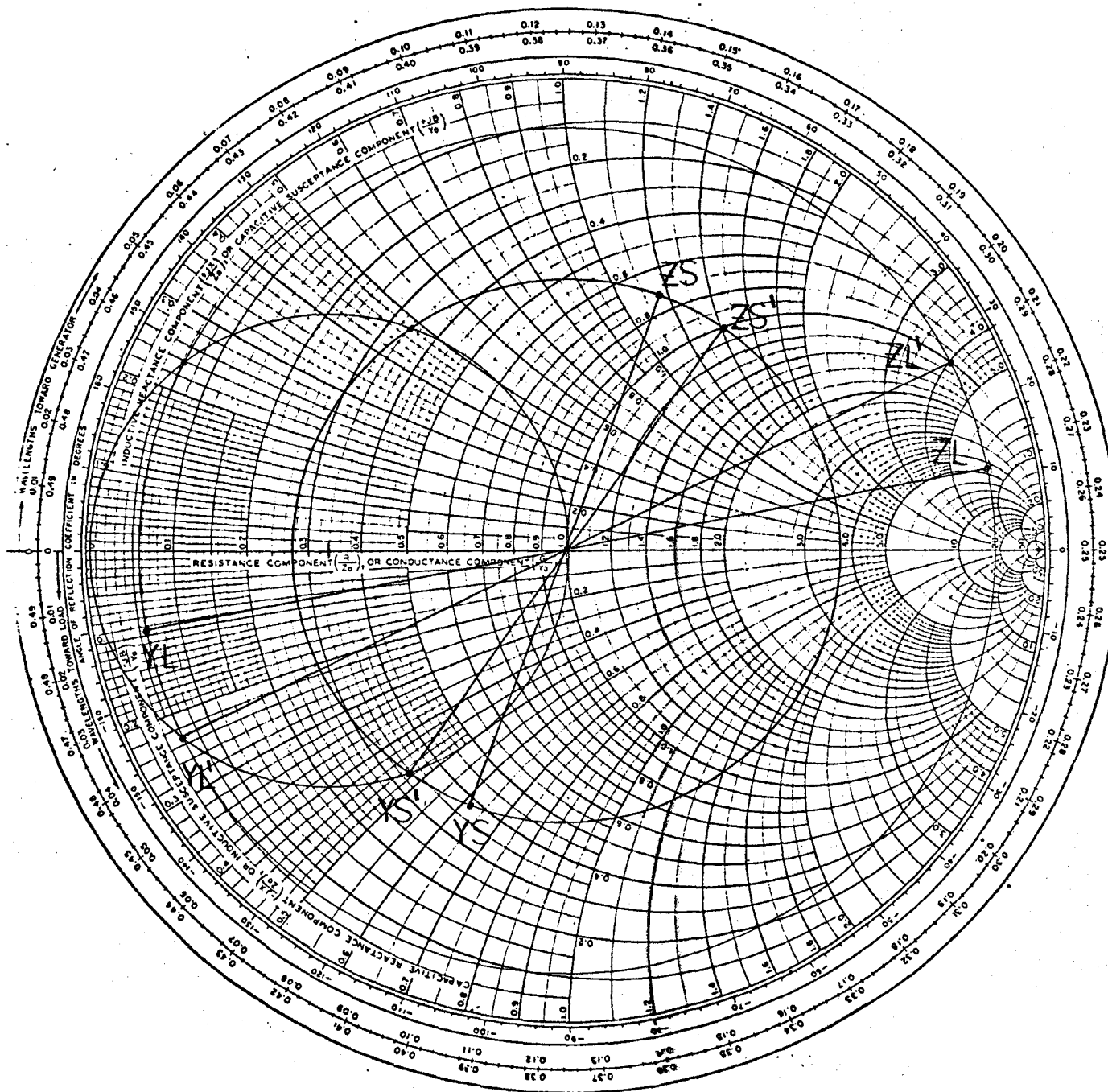
APÊNDICE B

CARTA DE SMITH DO CIRCUITO CASADOR DO 1º ESTÁGIO



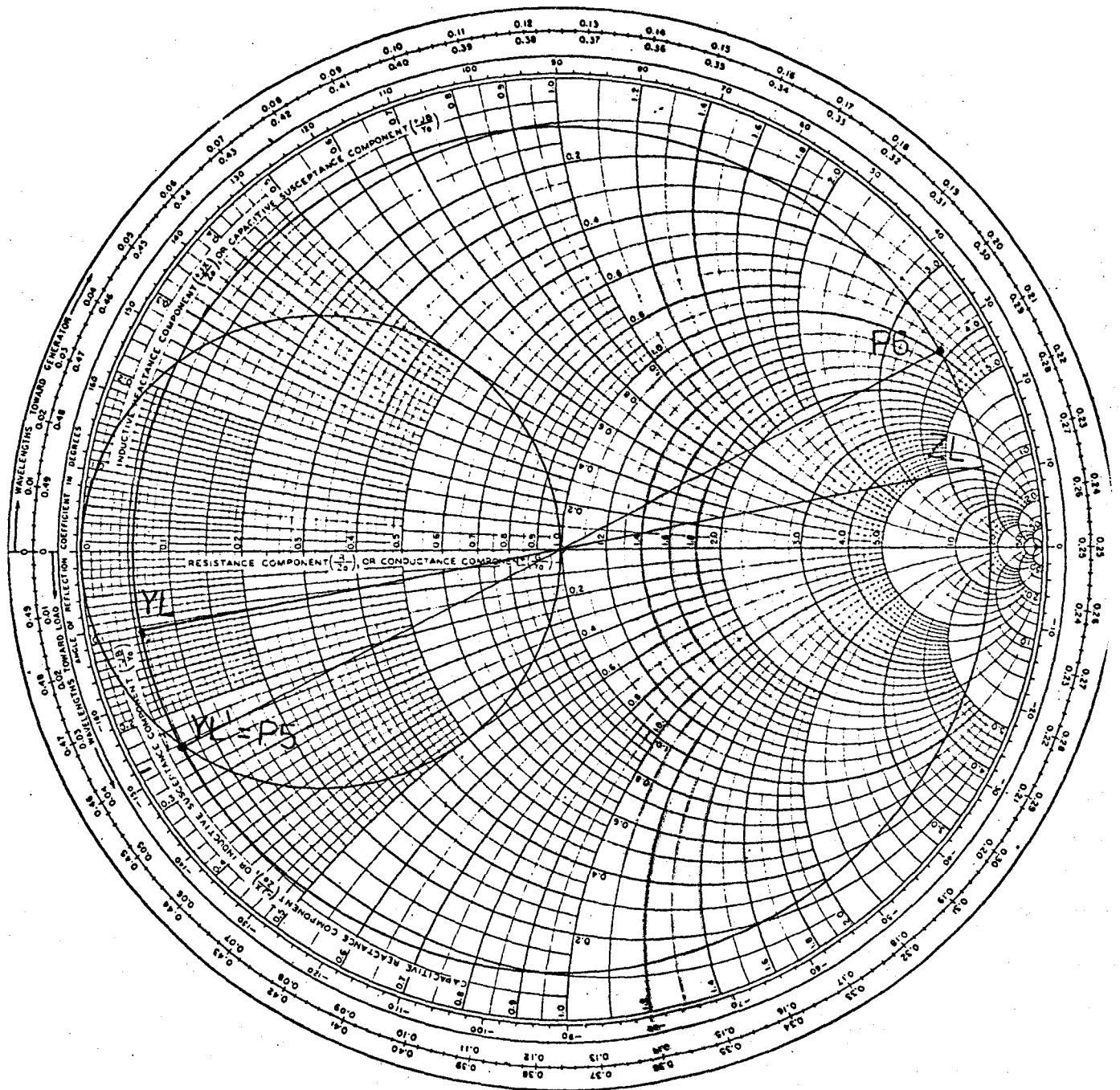
APÊNDICE C

CARTA DE SMITH DO CIRCUITO CASADOR DE INTERESTÁGIOS



APENDICE D

CARTA DE SMITH DO CIRCUITO CASADOR DO ESTÁGIO DE SAÍDA



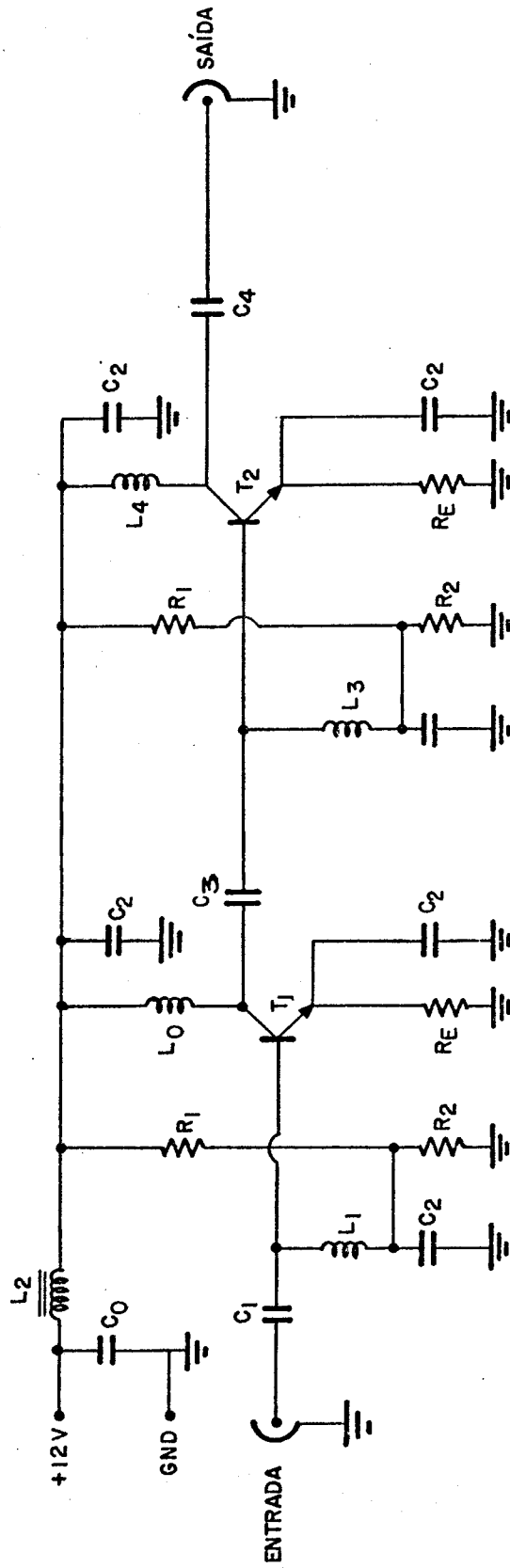
APÊNDICE E

TABELA DE COMPONENTES

ITEM	Nº PEÇA	Nº REF. ESQ.	DESCRIÇÃO
01	C0	2B	CAPACITOR PASSANTE 10KpF - 50V
02	C1	2B	CAPACITOR TRIMMER 4 A 40pF
03	C2	-	CAPACITOR DE DISCO 10KpF - 50V
04	C3	4B	CAPACITOR TRIMMER 4 A 40pF EM SÉRIE COM CAPACITOR DE DISCO 3pF
05	C4	6B	CAPACITOR TRIMMER 4 A 40pF EM SÉRIE COM CAPACITOR DE DISCO 5pF
06	L0	3B	BOBINA 110nH (F10 AWG 20/Ø=0,5cm/6 ESPIRAS)
07	L1	2B	BOBINA 30nH (F10 AWG 20/Ø=0,5cm/2 ESPIRAS)
08	L2	2A	CHOQUE DE RF - 2,2 µH
09	L3	3B	BOBINA 230nH (F10 AWG 20/Ø=0,5cm/9,5 ESPIRAS) ESMALTADA
10	L4	5B	BOBINA 95nH (F10 AWG 20/Ø=0,5cm/5 ESPIRAS)
11	R1	3B/5B	RESISTOR 43KΩ-1/8W
12	R2	3C/5C	RESISTOR 13KΩ-1/8W
13	RE	3C/5C	RESISTOR 1KΩ-1/8W
14	T1	3B	TRANSISTOR BF180
15	T2	5B	TRANSISTOR BF180
16	CN1,CN2	-	CONECTOR BNC - CAIXA
17	TA	-	TORRES PARA MONTAGEM AÉREA

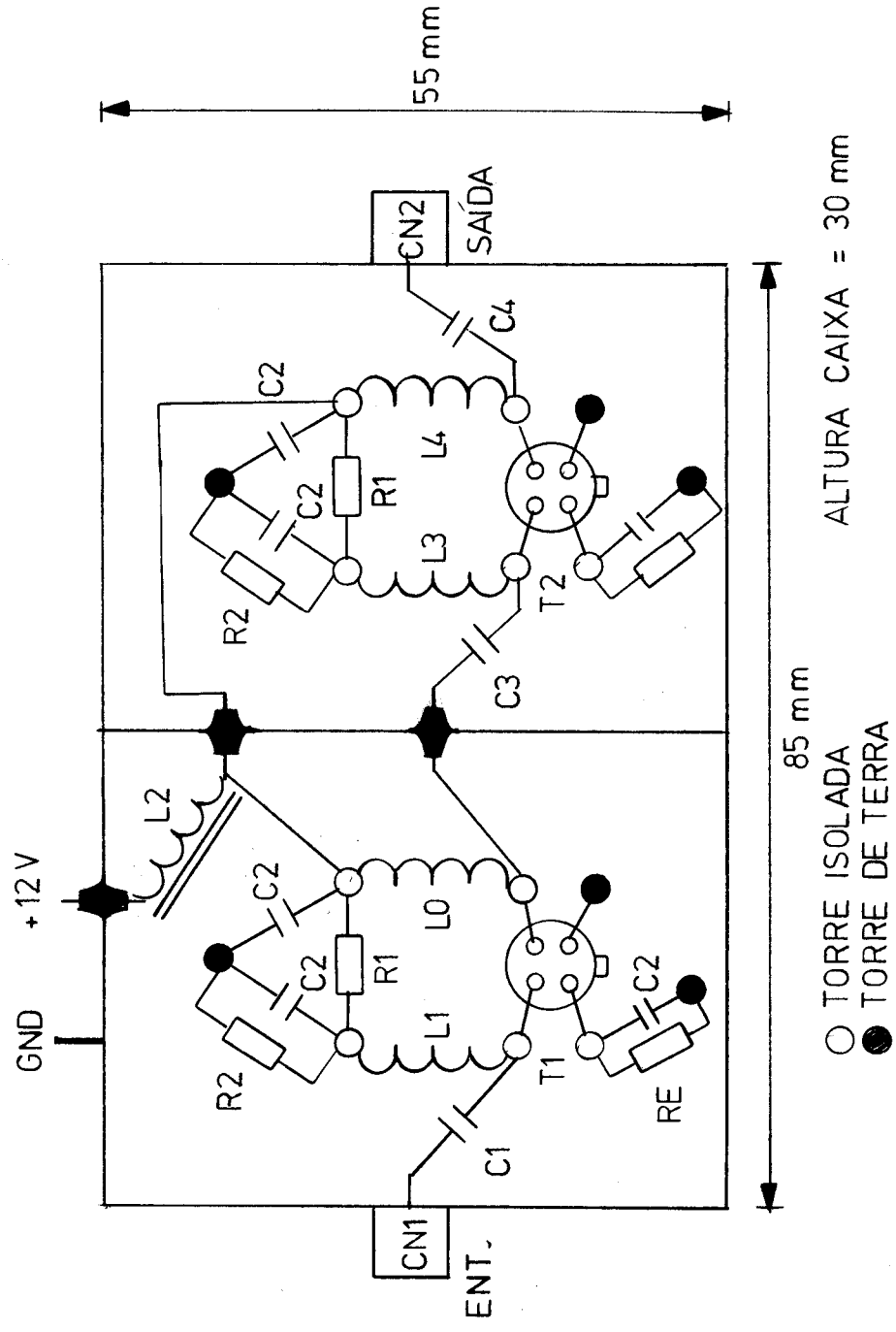
APÊNDICE F

ESQUEMA ELÉTRICO DO BOOSTER



APÊNDICE G

ASPECTOS MECÂNICOS DA MONTAGEM DO "BOOSTER"





MINISTÉRIO DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA
INSTITUTO DE PESQUISAS ESPACIAIS

PROPOSTA PARA
PUBLICAÇÃO

- ☐ DISSERTAÇÃO
☐ TESE
☒ RELATÓRIO
☐ OUTROS

TÍTULO

PRÉ-AMPLIFICADOR DE RF

CLASSIFICAÇÃO

AUTOR(ES)

Elisete Rinke

ORIENTADOR

CO-ORIENTADOR

DIVULGAÇÃO

☐ EXTERNA ☐ INTERNA ☒ RESTRITA

EVENTO/MEIO

☐ CONGRESSO ☐ REVISTA ☐ OUTROS

LIMITE

DEFESA

CURSO

ÓRGÃO

DAS

___/___/___

___/___/___

NOME DO REVISOR

Ricardo Varela Corrêa

NOME DO RESPONSÁVEL

Ricardo Varela Corrêa

REV. TÉCNICA

RECEBIDO

29/10/86

DEVOLVIDO

31/10/86

ASSINATURA

[Assinatura]

APROVADO

☒ SIM

☐ NÃO

DATA

31/10/86

ASSINATURA

[Assinatura]

APROVAÇÃO

REV. LINGUAGEM

Nº

445

PRIOR.

01

RECEBIDO

24/11/86

NOME DO REVISOR

[Assinatura]

PAG.

26/11/86

ASSINATURA

[Assinatura]

OS AUTORES DEVEM MENCIONAR NO VERSO INSTRUÇÕES ESPECÍFICAS, ANEXANDO NORMAS, SE HOUVER

RECEBIDO

03/11/86

DEVOLVIDO

10/11/86

NOME DA DATILÓGRAFA

[Assinatura]

DATILOGRAFIA

Nº DA PUBLICAÇÃO: 4093-RT/86

PAG.:

CÓPIAS:

Nº DISCO:

LOCAL:

AUTORIZO A PUBLICAÇÃO

☐ SIM

☐ NÃO

___/___/___

DIRETOR

OBSERVAÇÕES E NOTAS