

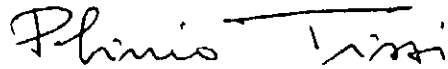
1. Publicação nº <i>INPE-2744-TDL/135</i>	2. Versão	3. Data <i>Maio, 1983</i>	5. Distribuição ☐ Interna ☒ Externa ☐ Restrita
4. Origem <i>DRH-DTL</i>	Programa <i>FRH/ECO</i>		
6. Palavras chaves - selecionadas pelo(s) autor(es) <i>MISTURADOR</i> <i>MICROONDAS</i> <i>FETS DE PORTA DUPLA</i>			
7. C.D.U.: <i>621.3.029.6</i>			
8. Título <i>MISTURADOR ATIVO COM FET DE PORTA DUPLA</i>		10. Páginas: <i>238</i>	
		11. Última página: <i>H.1</i>	
		12. Revisada por <i>Plinio Tissi</i> <i>Plinio Tissi</i>	
9. Autoria <i>Wilton José Fleming</i>		13. Autorizada por <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Nelson de Jesus Parada</i> <i>Diretor</i>	
Assinatura responsável			
14. Resumo/Notas <i>Apresentam-se a análise e o projeto de misturadores na faixa de microondas, usando FETs de porta dupla. Fizeram-se programas de computador para obter o modelo elétrico do FET e as terminações que otimizam o ganho de conversão, o casamento e a isolamento. Mostra-se também que resulta dos empíricos publicados na literatura especializada podem ser obtidos analiticamente com a teoria desenvolvida. Apresenta-se um exemplo prático na faixa "C", com frequência de FI igual a 30 MHz.</i>			
15. Observações <i>Dissertação de Mestrado em Eletrônica/Telecomunicações aprovada em 10 de setembro de 1982.</i>			

Aprovada pela Banca Examinadora
em cumprimento a requisito exigido
para a obtenção do Título de Mestre
em Eletrônica e Telecomunicações

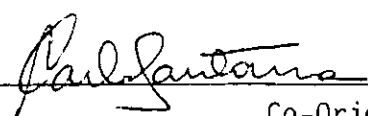
Dr. Áydano Barreto Carleial


Presidente

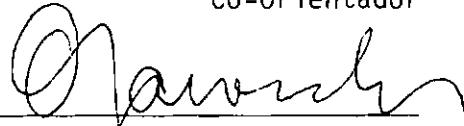
Dr. Plínio Tissi


Orientador

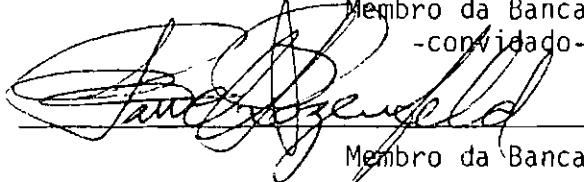
Dr. Carlos Eduardo Santana


Co-Orientador

Dr. Orlando Rocha Baiocchi


Membro da Banca
-convocado-

Dr. Pawel Rozenfeld


Membro da Banca

Candidato: Wilton José Fleming

São José dos Campos, 10 de setembro de 1982

ABSTRACT

The analysis and design of microwave mixers using dual gate FETs are presented. Computer programs were made in order to obtain the electrical model of the device and terminations which optimize the conversion gain, matching and isolation. It is shown that some empirical results published in the specialized literature may be obtained theoretically with the developed theory. A practical example in "C" band, using a 30 MHz IF is presented.

A meu irmão.

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, Dr. Plínio Tissi, a quem agradeço as valiosas contribuições para minha formação técnica, não só neste trabalho, mas durante toda minha atividade profissional no INPE.

A meu co-orientador, Dr. Carlos Eduardo Santana, por seu apoio.

Ao INPE, que forneceu os meios necessários para a conclusão deste trabalho.

A todo o pessoal do laboratório de microondas do INPE, por seu incentivo.

SUMÁRIO

	<u>Pág.</u>
LISTA DE FIGURAS	<i>xi</i>
LISTA DE TABELAS	<i>xiii</i>
LISTA DE SÍMBOLOS	<i>xv</i>
<u>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</u>	1
<u>CAPÍTULO 2 - DESCRIÇÃO DO FET DE PORTA DUPLA (DGFET)</u>	5
<u>CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DO MISTURADOR</u>	9
<u>CAPÍTULO 4 - ANÁLISE DO MISTURADOR</u>	13
<u>CAPÍTULO 5 - ESTRUTURA DO PROGRAMA PARA CÁLCULO E OTIMIZAÇÃO DO</u> <u>MISTURADOR</u>	21
<u>CAPÍTULO 6 - PROJETO E RESULTADOS</u>	25
<u>CAPÍTULO 7 - CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS</u>	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
APÊNDICE A - MODELAMENTO DO DGFET EM FREQUÊNCIAS DE MICROONDAS	
APÊNDICE B - MATRIZ "Z" DO DGFET EM CHIP	
APÊNDICE C - MATRIZ "Y" DO ENCAPSULAMENTO	
APÊNDICE D - MATRIZ "ZT" COM INTERLIGAÇÃO ENTRE OS GERADORES	
APÊNDICE E - DETERMINAÇÃO DA MATRIZ "ZM" DO DGFET	
APÊNDICE F - DETERMINAÇÃO ALGÉBRICA DA MATRIZ "ZM"	
APÊNDICE G - CARACTERÍSTICAS DO DGFET DUGAT 10/000	
APÊNDICE H - BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR	

LISTA DE FIGURAS

	<u>Pág.</u>
2.1 - Seção reta de um DGFET	5
2.2 - Circuito equivalente do DGFET	6
2.3 - Modelo elétrico do DGFET na configuração "fonte comum" ...	7
3.1 - Diagrama em blocos do misturador	9
3.2 - Características de transferência dos DGFETs atuais	10
3.3 - Modelo do DGFET excitado pelo oscilador local	11
4.1 - Esquema do misturador DGFET, incluindo W_1 , W_2 , W_3	14
4.2 - Nova configuração para o misturador	16
5.1 - Esquematização das impedâncias que maximizam o misturador	22
6.1 - Impedâncias terminais para os circuitos de casamento, na frequência de 3,95 GHz	26
6.2 - Configuração dos circuitos de casamento	27
6.3 - Resultados dos programas ANÁLISE e NMFET	32
6.4 - Circuito de teste do misturador	35
6.5 - Máscara do circuito impresso do misturador	35
6.6 - Teste de sensibilidade dos circuitos de casamento	37
6.7 - Instrumentação para o teste de misturador	38
6.8 - Ganho de conversão e VSWR nos acessos do misturador	39
6.9 - Isolação entre os acessos de OL e RF do misturador	40
6.10 - Ganho de RF e perda de retorno no acesso 1	42
A.1 - Circuito equivalente do DGFET	A.1
A.2 - Montagem fonte comum do DGFET	A.1
A.3 - Modelo elétrico do DGFET na configuração "fonte comum" ..	A.2
A.4 - Disposição física dos elementos do circuito equivalente .	A.3
A.5 - Modelo completo do DGFET	A.4
A.6 - Modelo do DGFET DUGAT 10/000 em "chip"	A.6
A.7 - Modelamento do DGFET DUGAT 10/000 emcapsulado	A.7
B.1 - Modelamento do DGFET "chip"	B.1
C.1 - Circuito do encapsulamento do DGFET	C.1
D.1 - Estrutura do misturador com geradores acoplados	D.1
D.2 - Configuração para o gerador acoplado	D.2
D.3 - Circuito equivalente das terminações nas frequências de interesse	D.3

	<u>Pág.</u>
E.1 - Esquema para o cálculo da matriz "Zm"	E.2
F.1 - Esquema para o cálculo de Z_{13}	F.2
F.2 - Cálculo de Z_{13}	F.2
F.3 - Cálculo de Z_{16}	F.5
F.4 - Cálculo de Z_{43}	F.11
F.5 - Cálculo de Z_{46}	F.13

LISTA DE TABELAS

	<u>Pág.</u>
6.1 - Valores das LT dos circuitos de casamento	28
6.2 - Resultados do programa ANÁLISE	29
6.3 - Resultados do programa NMFET	31
6.4 - Comparação da matriz S' generalizada na frequência 3,9 GHz	34
B.1 - Matriz "Z" do DGFET "chip"	B.3
C.1 - Matriz "Y" do encapsulamento	C.1
D.1 - Termos que comporão a matriz "ZT" do misturador	D.5
E.1 - Matriz "Z _m " do DGFET no misturador	E.5

LISTA DE SÍMBOLOS

- V_{gs_1} - Tensão de porta 1 para fonte
- V_{gs_2} - Tensão de porta 2 para fonte
- $R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_{R_2}, R_{R_3}, R_{S_1}$ - Resistores que compõem o modelo elétrico do FET de porta dupla
- $C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, C_{R_2}, C_{R_3}, C_{g_1}, C_{g_2}$ - Capacitores que compõem o modelo elétrico de FET de porta dupla
- $L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7$ - Indutores que compõem o modelo elétrico do FET de porta dupla
- g_{m_1} - Transcondutância completa de dreno em relação à porta 1 do FET
- $g_{m_{01}}$ - Módulo de g_{m_1} .
- g_{m_2} - Transcondutância completa de dreno em relação à porta 2 do FET
- $g_{m_{02}}$ - Módulo de g_{m_2}
- g_1 - Transcondutância criada pelo oscilador local
- τ_1 - Atraso de operação, referente à g_{m_1}
- τ_2 - Atraso de operação, referente à g_{m_2}
- I_{DS} - Corrente de dreno do FET
- μ_1 - Gerador de tensão equivalente à g_{m_1}
- μ_2 - Gerador de tensão equivalente à g_{m_2}
- V_k - Tensão eficaz nos acessos do misturador
- I_k - Corrente eficaz nos acessos do misturador
- $[Z_m]$ - Matriz "Z" do FET de porta dupla
- $[Z_t]$ - Matriz dos geradores
- $[S]$ - Matriz S do FET, referenciada à 50 Ohms
- $[S']$ - Matriz S generalizada
- $[A]$ - Matriz diagonal composta pelos coeficientes de reflexão das terminações nos acessos

- [I] - Matriz unitária diagonal
- r_i - Coeficiente de reflexão das impedâncias terminais em relação à 50 Ohms
- Z_{Ti} - Impedância da primeira linha do circuito de casamento, no acesso i
- Z_{Gi} - Impedância da segunda linha do circuito de casamento, no acesso i
- AL_{Ti} - Comprimento elétrico da primeira linha do circuito de casamento no acesso i
- AL_{Gi} - Comprimento elétrico da segunda linha do circuito de casamento no acesso i

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

O transistor de efeito de campo em arsenieto de galio com barreira Schottky (GaAs MESFET) é a nova geração de transistores de baixo ruído. Além da alta mobilidade dos elétrons, o MESFET possui menores tempos de trânsito que os transistores de silício. O ganho e o desempenho de ruído do MESFET com porta única têm sido extensivamente caracterizados na literatura especializada.

Outro membro da família MESFET, que está agora sendo objeto de atenção, é o dispositivo com porta dupla. Esse transistor, do mesmo modo que sua versão com porta única, apresenta ótimo desempenho de ganho baixo ruído, estabilidade e capacidade de modulação. Muitas características dos MESFETs de porta dupla são análogas às daquelas dos MOSFETs de porta dupla usados em receptores de UHF. Em adição, o dispositivo em arsenieto de galio responde a frequências muito maiores, o que permite que se disponha desse dispositivo em toda a faixa de microondas. Uma de suas aplicações mais populares é a construção de amplificadores de ganho controlado em alta frequência. O controle é obtido pela variação da tensão de polarização da segunda porta do MESFET.

Outras aplicações potenciais do MESFET incluem circuitos de modulação de amplitude por pulsos (PAM) e moduladores de fase por chaveamento (FSK).

O uso do FET (Transistor de Efeito de Campo) de porta dupla (Dual Gate FET-DGFET) como misturador de frequências na faixa de microondas tem sido explorado desde o aparecimento desse dispositivo. Entre as suas vantagens, em relação aos misturadores convencionais que usam diodos, pode-se citar o ganho de conversão e a ausência de acopladores híbridos para isolar a porta de sinal (RF) da porta do Oscilador Local (OL).

Uma descrição suficientemente precisa do dispositivo é essencial para a realização do projeto do misturador. Consequentemente, a primeira parte deste estudo visa a obtenção de um modelo do DGFET a partir de seus parâmetros S. O conhecimento da estrutura interna intrínseca ao dispositivo permitirá, então, que se calculem adequadamente as impedâncias terminais para o desempenho ótimo do circuito misturador.

Dispõe-se de trabalhos que descrevem misturadores com FETs de porta única e utilizam, para projeto, a matriz Z do modelo elétrico. Nesse caso, para conseguir o efeito de misturação e gerar o sinal de Frequência Intermediária (FI), a transcondutância do FET é modulada pelo sinal do OL. O desenvolvimento da transcondutância em série de Fourier permite então a análise das componentes responsáveis pelo aparecimento do sinal de FI e a determinação do ganho transdutivo de conversão (Pucel et alii, 1976). Em alguns casos, a variação da transcondutância é obtida polarizando-se o dispositivo perto da região de "Pinch off" (corte) e fazendo com que a tensão do OL varie o ponto de operação dentro da região de transcondutância constante (modo chaveado). Os processos acima descritos têm como desvantagem: necessidade de osciladores locais com altas potências de saídas e sistemas de desacoplamento complicados na entrada da porta única para isolar o sinal de RF do OL. O dispositivo de porta dupla, objeto deste trabalho, oferece um meio de produzir a modulação da transcondutância na região linear de operação do DGFET, sem necessidade de recorrer ao modo chaveado. Assim, consegue-se bom desempenho com baixas potências de OL.

Os trabalhos publicados sobre este tipo de misturador, até o momento, constam de resultados práticos obtidos empiricamente em laboratório. Portanto, far-se-á, no presente estudo, uma análise teórica rigorosa do circuito. A determinação das impedâncias, que fornecem o máximo ganho de conversão e as condições de casamento nos acessos do misturador, será feita por processos numéricos usando-se o computador. Isso é necessário devido à complexidade das equações de circuito, que tornam impossível resultados explícitos algebricamente.

Nenhuma simplificação será feita nos modelos de circuito, de modo que a análise não seja limitada em frequência.

O Capítulo 2, a seguir, apresenta uma descrição do DGFET, introduzindo o modelo elétrico usado nas frequências de microondas. O DGFET a ser utilizado neste trabalho é o DUGAT 10/000 da Plessey, cujas características são apresentadas no Apêndice G. Como será visto no decorrer do trabalho, o conhecimento do modelo elétrico do dispositivo é de importância primordial no cálculo do misturador. Para isso, desenvolveu-se um programa de computador para o modelamento do DGFET. Este programa, bastante trabalhoso, está descrito no Apêndice A.

O Capítulo 3 descreve, em termos gerais, o processo de misturação.

O Capítulo 4 apresenta a análise rigorosa das equações de circuito que levam ao cálculo do ganho de conversão do misturador. Esse capítulo é complementado pelos Apêndices D e E, que apresentam em detalhes a dedução das matrizes impedâncias (9×9) envolvidas no cálculo do ganho de conversão.

O Capítulo 5 descreve o roteiro dos programas que serão utilizados no processo de casamento e ganho de conversão do misturador.

O Capítulo 6 apresenta um exemplo de cálculo na faixa C, com FI de 30 Mhz. Apresentam-se todos os resultados teóricos obtidos no computador, bem como os resultados práticos obtidos por medidas de laboratório. Faz-se ainda uma comparação entre as grandezas calculadas pelos parâmetros S de manual e as calculadas pelo modelo elétrico do DGFET. Mostra-se também, neste capítulo, que resultados empíricos, relatados na literatura, podem ser obtidos teoricamente pela análise no computador.

O Capítulo 7 apresenta as conclusões e os comentários.

CAPÍTULO 2

DESCRIÇÃO DO FET DE PORTA DUPLA (DGFET)

A seção reta, em corte, de um DGFET é mostrada na Figura 2.1. Um par de contatos ôhmicos, fonte ("source") e dreno ("drain"), são depositados em uma camada fina de arsenieto de gálio (GaAs), do tipo "n" (epitaxial), sobre um substrato semi-isolado. A primeira e segunda porta (gates) são formadas entre os contatos ôhmicos.

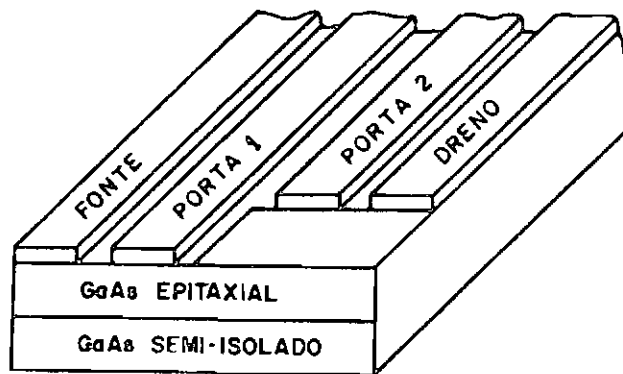


Fig. 2.1 - Seção reta de um DGFET.

Para a análise do DGFET costuma-se dividir este dispositivo em duas unidades que representam FETs simples (Figura 2.2).

Um circuito elétrico equivalente pode, então, ser construído a partir do modelo apresentado na Figura 2.2, utilizando-se o circuito de FETs de porta única, largamente encontrado na literatura técnica disponível (Pucel, 1976; Vendelin and Omori, 1975; Asai et alii, 1975).

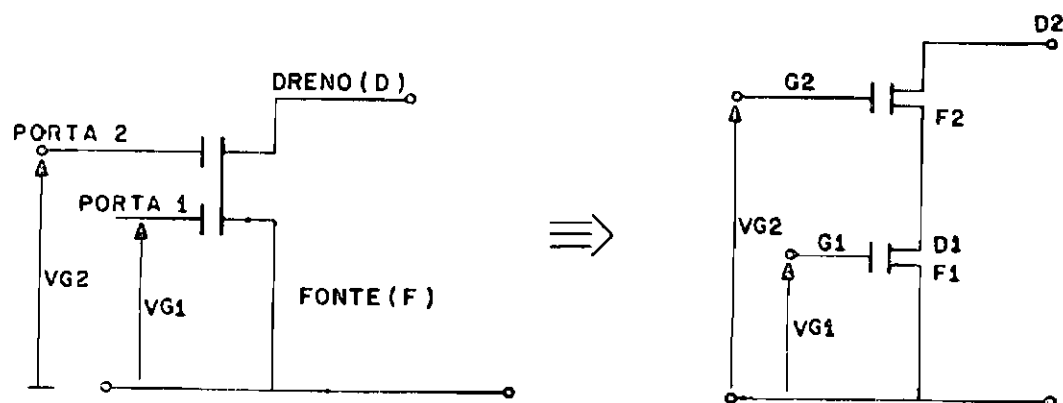


Fig. 2.2 - Circuito equivalente do DGFET.

A Figura 2.3 apresenta, então, o circuito elétrico total para um DGFET na configuração "fonte comum", e no Apêndice A descreve-se detalhadamente, o modelo. A parte do circuito delimitada pela linha tracejada representa o DGFET em "chip", os outros componentes aparecem devido ao encapsulamento e fiação. O circuito da Figura 2.3 é válido até a faixa "X" (Vendelin and Omori, 1975; Asai et alii, 1975; Furutsuka et alii, 1978).

Desenvolveu-se um programa de computador para calcular os elementos do circuito equivalente do DGFET a partir de seus parâmetros "S" medidos. Os resultados obtidos são apresentados no Apêndice A, para o DGFET DUGAT 10/000 da Plessey. Esse dispositivo será usado no projeto do misturador e suas características técnicas, fornecidas pelo próprio fabricante, estão listadas no Apêndice G.

Notou-se durante a execução do programa que os parâmetros "S" do "chip" (ver Apêndice G) de modo algum representam o modelo apresentado dentro da linha tracejada da Figura 2.3. Os resultados só se tornaram satisfatórios quando o modelo completo foi usado. Explica-se esse fato levando em conta que os parâmetros "S", para o "chip", incluem também os efeitos parasíticos da montagem usada nas medidas.

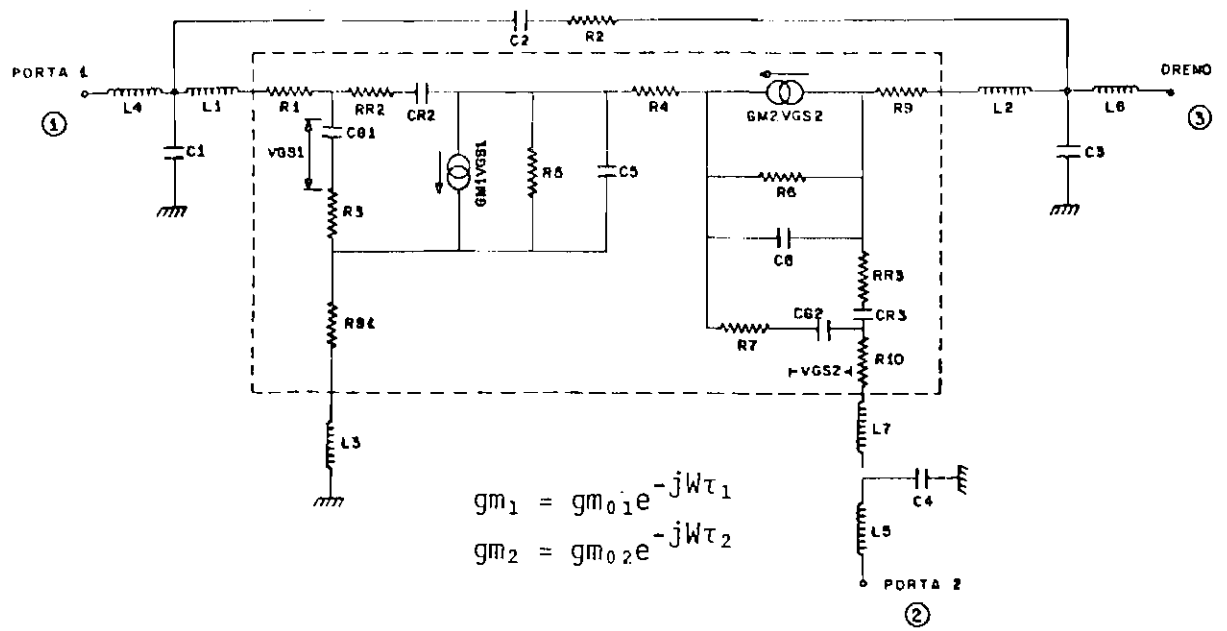


Fig. 2.3 - Modelo eletrônico do DGFET na configuração "fonte comum".

CAPÍTULO 3

DESCRIÇÃO DO MISTURADOR

A Figura 3.1 apresenta o diagrama em blocos do misturador que usa DGFET.

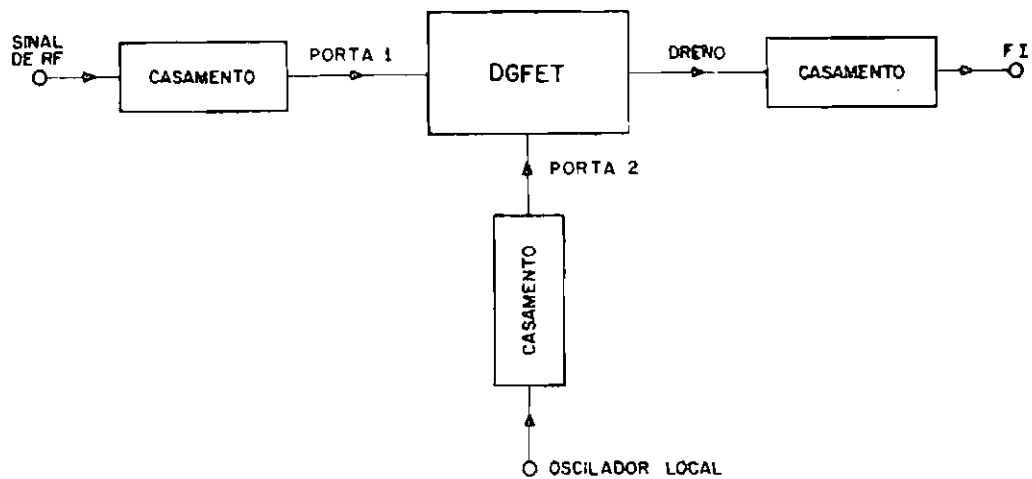


Fig. 3.1 - Diagrama em blocos do misturador.

O oscilador local é introduzido na porta 2, onde produzirá a variação da transcondutância. O sinal de RF é introduzido na porta 1 e o produto do batimento, o sinal de FI, é retirado através do circuito de dreno. Os circuitos de casamento nas portas 1 e 2 e no dreno são fatores críticos para o desempenho do misturador, sendo responsáveis pela otimização do ganho de conversão.

A Figura 3.2 apresenta as características de transferência típica dos DGFETs atuais. Note-se a linearidade das curvas com as tensões das portas 1 e 2.

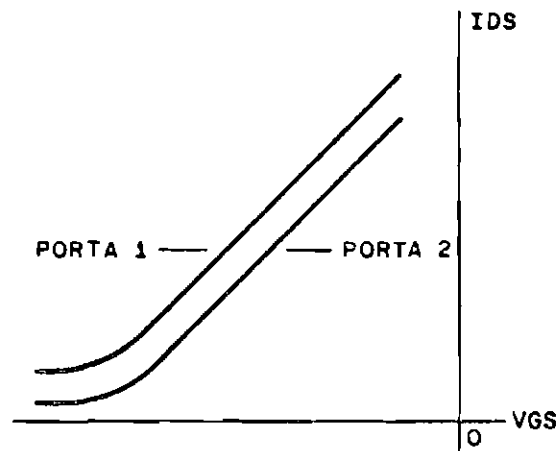


Fig. 3.2 - Características de transferência dos DGFETs atuais.

Com base nas características lineares apresentadas e considerando que o sinal do oscilador local é senoidal, conclui-se que por efeito da porta 2 a corrente de dreno apresenta um comportamento senoidal. Nessas condições, pode-se definir para a porta 1 uma transcondutância equivalente, representada por (Cripps et alii, 1977):

$$g_{m01}' = g_{m01} + g_1 \cos(W_0 t), \quad (3.1)$$

onde:

- W_0 - frequência do oscilador local,
- g_{m01} - transcondutância apresentada no modelo da Figura 2.3,
- g_1 - parâmetro com dimensão de transcondutância que será determinado pelo oscilador local.

Com essas considerações, pode-se modificar o modelo do DGFET da Figura 2.3, levando em conta o efeito do oscilador local. A Figura 3.3 apresenta o circuito modificado. Nota-se a partir da Figura 3.3 e da Expressão 3.1 que o efeito do OL é produzir o aparecimento de outro gerador de corrente em paralelo com $g_{m1}V_{gs1}$. Nesse gerador, denominado $g_{m3}V_{gs1}$, g_{m3} é dado por:

$$g_{m3} = g_1 \cos(\omega_0 t) e^{-j\omega\tau_1} \quad (3.2)$$

A Expressão 3.2 foi escrita por analogia com g_{m1} e g_{m2} do modelo do DGFET.

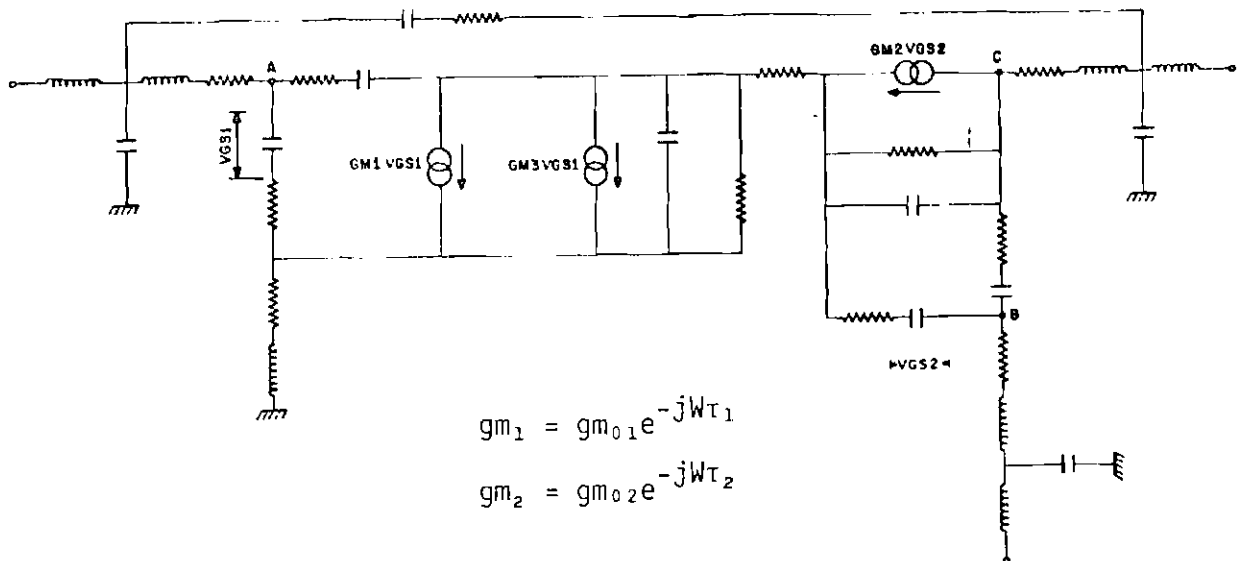


Fig. 3.3 - Modelo do DGFET excitado pelo oscilador local.

Considerando, agora, que na porta 1 introduz-se um sinal senoidal de amplitude A e frequência angular ω_i , dado por:

$$e(t) = A \cos(\omega_i t), \quad (3.3)$$

a corrente no dreno terá as seguintes componentes:

$$i_d = (g_{m1} + g_{m3})V_{gs1} + g_{m2}V_{gs2}, \quad (3.4)$$

onde:

$$V_{gs1} = A' \cos(\omega_i t), \quad (3.5)$$

$$V_{gs2} = B' \cos(\omega_0 t). \quad (3.6)$$

A' e B' são constantes determinadas a partir do circuito equivalente; portanto:

$$i_d = g_{m1}A'\cos(Wit) + g_{m2}B'\cos(Wot) + A'g_1\cos(Wot)\cos(Wit)e^{-jW\tau_1}. \quad (3.7)$$

O terceiro termo da Expressão 3.7 pode ser expandido, produzindo

$$\frac{A'g_1}{2} e^{-jW\tau_1} [\cos(Wo + Wi)t + \cos(Wo - Wi)t]. \quad (3.8)$$

O segundo termo da Expressão 3.8 é responsável pelo aparecimento da FI(Wo - Wi) na corrente de dreno. Retirando esse sinal através de fil tros, obtêm-se então a mistura dos sinais. Observe-se que o processo de geração da FI ocorreu de modo linear, sem a produção de harmônicas do OL, como no caso de misturadores que operam no modo chaveado. A análi se matemática para o projeto do misturador será desenvolvida no capítu lo seguinte.

CAPÍTULO 4

ANÁLISE DO MISTURADOR

Uma análise do misturador deve levar em conta todas as componentes de sinal que aparecem nas portas 1 e 2, e no dreno. Faz-se aqui a análise de um circuito em que a frequência intermediária (FI), W_3 , é menor que a frequência do sinal de RF (W_1). Ou seja:

$$W_3 = W_0 - W_1 \quad (4.1)$$

A frequência imagem, por conseguinte, é dada por:

$$W_2 = W_1 + 2W_3 \quad (4.2)$$

As frequências W_1 , W_2 , W_3 serão as únicas componentes do espectro levadas em conta na análise do misturador. Mostrar-se-á no decorrer da presente análise que o processo aqui descrito pode perfeitamente incluir a frequência soma ($W_0 + W_1$).

Sejam V_1, V_2, V_3 e I_1, I_2, I_3 as amplitudes das tensões e correntes complexas dos sinais de RF, imagem e OL, respectivamente, na porta 1; V_4, V_5, V_6 e I_4, I_5, I_6 as amplitudes correspondentes às mesmas componentes da porta 2; e $V_7, V_8, V_9, I_7, I_8, I_9$ correspondentes ao dreno. Suponha-se ainda que o sinal da frequência W_1 é produzido por uma fonte E_1 , de impedância interna Z_1 , e todas as outras componentes, incluindo a FI, são terminadas em impedâncias complexas. Sendo assim, as condições de contorno para as tensões e correntes nas portas 1 e 2 e no dreno serão relacionadas com:

$$V_k = E_k - I_k Z_k \quad (k = 1, 2, \dots, 9) \quad (4.3)$$

onde:

$$\underline{E} = \underline{V} + [Zt] \underline{I}, \quad (4.5)$$

$$= [Zm] \underline{I} + [Zt] \underline{I} \quad (4.6)$$

onde:

$$\underline{E} = (E_1^*, 0, \dots, 0)^t \quad (4.7)$$

$$\underline{V} = (V_1^*, V_2, V_3, V_4^*, V_5, V_6, V_7^*, V_8, V_9)^t, \quad (4.8)$$

$$\underline{I} = (I_1^*, I_2, I_3, I_4^*, I_5, I_6, I_7^*, I_8, I_9)^t, \quad (4.9)$$

e $[Zm]$ e $[Zt]$ são, respectivamente, as matrizes que representam o DGFET e suas terminações. Nesse caso, $[Zt]$ é dada por:

$$[Zt] = \text{DIAG } [Z_1^*, Z_2, Z_3, Z_4^*, Z_5, Z_6, Z_7^*, Z_8, Z_9]. \quad (4.10)$$

Utilizando o modelo do DGFET da Figura 2.3 para o cálculo de $[Zm]$, a forma algébrica das expressões torna-se extremamente complicada. Faz-se então uma ligeira modificação do diagrama do misturador, incluindo os componentes do modelo que estão externos à linha tracejada, como pertencentes às impedâncias internas dos geradores do vetor $\underline{E}$. Evidentemente, nesses casos, os filtros F_k serão transferidos para os pontos A, B, C da Figura 3.3. A Figura 4.2 mostra a nova configuração para o misturador. Desse modo, pode-se calcular a nova matriz $[Zt]$ das terminações. Note-se que agora as impedâncias 1 e 7, 2 e 8, 3 e 9 estão acopladas. A dedução da matriz é apresentada no Apêndice D. A matriz $[Zm]$ do DGFET será calculada pelo modelo em "chip". Considerando que a excitação nas frequências W_1 e W_2 gera W_3 , a excitação na frequência W_3 gera W_1 e W_2 e, ainda, que a excitação na frequência W_1 não gera W_2 e vice-versa, obtêm-se a matriz $[Zm]$ (ver Apêndice E).

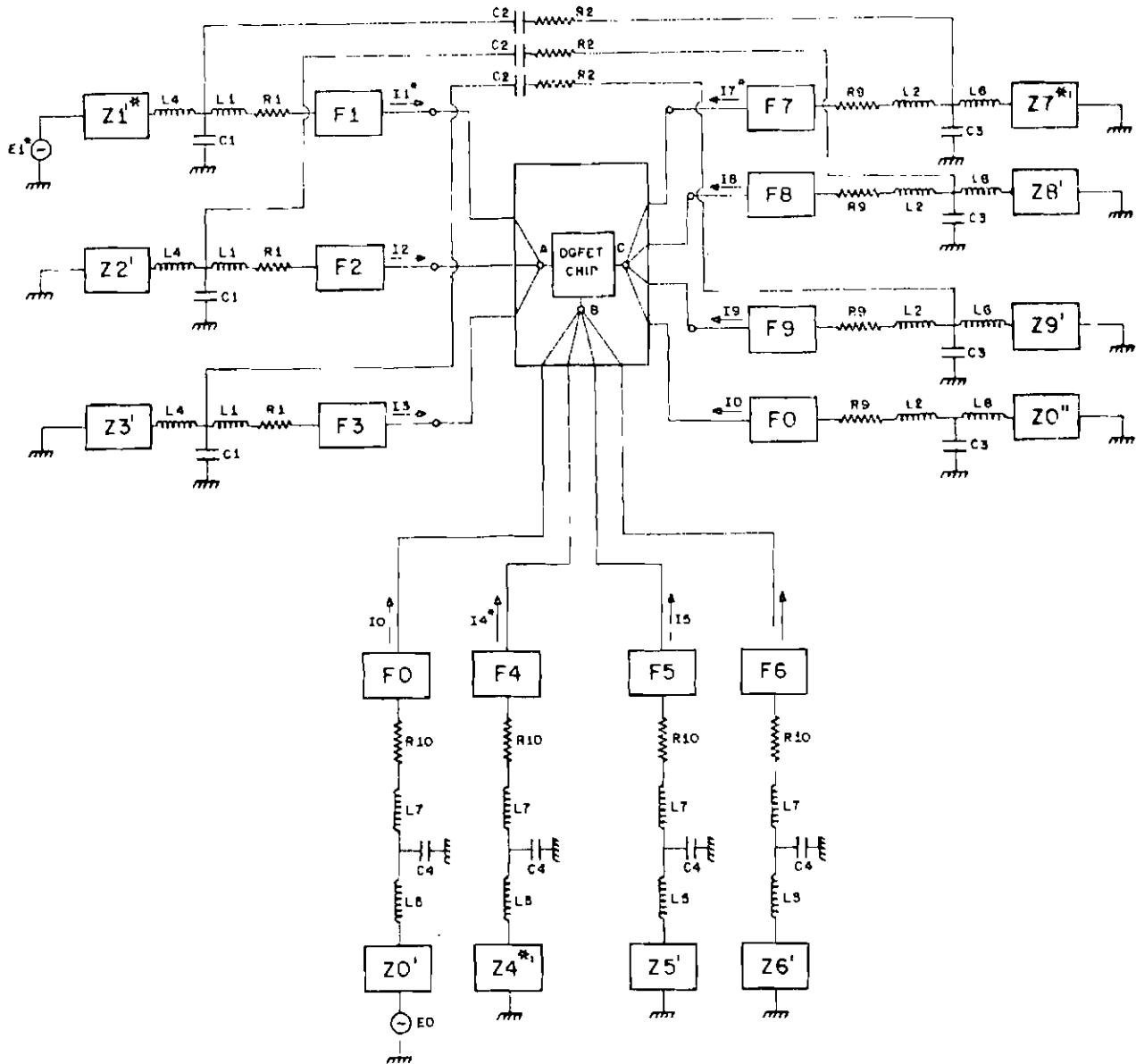


Fig. 4.2 - Nova configuração para o misturador.

O ganho de conversão disponível entre a entrada de RF (acesso 1) e a saída de FI (acesso 9) pode ser expresso por:

$$G_{AV} = \frac{|I_{9'}|^2 \operatorname{Re}(Z_9)}{|E_T^*|^2 / 4 \operatorname{Re}(Z_T^*)}, \quad (4.11)$$

onde I_9' representa a parte da corrente de I_9 que atinge a terminação Z_9 . Portanto:

$$I_9' = kI_9, \quad (4.12)$$

onde k é uma constante a ser determinada. Os termos E_T e Z_T representam o gerador equivalente de Thevenin, que é apresentado ao DGFET na frequência de sinal ω_1 . Com as considerações acima tem-se:

$$G_{AV} = 4R_T R_L k^2 \frac{|I_9|^2}{|E_T|^2}, \quad (4.13)$$

onde as impedâncias de carga e fonte são definidas por:

$$Z_T = R_T + jX_T, \quad (4.14)$$

$$Z_9 = R_L + jX_L. \quad (4.15)$$

A razão I_9/E_T é obtida a partir da solução da Equação 4.6, utilizando $[Z_t]$ e $[Z_m]$.

A expressão para G_{AV} é uma função complicada das terminações em cada acesso. Para uma matriz 9×9 , como a que se tem aqui, é praticamente impossível a análise algébrica teórica. O processo de análise será, portanto, numérico, e cabe ao computador o trabalho de achar as terminações que maximizam o ganho de conversão e garantem o casamento de impedância adequado nos acessos do misturador. O procedimento para a análise numérica será descrita no próximo capítulo.

O formato algébrico das matrizes " Z_t " e " Z_m ", que deverão ser analisadas no computador, é apresentado a seguir:

$$[Z_t] = \begin{bmatrix} Z_{11}^* & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{17}^* & 0 & 0 \\ 0 & Z_{22} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{28} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{33} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{39} \\ 0 & 0 & 0 & Z_{44} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{55} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{66} & 0 & 0 & 0 \\ Z_{71}^* & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{77}^* & 0 & 0 \\ 0 & Z_{82} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{88} & 0 \\ 0 & 0 & Z_{93} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & Z_{99} \end{bmatrix}$$

$$[Z_m] = \begin{bmatrix} Z_{11}^* & 0 & Z_{13}^* & Z_{14}^* & 0 & Z_{16}^* & Z_{17}^* & 0 & Z_{19}^* \\ 0 & Z_{22} & Z_{23} & 0 & Z_{25} & Z_{26} & 0 & Z_{28} & Z_{29} \\ Z_{31}^* & Z_{32} & Z_{33} & Z_{34}^* & Z_{35} & Z_{36} & Z_{37}^* & Z_{38} & Z_{39} \\ Z_{41}^* & 0 & Z_{43}^* & Z_{44}^* & 0 & Z_{46}^* & Z_{47}^* & Z_{48} & Z_{49} \\ 0 & Z_{52} & Z_{53} & 0 & Z_{55} & Z_{56} & 0 & Z_{58} & Z_{59} \\ Z_{61}^* & Z_{62} & Z_{63} & Z_{64}^* & Z_{65} & Z_{66} & Z_{67}^* & Z_{68} & Z_{69} \\ Z_{71}^* & 0 & Z_{73}^* & Z_{74}^* & 0 & Z_{76}^* & Z_{77}^* & 0 & Z_{79}^* \\ 0 & Z_{82} & Z_{83} & 0 & Z_{85} & Z_{86} & 0 & Z_{88} & Z_{89} \\ Z_{91}^* & Z_{92} & Z_{93} & Z_{94} & Z_{95} & Z_{96} & Z_{97}^* & Z_{98} & Z_{99} \end{bmatrix}$$

Os termos de "Zt" estão definidos no Apêndice D, os de "Zm" definidos no Apêndice E. Os termos que envolvem o sinal de RF (W_1) aparecem na forma conjugada devido à utilização da frequência do OL, superior à frequência de RF. Faz-se isto para manter coerente a notação fasorial quando ocorre o produto das tensões instantâneas de RF (W_1) e OL (W_0), que produzem a FI (W_3). Quando o OL for inferior ao sinal de RF, os termos serão usados sem o conjugado.

Para o cálculo do ganho de conversão em relação ao gerador E_1 , usa-se a expressão:

$$G_{T0} = \frac{|kI_3|^2 R_L}{|E_1|^2 / 4 \operatorname{Re}(Z_1)} =$$
$$= G_{AV} \frac{\operatorname{Re}(Z_{g1}(1))}{\operatorname{Re}(Z_{11}(1))} \frac{|Z_{11}(1) - Z_{M1}(1)|^2}{|Z_{g1}(1)|^2},$$

onde G_{AV} é definido pela Expressão 4.11. Os termos $Z_{11}(1)$, $Z_{M1}(1)$ e $Z_{g1}(1)$ são definidos no Apêndice D.

CAPÍTULO 5

ESTRUTURA DO PROGRAMA PARA CÁLCULO E OTIMIZAÇÃO DO MISTURADOR

A escolha adequada das impedâncias terminais é de grande importância no desempenho do misturador, como já foi salientado, de modo a obter o máximo ganho de conversão com baixo VSWR nos acessos de RF, OL e FI. O cálculo do ganho de conversão é feito usando-se a Expressão 4.14, através de uma FUNCTION (Função (x)) que calcula as matrizes $[Z_t]$ e $[Z_m]$ do misturador. Uma sub-routine de minimização é usada para a escolha das terminações que maximizam o ganho transdutivo de conversão. Para o cálculo dos coeficientes de reflexão dos acessos nas frequências de sinal, OL e FI, foi construída a sub-routine GERAL. Esta sub-routine converte os parâmetros "S" de 50 ohms do DGFET em parâmetros "S'" generalizados, os quais se referem às impedâncias colocadas nos acessos do DGFET. A expressão da matriz "S'", generalizada em função da matriz "S" de 50 ohms, (Carson, 1975) é:

$$[S'] = [A]^{-1}([S] - [r^*]^t)([I] - [r][S])^{-1}[A^*]^t, \quad (5.1)$$

onde:

$$A_i = (1 - r_i^*) \frac{\sqrt{1 - |r_i|^2}}{|1 - r_i|} \quad (5.2)$$

é o ii-ésimo elemento da matriz diagonal A, correspondente ao acesso i.

$[I]$ - matriz unitária diagonal,

$[S]$ - matriz "S" referida à 50 ohms.

$$\text{O termo } r_i = \frac{Z_i - 50}{Z_i + 50} \quad (5.3)$$

é o ii-ésimo elemento da matriz diagonal dos coeficientes de reflexão, correspondente ao acesso i. Z_i é a impedância de terminação do acesso i.

Considerando-se que a porta 1 do DGFET corresponde ao acesso 1, a porta 2 ao acesso 2 e o dreno corresponde ao acesso 3, os valores de Z_1 , Z_2 , e Z_3 , que minimizam S_{11}' na frequência de sinal (ω_1), S_{22}' na frequência do OL (ω_0), S_{33}' na frequência de FI (ω_3) e maximizam o ganho de conversão, são as terminações procuradas (ver Figura 5.1).

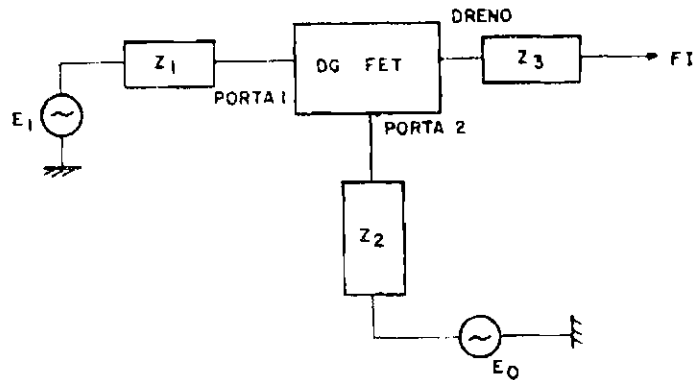


Fig. 5.1 - Esquematização das impedâncias que maximizam o misturador.

O programa de análise e otimização foi estruturado de modo que o usuário deve introduzir, como dados de entrada, as frequências de RF, OL e FI e os elementos do modelo do DGFET apresentado na Figura 2.3. As redes de casamento que fornecerão Z_1 , Z_2 , Z_3 são calculadas por uma sub-routine chamada TERM2, que pode ser alterada segundo a conveniência do usuário. Desse modo, uma vez conhecido o modelo do DGFET, o projeto e a otimização do misturador podem ser feitos em qualquer frequência.

Pretende-se agora aplicar toda a metodologia desenvolvida nos capítulos anteriores ao projeto de um misturador na frequência de 3,95 GHz, com FI de 30 MHz. O DGFET disponível é o DUGAT 10/000 da Plessey, que foi modelado segundo o processo descrito no Apêndice A. O modelo elétrico representa satisfatoriamente o DGFET, como pode-se ver nas Figuras A.6 e A.7 do Apêndice A. Para os cálculos iniciais do misturador não se especificou nenhuma configuração especial para os cir

cuitos de casamento, mas apenas procurou-se os valores numéricos que forneciam simultaneamente casamento e máximo ganho de conversão para o circuito. Os resultados obtidos de Z_1 , Z_2 e Z_3 foram usados no cálculo das redes de casamento. Nota-se ainda que de posse da matriz "S" generalizada do DGFET, é fácil calcular a isolação do OL para o acesso de RF (S_{12}' na frequência ω_0), do OL para a saída (S_{32}' na frequência ω_0) e as isolações similares para o sinal de RF (S_{21}' e S_{31}' na frequência ω_1).

Todos os resultados obtidos, bem como os comentários e conclusões são apresentados no Capítulo 6 a seguir.

O programa de análise e otimização do misturador tem o nome de NMFET e encontra-se listado no Apêndice E.

CAPÍTULO 6

PROJETO E RESULTADOS

Para testar a teoria aqui desenvolvida, fêz-se um projeto na faixa C (3,95 GHz; FI = 30 MHz).

O programa NMFET pode, sozinho, ser usado para a otimização do misturador utilizando o modelo elétrico do dispositivo. No entanto, devido à disponibilidade dos parâmetros S medidos do DGFET, preferiu-se calcular as impedâncias ótimas de porta 1 (Z_1) e porta 2 (Z_2), que fornecem o mínimo VSWR através do programa ANÁLISE. Os valores assim obtidos são usados como valores iniciais para o programa NMFET, onde se faz o ajuste final das impedâncias que maximizam o ganho de conversão e o VSWR dos acessos.

Os valores inicialmente obtidos para a frequência de 3,95 GHz são:

$$\begin{aligned}Z_1 &= 41 + j44 \text{ Ohms,} \\Z_2 &= 95 + j200 \text{ Ohms,} \\Z_3 &= 105 + j394 \text{ Ohms,} \\Z_{FI} &= 6931 + j151 \text{ Ohms. (30 MHz).}\end{aligned}$$

A impedância Z_3 , no dreno, permite que se disponha de uma saída de monitoração para o sinal de RF, e tem ainda a finalidade de melhorar a estabilidade do misturador (Lietch, 1975).

A Figura 6.1 apresenta as impedâncias plotadas na carta de Smith.

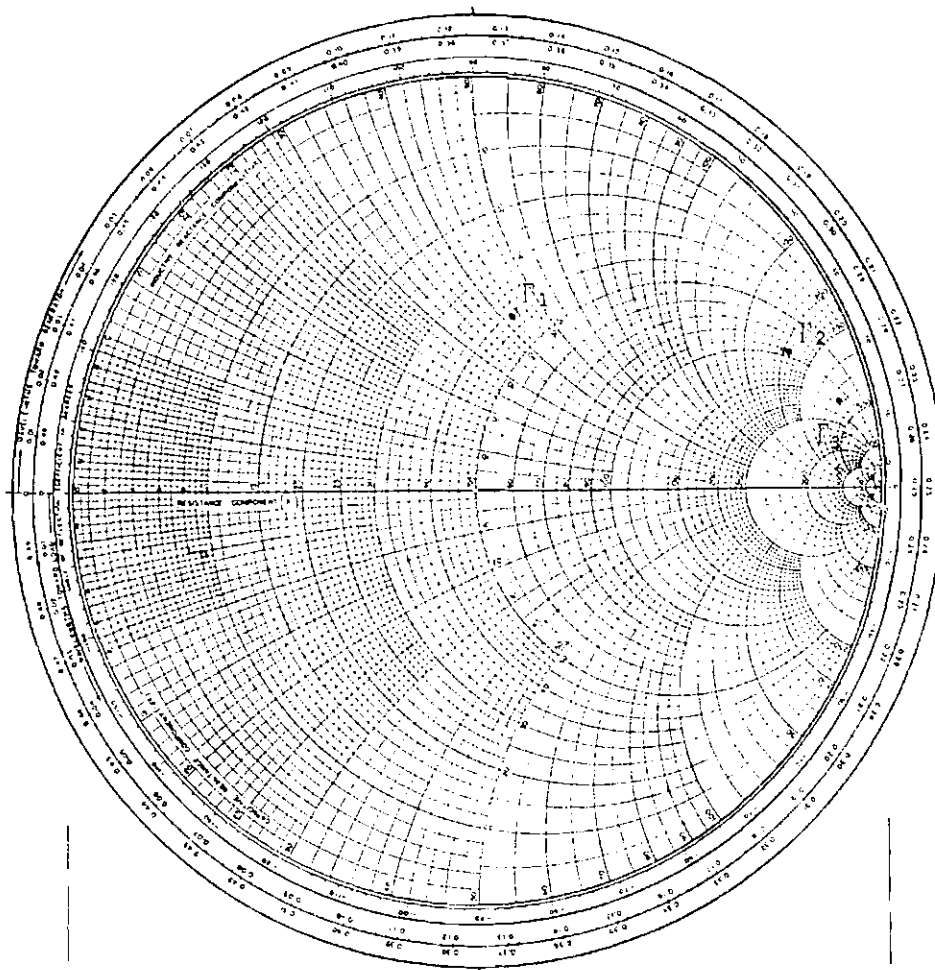


Fig. 6.1 - Impedâncias terminais para os circuitos de casamento, na frequência de 3,95 GHz.

A configuração de circuitos de casamentos escolhidos para sintetizar as impedâncias é apresentada na Figura 6.2.

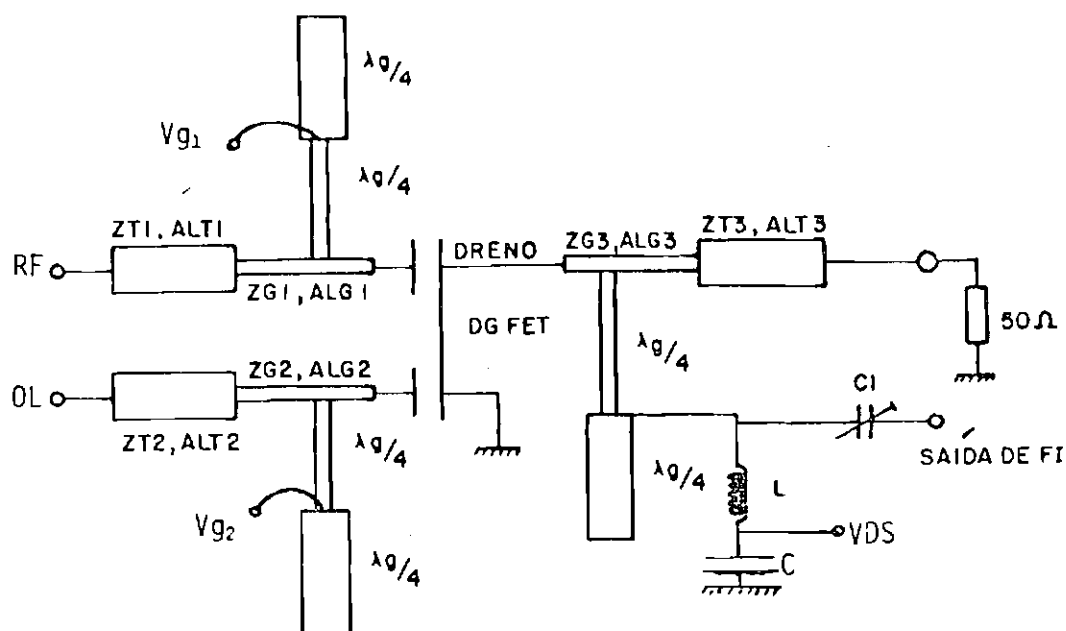


Fig. 6.2 - Configuração dos circuitos de casamento.

As polarizações são introduzidas através de trechos de Linhas de Transmissão (LT) de comprimento igual a $\lambda/4$. No dreno, o ponto onde é introduzida a polarização serve também para retirar o sinal de FI do misturador, através do circuito de casamento formado por L e C1. Essa configuração foi introduzida novamente nos programas ANÁLISE e NMFET, para ajuste final das linhas que compõem o circuito de casamento, de modo que as características do ganho de conversão e do VSWR do misturador fossem otimizados na faixa de 3,7 a 4,2 GHz. As Tabelas 6.1, 6.2, 6.3 e a Figura 6.3 apresentam os resultados finais obtidos.

TABELA 6.1

VALORES DAS LT DOS CIRCUITOS DE CASAMENTO

	$ZT(\Omega)$	$ZG(\Omega)$	$ALT(\lambda)$	$ALG(\lambda)$
1	31	50	0,24	0,15
2	15,1	50	0,24	0,22
3	8,8	50	0,24	0,23

TABELA 6.2

RESULTADOS DO PROGRAMA ANÁLISE

FREQ (HZ)	GT 21 (DB)	GT 12 (DB)	PRT 11 (DB)	PRT 22 (DB)
,37E + 10	,13E + 02	- ,22E + 02	- ,10E + 02	- ,57E + 01
,38E + 10	,93E + 01	- ,16E + 02	- ,15E + 02	- ,10E + 02
,39E + 10	,71E + 01	- ,14E + 02	- ,10E + 02	- ,13E + 02
,40E + 10	,49E + 01	- ,13E + 02	- ,11E + 02	- ,85E + 01
,41E + 10	,27E + 01	- ,13E + 02	- ,12E + 02	- ,51E + 01
,42E + 10	,64E + 00	- ,14E + 02	- ,11E + 02	- ,30E + 01
FREQ (HZ)	GT 32 (DB)	GT 23 (DB)	PRT 22 (DB)	PRT 33 (DB)
,37E + 10	,77E + 00	- ,66E + 01	- ,57E + 01	- ,83E + 00
,38E + 10	- ,20E + 01	- ,10E + 02	- ,10E + 02	- ,24E + 00
,39E + 10	- ,39E + 01	- ,13E + 02	- ,13E + 02	- ,34E + 00
,40E + 10	- ,56E + 01	- ,16E + 02	- ,85E + 01	- ,48E + 00
,41E + 10	- ,78E + 01	- ,19E + 02	- ,51E + 01	- ,49E + 00
,41E + 10	- ,97E + 01	- ,22E + 02	- ,30E + 01	- ,52E + 00

(continua)

Tabela 6.2 - Conclusão

FREQ (HZ)	GT 13 (DB)	GT 31 (DB)	PRT 33 (DB)	PRT 11 (DB)
,37E + 10	- ,18E + 02	,18E + 02	- ,83E + 00	- ,10E + 02
,38E + 10	- ,21E + 02	,14E + 02	- ,24E + 00	- ,15E + 02
,39E + 10	- ,23E + 02	,10E + 02	- ,34E + 00	- ,10E + 02
,40E + 10	- ,23E + 02	,74E + 01	- ,48E + 00	- ,11E + 02
,41E + 10	- 24E + 02	,54E + 01	- ,49E + 00	- ,12E + 02
,42E + 10	- ,24E + 02	,42E + 01	- ,52E + 00	- ,11E + 02

TABELA 6.3

RESULTADOS DO PROGRAMA NMFET

Frequência (Hz)	Ganho de Conversão (dB)	VSWR (RF)	VSWR (OL)	VSWR (FI)
,2950E + 10	,1184E + 02	- ,94E + 02	,57E + 03	,13E + 01
,3150E + 10	,1265E + 02	- ,39E + 02	,91E + 03	,13E + 01
,3350E + 10	,1378E + 02	- ,16E + 02	- ,30E + 03	,13E + 01
,3550E + 10	,1561E + 02	- ,55E + 01	- ,49E + 02	,13E + 01
,3750E + 10	,1154E + 02	,27E + 01	,33E + 01	,13E + 01
,3950E + 10	,1427E + 02	,18E + 01	,25E + 01	,13E + 01
,4150E + 10	,1442E + 02	,20E + 01	,59E + 01	,13E + 01
,4350E + 10	,1427E + 02	,22E + 01	,17E + 02	,13E + 01
,4550E + 10	,1418E + 02	,29E + 01	,34E + 02	,13E + 01
,4750E + 10	,1381E + 02	,38E + 01	,52E + 02	,13E + 01

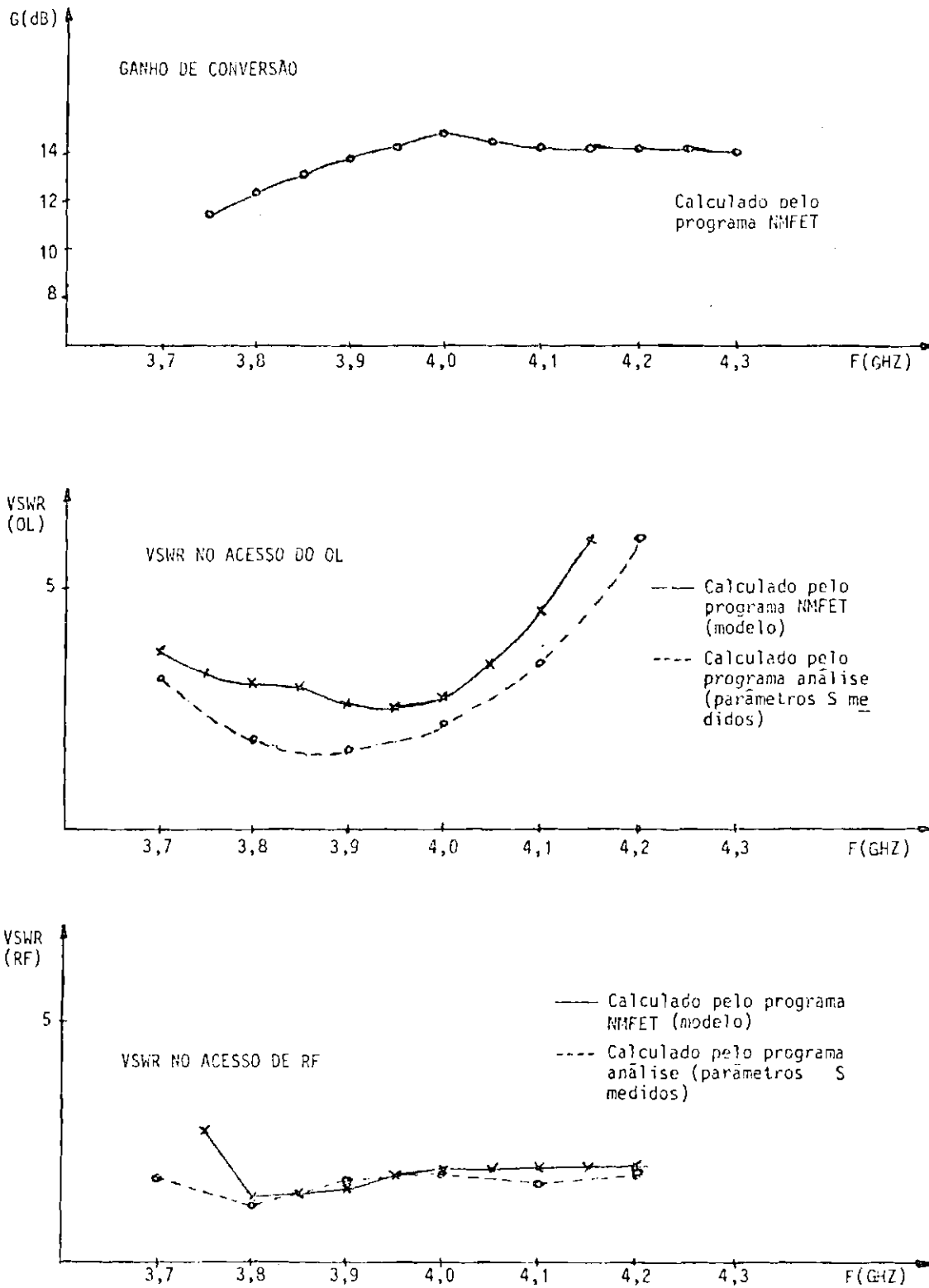


Fig. 6.3 - Resultados dos programas ANÁLISE e NMFET.

Comparando os valores de VSWR, calculados pelo programa ANÁLISE (parâmetros S medidos) e pelo programa NMFET (modelo do DGFET), nota-se uma boa concordância entre eles, o que comprova a validade do modelo. Ainda com o propósito de comparação, apresentam-se na Tabela 6.4 os parâmetros S' generalizados do DGFET, calculados através dos parâmetros medidos (manual) e dos parâmetros obtidos através do modelo, na frequência 3,9 GHz. Comparando os módulos dos elementos da Tabela 6.4, pode-se ver que apenas S_{22}' apresenta uma pequena discrepância entre o valor calculado pelos parâmetros medidos e o valor calculado usando o modelo (isso provoca a pequena diferença de VSWR observada na Figura 6.3 para o acesso do OL).

O circuito de teste foi então montado em "Microstrip" como mostra a Figura 6.4 ($\epsilon_r = 2,2$: espessura do dielétrico = 0,015"). Os diodos usados têm a finalidade de proteger o DGFET contra sobrecargas e os capacitores C, de bloquear o DC. Os resistores de 50 Ohms atuam somente na frequência de FI e são usados porque a impedância de FI utilizada no cálculo do computador, para os acessos de RF e OL, é a impedância de 50 Ohms dos geradores.

TABELA 6.4

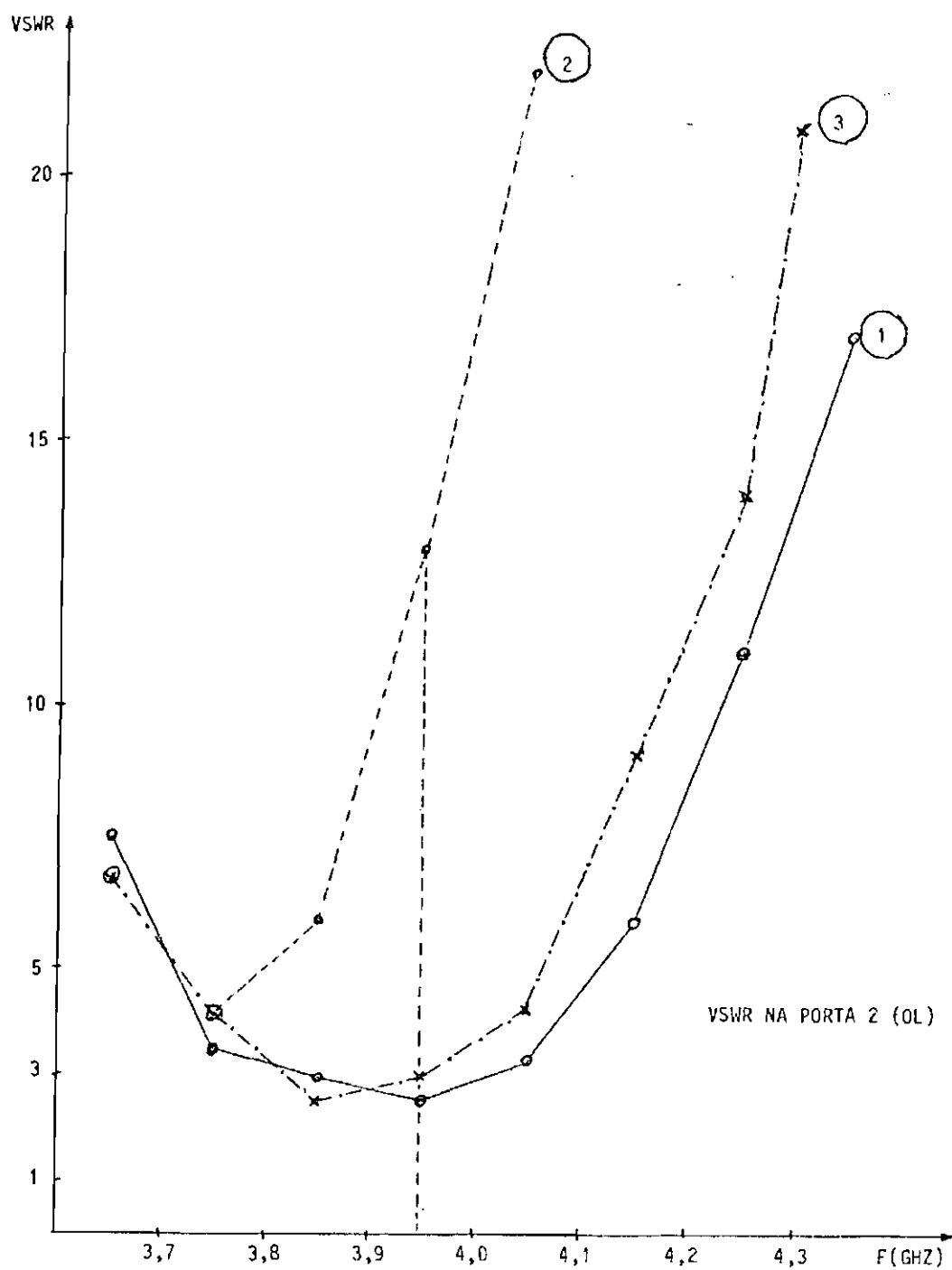
COMPARAÇÃO DA MATRIZ S' GENERALIZADA NA FREQUÊNCIA 3,9 GHz

Modelo	0,3	$\angle -85,5^\circ$	0,13	$\angle 34,5^\circ$	0,08	$\angle -65,4^\circ$
	2,27	$\angle 81^\circ$	0,44	$\angle -84,3^\circ$	0,24	$\angle -133^\circ$
	3,06	$\angle -48,5^\circ$	0,58	$\angle -8,2^\circ$	0,91	$\angle 49^\circ$
Parâmetros Medidos	0,3	$\angle -87,6^\circ$	0,2	$\angle 8,3^\circ$	0,07	$\angle -71,5^\circ$
	2,26	$\angle 81,5^\circ$	0,22	$\angle -15,4^\circ$	0,22	$\angle -125,7^\circ$
	3,17	$\angle -52,3^\circ$	0,64	$\angle -7,4^\circ$	0,96	$\angle 45^\circ$

Os primeiros resultados medidos não foram bons, pois o VSWR do OL estava muito grande (maior que 15), e um ganho de 12 dB em 3,95 Ghz só foi conseguido com um oscilador local de potência muito alta (maior que 18 dBm). Procurou-se então verificar, no computador, a sensibilidade do circuito a erros de construção nas dimensões da LT de casamento. Verificou-se que o circuito de casamento da porta 2 (OL) era o mais sensível produzindo variações muito grandes no VSWR dessa porta. Na Figura 6.6 apresentam-se os valores de VSWR do OL e do RF nos testes de sensibilidade. Nota-se que, mudando o comprimento da LT ALG₂ de 0,22 para 0,24 comprimentos de onda, o VSWR do OL variou de 2,5 para 13, na frequência de 3,95 Ghz. Essa sensibilidade do circuito às impedâncias terminais já foi registrada empiricamente em outras publicações (Cripps et alii, 1977, Lietch, 1975) e é um fator crítico no projeto do misturador.

Procurou-se então ajustar empiricamente o casamento dos acessos usando pequenos "pads" sobre as linhas. A montagem com a instrumentação de medida é apresentada na Figura 6.7. Essa disposição foi escolhida para medir simultaneamente o maior número possível de características do misturador. O Frequencímetro HP 5342A é do tipo que mede frequência e potência ao mesmo tempo.

As Figuras 6.8 e 6.9 apresentam os resultados práticos obtidos.



	ZT ₁	ALT ₁	ALG ₁	ZT ₂	ALT ₂	ALG ₂	ZT ₃	ALT ₃	ALG ₃	ZG ₁	ZG ₂	ZG ₃
1	31	0,24	0,15	15,1	0,24	0,22	8,8	0,24	0,23	50	50	50
2	31	0,24	0,15	15,1	0,24	0,24	8,8	0,24	0,23	50	50	50
3	31	0,25	0,15	15,1	0,25	0,22	11	0,25	0,23	50	50	50

Comprimentos
em λ_g

Impedâncias em
ohms

Fig. 6.6 - Teste de sensibilidade dos circuitos de casamento.

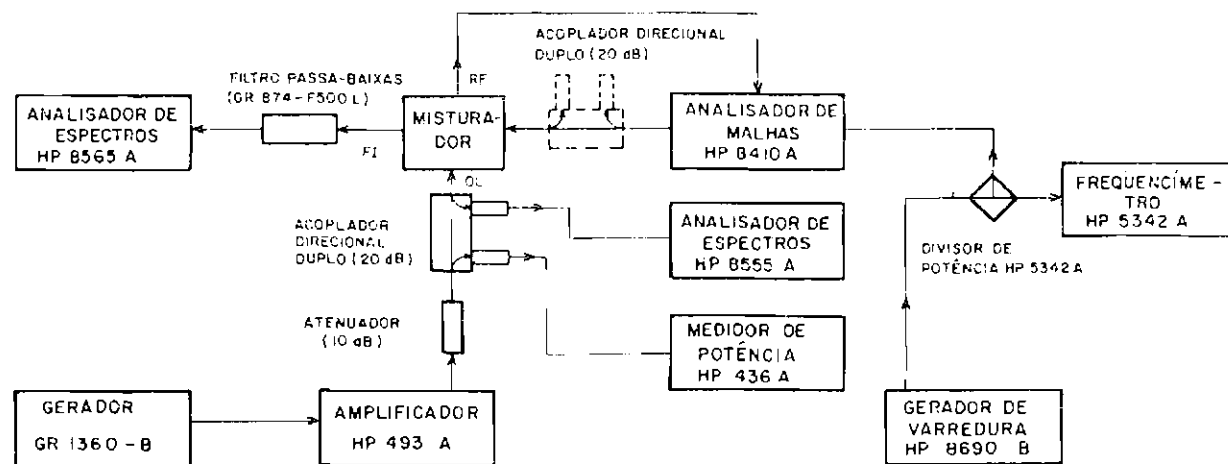


Fig. 6.7 - Instrumentação para o teste de misturador.

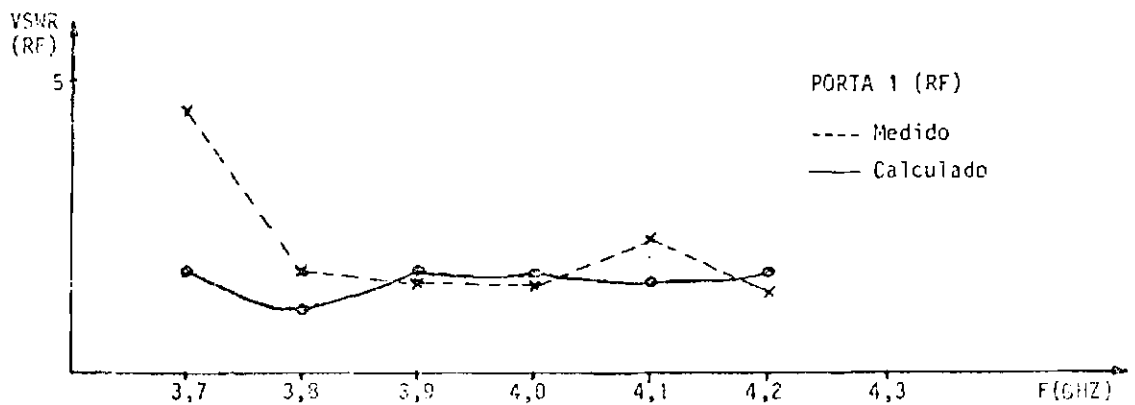
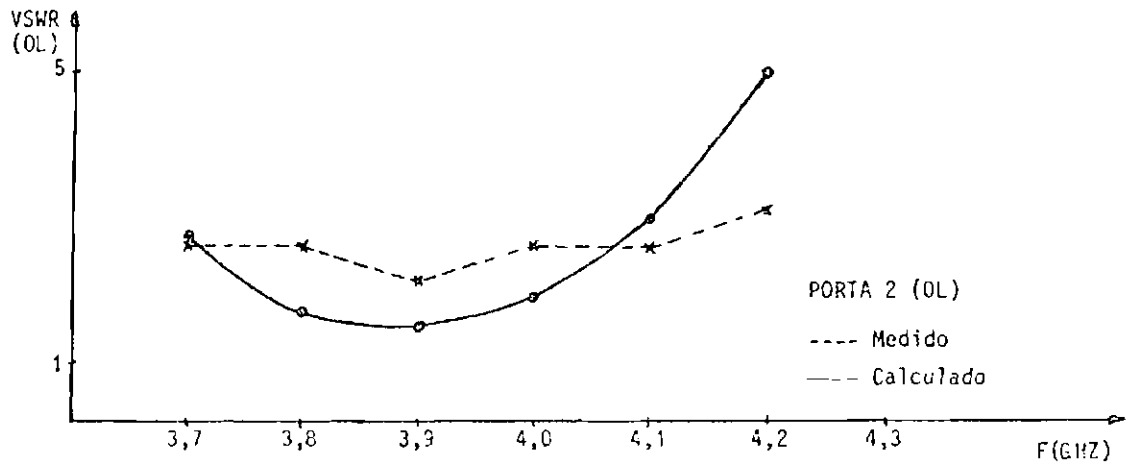
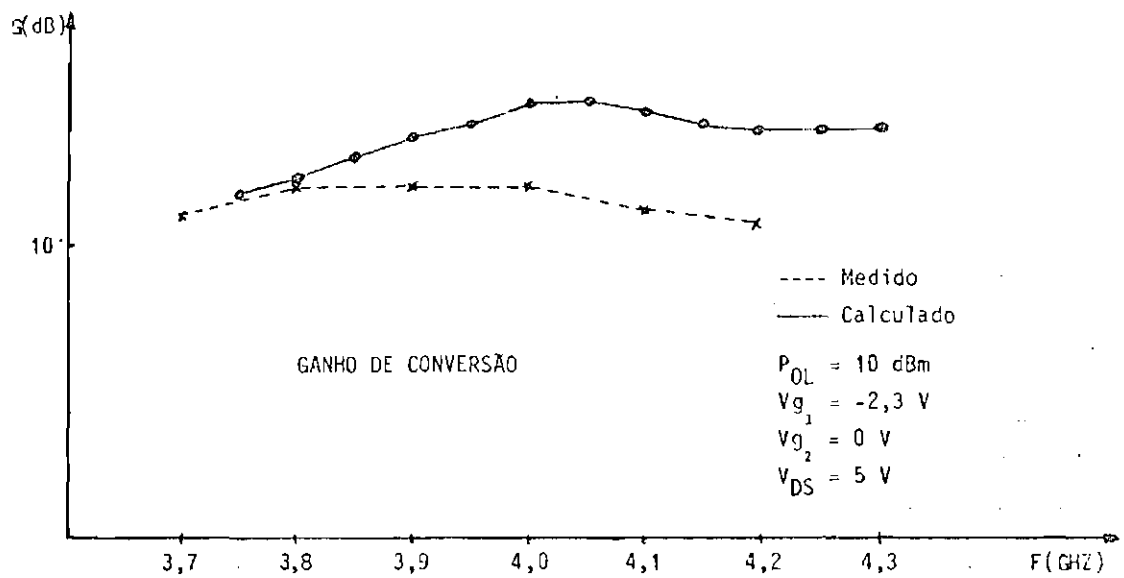


Fig. 6.8 - Ganho de conversão e VSWR nos acessos do misturador.

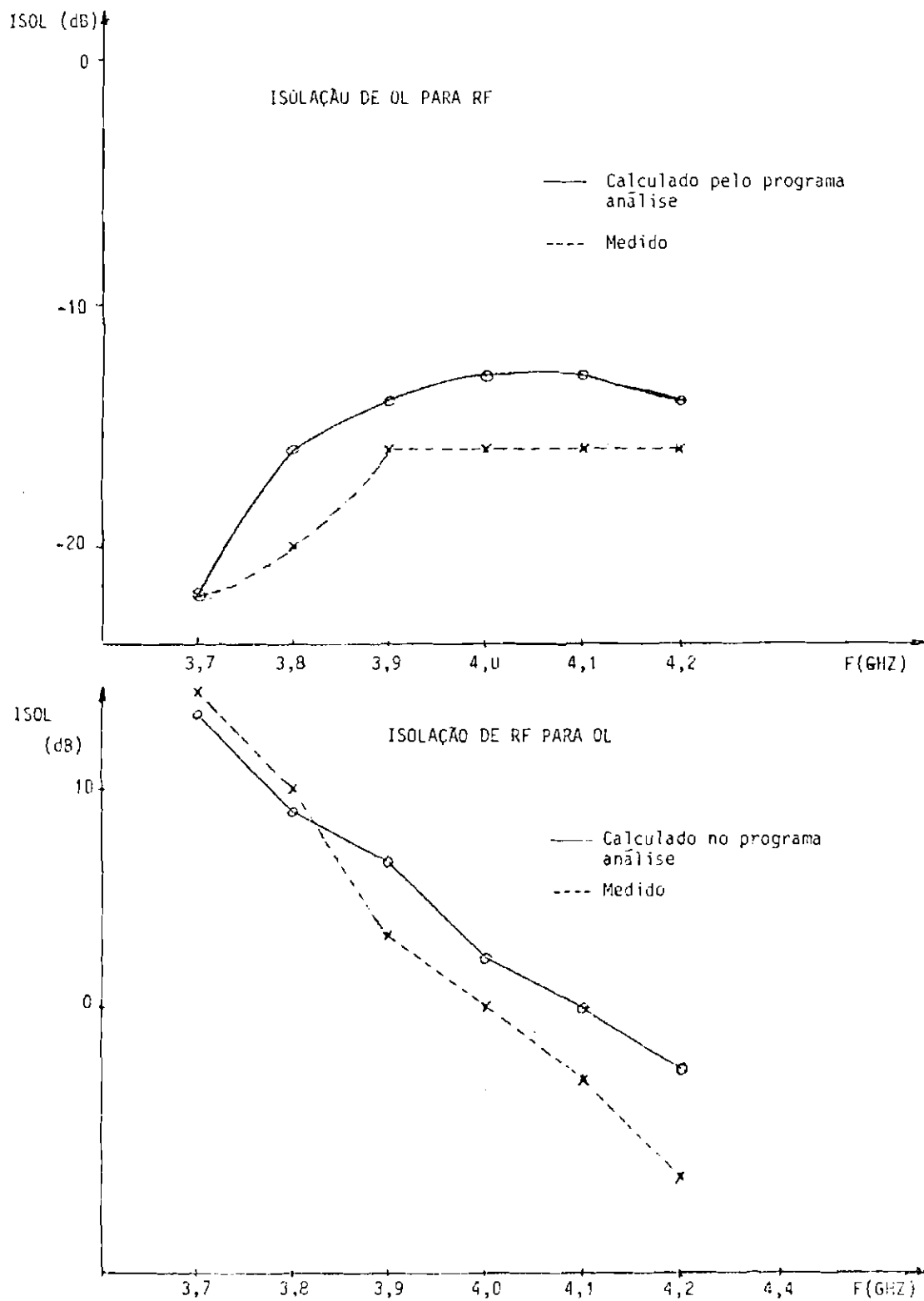


Fig. 6.9 - Isolação entre os acessos de OL e RF do misturador.

As curvas de VSWR e de isolamento estão de acordo com os valores esperados teoricamente, havendo apenas uma pequena diferença nas curvas de ganho de conversão versus frequência. Isso pode ser explicado levando-se em conta que o ganho de conversão foi calculado no programa NMFET e supondo que o termo g_1 da Expressão 3.1 pode alcançar seu valor máximo $g_1 = g_{m01}$. O valor de g_1 depende da potência do OL que é injetada na porta 2 do DGFET e, conseqüentemente, está relacionada com o casamento nesse acesso. Se o valor de g_1 for, por exemplo, igual a $g_{m01}/2$, todos os valores de ganho calculados, apresentados na Figura 6.8, devem ser reduzidos de 6 dB. Com base na discussão anterior, verificou-se, experimentalmente, que para a obtenção do ganho de conversão igual a 14,5 dB, em 3,95 GHz, necessitava aumentar a potência do OL de 10 mW (valor padrão com o qual foram obtidas as curvas) para 50 mW.

Apresenta-se ainda, na Figura 6.10, o ganho de amplificação entre dreno e porta 1 e a perda de retorno da porta 1, medidos com o oscilador local desligado. Esses valores foram traçados diretamente do analisador de malhas HP 8410A. Nota-se que o ganho está perfeitamente de acordo com os valores esperados pelo cálculo do programa ANÁLISE (ver S31 da Tabela 6.2). O ponto de compressão do misturador foi medido, situando-se em torno de -8dBm para o oscilador local com potência de 10mW. A figura de ruído, embora não tenha sido analisada neste trabalho, foi medida mas apresentou-se relativamente alta (20 dB mínimo). Grandes valores de figura de ruído já foram registrados (Cripps et alii, 1977) em misturadores que usam montagens com FETs de porta única. No entanto, como se dispunha da saída de RF no dreno, mediu-se a figura de ruído usando um misturador externo, para obter a frequência intermediária de 30 MHz, e os resultados obtidos foram similares aos anteriores. Isso sugere a possibilidade de que a alta figura de ruído do misturador se deve principalmente ao desajuste da impedância do acesso de RF em relação às condições de mínima figura de ruído do DGFET. Não foi possível testar essa hipótese realizando-se um projeto em que o casamento de RF sintetizasse a impedância de mínima figura de ruído, porque o fabricante do DGFET DUCAT 10/000 não fornece esses dados em manual.

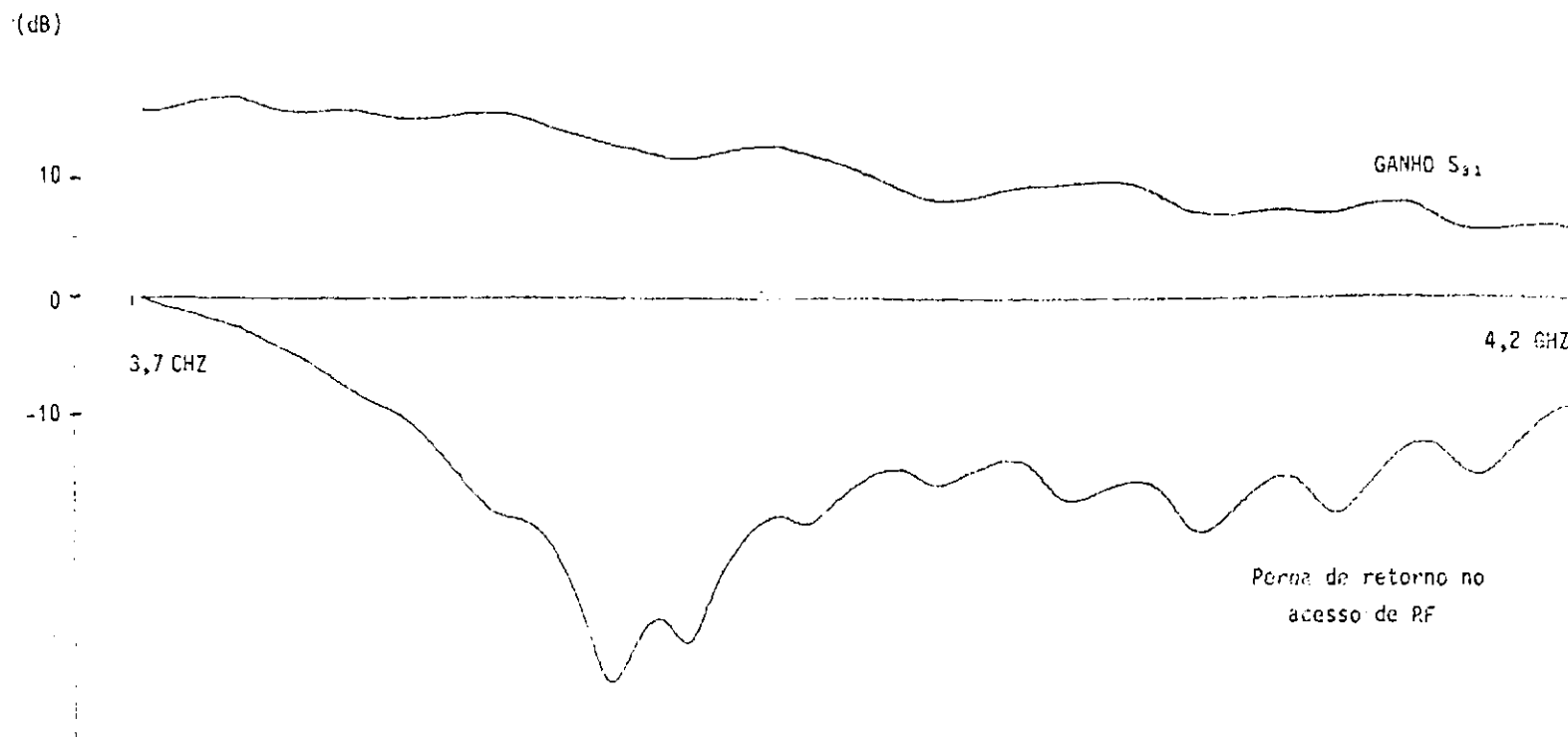


Fig. 6.10 - Ganho de RF e perda de retorno no acesso 1.

CAPÍTULO 7

CONCLUSÕES E COMENTÁRIOS

Os resultados anteriores mostram que o projeto e previsão da resposta de frequência do misturador que usa FETs de porta dupla podem ser obtidos da análise do modelo do dispositivo. A análise teórica do misturador ainda não havia sido registrada na literatura especializada para circuitos que usam DGFET, uma vez que as publicações que tratam de misturadores com FETs de porta dupla são mais qualificativas e apresentam muitas simplificações nos modelos dos dispositivos (Pucel et alii, 1976; Kurita and Morita, 1976). Procurou-se nesse trabalho usar o modelo completo do DGFET, de modo que a análise não fosse limitada por frequência. Resultados quantitativos puderam então ser obtidos através de cálculos no computador. Os circuitos de casamento nos acessos do misturador são obtidos através dos programas de computador ANÁLISE e NMFET. O programa ANÁLISE permite escolher as impedâncias dos acessos do OL e do RF, que minimizarão o VSWR nesses terminais. Através do programa NMFET pode-se então determinar a impedância ótima de FI, bem como analisar e otimizar o ganho de conversão e isolamento entre os acessos do misturador. O programa ANÁLISE pode ainda ser usado para o cálculo de amplificadores de ganho controlado, com o FET de porta dupla, na faixa de microondas. Os cálculos são feitos usando-se a matriz S' generalizada, a qual é obtida dos parâmetros S medidos do DGFET, ou dos parâmetros S calculados através do modelo elétrico linear do DGFET.

Com esse programa pôde-se confirmar o ganho transdutivo, VSWR e isolamento de amplificadores, já registrados na literatura (Lietch, 1975) e analisados por outros meios (conversão da matriz ' S ' 3×3 do DGFET para uma matriz ' S ' 2×2). O programa NMFET utiliza o modelo elétrico linear do DGFET em todos os cálculos, e seus resultados teóricos e práticos, apresentados no capítulo anterior, mostraram-se coerentes com as medidas empíricas registradas na literatura. A sensibilidade do misturador às impedâncias terminais foi sempre comentada em trabalhos empíricos sobre misturadores com DGFET (Pucel et alii, 1976; Cripps et

alii, 1977)), e pode também ser analisada teoricamente como mostrado no capítulo anterior. A possibilidade de prever teoricamente os parâmetros essenciais do misturador (ganho, casamento, resposta de frequência, isolação, sensibilidade, etc.) torna o programa NMFET uma ferramenta poderosa para o projeto dos misturadores, e orienta o projetista para os ajustes práticos que eventualmente sejam necessários no circuito final. O modelo elétrico do DGFET, utilizado nos cálculos, foi obtido através do programa DFET, cujos dados de entrada são os parâmetros S medidos a partir do DGFET. Os resultados desse programa, apresentado em detalhes no Apêndice A, mostraram-se suficientemente precisos para a caracterização do DGFET, tendo sido obtidos de modo mais simples que o processo utilizado por outros (Tsironis and Meirer, 1982). Estes autores, embora tenham obtido um modelo de faixa mais larga, necessitaram de muitas medidas adicionais, cuja precisão sõ pôde ser obtida por equipamentos automatizados.

O misturador com DGFET tem um concorrente muito bem sucedido que é o misturador com diodos Schottky, o qual pode ser usado como padrão de comparação. Contudo, é importante, ao comparar as características elétricas, que se leve em conta outros fatores, tais como complexidade de circuito e condições de análise e de projeto dos dispositivos. As medidas de faixa dinâmica e desempenho de intermodulação são comparáveis aos dois misturadores.

Os resultados de sensibilidade dos circuitos nos acessos do DGFET e o preço atual dos FETs de porta dupla faz com que os misturadores com diodo Schottky ainda sejam preferidos no mercado, levando-se em conta a faixa de frequência estudada. No entanto, a análise aqui desenvolvida tem grande aplicação para dispositivos que operem em frequências mais elevadas (os FETs atuais atingem 60 GHz), permitindo ao projetista uma previsão bastante precisa do desempenho do misturador. Note-se ainda que esse circuito não utiliza acopladores híbridos (como é o caso do misturador com diodo Schottky), cuja complexidade de construção está em razão direta com o aumento de frequência.

A disponibilidade de cálculo das impedâncias de casamento e os programas ANÁLISE E NMFET possibilitam uma visão geral do misturador, fornecendo meios de analisar outros circuitos, como um misturador auto-oscilante, que utiliza a porta 2 para produzir oscilações internas no DGFET e, desse modo, prescindir de um OL externo. Aliada à técnica, já conhecida, de ressoadores dielétricos, é possível desenvolver teoricamente um processo de análise e um projeto de misturadores auto-oscilantes de alta estabilidade. Esse tipo de trabalho tem grande importância nos programas atuais com circuitos de arsenieto de galio, pois a construção de um "front end" integrado (amplificador, misturador e oscilador) é um dos principais objetivos das pesquisas relacionadas a circuitos de alta confiabilidade. A popularização desse "front-end" deverá baixar os custos, tornando-os mais vantajosos, talvez, que os sistemas atuais com diodo Schottky.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASAI, S.; MURAI, D.; KODERA, H. GaAs dual gate schottky-barrier FET's for microwave frequencies. *IEEE Transactions on Electron Devices*, ED-22(10):807-904, Oct. 1975.
- CARSON, R.S. *High frequency amplifiers*, New York, Wiley Interscience, C 1975.
- CRIPPS, S.C.; NIELSEN, O.; PARKER, D.; TURNER, J.A. An experimental evaluation of X-band mixers using dual gate GaAs MESFETs, In: EUROPEAN MICROWAVE CONFERENCE, 7., Copenhagen, Denmark, 1977. Conference. *Proceedings*. Kent, Microwave Exhibitions and Publisher, 1977, p. 101-104.
- FURUTSUKA, T.; AGAWA, M.; KAWAMURA, N. GaAs Dual-gate MESFET's. *IEEE Transactions on Electron Devices*, ED-25(6):580-586. June 1978.
- KURITA, O.; MORITA, K. Microwaves MESFET mixer, *IEEE Transaction on Microwave Theory and Techniques*, MTT-24(6):361-366, June 1976.
- LIETCH, C.A. Performance of dual gate GaAs MESFET as gain controlled low noise amplifiers and high speed modulators. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, MTT-23(6):461-469. June 1975.
- PUCEL, R.A.; NASSE, D.; BERA, R. Performance of GaAs MESFET mixers at X-band. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques* MTT-24(6):351-360, June 1976.
- TSIRONIS, C.; MEIRER, R. Microwave wide band model of GaAs MESFETs. *IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques*, MTT-30(3): 243-251, Mar. 1982.
- VENDELIN, G.D.; OMORI, M. Circuit model for the GaAs MESFET valid to 12 GHz. *Electronic Letters*, 11(3):60-61, Feb. 1975.

APÊNDICE A

MODELAMENTO DO DGFET EM FREQUÊNCIAS DE MICROONDAS

O modelamento de FETs com porta única já foi objeto de vários trabalhos, conseguindo-se resultados bastante bons (Vendelin, 1975).

Apresenta-se uma sistemática do modelamento para o DGFET, válido até a faixa 'X'. O circuito equivalente do dispositivo foi discutido por Asai et alii (1975) e a montagem sugerida é apresentada na Figura A.1. Nota-se que o DGFET foi transformado em uma configuração de dois FETs simples em cascata.

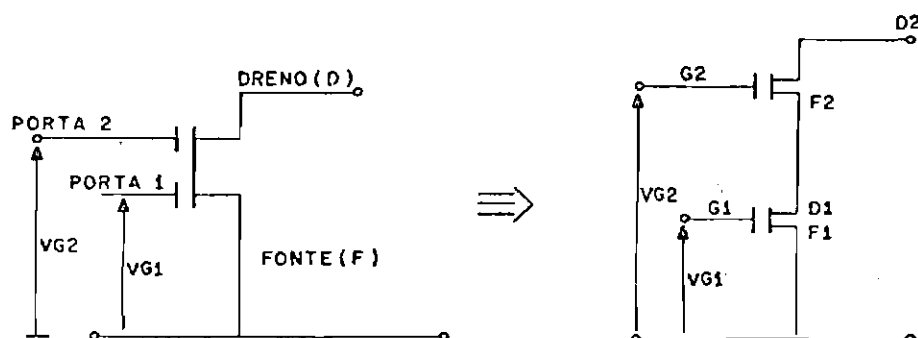


Fig. A.1 - Circuito equivalente do DGFET.

No modelo proposto por Asai et alii, usa-se a montagem "fonte comum", com a porta 2 curtocircuitada para a fonte, como mostra a Figura A.2.

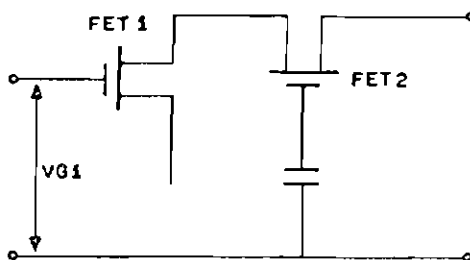


Fig. A.2 - Montagem fonte comum do DGFET.

Na montagem descrita, o DGFET é utilizado como amplificador, com entrada na porta 1 e saída no dreno. A tensão de polarização na porta 2 pode ser usada para o controle do ganho do amplificador, sem que as condições de casamento de entrada e saída do dispositivo sejam alteradas (Lietch, 1975). Nas condições acima, o modelo elétrico do DGFET é apresentado na Figura A.3.

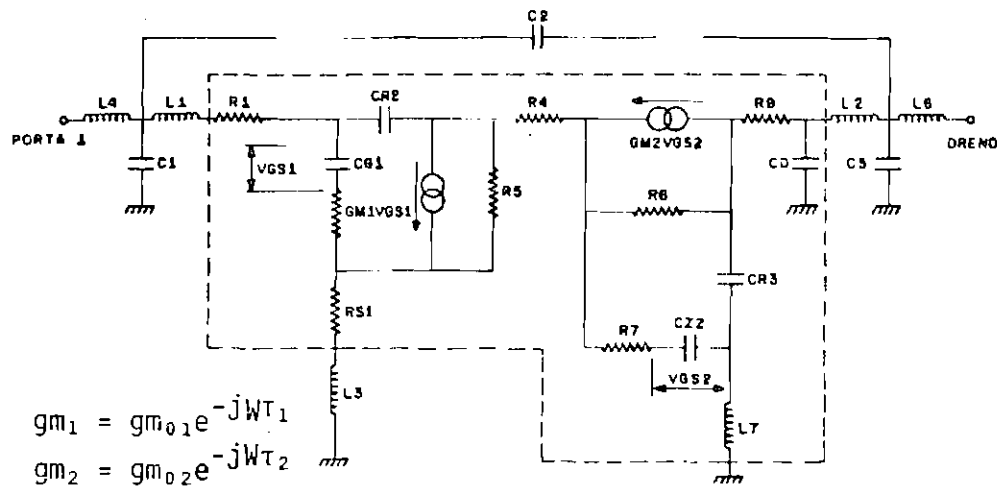


Fig. A.3 - Modelo elétrico do DGFET na configuração "fonte comum".

- Os termos $e^{-jW\tau_1}$ e $e^{-jW\tau_2}$ fornecem a variação de fase de gm_1 e gm_2 com a frequência, devido aos atrasos τ_1 e τ_2 .

As linhas tracejadas na Figura A.3 representam o circuito do DGFET em "chip". Os componentes fora da linha tracejada aparecem devido à fiação e ao encapsulamento. Esse circuito equivalente é extensivamente usado nos processos de análise e construção do DGFET (Furutsuka et alii, 1978; Asai et alii, 1975; Vendelin, 1975). A disposição física dos elementos no chip pode ser vista detalhadamente na Figura A.4.

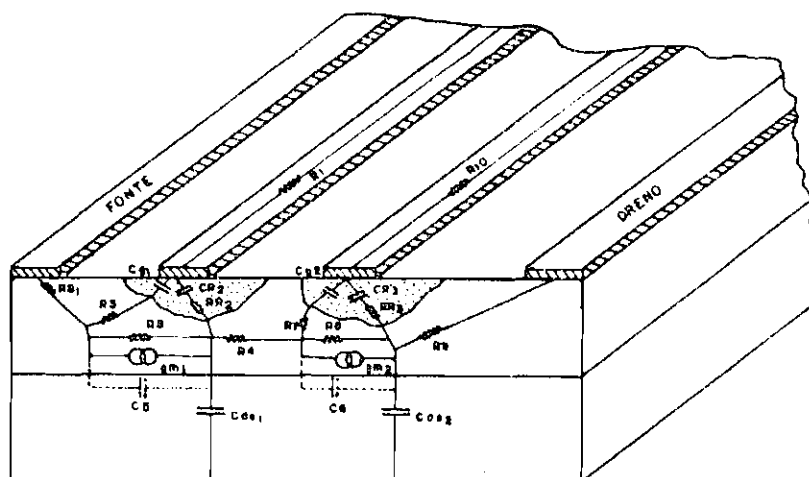


Fig. A.4 - Disposição física dos elementos do circuito equivalente.

O processo de modelamento aqui descrito utiliza o modelo da Figura A.3 com as seguintes modificações:

- Os capacitores de realimentação CR_2 e CR_3 serão substituídos por impedâncias constituídas por resistor e capacitor série. Esse procedimento permite que se melhore a precisão dos parâmetros de transmissão reversa (Vandelin, 1975).
- As capacitâncias C_d (Figura A.3) são incorporadas em paralelo aos geradores de corrente (Vandelin, 1975), o que resulta em uma melhoria do modelo e simplifica os cálculos do programa de computador usado no modelamento.
- A porta 2 não será ligada à "terra", necessitando que se incorpore os elementos parasíticos de fiação e encapsulamento.
- O capacitor C_2 será substituído por uma impedância RC série.

Com as modificações anteriores, apresenta-se na Figura A.5 o modelo do DGFET a ser caracterizado.

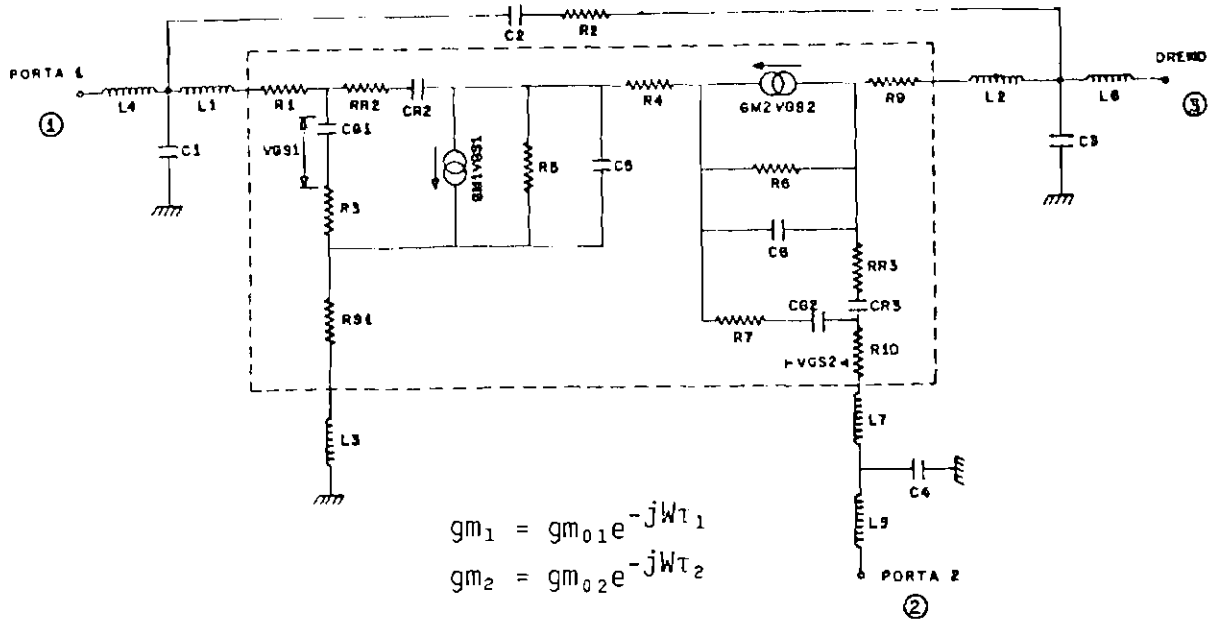


Fig. A.5 - Modelo completo do DGFET.

O processo de otimização consiste em calcular os parâmetros "S" do modelo da Figura A.5 e compará-lo com os parâmetros "S" medidos. O cálculo é feito a partir da Matriz "Z" da parte do circuito delimitado pelas linhas tracejadas. A matriz "Z" é invertida e somada a matriz "Y" dos componentes, devido ao encapsulamento e fiação. A partir da matriz "Y" total, obtêm-se a matriz "S". As expressões para a transformação dos parâmetros são (Carson, 1975).

$$[Y] = [Z]^{-1}, \quad (A.1)$$

$$[S] = - ([I] + [Y])^{-1} ([Y] - [I]). \quad (A.2)$$

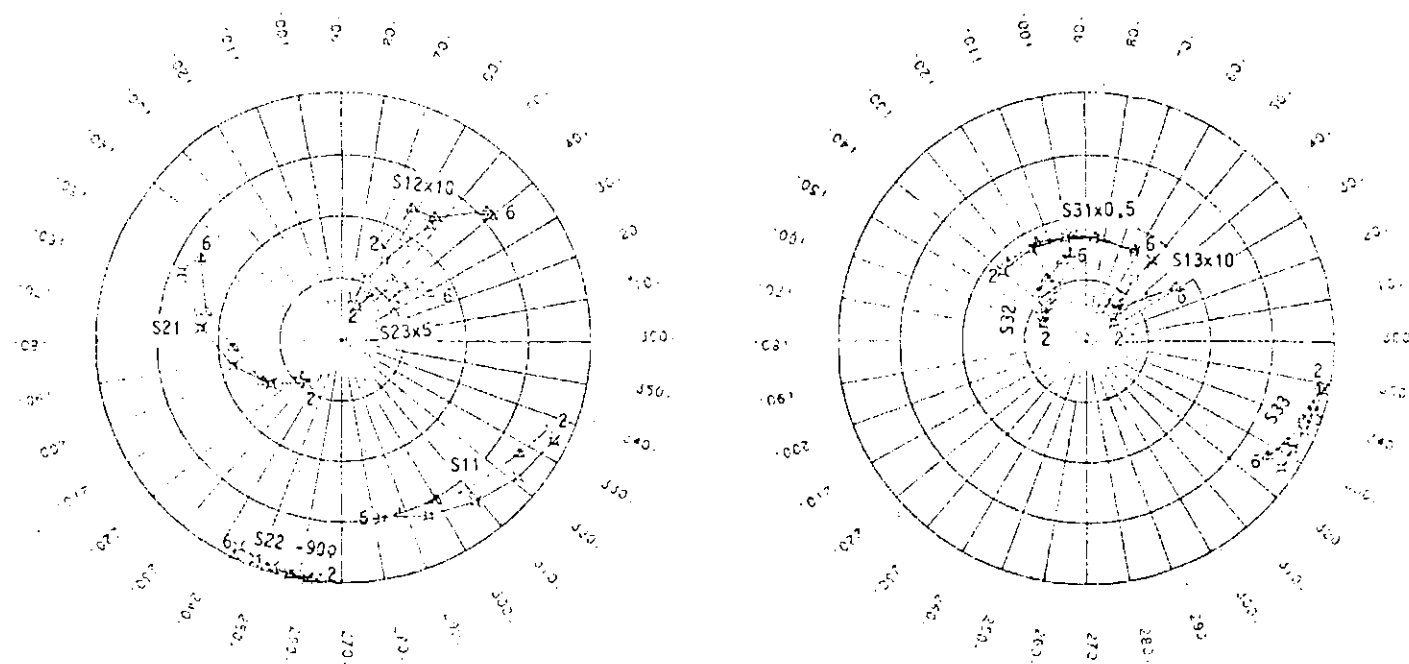
A matriz " S_c " calculada é comparada com a matriz " S_m " medida através de uma função de erro, dada por:

$$F = \left[\sum_{i=1}^3 \sum_{j=1}^3 (P(I, J) |S_m(I, J) - S_c(I, J)|)^2 \right]^{1/2} \quad (A.3)$$

Nessa expressão, $P(I, J)$ é um peso variável que indica a importância de otimização de cada parâmetro S . Os componentes do modelo são variados sistematicamente por uma sub-routine de minimização até que o mínimo de função anterior seja encontrado. A possibilidade do programa estacionar em um mínimo local é grandemente reduzida, escolhendo-se os valores iniciais do modelo segundo valores característicos encontrados na literatura e limitando a variação de cada componente, pelo computador, dentro de uma faixa compatível com os valores físicos aceitáveis.

Os Apêndices B e C apresentam a dedução das matrizes Z e Y envolvidos nos cálculos acima. Os resultados de otimização para o DGFET em "chip" são apresentados na Figura A.6 na faixa de 2 a 6 GHz. Nota-se que, com exceção de S_{12} e S_{13} , todos os outros parâmetros foram modelados com boa precisão. Uma melhoria desses dois parâmetros pode ser obtida aumentando-se seu peso no processo de otimização, em detrimento de outros parâmetros. Apresenta-se na Figura A.7 os resultados obtidos para DGFET encapsulado, que será utilizado no cálculo do misturador de microondas. Conclui-se desses resultados que o modelo pode ser usado seguramente para a caracterização do dispositivo.

Deve-se notar ainda que a disponibilidade dos parâmetros em "chip" do DGFET DUGAT 10/000 (ver Apêndice G) sugeriu a possibilidade de otimizar somente os componentes limitados pela linha tracejada da Figura A.5, segundo indicações de literaturas que usam até modelos mais simples na faixa "X" (Pucel, 1976). Os resultados obtidos não foram aceitáveis e uma boa caracterização para o "chip" só foi possível utilizando-se todo o modelo da Figura A.5, como se pôde ver pelos resultados apresentados. Explica-se esse comportamento do DGFET levando em conta que mesmo o "chip" possui elementos parasíticos, causados pelas transições e perdas das montagens de teste usadas na medição. Esses resultados foram comprovados em trabalhos recentes (Tsironis and Meirer, 1982).

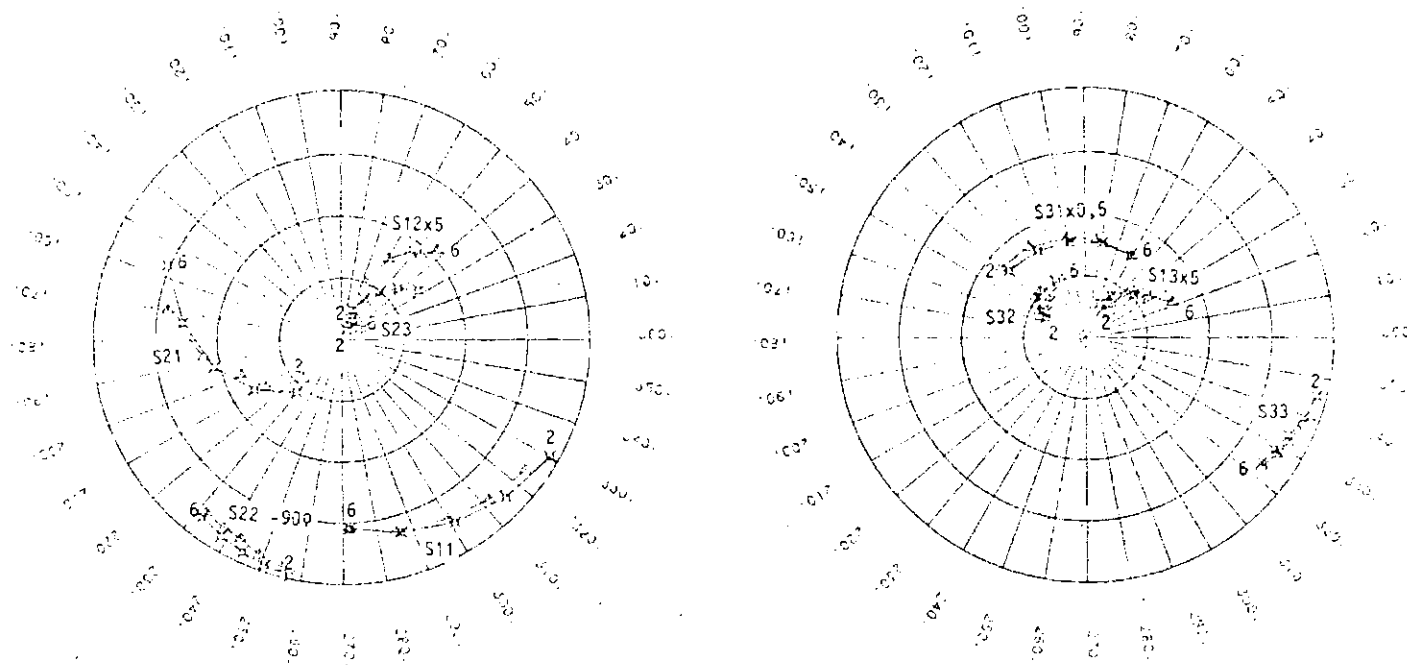


$C_1 = 0,01$	$L_1 = 0,43$	$R_1 = 2,01$	$gmo_1 = 36,19$
$C_2 = 0,02$	$L_2 = 0,49$	$R_2 = 706$	$gmo_2 = 49,44$
$C_3 = 0,1$	$L_3 = 0,24$	$R_3 = 2,44$	$TAL_1 = 14,4$
$C_4 = 0,07$	$L_4 = 0$	$R_4 = 1,0$	$TAL_2 = 1,0$
$C_5 = 0,01$	$L_5 = 0$	$R_5 = 365$	$RR_2 = 8000$
$C_6 = 0,03$	$L_6 = 0$	$R_6 = 260$	$RR_3 = 3700$
$CR_2 = 0,2$	$L_7 = 3,45$	$R_7 = 13,0$	
$CR_3 = 0,006$		$R_8 = 0$	
$Cg_1 = 0,46$		$R_{s0} = 19$	
$Cg_2 = 0,34$		$RS_1 = 13,4$	

x = calculado
Δ = medido

Resistores (ohms)
Capacitores (pF)
Bobinas (nH)
Transcondutância (mmhos)
Atrasos (pS)

Fig. A.6 - Modelamento do DGFET DUGAT 10/000 em "chip".



$C_1 = 0,03$	$L_1 = 0,43$	$R_1 = 1,1$	$g_{m01} = 36,11$
$C_7 = 0,022$	$L_2 = 0$	$R_2 = 211$	$g_{m02} = 38,15$
$C_3 = 0,1$	$L_3 = 0,16$	$R_3 = 1,43$	$TAL_1 = 9,52$
$C_6 = 0,11$	$L_4 = 0$	$R_4 = 1,36$	$TAL_2 = 8,30$
$C_5 = 0,01$	$L_5 = 0$	$R_5 = 315$	$RR_2 = 13,3$
$C_8 = 0,012$	$L_6 = 0$	$R_6 = 362$	$RR_3 = 1731$
$CR_2 = 0,01$	$L_7 = 1,8$	$R_7 = 14,4$	
$CR_3 = 0,017$		$R_8 = 0$	
$Cg_1 = 0,48$		$R_{10} = 8$	
$Cg_2 = 0,36$		$RS_1 = 15,6$	

Resistores (ohms)
 Capacitores (pF)
 Bobinas (nH)
 Transcondutância (mmhos)
 Atrasos (pS)

π = calculado
 δ = medido

Fig. A.7 - Modelamento do DGFET DUGAT 10/000 encapsulado.

● Programa DFET

Este programa otimiza o modelo do DGFET, utilizando uma sub-routine de otimização denominada MÍNIMO. O processo de cálculo dos parâmetros S, apresentado no Apêndice A, é feito por uma FUNCTION denominada FUNÇÃO (X), cujo valor final é o erro apresentado na Expressão A.3. O vetor X contém as variáveis a serem modificada, de modo que a função erro seja minimizada.

- Variáveis de entrada do programa

1º Cartão

N - número de pontos na faixa em que o modelo será otimizado.

FMIN - Frequência mínima na faixa (em GHz).

DEL - Intervalo de frequência na faixa (GHz).

KI - Variável que indica a condição de análise ou otimização. Se KI = 0, não será feita otimização e o programa apenas calcula os parâmetros S com os valores iniciais.

Se KI $\neq$ 0, será feita a otimização do modelo.

NPO - Variável que indica quantos elementos do modelo serão otimizados. O modelo total inclui 36 elementos (ver Figura A.5).

A definição dos elementos em função do vetor X é feita a partir do comando 10500 da listagem do programa fornecida a seguir.

NMAX - Variável que determina o número máximo de explorações que a sub-routine de otimização fará para minimizar a FUNCTION.

29 Cartão

Leitura dos parâmetros S na sequência:

S_{11} , S_{12} , S_{13} , S_{21} , S_{22} , S_{23} , S_{31} , S_{32} , S_{33} , apresentados na forma fasorial (módulo e ângulo em graus). Cada conjunto acima é lido para um ponto de frequência na faixa do projeto. O número de conjuntos deve ser igual a N.

39 Cartão

Leitura dos valores de vetor X, de 6 em 6 em cada cartão. Os valores iniciais de X podem ser obtidos dos elementos do modelo a partir das expressões definidas no programa, no trecho iniciado pelo comando 10500.

109 Cartão

Leitura do peso dos parâmetros S no processo de otimização. Esses valores são lidos na forma matricial por linhas.

O programa DFET utiliza ainda a sub-routine YF1010 do pacote de programas FORTRANINPE, disponíveis na biblioteca de programas do INPE.

Os resultados de saída do programa DFET constam de:

- 1) Parâmetros S lidos, na forma polar e retangular.
- 2) Valores iniciais do vetor X.
- 3) Pesos dos parâmetros S.
- 4) Valores calculados na sub-routine FUNCTION em cada frequência (Matriz Z do DGFET em "chip", matriz Y do encapsulamento, matriz S).
- 5) Valores otimizados do vetor X.
- 6) Valores otimizados dos elementos do modelo.
- 7) Parâmetros S calculados com o modelo otimizado.

Apresenta-se a seguir o exemplo do DGFET DUGAT 10/100 da PLESSEY na forma encapsulada. Mostram-se as listagens do arquivo de da dos de entrada e do programa DFET com os resultados de saída.

66800 F O R T R A N C O M P I L A T I O N M A R K 3.2.230 THURS

OBJECT / DEFECT ON DISK

34 33 32 31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1

```

5(KIND=DISK,TITLE="SIRIUS",FILETYPE=7)
FILE 6(KIND=PRINTER)
00000200 C
00000300 C
S
FORMA
DIMENSION X(38),DX(30),DXMIN(28),FR(38),FA(38),P(3,3) 00000600 C
COMPLEX SM(3,3,6)*SC(3,3,6) 00000700 C
COMPLEX SM1(3,3,6) 00000800 C
COMMON SPAC 00000900 C
COMMON P 00000910 C
COMMON FMIN,DEL,N,K,KI 00001000 C
COMMON RI,RS1,R3,R4,R5,R6,R7,RR,R10,C61,C62,CR,C1,C2,C3,C4,C5, 00001010 C
C6,AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7,TAL1,TAL2,GMD1,GMD2,RT1,RT3,RR2, 00001020 C
RR3,RC2,RR,RR,CR2,CR3 00001030 C
LEITURA DOS DADOS 00001100 C
READ(5,7)N,FMIN,DEL,KI,NPG,NMAX 00001300 C
0021001011 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00001310 C
FMIN=FMIN+1,E+09 00001320 C
DEL=DEL+1,E+09 00001400 C
DO 7 J=1,N 00001500 C
DO 7 I=1,3 00001600 C
7 READ(5,7)(SM(I,I,J),I=1,3) 00001700 C
0021003111 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00001800 C
LEITURA DOS VALORES INICIAIS 00001900 C
READ(5,7)(Y(I),I=1,6) 00002000 C
0021005111 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00002100 C
READ(5,7)(X(I),I=7,12) 00002200 C
0021005411 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00002300 C
READ(5,7)(X(I),I=13,18) 00002400 C
0021006111 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00002500 C
READ(5,7)(X(I),I=19,24) 00002600 C
0021007411 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00002700 C
READ(5,7)(X(I),I=25,30) 00002800 C
0021008111 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00002900 C
READ(5,7)(X(I),I=31,36) 00003000 C
0021009111 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00003100 C
READ(5,7)(X(I),I=37,38) 00003200 C
0021009411 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00003300 C
DO 72 J=1,3 00003400 C
72 READ(5,7)(P(J,I),I=1,3) 00003500 C
0021009911 IS THE LOCATION FOR EXCEPTIONAL ACTION ON THE I/O STATEMENT AT 0000: 00003600 C
ESCREVA OS PARAMETROS LIVROS 00003700 C
DO 8 J=1,N 00003800 C
DO 8 I=1,3 00003900 C
DO 8 II=1,3 00004000 C
8 SM1(I,II,J)=SM(I,I,II,J) 00004100 C
F=FMIN+DEL 00004200 C
WRITE(6,31) 00004300 C
31 FORMATA(7,10X,"PARAMETROS *S* NA FORMA POLAR",7) 00004400 C
DO 32 J=1,N 00004500 C
F=F+DEL 00004600 C
WRITE(6,35)F 00004700 C
DO 32 I=1,3 00004800 C
32 WRITE(6,43)(SM(I,II,J),I=1,3) 00004900 C
F=FMIN+DEL 00005000 C
TRANSFORMACAO DOS PARAMETROS PARA A FORMA RETANGULAR 00005100 C
PI=3.141592 00005200 C

```

	DO 10 J=1,N	00004300	C
	DO 10 I=1,3	00004400	C
	DO 10 II=1,3	00004500	C
	R=REAL(SM(I,II,J))	00004600	C
	AI=AIMAG(SM(I,II,J))	00004700	C
	AI=AI*PI/180.	00004800	C
	AIC=COS(AI)	00004900	C
	AIS=SIN(AI)	00005000	C
	AIC=R*AIC	00005100	C
	AIS=R*AIS	00005200	C
	SM(I,II,J)=CMPLX(AIC,AIS)	00005300	C
10	CONTINUE	00005400	C
	WRITE(6,41)	00005500	C
41	FORMAT(//,10X,"PARAMETROS *S* NA FORMA RETANGULAR(MEDIDOS)",//)	00005600	E
	DO 42 J=1,N	00005700	C
	F=F*DEL	00005800	C
	WRITE(6,39)F	00005900	C
39	FORMAT(//,25X,"FREQUENCIA=",E10.4,//)	00006000	C
	DO 42 I=1,3	00006100	C
42	WRITE(6,43)(SM(I,II,J),II=1,3)	00006200	C
43	FORMAT(//,2Y,3(2X,2(F10.4)))	00006300	C
C	VALORES INICIAIS	00006400	C
	WRITE(6,44)	00006500	C
44	FORMAT(//,20X,"VALORES INICIAIS",//)	00006600	C
	WRITE(6,22)X	00006700	C
22	FORMAT(5X,3(E10.4,3X),//)	00006800	C
	WRITE(6,45)	00006900	C
45	FORMAT(//,20X,"PESOS DADOS AOS PARAMETROS *S*",//)	00007000	C
	WRITE(6,46)P	00007100	C
46	FORMAT(//,10X,3(F10.4,3X))	00007200	C
C	CALCULO DAS CONDIÇÕES INICIAIS	00007300	C
	K=1	00007400	C
	FAP=FUNCAO(X)	00007500	C
	WRITE(6,47)	00007600	C
47	FORMAT(//,10X,"PARAMETROS S CALCULADOS COM OS VALORES INICIAIS",//	00007700	C
	*)	00007800	C
	F=FMIN-DEL	00007900	C
	DO 48 J=1,N	00008000	C
	F=F*DEL	00008100	C
	WRITE(6,39)F	00008200	C
	DO 48 I=1,3	00008300	C
48	WRITE(6,43)(SC(I,II,J),II=1,3)	00008400	C
C	PROCESSO DE MINIMIZACAO	00008500	C
	K=0	00008600	C
C	GERACAO DOS PARAMETROS DA SUBROTINA DE MINIMIZACAO	00008700	C
	DO 51 I=1,38	00008800	C
	UX(I)=0.5	00008900	C
	DXMIN(I)=0.001	00009000	C
	FR(I)=0.5	00009100	C
51	FA(I)=2.	00009200	C
	C=33.	00009300	C
	IF(KI.LC.0)GO TO 9	00009400	C
	CALL MINIMO(F,NPD,X,DX,DXMIN,FR,FA,C,NMAX)	00009500	C
9	WRITE(6,49)	00009600	C
49	FORMAT(//,20X,"PARAMETROS *S* OTIMIZADOS",//)	00009700	C
	F=FMIN-DEL	00009800	C
	DO 50 J=1,N	00009900	C
	F=F*DEL	00010000	C
	WRITE(6,39)F	00010100	C
	DO 50 I=1,3	00010200	C
50	WRITE(6,43)(SC(I,II,J),II=1,3)	00010300	C
		00010400	C

```

R1=500.+499.*COS(X(1))
R51=500.+499.*COS(X(2))
R3=500.+499.*COS(X(3))
R4=500.+499.*COS(X(4))
R5=500.+499.*COS(X(5))
R6=500.+499.*COS(X(6))
R7=500.+499.*COS(X(7))
RR=1.E-6
R10=500.+499.*COS(X(8))
CG1=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(10))
CG2=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(11))
CR=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(12))
C1=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(13))
C2=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(14))
C3=4.E-12+3.999E-12.*COS(X(15))
C4=4.E-12+3.999E-12.*COS(X(16))
C5=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(17))
C6=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(18))
AL1=1.E-8+1.E-8.*COS(X(19))
AL2=1.E-8+1.E-8.*COS(X(20))
AL3=1.E-8+1.E-8.*COS(X(21))
AL4=2.E-8+2.E-8.*COS(X(22))
AL5=2.E-8+2.E-8.*COS(X(23))
AL6=1.E-8+1.E-8.*COS(X(24))
TAL1=8.E-12+7.999E-12.*COS(X(25))
TAL2=8.E-12+7.999E-12.*COS(X(26))
GM01=00.E-3+59.9E-3.*COS(X(27))
RT1=50.+50.*COS(X(28))
RT3=50.+50.*COS(X(29))
GM02=00.E-3+59.9E-3.*COS(X(30))
RR2=4000.+4000.*COS(X(31))
RR3=2000.+2000.*COS(X(32))
RC2=50.+50.*COS(X(33))
R9=500.+500.*COS(X(34))
R2=500.+500.*COS(X(35))
CR2=50.E-12+49.999E-12.*COS(X(36))
CR3=2.E-12+1.999E-12.*COS(X(37))
AL7=2.E-8+2.E-8.*COS(X(38))
FAR=FUNCAD(X)
WRITE(0,100)R1,R51,R3,R5,R4,R7,RR,R10,CG1,CG2,C1,C2,C3,C4,C5,C6,
*AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,TAL1,TAL2,GM01,GM02,RR2,RR3,RC2,
*CR2,CR3,CR,AL7,R9,R4,R2,R11,RT1,
100 FORMAT(/,2X,"R1=",E10.4,2X,"R51=",E10.4,2X,"R3=",E10.4,2X,"R5=",
E10.4,2X,"R6=",E10.4,2X,"R7=",E10.4,2X,"RR=",E10.4,2X,"R10=",
E10.4,2X,"CG1=",E10.4,2X,"CG2=",E10.4,2X,"C1=",E10.4,2X,"C2=",
E10.4,2X,"C3=",E10.4,2X,"C4=",E10.4,2X,"C5=",E10.4,2X,"C6=",
E10.4,2X,"AL1=",E10.4,2X,"AL2=",E10.4,2X,"AL3=",E10.4,2X,"AL4=",
E10.4,2X,"AL5=",E10.4,2X,"AL6=",E10.4,2X,"TAL1=",E10.4,
2X,"TAL2=",E10.4,2X,"GM01=",E10.4,2X,"GM02=",E10.4,
2X,"RR2=",E10.4,2X,"RR3=",E10.4,2X,"RC2=",E10.4,2X,"CR2=",
E10.4,2X,"CR3=",E10.4,2X,"CR=",E10.4,2X,"AL7=",E10.4,2X,
"R9=",E10.4,2X,"R4=",E10.4,2X,"R2=",E10.4,2X,"RT1=",E10.4,
2X,"RT3=",E10.4,2X)
DO 60 J=1,N
DO 60 I=1,3
DO 60 II=1,3
RES=REAL(SC(I,II,J))
ACS=AIMAG(SC(I,II,J))
AMS=CABS(SC(I,II,J))
ANG=RES/AMS
ANG=AKGUS(ANG)/PI*180.
00010500 C
00010600 C
00010700 C
00010800 C
00010900 C
00011000 C
00011100 C
00011200 C
00011300 C
00011400 C
00011500 C
00011600 C
00011700 C
00011800 C
00011900 C
00012000 C
00012100 C
00012200 C
00012300 C
00012400 C
00012500 C
00012600 C
00012700 C
00012800 C
00012900 C
00013000 C
00013100 C
00013200 C
00013300 C
00013400 C
00013500 C
00013600 C
00013700 C
00013800 C
00013900 C
00014000 C
00014100 C
00014200 C
00014210 C
00014300 C
00014400 C
00014500 C
00014600 C
00014700 C
00014800 C
00014900 C
00015000 C
00015100 C
00015200 C
00015300 C
00015400 C
00015500 C
00015600 C
00015700 C
00015800 C
00015900 C
00016000 C
00016100 C
00016200 C
00016300 C
00016400 C

```

IF(ACS.LT.0)ANG=-ANG	00016500	C
SC(I,II,J)=CMPLX(AM,ANG)	00016600	C
60 CONTINUE	00016700	C
WRITE(6,82)	00016800	C
62 FORMAT(//,10X,"PARAMETROS *S* OTIMIZADOS FORMA POLAR",//	00016900	C
15X,"(ANGULO EM GRAUS)",//)	00017000	C
F=FMIN=DEL	00017100	C
DO 64 J=1,N	00017200	C
F=F+DEL	00017300	C
WRITE(6,39)F	00017400	C
DO 64 I=1,3	00017500	C
64 WRITE(6,43)(SC(I,II,J),II=1,3)	00017600	C
WRITE(6,106)	00017700	C
106 FORMAT(//,5X,"PARAMETROSUS *S* CALCULADOS(OTIMIZADOS)",25X,"PARAME	00017800	C
TROS *S* REDUCIDOS",//,45X,"FORMA POLAR - ANGULO EM GRAUS",//)	00017900	C
F=MIN=DEL	00018000	C
DO 105 J=1,N	00018100	C
F=F+DEL	00018200	C
WRITE(6,39)F	00018300	C
DO 105 I=1,3	00018400	C
105 WRITE(6,110)(SC(I,II,J),II=1,3),(SMI(I,II,J),II=1,3)	00018500	C
110 FORMAT(//,2X,3(2X,2F8.3),5X,3(2X,2F8.3))	00018600	C
STOP	00018700	C
END	00018800	C
	SEGME	

	FUNCTION FUNCAD(X)	00018900	C
	DIMENSION X(1),P(3,3)	00019000	C
	COMPLEX ZI(3,3),YE(3,3),YI(3,3),YR(3,3),YRI(3,3),YRS(3,3),ZS(3,3),	00019100	C
	*SI(3,3),SIM(3,3)	00019200	C
	COMPLEX Z3,ZS1,Z2,Z5,RG1,A1,ARUM,DEF,CAM1,AMI1,Z6,CAM12,AMI2,DEL	00019300	C
	*A, Z7, ZR, CG1,FAM11,FAM12,CG2,XL1,XL2,X1(3),Y1(3)	00019400	C
	COMPLEX ZL7,ZL1,ZL3,ZE1,ZR2,ZR3,ZI1,ZI2,ZI3,YR1,YR4,ZR4	00019500	C
	COMPLEX SC(3,3,6),SC(3,3,6)	00019600	C
	COMMON SP,SC	00019700	C
	COMMON P	00019710	C
	COMMON FMIN,DEL,N,K,KY	00019800	C
	COMMON R1,R3,R4,R5,R6,R7,RR,R10,CG1,CG2,CR,C1,C2,C3,C4,C5,	00019810	C
	*C6,AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7,TAL1,TAL2,GMU1,GMD2,RT1,RT3,RR2,	00019820	C
	*RR3,RC2,R9,R2,CR2,CR3	00019830	C
C	MATRIZ IDENTIDADE	00019900	C
	IF(KI.GT.0)GO TO 59	00019910	C
	WRITE(6,56)P	00019920	C
59	CONTINUE	00019930	C
58	FORMAT(// 'MATRIZ PESU NA FUNCTION',//,1X,9(F5.0,1X))	00019940	C
	DO 2 I=1,3	00020000	C
	DO 2 II=1,3	00020100	C
	SI(I,II)=CMPLX(0.,0.)	00020200	C
	SIM(I,II)=CMPLX(0.,0.)	00020300	C
	IF(1.EQ.1I)SI(I,II)=CMPLX(1.,0.)	00020400	C
	IF(1.EQ.1I)SIM(I,II)=CMPLX(-1.,0.)	00020500	C
2	CONTINUE	00020600	C
	ERR0=0.	00020700	C
	PI=3.141592	00020800	C
99	FORMAT(2X,ZE10.4,2I4.)	00020900	C
	F=FMIN=DEL	00021000	C
	R1=10.*9.*COS(X(1))	00021100	C
	RS1=15.*15.*COS(X(2))	00021200	C
	R3=7.5*7.*COS(X(3))	00021300	C
	R4=10.*9.*COS(X(4))	00021400	C
	R5=00.*499.*COS(X(5))	00021500	C
	R6=00.*499.*COS(X(6))	00021600	C
	R7=7.5*7.*COS(X(7))	00021700	C
	RR=1.E+6	00021800	C
	R10=10.*9.*COS(X(9))	00021900	C
	CG1=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(10))	00022000	C
	CG2=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(11))	00022100	C
	CR=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(12))	00022200	C
	C1=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(13))	00022300	C
	C2=0.2E-12+0.199E-12*COS(X(14))	00022400	C
	C3=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(15))	00022500	C
	C4=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(16))	00022600	C
	C5=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(17))	00022700	C
	C6=0.5E-12+0.49E-12*COS(X(18))	00022800	C
	AL1=1.E-09+1.E-09*COS(X(19))	00022900	C
	AL2=1.E-09+1.E-09*COS(X(20))	00023000	C
	AL3=1.E-09+1.E-09*COS(X(21))	00023100	C
	AL4=1.E-09+1.E-09*COS(X(22))	00023200	C
	AL5=1.E-09+1.E-09*COS(X(23))	00023300	C
	AL6=1.E-09+1.E-09*COS(X(24))	00023400	C
	TAL1=8.E-12+7.99E-12*COS(X(25))	00023500	C
	TAL2=8.E-12+7.99E-12*COS(X(26))	00023600	C
	GMU1=60.E-03+59.9E-03*COS(X(27))	00023700	C
	RT1=50.*50.*COS(X(37))	00023710	C
	RT3=50.*50.*COS(X(38))	00023720	C
	GMD2=60.E-03+59.9E-03*COS(X(28))	00023800	C

	RR2=4900.+4000.*COS(X(29))	00023900	C
	RR3=2000.+2000.*COS(X(30))	00024000	C
	RR2=50.+50.*COS(X(31))	00024100	C
	RR=10.+10.*COS(X(32))	00024200	C
	R2=500.+500.*COS(X(33))	00024300	C
	CR2=0.5E-12+0.4999E-12*COS(X(34))	00024400	C
	CR3=0.5E-12+0.4999E-12*COS(X(35))	00024500	C
	AL7=2.E-09+2.E-09*COS(X(36))	00024600	C
C	CALCULO DA MATRIZ Z DO FET E+ CHIP	00024700	C
	RT1=50.+50.*COS(X(37))	00024800	C
	RT3=50.+50.*COS(X(38))	00024900	C
	DD 10 J=1,N	00025000	C
	F=F+DEL	00025100	C
	H=2*PI*F	00025200	C
	ZAL3=H*AL3	00025300	C
	ZS1=CMPLX(RS1,ZAL3)	00025400	C
	DL1=H*AL1	00025500	C
	XL1=CMPLX(0.,DL1)	00025600	C
	OL2=H*AL2	00025700	C
	XL2=CMPLX(0.,OL2)	00025800	C
	XG1=1./(H*CG1)	00025900	C
	Z3=CMPLX(R3,-XG1)	00026000	C
	XCR=1./(H*CR)	00026100	C
	ZR=CMPLX(RR,-XCR)	00026200	C
C	CALCULO DE Z5 BASEADO NOS VALORES DE COIRO	00026300	C
	G5=1./R5	00026400	C
	G6=H*G5	00026500	C
	Z5=CMPLX(G5,G6)	00026600	C
	Z5=1/Z5	00026700	C
C	CALCULO DE Z6	00026800	C
	G7=1./R6	00026900	C
	G8=H*G6	00027000	C
	Z6=CMPLX(G7,G8)	00027100	C
	Z6=1/Z6	00027200	C
C	CALCULO DO MI COMPLEXO USANDO GMD E TAL	00027300	C
	RA1=TAL1*H	00027400	C
	RM1=COS(RA1)	00027500	C
	RN1=SIN(RA1)	00027600	C
	CAM1=GMD1*CMPLX(RM1,-RN1)	00027700	C
	AM1=Z5*CAM1	00027800	C
	RA2=H*TAL2	00027900	C
	RM2=COS(RA2)	00028000	C
	RN2=SIN(RA2)	00028100	C
	CAM2=GMD2*CMPLX(RM2,-RN2)	00028200	C
	AM2=Z6*CAM2	00028300	C
	XG7=1./(H*CG2)	00028400	C
	Z7=CMPLX(R7,-XG7)	00028500	C
	CXG1=CMPLX(0.,-XG1)	00028600	C
	FAM1=AM1+CXG1	00028700	C
	DELTA=Z5+Z7+ZK+Z3+FAM1	00028800	C
	CXG2=CMPLX(0.,-XG7)	00028900	C
	FAM2=AM2+CXG2	00029000	C
C	CALCULO DA FUNCAO Z DO CHIP	00029100	C
	DL7=H*AL7	00029200	C
	XCR2=1./(H*CR2)	00029300	C
	XCR3=1./(H*CR3)	00029400	C
	ZL7=CMPLX(R10,DL7)	00029500	C
	ZL1=CMPLX(P1,DL1)	00029600	C
	ZL3=CMPLX(P9,DL2)	00029700	C
	ZR2=CMPLX(RR2,-XCR2)	00029800	C
	ZR3=CMPLX(RR3,-XCR3)	00029900	C

```

GO TO 11
ICRRO=0
ZT(1,1)=R1+ZS1+Z3*XL1-Z3*(Z3+FAMI1)/DELTA
ZT(1,2)=ZS1+(Z7+Z5)/DELTA
ZT(1,3)=ZT(1,2)*Z7/DELTA
ZT(2,1)=ZS1-FAMI1*(FAMI1+Z3)*(Z7+Z5+FAMI1)/DELTA
ZT(2,2)=R10+ZS1+ZK+Z3*(ZK+Z3)*(FAMI1+ZK+Z3)/DELTA
ZT(2,3)=ZS1+Z5*(ZK+Z3)/DELTA
ZT(3,1)=ZS1-FAMI1*(FAMI1+Z3)*(Z5+FAMI1-FAMI2)/DELTA
ZT(3,2)=ZS1-FAMI1*(FAMI1+ZK+Z3)*(Z5+FAMI1-FAMI2)/DELTA
ZT(3,3)=XL2+Z0+Z7+ZK+Z3+ZS1-FAMI2*(FAMI1+Z7+ZK+Z3)*(Z7+ZK+Z3-FAMI2
)/DELTA
11 ZEQ1=ZS1+R4+Z5*(FAMI1+Z5)*Z5/(FAMI1+Z5+Z3+ZK2)
ZI1=FAMI1+ZK2+Z3+Z5
ZI2=FAMI2+ZK3+Z7+Z6
ZI3=ZK2+Z5
ZT(1,1)=ZL1+ZS1+ZI3*(ZI1-Z3)*ZI3/ZI1
ZT(1,2)=ZS1+Z3+Z5/ZI1
ZT(1,3)=ZT(1,2)
ZT(2,1)=Z5+ZS1*(ZI1-Z3-ZK2)*ZI3/ZI1
ZT(2,2)=ZL7+ZK3+Z6+ZEQ1*(ZI2-Z7)*(ZK3+Z6)/ZI2
ZT(2,3)=ZL03+Z6+Z7/ZI4
ZT(3,1)=ZT(2,1)
ZT(3,2)=Z6+ZEQ1*(ZK3+Z6)*(FAMI2+Z6)/ZI2
ZT(3,3)=ZL3+Z6+ZEQ1*(FAMI2+Z6)*Z6/ZI2
DO 34 I=1,3
DO 34 II=1,3
34 YT(I,II)=ZT(I,II)/50
IF(K.EQ.0)GO TO 13
WRITE(6,15)F
WRITE(6,14)
14 FORMAT(//,20X,"MATRIZ Z DO FET EM CHIP",/)
15 FORMAT(//,30X,"FREQUENCIA=","E10.4",/)
DO 16 I=1,3
16 WRITE(6,17)(YT(I,II),I=1,3)
17 FORMAT(//,5X,3(2F10.4,2X))
C CALCULO DA MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO
13 AY1=H*(C1)
AY2=H*(C2)
AY3=H*(C3)
AY4=H*(C4)
YR1=1/ZR
ZY2=1/AY2
ZR4=CMPLX(K2,ZY2)
YR4=1/ZR4
YE(1,1)=CMPLX(0.,AY1)+YR4
YE(1,2)=(0.,0.)
YE(1,3)=-YR4
YE(2,1)=YE(1,2)
YE(2,2)=CMPLX(0.,AY4)+YR1
YE(2,3)=(0.,0.)
YF(3,1)=YF(1,3)
YE(3,2)=(0.,0.)
YE(3,3)=CMPLX(0.,AY3)+YR4
DO 12 I=1,3
DO 12 II=1,3
12 YE(I,II)=YE(I,II)*50
IF(K.EQ.0)GO TO 15
C MATRIZ DO ENCAPSULAMENTO
WRITE(6,19)
19 FORMAT(//,20X,"MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO",/)

```

```

DO 20 I=1,3                                00035700 C
20 WRITE(6,17)(YE(I,I),I=1,3)              00035800 C
C      CALCULO DA MATRIZ Y TOTAL            00035900 C
C      CALCULO DA MATRIZ Y A PARTIR DA Z DO FET CHIP 00036000 C
      IERRO=0                                00036010 C
18 CALL YF1010(YT,3,IERRO,X1,Y1,3,1.0E-9) 00036100 C
      IF(IERRO.NE.1)WRITE(6,93)IERRO        00036110 C
93  FORMAT(1X,'DETETADO ERRO NA SBRT YF1010 ,IERRO=',I2,/) 00036120 C
      CALL SOMA(YT,YE,YR,3)                 00036200 C
C      CALCULO DA MATRIZ Z SEMIFINAL        00036300 C
      IERRO=0                                00036310 C
      CALL YF1010(YR,3,IERRO,X1,Y1,3,1.0E-9) 00036400 C
      IF(IERRO.NE.1)WRITE(6,93)IERRO        00036410 C
C      ADICAO DAS BOBINAS EXTERNAS         00036500 C
      ZY1=H*AL4                              00036600 C
      ZY2=H*AL5                              00036700 C
      ZY3=H*AL6                              00036800 C
      YR(1,1)=YR(1,1)+CMPLX(0.,ZY1)         00036900 C
      YR(2,2)=YR(2,2)+CMPLX(0.,ZY2)         00037000 C
      YR(3,3)=YR(3,3)+CMPLX(0.,ZY3)         00037100 C
      IF(K.EW.0)GO TO 26                    00037200 C
      WRITE(6,26)                            00037300 C
26  FORMAT(//,20X,"MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)",/) 00037400 C
      DO 27 I=1,3                            00037500 C
27  WRITE(6,17)(YR(I,I),I=1,3)              00037600 C
28  CONTINUE                                00037700 C
C      CALCULO DA MATRIZ *S* RESULTANTE     00037800 C
C*****CALCULO DA MATRIZ Z TOTAL NORMALIZADA 00037805 C
      CALL SOMA(YR,SI,YRI,3)                 00037900 C
      CALL SOMA(YR,SIM,YRS,3)                00038000 C
      IERRO=0                                00038010 C
      CALL YF1010(YRI,3,IERRO,X1,Y1,3,1.0E-9) 00038100 C
      IF(IERRO.NE.1)WRITE(6,93)IERRO        00038110 C
      CALL XMULT(YRI,YRS,ZS,3)               00038200 C
      DO 67 I=1,3                            00038300 C
      DO 67 II=1,3                            00038400 C
67  SC(I,II,J)=ZS(I,II)                    00038500 C
      IF(K.EW.0)GO TO 29                    00038600 C
      WRITE(6,22)                            00038700 C
22  FORMAT(//,10X,"VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION",/) 00038800 C
      DO 23 I=1,3                            00038900 C
23  WRITE(6,17)(ZS(I,I),I=1,3)              00039000 C
      WRITE(6,24)                            00039100 C
24  FORMAT(//,20X,"MATRIZ *Y* DO CHIP",/) 00039200 C
      DO 25 I=1,3                            00039300 C
25  WRITE(6,17)(YT(I,I),I=1,3)              00039400 C
C      CALCULO DA FUNCAO DE ERRO            00039500 C
29  CONTINUE                                00039600 C
      DO 73 I=1,3                            00039700 C
      DO 73 II=1,3                           00039800 C
73  ERRO=ERRO+(P(I,II)*CABS(ZS(I,II)-SM(I,II,J)))*2 00039900 C
C 73  ERRO=ERRO+(CABS(ZS(I,II)-SM(I,II,J))/CABS(SM(I,II,J)))*2 00039910 C
      ERRO=SQRT(ERRO)                        00039920 C
10  CONTINUE                                00040000 C
      FUNCAO=ERRO                            00040100 C
      RETURN                                  00040200 C
      END                                    00040300 C

```

SEG*EN

```

SUBROUTINE SDMA(D1,D2,D3,N)
COMPLEX D1(3,N),D2(3,N),D3(3,N)
DO 10 J=1,N
DO 10 I=1,N
10 D3(J,I)=D1(J,I)+D2(J,I)
RETURN
END

```

```

00040400 C
00040500 C
00040600 C
00040700 C
00040800 C
00040900 C
00041000 C
      SLGME

```

```

SUBROUTINE XMULT(A,B,C,N)
COMPLEX A(3,3),B(3,3),C(3,3)
DO 1 I=1,N
DO 1 J=1,N
C(I,J)=(0.,0.)
1 CONTINUE
DO 2 I=1,N
DO 2 J=1,N
DO 2 L=1,N
C(I,J)=A(I,L)*B(L,J)+C(I,J)
2 CONTINUE
RETURN
END

```

```

                                ST
00041100 C
00041200 C
00041300 C
00041400 C
00041500 C
00041600 C
00041700 C
00041800 C
00041900 C
00042000 C
00042100 C
00042200 C
00042300 C
                                SEGMENT

```

		FURN,
	SUBROUTINE MINIMO(F,N,X,DX,DXMIN,FR,FA,CB,NMAX)	00042400 C
C		00042500 C
C	SUBROTINA PARA MINIMIZACAO DE VARIAS VARIAVEIS PELO METODO	00042600 C
C	DE PESQUISA SEQUENCIAL	00042700 C
C	UTILIZA-SE A FUNCAO EXTERNA F=FUNCAO(X) QUE FORNECE O VALOR DE	00042800 C
C	F EM TERMOS DO VETOR X DAS VARIAVEIS	00042900 C
C		00043000 C
C	PARAMETROS DE ENTRADA	00043100 C
C		00043200 C
C	*N* DIMENSAO DO ESPACO DAS VARIAVEIS X (MENOR OU IGUAL A 20)	00043300 C
C	*X,DX,DXMIN,FR,FA* VETORES REAIS DE DIMENSAO N	00043400 C
C	*X* VALORES INICIAIS DAS VARIAVEIS	00043500 C
C	*DX* ACHESCIMOS INICIAIS DAS VARIAVEIS	00043600 C
C	*FR* FATORES DE RESIDUO(POSITIVOS E MENORES QUE 1.)	00043700 C
C	*FA* FATORES DE ACELERACAO(MAIORES OU IGUAIS A 1.)	00043800 C
C	*CE* CONSTANTE REAL QUALQUER QUE INICIA A SEQUENCIA DE EXPLORACOES	00043900 C
C	ALEATORIAS	00044000 C
C	*NMAX* NUMERO MAXIMO DE EXPLORACOES E/OU TRANSLACOES PERMITIDAS	00044100 C
C		00044200 C
C	PARAMETROS DE SAIDA	00044300 C
C		00044400 C
C	*F* VALOR MINIMO DA FUNCAO	00044500 C
C	*X* VALORES DAS VARIAVEIS QUE MINIMIZAM F(X) ONDE X E MODIFICADO	00044600 C
C	A PARTIR DO PUNTO INICIAL	00044700 C
C		00044800 C
	DIMENSION X(01),DX(01),DXMIN(01),FR(01),FA(01),A(38)	00044900 C
	F=FUNCAO(X)	00045000 C
	WRITE(6,100)	00045100 C
100	FORMAT(1H1,03X,38HVALORES INICIAIS DOS PARAMETROS = (X0)??)	00045200 C
	WRITE(6,200) ((1,X(1)),1*1,N)	00045300 C
200	FORMAT(10X,3HX0(,12*2H)=E12.6??)	00045400 C
	WRITE(6,300)F	00045500 C
300	FORMAT(1H0,2X,27HVALOR INICIAL DA FUNCAO FO=E12.6???)	00045600 C
	NEXPL=0	00045700 C
	NTRANS=0	00045800 C
C	EXPLORACAO	00045900 C
	IF(CB,LI,0.) CB=ABS(CB)	00046000 C
1	NEXPL=NEXPL+1	00046100 C
	K=0	00046200 C
	CB=CB*899./32767.	00046300 C
	R=CB*FLOAT(IFIX(CB))	00046400 C
	CB=R*32767.	00046500 C
	IF(CB,EU,0.) CB=899.	00046600 C
	U=1.+(FLOAT(N)-1.)*R	00046700 C
	NN=IFIX(U)	00046800 C
	IF(U-GE.(FLOAT(IFIX(U))+0.5)) NN=NN+1	00046900 C
	KK=0	00047000 C
	DO 2 J=NN,N	00047100 C
	I=J	00047200 C
	GO TO 3	00047300 C
4	KK=1	00047400 C
	IF(NN,EU,1) GO TO 2	00047500 C
	NN=NN+1	00047600 C
	DO 2 I=1,NN	00047700 C
3	A(I)=0.	00047800 C
	X(I)=X(1)+DX(1)	00047900 C
	FF=FUNCAO(X)	00048000 C
	IF(FF-GE.F) GO TO 5	00048100 C
	F=FF	00048200 C

A(I)=1.	00048300	C
K=1	00048400	C
GO TO 2	00048500	C
57 X(I)=X(I)*2.*DX(I)	00048600	C
FF=FUNCAD(X)	00048700	C
IF(FF.GT.F) GO TO 6	00048800	C
F=FF	00048900	C
A(I)=-1.	00049000	C
K=1	00049100	C
GO TO 2	00049200	C
6 X(I)=X(I)+DX(I)	00049300	C
2 CONTINUE	00049400	C
IF(KK.EQ.0) GO TO 4	00049500	C
IF(K.EQ.0) GO TO 13	00049600	C
C TRANSLACAO	00049700	C
7 DO 8 I=1,N	00049800	C
8 X(I)=X(I)+A(I)*DX(I)	00049900	C
FF=FUNCAD(X)	00050000	C
IF(FF.LI.F) GO TO 9	00050100	C
GO TO 11	00050200	C
9 NTRANS=NTRANS+1	00050300	C
F=FF	00050400	C
IF(NTRANS.EQ.NMAX) GO TO 15	00050500	C
DO 10 I=1,N	00050600	C
10 DX(I)=DX(I)*FA(I)	00050700	C
GO TO 7	00050800	C
11 DO 12 I=1,N	00050900	C
12 X(I)=X(I)+A(I)*DX(I)	00051000	C
IF(NEXPL.EQ.NMAX) GO TO 15	00051100	C
GO TO 1	00051200	C
C ESCALONAMENTO	00051300	C
13 DO 14 I=1,N	00051400	C
IF(DX(I).LT.DXMIN(I)) GO TO 14	00051500	C
DX(I)=DX(I)*FR(I)	00051600	C
K=1	00051700	C
14 CONTINUE	00051800	C
IF(NEXPL.EQ.NMAX) GO TO 15	00051900	C
IF(K.EQ.1) GO TO 1	00052000	C
C CALCULO DO ERRO	00052100	C
15 DO 16 I=1,N	00052200	C
A(I)=0.	00052300	C
NN=0	00052400	C
XX=X(I)	00052500	C
17 IF(NN.EQ.10) GO TO 18	00052600	C
X(I)=X(I)+DXMIN(I)	00052700	C
FF=FUNCAD(X)	00052800	C
IF(FF.GT.F) GO TO 14	00052900	C
NN=NN+1	00053000	C
GO TO 17	00053100	C
18 A(I)=1.	00053200	C
19 XMAX=X(I)	00053300	C
NN=0	00053400	C
X(I)=XX	00053500	C
20 IF(NN.EQ.10) GO TO 21	00053600	C
X(I)=X(I)+DXMIN(I)	00053700	C
FF=FUNCAD(X)	00053800	C
IF(FF.GT.F) GO TO 22	00053900	C
NN=NN+1	00054000	C
GO TO 20	00054100	C
21 A(I)=1.	00054200	C
22 XMIN=X(I)	00054300	C

X(I)=(XMIN+XMAX)/2.	00054400	C
F=FUNCAO(X)	00054500	C
IF(A(I).EQ.0.) GO TO 43	00054600	C
Dx(I)=0.*DXMIN(I)	00054700	C
GO TO 16	00054800	C
23 Dx(I)=(XMAX-XMIN)/2.	00054900	C
16 CONTINUE	00055000	C
NN=0	00055100	C
DO 24 J=1,N	00055200	C
IF(A(I).EQ.1.) NN=NN+1	00055300	C
24 CONTINUE	00055400	C
WRITE(6,400)	00055500	C
400 FORMAT(03X,66HVALORES DOS PARAMETROS CORRESPONDENTES AO MINIMO DA	00055600	C
*FUNCAO F= (X) //)	00055700	C
WRITE(6,500) ((I,X(I)*Dx(I)),I=1,N)	00055800	C
500 FORMAT(10X,20X,12,2H)=,E12.6,3H+-(,E11.6,1H)//)	00055900	C
WRITE(6,600) F	00056000	C
600 FORMAT(1H0,2X,25HVALOR MINIMO DA FUNCAO F=,E12.6 //)	00056100	C
WRITE(6,700) NEXPL,NTRANS,NMAX	00056200	C
700 FORMAT(1H0,2X,34H0 RESULTADO ACIMA FOI ATINGIDO EM ,I4,15H EXPLORA	00056300	C
*COES E ,I4,12H TRANSLACOES/10X,57H(O NUMERO DE EXPLORACOES E O DE	00056400	C
*TRANSLACOES E LIMITADO EM ,I4,1H))	00056500	C
IF(NN.GE.1) WRITE(6,800) NN	00056600	C
800 FORMAT(1H0,2X,"ATENCAO=ENRO ULTRAPASSOU LIMITE 10*DXMIN EM",I2,	00056700	C
*, "VARIAVEIS")	00056800	C
RETURN	00056900	C
END	00057000	C

SLUME!

PARAMETROS *S* NA FORMA POLAR

FREQUENCIA= .2000E+10

0.9100	-36.0000	0.0490	67.0000	0.0230	56.0000
0.2200	-134.0000	0.9600	-15.0000	0.0650	72.0000
2.2100	140.0000	0.2000	155.0000	0.9550	-20.0000

FREQUENCIA= .3000E+10

0.6800	-48.0000	0.0750	60.0000	0.0340	53.0000
0.3600	-148.0000	0.9400	-21.0000	0.0720	69.0000
2.1400	122.0000	0.2150	150.0000	0.9400	-24.0000

FREQUENCIA= .4000E+10

0.8450	-60.0000	0.0890	52.0000	0.0540	44.0000
0.4300	-161.0000	0.9160	-27.0000	0.0850	65.0000
2.0700	100.0000	0.2400	146.0000	0.9200	-28.0000

FREQUENCIA= .5000E+10

0.8150	-75.0000	0.0940	47.0000	0.0620	32.0000
0.5600	-173.0000	0.9050	-32.0000	0.0920	60.0000
1.9800	83.0000	0.2600	141.0000	0.9050	-32.0000

FREQUENCIA= .6000E+10

0.7700	-88.0000	0.1050	43.0000	0.0750	22.0000
0.7100	170.0000	0.8950	-38.0000	0.1050	57.0000
1.8900	60.0000	0.2600	134.0000	0.8800	-37.0000

PARAMETROS *S* NA FORMA RETANGULAR(MEDIDOS)

- A.25 -

FREQUENCIA= .2000E+10

0.7362	-0.5349	0.0191	0.0451	0.0129	0.0191
-0.1528	-0.1583	0.9273	-0.2485	0.0201	0.0618
-1.6930	1.4206	-0.1813	0.0645	0.8974	-0.3266

FREQUENCIA= .3000E+10

0.5888	-0.6540	0.0375	0.0650	0.0205	0.0272
-0.3053	-0.1908	0.8776	-0.3369	0.0258	0.0672
-1.1340	1.6148	-0.1862	0.1075	0.8587	-0.3823

FREQUENCIA= .4000E+10

0.4225	-0.7318	0.0548	0.0701	0.0380	0.0375
-0.4066	-0.1400	0.8162	-0.4159	0.0359	0.0770
-0.3595	2.0386	-0.1990	0.1342	0.6123	-0.4319

FREQUENCIA= .5000E+10

0.2109	-0.7872	0.0641	0.0687	0.0526	0.0329
-0.5558	-0.0682	0.7675	-0.4796	0.0460	0.0797
0.2413	1.9652	-0.2021	0.1636	0.7675	-0.4796

FREQUENCIA= .6000E+10

0.0269	-0.7695	0.0768	0.0716	0.0695	0.0261
-0.6992	0.1233	0.7053	-0.5510	0.0572	0.0881
0.9450	1.6368	-0.1806	0.1870	0.7028	-0.5296

VALORES INICIAIS

.3140E+01	0.	.1570E+01
.3140E+01	.1570E+01	.1570E+01
.1570E+01	.1570E+01	.1570E+01
.1610E+01	.1860E+01	.1570E+01
.2230E+01	.2700E+01	.4530E+01

.2460E+01	.2960E+01	.2750E+01
.2580E+01	.1880E+01	.2440E+01
.3140E+01	.3140E+01	.3140E+01
.8020E+01	.1372E+02	.1980E+01
.1980E+01	0.	.1250E+02
.3000E+01	0.	0.
.3010E+01	.2900E+01	.2350E+01
.3000E+01	.3000E+01	

PESOS DADOS AOS PARAMETROS *S*

	10.0000	4.0000	10.0000
10.0000	30.0000	10.0000	
10.0000	20.0000	15.0000	

FREQUENCIA= .2000E+10

MATRIZ Z DO FET EM CHIP

0.9899	-2.8075	0.6665	0.0292	0.6665	0.0292
7.7683	51.4797	11.0231	-3.0520	9.5659	0.5667
7.7683	51.4797	13.8255	58.9787	17.4202	0.1293

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0030	0.1375	0.0000	0.0000	-0.0030	-0.0119
0.0000	0.0000	0.0000	0.0751	0.0000	0.0000
-0.0030	-0.0119	0.0000	0.0000	0.0030	0.0740

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

1.6777	-3.0469	0.4131	-0.2803	0.2340	-0.5022
3.9065	4.6216	1.4471	-9.6406	0.7692	-1.1475
29.2486	8.6110	8.3863	2.4896	6.3908	-9.9483

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

- A.27 -

0.7923	-0.5279	0.0078	0.0161	0.0129	0.0195
-0.1387	-0.1705	0.9747	-0.1930	0.0115	0.0276
-1.1219	1.0014	-0.0913	0.0318	0.9534	-0.1901

MATRIZ *Y* DO CHIP

0.0186	0.1562	-0.0006	-0.0102	0.0002	-0.0005
0.0236	0.1035	-0.0001	0.0216	-0.0015	-0.0160
0.7828	-0.2924	0.0442	-0.0112	0.0032	0.0174

FREQUENCIA= .3000E+10

MATRIZ Z DO FET EM CHIP

0.9574	-1.8466	0.6552	0.0501	0.6552	0.0501
8.2985	34.3619	10.9319	-2.8154	9.6021	-0.9508
8.2985	34.3619	21.1365	43.0064	18.5263	-1.0707

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0063	0.2049	0.0000	0.0000	-0.0063	-0.0166
0.0000	0.0000	0.0000	0.1126	0.0000	0.0000
-0.0063	-0.0166	0.0000	0.0000	0.0063	0.1097

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

0.9240	-2.3376	0.2105	-0.2700	0.0725	-0.3611
2.2339	2.6742	0.7999	-6.6443	0.5232	-0.7952
15.2500	-0.9522	4.6548	-0.0948	3.1250	-8.1273

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

0.6033	-0.6785	0.0143	0.0199	0.0230	0.0206
-0.2533	-0.1754	0.9517	-0.2832	0.0141	0.0341
-0.6610	1.3066	-0.0995	0.0523	0.9232	-0.2612

MATRIZ *Y* DO CHIP

0.0416	0.2327	-0.0009	-0.0149	0.0004	-0.0006
0.0528	0.1538	-0.0038	0.0304	0.0002	-0.0215
0.7350	-0.4368	0.0484	-0.0146	0.0011	0.0236

FREQUENCIA= .4000E+10

MATRIZ Z DO FET EM CHIP

0.9240	-1.3421	0.6438	0.0756	0.6438	0.0756
8.7612	25.4800	10.7032	-2.9316	9.5722	-1.3755
8.7612	25.4800	27.2406	30.7375	18.9257	-3.0333

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0102	0.2713	0.0000	0.0000	-0.0102	-0.0201
0.0000	0.0000	0.0000	0.1501	0.0000	0.0000
-0.0102	-0.0201	0.0000	0.0000	0.0102	0.1443

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

0.5664	-1.8275	0.1223	-0.2258	0.0071	-0.2022
1.7013	1.9393	0.5196	-5.0179	0.4877	-0.6178
8.5829	-3.0428	2.9366	-0.6978	1.5690	-6.5478

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

0.4152	-0.7574	0.0204	0.0216	0.0310	0.0176
-0.3647	-0.1337	0.9234	-0.3732	0.0117	0.0425
-0.2024	1.3758	-0.1089	0.0801	0.6992	-0.3244

MATRIZ *Y* DO CHIP

0.0738	0.3077	-0.0010	-0.0197	0.0004	-0.0007
--------	--------	---------	---------	--------	---------

- A.29 -

0.0943	0.2031	-0.0113	0.0369	0.0048	-0.0270
0.6673	-0.5804	0.0563	-0.0181	-0.0041	0.0297

FREQUENCIA= .5000E+10

MATRIZ Z DO FET EM CHIP

0.8941	-1.0158	0.6336	0.1043	0.6336	0.1043
9.0707	19.8292	10.3843	-3.1070	9.4719	-1.8057
9.0707	19.8292	29.7989	19.4942	18.3255	-5.0327

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0142	0.3365	0.0000	0.0000	-0.0142	-0.0226
0.0000	0.0000	0.0000	0.1877	0.0000	0.0000
-0.0142	-0.0226	0.0000	0.0000	0.0142	0.1778

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

0.4233	-1.4076	0.0803	-0.1880	-0.0179	-0.2103
1.5122	1.4871	0.3784	-3.9979	0.4902	-0.5475
5.0439	-3.3253	2.0513	-0.8425	0.7578	-5.3448

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

0.2473	-0.7866	0.0260	0.0223	0.0356	0.0120
-0.4637	-0.0542	0.8882	-0.4648	0.0058	0.0565
0.2113	1.3167	-0.1176	0.1164	0.8825	-0.3878

MATRIZ *Y* DO CHIP

0.1156	0.3807	-0.0008	-0.0248	0.0012	-0.0008
0.1496	0.2515	-0.0230	0.0481	0.0125	-0.0332
0.5776	-0.7231	0.0681	-0.0219	-0.0125	0.0363

FREQUENCIA= .6000E+10

MATRIZ Z DO FET EM CHIP

0.8690	-0.7774	0.6252	0.1351	0.6252	0.1351
9.2050	15.8023	10.0391	-3.2665	9.3099	-2.2220
9.2050	15.8023	29.0318	10.3871	17.0707	-6.5023

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0182	0.4008	0.0000	0.0000	-0.0182	-0.0241
0.0000	0.0000	0.0000	0.2252	0.0000	0.0000
-0.0182	-0.0241	0.0000	0.0000	0.0182	0.2103

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP*ENCAPSULAMENTO)

0.3414	-1.2072	0.0584	-0.1597	-0.0248	-0.1589
1.4284	1.1470	0.2971	-3.2949	0.4912	-0.5284
2.9922	-3.1085	1.5485	-0.8666	0.3050	-4.4325

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

0.1043	-0.7846	0.0315	0.0225	0.0370	0.0060
-0.5463	0.0583	0.8447	-0.5593	-0.0009	0.0790
0.5692	1.1668	-0.1239	0.1630	0.8712	-0.4576

MATRIZ *Y* DO CHIP

0.1677	0.4508	-0.0002	-0.0304	0.0018	-0.0006
0.2207	0.2991	-0.0396	0.0581	0.0237	-0.0405
0.4629	-0.8649	0.0846	-0.0260	-0.0247	0.0438

PARAMETROS S CALCULADOS COM OS VALORES INICIAIS

FREQUENCIA= .2000E+10

0.7923	-0.5279	0.0078	0.0161	0.0129	0.0195
--------	---------	--------	--------	--------	--------

-0.1387	-0.1705	0.9747	-0.1930	0.0115	0.0276
-1.1219	1.0614	-0.0913	0.0318	0.9534	-0.1901

FREQUENCIA= .3000E+10

0.6033	-0.6785	0.0143	0.0199	0.0230	0.0208
-0.2533	-0.1754	0.9517	-0.2832	0.0141	0.0341
-0.6610	1.3066	-0.0995	0.0523	0.9232	-0.2612

FREQUENCIA= .4000E+10

0.4152	-0.7574	0.0204	0.0216	0.0310	0.0176
-0.3647	-0.1337	0.9234	-0.3732	0.0117	0.0425
-0.2024	1.3758	-0.1089	0.0801	0.8992	-0.3244

FREQUENCIA= .5000E+10

0.2473	-0.7866	0.0260	0.0223	0.0356	0.0120
-0.4637	-0.0542	0.8882	-0.4648	0.0058	0.0565
0.2113	1.3167	-0.1176	0.1164	0.8825	-0.3878

FREQUENCIA= .6000E+10

0.1043	-0.7846	0.0315	0.0225	0.0370	0.0060
-0.5463	0.0583	0.8447	-0.5593	-0.0009	0.0790
0.5692	1.1668	-0.1239	0.1630	0.8712	-0.4576

VALORES INICIAIS DOS PARAMETROS - (XC)

X0(1)= .314000E+01

X0(2)=0.

X0(3)= .157000E+01

X0(4)= .314000E+01

X0(5)= .157000E+01

X0(6)= .157000E+01

X0(7)= .157000E+01

X0(8)= .157000E+01

X0(9)= .157000E+01

X0(10)= .161000E+01

X0(11)= .186000E+01

X0(12)= .157000E+01

X0(13)= .223000E+01

X0(14)= .270000E+01

X0(15)= .253000E+01

X0(16)= .246000E+01

X0(17)= .296000E+01

X0(18)= .275000E+01

X0(19)= .258000E+01

X0(20)= .188000E+01

X0(21)= .244000E+01

X0(22)= .314000E+01

X0(23)= .314000E+01

X0(24)= .314000E+01

X0(25)= .802000E+01

X0(26)= .137200E+02

X0(27)= .198000E+01

X0(28)= .198000E+01

X0(29)=0.

X0(30)= .125800E+02

X0(31)= .300000E+01

X0(32)=0.

X0(33)=0.

X0(34)= .301000E+01

X0(35)= .290000E+01

X0(36)= .235000E+01

VALOR INICIAL DA FUNCAO F0= .85559E+01

VALORES DOS PARAMETROS CORRESPONDENTES AO MINIMO DA FUNCAO F= (X)

X(1)= .297925E+01+-(.100000E+01)

X(2)= .152675E+01+-(.100000E+01)

X(3)= .366375E+01+-(.100000E+02)

X(4)= .342575E+01+-(.100000E+01)

X(5)= .194950E+01+-(.100000E+01)

X(6)= .200650E+01+-(.450000E+02)

X(7)= .126058E+02+-(.100000E+01)

X(8)= .157000E+01+-(.100000E+01)

X(9)= .179325E+01+-(.100000E+01)

X(10)= .161000E+01+-(.100000E+02)

X(11)= .186450E+01+-(.100000E+01)

X(12)= .125075E+02+-(.100000E+01)

X(13)= .285050E+01+-(.100000E+01)

X(14)= .266725E+01+-(.250000E+02)

X(15)= .249425E+01+-(.100000E+01)

X(16)= .246100E+01+-(.200000E+02)

X(17)= .308950E+01+-(.100000E+01)

X(18)= .324550E+01+-(.100000E+01)

X(19)= .211575E+01+-(.100000E+01)

X(20)= .313450E+01+-(.100000E+01)

$x(21) = .256750E+01 + (-.350000E^{-02})$
 $x(22) = .314150E+01 + (-.250000E^{-02})$
 $x(23) = .314150E+01 + (-.250000E^{-02})$
 $x(24) = .307600E+01 + (-.250000E^{-02})$
 $x(25) = .764950E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(26) = .140995E+02 + (-.100000E^{-01})$
 $x(27) = .198100E+01 + (-.200000E^{-02})$
 $x(28) = .194425E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(29) = .322325E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(30) = .142720E+02 + (-.100000E^{-01})$
 $x(31) = .300000E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(32) = .315175E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(33) = .409825E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(34) = .922425E+01 + (-.100000E^{-01})$
 $x(35) = .340150E+01 + (-.250000E^{-02})$
 $x(36) = .163575E+01 + (-.100000E^{-01})$

VALOR MINIMO DA FUNCAO F = .235586E+01

O RESULTADO ACIMA FOI ATINGIDO EM 120 EXPLORACOES E 31 TRANSLACOES
(O NUMERO DE EXPLORACOES E O DE TRANSLACOES E LIMITADO EM 120)

ATENCAO: ERRO ULTRAPASSOU LIMITE 10*DXMIN EM 25
VARIAVEIS

PARAMETROS *S* OTIMIZADOS

FREQUENCIA = .2000E+10

0.8349	-0.4774	0.0083	0.0235	0.0106	0.0267
-0.1532	-0.2103	0.9620	-0.2186	0.0220	0.0413
-1.5473	1.3715	-0.1651	0.0686	0.9302	-0.2378

FREQUENCIA = .3000E+10

0.6575	-0.6436	0.0180	0.0324	0.0208	0.0341
-0.3526	-0.2003	0.9195	-0.3174	0.0409	0.0492
-0.9605	1.7784	-0.1579	0.1023	0.8738	-0.3291

FREQUENCIA= .4000E+10

0.4501	-0.7455	0.0305	0.0383	0.0311	0.0365
-0.5149	-0.1017	0.8650	-0.4082	0.0579	0.0500
-0.3037	1.9490	-0.1492	0.1387	0.8137	-0.4009

FREQUENCIA= .5000E+10

0.2346	-0.7857	0.0450	0.0408	0.0392	0.0350
-0.6377	0.0724	0.7991	-0.4916	0.0709	0.0476
0.3428	1.8986	-0.1367	0.1807	0.7572	-0.4587

FREQUENCIA= .6000E+10

0.0257	-0.7724	0.0610	0.0394	0.0437	0.0311
-0.6991	0.3057	0.7205	-0.5675	0.0806	0.0461
0.9238	1.6569	-0.1168	0.2301	0.7070	-0.5099

R1= .1118E+01 PS1= .1566E+02 R3= .1433E+01
 R5= .3155E+03 R6= .3627E+03
 R7= .1449E+02 RR= .1000E+07 R10= .8014E+01
 CG1= .4808E-12 CG2= .3581E-12
 C1= .3061E-13 C2= .2297E-13 C3= .1091E-12
 C4= .1192E-12 C5= .1066E-13
 C6= .1264E-13 L1= .4816E-09 L2= .2515E-13
 L3= .1603E-09 L4= .4296E-17
 L5= .4296E-17 L6= .2150E-11
 TAL1= .9622E-11 TAL2= .8301E-11 GMD1= .3611E-01 GMD2= .3815E-01
 RR2= .1333E-02 RR3= .1731E+04 RC2= .5004E+00 CR2= .1012E-13
 CR3= .1776E-13 CR= .9892E-12 L7= .1870E-08 R9= .5159E-03
 R4= .1361E+01 R2= .2119E+03
 RT1= .5004E+00 RT3= .5004E+00

PARAMETROS *S* OTIMIZADOS FORMA POLAR
 (ANGULO EM GRAUS)

FREQUENCIA= .2000E+10

0.0017	-79.7594	0.0249	70.5650	0.0288	68.4207
0.2789	-131.0630	0.0086	-12.8034	0.0468	61.9976
2.0675	138.4455	0.1788	157.4350	0.9601	-14.3383

FREQUENCIA= .3000E+10

0.9500	-44.3878	0.0371	60.9655	0.0399	58.5429
0.4056	-110.4070	0.0727	-14.9438	0.0640	50.2671
2.0212	116.2773	0.1431	147.9702	0.9337	-20.6392

FREQUENCIA= .4000E+10

0.0708	-58.6779	0.0440	51.5073	0.0479	49.6041
0.5244	-165.6224	0.0585	-25.2637	0.0765	40.8161
1.0725	95.6570	0.2037	137.7835	0.9071	-26.2273

FREQUENCIA= .5000E+10

0.6260	-73.0751	0.0607	42.1738	0.0525	41.8066
0.6416	173.5264	0.9382	-31.6020	0.0854	33.9015
1.0293	79.7603	0.2266	127.1203	0.8853	-31.2086

FREQUENCIA= .6000E+10

0.7729	-88.0925	0.0726	32.8722	0.0537	35.4452
0.7530	156.0820	0.9172	-38.2240	0.0929	29.7522
1.0971	60.5552	0.2550	116.9094	0.8717	-32.7964

PARAMETROS *S* CALCULADOS(OTIMIZADOS)

PARAMETROS *S* MEDIDOS

FORMA POLAR = ANGULO EM GRAUS

FREQUENCIA= .2000E+10

0.962	-29.759	0.045	70.555	0.029	68.421	0.910	-36.000	0.049	67.000	0.023	58.000
0.279	-131.064	0.967	-12.803	0.047	61.998	0.220	-134.000	0.960	-15.000	0.065	72.000

2.008 138.445	0.179 157.435	0.960 -14.338	2.210 140.000	0.200 155.000	0.955 -20.000
FRECUENCIA= .3000E+10					
0.620 -44.388	0.037 60.955	0.040 58.543	0.880 -48.000	0.075 60.000	0.034 53.000
0.406 -150.407	0.973 -19.044	0.064 50.287	0.360 -140.000	0.940 -21.000	0.072 69.000
2.021 118.374	0.108 147.070	0.934 -20.639	2.140 122.000	0.215 150.000	0.940 -24.000
FRECUENCIA= .4000E+10					
0.871 -58.878	0.049 51.507	0.048 49.604	0.845 -60.000	0.089 52.000	0.054 44.000
0.525 -108.822	0.956 -25.254	0.076 40.816	0.430 -161.000	0.913 -27.000	0.085 65.000
1.972 98.857	0.204 137.033	0.907 -26.227	2.070 100.000	0.240 146.000	0.920 -28.000
FRECUENCIA= .5000E+10					
0.820 -73.375	0.001 42.174	0.053 41.807	0.815 -75.000	0.094 47.000	0.062 32.000
0.642 173.526	0.938 -31.602	0.085 33.901	0.560 -173.000	0.905 -32.000	0.092 60.000
1.929 79.766	0.227 127.120	0.885 -31.209	1.980 83.000	0.260 141.000	0.905 -32.000
FRECUENCIA= .6000E+10					
0.773 -68.093	0.073 32.372	0.054 35.445	0.770 -88.000	0.105 43.000	0.075 22.000
0.763 156.382	0.917 -38.224	0.093 29.762	0.710 170.000	0.895 -38.000	0.105 57.000
1.897 00.858	0.258 116.909	0.872 -35.796	1.890 60.000	0.260 134.000	0.880 -37.000

APÊNDICE B

MATRIZ "Z" DO DGFET EM CHIP

O modelo do DGFET em "chip", obtido a partir da Figura A.5, é apresentado na Figura B.1.

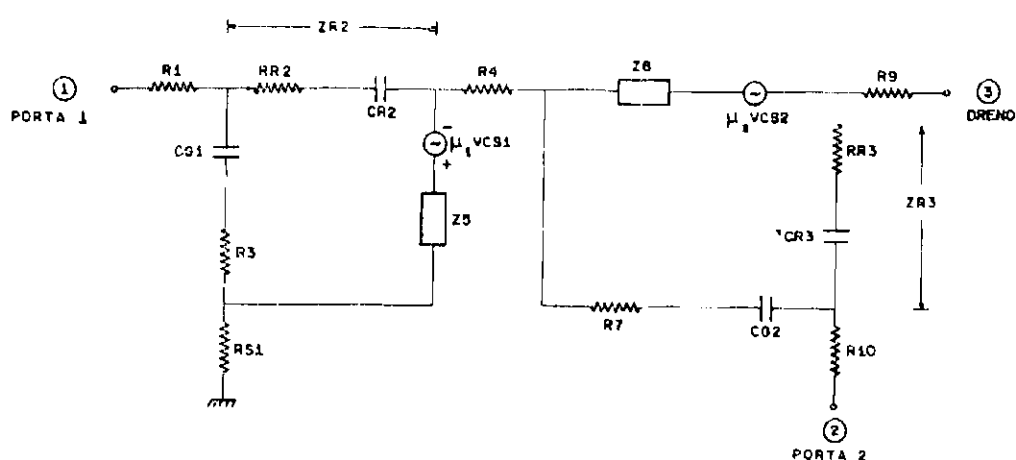


Fig. B.1 - Modelo do DGFET em "chip".

Nessa figura os geradores de corrente em paralelo com capacitores e resistores foram transformados em seus equivalentes de tensão. Sendo assim, têm-se:

$$\mu_1 = g_{m1} Z_5, \quad (B.1)$$

$$\mu_2 = g_{m2} Z_6, \quad (B.2)$$

$$Z_5 = \left(\frac{1}{R_5} + j\omega C_5 \right)^{-1} \quad (B.3)$$

$$Z_6 = \left(\frac{1}{R_6} + j\omega C_6 \right)^{-1} \quad (B.4)$$

Fazendo-se ainda:

$$Z_3 = R_3 + 1/j\omega C_{g1} , \quad (B.5)$$

$$Z_{S1} = R_{S1} , \quad (B.6)$$

$$Z_{R2} = R_{R2} + 1/j\omega C_{R2} , \quad (B.7)$$

$$Z_{R3} = R_{R3} + 1/j\omega C_{R3} \quad (B.8)$$

$$Z_7 = R_7 + 1/j\omega C_{g2} , \quad (B.9)$$

e aplicando a definição de parâmetros "Z", resulta a Tabela B.1.

TABELA B.1

MATRIZ "Z" DO DGFET "CHIP"

$Z_{11} = Z_{S1} + Z_{R2} + Z_5$ $- \frac{(\mu_1 X C g_1 + Z_{R2} + Z_5)(Z_{R2} + Z_5)}{\mu_1 X C g_1 + Z_{R2} + Z_3 + Z_5}$	$Z_{12} = Z_{S1} +$ $+ \frac{Z_3 Z_5}{\mu_1 X C g_1 + Z_{R2} + Z_3 + Z_5}$	$Z_{13} = Z_{12}$
$Z_{21} = Z_5 + Z_{S1}$ $- \frac{(\mu_1 X C g_1 + Z_5)(Z_{R2} + Z_5)}{\mu_1 X C g_1 + Z_{R2} + Z_3 + Z_5}$	$Z_{22} = Z_{R3} + Z_6 + Z_{eq1}$ $- \frac{(\mu_2 X C g_2 + Z_{R3} + Z_6)(Z_{R3} + Z_6)}{(\mu_2 X C g_2 + Z_{R3} + Z_6 + Z_7)}$	$Z_{23} = Z_{eq1} +$ $+ \frac{Z_6 Z_7}{\mu_2 X C g_2 + Z_{R3} + Z_6 + Z_7}$
$Z_{31} = Z_{21}$	$Z_{32} = Z_6 + Z_{eq1}$ $- \frac{(Z_{R3} + Z_6)(\mu_2 X C g_2 + Z_6)}{\mu_2 X C g_2 + Z_{R3} + Z_7 + Z_6}$	$Z_{33} = Z_6 + Z_{eq1}$ $- \frac{(\mu_2 X C g_2 + Z_6)(Z_6)}{\mu_2 X C g_2 + Z_{R3} + Z_6 + Z_7}$

$$Z_{eq1} = Z_{S1} + R_4 + R_5 - \frac{(\mu_1 X C g_1 + Z_5) Z_5}{\mu_1 X C g_1 + Z_5 + Z_3 + Z_{R2}}$$

APÊNDICE C

MATRIZ "Y" DO ENCAPSULAMENTO

De acordo com a Figura A.5, especifica-se para o encapsulamento do DGFET o circuito equivalente, mostrado na Figura C.1.

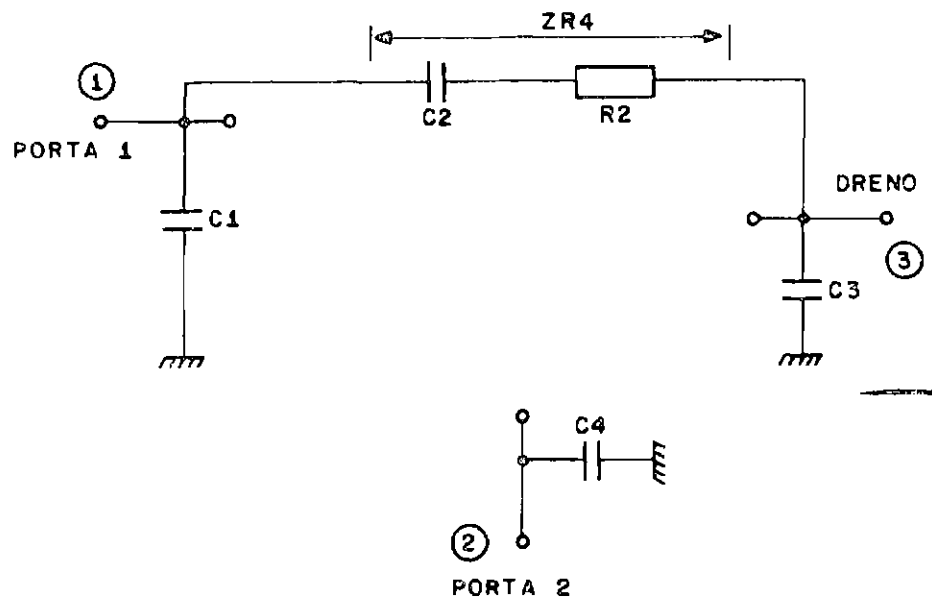


Fig. C.1 - Circuito do encapsulamento do DGFET.

A obtenção da matriz "Y" do circuito acima é imediata, resultando na Tabela C.1.

TABELA C.1

MATRIZ "Y" DO ENCAPSULAMENTO

$Y_{11} = j\omega C_1 + 1/ZR_4$	$Y_{12} = 0$	$Y_{13} = -1/ZR_4$
$Y_{21} = 0$	$Y_{22} = j\omega C_4$	$Y_{23} = 0$
$Y_{31} = -1/ZR_4$	$Y_{32} = 0$	$Y_{33} = j\omega C_3 + 1/ZR_4$

APENDICE D

MATRIZ "ZT" COM INTERLIGAÇÃO ENTRE OS GERADORES

Devido à dificuldade de obter a matriz "Z" para o misturador na forma apresentada na Figura 4.1, adotou-se o procedimento de incorporar os elementos parasitários do modelo DGFET às impedâncias interna dos geradores conectados aos terminais do DGFET. A Figura D.1 apresenta a estrutura do circuito e ressalta os geradores acoplados.

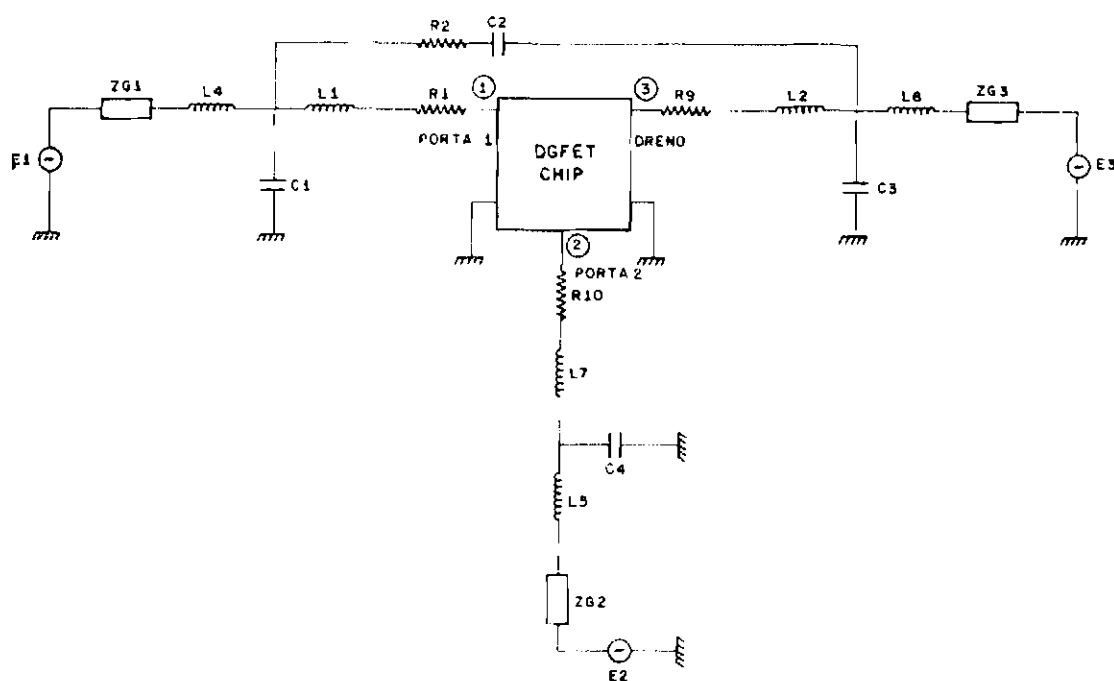


Fig. D.1 - Estrutura do misturador com geradores acoplados.

Na Figura D.2 mostra-se a configuração dos geradores e suas impedâncias internas acopladas. A matriz "Z" usada no projeto do misturador é obtida introduzindo-se os filtros teóricos para isolamento de frequências (ver Capítulo 4) nos terminais 1, 2 e 3 da Figura D.2. Desse modo as impedâncias dos geradores só terão acoplamento em frequências determinadas.

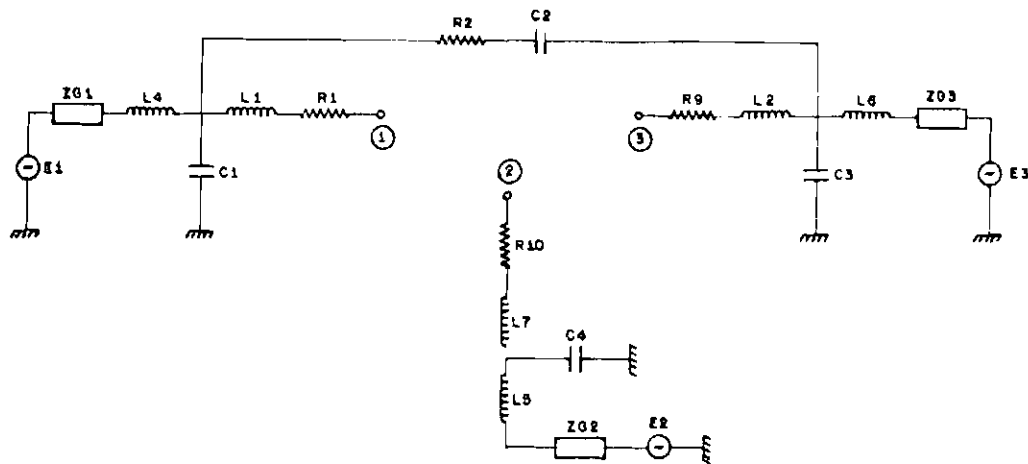


Fig. D.2 - Configuração para os gerador acoplados.

Para o cálculo da matriz "Z", usam-se os seguintes termos:

$$j\omega L_4 + Z_{g1}(i) = Z_{g1} E(i) \quad (D.1)$$

$$j\omega L_5 + Z_{g2}(i) = Z_{g2} E(i) \quad (D.2)$$

$$j\omega L_6 + Z_{g3}(i) = Z_{g3} E(i) \quad (D.3)$$

onde $Z_{gj}(i)$ representa a impedância calculada na frequência ω (frequências de interesse no misturador: sinal, imagem e FI). Usam-se ainda:

$$R_1 + j\omega L_1 = Z_{M1}(i), \quad (D.4)$$

$$R_{10} + j\omega L_7 = Z_{M2}(i), \quad (D.5)$$

$$R_9 + j\omega L_2 = Z_{M3}(i). \quad (D.6)$$

Sendo assim, nas frequências de interesse o circuito equivalente das terminações é apresentado na Figura D.3.

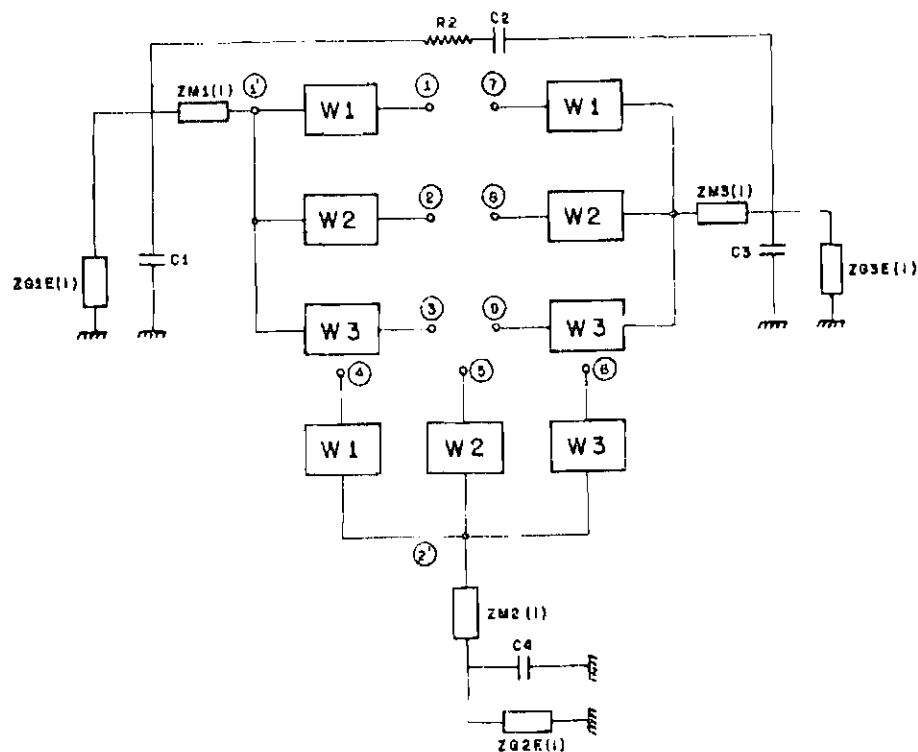


Fig. D.3 - Circuito equivalente das terminações nas frequências de interesse.

Para o cálculo da matriz "Zt" deve-se lembrar que, devido à presença dos filtros ideais nos terminais do DGFET em "chip", o acoplamento das impedâncias dos geradores na Figura D.3 só ocorrerá nas frequências de interesse. Desse modo, os seguintes elementos da matriz "Zt" são zero:

Z_{12} - não existe acoplamento entre os terminais 1 e 2 devido aos filtros.

Z_{13} - não existe acoplamento entre 1 e 3.

Z_{14} - não existe acoplamento entre os termos 1 e 4 na frequência ω_1 .

Z_{15} - não existe acoplamento entre os terminais 1 e 5.

Usando o mesmo raciocínio, concluiu-se que os termos não-nulos da matriz " Z_t " são: Z_{11} , Z_{22} , Z_{17} , Z_{28} , Z_{33} , Z_{39} , Z_{44} , Z_{55} , Z_{66} , Z_{71} , Z_{77} , Z_{82} , Z_{88} , Z_{93} , Z_{99} . Observa-se ainda que, por reciprocidade:

$$Z_{17} = Z_{71}; \quad Z_{28} = Z_{82}; \quad Z_{39} = Z_{93}. \quad (D.7)$$

Chamando " $Z(i)$ " a matriz " Z ", vista nos terminais 1', 2' e 3' (Figura D.3), na frequência ω_i , conclui-se que:

$$Z_t(i, i) = Z_{11}(\omega_i) \quad i = 1, 2, 3 \quad (D.8)$$

$$Z_t(i + 3, i + 3) = Z_{22}(\omega_i) \quad i = 1, 2, 3 \quad (D.9)$$

$$Z_t(i + 6, i + 6) = Z_{33}(\omega_i) \quad i = 1, 2, 3 \quad (D.10)$$

$$Z_t(i, i + 6) = Z_t(i + 6, i) = Z_{13}(\omega_i) \quad i = 1, 2, 3. \quad (D.11)$$

Pode-se, desse modo, construir a matriz " Z_t " dos geradores (Tabela D.1).

TABELA D.1

TERMOS QUE COMPORÃO A MATRIZ "ZT" DO MISTURADOR

$$\begin{aligned}
 Z_{11}(w) &= ZM_1(i) + \frac{XC_1(i)[XC_2(i) - T_3(i)][Zg_1E(i)]}{[XC_2(i) + T_3(i)][XC_1(i) + Zg_1E(i) + Zg_1E(i)XC_1(i)]} \\
 Z_{22}(w) &= ZM_2(i) + \frac{XC_4(i)Zg_2E(i)}{XC_4(i) + Zg_2E(i)} \\
 Z_{33}(w) &= ZM_3(i) + \frac{XC_3(i)[XC_2(i) + T_1(i)][Zg_3E(i)]}{[XC_2(i) + T_1(i)][XC_3(i) + Zg_3E(i) + Zg_3E(i)XC_3(i)]} \\
 Z_{13}(w) &= \frac{T_3(i)T_1(i)}{T_1(i) + T_3(i) + XC_2(i)} \\
 T_1(i) &= \frac{Zg_1E(i)XC_1(i)}{Zg_1E(i) + XC_1(i)} \\
 T_3(i) &= \frac{Zg_3E(i)XC_3(i)}{Zg_3E(i) + XC_3(i)} \\
 XC(i) &= \frac{1}{j\omega C}
 \end{aligned}$$

APÊNDICE E

DETERMINAÇÃO DA MATRIZ "ZM" DO DGFET

Para a determinação dos elementos da matriz "Zm", deve-se notar que:

- o sinal na frequência ω_1 gera somente a frequência de FI (ω_3);
- o sinal na frequência ω_2 (imagem) gera somente a frequência de FI (ω_3);
- o sinal na frequência de FI (ω_3) gera sinal em ω_1 e ω_2 .

Todos os termos que envolvem apenas uma frequência, tais como:

- $Z_{11}, Z_{44}, Z_{77}, Z_{14}, Z_{41}, Z_{17}, Z_{74}, Z_{47}, Z_{74}$ (envolvem só ω_1),
- $Z_{22}, Z_{55}, Z_{88}, Z_{25}, Z_{52}, Z_{28}, Z_{82}, Z_{58}, Z_{85}$ (envolvem só ω_2),
- $Z_{33}, Z_{66}, Z_{99}, Z_{36}, Z_{63}, Z_{93}, Z_{39}, Z_{96}, Z_{69}$ (envolvem só ω_3),

serão obtidos diretamente da matriz "Z" do modelo do DGFET "chip" nas frequências em questão. Para isso, utilizam-se as expressões dadas na Tabela B.1 do Apêndice B.

Com as considerações anteriores pode-se passar ao cálculo de todos os elementos da matriz "Zm". Para facilidade de cálculo, será adotada a seguinte convenção:

$\mu_0 = \mu_1$ - apresentado no modelo do DGFET da Tabela B.1,

μ_1 - gerador de tensão criado na porta 1 pelo OL, aplicado na porta 2,

$\mu_2 = \mu_2$ - apresentado no modelo do DGFET e apresentado na Tabela B.1.

Deve-se também lembrar que toda vez que o gerador μ_1 aparecer, o valor

$$\mu_1 = g_{m01} e^{-j\omega\tau_1} Z_5 \quad (E.1)$$

deverá ser calculado na frequência em que esse gerador vai operar. Sendo assim, o gerador na frequência de FI, criado pelo sinal injetado na porta 1, será calculado por:

$$\mu_1^{(3)} = g_{m01} e^{-j\omega_3\tau_1} Z_5^{(3)}, \quad (E.2)$$

onde o índice (3) indica que o cálculo é feito em frequência (ω_3).

O esquema para o cálculo da matriz "Zm" é apresentado na Figura E.1

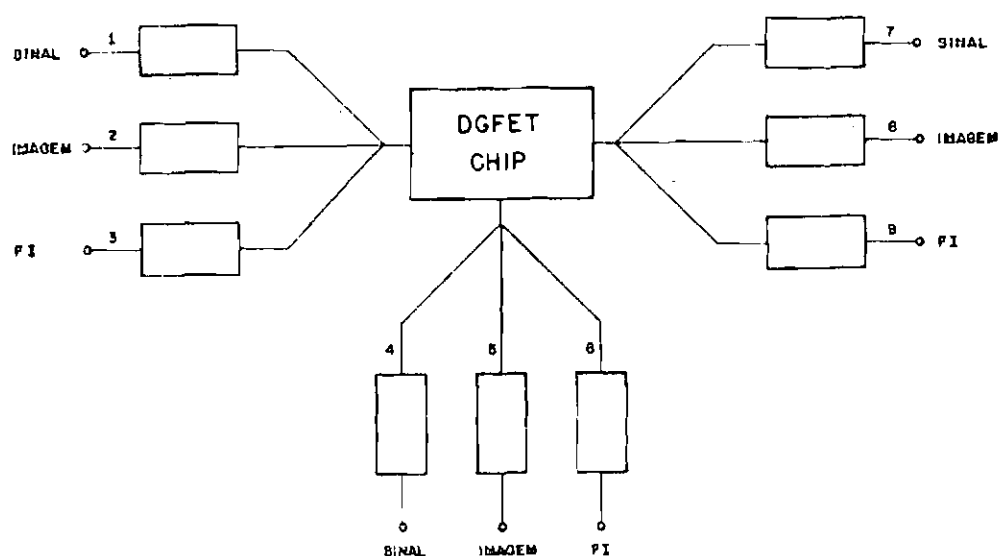


Fig. E.1 - Esquema para o cálculo da matriz "Zm".

Os resultados algébricos estão sintetizados na Tabela E.1, onde se definiu os seguintes termos:

$$D_1(I) = \mu_0^{(I)} \chi Cg_1^{(I)} + ZR_2^{(I)} + Z_5^{(I)} + Z_3^{(I)}$$

$$D_2(I) = ZR_2^{(I)} + Z_5^{(I)}$$

$$D_3(I, J) = \mu_1^{(I)} \chi Cg_1^{(J)}$$

$$D_4(I) = ZS_1^{(I)} + ZR_2^{(I)} + Z_5^{(I)}$$

$$D_5(I) = D_1(I) = Z_3^{(I)}$$

$$D_6(I) = \mu_2^{(I)} \chi Cg_2^{(I)} + ZR_3^{(I)} + Z_6^{(I)} + Z_7^{(I)}$$

$$D_7(I) = ZS_1^{(I)} + R_4 + Z_5^{(I)} - \frac{(\mu_0^{(I)} \chi Cg_1^{(I)} + Z_5^{(I)}) (Z_5^{(I)})}{D_1(I)}$$

$$D_8(I) = ZR_3^{(I)} + Z_6^{(I)}$$

$$D_9(I) = Z_5^{(I)} + ZS_1^{(I)}$$

lembrando ainda que os índices:

- 1, 4, 7 representam o sinal em W_1 ,
- 2, 5, 8 representam o sinal em W_2 ,
- 3, 6, 9 representam o sinal em W_3 .

As seguintes equivalências são válidas:

$$D_1(1) = D_1(4) = D_1(7).$$

$$D_1(2) = D_1(5) = D_1(8).$$

$$D_1(3) = D_1(6) = D_1(9).$$

$$D_2(1) = D_2(4) = D_2(7).$$

$$D_2(2) = D_2(5) = D_2(8).$$

$$D_2(3) = D_2(6) = D_2(9).$$

$$D_3(1) = D_3(4) = D_3(7).$$

$$D_3(2) = D_3(5) = D_3(8).$$

$$D_3(3) = D_3(6) = D_3(9).$$

A determinação algébrica detalhada da matriz "Z_m" é apresentada no Apêndice F.

• Programa NMFET

Este programa determina as impedâncias terminais que maximizam o ganho de conversão de casamento nos acessos do misturador.

O programa utiliza as seguintes sub-routines:

- SUBROUTINE TERM2 - Calcula as impedâncias terminais nas frequências de sinal, FI, OL, e imagem, de acordo com uma configuração especificada pelo usuário ao construir a sub-routine
- SUBROUTINE GERAL - Calcula os parâmetros S generalizados do misturador, usando as impedâncias determinadas pela sub-routine TERM2.

TABELA E.1

MATRIZ 'Zm' DO DGFET NO MISTURADOR

$Z_{11} = D_1(1) \frac{-[D_2(1) - Z_3^{(1)}] D_2(1)}{D_1(1)}$	$Z_{12} = 0$	$Z_{13} = \frac{-D_3(1,3)D_2(3)Z_3^{(1)}}{D_1(3)D_1(1)}$	$Z_{14} = Z_{51}^{(1)} + \frac{Z_2^{(1)}Z_5^{(1)}}{D_1(1)}$	$Z_{15} = 0$	$Z_{16} = \frac{-D_3(1,3)Z_5^{(1)}Z_2^{(1)}}{D_1(3)D_1(1)}$
$Z_{21} = 0$	$Z_{22} = D_1(2) - \frac{[D_1(2) - Z_3^{(2)}]D_2(2)}{D_1(2)}$	$Z_{23} = \frac{-D_3(2,3)D_2(3)Z_3^{(2)}}{D_1(3)D_1(2)}$	$Z_{24} = 0$	$Z_{25} = Z_{51}^{(2)} + \frac{Z_2^{(2)}Z_5^{(2)}}{D_1(2)}$	$Z_{26} = \frac{-D_3(2,3)Z_5^{(2)}Z_2^{(2)}}{D_1(3)D_1(2)}$
$Z_{31} = \frac{-D_3(3,1)D_2(1)Z_3^{(3)}}{D_2(1)D_1(3)}$	$Z_{32} = \frac{-D_3(3,2)D_2(2)Z_3^{(3)}}{D_1(2)D_1(3)}$	$Z_{33} = D_1(3) - \frac{[D_1(3) - Z_3^{(3)}]D_2(3)}{D_1(3)}$	$Z_{34} = \frac{-D_3(3,1)Z_5^{(1)}Z_3^{(3)}}{D_1(1)D_1(3)}$	$Z_{35} = \frac{-D_3(3,2)Z_5^{(2)}Z_3^{(3)}}{D_1(2)D_1(3)}$	$Z_{36} = Z_{51}^{(3)} + \frac{Z_2^{(3)}Z_5^{(3)}}{D_1(3)}$
$Z_{41} = D_9(1) - \frac{[u_0^{(1)}]XCg_1^{(1)} + Z_5^{(1)}]D_2(1)}{D_1(1)}$	$Z_{42} = 0$	$Z_{43} = \frac{-D_3(1,3)D_2(3)}{D_1(3)} + \frac{[u_0^{(1)}]XCg_1^{(1)} + Z_5^{(1)}]D_2(1,3)D_2(3)}{D_1(3)D_1(1)}$	$Z_{44} = D_8(1) + D_7(1) + \frac{-[D_6(1) + Z_7^{(1)}]D_8(1)}{D_6(1)}$	$Z_{45} = 0$	$Z_{46} = \frac{-D_3(1,3)Z_5^{(3)}D_2(1)}{D_1(3)D_1(1)}$
$Z_{51} = 0$	$Z_{52} = D_9(2) - \frac{[u_0^{(2)}]XCg_1^{(2)} + Z_5^{(2)}]D_2(2)}{D_1(2)}$	$Z_{53} = \frac{-D_3(2,3)D_2(3)}{D_1(3)} + \frac{[u_0^{(2)}]XCg_1^{(2)} + Z_5^{(2)}]D_2(2,3)D_2(3)}{D_1(3)D_1(2)}$	$Z_{54} = 0$	$Z_{55} = D_8(2) + D_7(2) + \frac{-[D_6(2) - Z_7^{(2)}]D_8(2)}{D_6(2)}$	$Z_{56} = \frac{-D_3(2,3)Z_5^{(3)}D_2(2)}{D_1(3)D_1(2)}$
$Z_{61} = \frac{-D_3(3,1)D_2(1)}{D_1(1)} + \frac{[u_0^{(3)}]XCg_1^{(3)} + Z_5^{(3)}]D_2(3,1)D_2(1)}{D_1(1)D_1(3)}$	$Z_{62} = \frac{-D_3(3,2)D_2(2)}{D_1(2)} + \frac{[u_0^{(3)}]XCg_1^{(3)} + Z_5^{(3)}]D_2(3,2)D_2(2)}{D_1(2)D_1(3)}$	$Z_{63} = D_9(3) - \frac{[u_0^{(3)}]XCg_1^{(3)} + Z_5^{(3)}]D_2(3)}{D_1(3)}$	$Z_{64} = \frac{-D_3(3,1)Z_5^{(1)}D_2(3)}{D_1(1)D_1(3)}$	$Z_{65} = \frac{-D_3(3,2)Z_5^{(2)}D_2(3)}{D_1(2)D_1(3)}$	$Z_{66} = D_8(3) + D_7(3) + \frac{-[D_6(3) - Z_7^{(3)}]D_8(3)}{D_6(3)}$
$Z_{71} = Z_{41}$	$Z_{72} = 0$	$Z_{73} = Z_{43}$	$Z_{74} = Z_6^{(3)} + D_7(1) + \frac{-D_8(1)(u_2^{(1)}XCg_2^{(1)} + Z_6^{(1)})}{D_6(1)}$	$Z_{75} = 0$	$Z_{76} = Z_{46}$
$Z_{81} = 0$	$Z_{82} = Z_{52}$	$Z_{83} = Z_{53}$	$Z_{84} = 0$	$Z_{85} = Z_6^{(2)} + D_7(2) + \frac{-D_8(2)(u_2^{(2)}XCg_2^{(2)} + Z_6^{(2)})}{D_6(2)}$	$Z_{86} = Z_{56}$
$Z_{91} = Z_{61}$	$Z_{92} = Z_{62}$	$Z_{93} = Z_{63}$	$Z_{94} = Z_{64}$	$Z_{95} = Z_{65}$	$Z_{96} = Z_6^{(3)} + D_7(3) + \frac{-D_8(3)(u_2^{(3)}XCg_2^{(3)} + Z_6^{(3)})}{D_6(3)}$

$Z_{17} = Z_{14}$	$Z_{18} = 0$	$Z_{19} = Z_{16}$
$Z_{27} = 0$	$Z_{28} = Z_{25}$	$Z_{29} = Z_{26}$
$Z_{37} = Z_{34}$	$Z_{38} = Z_{35}$	$Z_{39} = Z_{36}$
$Z_{47} = D_7(1) + \frac{Z_6^{(1)} Z_7^{(1)}}{D_6(1)}$	$Z_{48} = 0$	$Z_{49} = Z_{46}$
$Z_{57} = 0$	$Z_{58} = D_7(2) + \frac{Z_6^{(2)} Z_7^{(2)}}{D_6(2)}$	$Z_{59} = Z_{56}$
$Z_{67} = Z_{64}$	$Z_{68} = Z_{65}$	$Z_{69} = D_7(3) + \frac{Z_6^{(3)} Z_7^{(3)}}{D_6(3)}$
$Z_{77} = Z_6^{(1)} + D_7(1) + \frac{-(\mu_2^{(1)} \chi C g_2^{(1)} + Z_6^{(1)}) Z_6^{(1)}}{D_6(1)}$	$Z_{78} = 0$	$Z_{79} = Z_{76} = Z_{46}$
$Z_{87} = 0$	$Z_{88} = Z_6^{(2)} + D_7(2) + \frac{-(\mu_2^{(2)} \chi C g_2^{(2)} + Z_6^{(2)}) Z_6^{(2)}}{D_6(2)}$	$Z_{89} = Z_{86} = Z_{56}$
$Z_{97} = Z_{67}$	$Z_{98} = Z_{68}$	$Z_{99} = Z_6^{(3)} + D_7(3) + \frac{-(\mu_2^{(3)} \chi C g_2^{(3)} + Z_6^{(3)}) Z_6^{(3)}}{D_6(3)}$

- FUNCTION SCAL - Calcula os parâmetros S do DGFET utilizando os elementos fornecidos na entrada de dados.
- FUNCTION STAR - Calcula as condições de casamento para as impedâncias determinadas pela sub-routine TERM2 e usa a sub-routine GERAL.
- FUNCTION FUNÇÃO - Calcula as matrizes dos geradores e do DGFET em "chip". Calcula o ganho de conversão e o casamento nos acessos. Utiliza as sub-routines descritas anteriormente. Essa FUNCTION é otimizada pela SUBROUTINE MINIMO, descrita no programa DFET.
- SUBROUTINE YF1010 - É uma sub-routine externa, obtida do pacote FORTRANINPE disponível no INPE.

. Entrada de Dados

1º Cartão

K1 - variável de impressão

K1 = 0 - os valores iniciais lidos são impressos.

K1 $\neq$ 0 - os valores iniciais não são impressos.

K2 - variável de impressão

K2 = 0 - as matrizes do gerador e do DGFET são impressas.

K2 $\neq$ 0 - as matrizes do gerador e do DGFET não são impressas.

K3 - variável de impressão

K3 = 0 - a matriz total "geradores + DGFET" é impressa

K3 $\neq$ 0 - a matriz total "geradores + DGFET" não é impressa.

K4 - variável que indica se será feita otimização das impedâncias terminais, ou apenas, a análise do misturador com os valores iniciais fornecidos.

$K4 = 0$ existe otimização.

$K4 \neq 0$ não existe otimização.

NVO = número de variáveis que serão otimizadas.

2º Cartão

Leitura dos valores dos resistores que compõem o modelo do DGFET (valores em Ohms).

$R_1, R_2, R_3, R_4, R_5, R_6, R_7, R_8, R_9, R_{10}, RR_2, RR_3, RC_2, RS_1$,
(ver Figura A.5).

3º Cartão

Leitura dos valores dos capacitores que compõem o modelo do DGFET (valores em pF).

$C_1, C_2, C_3, C_4, C_5, C_6, CR_2, CR_3, CG_1, CG_2$ (ver Figura A.5).

4º Cartão

Leitura dos valores dos indutores que compõem o modelo do DGFET (valores em NH).

$L_1, L_2, L_3, L_4, L_5, L_6, L_7$ (ver Figura A.5).

5º Cartão

GM01, GM02 - trancondutância do DGFET em mmhos.

TAL1, TAL2 - atrasos em picossegundos.

FSINAL - Frequência do sinal de RF.

FAIXA - Intervalo de frequência acima e abaixo de FSINAL, que determina a faixa de frequência em que será feita a análise.

FFI - Frequência de FI.

Todas as frequências (FSINAL, FAIXA, FFI) são fornecidas em GHz.

NMAX - Número máximo de explorações da sub-routine de otimização.

69 Cartão

Leitura do vetor X, que contém as variáveis de otimização de 1 a 3.

79 Cartão

Leitura do vetor X de 4 a 9.

89 Cartão

Leitura do vetor X de 10 a 15.

99 Cartão

Leitura do vetor X de 16 a 20.

. Saída de Dados

A saída de dados do programa NMFET é auto-explicativa, como se pode ver na listagem do programa apresentada a seguir. Apresenta-se também o arquivo de dados de entrada para o exemplo analisado.

NORFILE: NMFLT (06/23/02)

12:38 PM

```

100  SRESET FREL
200  S SET AUTOMIND
300  S BIND YF1010 FROM ROTINAS/FORTRANINPE
400  S BIND=FROM(HELIND0005E) CURTER
500  FILE 5(KIND=DISK,TITLE="NRIGEL",FILETYPE=7)
600  FILE 6(KIND=REMOTE)
700  DIMENSION X(20),DX(20),DXMIN(20),FR(20),FA(20),GTF(100),FFAN(100)
800  DIMENSION DE1(100),WT(3),DE2(100),DES(100)
820  DIMENSION PR(3)
850  COMPLEX ZG1(3),ZG2(3),ZG3(3)
900  COMPLEX CM(3,3),CC(3,3),BX(9)
905  COMMON/SUPER/NCC
910  COMMON SM,SC
1000  COMMON DX
1050  COMMON FMIN,DEL,N,KT,K
1100  COMMON CMAX1,CMAX2,ALMAX,CMIN1,CMIN2,ALMIN
1200  C
1300  C
1400  COMMON R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RR2,RR3,RC2,RS1
1410  COMMON RA,RT1,RT3
1500  C
1600  COMMON C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR2,CR3,CG1,CG2
1700  C
1800  COMMON AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
1900  C
2000  COMMON FSINAL,FIMAG,FFI,GMD0,GMD1,GMD2,TAL1,TAL2,K1,K2,K3,GT
2010  COMMON PR
2100  C
2200  C****LEITURA DOS PARAMETROS DE CONTROLE
2300  C
2400  READ(5,/)K1,K2,K3,K4,NPF,NVD
2500  C
2600  C****LEITURA DOS RESISTORES EM OHMS
2700  READ(5,/)R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RR2,RR3,RC2,RS1
2800  C
2900  C****LEITURA DOS CAPACITORES EM PF
3000  C
3100  READ(5,/)C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR2,CR3,CG1,CG2
3200  C1=C1*1.E-12
3300  C2=C2*1.E-12
3400  C3=C3*1.E-12
3500  C4=C4*1.E-12
3600  C5=C5*1.E-12
3700  C6=C6*1.E-12
3800  CR2=CR2*1.E-12
3900  CR3=CR3*1.E-12
4000  CG1=CG1*1.E-12
4100  CG2=CG2*1.E-12
4200  C
4300  C****LEITURA DOS INDUTORES EM MH
4400  C
4500  READ(5,/)AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
4600  AL1=AL1*1.E-09
4700  AL2=AL2*1.E-09
4800  AL3=AL3*1.E-09
4900  AL4=AL4*1.E-09
5000  AL5=AL5*1.E-09
5100  AL6=AL6*1.E-09

```

```

5200      AL7=AL7*1.E-09
5300      C
5400      C*****LEITURA DAS TRANSCONDUCTANCIAS,RETARDOS E FREQUENCIAS DE INTERESSE
5500      C*****TRANSCONDUCTANCIA EM MMHOS,RETARDO EM PS ,FREQUENCIA EM GHZ
5600      C
5700      READ(5,/)GM00,GM01,GM02,TAL1,TAL2,FSINAL,FAIXA,FFI,NMAX
5800      GM00=GM00*1.E-03
5900      GM01=GM01*1.E-03
6000      GM02=GM02*1.E-03
6100      TAL1=TAL1*1.E-12
6200      TAL2=TAL2*1.E-12
6300      FSINAL=FSINAL*1.E+09
6400      FAIXA=FAIXA*1.E+09
6500      FFI=FFI*1.E+09
6600      FIMAG=FSINAL+2.*FFI
6700      FINIC=FSINAL-FAIXA
6800      FFINAL=FSINAL+FAIXA
6900      DELF=(FFINAL-FINIC)/NPF.
7000      FINIC=FINIC-DELF
7100      C
7200      C*****ESCREVE OS VALORES LIDOS
7300      C
7400      WRITE(6,10)
7500      10  FORMAT(//,10X,'*****',/,
7600      *10X,'*',/,
7700      *10X,'* ANALISE E PROJETO DE MISTURADORES COM FETDG ',/,
7800      *10X,'*',/,
7900      *10X,'*****NJF***',/,
8000      //)
8100      C
8200      WRITE(6,20)FSINAL,FFI,FIMAG
8300      20  FORMAT(//,10X,'FREQUENCIA DO SINAL = ',E10.4,2X,'HERTZ',/,
8400      *10X,'FREQUENCIA DA FI = ',E10.4,2X,'HERTZ',/,
8500      *10X,'FREQUENCIA IMAGEM = ',E10.4,2X,'HERTZ',/,
8600      //)
8700      C*****LEITURA DOS VALORES INICIAIS DA SUBROTINA DE MINIMIZACAO
8800      C
8900      READ(5,/)(X(I),I=1,3)
9000      READ(5,/)(X(I),I=4,9)
9100      READ(5,/)(X(I),I=10,15)
9200      READ(5,/)(X(I),I=16,20)
9300      C
9400      C*****GERACAO DOS PARAMETROS DA SUBROTINA
9500      C
9600      DO 12 I=1,18
9700      DX(I)=20.
9800      DXMIN(I)=0.5
9900      FX(I)=0.1
10000     FA(I)=10.
10100     12  C=33.
10200     C
10300     IF(X1.GT.0)GO TO 100
10400     WRITE(6,50)
10500     50  FORMAT(//,10X,'VALORES INICIAIS FORNECIDOS AO PROGRAMA',/)
10600     WRITE(6,51)R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RR2,RR3,RC2,RS1
10700     51  FORMAT(//,10X,'VALORES DOS RESISTORES EM OHMS',/,5X,
10800     *R1=',E10.4,2X,R2=',E10.4,2X,R3=',E10.4,2X,R4=',E10.4,/,5X,
10900     *R5=',E10.4,2X,R6=',E10.4,2X,R7=',E10.4,2X,R8=',E10.4,/,5X,
11000     *R9=',E10.4,2X,R10=',E10.4,2X,RR2=',E10.4,2X,RR3=',E10.4,/,5X,
11100     *RC2=',E10.4,2X,RS1=',E10.4,/)

```

```

11200 C*****ESCREVE OS VALORES DOS CAPACITORES*****
11300 IF(K1.GT.0)GO TO 100
11400 WRITE(6,60)C1,C2,C3,C4,C5,C6,CG1,CG2,CR2,CR3
11500 60 FORMAT(//,10X,'VALORES DOS CAPACITORES EM FARAD',//,5X,
11600 *,'C1=',E10.4,2X,'C2=',E10.4,2X,'C3=',E10.4,2X,'C4=',E10.4,2X,
11700 *,'C5=',E10.4,2X,'C6=',E10.4,2X,'CG1=',E10.4,2X,'CG2=',E10.4,2X,
11800 *,'CR2=',E10.4,2X,'CR3=',E10.4,2X,/)
11900 C
12000 C*****ESCREVE OS VALORES DOS INDUTORES *****
12100 IF(K1.GT.0)GO TO 100
12200 WRITE(6,70)AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
12300 C
12400 70 FORMAT(//,10X,'VALORES DOS INDUTORES EM HENRY',//,5X,
12500 *,'L1=',E10.4,2X,'L2=',E10.4,2X,'L3=',E10.4,2X,'L4=',E10.4,2X,
12600 *,'L5=',E10.4,2X,'L6=',E10.4,2X,'L7=',E10.4,2X,/)
12700 C*****ESCREVE OS VALORES DAS TRANSCONDUTANCIAS E RETARDOS*****
12800 C
12900 IF(K1.GT.0)GO TO 100
13000 WRITE(6,80)GM00,GM01,GM02,TAL1,TAL2
13100 80 FORMAT(//,2X,'VALORES DE TRANSCONDUTANCIA EM NHQS E RETARDOS EM
13200 *SEGUNDOS',//,5X,
13300 *,'GM00=',E10.4,2X,'GM01=',E10.4,2X,'GM02=',E10.4,2X,
13400 *,'TAL1=',E10.4,2X,'TAL2=',E10.4,2X,/)
13500 C
13600 C*****ESCREVE OS VALORES INICIAIS ANALISE E OTIMIZACAO DAS TERMINACOES
13700 C
13800 IF(K1.GT.0)GO TO 100
13900 C
14000 WRITE(6,90)
14100 90 FORMAT(//,3X,'VALORES INICIAIS PARA OTIMIZACAO',//)
14200 WRITE(6,91)
14300 91 FORMAT(//,5X,'VALORES DOS COMPONENTES DO CASAMENTO DA FI(PF,NH)
14400 *,'//,5X,'C1=',E10.4,5X,'L=',E10.4,5X,'C2=',E10.4,5X,'IMPEDAN
14500 *CIAS DOS TRAFOS EM OHMS',//,5X,'TRGT1=',E10.4,5X,'TRGT2=',E10.
14600 *,'//,5X,'IDREN=',E10.4,5X,'COMPRIMENTO DAS LT DE 50 OHMS',//,5X,
14700 *,'ALG1=',E10.4,5X,'ALG2=',E10.
14800 *,'//,5X,'ALG3=',E10.4,5X,'VALOR DOS CAPACITORES SERIE EM PF',//,5X,'C1
14900 *=',E10.4,5X,'C2=',E10.4,5X,'C3=',E10.4,5X,'CHOQUE DE RF (NH) =',
15000 *,'//,5X,'FREQUENCIA CENTRAL DAS LT (GHZ)='E10.4,5X,'//,5X,'VALORES
15100 * MAXIMOS DOS ELEMENTOS DO CASAMENTO DA FI (PF,NH)',//,5X,'C1MAX=',
15200 *,'E10.4,5X,'ALMAX=',E10.4,5X,'C2MAX=',E10.4,5X,'//,5X,'VALORES MINIMOS
15300 * DOS ELEMENTOS DO CASAMENTO DA FI',//,5X,'C1MIN=',E10.4,5X,'ALMIN
15400 *=',E10.4,5X,'C2MIN=',E10.4,5X,/)
15500 100 CONTINUE
15600 C
15700 C*****INICIA O PROGRESSO DE OTIMIZACAO
15800 C
15900 CMAX1=(X(15)+X(16))/2.
16000 CMIN1=(X(15)-X(16))/2.
16100 CMAX2=(X(17)+X(20))/2.
16200 CMIN2=(X(17)-X(20))/2.
16300 ALMAX=(X(16)+X(17))/2.
16400 ALMIN=(X(16)-X(17))/2.
16500 VF=(X(1)*CMAX1)/CMIN1
16600 C X(1)=ARCOS(VF)
16700 VF=(X(2)*ALMAX)/ALMIN
16800 C X(2)=ARCOS(VF)
16900 VF=(X(3)*CMAX2)/CMIN2
17000 C X(3)=ARCOS(VF)
17100 IF(K4.GT.0) GO TO 105
17200 CALL MINIMO(F,NV0,X,DX,DXMIN,FR,FA,C,NMAX)

```

```

17300      C10=CMAX1+CHIN1*CDOS(X(1))
17400      ALN=ALMAX+ALMIN*CDOS(X(2))
17500      C20=CMAX2+CHIN2*CDOS(X(3))
17600      WRITE(6,124)C10,ALN,C20
17700 124  FORMAT(//,10X,'VALORES DOS COMPONENTES OTIMIZADOS',/,5X,
17800      *,'C1=',E10.4,1X,'(PF)',2X,'L=',E10.4,1X,'(NH)',2X,'C2=',E10.4,
17900      *,'(PF)',/,)
18000 105  READ(5,/)K2,K3,KT,K
18100      FAR=FUNCAO(X)
18200      GT=10.*ALOG10(GT)
18300 C*****ESCREVE O VALOR DO GANHO CALCULADO
18400      WRITE(6,61)X
18500 61  FORMAT(/,2X,3(2E10.4,2X),/)
18600 C
18700      WRITE(6,107)
18800 107  FORMAT(//,10X,'VALOR DO GANHO TRANSDUTIVO CALCULADO',//,10X,'GT0 =
18900      * INDICA GANHO OTIMIZADO',//,10X,'GT1 = INDICA GANHO ANALISADO',/)
19000 C
19100      WRITE(6,109)K4,GT
19200 109  FORMAT(//,10X,'GT',11,1X,'=',1X,E10.4,2X,'DB',/)
19300      K3=1
19400      K2=1
19410      K1=0
19420      K=0
19500      DO 500 I=1,NPF
19600      FINIC=FINIC+DELF
19700      FFAN(I)=FINIC
19800      FSINAL=FFAN(I)
19900      FIMAG=FSINAL+2.*FFI
20000      FAR=FUNCAO(X)
20010 C*****SERA DEFINIDO AQUI NOVAMENTE O VETOR DAS FREQUENCIAS W(I)
20020      W(1)=2.*3.1415*FSINAL
20030      W(3)=2.*3.1415*FFI
20040      W(2)=2.*3.1415*FIMAG
20045      DO 722 II=1,3
20050 722  CALL TERM2(W(1),X,ZG1(1),ZG2(1),ZG3(1),CMAX1,CMAX2,ALMAX,
20060      *CHIN1,CHIN2,ALMIN,RUFI,AKFI)
20070      F20=STAR(ZG1,ZG2,ZG3,W(1),X)
20100      DE1(1)=(1-SQRT(PR(1)))/(1+SQRT(PR(1)))
20200      DE2(1)=(1-SQRT(PR(2)))/(1+SQRT(PR(2)))
20300      DE3(1)=(1-SQRT(PR(3)))/(1+SQRT(PR(3)))
20320      GTF(1+NPF)=10.*ALOG10(PR(1))
20330      GTF(1+NPF)=10.*ALOG10(PR(2))
20340      GTF(1+NPF)=10.*ALOG10(PR(3))
20400 500  GTF(1)=10.*ALOG10(GT)
20500 C
20600      WRITE(6,501)
20700 501  FORMAT(5X,'FREQUENCIA(HZ)',5X,'GANHO DE CONVERSAO(DB)',/)
20800      WRITE(6,502)(FFAN(I),GTF(1),DE1(I),DE2(1),DE3(1),I=1,NPF)
20900 502  FORMAT(5X,E10.4,10X,E10.4,2X,E8.2,2X,E8.2,2X,E8.2,/)
20910      NCC=4
21000      CALL CURVA(NPF,FFAN,GTF)
21100      STOP
21200      END
21300      FUNCTION FUNCAO(X)
21400      DIMENSION X(1)
21500      DIMENSION XCG1(3),XCG2(3),XCE1(3),XCE2(3),XCE3(3),XCE4(3),XCE5(3),
21600      *XCE6(3),XCR2(3),XCR3(3),W(3),XL2(3),XL1(3),XL3(3),XL4(3),XL5(3),XL
21700      *6(3),XL7(3),X6(3),X5(3)
21800 C
21900      COMPLEX Z3(3),Z5(3),Z6(3),Z7(3),ZR2(3),ZR3(3),ZS1(3),A=10(3),AM1(

```

```

22000      *3),AM12(3),XG1(3),XG2(3),D1(3),D2(3),D4(3),D5(3),D6(3),D7(3),D8(3)
22100      *D9(3),ZG1(3),ZG2(3),ZG3(3),ZG1E(3),ZG2E(3),ZG3E(3),ZM1(3),ZM2(3),
22200      *ZM3(3),XC1(3),XC2(3),XC3(3),XC4(3),T1(3),T3(3),Z13(3),Z31(3),Z11(3)
22300      *),Z22(3),Z33(3),A(9,9),DA1(9,9),DA2(9,9),DA3(9,9)
22400      COMPLEX TG1,TG2,TG3,CAMI0,CAMI1,CAMI2,AI9L,Z,DET
22500      COMPLEX ZTG(9,9),ZFET(9,9),D3(9,9),ZMIST(9,9),ZSUP(8,8)
22600      COMPLEX ZS(3,3),ZI(3,3),ZFI(3,3)
22650      COMPLEX SM(3,3),SC(3,3),BX(9)
22700      COMPLEX DET11,DET12,DET10
22800      COMPLEX B(9)
22910      COMMON SM,SC
22930      COMMON BX
22950      COMMON FMIN,DEL,N,KT,K
22970      COMMON CMAX1,CHAX2,ALMAX,CMIN1,CMIN2,ALMIN
22990      C
23010      C
23030      COMMON R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RK2,RR3,RC2,RS1
23050      COMMON RM,RT1,RT3
23070      C
23090      COMMON C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR2,CR3,CG1,CG2
23110      C
23130      COMMON AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
23150      C
23170      COMMON FSINAL,FIMAG,FFI,GMO0,GMO1,GMO2,TAL1,TAL2,K1,K2,K3,GT
24100      C
24200      PI=3.141592
24300      W(1)=2.*PI*FSINAL
24400      W(2)=2.*PI*FIMAG
24500      W(3)=2.*PI*FFI
24600      IK=0
24700      DO 000 I=1,5,2
24800      IK=IK+1
24900      ZG1(IK)=CMPLX(ABS(X(I))+5.,X(I+1))
25000      ZG2(IK)=CMPLX(ABS(X(I+6))+10.,X(I+7))
25100      ZG3(IK)=CMPLX(ABS(X(I+12))+0.01,X(I+13))
25200      C
25300      C
25400      C
25500      C
25600      DO 5 I=1,3
25700      XCG1(I)=1./(n(I)*CG1)
25800      XCG2(I)=1./(n(I)*CG2)
25900      XCE1(I)=1./(n(I)*C1)
26000      XCE2(I)=1./(n(I)*C2)
26100      XCE3(I)=1./(n(I)*C3)
26200      XCE4(I)=1./(n(I)*C4)
26300      XCE5(I)=1./(n(I)*C5)
26400      XCE6(I)=1./(n(I)*C6)
26500      XCR2(I)=1./(n(I)*CR2)
26600      XCR3(I)=1./(n(I)*CR3)
26700      C
26800      C
26900      C
27000      XL1(I)=n(I)*AL1
27100      XL2(I)=n(I)*AL2
27200      XL3(I)=n(I)*AL3
27300      XL4(I)=n(I)*AL4
27400      XL5(I)=n(I)*AL5
27500      XL6(I)=n(I)*AL6
27600      XL7(I)=n(I)*AL7
27700      C
27700      C

```

```

27800      C
27900      Z3(I)= CMPLX(R3,-XCG1(I))
28000      BR5=1/R5
28100      BR6=1/R6
28200      BX6(I)=1./XCL6(I)
28300      BX5(I)=1./XCL5(I)
28400      Z5(I)=CMPLX(BR5,BX5(I))
28500      Z5(I)=1./Z5(I)
28600      Z6(I)=CMPLX(BR6,BX6(I))
28700      Z6(I)=1./Z6(I)
28800      Z7(I)=CMPLX(R7,-XCG2(I))
28900      ZR2(I)=CMPLX(RR2,-XCR2(I))
29000      ZR3(I)=CMPLX(RR3,-XCR3(I))
29100      ZS1(I)=CMPLX(RS1,XL3(I))
29200      RA1=TAL1*n(I)
29300      RM1=COS(RA1)
29400      RN1=SIN(RA1)
29500      CAM10=GM00+CMPLX(RM1,-RN1)
29600      AM10(I)=Z5(I)*CAM10
29700      CAM11=GM01+CMPLX(RM1,-RN1)
29800      AM11(I)=CAM11/2.
29900      RA2=TAL2*n(I)
30000      RM2=COS(RA2)
30100      RN2=SIN(RA2)
30200      CAM12=GM02+CMPLX(RM2,-RN2)
30300      AM12(I)=Z6(I)*CAM12
30400      XG1(I)=CMPLX(0.,-XCG1(I))
30500      XG2(I)=CMPLX(0.,-XCG2(I))
30600      C
30700      C      CALCULO DOS TERMOS MAIORES PARA OS ELEMENTOS DA MATRIZ
30800      C
30900      D1(I)=AM10(I)*XG1(I)+ZR2(I)+Z5(I)+Z3(I)
31000      D2(I)=ZR2(I)+Z5(I)
31100      D4(I)=ZS1(I)+ZR2(I)+Z5(I)
31200      D5(I)=D1(I)-Z3(I)
31300      D6(I)=AM12(I)*XG2(I)+ZR3(I)+Z6(I)+Z7(I)
31400      D7(I)=ZS1(I)+R4+Z5(I)-(AM10(I)*XG1(I)+Z5(I))*Z5(I)/D1(I)
31500      D8(I)=ZR3(I)+Z6(I)
31600      D9(I)=Z5(I)+ZS1(I)
31700      C
31800      C      CALCULO DAS COMPONENTES QUE FORMARAO A MATRIZ DOS GERADORES
31900      C
32000      C      A IMPEDECIA DOS GERADORES EXTERNOS E DETERMINADO PELA SUBROTINA
32100      C      *TERMINAL (ZG1,ZG2,ZG3)
32200      C
32300      CALL TERM2(N(I),X,ZG1(I),ZG2(I),ZG3(I),CMAX1,CMAX2,
32400      *ALMAX,CMIN1,CMIN2,ALMIN,KLFI,KLFI)
32405      IF(K2*GF.0)GO TO 219
32410      WRITE(6,126)N(I),ZG1(I),ZG2(I),ZG3(I)
32500      126  FORMAT(5X,'IMPEDEC DOS GER HA FREQ DE',2X,E10.4,
32600      *,' (RAD)',/,1X,'Z1=',2E10.4,2X,'ZG2=',2E10.4,2X,
32700      */,5X,'ZG3=',2E10.4,/)
32800      C
32900      219  ZG1E(I)=ZG1(I)+CMPLX(0.,XL4(I))
33000      ZG2E(I)=ZG2(I)+CMPLX(1.,XL5(I))
33100      ZG3E(I)=ZG3(I)+CMPLX(0.,XL6(I))
33200      ZM1(I)=CMPLX(R1,XL1(I))
33300      ZM2(I)=CMPLX(R10,XL7(I))
33400      ZM3(I)=CMPLX(R9,XL2(I))
33500      XC1(I)=CMPLX(0.,-XCE1(I))
33600      XC2(I)=CMPLX(0.,-XCE2(I))

```

```

33700      XC3(I)=CMPLX(0.,-XCE3(I))
33800      XC4(I)=CMPLX(0.,-XCE4(I))
33900      T1(I)=ZG1E(I)*XC1(I)/(ZG1E(I)+XC1(I))
33920      223  FORMAT(1A,'T1(I)=' ,2E10.4,'2X','T3(I)=' ,2E10.4,'/ )
34000      T3(I)=ZG3E(I)*XC3(I)/(ZG3E(I)+XC3(I))
34050      C      WRITE(6,'23')T1(I),T3(I)
34100      Z13(I)=T3(I)*T1(I)/(T1(I)+T3(I)+XC2(I))
34200      Z31(I)=Z13(I)
34300      Z11(I)=ZM1(I)+XC1(I)*(XC2(I)+T3(I))*ZG1E(I)/((XC2(I)+T3(I))*(XC1(
34400      *I)+ZG1E(I))+ZG1E(I)+XC1(I))
34500      C
34600      Z22(I)=ZM2(I)+XC4(I)*ZG2E(I)/(XC4(I)+ZG2E(I))
34700      C
34800      Z33(I)=ZM3(I)+ XC3(I)*(XC2(I)+T1(I))*ZG3E(I)/((XC2(I)+T1(I))*(XC3(
34900      *I)+ZG3E(I))+ZG3E(I)+XC3(I))
34950      C*** AQUI ESTA SENDO FEITA A APROXIMACAO NO CALCULO DA FI
34960      Z33(3)=ZM3(3)+T3(3)
35000      C
35100      5  CONTINUE
35110      C      WRITE(6,'202')T1(3),T3(3),Z13(3),XC2(3)
35120      202  FORMAT(1A,'T1=' ,2E10.4,'/ ,1X','T2=' ,2E10.4,'/ ,1X','Z13=' ,2E10.4,
35130      ', ,1X','XC2=' ,2E10.4,'// )
35150      RL=RLFI
35160      AKU=AKFI
35170      F20=STAR(ZG1,ZG2,ZG3,AK,X)
35200      C
35300      C      INICIO DA FORMACAO DA MATRIZ DOS GERADORES ZTG
35400      C
35500      DO 10 I=1,9
35600      DO 10 J=1,9
35700      C
35800      10  ZTG(I,J)=CMPLX(0.,0.)
35900      C
36000      ZTG(1,1)=Z11(1)
36100      ZTG(1,7)=Z13(1)
36200      ZTG(2,2)=Z11(2)
36300      ZTG(2,8)=Z13(2)
36400      ZTG(3,3)=Z11(3)
36500      C      ZTG(3,9)=Z13(3)
36600      ZTG(4,4)=Z22(1)
36700      ZTG(5,5)=Z22(2)
36800      ZTG(6,6)=Z22(3)
36900      ZTG(7,1)=ZTG(1,7)
37000      ZTG(7,7)=Z33(1)
37100      ZTG(8,2)=ZTG(2,8)
37200      ZTG(8,8)=Z33(2)
37300      ZTG(9,3)=ZTG(3,9)
37400      ZTG(9,9)=Z33(3)
37500      C
37600      C      FORMACAO DA MATRIZ DO FET OVAL GATE =ZFET
37700      C
37800      DO 15 I=1,3
37900      DO 15 J=1,3
38000      15  D3(I,J)=AM11(J)=Z5(I)*XG1(J)
38100      C
38200      DO 20 I=1,3
38300      DO 20 J=1,3
38400      20  ZFET(I,J)=CMPLX(0.,0.)
38500      C
38600      DO 25 I=1,3
38700      C

```

```

38800 C      GERACAO DOS TERMOS 11,22,33
38900 C
39000      ZFET(1,1)=D4(I)-(U1(I)-Z3(I))*D2(I)/D1(I)
39100 C
39200 C      GERACAO DOS TERMOS 14,25,36
39300 C
39400      ZFET(1,1+3)=Z5(I)+Z3(I)+Z5(I)/D1(I)
39500 C
39600 C      GERACAO DOS TERMOS 17,28,39
39700 C
39800      ZFET(1,1+6)=ZFET(1,1+3)
39900 C
40000 C      GERACAO DOS TERMOS 41,52,63
40100 C
40200      ZFET(1+3,1)=D9(I)-(AM10(I)*XG1(I)+Z5(I))*D2(I)/D1(I)
40300 C
40400 C      GERACAO DOS TERMOS 44,55,66
40500 C
40600      ZFET(1+3,1+3)=D8(I)+D7(I)-(D6(I)-Z7(I))*D8(I)/D6(I)
40700 C
40800 C      GERACAO DOS TERMOS 47,58,69
40900 C
41000      ZFET(1+3,1+6)=D7(I)+Z6(I)+Z7(I)/D6(I)
41100 C
41200 C      GERACAO DOS TERMOS 71,82,93
41300 C
41400      ZFET(1+6,1)=ZFET(1+3,1)
41500 C
41600 C      GERACAO DOS TERMOS 74,85,96
41700 C
41800      ZFET(1+6,1+3)=Z6(I)+D7(I)-D8(I)*(AM12(I)*XG2(I)+Z6(I))/D6(I)
41900 C
42000 C      GERACAO DOS TERMOS 77,88,99
42100 C
42200      ZFET(1+6,1+6)= Z6(I)+D7(I)-(AM12(I)*XG2(I)+Z6(I))*Z6(I)/D6(I)
42300 25 CONTINUE
42400 C
42500      DD 30 I=1,2
42600 C
42700 C      GERACAO DOS TERMOS 13,23,31,32
42800 C
42900      ZFET(1,3)=-D3(1,3)*D2(3)+Z3(I)/(D1(3)+D1(I))
43000      ZFET(3,1)=-D3(3,1)*D2(I)+Z3(3)/(D1(I)+D1(3))
43100 C
43200 C      GERACAO DOS TERMOS 16,26,34,35
43300 C
43400      ZFET(1,6)=-D3(1,3)*Z5(3)+Z3(I)/(D1(3)+D1(I))
43500      ZFET(3,1+3)=-D3(3,1)*Z5(I)+Z3(3)/(D1(I)+D1(3))
43600 C
43700 C      GERACAO DOS TERMOS 19,29,37,38
43800 C
43900      ZFET(1,9)=ZFET(1,6)
44000      ZFET(3,1+6)=ZFET(3,1+3)
44100 C
44200 C      GERACAO DOS TERMOS 43,53,61,62
44300 C
44400      ZFET(1+3,3)=-D3(1,3)*D2(3)/D1(3)+(AM10(I)*XG1(I)-Z5(I))*D3(1,3)*D2
44500      *(3)/(D1(3)+D1(I))
44600      ZFET(6,1)=-D3(3,1)*D2(I)/D1(I)+(AM10(3)*XG1(3)-Z5(3))*D3(3,1)*D2(I
44700      *)/(D1(I)+D1(3))
44800 C

```

```

44900      C      GERAÇÃO DOS TERMOS 46,56,64,65
45000      C
45100      ZFET(1+3,0)=-D3(1+3)*Z5(3)*D2(1)/(D1(3)*D1(1))
45200      ZFET(0,1+3)=-D3(3+1)*Z5(1)*D2(3)/(D1(1)*D1(3))
45300      C
45400      C      GERAÇÃO DOS TERMOS 49,59,67,68
45500      C
45600      ZFET(1+3,9)=ZFET(1+3,6)
45700      ZFET(0,1+6)=ZFET(0,1+3)
45800      C
45900      C      GERAÇÃO DOS TERMOS 73,83,91,92,94,95
46000      C
46100      ZFET(1+6,3)=ZFET(1+3,3)
46200      ZFET(9,1+3)=ZFET(0,1+3)
46300      ZFET(9,1)=ZFET(6,1)
46400      C
46500      C      GERAÇÃO DOS TERMOS 79,89,97,98,76,86
46600      C
46700      ZFET(1+6,9)=ZFET(1+3,6)
46800      ZFET(9,1+6)=ZFET(0,1+6)
46900      ZFET(1+6,6)=ZFET(1+3,6)
47000      30      CONTINUE
47100          CALL SUMA1(ZFET,ZTG,ZMIST,9)
47200          GO TO 130
47300      I1=-2
47400      DO 17 J=1,3
47500      I2=-2
47600      I1=I1+3
47700      DO 17 J=1,3
47800      I2=I2+3
47900      Z5(1,J)=ZMIST(I1,I2)
48000      ZI(1,J)=ZMIST(I1+1,I2+1)
48100      17      ZFI(1,J)=ZMIST(I1+2,I2+2)
48200          CALL SOL(Z5,3,AS,DET10)
48300          DETS=CABS(DET10)
48400          CALL SOL(ZI,3,AI,DET11)
48500          DETI=CABS(DET11)
48600          CALL SOL(ZFI,3,AFI,DET12)
48700          DETF=CABS(DET12)
48800      130      CALL CONJUG(ZMIST(1,1))
48900          CALL CONJUG(ZMIST(1,4))
49000          CALL CONJUG(ZMIST(1,7))
49100          CALL CONJUG(ZMIST(3,1))
49200          CALL CONJUG(ZMIST(3,4))
49300          CALL CONJUG(ZMIST(3,7))
49400          CALL CONJUG(ZMIST(4,1))
49500          CALL CONJUG(ZMIST(4,4))
49600          CALL CONJUG(ZMIST(4,7))
49700          CALL CONJUG(ZMIST(6,1))
49800          CALL CONJUG(ZMIST(6,4))
49900          CALL CONJUG(ZMIST(6,7))
50000          CALL CONJUG(ZMIST(7,1))
50100          CALL CONJUG(ZMIST(7,4))
50200          CALL CONJUG(ZMIST(7,7))
50300          CALL CONJUG(ZMIST(9,1))
50400          CALL CONJUG(ZMIST(9,4))
50500          CALL CONJUG(ZMIST(9,7))
50600      C
50700      C      CALCULO DA MATRIZ TOTAL DO MISTURADOR ZMIST=ZFET+ZTG
50800      C
50900      C

```

```

51000      DO 134 I=1,9
51100      134 B(I)=CMPLX(0.,0.)
51200      B(1)=CMPLX(1.,0.)
51300      GO TO 133
51400      C      CALCULO DO DETERMINANTE DA MATRIZ TOTAL
51500      C
51600      CALL SDL(ZMIST,9,DETS,2)
51700      CALL DETER(ZMIST,DET,9)
51800      DET1=CABS(DET)
51900      C
52000      C      SUPRESSAO DA LINHAS 1 E COLUNA 9 DE ZMIST
52100      C
52200      DO 40 I=1,8
52300      DO 40 J=1,8
52400      40 ZSUP(I,J)=ZMIST(I+1,J)
52500      C
52600      C      CALCULO DO DETERMINANTE DA MATRIZ SUPRIMIDA
52700      C
52800      CALL DETER(ZSUP,DET,8)
52900      DET2=CABS(DET)
53000      C      DETERMINACAO DO GANHO DE CONVERSAO
53100      C
53200      DET3=DET2/DET1
53300      A19L=XC3(3)/(XC3(3)+ZG3(3))
53310      A19L=1.,0.)
53400      DET4=CABS(DETS*A19L)**2
53500      133 RG=REAL(ZIG(1,1))
53600      C      RL=REAL(ZU3E(3))
53605      C*****CALCULO DOS TERMOS USADOS NO GERADOR DE THEVENIN
53607      C*****
53610      RG1=REAL(ZG1(1))
53620      FG=CABS((Z11(1)-ZM1(1))/ZG1(1))
53700      C*****ESCREVE AS MATRIZES GERADAS
53800      C
53900      IF(K2.GT.0)GO TO 200
54000      WRITE(5,110)
54100      110 FORMAT(/,10X,'.....',/,
54200      .10X,'.....',/,
54300      .10X,'..... MATRIZ DOS GERADORES .....',/,
54400      .10X,'.....',/,
54500      .10X,'.....',/,)
54600      C
54700      DO 120 I=1,9
54800      DO 120 N1=1,7,3
54900      N2=N1+2
55000      120 WRITE(6,130)(I,J,ZTG(I,J),J=N1,N2)
55100      130 FORMAT(/,1X,'Z',11,11,'=' ,1X,ZE8.2,2X,'Z',11,11,'=' ,1X,ZE8.2,2X,
55200      .1X,'1,11,'=' ,1X,ZE8.2,/)
55300      C
55400      WRITE(6,140)
55500      140 FORMAT(/,10X,'.....',/,
55600      .10X,'.....',/,
55700      .10X,'..... MATRIZ DO FET DUAL GATE .....',/,
55800      .10X,'.....',/,
55900      .10X,'.....',/,)
56000      C
56100      DO 150 I=1,9
56200      DO 150 N1=1,7,3
56300      N2=N1+2
56400      150 WRITE(6,150)(I,J,ZFET(I,J),J=N1,N2)
56500      C

```

```

56600      200 CONTINUE
56700      C
56800          IF (K3.GT.0) GO TO 300
56900      C
57000          WRITE(6,210)
57100      210 FORMAT(//,10X,'.....',//,
57200          *10X,'
57300          *10X,'      MATRIZ *Z= TOTAL-GERADORES + FEITO
57400          *10X,'
57500          *10X,'.....',//)
57600          DO 220 I=1,9
57700              DO 220 N1=1,7,3
57800                  N2=N1+2
57900      220 WRITE(6,130)(1,J,ZMIST(I,J),J=N1,N2)
58000      C
58100      300 CONTINUE
58200          IERRO=1
58300          CALL YF1010(ZMIST,9,IERRO,BX,B,9,1,E-09)
58310          IF(IERRO.NE.1)WRITE(6,779)IERRO
58320      779 FORMAT(//,2X,'DETETADO ERRO NA SOLUCAO DAS EQUACDES DA MA
58330          *TRIZ DO DUFET IERRO=',/)
58400          A19L=XC3(3)/(XC3(3)+ZG3E(3))
58500          DET=CAUS(CX(9)*A19L)**2
58550      C***** ESTE CALCULO ESTA SENDO FEITO USANDO A PARTE REAL DE ZFI
58560      C          WRITE(6,472)RLFI,AKFI
58570      472 FORMAT(1X,'VALOR DE RLFI=',E10.4,2X,'AKFI=',E10.4,/)
58580      C          WRITE(6,84)F20,DET4,RG,AK0,RL
58585      84 FORMAT(1X,'F20=',E10.4,2X,'DET4=',E10.4,2X,'RG=',E10.4,
58590          *2X,/,1X,'AK0=',E10.4,2X,'RL=',E10.4,/)
58591      C*****CALCULO DO GT USANDO O GERADOR THEVENIN
58600          GT=DET4**4.*AK0*RL*RG1*FGT**2
58700      C          WRITE(6,333)GT
58800      333 FORMAT(2X,'VALOR DO GANH0 =',E10.4,/)
58900          FUNCAO=2./GT*F20
59000          RETURN
59100          END
59200          SUBROUTINE SUMA(D1,D2,D3,N)
59300          COMPLEX D1(3,3),D2(3,3),D3(3,3)
59400          DO 10 J=1,N
59500              DO 10 I=1,N
59600      10 D3(J,I)=D1(J,I)+D2(J,I)
59700          RETURN
59800          END
59900          SUBROUTINE TERM(HI,X,TG1,TG2,TG3)
60000      C*****CALCULO DAS IMPEDANCIAS TERMINAIS
60100          DIMENSION X(1)
60200          COMPLEX T01,T02,T03,Z1,Z2,Z3,Y2
60300      C***** O CALCULO DAS TERMINACOES SERA FEITA NA CONFIGURACAO
60400      C          LC PARA TODAS AS TERMINACOES, ATRAVES DOS PARAM *S*
60500          C1I=8.E-13+7.9E-13*CDOS(X(1))
60600          C2I=4.E-13+3.9E-13*CDOS(X(2))
60700          C3I=40.E-12+3.9E-12*CDOS(X(3))
60800          AL1I=8.E-07+7.9E-09*CDOS(X(4))
60900          AL2I=4.E-09+3.9E-09*CDOS(X(5))
61000          AL3I=2.E-06+2.E-06*CDOS(X(6))
61100          XCT1=1./(AL1+C1I)
61200          XCT2=1./(AL2+C2I)
61300          BC3=NI*C3I
61400          Z1=CMPLX(50.,-XCT1)
61500          Z2=CMPLX(50.,-XCT2)
61600          Y2=CMPLX(0.,BC3)

```

```

61700      BL2=1./(N1*AL2T)
61800      BL1=1./(N1*AL1T)
61900      XL3=N1*AL3T
62000      Z1=1/Z1
62100      Z1=Z1*CMPLX(0.000001,-BL1)
62200      Z1=1/Z1
62300      Z2=1/Z2
62400      Z2=Z2*CMPLX(0.,-BL2)
62500      Z2=1/Z2
62600      Z3=CMPLX(0.,XL3)
62700      Z3=1/Z3
62800      Z3=Z3*Y2
62900      Z3=1/Z3
63000  C
63100      TG1=Z1
63200      TG2=Z2
63300      TG3=Z3
63400  C
63500      RETURN
63600      END
63700      SUBROUTINE MINIMO(F,N,X,DX,DXMIN,FR,FA,CB,NMAX)
63800  C
63900  C      SUBROTINA PARA MINIMIZACAO DE VARIAS VARIABEIS PELO METODO
64000  C      DE PESQUISA SEQUENCIAL
64100  C      UTILIZA-SE A FUNCAO EXTERNA F=FUNCAO(X) QUE FORNECE O VALOR DE
64200  C      F EM TERMOS DO VETOR X DAS VARIABEIS
64300  C
64400  C      PARAMETROS DE ENTRADA
64500  C
64600  C      *N* DIMENSAO DO ESPACO DAS VARIABEIS X (MENOR OU IGUAL A 20)
64700  C      *X,DX,DXMIN,FR,FA* VETORES REAIS DE DIMENSAO N
64800  C      *X* VALORES INICIAIS DAS VARIABEIS
64900  C      *DX* ACRESCIMOS INICIAIS DAS VARIABEIS
65000  C      *FR* FATORES DE RESIDUO(POSITIVOS E MENORES QUE 1.)
65100  C      *FA* FATORES DE ACELERAÇÃO(MAIORES OU IGUAIS A 1.)
65200  C      *CE* CONSTANTE REAL QUALQUER QUE INICIA A SEQUENCIA DE EXPLORACOES
65300  C      ALEATORIAS
65400  C      *NMAX* NUMERO MAXIMO DE EXPLORACOES E/OU TRANSACOES PERMITIDAS
65500  C
65600  C      PARAMETROS DE SAIDA
65700  C
65800  C      *F* VALOR MINIMO DA FUNCAO
65900  C      *X* VALORES DAS VARIABEIS QUE MINIMIZAM F(X), ONDE X E MODIFICADO
66000  C      A PARTIR DO PONTO INICIAL
66100  C
66200      DIMENSION X(01),DX(01),DXMIN(01),FR(01),FA(01),A(38)
66300      F=FUNCAO(X)
66400      WRITE(6,100)
66500      100 FORMAT(1H1,03X,38HVALORES INICIAIS DOS PARAMETROS = (X0) //)
66600      WRITE(6,200) ((I,A(I)),I=1,N)
66700      200 FORMAT(10X,3HX0(,12,2H)=,E12.6//)
66800      WRITE(6,300)F
66900      300 FORMAT(1H0,2X,27HVALOR INICIAL DA FUNCAO FO=,E12.6//)
67000      NEXPL=0
67100      NTRANS=0
67200  C EXPLORACAO
67300      IF(CB*LT.0.) CB=ABS(CB)
67400      1 NEXPL=NEXPL+1
67500      K=0
67600      CB=CB*399./32767.
67700      R=CB*FLOAT(1+IX(CB))

```

```

67800      CB=R*32767.
67900      IF(CB.EQ.0.) CB=899.
68000      U=1.+(FLOAT(N)-1.)*R
68100      NN=IFIX(U)
68200      IF(U.GE.(FLOAT(IFIX(U))+0.5)) NN=NN+1
68300      KK=0
68400      DO 2 J=NN,N
68500      I=J
68600      GO TO 3
68700      4 KK=1
68800      IF(NN.EQ.1) GO TO 2
68900      NN=NN-1
69000      DO 2 I=1,NN
69100      3 A(I)=0.
69200      X(I)=X(I)+DX(I)
69300      FF=FUNCAO(X)
69400      IF(FF.GE.F) GO TO 5
69500      F=FF
69600      A(I)=1.
69700      K=1
69800      GO TO 2
69900      5 X(I)=X(I)-2.*DX(I)
70000      FF=FUNCAO(X)
70100      IF(FF.GE.F) GO TO 6
70200      F=FF
70300      A(I)=-1.
70400      K=1
70500      GO TO 2
70600      6 X(I)=X(I)+DX(I)
70700      2 CONTINUE
70800      IF(KK.EQ.0) GO TO 4
70900      IF(K.EQ.0) GO TO 13
71000      C TRANSLACAO
71100      7 DO 8 I=1,N
71200      8 X(I)=X(I)+A(I)*DX(I)
71300      IF(FF.LT.F) GO TO 9
71400      GO TO 11
71500      9 NTRANS=NTRANS+1
71600      F=FF
71700      IF(NTRANS.EQ.NMAX) GO TO 15
71800      DO 10 I=1,N
71900      10 DX(I)=DX(I)+FA(I)
72000      GO TO 7
72100      11 DO 12 I=1,N
72200      12 X(I)=X(I)-A(I)*DX(I)
72300      IF(NEXPL.LQ.NMAX) GO TO 15
72400      GO TO 1
72500      C ESCALONAMENTO
72600      13 DO 14 I=1,N
72700      IF(DX(I).LT.DXMIN(I)) GO TO 14
72800      DX(I)=DX(I)+FR(I)
72900      K=1
73000      14 CONTINUE
73100      IF(NEXPL.LQ.NMAX) GO TO 15
73200      IF(K.LQ.1) GO TO 1
73300      C CALCULO DO ERRO
73400      15 DO 16 I=1,N
73500      A(I)=0.
73600      NN=0
73700      XX=X(I)
73800      17 IF(NN.EQ.10) GO TO 18

```

```

73900      X(I)=X(I)*DXMIN(I)
74000      FF=FUNCAO(X)
74100      IF(FF.GT.F) GO TO 19
74200      NN=NN+1
74300      GO TO 17
74400      18 A(I)=1.
74500      19 XMAX=X(I)
74600      NN=0
74700      X(I)=XX
74800      20 IF(NN.EQ.10) GO TO 21
74900      X(I)=X(I)*DXMIN(I)
75000      FF=FUNCAO(X)
75100      IF(FF.GT.F) GO TO 22
75200      NN=NN+1
75300      GO TO 20
75400      21 A(I)=1.
75500      22 XMIN=X(I)
75600      X(I)=(XMIN+XMAX)/2.
75700      F=FUNCAO(X)
75800      IF(A(I).EQ.0.) GO TO 23
75900      DX(I)=10.*DXMIN(I)
76000      GO TO 16
76100      23 DX(I)=(XMAX-XMIN)/2.
76200      16 CONTINUE
76300      NN=0
76400      DO 24 I=1,N
76500      IF(A(I).EQ.1.) NN=NN+1
76600      24 CONTINUE
76700      WHILE(6,400)
76800      400 FORMAT(03X,60HVALORES DOS PARAMETROS CORRESPONDENTES AD MINIMO DA
76900      *FUNCAO F= (X) //)
77000      WRITE(6,500) ((I,X(I),DX(I)),I=1,N)
77100      500 FORMAT(10X,20X(,12,2H)=,E12.6,3H+-(,E11.6,1H)//)
77200      WRITE(6,600) F
77300      600 FORMAT(10X,2X,25HVALOR MINIMO DA FUNCAO F=,E12.6 //)
77400      WRITE(6,700) NEXPL,NTRANS,NMAX
77500      700 FORMAT(10X,2X,34H RESULTADO ACIMA FOI ATINGIDO EM ,I4,15H EXPLORA
77600      *COES E ,I4,12H TRANSACOES/10X,57H(O NUMERO DE EXPLORACOES E U DE
77700      *TRANSLACOES E LIMITADO EM ,I4,1H))
77800      IF(NN.GE.1) WRITE(6,800) NN
77900      800 FORMAT(10X,2X,"ATENCAO-ERRO ULTRAPASSOU LIMITE 10*DXMIN EM",I2,
78000      *,,"VARIAVEIS",)
78100      RETURN
78200      END
78300      SUBROUTINE CONJUG(Z)
78400      COMPLEX Z
78500      RE=REAL(Z)
78600      AI=AIMAG(Z)
78700      Z=CMPLX(RE,-AI)
78800      RETURN
78900      END
79000      SUBROUTINE SOL(A,N,DETER,Z)
79100      COMPLEX A(1,1),AA(9,10)
79200      COMPLEX Z
79300      DO 10 I=1,N
79400      DO 10 J=1,N
79500      10 AA(I,J)=A(I,J)
79600      DO 20 I=1,N
79700      20 AA(I,N+1)=CMPLX(0.,0.)
79800      AA(1,N+1)=CMPLX(1.,0.)
79900      DO 30 L=1,N-1

```

```

80000      K=L+1
80100      DO 30 I=K,N
80200      Z=AA(I,L)
80300      CA=CABS(Z)
80400      DO 30 J=1,N+1
80500      IF(CA.EQ.0)GO TO 30
80600      AA(I,J)=AA(I,J)*AA(L,L)/Z*AA(L,J)
80700      30  CONTINUE
80800      Z=(1.,0.)
80900      DO 32 I=1,N
81000      32  Z=Z*AA(I,I)
81100      AM=CABS(AA(N,N))
81200      IF(AM.EQ.0)AA(N,N)=(0.0000001,0.)
81300      DETER=CABS(AA(N,N+1)/AA(N,N))
81400      RETURN
81500      END
81600      SUBROUTINE TERM2(W1,Y,Z1,Z2,Z3,CMAX1,CMAX2,ALMAX,CMIN1,CMIN2,
81700      *ALMIN,RLFI,AKFI)
81800      DIMENSION Y(20)
81900      COMPLEX ZFI,Z1,Z2,Z3,ZOO,ZOO1
82000      C*****ESTA SUBRT CALCULA AS IMPEOANCIAS TERMINAIS DO MISTURADOR
82100      C*****USANDO ESTRUTURAS MICROSTRIP NA FREQUENCIA DE RF E DL.
82200      C*****O CIRCUITO DE CASAMENTO E OBTIDO NA OTIMIZACAO DO OGFEI
82300      C*****COMO AMPLIFICADOR,USANDO UM TRAFQ DE LAMBDA/4 E UM TRE-
82400      C*****CHO DE LT DE 50 OHMS MAIS UM CAPACITOR SERIE.ESSSES VALORES
82500      C*****ENTRAM NA SUBRT PELO VETOR X
82600      C*****X(4),X(5),X(6),IMPED DOS TRAFOS DE GATE1,GATE2,DRENO EM OHMS
82700      C*****X(7),X(8),X(9) COMP DAS LT DE 50 OHM EM LAMBDA GUIDADO,NA FRE-
82800      C*****QUENCIA CENTRAL DADA POR X(14) EM GHZ
82900      C*****X(10),X(11),X(12),VALORES DOS CAPACITOTES SERIES EM PF
83000      C*****X(13),BOBINA DE CHOQUE DE RF,USADA EM SERIE COM O PI E EM
83100      C*****PARALELO COM OS GATES
83200      C*****X(1) CAPACITOR C1 DO PI
83300      C*****X(2) BOBINA DO PI EM NH
83400      C*****X(3) CAPACITOR C2 DO PI EM PF
83500      C*****X(15),X(16),X(17),VALORES MAXIMOS DOS ELEMENTOS X(1),X(2),X(3)
83600      C*****X(18),X(19),X(20),VALORES MINIMOS DOS ELEMENTOS X(1),X(2),X(3)
83610      ZT1=Y(1)**2+5
83620      ZG1=Y(2)**2+5
83640      ZT2=Y(3)**2+5
83660      ZG2=Y(4)**2+5
83680      ZT3=Y(9)**2+5
83690      ZG3=Y(10)**2+5
83700      C1=CMAX1*CMIN1*COS(Y(1))
83800      AL=ALMAX*ALMIN*COS(Y(2))
83900      C2=CMAX2*CMIN2*COS(Y(3))
83910      ALI=Y(5)**2
83920      ALG1=Y(6)**2
83930      ALI2=Y(7)**2
83940      ALG2=Y(8)**2
83950      ALI3=Y(11)**2
83960      ALG3=Y(12)**2
84000      PI=3.141592
84100      FI=PI/(2.*PI)
84110      C      WKI=(6.50/ZT1+ZT2+ZT3+ZG1+ZG2+ZG3+ALI+ALI2+ALI3+ALG1+ALG2+
84120      C      *ALG3
84130      50  FOMAT(1X,3(E10.4,2X),/,1X,3(E10.4,2X),/,1X,3(E10.4,2X),/,
84140      * 1X,3(E10.4,2X),/)
84200      FI=FI/1.E+04
84210      X1=2.*PI*FI*Y(19)
84220      X1=1/X1

```

```

84225      Z001=CMPLX(0.02,-X1)
84230      Z001=1/Z001
84240      X1=2.*PI*FI*Y(16)*1.E-03
84245      X1=1/X1
84260      15  FORMAT(//,1X,'ZT1=',F6.2,1X,'ZT2=',F6.2,1X,'ZG1=',F6.2,
84265      *//,1X,'ZG2=',F6.2,1X,'ALT1=',F6.2,1X,'ALT2=',F6.2,
84270      *//,1X,'ALG1=',F6.2,1X,'ALG2=',F6.2,'Y(20)='E10.4,/)
84300      Z00=CMPLX(50.,0.)
84400      CALL ALINHA(ZT1,Z00,ALT1,Y(20),FI,Z1)
84410      C      Z1=Z1+CMPLX(0.,-X1)
84500      CALL ALINHA(ZG1,Z1,ALG1,Y(20),FI,Z1)
84510      X2=2.*PI*FI*Y(17)*1.E-03
84520      X2=1/X2
84600      CALL ALINHA(ZT2,Z00,ALT2,Y(20),FI,Z2)
84610      C      Z2=Z2+CMPLX(0.,-X2)
84700      CALL ALINHA(ZG2,Z2,ALG2,Y(20),FI,Z2)
84710      C      GO TO 11
84720      C      X3=1/X3
84730      C      Z00=CMPLX(50.,-X3)
84800      CALL ALINHA(ZT3,Z00,ALT3,Y(20),FI,Z3)
84900      CALL ALINHA(ZG3,Z3,ALG3,Y(20),FI,Z3)
84910      GO TO 13
85900      X5=2.*PI*FI*1.E-03+C1
86000      ZF1=CMPLX(50.,-1/X5)
86100      ZF1=1/ZF1
86200      X6=2.*PI*FI*AL
86300      ZF1=ZF1+CMPLX(0.,-1/X6)
86400      C      X7=2.*PI*FI*C2*1.E-03
86500      C      ZF1=1/ZF1
86600      C      ZF1=ZF1+CMPLX(0.,X7)
86700      C      ZF1=1/ZF1
86800      C*****CALCULO DA IMPEZANCIA DE FI USANDO PARTE REAL E IMAGINARIA
86810      11  CONTINUE
86900      C
87000      ZFI=CMPLX(Y(9)*2,Y(10))
87050      C      WRITE(6,20)ZF1
87060      20  FORMAT(1X,'ZF1='E10.4,/)
87100      X8=2.*PI*FI*Y(19)
87200      ZF1=ZF1+CMPLX(0.,X8)
87210      RLF1=REAL(ZF1)
87220      AKFI=CABS(Z3/(Z3+ZF1))
87221      AKFI=AKFI**2
87240      ZFI=CMPLX(Y(1)*2,Y(2))
87250      Z1=CMPLX(Y(3)*2,Y(4))
87260      Z2=CMPLX(Y(5)*2,Y(6))
87270      Z3=CMPLX(Y(7)*2,Y(8))
87280      12  CONTINUE
87300      Z1=1/Z1
87400      Z1=Z1+CMPLX(0.,-1/X8)
87500      Z1=1/Z1
87600      Z2=1/Z2
87700      Z2=Z2+CMPLX(0.,-1/X8)
87800      Z2=1/Z2
87910      C      WRITE(6,21)Z3
87920      21  FORMAT(1X,'Z3='E10.4,/)
88000      C      ZFI=1/ZFI
88050      C      WRITE(6,20)ZF1
88100      C      Z3=Z3+ZF1
88110      C      WRITE(6,21)Z3
88200      C      Z3=1/Z3
88210      17  CONTINUE

```

```

88215 C      Z3=CMPLX(Y(11)*2,Y(12))
88220      IF(W1.LT+10.E+09)Z3=ZFI
88300 10      FORMAT(1X,'VALORES DE X',/,4(E10.4,2X),/)
88310      AKFI=1
88320      RLFI=REAL(ZFI)
88325 C*****CALCULO DO CASAMENTO USANDO CAPACITOR PARALELO E LINHA SERIE
88330      C1=4.E-03+4.E-03*COS(Y(1))
88335      C2=4.E-03+4.E-03*COS(Y(2))
88340      ALG1=Y(3)*2
88345      ALG2=Y(4)*2
88350      ALG3=Y(5)*2
88355      X1=2.*PI*FI*C1
88360      X2=2.*PI*FI*C2
88365      Z001=CMPLX(0.02,X1)
88370      Z001=1/Z001
88375      CALL ALINHA(50.,Z001,ALG1,Y(20),FI,Z1)
88380      Z001=CMPLX(0.02,X2)
88385      Z001=1/Z001
88390      CALL ALINHA(50.,Z001,ALG2,Y(20),FI,Z2)
88395      Z001=CMPLX(Y(8)*2,0.)
88400      CALL ALINHA(70.,Z001,ALG3,Y(20),FI,Z3)
88405      ZFI=CMPLX(Y(6)*2,Y(7))
88410 13      ZFI=CMPLX(Y(13)*2,Y(14))
88415      IF(W1.LT+1.E+09)Z3=ZFI
88420      RLFI=REAL(ZFI)
88425      AKFI=1
88430 30      RETURN
88435      END
88440      SUBROUTINE ALINHA(Z0,ZL,ALG,FC,F,ZIN)
88445 C*****ESTA SUBR CALCULA A IMPEDANCIA DE ENTRADA DE UMA LT DE
88450 C*****IMPEDANCIA Z0 CARREGADA COM UMA CARGA ZL. ALG E O COMP
88455 C*****RIMENTO DA LT EM FRAÇÕES DE LAMBDA GUIADO, NA FREQUENCIA
88460 C***** FC, DENOMINADA CENTRAL. F E A FREQUENCIA EM QUE SERA
88465 C***** FEITO O CALCULO.
88470      COMPLEX DEN1,DEN2,ZL,ZIN
88475      ALG1=ALG*F/FC
88480      PI=3.14
88485      TETA=2.*PI*ALG1
88490      T1=TAN(TETA)
88495      DEN1=ZL+CMPLX(0.,Z0*T1)
88500      DEN2=ZL*T1
88505      R=REAL(DEN2)
88510      AI=AIMAG(DEN2)
88515      DEN2=CMPLX(Z0*AI,R)
88520 20      FORMAT(1X,'TETA=',E10.4,2X,'T1=',E10.4,2X,'DEN1=',2E10.4,/,
88525      *,1X,'DEN2=',2E10.4,2X,'ZIN=',2E10.4,/)
88530      ZIN=Z0*DEN1/DEN2
88535      RETURN
88540      END
88545      FUNCTION DCAL(X)
88550      DIMENSION X(1),P(1,1)
88555      COMPLEX ZI(3,3),YE(3,3),YT(3,3),YR(3,3),YRI(3,3),YRS(3,3),ZS(3,3),
88560      *,SI(3,3),SM(3,3)
88565      COMPLEX Z3,Z31,Z2,Z5,RG1,A1,ANUM,DEN,CAMI1,AMI1,Z6,CAMI2,AMI2,DELT
88570      *,A,Z7,ZR,CXG1,FAMI1,FAMI2,CXG2,ZL1,ZL2,X1(3),Y1(3)
88575      COMPLEX ZL7,ZL1,ZL3,ZEQ1,ZR2,ZR3,Z11,Z12,Z13,YR1,YR4,ZH4
88580      COMPLEX SH(3,3),SC(3,3),BA(9)
88585      COMMON DM,SC
88590      COMMON DX
88595      COMMON FMIN,DEL,N,KT,K
88600      COMMON CHAX1,CHAX2,ALMAX,CMIN1,CMIN2,ALMIN

```

```

91450 C
91460 C
91470 COMMON R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RR2,RR3,RC2,RS1
91480 COMMON RM,RI,RT3
91490 C
91500 COMMON C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR2,CR3,CG1,CG2
91510 C
91520 COMMON AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
91530 C
91540 COMMON FSINAL,FIMAG,FFI,GMD0,GMD1,GMD2,TAL1,TAL2,K1,K2,K3,GT
91600 C WRITE(6,600)R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7
91700 600 FORMAT(1X,4(E10.4,2X),/,1X,3(E10.4,2X),/)
92010 DO 2 I=1,3
92110 DO 2 II=1,3
92210 SI(I,II)=CMPLX(0.,0.)
92310 SJM(I,II)=CMPLX(0.,0.)
92410 IF(I.EQ.II)SI(I,II)=CMPLX(1.,0.)
92510 IF(I.EQ.II)SJM(I,II)=CMPLX(-1.,0.)
92610 2 CONTINUE
92710 ERRO=0.
92810 PI=3.141592
92910 99 FORMAT(2X,2E10.4,2I4,)
92920 RR=1.E+07
92930 CR=1000.L=12
93010 F=FMIN
93310 H=2*PI*F
93410 ZAL3=H*AL3
93510 ZS1=CMPLX(RS1,ZAL3)
93610 DL1=H*AL1
93710 XL1=CMPLX(0.,DL1)
93810 DL2=H*AL2
93910 XL2=CMPLX(0.,DL2)
94010 XG1=1./(H*CG1)
94110 ZJ=CMPLX(RJ,-XG1)
94210 203 FORMAT(2X,4(E10.4,3X),/,2X,4(E10.4,3X),/,2X,4(E10.4,3X),/)
94310 XCR=1./(H*CR)
94410 ZR=CMPLX(RR,-XCR)
94510 C CALCULO DE Z5 BASEADO NOS VALORES DE CO,RO
94610 G5=1./R5
94710 G6=H*C5
94810 Z5=CMPLX(G5,G6)
94910 Z5=1/Z5
95010 C CALCULO DE Z6
95110 G7=1./R6
95210 G8=H*C6
95310 Z6=CMPLX(G7,G8)
95410 Z6=1/Z6
95510 C CALCULO DU MI COMPLEXO USANDO GMD E TAL
95610 RA1=TAL1*H
95710 RM1=COS(RA1)
95810 RN1=SIN(RA1)
95910 CAM1=GMD1+CMPLX(RM1,-RN1)
96010 AM1=Z5*CAM1
96110 RA2=H*TAL2
96210 RM2=COS(RA2)
96310 RN2=SIN(RA2)
96410 CAM2=GMD2+CMPLX(RM2,-RN2)
96510 AM2=Z6*CAM2
96610 XG2=1./(H*CG2)
96710 Z7=CMPLX(R7,-XG2)
96810 CXG1=CMPLX(0.,-XG1)

```

```

96910      FAMI1=FAMI1*CXG1
97010      DELTA=Z5+Z7+ZR+Z3+FAMI1
97110      CXG2=CMPLX(0.,-XG7)
97210      FAMI2=FAMI2*CXG2
97310      C      CALCULO DA FUNCAO Z DO CHIP
97410      DL7=W*AL7
97510      XCR2=1./(1+CK2)
97610      XCR3=1./(1+CK3)
97710      ZL7=CMPLX(R10,DL7)
97810      ZL1=CMPLX(R1,DL1)
97910      ZL3=CMPLX(RQ,DL2)
98010      ZR2=CMPLX(RR2,-XCR2)
98110      ZR3=CMPLX(RR3,-XCR3)
98210      GO TO 11
98310      ZT(1,1)=R1+ZS1+Z3+ZL1-Z3*(Z3+FAMI1)/DELTA
98410      ZT(1,2)=Z5+(Z7+Z3)/DELTA
98510      ZT(1,3)=Z1(1,2)-Z7/DELTA
98610      ZT(2,1)=Z51-FAMI1+(FAMI1+Z3)*(Z7+Z5+FAMI1)/DELTA
98710      ZT(2,2)=R10+ZS1+ZR+Z3-(ZR+Z3)*(FAMI1+ZR+Z3)/DELTA
98810      ZT(2,3)=Z51+Z5*(ZR+Z3)/DELTA
98910      ZT(3,1)=Z51-FAMI1+(FAMI1+Z3)*(Z5+FAMI1-FAMI2)/DELTA
99010      ZT(3,2)=Z51-FAMI1+(FAMI1+ZR+Z3)*(Z5+FAMI1-FAMI2)/DELTA
99110      ZT(3,3)=XL2+Z6+Z7+ZR+Z3+ZS1-FAMI2-(FAMI1+Z7+ZR+Z3)*(Z7+ZR+Z3-FAMI2
99210      )/DELTA
99310      11      ZEQ1=ZS1+R4+Z5-(FAMI1+Z5)*Z5/(FAMI1+Z5+Z3+ZR2)
99410      ZI1=FAMI1+ZR2+Z3+Z5
99510      ZI2=FAMI2+ZR3+Z7+Z6
99610      ZI3=ZR2+Z5
99710      500      FORMAT(1X,'ZL1=',2E10.4,2X,'ZS1=',2E10.4,2X,
99810      ',1X,'ZI3=',2E10.4,2X,'ZI1=',2E10.4,
99910      ',1X,'Z3=',2E10.4,/)
100010      ZT(1,1)=ZL1+ZS1+ZI3-(ZI1-Z3)/ZI1-ZI3
100020      C      ZT(1,1)=ZL1+ZS1+Z3*(1-(Z3+FAMI1)/(ZI3+Z3))
100110      ZT(1,2)=Z51+Z3*Z5/ZI1
100210      ZT(1,3)=ZT(1,2)
100310      ZT(2,1)=Z5+ZS1-(ZI1-Z3-ZR2)*ZI3/ZI1
100320      C      ZT(2,1)=ZS1-FAMI1+Z5*(FAMI1+Z3)/(ZI3+Z3)
100410      ZT(2,2)=ZL7+ZR3+Z6+ZEQ1*(ZI2-Z7)*(ZR3+Z6)/ZI2
100420      C      ZT(2,2)=ZEQ1+ZL7+Z7*(1-(Z7+FAMI2)/(ZI2-FAMI2))
100510      ZT(2,3)=ZEQ1+Z6+Z7/ZI2
100610      ZT(3,1)=ZT(2,1)
100710      ZT(3,2)=Z6+ZEQ1-(ZR3+Z6)*(FAMI2+Z6)/ZI2
100720      C      ZT(3,2)=ZEQ1-FAMI2+Z6*(FAMI2+Z7)/(ZI2-FAMI2)
100810      ZT(3,3)=ZL3+Z6+ZEQ1-(FAMI2+Z6)*Z6/ZI2
100815      IF(K.EQ.0)GO TO 3
100820      WRITE(6,160)ZS1,ZI3,Z3,Z5,Z6,Z7,ZR2,ZR3,FAMI1,FAMI2,
100830      *ZI1,ZI2,ZEQ1,ZL1,ZL3,ZL7
100840      160      FORMAT(/,1X,'ZS1=',2E10.4,2X,'ZI3=',2E10.4,2X,/,1X,'Z3=',
100850      +2E10.4,2X,'Z5=',2E10.4,2X,/,1X,'Z6=',2E10.4,2X,'Z7=',2E10.4,
100860      +/,1X,'ZR2=',2E10.4,2X,'ZR3=',2E10.4,2X,/,1X,'FAMI1=',2E10.4,
100870      +',FAMI2=',2E10.4,2X,/,1X,'ZI1=',2E10.4,2X,'ZI2=',2E10.4,2X,
100880      +/,1X,'ZEQ1=',2E10.4,2X,'ZL1=',2E10.4,2X,/,1X,'ZL3=',2E10.4,
100890      +2X,'ZL7=',2E10.4,/)
100895      63      CONTINUE
100910      DO 12 I=1,3
101010      DO 12 J=1,3
101020      ZS(I,J)=ZT(I,J)/50.
101110      12      YT(I,J)=ZT(I,J)/50.
101210      IF(K.EQ.0)GO TO 13
101310      WRITE(6,13)F
101410      WRITE(6,14)

```

```

101510      14 FORMAT(//,20X,"MATRIZ Z NORMALIZADA DO FET EM CHIP",/)
101610      15 FORMAT(//,30X,"FREQUENCIA=","E10.4,/)
101710      DO 16 I=1,3
101810      16 WRITE(6,17)(YT(I,II),II=1,3)
101910      17 FORMAT(//,2X,3(2F10.4,2X))
102010      C      CALCULO DA MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO
102110      13 AY1=W*(C1)
102210      AY2=W*C2
102310      AY3=W*C3
102410      AY4=W*(C4)
102510      YR1=1/ZR
102610      ZY2=1/AY2
102710      ZR4=CMPLX(0.,-ZY2)
102810      YR4=1/ZR4
102910      YE(1,1)=CMPLX(0.,AY1)+YR4
103010      YE(1,2)=(0.,0.)
103110      YE(1,3)=-YR4
103210      YE(2,1)=YE(1,2)
103310      YE(2,2)=CMPLX(0.,AY4)
103410      YE(2,3)=(0.,0.)
103510      YE(3,1)=YE(1,3)
103610      YE(3,2)=(0.,0.)
103710      YE(3,3)=CMPLX(0.,AY3)+YR4
103720      DO 96 IN=1,3
103730      DO 96 IN=1,3
103740      96 YE(IN,IN)=YE(IN,IN)*50.
103810      IF(K.EQ.0) GO TO 18
103910      C      MATRIZ DO ENCAPSULAMENTO
104010      WRITE(6,19)
104110      19 FORMAT(//,20X,"MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO",/)
104210      DO 20 I=1,3
104310      20 WRITE(6,17)(YE(I,II),II=1,3)
104410      C      CALCULO DA MATRIZ Y TOTAL
104510      C      CALCULO DA MATRIZ Y A PARTIR DA Z DO FET CHIP
104520      IERRO=0
104610      18 CALL YF1010(YT,3,IERRO,X1,Y1,3,1.0E-9)
104620      IF(IERRO.NE.1)WRITE(6,115)IERRO
104630      115 FORMAT(1X,IERRO IMPRESSO NO CALCULO DA MATRIZ Y DO FET=",I2,/)
104631      IF(K.EQ.0)GO TO 31
104632      WRITE(6,24)
104633      24 FORMAT(//,20X,"MATRIZ *Y* DO CHIP",/)
104634      DO 25 I=1,3
104635      25 WRITE(6,17)(YI(I,II),II=1,3)
104637      C      OPERACOES DE TESTE DO PROGRAMA
104639      C
104640      CALL XMULT(YT,25,YR,3)
104645      IF(K.EQ.0)GO TO 31
104646      WRITE(6,44)
104647      44 FORMAT(//,20X,"PRODUTO DAS MATRIZES Z*Y DO CHIP",/)
104650      DO 46 I=1,3
104660      46 WRITE(6,17)(YR(I,II),II=1,3)
104670      C
104672      C      FIM DO TESTE
104674      C
104675      61 CONTINUE
104710      CALL SOMA(YT,YE,YR,3)
104810      C      CALCULO DA MATRIZ Z SEMIFINAL
104910      CALL YF1010(YR,3,0,X1,Y1,3,1.0E-9)
105010      C      ADICAO DAS BOBINAS EXTERNAS
105110      ZY1=W*AL4
105210      ZY2=W*AL5

```

```

105310      ZY3=W*AL6
105410      YR(1,1)=YR(1,1)+CHPLX(0.,ZY1)
105510      YR(2,2)=YR(2,2)+CHPLX(0.,ZY2)
105610      YR(3,3)=YR(3,3)+CHPLX(0.,ZY3)
105710      IF(X=EQ.0)GO TO 28
105810      WRITE(6,26)
105910      26  FORMAT(//,20X,"MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)",/)
106010      DO 27 I=1,3
106110      27  WRITE(6,17)(YR(I,II),II=1,3)
106210      28  CONTINUE
106310      C    CALCULO DA MATRIZ *S* RESULTANTE
106410      CALL SOMA(YR,S1,YR1,3)
106510      CALL SOMA(YR,SIM,YRS,3)
106520      DO 47 I=1,3
106530      DO 47 II=1,3
106535      47  YI(I,II)=YR1(I,II)
106537      IERRO=0
106610      CALL YF1010(YR1,3,IERRO,X1,Y1,3,1,0E-9)
106620      IF(IERRO.NE.1)WRITE(6,49)IERRO
106625      49  FORMAT(1X,"IERRO IMPRESSO NO CALCULO DA MATRIZ S =",I2,/)
106710      CALL XMULT(YR1,YRS,ZS,3)
106810      DO 67 I=1,3
106910      DO 67 II=1,3
107010      67  ZS(I,II)=ZS(I,II)
107110      IF(X=EQ.0)GO TO 29
107210      WRITE(6,22)
107310      22  FORMAT(//,10X,"VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION",/)
107410      DO 23 I=1,3
107510      23  WRITE(6,17)(ZS(I,II),II=1,3)
107920      C*****OPERACOES DE TESTE DO PROGRAMA
107930      WRITE(6,51)
107935      51  FORMAT(//,20X,"MATRIZ ZTOTAL(FET)+MATRIZ IDENTIDADE",/)
107940      DO 52 I=1,3
107945      52  WRITE(6,17)(YI(I,II),II=1,3)
107950      WRITE(6,53)
107955      53  FORMAT(//,20X,"INVERSA DA MATRIZ ZTOTAL(FET) + I",/)
107960      DO 55 I=1,3
107965      55  WRITE(6,17)(YR1(I,II),II=1,3)
107970      CALL XMULT(YI,YR1,YE,3)
107975      WRITE(6,57)
107980      57  FORMAT(//,20X,"PRODUTO DE (ZTOTAL+I)*(ZTOTAL+I)INVERSA",/)
107985      DO 58 I=1,3
107990      58  WRITE(6,17)(YE(I,II),II=1,3)
107995      C***** FIM DOS TESTES
108010      C    CALCULO DA FUNCAO DE ERRO
108110      29  CONTINUE
108210      10  CONTINUE
108310      FUNCAO=ERRO
108410      RETURN
108510      END
109250      SUBROUTINE XMULT(A,B,C,N)
109350      COMPLEX A(3,3),B(3,3),C(3,3)
109450      DO 1 I=1,N
109550      DO 1 J=1,N
109650      C(I,J)=(0.,0.)
109750      1  CONTINUE
109850      DO 2 I=1,N
109950      DO 2 J=1,N
110050      DO 2 L=1,N
110150      C(I,J)=A(I,L)*B(L,J)+C(I,J)
110250      2  CONTINUE

```

```

110350      RETURN
110450      END
110550      SUBROUTINE GERAL(SL,S,Z,R0,KT,F)
110650      C*****ESTA SUBROTINA CALCULA OS PARAMETROS S GENERALIZA00S
110750      C*****PARA UM CIRCUITO DE 3 ACESSOS
110850      COMPLEX X(3),AE(3),AEC(3),B(3),Z(3),R(3),RC(3)
110950      COMPLEX S(3,3),SL(3,3),AC(3,3),A(3,3),RHO(3,3),RHOC(3,3)
111050      COMPLEX D1(3,3),D2(3,3),D3(3,3),D4(3,3)
111150      COMPLEX D5(3,3),D6(3,3),D7(3,3),SI(3,3)
111250      DO 10 I=1,3
111350      R(I)=(Z(I)-R0)/(Z(I)+R0)
111450      CALL CONJG(R(I),RC(I))
111550      A1=CABS(1-R(I))
111650      A2=CABS(R(I))*2
111750      AE(I)=(1-RC(I))*SQRT(1-A2)/A1
111850      10  CALL CONJG(AE(I),AEC(I))
111950      DO 11 I=1,3
112050      DO 11 II=1,3
112150      SI(I,II)=(0.,0.)
112250      A(I,II)=(0.,0.)
112350      AC(I,II)=(0.,0.)
112450      RHO(I,II)=(0.,0.)
112550      RHOC(I,II)=(0.,0.)
112650      11  CONTINUE
112750      DO 12 I=1,3
112850      A(I,I)=AE(I)
112950      SI(I,I)=(1.,0.)
113050      AC(I,I)=AEC(I)
113150      RHO(I,I)=-R(I)
113250      12  RHOC(I,I)=-RC(I)
113350      CALL SOMA(S,RHOC,D3,3)
113450      CALL XMULT(RHO,S,D4,3)
113550      CALL SOMA(SI,D4,D5,3)
113650      IERR0=0
113750      CALL YF1010(D5,3,IERR0,X,H,3,1.E-09)
113850      IF(IERR0.NE.1)WRITE(6,777)IERR0
113950      777  FORMAT(/,2X,'DETETADO ERRO NA SBRT GERAL IERR0=',I2,/)
114050      IERR0=0
114150      CALL YF1010(A,3,IERR0,X,H,3,1.E-09)
114250      IF(IERR0.NE.1)WRITE(6,777)IERR0
114350      CALL XMULT(A,D3,D6,3)
114450      CALL XMULT(D6,D5,D7,3)
114550      CALL XMULT(D7,AC,SL,3)
114650      IF(KT.EQ.0)GO TO 13
114750      WRITE(6,14)F
114850      14  FORMAT(/,15X,'FREQUENCIA=',2X,F10.4,2X,'(HZ)',//
114950      //5X,'VALORES IMPRESSOS NA SBRT GERAL',//)
115050      WRITE(6,15)
115150      15  FORMAT(/,10X,'MATRIZ *S*',//)
115250      DO 16 I=1,3
115350      16  WRITE(6,43)(S(I,II),II=1,3)
115450      43  FORMAT(/,2X,3(2F0.4,2X))
115550      WRITE(6,17)
115650      17  FORMAT(/,10X,'MATRIZ *A* CONJUGADA',//)
115750      DO 18 I=1,3
115850      18  WRITE(6,43)(AC(I,II),II=1,3)
115950      WRITE(6,19)
116050      19  FORMAT(/,10X,'MATRIZ *RHO* DOS GERADURES',//)
116150      DO 20 I=1,3
116250      20  WRITE(6,43)(RHO(I,II),II=1,3)
116350      WRITE(6,21)

```

```

115850      21      FORMAT(/,10X,'MATRIZ *S* GENERALIZADA',/)
115950      DO 22 II=1,3
116050      22      WRITE(6,43)(SL(I,II),II=1,3)
116150      13      CONTINUE
116250      RETURN
116350      END
116450      FUNCTION STAR(ZG1,ZG2,ZG3,WI,X)
116550      DIMENSION WI(3),PR(3),X(1)
116650      COMPLEX ZG1(3),ZG2(3),ZG3(3),ZFG1(3),
116750      *ZFG2(3),ZFG3(3),Z(3)
116760      COMPLEX SM(3,3),SC(3,3),BX(9)
116770      COMMON SM,SC
116780      COMMON BX
116790      COMMON FMIN,GEL,N,KT,K
116800      COMMON CMAX1,CMAX2,ALMAX,CMIN1,CMIN2,ALMIN
116810      C
116820      C
116830      COMMON R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RR2,RR3,RC2,RS1
116840      COMMON RR,R11,RT3
116850      C
116860      COMMON C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR2,CR3,CG1,CG2
116870      C
116880      COMMON AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
116890      C
116900      COMMON FSINAL,FIMAG,FFI,GMD0,GMD1,GMD2,TAL1,TAL2,K1,K2,K3,GT
116910      COMMON PH
117000      PI=3.141592
117100      DO 2 I=1,3
117110      IF(I.EQ.2)GO TO 3
117120      GO TO 4
117130      3      WI(2)=WI(1)+WI(3)
117140      4      CONTINUE
117200      FREQ=WI(1)/(2.*PI)
117200      N=1
117400      FMIN=FREQ
117500      F2=SCAL(X)
117600      ZFG1(1)=ZG1(1)
117700      ZFG2(1)=ZG2(1)
117800      ZFG3(1)=ZG3(1)
118200      CALL TERM2(WI(2),X,ZFG1(2),ZFG2(2),ZFG3(2),CMAX1,CMAX2,ALMAX,
118300      *CMIN1,CMIN2,ALMIN,N,RLF1,AKF1)
118500      Z(1)=ZFG1(1)
118600      Z(2)=ZFG2(1)
118700      Z(3)=ZFG3(1)
118800      CALL GERAL(SM,SC,Z,50.,KT,FREQ)
118805      IF(KT.EQ.0)GO TO 55
118810      WRITE(6,21)
118820      21      FORMAT(/,10X,'MATRIZ *S* GENERALIZADA NA SBRT STAR',/)
118830      DO 22 II=1,3
118840      22      WRITE(6,43)(SM(II,II),II=1,3)
118845      43      FORMAT(/,2X,3(2(F8.4,2X)))
118850      55      CONTINUE
118900      IF(I=2)5,6,7
119000      5      PR(1)=CABS(SM(1,1))*2
119100      GO TO 2
119200      6      PR(1)=CABS(SM(2,2))*2
119300      GO TO 2
119400      7      PR(1)=CABS(SM(3,3))*2
119500      2      CONTINUE
119600      ERR0=0.
119700      STR=ERR0+PR(1)+PR(2)+PR(3)

```

```
119710      STAR=SQRT(STR)
119800      RETURN
119900      END
120000      SUBROUTINE CONJG(Z,ZC)
120100      COMPLEX Z,ZC
120200      R=REAL(Z)
120300      AI=AIMAG(Z)
120400      ZC=CMPLX(R,-AI)
120500      RETURN
120600      END
120700      SUBROUTINE SUMA1(D1,D2,D3,N)
120800      COMPLEX D1(9,9),D2(9,9),D3(9,9)
120900      DO 10 J=1,N
121000      DO 10 I=1,N
121100      10 D3(J,I)=D1(J,I)+D2(J,I)
121200      RETURN
121300      END
```

WORKFILE: NRIGEL (06/23/62)

12139 P

100	0.,1.,1.,1.,10.,7.,
200	1.,211.,1.4,1.36,315.,362.,14.4,1.,0.1,8.,13.3,1710.,0.5,15.66,
300	0.03,0.022,0.1,0.11,0.01,0.012,0.01,0.017,0.48,0.35,
400	0.48,0.0,0.16,0.,0.,0.,1.6,
500	36.,36.,38.,9.5,8.3,3.45,1.,0.03,3.,
600	5.1,6.7,3.19
700	6.7,0.4925,0.387,0.4855,0.4665,1.95,
800	6.7,0.492,0.4825,0.3.25,151.,223.,
900	100.,100.,30.,4000.,3.45,
1000	0.,0.,1.,1.,

```
*****
*
* ANALISE E PROJETO DE MISTURADORES COM FETOS
*
*****
```

FREQUENCIA DO SINAL = .3950E+10 HERTZ

FREQUENCIA DA FI = .3000E+08 HERTZ

FREQUENCIA IMAGEM = .4010E+10 HERTZ

VALORES INICIAIS FURNECIDOS AO PROGRAMA

VALORES DOS RESISTORES EM OHMS

R1= .1000E+01 R2= .2110E+03 R3= .1400E+01 R4= .1360E+01
R5= .3150E+03 R6= .3620E+03 R7= .1440E+02 R8= .1000E+01
R9= .1000E+00 R10= .8000E+01 RR2= .1330E+02 RR3= .1710E+04
RC2= .5000E+00 RS1= .1566E+02

VALORES DOS CAPACITORES EM FARAD

C1= .3000E-13 C2= .2200E-13 C3= .1000E-12 C4= .1100E-12
C5= .1000E-13 C6= .1200E-13 CG1= .4800E-12 CG2= .3500E-12
CR2= .1000E-13 CR3= .1700E-13

VALORES DOS INDUTORES EM HENRY

L1= .4800E-09 L2=0. L3= .1600E-09 L4=0.
L5=0. L6=0. L7= .1800E-08

VALORES DE TRANSCONDUCTANCIA EM MHOS E RETARDOS EM SEGUNDOS

GMO0= .3600E-01 GMD1= .3600E-01 GMD2= .3800E-01
TAL1= .9600E-11 TAL2= .8300E-11

VALORES INICIAIS PARA OTIMIZACAO

VALORES DOS COMPONENTES DO CASAMENTO DA FI (PF, NH)
 C1 = .5100E+01 L = .6700E+01 C2 = .3190E+01
 IMPEDANCIAS DOS TRAFOS EM OHMS
 TRGT1 = .6700E+01 TRGT2 = .4925E+00 TOREN = .3870E+00
 COMPRIMENTO DAS LT DE 50 OHMS
 ALG1 = .4855E+00 ALG2 = .4665E+00 ALG3 = .1950E+01

ALOR DOS CAPACITORES SERIE EM PF
 C1 = .6700E+01 C2 = .4920E+00 C3 = .4825E+00

HQUE DE RF (NH) = .8325E+02

REQUENCIA CENTRAL DAS LT (GHZ) = .1510E+03

ALORES MAXIMOS DOS ELEMENTOS DO CASAMENTO DA FI (PF, NH)
 C1MAX = .2230E+03 ALMAX = .1000E+03 C2MAX = .1000E+03

ALORES MINIMOS DOS ELEMENTOS DO CASAMENTO DA FI
 C1MIN = .3000E+02 ALMIN = .4000E+04 C2MIN = .3950E+01

IMPED DOS GER NA FREQ DE .2482E+11 (RAD)

ZG1 = .4168E+02 .4432E+02 ZG2 = .7743E+02 .1828E+03
 ZG3 = .1058E+03 .3949E+03

IMPED DOS GER NA FREQ DE .2520E+11 (RAD)

ZG1 = .4358E+02 .4569E+02 ZG2 = .9503E+02 .2002E+03
 ZG3 = .1673E+03 .4882E+03

IMPED DOS GER NA FREQ DE .1885E+09 (RAD)

ZG1 = .4998E+02 .5751E+00 ZG2 = .4990E+02 .1679E+01
 ZG3 = .6931E+04 .1510E+03

ZS1 = .1566E+02 .3971E+01 ZI3 = .3264E+03 .4054E+04
 Z3 = .1400E+01 .8394E+02 Z5 = .3131E+03 .2448E+02
 Z6 = .3578E+03 .3858E+02 Z7 = .1440E+02 .1151E+03
 ZR2 = .1330E+02 .4029E+04 ZR3 = .1710E+04 .2370E+04
 FAMI1 = .2952E+03 .9019E+03 FAMI2 = .4854E+03 .1498E+04
 ZI1 = .3261E+02 .5040E+04 ZI2 = .1597E+04 .4022E+04
 ZFQ1 = .2725E+03 .1675E+02 ZL1 = .1000E+01 .1191E+02
 ZL3 = .1000E+00 . ZL7 = .8000E+01 .4467E+02

FREQUENCIA = .3450E+10

MATRIZ Z NORMALIZADA DO FET EM CHIP

0.4557 -1.0317 0.4176 0.0723 0.4176 0.0723

5.1831	14.4794	0.3592	-0.9700	5.6304	-0.4031
5.1831	14.4794	1.0409	20.8190	10.4470	0.2736

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0000	0.0045	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0273
0.0000	0.0000	0.0000	0.1365	0.0000	0.0000
0.0000	-0.0273	0.0000	0.0000	0.0000	0.1514

MATRIZ *Y* DO CHIP

0.0655	0.4554	0.0014	-0.0327	0.0010	-0.0010
0.1324	0.2435	0.0044	0.0648	-0.0097	-0.0451
0.9744	-0.7702	0.0791	-0.0402	0.0116	0.0484

PRODUTO DAS MATRIZES ZXY DO CHIP

1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
-0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000
0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

0.9683	-1.6189	0.3262	-0.2158	0.2249	-0.2759
2.4094	2.1728	1.2345	-4.5951	0.3397	-0.7379
11.3649	0.3129	4.3177	0.3874	2.8857	-4.8545

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

0.4664	-0.7486	0.0295	0.0383	0.0252	0.0392
-0.4970	-0.1156	0.8815	-0.3847	0.0555	0.0519
-0.3790	1.9370	-0.1545	0.1318	0.8371	-0.3834

MATRIZ ZTOTAL(FET)+MATRIZ IDENTIDADE

1.9683	-1.6189	0.3262	-0.2158	0.2249	-0.2759
2.4094	2.1728	2.2345	-4.5951	0.3397	-0.7379

11.3649 0.3129 4.3177 0.3874 3.8857 -4.8545

INVERSA DA MATRIZ ZTOTAL(FET) + I

0.2668 0.3743 -0.0147 -0.0192 -0.0126 -0.0196
 0.2485 0.0578 0.0592 0.1924 -0.0278 -0.0260
 0.1895 -0.9685 0.0773 -0.0659 0.0814 0.1917

PRODUTO DE (ZTOTAL+I)*(ZTOTAL+I)INVERSA

1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 1.0000 0.0000 -0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 0.0000

FREQUENCIA= .3950E+10 (HZ)

VALORES IMPRESSOS NA SRBT GERAL

MATRIZ *S*

0.4664 -0.7486 0.0295 0.0383 0.0252 0.0392
 -0.4970 -0.1156 0.8815 -0.3847 0.0555 0.0519
 -0.3790 1.9370 -0.1545 0.1318 0.8371 -0.3834

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8072 -0.3903 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 0.3193 -0.4581 0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1257 -0.3187

MATRIZ *RHO* DOS GERADORES

-0.1159 -0.4275 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 -0.7434 -0.3681 0.0000 0.0000
 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 -0.9136 -0.2191

MATRIZ *S* GENERALIZADA

0.0121	-0.2944	0.1139	0.0717	0.0319	-0.0712
0.4218	2.2176	-0.0660	-0.4252	-0.1697	-0.1686
1.9304	-2.2865	0.5740	-0.0949	0.6025	0.6819

MATRIZ *S* GENERALIZADA NA SERT STAR

0.0121	-0.2944	0.1139	0.0717	0.0319	-0.0712
0.4218	2.2176	-0.0660	-0.4252	-0.1697	-0.1686
1.9304	-2.2865	0.5740	-0.0949	0.6025	0.6819

ZS1= .1566E+02 .4001E+01 Z13= .3264E+03-.4024E+04
 Z3= .1400E+01-.8331E+02 Z5= .3131E+03-.2466E+02
 Z6= .3578E+03-.3887E+02 Z7= .1440E+02-.1143E+03
 ZP2= .1330E+02-.3999E+04 ZR3= .1710E+04-.2352E+04
 FAMI1= -.2951E+03-.8944E+03 FAMI2= -.4652E+03-.1485E+04
 Z11= .3268E+02-.5001E+04 Z12= .1597E+04-.3991E+04
 ZE01= .2725E+03-.1688E+02 ZL1= .1000E+01 .1200E+02
 ZL3= .1000E+000. ZL7= .8000E+01 .4501E+02

FREQUENCIA= .3980E+10

MATRIZ Z NORMALIZADA DO FET EM CHIP

0.4557	-1.0193	0.4176	0.0729	0.4176	0.0729
5.1822	14.3602	6.3582	-0.9568	5.6299	-0.4061
5.1822	14.3602	7.0631	20.6881	10.4543	0.2721

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0000	0.0650	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0275
0.0000	0.0000	0.0000	0.1375	0.0000	0.0000
0.0000	-0.0275	0.0000	0.0000	0.0000	0.1525

MATRIS *Y* DO CHIP

0.0667	0.4595	0.0014	-0.0330	0.0010	-0.0010
0.1346	0.2455	0.0044	0.0652	-0.0096	-0.0454

- E.40 -

0.9727	-0.7774	0.0790	-0.0404	0.0117	0.0488
--------	---------	--------	---------	--------	--------

PRODUTO DAS MATRIZES ZXY DO CHIP

1.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000
-0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	-0.0000

MATRIZ *2. FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

0.9590	-1.6084	0.3232	-0.2161	0.2227	-0.2744
2.3880	2.1475	1.2259	-4.5637	0.3351	-0.7341
11.2307	0.2248	4.2726	0.3543	2.8522	-4.8388

VALORES DA MATRIZ *5* CALCULADA NA FUNCTION

0.4600	-0.7509	0.0299	0.0384	0.0255	0.0393
-0.5014	-0.1117	0.8799	-0.3873	0.0560	0.0519
-0.3594	1.9392	-0.1543	0.1330	0.8355	-0.3853

MATRIZ ZTOTAL(FET)+MATRIZ IDENTIDADE

1.9590	-1.6084	0.3232	-0.2161	0.2227	-0.2744
2.3880	2.1475	2.2259	-4.5637	0.3351	-0.7341
11.2307	0.2248	4.2726	0.3543	3.8522	-4.8388

INVERSA DA MATRIZ ZTOTAL(FET) + I

0.2700	0.3754	-0.0149	-0.0192	-0.0127	-0.0196
0.2507	0.0558	0.0601	0.1936	-0.0280	-0.0259
0.1797	-0.9696	0.0771	-0.0665	0.0822	0.1926

PRODUTO DE (ZTOTAL+I)*(ZTOTAL+I)INVERSA

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000

0.0000 0.0000 -0.0000 0.0000 1.0000 -0.0000

FREQUENCIA= .3980E+10 (HZ)

VALORES IMPRESSOS NA SRBT GERAL

MATRIZ *S*

0.4600	-0.7509	0.0299	0.0384	0.0255	0.0393
-0.5014	-0.1117	0.8799	-0.3873	0.0560	0.0519
-0.3594	1.9392	-0.1543	0.1330	0.8355	-0.3853

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8063	-0.3919	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3227	-0.4552	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1312	-0.3163

MATRIZ *RHO* DOS GERADORES

-0.1264	-0.4246	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.7534	-0.3479	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9191	-0.1951

MATRIZ *S* GENERALIZADA

-0.0064	-0.3130	0.1333	0.0563	0.0301	-0.0698
0.5743	2.0876	-0.1875	-0.3791	-0.1737	-0.1431
1.7218	-2.0908	0.5428	-0.1380	0.5820	0.6992

MATRIZ *S* GENERALIZADA NA SRBT STAR

-0.0064	-0.3130	0.1333	0.0563	0.0301	-0.0698
0.5743	2.0876	-0.1875	-0.3791	-0.1737	-0.1431
1.7218	-2.0908	0.5428	-0.1380	0.5820	0.6992

Z₅₁= .1566E+02 .3016E+01 Z₁₃= .3283E+03-.5305E+06
Z₃= .1400E+01-.1105E+05 Z₅= .3150E+03-.1870E+00

$Z_6 = .3620E+03 - .2064E+00$ $Z_7 = .1440E+02 - .1516E+05$
 $Z_{P2} = .1330E+02 - .5305E+06$ $Z_{K3} = .1710E+04 - .3121E+06$
 $FAM11 = -.3012E+03 - .1253E+06$ $FAM12 = -.4969E+03 - .2085E+06$
 $Z_{I1} = .2848E+02 - .6669E+06$ $Z_{I2} = .1589E+04 - .5357E+06$
 $Z_{EQ1} = .2728E+03 - .1257E+00$ $Z_{L1} = .1000E+01 - .9048E-01$
 $Z_{L3} = .1000E+000$ $Z_{L7} = .8000E+01 - .3393E+00$

FREQUENCIA= .3000E+08

MATRIZ Z NORMALIZADA DO FET EM CHIP

0.4568	-175.8401	0.4176	0.0005	0.4176	0.0005
5.2451	1994.0480	0.4327	-176.5854	5.6612	-0.0031
5.2451	1994.0480	5.3471	2429.1695	9.8806	0.0040

MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO

0.0000	0.0005	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0002
0.0000	0.0000	0.0000	0.0010	0.0000	0.0000
0.0000	-0.0002	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0011

MATRIS *Y* DO CHIP

0.0000	0.0032	0.0000	-0.0002	0.0000	-0.0000
0.0000	0.0017	0.0000	0.0005	-0.0000	-0.0004
1.0615	-0.0052	0.0873	-0.0004	0.0063	0.0004

PRODUTO DAS MATRIZES ZXY DO CHIP

1.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000
0.0000	-0.0000	1.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)

3.0374	-73.9244	1.0366	31.4458	0.7384	-0.0083
8.1405	708.1660	3.3241	-450.8267	1.7091	-0.0235

42.1160 2621.0719 14.7636 936.9818 10.5451 -0.1283

VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION

1.0000	-0.0078	0.0000	0.0004	0.0000	0.0004
-0.0000	-0.0042	1.0000	-0.0032	0.0000	0.0007
-2.1095	0.0228	-0.1734	0.0010	0.9874	-0.0036

MATRIZ ZTOTAL(FET)+MATRIZ IDENTIDADE

4.0374	-73.9244	1.0369	31.4458	0.7384	-0.0083
8.1405	708.1660	4.3241	-450.8267	1.7091	-0.0235
42.1160	2621.0719	14.7636	936.9818	11.5451	-0.1283

INVERSA DA MATRIZ ZTOTAL(FET) + I

0.0000	0.0039	-0.0000	-0.0002	-0.0000	-0.0002
0.0000	0.0021	0.0000	0.0016	-0.0000	-0.0004
1.0548	-0.0114	0.0867	-0.0005	0.0063	0.0018

PRODUTO DE (ZTOTAL+I)*(ZTOTAL+I)INVERSA

1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000
0.0000	-0.0000	1.0000	-0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000

FREQUENCIA= .3000E+08 (HZ)

VALORES IMPRESSOS NA SRBT GERAL

MATRIZ *S*

1.0000	-0.0078	0.0000	0.0004	0.0000	0.0004
-0.0000	-0.0042	1.0000	-0.0032	0.0000	0.0007
-2.1095	0.0228	-0.1734	0.0010	0.9874	-0.0036

MATRIZ *A* CONJUGADA

1.0000	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.9997	0.0168	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1686	-0.0036

MATRIZ *RHO* DOS GERADORES

0.0002	0.0058	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0007	0.0168	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9857	-0.0003

MATRIZ *S* GENERALIZADA

0.9953	-0.0415	-0.0004	-0.0024	0.0004	0.0027
-0.0080	-0.0608	0.9994	-0.0078	0.0007	0.0046
-13.0351	2.0185	-1.0716	0.1604	0.0418	-0.1313

MATRIZ *S* GENERALIZADA NA SBRT STAR

0.9953	-0.0415	-0.0004	-0.0024	0.0004	0.0027
-0.0080	-0.0608	0.9994	-0.0078	0.0007	0.0046
-13.0351	2.0185	-1.0716	0.1604	0.0418	-0.1313

```

*****
*                                     *
*           MATRIZ DOS GERADORES           *
*                                     *
*****

```

Z11=	.47E+02	.55E+02	Z12=	0.	0.	Z13=	0.	0.
Z14=	0.	0.	Z15=	0.	0.	Z16=	0.	0.
Z17=	.19E+01	.37E+02	Z18=	0.	0.	Z19=	0.	0.
Z21=	0.	0.	Z22=	.49E+02	.57E+02	Z23=	0.	0.
Z24=	0.	0.	Z25=	0.	0.	Z26=	0.	0.

Z27= 0.	0.	Z28= .90E+01 .25E+02	Z29= 0.	0.
Z31= 0.	0.	Z32= 0.	0.	Z33= .51E+02=.51E+00
Z34= 0.	0.	Z35= 0.	0.	Z36= 0.
Z37= 0.	0.	Z38= 0.	0.	Z39= 0.
Z41= 0.	0.	Z42= 0.	0.	Z43= 0.
Z44= .27E+03 .30E+03		Z45= 0.	0.	Z46= 0.
Z47= 0.	0.	Z48= 0.	0.	Z49= 0.
Z51= 0.	0.	Z52= 0.	0.	Z53= 0.
Z54= 0.	0.	Z55= .37E+03 .28E+03	Z56= 0.	0.
Z57= 0.	0.	Z58= 0.	0.	Z59= 0.
Z61= 0.	0.	Z62= 0.	0.	Z63= 0.
Z64= 0.	0.	Z65= 0.	0.	Z66= .59E+02=.14E+01
Z67= 0.	0.	Z68= 0.	0.	Z69= 0.
Z71= .19E+01 .37E+02		Z72= 0.	0.	Z73= 0.
Z74= 0.	0.	Z75= 0.	0.	Z76= 0.
Z77= .74E+03=.77E+03		Z78= 0.	0.	Z79= 0.
Z81= 0.	0.	Z82= .90E+01 .25E+02	Z83= 0.	0.
Z84= 0.	0.	Z85= 0.	0.	Z86= 0.
Z87= 0.	0.	Z88= .32E+03=.63E+03	Z89= 0.	0.
Z91= 0.	0.	Z92= 0.	0.	Z93= 0.

Z94= 0. 0. Z95= 0. 0. Z96= 0. 0.
 Z97= 0. 0. Z98= 0. 0. Z99= .69E+04-.75E+03

```

*****
*
*  MATRIZ DO FET DUAL GATE
*
*****

```

Z11= .22E+02-.63E+02 Z12= 0. 0. Z13= .57E+02 .83E+03
 Z14= .21E+02 .36E+01 Z15= 0. 0. Z16= -.49E+00 .35E+01
 Z17= .21E+02 .36E+01 Z18= 0. 0. Z19= -.49E+00 .35E+01
 Z21= 0. 0. Z22= .22E+02-.62E+02 Z23= .58E+02 .83E+03
 Z24= 0. 0. Z25= .21E+02 .37E+01 Z26= -.49E+00 .35E+01
 Z27= 0. 0. Z28= .21E+02 .37E+01 Z29= -.49E+00 .35E+01
 Z31= .10E+01 .63E+01 Z32= .10E+01 .62E+01 Z33= .22E+02-.88E+04
 Z34= -.47E+00 .16E+00 Z35= -.47E+00 .16E+00 Z36= .21E+02 .27E+01
 Z37= -.47E+00 .16E+00 Z38= -.47E+00 .16E+00 Z39= .21E+02 .27E+01
 Z41= .26E+03 .72E+03 Z42= 0. 0. Z43= -.28E+04 .41E+05
 Z44= .31E+03-.93E+02 Z45= 0. 0. Z46= -.24E+02 .16E+00
 Z47= .28E+03-.20E+02 Z48= 0. 0. Z49= -.24E+02 .16E+00
 Z51= 0. 0. Z52= .26E+03 .71E+03 Z53= -.28E+04 .41E+05
 Z54= 0. 0. Z55= .31E+03-.93E+02 Z56= -.24E+02 .16E+00
 Z57= 0. 0. Z58= .28E+03-.20E+02 Z59= -.24E+02 .16E+00
 Z61= .51E+02 .31E+03 Z62= .51E+02 .30E+03 Z63= .26E+03 .10E+06

```

Z64= -.22E+02 .75E+01  Z65= -.22E+02 .76E+01  Z66= .31E+03-.88E+04
Z67= -.22E+02 .75E+01  Z68= -.22E+02 .76E+01  Z69= .28E+03-.15E+00
Z71= .26E+03 .72E+03  Z72= 0.      0.      Z73= -.28E+04 .41E+05
Z74= .35E+03 .10E+04  Z75= 0.      0.      Z76= -.24E+02 .16E+00
Z77= .52E+03 .14E+02  Z78= 0.      0.      Z79= -.24E+02 .16E+00
Z81= 0.      0.      Z82= .26E+03 .71E+03  Z83= -.28E+04 .41E+05
Z84= 0.      0.      Z85= .35E+03 .10E+04  Z86= -.24E+02 .16E+00
Z87= 0.      0.      Z88= .52E+03 .14E+02  Z89= -.24E+02 .16E+00
Z91= .51E+02 .31E+03  Z92= .51E+02 .30E+03  Z93= .26E+03 .10E+06
Z94= -.22E+02 .75E+01  Z95= -.22E+02 .76E+01  Z96= .27E+03 .12E+06
Z97= -.22E+02 .75E+01  Z98= -.22E+02 .76E+01  Z99= .49E+03 .20E+00

```

```

*****
*
*  MATRIZ *Z* TOTAL-GERADORES * FETDG *
*
*****

```

```

Z11= .69E+02 .81E+01  Z12= 0.      0.      Z13= .57E+02 .63E+03
Z14= .21E+02-.36E+01  Z15= 0.      0.      Z16= -.49E+00 .35E-01
Z17= .23E+02-.41E+02  Z18= 0.      0.      Z19= -.49E+00 .35E-01
Z21= 0.      0.      Z22= .71E+02-.51E+01  Z23= .58E+02 .63E+03
Z24= 0.      0.      Z25= .21E+02 .37E+01  Z26= -.49E+00 .35E-01
Z27= 0.      0.      Z28= .30E+02 .28E+02  Z29= -.49E+00 .35E-01

```

Z31= .10E+01-.63E+01	Z32= .10E+01 .62E+01	Z33= .73E+02-.88E+04
Z34= -.47E+00-.16E+00	Z35= -.47E+00 .16E+00	Z36= .21E+02 .27E+01
Z37= -.47E+00-.16E+00	Z38= -.47E+00 .16E+00	Z39= .21E+02 .27E+01
Z41= .26E+03-.72E+03	Z42= 0. 0.	Z43= -.28E+04 .41E+05
Z44= .58E+03-.20E+03	Z45= 0. 0.	Z46= -.24E+02 .16E+00
Z47= .28E+03 .20E+02	Z48= 0. 0.	Z49= -.24E+02 .16E+00
Z51= 0. 0.	Z52= .26E+03 .71E+03	Z53= -.28E+04 .41E+05
Z54= 0. 0.	Z55= .68E+03 .19E+03	Z56= -.24E+02 .16E+00
Z57= 0. 0.	Z58= .28E+03-.20E+02	Z59= -.24E+02 .16E+00
Z61= .51E+02-.31E+03	Z62= .51E+02 .30E+03	Z63= .26E+03 .10E+06
Z64= -.22E+02-.75E+01	Z65= -.22E+02 .76E+01	Z66= .37E+03-.88E+04
Z67= -.22E+02-.75E+01	Z68= -.22E+02 .76E+01	Z69= .28E+03-.15E+00
Z71= .26E+03-.76E+03	Z72= 0. 0.	Z73= -.28E+04 .41E+05
Z74= .35E+03-.10E+04	Z75= 0. 0.	Z76= -.24E+02 .16E+00
Z77= .13E+04 .76E+03	Z78= 0. 0.	Z79= -.24E+02 .16E+00
Z81= 0. 0.	Z82= .27E+03 .74E+03	Z83= -.28E+04 .41E+05
Z84= 0. 0.	Z85= .35E+03 .10E+04	Z86= -.24E+02 .16E+00
Z87= 0. 0.	Z88= .65E+03-.62E+03	Z89= -.24E+02 .16E+00
Z91= .51E+02-.31E+03	Z92= .51E+02 .30E+03	Z93= .26E+03 .10E+06
Z94= -.22E+02-.75E+01	Z95= -.22E+02 .76E+01	Z96= .27E+03 .12E+06

Z97= -.22E+02-.75E+01 Z98= -.22E+02 .76E+01 Z99= .73E+04-.75E+03

.7838E-02-.7965E-02 -.1175E-04-.1827E-04 .2331E-05-.5142E-06
 .3972E-02 .1092E-01 .2863E-04 .1163E-04 -.2060E-03 .1491E-03
 .2150E-02 .7920E-02 .3308E-04-.1624E-06 .2319E-02 .4046E-02

VALOR DO GANHO TRANSOUTIVO CALCULADO

GT0 = INDICA GANHO OTIMIZADO

GT1 = INDICA GANHO ANALISADO

GT1 = .1427E+02 DB

FREQUENCIA(HZ)	GANHO DE CONVERSAO(DB)			
.2950E+10	.1184E+02	-.94E+02	.57E+03	.13E+01
.3150E+10	.1265E+02	-.39E+02	.91E+03	.13E+01
.3350E+10	.1378E+02	-.16E+02	-.30E+03	.13E+01
.3550E+10	.1561E+02	-.55E+01	-.49E+02	.13E+01
.3750E+10	.1154E+02	.27E+01	.33E+01	.13E+01
.3950E+10	.1427E+02	.18E+01	.25E+01	.13E+01
.4150E+10	.1442E+02	.20E+01	.59E+01	.13E+01
.4350E+10	.1427E+02	.22E+01	.17E+02	.13E+01
.4550E+10	.1418E+02	.29E+01	.34E+02	.13E+01
.4750E+10	.1381E+02	.38E+01	.52E+02	.13E+01

• Programa Análise

Este programa calcula a matriz S generalizada do DGFET, usando as sub-routines GERAL e TERM2, já descritas no programa NMFET. O cálculo pode ser feito tanto com os parâmetros S medidos, como com os parâmetros calculados pelo modelo do DGFET.

As sequências de dados de entrada e saída são apresentadas no próprio programa através dos cartões de comentários.

Apresenta-se a seguir uma listagem do programa ANÁLISE, bem como o arquivo de dados de entrada usado no presente trabalho.

O programa ANÁLISE, de uma forma modificada, foi introduzido como sub-routine do programa NMFET (ver FUNCTION STAR do programa NMFET).

WORKFILE: ANALISE (06/22/72)

10105 XX

```

100  S RESET FREE
200  FILE SCRIN=ENOTX,FILE="ANP",FILETYPE=7)
300  FILE SCRIN=ENOTC)
400  * SET AUTOTIME
500  S BIRD YETOLD FROM KARLAS/FORTIRANINPL
600  * OUTDEFROM(BLLINDDSS)COURTER
610  C
615  C*****CLASSIFICACAO DA VERSAO ANALISE DE US DE MARCO PARA AUMENTAR
620  C*****OS NIVEL DE LINGUAGEM DOS CIRCUITOS DE CADAMENTO DO DUFET
625  C*****O NIVEL DO PROGRAMA DOS CIRCUITOS DE CADAMENTO ESTAO CONSTITUI-
630  C*****DOS POR UM CAPACITOR SERIE E DOIS TRECHOS DE LT CUJAS IMPE-
640  C*****DANCIAS E CORRENTES EM LAMBDA GUIADO SAO OTIMIZADOS PARA
645  C*****O MAXIMO GANHO TRANSDUTIVO E MINIMA REFLEXAO NA FAIXA.
650  C
655  C*****CAPACITORES SERIE GATE1=C1,GATE2=C2,ORCENO=C3
660  C*****E INTERAMENTE OS CAPACITORES SAO ACOPLADOS AS VARIAVEIS
665  C*****X(1),X(11),X(12)
670  C*****CORRENTES DOS TRECHOS DE LT:
675  C*****GATE 1 AL1=X(1)**2,ALG1=X(4)**2
680  C*****GATE 2 AL2=X(11)**2,ALG2=X(5)**2
685  C*****ORCENO AL3=X(12)**2,ALG3=X(6)**2
690  C*****IMPE-
695  C*****DANCIAS DOS LT:
700  C*****Z11=Z01=X(1)**2+5,Z11=X(13)**2+5
705  C*****Z12=Z02=X(4)**2+5,Z12=X(14)**2+5
710  C*****Z13=Z03=X(11)**2+5,Z13=X(14)**2+5
715  C*****OS CAPACITORES SAO DADOS EM PF,AS LT EM OHMS E LAMBDA GUIADO
720  DIMENSION SI(2,3),PR1(2,3),PR2(2,3),GAF(20),AK(20,3)
730  DIMENSION GI(20,3),GT1(3),GR1(3),PR1N(3),PR2OUT(3)
740  COMPLEX SC(3,3),SCC(3,3,2)
750  COMPLEX SH(3,3,2)
760  COMPLEX S11,S12,S13,S21,S22,S23,S31,S32,S33,GAMA1,GAMA2,GAMA3
770  COMPLEX S11F,S11F,S21F,S22F,AS,AS,CS,CS,DS,DS,FS,FS,GS,GS,PS,PS,DE,S,BF
780  COMPLEX C,ORCENO,AS,Z00
790  COMPLEX GANGL(20),GAMAS(20),GAMAT(20),SC(3,3),SCGL(3,3),Z(3)
800  COMMON /COMMON
810  COMMON X,X1,X2,X3,X4,X5,X6,X7,X8,X9,X10,X11,X12,X13,X14,X15,X16,X17,X18,X19,X20,X21,X22,X23,X24,X25,X26,X27,X28,X29,X30,X31,X32,X33,X34,X35,X36,X37,X38,X39,X40,X41,X42,X43,X44,X45,X46,X47,X48,X49,X50,X51,X52,X53,X54,X55,X56,X57,X58,X59,X60,X61,X62,X63,X64,X65,X66,X67,X68,X69,X70,X71,X72,X73,X74,X75,X76,X77,X78,X79,X80,X81,X82,X83,X84,X85,X86,X87,X88,X89,X90,X91,X92,X93,X94,X95,X96,X97,X98,X99,X100,X101,X102,X103,X104,X105,X106,X107,X108,X109,X110,X111,X112,X113,X114,X115,X116,X117,X118,X119,X120,X121,X122,X123,X124,X125,X126,X127,X128,X129,X130,X131,X132,X133,X134,X135,X136,X137,X138,X139,X140,X141,X142,X143,X144,X145,X146,X147,X148,X149,X150,X151,X152,X153,X154,X155,X156,X157,X158,X159,X160,X161,X162,X163,X164,X165,X166,X167,X168,X169,X170,X171,X172,X173,X174,X175,X176,X177,X178,X179,X180,X181,X182,X183,X184,X185,X186,X187,X188,X189,X190,X191,X192,X193,X194,X195,X196,X197,X198,X199,X200,X201,X202,X203,X204,X205,X206,X207,X208,X209,X210,X211,X212,X213,X214,X215,X216,X217,X218,X219,X220,X221,X222,X223,X224,X225,X226,X227,X228,X229,X230,X231,X232,X233,X234,X235,X236,X237,X238,X239,X240,X241,X242,X243,X244,X245,X246,X247,X248,X249,X250,X251,X252,X253,X254,X255,X256,X257,X258,X259,X260,X261,X262,X263,X264,X265,X266,X267,X268,X269,X270,X271,X272,X273,X274,X275,X276,X277,X278,X279,X280,X281,X282,X283,X284,X285,X286,X287,X288,X289,X290,X291,X292,X293,X294,X295,X296,X297,X298,X299,X300,X301,X302,X303,X304,X305,X306,X307,X308,X309,X310,X311,X312,X313,X314,X315,X316,X317,X318,X319,X320,X321,X322,X323,X324,X325,X326,X327,X328,X329,X330,X331,X332,X333,X334,X335,X336,X337,X338,X339,X340,X341,X342,X343,X344,X345,X346,X347,X348,X349,X350,X351,X352,X353,X354,X355,X356,X357,X358,X359,X360,X361,X362,X363,X364,X365,X366,X367,X368,X369,X370,X371,X372,X373,X374,X375,X376,X377,X378,X379,X380,X381,X382,X383,X384,X385,X386,X387,X388,X389,X390,X391,X392,X393,X394,X395,X396,X397,X398,X399,X400,X401,X402,X403,X404,X405,X406,X407,X408,X409,X410,X411,X412,X413,X414,X415,X416,X417,X418,X419,X420,X421,X422,X423,X424,X425,X426,X427,X428,X429,X430,X431,X432,X433,X434,X435,X436,X437,X438,X439,X440,X441,X442,X443,X444,X445,X446,X447,X448,X449,X450,X451,X452,X453,X454,X455,X456,X457,X458,X459,X460,X461,X462,X463,X464,X465,X466,X467,X468,X469,X470,X471,X472,X473,X474,X475,X476,X477,X478,X479,X480,X481,X482,X483,X484,X485,X486,X487,X488,X489,X490,X491,X492,X493,X494,X495,X496,X497,X498,X499,X500,X501,X502,X503,X504,X505,X506,X507,X508,X509,X510,X511,X512,X513,X514,X515,X516,X517,X518,X519,X520,X521,X522,X523,X524,X525,X526,X527,X528,X529,X530,X531,X532,X533,X534,X535,X536,X537,X538,X539,X540,X541,X542,X543,X544,X545,X546,X547,X548,X549,X550,X551,X552,X553,X554,X555,X556,X557,X558,X559,X560,X561,X562,X563,X564,X565,X566,X567,X568,X569,X570,X571,X572,X573,X574,X575,X576,X577,X578,X579,X580,X581,X582,X583,X584,X585,X586,X587,X588,X589,X590,X591,X592,X593,X594,X595,X596,X597,X598,X599,X600,X601,X602,X603,X604,X605,X606,X607,X608,X609,X610,X611,X612,X613,X614,X615,X616,X617,X618,X619,X620,X621,X622,X623,X624,X625,X626,X627,X628,X629,X630,X631,X632,X633,X634,X635,X636,X637,X638,X639,X640,X641,X642,X643,X644,X645,X646,X647,X648,X649,X650,X651,X652,X653,X654,X655,X656,X657,X658,X659,X660,X661,X662,X663,X664,X665,X666,X667,X668,X669,X670,X671,X672,X673,X674,X675,X676,X677,X678,X679,X680,X681,X682,X683,X684,X685,X686,X687,X688,X689,X690,X691,X692,X693,X694,X695,X696,X697,X698,X699,X700,X701,X702,X703,X704,X705,X706,X707,X708,X709,X710,X711,X712,X713,X714,X715,X716,X717,X718,X719,X720,X721,X722,X723,X724,X725,X726,X727,X728,X729,X730,X731,X732,X733,X734,X735,X736,X737,X738,X739,X740,X741,X742,X743,X744,X745,X746,X747,X748,X749,X750,X751,X752,X753,X754,X755,X756,X757,X758,X759,X760,X761,X762,X763,X764,X765,X766,X767,X768,X769,X770,X771,X772,X773,X774,X775,X776,X777,X778,X779,X780,X781,X782,X783,X784,X785,X786,X787,X788,X789,X790,X791,X792,X793,X794,X795,X796,X797,X798,X799,X800,X801,X802,X803,X804,X805,X806,X807,X808,X809,X810,X811,X812,X813,X814,X815,X816,X817,X818,X819,X820,X821,X822,X823,X824,X825,X826,X827,X828,X829,X830,X831,X832,X833,X834,X835,X836,X837,X838,X839,X840,X841,X842,X843,X844,X845,X846,X847,X848,X849,X850,X851,X852,X853,X854,X855,X856,X857,X858,X859,X860,X861,X862,X863,X864,X865,X866,X867,X868,X869,X870,X871,X872,X873,X874,X875,X876,X877,X878,X879,X880,X881,X882,X883,X884,X885,X886,X887,X888,X889,X890,X891,X892,X893,X894,X895,X896,X897,X898,X899,X900,X901,X902,X903,X904,X905,X906,X907,X908,X909,X910,X911,X912,X913,X914,X915,X916,X917,X918,X919,X920,X921,X922,X923,X924,X925,X926,X927,X928,X929,X930,X931,X932,X933,X934,X935,X936,X937,X938,X939,X940,X941,X942,X943,X944,X945,X946,X947,X948,X949,X950,X951,X952,X953,X954,X955,X956,X957,X958,X959,X960,X961,X962,X963,X964,X965,X966,X967,X968,X969,X970,X971,X972,X973,X974,X975,X976,X977,X978,X979,X980,X981,X982,X983,X984,X985,X986,X987,X988,X989,X990,X991,X992,X993,X994,X995,X996,X997,X998,X999,X1000,X1001,X1002,X1003,X1004,X1005,X1006,X1007,X1008,X1009,X1010,X1011,X1012,X1013,X1014,X1015,X1016,X1017,X1018,X1019,X1020,X1021,X1022,X1023,X1024,X1025,X1026,X1027,X1028,X1029,X1030,X1031,X1032,X1033,X1034,X1035,X1036,X1037,X1038,X1039,X1040,X1041,X1042,X1043,X1044,X1045,X1046,X1047,X1048,X1049,X1050,X1051,X1052,X1053,X1054,X1055,X1056,X1057,X1058,X1059,X1060,X1061,X1062,X1063,X1064,X1065,X1066,X1067,X1068,X1069,X1070,X1071,X1072,X1073,X1074,X1075,X1076,X1077,X1078,X1079,X1080,X1081,X1082,X1083,X1084,X1085,X1086,X1087,X1088,X1089,X1090,X1091,X1092,X1093,X1094,X1095,X1096,X1097,X1098,X1099,X1100,X1101,X1102,X1103,X1104,X1105,X1106,X1107,X1108,X1109,X1110,X1111,X1112,X1113,X1114,X1115,X1116,X1117,X1118,X1119,X1120,X1121,X1122,X1123,X1124,X1125,X1126,X1127,X1128,X1129,X1130,X1131,X1132,X1133,X1134,X1135,X1136,X1137,X1138,X1139,X1140,X1141,X1142,X1143,X1144,X1145,X1146,X1147,X1148,X1149,X1150,X1151,X1152,X1153,X1154,X1155,X1156,X1157,X1158,X1159,X1160,X1161,X1162,X1163,X1164,X1165,X1166,X1167,X1168,X1169,X1170,X1171,X1172,X1173,X1174,X1175,X1176,X1177,X1178,X1179,X1180,X1181,X1182,X1183,X1184,X1185,X1186,X1187,X1188,X1189,X1190,X1191,X1192,X1193,X1194,X1195,X1196,X1197,X1198,X1199,X1200,X1201,X1202,X1203,X1204,X1205,X1206,X1207,X1208,X1209,X1210,X1211,X1212,X1213,X1214,X1215,X1216,X1217,X1218,X1219,X1220,X1221,X1222,X1223,X1224,X1225,X1226,X1227,X1228,X1229,X1230,X1231,X1232,X1233,X1234,X1235,X1236,X1237,X1238,X1239,X1240,X1241,X1242,X1243,X1244,X1245,X1246,X1247,X1248,X1249,X1250,X1251,X1252,X1253,X1254,X1255,X1256,X1257,X1258,X1259,X1260,X1261,X1262,X1263,X1264,X1265,X1266,X1267,X1268,X1269,X1270,X1271,X1272,X1273,X1274,X1275,X1276,X1277,X1278,X1279,X1280,X1281,X1282,X1283,X1284,X1285,X1286,X1287,X1288,X1289,X1290,X1291,X1292,X1293,X1294,X1295,X1296,X1297,X1298,X1299,X1300,X1301,X1302,X1303,X1304,X1305,X1306,X1307,X1308,X1309,X1310,X1311,X1312,X1313,X1314,X1315,X1316,X1317,X1318,X1319,X1320,X1321,X1322,X1323,X1324,X1325,X1326,X1327,X1328,X1329,X1330,X1331,X1332,X1333,X1334,X1335,X1336,X1337,X1338,X1339,X1340,X1341,X1342,X1343,X1344,X1345,X1346,X1347,X1348,X1349,X1350,X1351,X1352,X1353,X1354,X1355,X1356,X1357,X1358,X1359,X1360,X1361,X1362,X1363,X1364,X1365,X1366,X1367,X1368,X1369,X1370,X1371,X1372,X1373,X1374,X1375,X1376,X1377,X1378,X1379,X1380,X1381,X1382,X1383,X1384,X1385,X1386,X1387,X1388,X1389,X1390,X1391,X1392,X1393,X1394,X1395,X1396,X1397,X1398,X1399,X1400,X1401,X1402,X1403,X1404,X1405,X1406,X1407,X1408,X1409,X1410,X1411,X1412,X1413,X1414,X1415,X1416,X1417,X1418,X1419,X1420,X1421,X1422,X1423,X1424,X1425,X1426,X1427,X1428,X1429,X1430,X1431,X1432,X1433,X1434,X1435,X1436,X1437,X1438,X1439,X1440,X1441,X1442,X1443,X1444,X1445,X1446,X1447,X1448,X1449,X1450,X1451,X1452,X1453,X1454,X1455,X1456,X1457,X1458,X1459,X1460,X1461,X1462,X1463,X1464,X1465,X1466,X1467,X1468,X1469,X1470,X1471,X1472,X1473,X1474,X1475,X1476,X1477,X1478,X1479,X1480,X1481,X1482,X1483,X1484,X1485,X1486,X1487,X1488,X1489,X1490,X1491,X1492,X1493,X1494,X1495,X1496,X1497,X1498,X1499,X1500,X1501,X1502,X1503,X1504,X1505,X1506,X1507,X1508,X1509,X1510,X1511,X1512,X1513,X1514,X1515,X1516,X1517,X1518,X1519,X1520,X1521,X1522,X1523,X1524,X1525,X1526,X1527,X1528,X1529,X1530,X1531,X1532,X1533,X1534,X1535,X1536,X1537,X1538,X1539,X1540,X1541,X1542,X1543,X1544,X1545,X1546,X1547,X1548,X1549,X1550,X1551,X1552,X1553,X1554,X1555,X1556,X1557,X1558,X1559,X1560,X1561,X1562,X1563,X1564,X1565,X1566,X1567,X1568,X1569,X1570,X1571,X1572,X1573,X1574,X1575,X1576,X1577,X1578,X1579,X1580,X1581,X1582,X1583,X1584,X1585,X1586,X1587,X1588,X1589,X1590,X1591,X1592,X1593,X1594,X1595,X1596,X1597,X1598,X1599,X1600,X1601,X1602,X1603,X1604,X1605,X1606,X1607,X1608,X1609,X1610,X1611,X1612,X1613,X1614,X1615,X1616,X1617,X1618,X1619,X1620,X1621,X1622,X1623,X1624,X1625,X1626,X1627,X1628,X1629,X1630,X1631,X1632,X1633,X1634,X1635,X1636,X1637,X1638,X1639,X1640,X1641,X1642,X1643,X1644,X1645,X1646,X1647,X1648,X1649,X1650,X1651,X1652,X1653,X1654,X1655,X1656,X1657,X1658,X1659,X1660,X1661,X1662,X1663,X1664,X1665,X1666,X1667,X1668,X1669,X1670,X1671,X1672,X1673,X1674,X1675,X1676,X1677,X1678,X1679,X1680,X1681,X1682,X1683,X1684,X1685,X1686,X1687,X1688,X1689,X1690,X1691,X1692,X1693,X1694,X1695,X1696,X1697,X1698,X1699,X1700,X1701,X1702,X1703,X1704,X1705,X1706,X1707,X1708,X1709,X1710,X1711,X1712,X1713,X1714,X1715,X1716,X1717,X1718,X1719,X1720,X1721,X1722,X1723,X1724,X1725,X1726,X1727,X1728,X1729,X1730,X1731,X1732,X1733,X1734,X1735,X1736,X1737,X1738,X1739,X1740,X1741,X1742,X1743,X1744,X1745,X1746,X1747,X1748,X1749,X1750,X1751,X1752,X1753,X1754,X1755,X1756,X1757,X1758,X1759,X1760,X1761,X1762,X1763,X1764,X1765,X1766,X1767,X1768,X1769,X1770,X1771,X1772,X1773,X1774,X1775,X1776,X1777,X1778,X1779,X1780,X1781,X1782,X1783,X1784,X1785,X1786,X1787,X1788,X1789,X1790,X1791,X1792,X1793,X1794,X1795,X1796,X1797,X1798,X1799,X1800,X1801,X1802,X1803,X1804,X1805,X1806,X1807,X1808,X1809,X1810,X1811,X1812,X1813,X1814,X1815,X1816,X1817,X1818,X1819,X1820,X1821,X1822,X1823,X1824,X1825,X1826,X1827,X1828,X1829,X1830,X1831,X1832,X1833,X1834,X1835,X1836,X1837,X1838,X1839,X1840,X1841,X1842,X1843,X1844,X1845,X1846,X1847,X1848,X1849,X1850,X1851,X1852,X1853,X1854,X1855,X1856,X1857,X1858,X1859,X1860,X1861,X1862,X1863,X1864,X1865,X1866,X1867,X1868,X1869,X1870,X1871,X1872,X1873,X1874,X1875,X1876,X1877,X1878,X1879,X1880,X1881,X1882,X1883,X1884,X1885,X1886,X1887,X1888,X1889,X1890,X1891,X1892,X1893,X1894,X1895,X1896,X1897,X1898,X1899,X1900,X1901,X1902,X1903,X1904,X1905,X1906,X1907,X1908,X1909,X1910,X1911,X1912,X1913,X1914,X1915,X1916,X1917,X1918,X1919,X1920,X1921,X1922,X1923,X1924,X1925,X1926,X1927,X1928,X1929,X1930,X1931,X1932,X1933,X1934,X1935,X1936,X1937,X1938,X1939,X1940,X1941,X1942,X1943,X1944,X1945,X1946,X1947,X1948,X1949,X1950,X1951,X1952,X1953,X1954,X1955,X1956,X1957,X1958,X1959,X1960,X1961,X1962,X1963,X1964,X1965,X1966,X1967,X1968,X1969,X1970,X1971,X1972,X1973,X1974,X1975,X1976,X1977,X1978,X1979,X1980,X1981,X1982,X1983,X1984,X1985,X1986,X1987,X1988,X1989,X1990,X1991,X1992,X1993,X1994,X1995,X1996,X1997,X1998,X1999,X2000,X2001,X2002,X2003,X2004,X2005,X2006,X2007,X2008,X2009,X2010,X2011,X2012,X2013,X2014,X2015,X2016,X2017,X2018,X2019,X2020,X2021,X2022,X2023,X2024,X2025,X2026,X2027,X2028,X2029,X2030,X2031,X2032,X2033,X2034,X2035,X2036,X2037,X2038,X2039,X2040,X2041,X2042,X2043,X2044,X2045,X2046,X2047,X2048,X2049,X2050,X2051,X2052,X2053,X2054,X2055,X2056,X2057,X2058,X2059,X2060,X2061,X2062,X2063,X2064,X2065,X2066,X2067,X2068,X2069,X2070,X2071,X2072,X2073,X2074,X2075,X2076,X2077,X2078,X2079,X2080,X2081,X2082,X2083,X2084,X2085,X2086,X2087,X2088,X2089,X2090,X2091,X2092,X2093,X2094,X2095,X2096,X2097,X2098,X2099,X2100,X2101,X2102,X2103,X2104,X2105,X2106,X2107,X2108,X2109,X2110,X2111,X2112,X2113,X2114,X2115,X2116,X2117,X2118,X2119,X2120,X2121,X2122,X2123,X2124,X2125,X2126,X2127,X2128,X2129,X2130,X2131,X2132,X2133,X2134,X2135,X2136,X2137,X2138,X2139,X2140,X2141,X2142,X2143,X2144,X2145,X2146,X2147,X2148,X2149,X2150,X2151,X2152,X2153,X2154,X2155,X2156,X2157,X2158,X2159,X2160,X2161,X2162,X2163,X2164,X2165,X2166,X2167,X2168,X2169,X2170,X2171,X2172,X2173,X2174,X2175,X2176,X2177,X2178,X2179,X2180,X2181,X2182,X2183,X2184,X2185,X2186,X2187,X2188,X2189,X2190,X2191,X2192,X2193,X2194,X2195,X2196,X2197,X2198,X2199,X2200,X2201,X2202,X2203,X2204,X2205,X2206,X2207,X2208,X2209,X2210,X2211,X2212,X2213,X2214,X2215,X2216,X2217,X2218,X2219,X2220,X2221,X2222,X2223,X2224,X2225,X2226,X2227,X2228,X2229,X2230,X2231,X2232,X2233,X2234,X2235,X2236,X2237,X2238,X2239,X2240,X2241,X2242,X2243,X2244,X2245,X2246,X2247,X2248,X2249,X2250,X2251,X2252,X2253,X2254,X2255,X2256,X2257,X2258,X2259,X2260,X2261,X2262,X2263,X2264,X2265,X2266,X2267,X2268,X2269,X2270,X2271,X2272,X2273,X2274,X2275,X2276,X2277,X2278,X2279,X2280,X2281,X2282,X2283,X2284,X2285,X2286,X2287,X2288,X2289,X2290,X2291,X2292,X2293,X2294,X2295,X2296,X2297,X2298,X2299,X2300,X2301,X2302,X2303,X2304,X2305,X2306,X2307,X2308,X2309,X2310,X2311,X2312,X2313,X2314,X2315,X2316,X2317,X2318,X2319,X2320,X2321,X2322,X2323,X2324,X2325,X2326,X2327,X2328,X2329,X2330,X2331,X2332,X2333,X2334,X2335,X2336,X2337,X2338,X2339,X2340,X2341,X2342,X2343,X2344,X2345,X2346,X2347,X2348,X2349,X2350,X2351,X2352,X2353,X2354,X2355,X2356,X2357,X2358,X2359,X2360,X2361,X2362,X2363,X2364,X2365,X2366,X2367,X2368,X2369,X2370,X2371,X2372,X2373,X2374,X2375,X2376,X2377,X2378,X2379,X2380,X2381,X2382,X2383,X2384,X2385,X2386,X2387,X2388,X2389,X2390,X2391,X2392,X2393,X2394,X2395,X2396,X2397,X2398,X2399,X2400,X2401,X2402,X2403,X2404,X2405,X2406,X2407,X2408,X2409,X2410,X2411,X2412,X2413,X2414,X2415,X2416,X2417,X2418,X2419,X2420,X2421,X2422,X2423,X2424,X2425,X2426,X2427,X2428,X2429,X2430,X2431,X2432,X2433,X2434,X2435,X2436,X2437,X2438,X2439,X2440,X2441,X2442,X2443,X2444,X2445,X2446,X2447,X2448,X2449,X2450,X2451,X2452,X2453,X2454,X2455,X2456,X2457,X2458,X2459,X2460,X2461,X2462,X2463,X2464,X2465,X2466,X2467,X2468,X2469,X2470,X2471,X2472,X2473,X2474,X2475,X2476,X2477,X2478,X2479,X2480,X2481,X2482,X2483,X2484,X2485,X2486,X2487,X2488,X2489,X
```

```

3800 C***** SER IGUAL A N
3900 C***** QUANDO NPS E ZERO OS PARAMETROS *S* SAO CALCULADOS INTERNAMENTE
4000 C***** E PELA FUNCAO FUNCAO A PARTIR DO MODELO DO UFET DETERMINADO
4100 C***** MELHOS COMPONENTES A SEGUIR
4200 READ(5,7)N,N,K1,KSGR,K,NPS,KU,FMIN,FMAX
4300 FMIN=FMIN+1.E+09
4400 FMAX=FMAX+1.E+09
4500 DEL=(FMAX-FMIN)/N
4600 IF(NPS.EQ.0.0) GO TO 201
4700 N=NPS
4800 DO 7 J=1,N
4900 DO 7 I=1,N
5000 7 READ(5,7)(S4(I,I),I=1,3)
5100 IF(NPS.LT.0.0) GO TO 555
5200 C LEITURA DOS VALORES INICIAIS
5300 C LEITURA DOS REGISTORES EM OHMS
5400 C
5500 201 READ(5,7)R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,RN,RP1,RP2,RP3,RC1,RT1,RT2
5600 C
5700 C LEITURA DOS CAPACITORES EM PF
5800 C
5900 READ(5,7)C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR,CP,CR3,CG1,CG2
6000 C
6100 C LEITURA DOS INDUTORES EM MH
6200 C
6300 READ(5,7)AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,AL7
6400 C
6500 C LEITURA DAS TRANSCONDUZANCIAS EM MMHS E RETARDOS EM PS
6600 C
6700 RT=3.141592
6800 READ(5,7)GM1,GM2,TAL1,TAL2
6900 C
7000 C*****LEITURA DAS VARIAVEIS A SEREM UTILIZADAS PELA SUBRT *TERM*
7100 C
7200 555 RT=3.141592
7300 READ(5,7)C1T,C2T,C3T,AL1T,AL2T,AL3T
7400 READ(5,7)(X(I),I=1,4),YMAX
7500 READ(5,7)(X(I),I=10,15)
7600 READ(5,7)(X(I),I=16,21)
7700 C1=C1+1.E-12
7800 C2=C2+1.E-12
7900 C3=C3+1.E-12
8000 C4=C4+1.E-12
8100 C5=C5+1.E-12
8200 C6=C6+1.E-12
8300 CR=C3+1.E-12
8400 CG1=CG1+1.E-12
8500 CG2=CG2+1.E-12
8600 AL1=AL1+1.E-09
8700 AL2=AL2+1.E-09
8800 AL3=AL3+1.E-09
8900 AL4=AL4+1.E-09
9000 AL5=AL5+1.E-09
9100 AL6=AL6+1.E-09
9200 AL7=AL7+1.E-09
9300 GM1=GM1+1.E-03
9400 GM2=GM2+1.E-03
9500 TAL1=TAL1+1.E-12
9600 TAL2=TAL2+1.E-12

```

```

0700      C11=C11+1.E-12
0800      C21=C21+1.E-12
0900      C31=C31+1.E-12
0910      VF=(C11-D1.E-12)/49.5E-12
0920      X(10)=ARCOS(VF)
0930      VF=(C21-D2.E-12)/49.5E-12
0940      X(11)=ARCOS(VF)
0950      VF=(C31-D3.E-12)/49.5E-12
0960      X(12)=ARCOS(VF)
1000      AL1T=AL1+1.E-09
1010      AL2T=AL2+1.E-09
1020      AL3T=AL3+1.E-09
1030      IF(NPS-20.0)GOTO 200
1040      C  ESCRIBE OS PARÂMETROS LIDOS
1050      DO 10 J=1,N
1060      DO 11 I=1,3
1070      DO 12 II=1,3
1080      S=1/(1+II+J)*50*(1+II+J)
1090      F=F+ABS(
1100      WRITE(5,31)
1110      31  FORMAT(//,10X,"PARAMETROS *S* NA FORMA POLAR",/)
1120      DO 32 J=1,N
1130      F=F+ABS(
1140      WRITE(5,32)
1150      DO 32 I=1,3
1160      32  WRITE(5,40)COS(X(I+II+J)),II=1,3)
1170      F=F+ABS(
1180      C  TRANSFORMANDO OS PARÂMETROS PARA A FORMA RETANGULAR
1190      PI=3.141592
1200      DO 10 J=1,N
1210      DO 11 I=1,3
1220      DO 12 II=1,3
1230      R=REAL(SM(I,II,J))
1240      AI=AIMAG(SM(I+II,J))
1250      AI=AI*PI/180.
1260      AIC=COS(AI)
1270      AIS=SIN(AI)
1280      AIC=2*AIC
1290      AIS=2*AIS
1300      SM(I,II+J)=CMPLX((AIC/AIS)
1310      SC(I,II+J)=50*(1+II+J)
1320      10  CONTINUE
1330      WRITE(5,41)
1340      41  FORMAT(//,10X,"PARAMETROS *S* NA FORMA RETANGULAR(MEDIDOS)",/)
1350      DO 42 J=1,N
1360      F=F+ABS(
1370      WRITE(5,42)F
1380      39  FORMAT(//,20X,"FREQUENCIA="*E10.4,/)
1390      DO 42 I=1,3
1400      42  WRITE(5,40)(SC(I,II+J),II=1,3)
1410      43  FORMAT(//,2X,"SC(1,1,1)=",E10.4,/)
1420      C  VALORES INICIAIS
1430      IF(NPS-1.0)GOTO 505
1440      402  WRITE(5,44)
1450      44  FORMAT(//,20X,"VALORES INICIAIS",/)
1460      C  CALCULO DOS COEFICIENTES INICIAIS
1470      F=0.0
1480      WRITE(5,47)
1490      47  FORMAT(//,10X,"PARAMETROS S CALCULADOS COM OS VALORES INICIAIS",/
1500      *)
1510      F=F+ABS(

```

```

15200 DD =3 0=120
15300 F=F*DEL
15400 WRITE(5,39)F
15500 DD =3 1=120
15600 4A WRITE(5,40)(C5(I+1,J),I=1,3)
15700 WRITE(5,40)(X1,R51,R3,R5,R6,R7,R8,R10,C61,C62,C1,C2,C3,C4,C5,C6,
15800 +AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,AL6,TAL1,TAL2,GMU1,GMU2,RR2,RR3,RC2,
15900 +CR2,CN3,CN,AL7,R2,R4,R2,R11,R13)
16000 100 FORT(1,1,7,2X,"I1="E10.4,2X,"RS1="E10.4,2X,"R1="E10.4,7,2X,"R5="
16100 +E10.4,2X,"R6="E10.4,7,2X,"R7="E10.4,2X,"R8="E10.4,2X,"R10="E
16200 +E10.4,7,2X,"C61="E10.4,2X,"C62="E10.4,7,2X,"C1="E10.4,2X,"C2="E
16300 +E10.4,2X,"C3="E10.4,7,2X,"C4="E10.4,2X,"C5="E10.4,7,2X,"C6="E
16400 +E10.4,2X,"L1="E10.4,2X,"L2="E10.4,7,2X,"L3="E10.4,2X,"L4="E
16500 +E10.4,7,2X,"L5="E10.4,2X,"L6="E10.4,2X,7,2X,"TAL1="E10.4,
16600 +2X,"TAL2="E10.4,2X,2X,"GMU1="E10.4,2X,2X,"GMU2="E10.4,7
16700 +2X,"CN3="E10.4,2X,"RR3="E10.4,2X,"RC2="E10.4,2X,"CR2="E
16800 +E10.4,7,2X,"CN3="E10.4,2X,"CR="E10.4,2X,"C7="E10.4,2X,
16900 +E10.4,2X,7,2X,"R4="E10.4,2X,"R2="E10.4,7,2X,"R11="E10.4,
17000 +2X,"R13="E10.4,7)
17100 D50 FORT(5,40)(X)
17200 C
17300 C*****PROCESSO DE OTIMIZACAO DAS TERMINACOES PARA MAXIMO GANHO
17400 C***** DO BUFAI COMO AMPLIFICADOR COM ENTRADAS CASADAS
17500 C
17600 C
17700 C*****PROCESSO DE MINIMIZACAO
17800 C*****CALCULO DOS PARAMETROS DA SUBRT DE MINIMIZACAO
17900 D1 E1,1=1,30
18000 DAX(1)=0.5
18100 DAXIN(1)=0.001
18200 F=1)=0.5
18300 51 FA(1)=2.
18400 C=33.
18500 IF(XD,50.0)GO TO 444
18600 CALL M11M1(X,YD,XD,X,XMIN,FR,FA,C,NR,X)
18700 C
18800 C*****ESCREVE AS VARIÁVEIS DA SUBRT *TERM*
18900 K1=K1
19000 K1=1
19100 FORT(5,41)(X)
19200 K1=K1+1
19300 444 C3=1,00
19400 355 FORT(1,1,7,2X,"VALORES USADOS NA SUBRT *TERM*"/)
19410 C1=E0.4,12+49,50-12+COS(X(1))
19420 C2=E0.4,12+49,50-12+COS(X(11))
19430 C3=E0.4,12+49,50-12+COS(X(12))
19440 WRITE(5,43)(C1,C2,C3,AL1,AL2,AL3)
19450 350 FORT(1,7,1X,"C1="E10.4,2X,"C2="E10.4,2X,"C3="E10.4,7
19460 +2X,"AL1="E10.4,2X,"AL2="E10.4,2X,"AL3="E10.4,7)
19470 C*****1,1,1,1 DO CALCULO DAS ISOLACOES TERMINAIS
19480 FORT(5,44)=DEL
19490 D1 200,1=1,3
19500 D1 140,3=1,3
19510 D1 140,11=1,3
19520 Z(0)=(30.0,0.0)
19530 320 SC(0,11)=SC(0,11,1)
19540 FORT(5,45)=DEL
19550 W=0.001*DEL
19560 FORT(1,1)=F0
19570 305 FORT(2X,"VALORES CALCULADOS NA SUBRT TERM (SEM USO)"/)
19580 300 FORT(1,1,7,2X,"GAMA1="E0.4,2X,"GAMA2="E0.4,2X,"GAMA3="E0.4,2X,7)

```


[illegible]

```

30710 COMPLEX 4(3)
30800 COMMON SH,SC,Z
30900 COMMON FMIN,BEL,K,KKT,KU
31000 COMMON R1,R2,R3,R4,R5,R6,R7,R8,R9,R10,R51,RR,RR2,RR3,RT1,RTJ
31100 COMMON C1,C2,C3,C4,C5,C6,CR,CR2,CR3,CU1,CU2
31200 COMMON G1,G2,TAL1,TAL2
31300 COMMON AL1,AL2,AL3,AL4,AL5,ALO,AL7
31400 DO 2 I=1,3
31500 DO 2 J=1,3
31600 S1(I,J)=CMPLX(0.,0.)
31700 S1(I,J)=CMPLX(0.,0.)
31800 IF(1.E6*11)S1(I,J)=CMPLX(1.,0.)
31900 IF(1.E7*11)S1(I,J)=CMPLX(-1.,0.)
32000 2 CONTINUE
32100 ERRU=0.
32200 P1=3.1415926
32300 90 F=FMIN-BEL
32400 F=FMIN-BEL
32500 DO 10 J=1,N
32600 F=F*BEL
32700 K=2*PI*F
32800 ZAL3=1+ALO
32900 ZS1=CMPLX(CR31,ZAL3)
33000 DL1=1+ZL1
33100 XL1=CMPLX(CU1,DL1)
33200 DL2=1+ZL2
33300 XL2=CMPLX(CU2,DL2)
33400 XG1=1/(1+CG1)
33500 Z3=CMPLX(K3,XG1)
33600 403 F=FMIN-BEL*(E10.4,3X)/2X+(E10.4,3X)/2X*(E10.4,3X)/
33700 XCR=1/(1+CR)
33800 ZCR=CMPLX(K2,XCR)
33900 C CALCULO DO 20 -USANDO DOS VALORES DE CU*RO
34000 G5=1./G5
34100 G6=1+G5
34200 Z5=CMPLX(G5,G6)
34300 Z6=1./Z5
34400 C CALCULO DO 20
34500 G7=1./G7
34600 G8=1+G7
34700 Z6=CMPLX(G7,G8)
34800 Z6=1./Z6
34900 C CALCULO DO 21 COMPLEXO USANDO GND E TAL
35000 RA1=TAL1+K
35100 RM1=COS(RA1)
35200 RA2=PI+TAL2
35300 CAM1=2*PI*CMPLX(RM1,-RA1)
35400 AM11=Z5*CAM11
35500 RA2=PI+TAL2
35600 RM2=COS(RA2)
35700 RA2=PI+TAL2
35800 CAM2=2*PI*CMPLX(RM2,-RA2)
35900 AM12=Z5*CAM2
36000 XG7=1/(1+CG7)
36100 Z7=CMPLX(K7,XG7)
36200 CXG1=CMPLX(CU1,XG1)
36300 FAX1=AM11+CXG1
36400 DEL1=XG7+Z7+ZCR+Z3+FAX11
36500 CXG2=CMPLX(CU2,XG2)
36600 FAX2=AM12+CXG2
36700 C CALCULO DA FUNCAO Z DO CHIP

```

```

36800      DL7=a*AL7
36900      XCQ2=1./ (a+CM2)
37000      XCQ3=1./ (a+CM3)
37100      ZL7=CMPLX(110,DL7)
37200      ZL1=CMPLX(101,DL1)
37300      ZL3=CMPLX(100,DL2)
37400      ZR2=CMPLX(2+Z3, -XC2)
37500      ZR3=CMPLX(4+Z3, -XC3)
37600      GO 10 11
37700      ZI(1,1)=R1+Z51+Z3*XL1-Z3*(Z3+FAM11)/DELTA
37800      ZI(1,2)=Z51+(Z7+Z3)/DELTA
37900      ZI(1,3)=Z1(1,2)-Z7/DELTA
38000      ZI(2,1)=Z51-FAM11*(FAM11+Z3)*(Z7+Z5+FAM11)/DELTA
38100      ZI(2,2)=R13+Z51+Z3+Z3-(ZR+Z3)*(FAM11+ZR+Z3)/DELTA
38200      ZI(2,3)=Z51+Z3*(Z3+Z3)/DELTA
38300      ZI(3,1)=Z51-FAM11*(FAM11+Z3)*(Z5+FAM11-FAM12)/DELTA
38400      ZI(3,2)=Z51-FAM11*(FAM11+Z3+Z3)*(Z5+FAM11-FAM12)/DELTA
38500      ZI(3,3)=XC2+Z5+Z7+ZR+Z3+Z51-FAM12-(FAM11+Z7+ZR+Z3)*(Z7+ZR+Z3-FAM12
38600      )/DELTA
38700      11 ZE01=Z51+R4+Z5-(FAM11+Z5)*Z5/(FAM11+Z5+Z3+ZR2)
38800      Z11=FAM11+Z3+Z3+Z5
38900      Z12=FAM12+Z3+Z7+Z6
39000      Z13=Z52+Z5
39100      200  FORMAT(1X,'ZL1='*,2E10.4,2X,'ZS1='*,2E10.4,2X,
39200      *,1X,'Z13='*,2E10.4,2X,'Z11='*,2E10.4,
39300      *,1X,'Z3='*,2E10.4,/)
39400      ZI(1,1)=ZL1+Z51+Z13-(Z11-Z3)/Z11*Z13
39500      ZI(1,2)=Z51+Z3+Z5/Z11
39600      ZI(1,3)=Z1(1,2)
39700      ZI(2,1)=Z51+Z51-(Z11-Z3-ZR2)=Z13/Z11
39800      ZI(2,2)=ZL7+Z3+Z3+ZE01-(Z12-Z7)*(ZR3+Z6)/Z12
39900      ZI(2,3)=ZL1+Z6+Z7/Z12
40000      ZI(3,1)=Z1(2,1)
40100      ZI(3,2)=Z51+Z51-(ZR3+Z6)*(FAM12+Z6)/Z12
40200      ZI(3,3)=ZL7+Z6+ZE01-(FAM12+Z6)*Z6/Z12
40300      DO 10 11=1,3
40400      DO 10 11=1,3
40500      12  YI(1,1)=ZI(1,1)/50.
40600      IF (A200.0) GO 10 11
40700      WRITE(6,10)F
40800      WRITE(6,14)
40900      14  FORMAT(//,20X,"MATRIZ 2 NORMALIZADA DO FET EM CHIP",/)
41000      15  FORMAT(//,30X,"FREQUENCIA="*,E10.4,/)
41100      DO 10 11=1,3
41200      16  WRITE(6,17)(I(1,1),I1=1,3)
41300      17  FORMAT(//,30X,(2F10.4,2X))
41400      C  CALCULO DA MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO
41500      13  AY1=a*(C1)
41600      AY2=a*(C2)
41700      AY3=a*(C3)
41800      AY4=a*(C4)
41900      YR1=1/ZR
42000      ZR2=1/YR2
42100      ZR4=CMPLX(ZR2,-ZY2)
42200      YR4=1/ZR4
42300      YE(1,1)=CMPLX(0.,AY1)+YR1+YR4
42400      YE(1,2)=-YR1
42500      YE(1,3)=-YR4
42600      YE(2,1)=YE(1,2)
42700      YE(2,2)=CMPLX(0.,AY4)+YR1
42800      YE(2,3)=(0.,0.)

```

```

43000      YE(3,1)=YE(1,3)
43100      YE(3,2)=(0.,0.)
43200      YE(3,3)=COMPLX(0.,AY3)+YR4
43300      IF(K.EQ.0) GO TO 19
43400      C      MATRIZ DO ENCAPSULAMENTO
43500      WRITE(5,17)
43600      19  FORMAT(//,30X,"MATRIZ Y DO ENCAPSULAMENTO",/)
43700      DO 20 I=1,3
43800      20  WRITE(5,17)(YE(I,II),II=1,3)
43900      C      CALCULO DA MATRIZ Y TOTAL
44000      C      CALCULO DA MATRIZ Y A PARTIR DA Z DO FEI CHIP
44100      18  CALL YFID1(TH,3,0,X1,Y1,3,1.0E-9)
44200      CALL SUMA(YE,YR,3)
44300      C      CALCULO DA MATRIZ Z SEMIFINAL
44400      CALL YFID1(TH,3,0,X1,Y1,3,1.0E-9)
44500      C      ADICAO DAS BOBINAS EXTERNAS
44600      ZY1=W*AL4
44700      ZY2=W*AL5
44800      ZY3=W*AL6
44900      YR(1,1)=YR(1,1)+COMPLX(0.,ZY1)
45000      YR(2,2)=YR(2,2)+COMPLX(0.,ZY2)
45100      YR(3,3)=YR(3,3)+COMPLX(0.,ZY3)
45200      IF(K.EQ.4)GO TO 26
45300      WRITE(6,21)
45400      26  FORMAT(//,20X,"MATRIZ *Z* FINAL(CHIP+ENCAPSULAMENTO)",/)
45500      DO 27 I=1,3
45600      27  WRITE(6,22)(YR(I,II),II=1,3)
45700      28  CONTINUE
45800      C      CALCULO DA MATRIZ *S* RESULTANTE
45900      CALL SUMA(YR,S1,Y(1,3))
46000      CALL SUMA(YR,S1,YR,3)
46100      CALL YFID1(TH,3,0,X1,Y1,3,1.0E-9)
46200      CALL AMUL(YR1,YR3,ZS,3)
46300      DO 29 I=1,3
46400      DO 29 II=1,3
46500      29  S(1,II)=ZS(1,II)
46600      IF(K.EQ.4)GO TO 29
46700      WRITE(6,22)
46800      22  FORMAT(//,30X,"VALORES DA MATRIZ *S* CALCULADA NA FUNCTION",/)
46900      DO 23 I=1,3
47000      23  WRITE(5,17)(S(I,II),II=1,3)
47100      WRITE(6,24)
47200      24  FORMAT(//,20X,"MATRIZ *Y* DO CHIP",/)
47300      DO 25 I=1,3
47400      25  WRITE(5,17)(YI(I,II),II=1,3)
47500      C      CALCULO DA FUNCAO DE ERRO
47600      20  CONTINUE
47700      10  CONTINUE
47800      FUNCAO=FUN
47900      RETURN
48000      END
48100      SUBROUTINE SUMA(D1,D2,D3,N)
48200      COMPLEX D1(3,3),D2(3,3),D3(3,3)
48300      DO 10 J=1,3
48400      DO 10 I=1,3
48500      10  D3(I,J)=D1(I,J)+D2(I,J)
48600      RETURN
48700      END
48800      SUBROUTINE MULT(A,B,C,N)
48900      COMPLEX A(3,3),B(3,3),C(3,3)
49000      DO 1 I=1,N

```

```

49100      DO 1 J=1,N
49200      C(1,J)=A(0,J)
49300      1 CONTINUE
49400      DO 2 I=1,M
49500      DO 2 J=1,N
49600      DO 2 L=1,M
49700      C(1,J)=A(L,J)+B(L,J)*C(1,J)
49800      2 CONTINUE
49900      RETURN
50000      END
50100      SUBROUTINE GERAL(SL,S,Z,RD,RT,F)
50200      C*****ESTA SUBROUTINA CALCULA OS PARAMETROS S GERALIZADOS
50300      C*****PARA UM CIRCUITO DE 3 ACESSOS
50400      COMPLEX X(3,3),A(3,3),B(3,3),Z(3,3),R(3,3),RC(3,3)
50500      COMPLEX S(3,3),SL(3,3),AC(3,3),A(3,3),RHG(3,3),RHGC(3,3)
50600      COMPLEX D(3,3),D2(3,3),D3(3,3),D4(3,3)
50700      COMPLEX H(3,3),B5(3,3),D7(3,3),S1(3,3)
50800      COMPLEX L(3,3),AL(3,3),D5L(3,3),AL(3,3)
50900      N=3
51000      DO 10 I=1,N
51100      R(I)=(Z(I)+A(I))/Z(I)+RD)
51200      CALL G0R(R(I),RC(I))
51300      A1=C4AS(R(I))
51400      A2=C4AS(R(I))+2
51500      AL(I)=(1-A1)*SQRT(1-A2)/A1
51600      10 CALL G0R(AL(I),ALC(I))
51700      DO 11 I=1,N
51800      DO 11 J=1,N
51900      S1(I,J)=(0.,0.)
52000      A(I,J)=(0.,0.)
52100      AC(I,J)=(0.,0.)
52200      RHG(I,J)=(0.,0.)
52300      RHGC(I,J)=(0.,0.)
52400      11 CONTINUE
52500      DO 12 I=1,N
52600      A(I)=A(I)
52700      S1(I)=S1(I)
52800      AC(I)=AC(I)
52900      RHG(I)=RHG(I)
53000      12 RHGC(I)=RHGC(I)
53100      CALL SUBA(3,RHGC,03,N)
53200      CALL AMUL(3,RHGC,3,04,N)
53300      CALL SUBA(S1,04+05,N)
53400      DO 31 I=1,N
53500      DO 31 J=1,N
53600      D5L(I,J)=D5(1,1)
53700      DO 31 I=1,N
53800      DO 31 J=1,N
53900      D5L(I,J)=D5(1,1)
54000      DO 31 I=1,N
54100      DO 31 J=1,N
54200      D5L(I,J)=D5(1,1)
54300      31 AL(I,J)=AL(I,J)
54400      IERR=0
54500      CALL YFAC(3,D5L,IERR,X,A,N,1.E-09)
54600      IF(IERR.NE.0) GO TO 51
54700      GO TO 54
54800      51 FORMATE(//,X,X,DETETADO ERRO NA SORT YF1010 - IERR= 1,12,/)
54900      IERR=0
55000      CALL YFAC(3,D5L,IERR,X,A,N,1.E-09)
55100      IF(IERR.NE.0) GO TO 54
55200      54 WRITE(//,X,X,DETETADO ERRO NA SORT YF1010 - IERR= 1,12,/)
55300      CONTINUE
55400      CALL AMUL(3,X,03+06,N)
55500      CALL AMUL(3,X,06+07,N)

```

```

57000      CALL XMULT(D7,AC,SL,N)
57100      IF (N1.C9,0) GO TO 13
57200      WRITE(6,14)
57300      14      FORMAT(/,10X,'FRECUENCIA=',2X,E10.4,2X,'(HZ)',//)
57400      WRITE(6,15)
57500      15      FORMAT(/,10X,'MATRIZ *S*',//)
57600      DO 16 I=1,N
57700      16      WRITE(6,13)((S(I,I)),I=1,N)
57800      13      FORMAT(/,2X,3(2(F8.4,2X)))
57900      WRITE(6,17)
58000      17      FORMAT(/,10X,'MATRIZ *A* CONJUGADA',//)
58100      DO 18 I=1,N
58200      18      WRITE(6,13)(AC(I,I)),I=1,N)
58300      WRITE(6,19)
58400      19      FORMAT(/,10X,'MATRIZ *RHO* DOS GERADORES',//)
58500      DO 20 I=1,N
58600      20      WRITE(6,13)(RHO(I,I)),I=1,N)
58700      WRITE(6,21)
58800      21      FORMAT(/,10X,'MATRIZ *S* GENERALIZADA',//)
58900      DO 22 I=1,N
59000      22      WRITE(6,13)(SL(I,I)),I=1,N)
59010      WRITE(6,22)
59020      22      FORMAT(/,10X,'MATRIZ D3= S + RHO',//)
59025      DO 33 I=1,N
59030      33      WRITE(6,13)(D3(I,I)),I=1,N)
59035      WRITE(6,23)
59040      34      FORMAT(/,10X,'MATRIZ D4= RHO*S',//)
59045      DO 35 I=1,N
59050      35      WRITE(6,13)(D4(I,I)),I=1,N)
59055      WRITE(6,24)
59060      36      FORMAT(/,10X,'MATRIZ D5= I+D4',//)
59065      DO 37 I=1,N
59070      37      WRITE(6,13)(D5(I,I)),I=1,N)
59075      WRITE(6,25)
59080      38      FORMAT(/,10X,'MATRIZ INVERSA DE A',//)
59085      DO 39 I=1,N
59090      39      WRITE(6,13)(A(I,I)),I=1,N)
59095      WRITE(6,26)
59100      40      FORMAT(/,10X,'MATRIZ INVERSA DE D5',//)
59101      DO 37 I=1,N
59103      37      WRITE(6,13)(D5(I,I)),I=1,N)
59105      WRITE(6,26)
59110      44      FORMAT(/,10X,'MATRIZ D6=INVERSA DE A * D3',//)
59115      DO 45 I=1,N
59120      45      WRITE(6,13)(D6(I,I)),I=1,N)
59125      WRITE(6,27)
59130      46      FORMAT(/,10X,'MATRIZ D7= D6+D5',//)
59135      DO 47 I=1,N
59140      47      WRITE(6,13)(D7(I,I)),I=1,N)
59145      WRITE(6,28)
59150      48      FORMAT(/,10X,'MATRIZ A CONJUGADA',//)
59155      DO 49 I=1,N
59160      49      WRITE(6,13)(AC(I,I)),I=1,N)
59170      CALL XMULT(A,AL,ALL,3)
59180      CALL XMULT(D5,IDL,IDL,3)
59190      WRITE(6,29)
59200      50      FORMAT(/,10X,'MATRIZ PRODUCTO DE A=INVERSA DE A',//)
59210      DO 51 I=1,N
59220      51      WRITE(6,13)(ALL(I,I)),I=1,N)
59225      WRITE(6,29)
59230      52      FORMAT(/,10X,'MATRIZ PRODUCTO DE D5=INVERSA DE D5',//)

```

```

59240      DO 53 J=1,N
59250      53  WRITE(6,*)CDBLL(I,J),J=1,N)
59260      13  CONTINUE
59270      RETURN
59300      END
59400      SUBROUTINE CDBLL(Z,ZC)
59500      COMPLEX Z,ZC
59600      R=REAL(Z)
59700      A1=R/AA0(2)
59800      ZC=CPLX(Z,A1)
59900      RETURN
60000      END
77100      FUNCTION FUNDAM(X)
77200      DIMENSION PR1(20),PR2(20),PR3(20),PR4(20)
77300      DIMENSION G11F(3),G12F(3),PR1F(3),PR2F(3)
77400      DIMENSION X(1)
77500      COMPLEX SC(3,3,20),SH(3,3,20),SC0(3,3),SC0L(3,3),Z(3),Z03
77600      COMMON SM,SC,Z
77700      COMPLEX FREQ,ZEL,X,K,KT,KD
77800      FREQ=FREQEL,X,K,KT,KD
77900      DO 5 J=1,4
78000      FREQ=FREQ+DEL
78100      N1=2+3+1+10+2+5*(Z)
78200      DO 10 I=1,3
78300      DO 10 J=1,3
78400      10  SC0(I,J)=SC(I,J,J)
78500      Z03=X(1)*Z+3
78600      Z00=CPLX(Z03,0.)
78700      C1=F00.E*12+49.5*COS(X(10))
78800      C2=F00.E*12+49.5*COS(X(11))
78900      C3=F00.E*12+49.5*COS(X(12))
79000      AC1T=X(1)*C1T
79100      AC2T=X(1)*C2T
79200      AC3T=X(1)*C3T
79300      Z00=CPLX(Z00,-1/AC1T)
79400      Z02=X(2)*Z+5
79500      Z03=X(3)*Z+5
79600      AL01=X(4)*Z
79700      AL02=X(5)*Z
79800      AL03=X(6)*Z
79900      AL11=X(7)*Z
80000      AL12=X(8)*Z
80100      AL13=X(9)*Z
80200      Z01=X(13)*Z+5
80300      Z02=X(14)*Z+5
80400      Z03=X(15)*Z+5
80500      Z04=X(16)*Z+5
80600      Z05=X(17)*Z+5
80700      Z06=X(18)*Z+5
80800      AL11=X(19)*Z
80900      AL12=X(20)*Z
81000      AL13=X(21)*Z
81100      Z00=CPLX(Z00,0.)
81200      CALL AL11(X(Z01),Z00,AL11,3.95E+09,FREQ,Z(1))
81300      CALL AL12(X(Z02),Z00,AL12,3.95E+09,FREQ,Z(1))
81400      CALL AL13(X(Z03),Z(1),AL13,3.95E+09,FREQ,Z(1))
81500      Z00=CPLX(Z00,0.)
81600      CALL AL11(X(Z04),Z00,AL11,3.95E+09,FREQ,Z(2))
81700      CALL AL12(X(Z05),Z00,AL12,3.95E+09,FREQ,Z(2))
81800      CALL AL13(X(Z06),Z(2),AL13,3.95E+09,FREQ,Z(2))
81900      Z00=CPLX(Z00,0.)

```

```

79600 CALL ALINH3(Z03,Z00,ALT3,3.95E+00,FREQ,Z(3))
79610 C CALL PR2(Z(3),Z0P3,ALP3,3.95E+00,FREQ,Z(3))
79700 CALL ALINH4(Z03,Z(3),ALG3,3.95E+00,FREQ,Z(3))
79800 CALL GERAL(SCGL,SCG,Z,50,KT,FREQ)
79900 PR1(J)=CABS(SCGL(1,1))*2
80000 PR2(J)=CABS(SCGL(2,2))*2
80100 PR3(J)=CABS(SCGL(3,3))*2
80200 PR4(J)=CABS(SCGL(3,1))*2
80205 IF(K0.4E+00)GO TO 5
80210 WRITE(5,1)FREQ,Z(1),Z(2),Z(3)
80220 1 FORMAT(1X,77.1X,'FREQ=',E10.4,77.1X,'Z1=',2E8.2,1X,'Z2=',2E8.2,1X,'
80230 *Z3=',2E8.2,77.1X)
80300 5 CONTINUE
80400 ERRQ=0.
80450 C DO 6 J=1,N-1
80450 6 ERRQ=ERRQ+(PRG(J+1)-PRG(J))*2
80500 DO 12 J=1,N
80500 12 ERRQ=ERRQ+70*PR1(J)+150*PR2(J)+100/PRG(J)+PR3(J)
80600 FUNCAO=ERRQ
80700 RETURN
80800 END
95600 SUBROUTINE ALINH1(Z0,ZL,ALU,FC,F,ZIN)
95700 C*****ESTA SUBR. CALCULA A IMPEDANCIA DE ENTRADA DE UMA LT DE
95800 C*****IMPEDANCIA ZL CARREGADA COM UMA CARGA ZL. ALG E O COMP
95900 C*****R[FREQ] DA LT EM FRACÖES DE LAMBDA GUIADO,NA FREQUENCIA
96000 C***** FC,DE FREQÜENCIA CENTRAL. F E A FREQUENCIA EM QUE SERA
96100 C***** FEITO O CALCULO.
96200 COMPLEX DEN1,DEN2,ZL,ZIN
96300 ALU=ALU*F/FC
96400 PI=3.1415
96500 TETA=2.*PI*ALU
96600 T1=TAN(TETA)
96700 DEN1=ZL+COMPLX(0.,Z0*T1)
96800 DEN2=ZL+1
96900 R=REAL(DEN2)
97000 AI=AIMAG(DEN2)
97100 DEN2=COMPLX(Z0-AI,R)
97120 40 FORMAT(1A,'TETA=',E10.4,2X,'T1=',E10.4,2X,'DEN1=',2E10.4,77.1X,
97130 *,'DEN2=',2E10.4,2X,'ZIN=',2E10.4,77.1X)
97200 ZIN=Z0*DEN1/DEN2
97300 RETURN
97400 END
97500 SUBROUTINE MINIMIZ(F,N,X,DX,DXMIN,FR,FA,CB,NMAX)
97600 C
97700 C SUBROTINA PARA MINIMIZACAO DE VARIAS VARIÁVEIS PELO METODO
97800 C DE PESQUISA SEQUENCIAL
97900 C UTILIZA-SE A FUNCAO EXTERNA F=FUNCAO(X) QUE FORNECE O VALOR DE
98000 C F EM TERMOS DO VETOR X DAS VARIÁVEIS
98100 C
98200 C PARAMETROS DE ENTRADA
98300 C
98400 C *N* DIMENSÃO DO ESPAÇO DAS VARIÁVEIS X (MENOR OU IGUAL A 20)
98500 C *X,DX,DXMIN,FR,FA* VETORES REAIS DE DIMENSÃO N
98600 C *X* VALORES INICIAIS DAS VARIÁVEIS
98700 C *DX* ACHESOSIMOS INICIAIS DAS VARIÁVEIS
98800 C *FR* FATORES DE RESIDUO(POSITIVOS E MENORES QUE 1.)
98900 C *FA* FATORES DE ACELERAÇÃO(MAIORES OU IGUAIS A 1.)
99000 C *CB* CONSTANTE REAL QUALQUER QUE INICIA A SEQUÊNCIA DE EXPLORAÇÕES
99100 C ALEATORIAS
99200 C *NMAX* NÚMERO MÁXIMO DE EXPLORAÇÕES E/OU TRANSACOES PERMITIDAS
99300 C

```

```

99400 C      PARAMETROS DE SAIDA
99500 C
99600 C      *F* VALOR MÍNIMO DA FUNCAO
99700 C      *X* VALORES DAS VARIÁVEIS QUE MINIMIZAM F(X) ONDE X É MODIFICADO
99800 C      A PARTIR DO PONTO INICIAL
99900 C
10000 DIMENSION X(4),DX(4),DXMIN(4),F(4),FA(4),A(36)
10010 F=FUNCAO(X)
10020 WRITE(5,100)
10030 100 FORMAT(1H,3X,38VALORES INICIAIS DOS PARAMETROS = (X0)//)
10040 WRITE(5,200) ((I,X(I)),I=1,4)
10050 200 FORMAT(10X,3H00,(I2,2H)=,E12.6//)
10060 WRITE(5,300)F
10070 300 FORMAT(1H,2X,27HVALOR INICIAL DA FUNCAO FO=E12.6//)
10080 NEXPL=0
10090 NTRANS=0
10100 C EXPLORACAO
10110 IF (CX.EQ.1.0) CH=4H5(00)
10120 1 NEXPL=NEXPL+1
10130 K=0
10140 C0=C0+349./32767.
10150 R=C0-FUNCAO(FIX(C0))
10160 C0=R+32767.
10170 IF (CX.EQ.1.0) CH=349.
10180 U=1.+(FUNCAO(X)-1.)*R
10190 NX=FIX(U)
10200 IF (U.GE.(FUNCAO(FIX(U))+0.5)) K=K+1
10210 K=K+1
10220 DO 2 U=NX,N
10230 I=0
10240 GO TO 3
10250 4 K=1
10260 IF (NX.EQ.1) GO TO 2
10270 N=NX-1
10280 DO 4 I=1,N
10290 3 A(I)=0.
10300 X(I)=X(I)+DX(I)
10310 FF=FUNCAO(X)
10320 IF (FF.GE.F) GO TO 5
10330 F=FF
10340 A(I)=1.
10350 K=1
10360 GO TO 2
10370 5 X(I)=X(I)+DX(I)
10380 FF=FUNCAO(X)
10390 IF (FF.GE.F) GO TO 6
10400 F=FF
10410 A(I)=-1.
10420 K=1
10430 GO TO 2
10440 6 X(I)=X(I)+DX(I)
10450 2 CONTINUE
10460 IF (CX.EQ.1.0) GO TO 4
10470 IF (CX.EQ.0) GO TO 13
10480 C TRANSACAO
10490 7 DO 5 I=1,4
10500 5 X(I)=X(I)+A(I)*DX(I)
10510 IF (FF.GE.F) GO TO 9
10520 GO TO 11
10530 9 NTRANS=NTRANS+1
10540 F=FF

```

```

105500      IF (NTRANS.EQ.NMAX) GO TO 15
105600      DO 16 J=1,N
105700      10  DX(I)=DX(I)+FA(J)
105800          GO 10 7
105900      11  DO 12 J=1,N
106000      12  X(I)=X(I)+X(I)*DX(I)
106100      IF (NEXPL.EQ.NMAX) GO TO 15
106200      GO 10 1
106300  C ESCALONAMENTO
106400      13  DO 14 J=1,N
106500      IF (DX(J).LT.DXMIN(I)) GO TO 14
106600      DX(I)=DX(I)+FA(I)
106700      X=1
106800      14  CONTINUE
106900      IF (NEXPL.EQ.NMAX) GO TO 15
107000      IF (X.EQ.1) GO TO 1
107100  C CALCULO DO GRAD
107200      15  DO 16 J=1,N
107300          A(J)=0.
107400          NN=0
107500          XX=X(I)
107600      17  IF (NY.EQ.1) GO TO 18
107700      X(I)=X(I)+DXMIN(I)
107800      FF=FUNCO(X)
107900      IF (FF.GT.F) GO TO 19
108000      NN=NN+1
108100      GO TO 17
108200      18  A(J)=1.
108300      19  XMAX=X(I)
108400      NN=0
108500      X(I)=XX
108600      20  IF (NY.EQ.1) GO TO 21
108700      X(I)=X(I)+XMIN(I)
108800      FF=FUNCO(X)
108900      IF (FF.GT.F) GO TO 22
109000      NN=NN+1
109100      GO TO 20
109200      21  A(J)=1.
109300      22  XMIN=X(I)
109400      X(I)=(X+10*XMAX)/11.
109500      F=FUNCO(X)
109600      IF (A(J).EQ.0.) GO TO 23
109700      DX(I)=10.*DXMIN(I)
109800      GO TO 10
109900      23  DX(I)=(XMAX-XMIN)/2.
110000      16  CONTINUE
110100      NN=0
110200      DO 24 J=1,N
110300      IF (A(J).EQ.1.) NN=NN+1
110400      24  CONTINUE
110500      WRITF(5,400)
110600  400  FORMAT(13A,50VALORES DOS PARAMETROS CORRESPONDENTES AO MINIMO DA
110700      *FUNCAO F= ((X-1)/2) **2)
110800      WRITF(5,500) ((J,X(I),DX(I)),J=1,N)
110900  500  FORMAT(10X,20X(,10,20)=E12.6,30*-(,E11.6,10)/)
111000      WRITF(5,600) F
111100  600  FORMAT(10X,2X,25HVALOR MINIMO DA FUNCAO F=E12.6 //)
111200      WRITF(5,700) NEXPL,NTRANS,NMAX
111300  700  FORMAT(10X,2X,34H RESULTADO ACIMA FOI ATINGIDO EM *14,15H EXPLORA
111400      *COES E *14,12H TRANSACOES/10X,2/4(O NUMERO DE EXPLORACOES E O DE
111500      *TRANSACOES E LIMITADO EM*14,1H))

```

```

111600      IF (NN*GL.1) WRITE(6,800) NN
111700 800 FORMAT(1H0.2X,"ATENCAO-ERRO ULTRAPASSOU LIMITE 10*DXMIN EM"12,
111800      *//,"VARIAVEIS")
111900      RETURN
112000      END
112100      SUBROUTINE PAR(ZL,Z0,ALG,FC,F,ZIN)
112200      COMPLEX ZL,ZL1,ZIN
112300      ALG1=ALG*F/FC
112400      PI=3.14
112500      TETA=2.*PI*ALG1
112600      FI=TAU(TETA)
112700      ZI=C*PLA(0.,1/20)*FI
112800      ZL1=1/ZL
112900      ZIN=ZI+ZL1
113000      ZI=1/ZI
113100      RETURN
113200      END

```

WORKFILE: AMO (06/22/82)

10:03 AM

100	0.86, -50.00, 0.035, 55.00, 0.007, 43.00
200	0.41, -150.00, 0.02, -20.00, 0.032, 66.00
300	2.1, 106.00, 0.23, 146.00, 0.03, -27.00
400	0.85, -50.00, 0.038, 53.00, 0.00, 47.00
500	0.42, -108.00, 0.02, -20.00, 0.034, 65.00
600	2.05, 106.00, 0.235, 146.00, 0.03, -27.00
700	0.85, -50.00, 0.038, 53.00, 0.00, 47.00
800	0.43, -100.00, 0.01, -27.00, 0.035, 60.00
900	2.05, 104.00, 0.24, 145.00, 0.025, -27.50
1000	0.845, -50.00, 0.04, 52.00, 0.05, 44.00
1100	0.43, -101.00, 0.01, -27.00, 0.035, 60.00
1200	2.07, 100.00, 0.24, 146.00, 0.04, -28.00
1300	0.83, -51.00, 0.03, 51.00, 0.00, 44.00
1400	0.44, -101.00, 0.01, -27.50, 0.036, 65.00
1500	2.07, 99.00, 0.24, 146.00, 0.02, -29.00
1600	0.83, -50.00, 0.04, 51.00, 0.00, 42.00
1700	0.45, -102.00, 0.01, -20.00, 0.037, 64.00
1800	2.07, 96.00, 0.24, 145.00, 0.02, -29.00
1900	10.0, 10.0, 10.0, 10.0, 10.0, 10.0
2000	0.1, 3.45, 2.40, 0.37, 0.47, 0.482, 0.49, 0.493, 5.00
2100	1.0, 1.0, 1.0, 6.7, 6.7, 0.7,
2200	0.66, 5.6, 1.30, 0.17, -0.307, 0.2035,
2300	END
2400	

PARAMETROS *S* NA FORMA POLAR

FREQUENCIA= .3700E+10

0.060	-56.0000	0.0350	55.0000	0.0470	43.0000
0.4100	-156.0000	0.9200	-25.0000	0.0820	66.0000
2.1000	108.0000	0.2300	146.0000	0.9300	-27.0000

FREQUENCIA= .3800E+10

0.0500	-58.0000	0.0360	54.0000	0.0500	47.0000
0.4200	-158.0000	0.9200	-26.0000	0.0840	66.0000
2.0500	106.0000	0.2350	146.0000	0.9300	-27.0000

FREQUENCIA= .3900E+10

0.0500	-58.0000	0.0360	53.0000	0.0510	46.0000
0.4300	-160.0000	0.9150	-27.0000	0.0850	66.0000
2.0500	104.0000	0.2400	146.0000	0.9250	-27.5000

FREQUENCIA= .4000E+10

0.0450	-60.0000	0.0390	52.0000	0.0540	44.0000
0.4300	-161.0000	0.9160	-27.0000	0.0850	65.0000
2.0700	100.0000	0.2400	146.0000	0.9200	-28.0000

FREQUENCIA= .4100E+10

0.0300	-61.0000	0.0900	51.0000	0.0550	44.0000
0.4400	-161.0000	0.9100	-27.5000	0.0860	65.0000
2.0700	99.0000	0.2400	146.0000	0.9200	-29.0000

FREQUENCIA= .4200E+10

0.0300	-63.0000	0.0910	51.0000	0.0560	42.0000
--------	----------	--------	---------	--------	---------

0.4500	-162.0000	0.9100	-28.0000	0.0870	64.0000
2.0700	96.0000	0.2400	145.0000	0.9200	-29.0000

PARAMETROS *S* NA FORMA RETANGULAR(MEDIDAS)

FREQUENCIA= .3700E+10

0.4809	-0.7130	0.0498	0.0696	0.0314	0.0349
-0.3746	-0.1688	0.8338	-0.3888	0.0334	0.0749
-0.6489	1.9972	-0.1907	0.1286	0.8286	-0.4222

FREQUENCIA= .3800E+10

0.4504	-0.7208	0.0505	0.0696	0.0341	0.0366
-0.3894	-0.1573	0.8269	-0.4033	0.0342	0.0767
-0.5651	1.9706	-0.1945	0.1314	0.8286	-0.4222

FREQUENCIA= .3900E+10

0.4504	-0.7208	0.0530	0.0703	0.0354	0.0367
-0.4041	-0.1471	0.8153	-0.4154	0.0346	0.0777
-0.4959	1.9891	-0.1990	0.1342	0.8205	-0.4271

FREQUENCIA= .4000E+10

0.4225	-0.7318	0.0548	0.0701	0.0388	0.0375
-0.4066	-0.1400	0.8162	-0.4159	0.0359	0.0770
-0.3595	2.0306	-0.1990	0.1342	0.8123	-0.4319

FREQUENCIA= .4100E+10

0.4024	-0.7209	0.0566	0.0699	0.0396	0.0382
-0.4160	-0.1433	0.8072	-0.4202	0.0363	0.0779
-0.3238	2.0445	-0.1990	0.1342	0.8047	-0.4460

FREQUENCIA= .4200E+10

0.3768	-0.7395	0.0573	0.0707	0.0416	0.0375
-0.4280	-0.1391	0.8035	-0.4272	0.0381	0.0782
-0.2164	2.0587	-0.1966	0.1377	0.8047	-0.4460

VALORES INICIAIS DOS PARÂMETROS = (X0)

$$X(0,1) = .510000E+01$$

$$X(0,2) = .3+5000E+01$$

$$X(0,3) = .2+5000E+01$$

$$X(0,4) = .3+2000E+00$$

$$X(0,5) = .471000E+00$$

$$X(0,6) = .402000E+00$$

$$X(0,7) = .491000E+00$$

$$X(0,8) = .4+0000E+00$$

$$X(0,9) = .4+3000E+00$$

VALOR INICIAL DA FUNÇÃO F= .410000E+03

VALORES DOS PARÂMETROS CORRESPONDENTES AO MÍNIMO DA FUNÇÃO F= (X)

$$X(1) = .510450E+01+(-.100000E+01)$$

$$X(2) = .31+550E+01+(-.100000E+01)$$

$$X(3) = .195450E+01+(-.100000E+01)$$

$$X(4) = .387500E+00+(-.100000E+01)$$

$$X(5) = .400500E+00+(-.100000E+01)$$

$$X(6) = .482000E+00+(-.100000E+02)$$

$$X(7) = .492500E+00+(-.250000E+02)$$

$$X(8) = .480500E+00+(-.100000E+01)$$

$$X(9) = .492500E+00+(-.150000E+02)$$

VALOR MÍNIMO DA FUNÇÃO F= .341182E+03

O RESULTADO ACTUAL FOI Atingido EM 5 EXPLORAÇÕES E 0 TRANSLAÇÕES
(O NÚMERO DE EXPLORAÇÕES E O DE TRANSLAÇÕES É LIMITADO EM 5)

ATENÇÃO: TERMO ULTRAPASSOU LIMITE 10*0.0001 EM 6
VARIÁVEIS

$$FREQUÊNCIA = .3700E+10 (HZ)$$

MATRIZ *S*

0.4809	-2.7130	0.0403	0.0696	0.0314	0.0349
-0.3746	-2.1668	0.0333	-0.3853	0.0334	0.0749
-0.6489	1.9072	-0.1907	0.1286	0.0286	-0.4222

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8191	-2.3691	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	2.0000	0.3207	-0.4644	0.0000	0.0000
0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	0.1234	-0.3232

MATRIZ *-RHO* DOS GERADORES

-0.0283	-2.4377	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	2.0000	-0.6375	-0.5221	0.0000	0.0000
0.0000	2.0000	0.0000	0.0000	-0.8418	-0.4143

MATRIZ *S* GENERALIZADA

-0.3166	-0.0224	0.0435	0.0620	0.0696	-0.1136
-2.6079	3.3760	0.1541	-0.4947	0.1107	-0.4508
8.5914	-3.0136	0.8331	0.7069	0.0774	0.9025

MATRIZ D3= S + RHO

0.4525	-2.2753	0.0403	0.0696	0.0314	0.0349
-0.3746	-2.1668	0.1943	0.1333	0.0334	0.0749
-0.6489	1.9072	-0.1907	0.1286	-0.0132	-0.0079

MATRIZ D4= RHO*S

-0.3257	-2.1903	0.0291	-0.0233	0.0144	-0.0148
0.1525	2.3022	-0.7302	-0.1367	0.0178	-0.0653
1.3736	-1.4124	0.2153	-0.0293	-0.0725	0.0121

ATRIZ D5= I+D4

0.5743	-5.1603	0.1291	-0.1233	0.0144	-0.0145
0.1525	5.3722	0.2639	-0.1367	0.0178	-0.0553
1.5735	-1.4124	0.2133	-0.1293	0.1275	0.0121

ATRIZ INVERSA DE A

1.0146	-1.4570	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	-1.4582	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0310	-2.7604

ATRIZ INVERSA DE D5

1.5837	-1.1134	-0.1076	-0.1429	-0.0972	0.1604
-2.7174	-5.4560	3.1403	1.1027	0.0925	1.9856
-4.5811	-27.0395	-5.1544	-1.1017	5.5636	-6.6743

ATRIZ D6=INVERSA DE A + D5

0.3333	-1.4661	0.1613	0.1484	0.0479	0.0211
-0.6233	5.3783	0.3903	-0.1491	0.1428	0.0258
4.7243	5.5116	0.1597	0.1475	-0.0349	0.0275

ATRIZ D7=- D6+D5

-0.3110	-5.1674	-0.1405	0.1260	0.3786	0.0708
-4.2498	4.2859	0.3745	-0.2763	1.3478	-0.1720
10.0938	5.8691	-0.1919	1.9266	-2.3654	1.1425

ATRIZ A CONJUGADA

0.6194	-1.3691	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3207	-0.1644	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1234	-0.3232

MATRIZ PRODUTO DE A*INVERSA DE A

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

MATRIZ PRODUTO DE DS*INVERSA DE DS

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000	1.0000	-0.0000

FRECUENCIA= .3000E+10 (HZ)

MATRIZ *S*

0.4504	-0.7208	0.0505	0.0696	0.0341	0.0306
-0.3504	-0.1573	0.8200	-0.4033	0.0342	0.0767
-0.5051	1.9706	-0.1948	0.1314	0.8286	-0.4222

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8140	-0.3790	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3109	-0.4645	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1188	-0.3234

MATRIZ *-RHO* DOS VERADORES

-0.0046	-0.4355	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.6805	-0.4629	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.0753	-0.3374

MATRIZ *S* GENERALIZADA

0.0218	-0.1754	0.1276	0.0849	0.0288	-0.0335
--------	---------	--------	--------	--------	---------

- E.75 -

-0.4572	2.8945	0.0070	-0.5037	-0.0885	-0.2927
3.5501	-3.4696	0.7856	0.1525	0.5948	0.7696

MATRIZ D3= S * RH00

0.3558	-2.2854	0.0505	0.0696	0.0341	0.0366
-0.3594	-2.1573	0.1414	0.0596	0.0342	0.0757
-0.5051	1.9706	-0.1948	0.1314	-0.0467	-0.0328

MATRIZ D4= RH0*S

-0.3430	-0.1496	0.0270	-0.0265	0.0137	-0.0172
0.1941	2.2881	-0.7535	-0.1063	0.0121	-0.0634
1.1634	-1.5331	0.2151	-0.0469	-0.8686	0.0853

MATRIZ D5= I+D4

0.6570	-0.1496	0.0270	-0.0265	0.0137	-0.0172
0.1941	2.2881	0.2465	-0.1063	0.0121	-0.0634
1.1634	-1.5331	0.2151	-0.0469	0.1314	0.0853

MATRIZ INVERSA DE A

1.0097	-0.4701	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	-1.4719	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0012	-2.7246

MATRIZ INVERSA DE D5

1.3043	0.0724	-0.1302	-0.0363	-0.0333	0.1212
-3.9860	-2.6862	3.6043	0.0671	0.7890	1.0411
4.7462	14.2969	-3.5823	1.4501	1.9838	-4.2062

MATRIZ D6=INVERSA DE A * D3

0.2554	-2.4695	0.0837	0.0465	0.0516	0.0209
-0.6210	0.4159	0.2272	-0.1455	0.1471	0.0264

4.8033 3.5124 0.1630 0.6624 -0.2724 0.0442

MATRIZ D7= 90+05

0.1045 -0.1668 0.0044 0.2756 0.2564 -0.0052
-1.8324 2.7029 0.4540 -0.2934 0.7088 -0.5340
5.2155 -1.8345 0.5591 1.3060 -1.5013 2.3910

MATRIZ A CONJUGADA

0.8140 -0.3790 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.3158 -0.4648 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.1188 -0.3234

MATRIZ PRODUCTO DE A*INVERSA DE A

1.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 1.0000 0.0000 0.0000 0.0000
0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 0.0000

MATRIZ PRODUCTO DE D5*INVERSA DE D5

1.0000 0.0000 0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0000
0.0000 -0.0000 1.0000 0.0000 0.0000 0.0000
-0.0000 0.0000 -0.0000 0.0000 1.0000 -0.0000

FRECUENCIA= .3900E+10 (HZ)

MATRIZ *S*

0.4504 -0.7268 0.0539 0.0703 0.0354 0.0367
-0.4041 -0.1471 0.6153 -0.4154 0.0346 0.0777
-0.4959 1.9891 -0.1990 0.1342 0.8205 -0.4271

MATRIZ *A* CONJUGADA

- E.77 -

0.8097	-5.3868	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3170	-0.8618	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1205	-0.3217

MATRIZ *-RHO* DOS GERADORES

-0.1005	-0.4298	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.7206	-0.3996	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9019	-0.2618

MATRIZ *S* GENERALIZADA

0.0126	-5.3011	0.1904	0.0289	0.0234	-0.0706
0.3333	2.2336	-0.2015	-0.0953	-0.1258	-0.1701
1.9332	-2.5140	0.6306	-0.0619	0.6806	0.6796

MATRIZ D3= S + RHO

0.3499	-5.2911	0.0530	0.0703	0.0354	0.0367
-0.4041	-0.1471	0.0696	-0.0158	0.0346	0.0777
-0.4959	1.9891	-0.1970	0.1342	-0.0814	-0.1653

MATRIZ D4= PHO*S

-0.3551	-5.1211	0.0249	-0.0298	0.0122	-0.0109
0.2344	0.2682	-0.7576	-0.0244	0.0059	-0.0702
0.9630	-1.6642	0.2146	-0.0690	-0.3518	0.1704

MATRIZ D5= I+D4

0.6449	-0.1211	0.0249	-0.0298	0.0122	-0.0109
0.2344	0.2682	0.2424	-0.0244	0.0059	-0.0702
0.9630	-1.6642	0.2146	-0.0690	0.1482	0.1704

MATRIZ INVERSA DE A

1.0055	-0.4804	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0105	-1.4718	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0213	-2.7261

MATRIZ INVERSA DE D5

1.3679	0.1069	-0.1709	0.0420	-0.0188	0.1048
-3.6483	-0.7372	3.7502	-0.1501	0.8187	0.4379
5.0081	0.2741	-2.1472	2.2412	1.2842	-2.6261

MATRIZ D6=INVERSA DE A * D3

0.2120	-0.4608	0.0670	0.0452	0.0532	0.0199
-0.6248	0.4461	0.0674	-0.1479	0.1492	0.0276
4.9159	0.3835	0.1626	0.5795	-0.5339	0.0532

MATRIZ D7= D6+D5

0.1574	-0.2067	0.1570	0.3212	0.2163	-0.0083
-0.7379	2.4060	-0.0633	-0.3928	0.3490	-0.5219
3.1567	-1.5058	0.7578	0.8454	-1.1574	2.5475

MATRIZ A CONJUGADA

0.8097	-0.3868	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3170	-0.4618	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1265	-0.3217

MATRIZ PRODUTO DE A*INVERSA DE A

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	1.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

MATRIZ PRODUTO DE D5*INVERSA DE D5

1.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
--------	---------	---------	--------	--------	---------

0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	-0.0000

FRECUENCIA= .4000E+10 (HZ)

MATRIZ *S*

0.4225	-0.7318	0.0548	0.0701	0.0388	0.0375
-0.4066	-0.1400	0.0107	-0.4159	0.0359	0.0770
-0.3595	2.0386	-0.1990	0.1342	0.0123	-0.4319

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8066	-0.3925	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3273	-0.4530	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1357	-0.3150

MATRIZ *-RHO* DOS GERADORES

-0.1358	-0.4205	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.7596	-0.3328	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9215	-0.1821

MATRIZ *S* GENERALIZADA

-0.0208	-0.2864	0.2178	-0.0407	0.0167	-0.0657
0.6897	1.0264	-0.3497	0.1317	-0.1125	-0.1071
1.3566	-1.9103	0.0016	-0.1603	0.0127	0.7217

MATRIZ D3= S + RHO

0.2867	-0.3112	0.0548	0.0701	0.0388	0.0375
-0.4066	-0.1400	0.0556	-0.0831	0.0359	0.0770
-0.3595	2.0386	-0.1990	0.1342	-0.1092	-0.2498

MATRIZ D4= RHO*S

-0.3651	-5.0783	0.0221	-0.0326	0.0105	-0.0214
0.2622	0.2416	-0.7593	0.0442	-0.0016	-0.0705
0.7025	-1.8131	0.2078	-0.0874	-0.8272	0.2501

MATRIZ D5= I+D4

0.6349	-0.0783	0.0221	-0.0326	0.0105	-0.0214
0.2622	0.2416	0.2417	0.0442	-0.0016	-0.0705
0.7025	-1.8131	0.2078	-0.0874	0.1728	0.2501

MATRIZ INVERSA DE A

1.0024	-0.4478	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0475	-1.4504	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.1538	-2.6777

MATRIZ INVERSA DE D5

1.3522	0.0744	-0.1551	0.1212	0.0028	0.1015
-2.8073	5.4658	3.5627	-0.9244	0.6655	0.0946
4.6744	5.4156	-1.0621	2.3522	1.1732	-1.6531

MATRIZ D6=INVERSA DE A + D5

0.1355	-0.4518	0.0891	0.0436	0.0572	0.0107
-0.6291	0.4430	-0.0611	-0.1691	0.1494	0.0286
5.0438	3.3146	0.1294	0.6876	-0.7949	0.0042

MATRIZ D7= D6+D5

0.1098	-0.3016	0.2872	0.2733	0.2033	-0.0346
-0.1040	1.9682	-0.5576	-0.1692	0.1570	-0.4250
2.2919	-1.2530	0.7505	0.5596	-1.2256	2.4733

MATRIZ A CONJUGADA

0.8066	-1.3025	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3273	-0.4530	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1357	-0.3150

MATRIZ PRODUTO DE A*INVERSA DE A

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

MATRIZ PRODUTO DE DS*INVERSA DE DS

1.0000	0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	-0.0000
-0.0000	0.0000	1.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

FREQUENCIA= .4100E+10 (HZ)

MATRIZ *S*

0.4024	-0.7259	0.0506	0.0699	0.0396	0.0302
-0.4160	-0.1433	0.6072	-0.4202	0.0363	0.0779
-0.3238	2.0445	-0.1990	0.1342	0.6047	-0.4460

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8066	-1.3057	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3513	-0.4337	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1876	-0.2870

MATRIZ *-END* DOS SEPARADORES

-0.1700	-0.4080	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.7870	-0.2630	0.0000	0.0000

- E.82 -

0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 -0.9339 -0.1011

MATRIZ *S* GENERALIZADA

-0.0049 -0.2566 0.1690 -0.0967 0.0171 -0.0627
 0.7027 1.1712 -0.4204 0.3668 -0.0797 -0.0705
 1.2941 -1.3245 0.3639 -0.1362 0.2961 0.8975

MATRIZ D3= S + RHO

0.2324 -0.3180 0.0506 0.1699 0.0396 0.0332
 -0.4160 -0.1433 0.0202 -0.1572 0.0353 0.0779
 -0.3238 2.0445 -0.1990 0.1342 -0.1293 -0.3450

MATRIZ D4= RHO*S

-0.3646 -0.0807 0.0189 -0.0350 0.0089 -0.0226
 0.2897 0.2222 -0.7458 0.1184 -0.0081 -0.0709
 0.5000 -1.8767 0.1994 -0.1052 -0.7966 0.3352

MATRIZ D5= I+D4

0.6354 -0.0807 0.0189 -0.0350 0.0089 -0.0226
 0.2897 0.2222 0.2542 0.1184 -0.0081 -0.0709
 0.5000 -1.8767 0.1994 -0.1052 0.2034 0.3352

MATRIZ INVERSA DE A

1.0000 -0.4016 0.0000 0.0000 0.0000 0.0000
 0.0000 2.0000 1.1277 -1.3924 0.0000 0.0000
 0.0000 2.0000 0.0000 0.0000 1.5959 -2.4411

MATRIZ INVERSA DE D5

1.3529 0.0390 -0.0864 0.1663 0.0232 0.0905
 -2.0464 0.9677 2.9301 -1.4607 0.4718 -0.0823
 4.1017 3.6038 -0.1554 1.9933 1.1081 -1.5139

MATRIZ D6=INVERSA DE A + D3

0.0761	-0.4324	0.0911	0.0421	0.0584	0.0168
-0.6536	0.4177	-0.1950	-0.2054	0.1495	0.0373
4.4750	4.0534	0.2101	0.5949	-1.0484	-0.2350

MATRIZ D7= D6+D5

0.0613	-0.2888	0.3477	0.1541	0.1804	-0.0503
0.1271	1.5173	-0.7648	-0.1717	0.0594	-0.3106
1.9461	-7.6887	0.6225	0.3809	-1.7182	2.1550

MATRIZ A CONJUGADA

0.8050	-0.3057	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3513	-0.0337	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.1876	-0.2870

MATRIZ PRODUTO DE A*INVERSA DE A

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	1.0000	1.0000	-0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

MATRIZ PRODUTO DE D5*INVERSA DE D5

1.0000	0.0000	-0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
-0.0000	-0.0000	1.0000	0.0000	0.0000	-0.0000
0.0000	-0.0000	-0.0000	0.0000	1.0000	0.0000

FREQUENCIA= .4200E+10 (HZ)

MATRIZ *S*

0.3760	-0.7395	0.0573	0.0707	0.0416	0.0375
--------	---------	--------	--------	--------	--------

-0.4230	-0.1391	0.8035	-0.4272	0.0381	0.0702
-0.2164	2.0587	-0.1966	0.1377	0.8047	-0.4400

MATRIZ *A* CONJUGADA

0.8051	-0.3961	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3959	-0.3931	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3274	-0.1032

MATRIZ *RHO* DOS AERADORES

-0.2029	-0.3921	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	-0.8076	-0.1910	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	-0.9391	-0.0142

MATRIZ *S* GENERALIZADA

-0.1043	-0.2588	0.1617	-0.1149	0.0435	-0.0419
0.6166	0.8821	-0.5255	0.4593	-0.0131	-0.0802
1.6066	-0.2378	0.3172	0.0812	-0.8479	0.4111

MATRIZ D3= S + RHO

0.1739	-0.3474	0.0573	0.0707	0.0415	0.0375
-0.4280	-0.1391	-0.0041	-0.2352	0.0381	0.0702
-0.2164	2.0587	-0.1966	0.1377	-0.1344	-0.4208

MATRIZ D4= RHO*S

-0.3564	0.0023	0.0101	-0.0368	0.0062	-0.0239
0.3191	0.1940	-0.7305	0.1916	-0.0159	-0.0704
0.2427	-1.9290	0.1873	-0.1255	-0.7642	0.4034

MATRIZ D5= I+D4

0.6336	0.0023	0.0101	-0.0368	0.0062	-0.0239
--------	--------	--------	---------	--------	---------

0.3191	5.1940	0.2695	0.1916	-0.0159	-0.0704
0.2427	-1.9290	0.1873	-0.1255	0.2358	0.4034

MATRIZ INVERSA DE A

1.0000	-0.4919	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.2720	-1.2628	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	2.7787	-0.8756

MATRIZ INVERSA DE D5

1.3949	0.0082	-0.1251	0.1732	0.0401	0.0708
-1.3533	1.1627	2.3024	-1.5448	0.3223	-0.1415
3.9850	2.9416	0.3391	1.5697	1.0959	-1.3414

MATRIZ D6=INVERSA DE A * D5

0.0030	-0.4330	0.7921	0.0426	0.0601	0.0170
-0.7200	0.3636	-0.3034	-0.2953	0.1473	0.0513
1.2014	5.9099	-0.4228	0.5547	-0.7472	-1.0633

MATRIZ D7= D6+D5

0.0230	-0.3101	0.3503	0.0581	0.1577	-0.0704
0.1028	1.1855	-1.2611	-0.0666	0.0338	-0.2342
1.7237	0.5525	0.3009	0.5038	-2.7162	0.4000

MATRIZ A CONJUGADA

0.8051	-0.3961	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.3929	-0.3931	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.3274	-0.1032

MATRIZ PRODUCTO DE A*INVERSA DE A

1.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	0.0000	1.0000	-0.0000	0.0000	0.0000

0.0000 0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 0.0000

MATRIZ PRODUTO DE D5+INVERSA DE D5

1.0000 0.0000 0.0000 -0.0000 0.0000 -0.0000
0.0000 0.0000 1.0000 0.0000 0.0000 -0.0000
0.0000 -0.0000 0.0000 0.0000 1.0000 0.0000

C1T= .1000E-10 C2T= .1000E-10 C3T= .1000E-10
AL1T= .1000E-07 AL2T= .1000E-07 AL3T= .1000E-07

GAMA1= .30E+02 .39E+02 GAMA2= .40E+02 .13E+03 GAMA3= .30E+02 .21E+03
GAMA1= .30E+02 .41E+02 GAMA2= .50E+02 .15E+03 GAMA3= .45E+02 .26E+03
GAMA1= .41E+02 .43E+02 GAMA2= .67E+02 .17E+03 GAMA3= .76E+02 .33E+03
GAMA1= .44E+02 .46E+02 GAMA2= .93E+02 .20E+03 GAMA3= .15E+03 .46E+03
GAMA1= .47E+02 .48E+02 GAMA2= .14E+03 .23E+03 GAMA3= .40E+03 .69E+03
GAMA1= .51E+02 .50E+02 GAMA2= .21E+03 .26E+03 GAMA3= .14E+04 .47E+03

FREQ (HZ)	GT 21 (DB)	GT 12 (DB)	PRT 11 (DB)	PRT 22 (DB)
.37E+10	.13E+02	-.24E+02	-.10E+02	-.57E+01
.38E+10	.93E+01	-.15E+02	-.15E+02	-.10E+02
.39E+10	.71E+01	-.14E+02	-.10E+02	-.13E+02
.40E+10	.49E+01	-.13E+02	-.11E+02	-.85E+01
.41E+10	.27E+01	-.13E+02	-.12E+02	-.51E+01
.42E+10	.64E+00	-.14E+02	-.11E+02	-.30E+01

FREQ (HZ)	GT 32 (DB)	GT 23 (DB)	PRT 22 (DB)	PRT 33 (DB)
.37E+10	.77E+00	-.66E+01	-.57E+01	-.63E+00
.38E+10	-.20E+01	-.10E+02	-.10E+02	-.24E+00
.39E+10	-.39E+01	-.13E+02	-.13E+02	-.34E+00
.40E+10	-.56E+01	-.16E+02	-.83E+01	-.48E+00

- E.87 -

.41E+10	-7.78E+01	-1.19E+02	-1.51E+01	-1.49E+00
.42E+10	-1.97E+01	-1.23E+02	-1.39E+01	-1.52E+00
FREQ (HZ)	GT 13 (DB)	GT 31 (DB)	PRT 33 (DB)	PRT 11 (DB)
.37E+10	-1.18E+02	.17E+02	-1.83E+00	-1.10E+02
.38E+10	-1.21E+02	.14E+02	-1.24E+00	-1.15E+02
.39E+10	-1.23E+02	.14E+02	-1.34E+00	-1.10E+02
.40E+10	-1.23E+02	.74E+01	-1.48E+00	-1.11E+02
.41E+10	-1.24E+02	.54E+01	-1.49E+00	-1.12E+02
.42E+10	-1.24E+02	.42E+01	-1.52E+00	-1.11E+02

PARAMETROS *3* OTIMIZADOS FORMA POLAR
(ANGULO EM GRAUS)

FREQUENCIA= .3700E+10

0.0600	-56.0000	0.0850	55.0000	0.0470	48.0000
0.4100	-156.0000	0.9200	-25.0000	0.0620	66.0000
2.1000	108.0000	0.2300	146.0000	0.9300	-27.0000

FREQUENCIA= .3800E+10

0.0500	-58.0000	0.0860	54.0000	0.0500	47.0000
0.4200	-158.0000	0.9200	-26.0000	0.0840	66.0000
2.0500	106.0000	0.2350	146.0000	0.9300	-27.0000

FREQUENCIA= .3900E+10

0.0500	-58.0000	0.0880	53.0000	0.0510	46.0000
0.4300	-160.0000	0.9150	-27.0000	0.0850	66.0000
2.0500	104.0000	0.2400	146.0000	0.9250	-27.5000

FREQUENCIA= .4000E+10

0.8450	-60.0000	0.0390	52.0000	0.0540	44.0000
0.4300	-161.0000	0.9160	-27.0000	0.0850	65.0000
2.0700	160.0000	0.2400	146.0000	0.9200	-28.0000

FREQUENCIA= .4100E+10

0.8300	-61.0000	0.0900	51.0000	0.0550	44.0000
0.4400	-161.0000	0.9100	-27.5000	0.0860	65.0000
2.0700	99.0000	0.2400	146.0000	0.9200	-29.0000

FREQUENCIA= .4200E+10

0.8300	-63.0000	0.0910	51.0000	0.0560	42.0000
0.4500	-162.0000	0.9100	-28.0000	0.0870	64.0000
2.0700	96.0000	0.2400	145.0000	0.9200	-29.0000

PARAMETROS *S* CALCULADOS(OTIMIZADOS)

PARAMETROS *S* MEDIDOS

FORÇA POLAR = ÂNGULO EM GRAUS

FREQUENCIA= .3700E+10

0.860	-56.000	0.005	55.000	0.047	48.000
0.410	-156.000	0.920	-25.000	0.082	60.000
2.100	156.000	0.230	146.000	0.930	-27.000

0.860	-56.000	0.065	5
0.410	-156.000	0.920	-2
2.100	156.000	0.230	14

FREQUENCIA= .3800E+10

0.850	-58.000	0.006	54.000	0.050	47.000
0.420	-158.000	0.920	-26.000	0.084	66.000
2.050	156.000	0.235	146.000	0.930	-27.000

0.850	-58.000	0.086	5
0.420	-156.000	0.920	-2
2.050	156.000	0.235	14

FREQUENCIA= .3900E+10

0.850	-58.000	0.008	53.000	0.051	46.000
0.430	-160.000	0.915	-27.000	0.085	66.000

0.850	-58.000	0.088	5
0.430	-160.000	0.915	-2

2.050 194.000	0.240 146.000	0.925 -27.500	2.050 104.000	0.240 14
---------------	---------------	---------------	---------------	----------

FREQUENCIA= .4000E+10

0.845 -60.000	0.089 52.000	0.054 44.000	0.845 -60.000	0.089 5
0.430-161.000	0.916 -27.000	0.085 65.000	0.430-161.000	0.916 -2
2.070 100.000	0.240 146.000	0.920 -26.000	2.070 100.000	0.240 14

FREQUENCIA= .4100E+10

0.830 -61.000	0.090 51.000	0.055 44.000	0.830 -61.000	0.090 5
0.440-161.000	0.910 -27.500	0.086 65.000	0.440-161.000	0.910 -2
2.070 99.000	0.240 146.000	0.920 -29.000	2.070 99.000	0.240 14

FREQUENCIA= .4200E+10

0.830 -63.000	0.091 51.000	0.056 42.000	0.830 -63.000	0.091 5
0.450-162.000	0.910 -24.000	0.087 64.000	0.450-162.000	0.910 -2
2.070 96.000	0.240 145.000	0.920 -29.000	2.070 96.000	0.240 14

APÊNDICE F

DETERMINAÇÃO ALGÉBRICA DA MATRIZ "ZM"

A seguir apresenta-se a determinação algébrica detalhada dos termos da matriz "ZM".

$$Z_{11} = \frac{V_1}{I_1} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{\text{signal}}} \quad (\text{F.1})$$

Esta expressão é calculada pelo termo Z_{11} da Tabela B.1, na frequência W_1 .

$$Z_{12} = \frac{V_1}{I_2} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{\text{imagem}}} = 0 \quad (\text{F.2})$$

A imagem em W_2 não gera sinal em W_1 .

$$Z_{13} = \frac{V_1}{I_3} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{FI}} \quad (\text{F.3})$$

O sinal na frequência de FI(W_3) gera sinal em W_1 através da transcondutância g_1 (ver Equação 3.8). O esquema para o cálculo de Z_{13} é apresentado na Figura F.1.

O índice (j), nas expressões a seguir, indica que o cálculo deve ser feito na frequência W_j .

Como os terminais 2 e 3 estão em aberto, calcula-se a tensão V_1 usando o esquema simplificado a seguir (Figura F.2).

OBS: Em todas as figuras e expressões deste apêndice usa-se $V_{g1} = V_{g21}$; $V_{g2} = V_{g22}$.

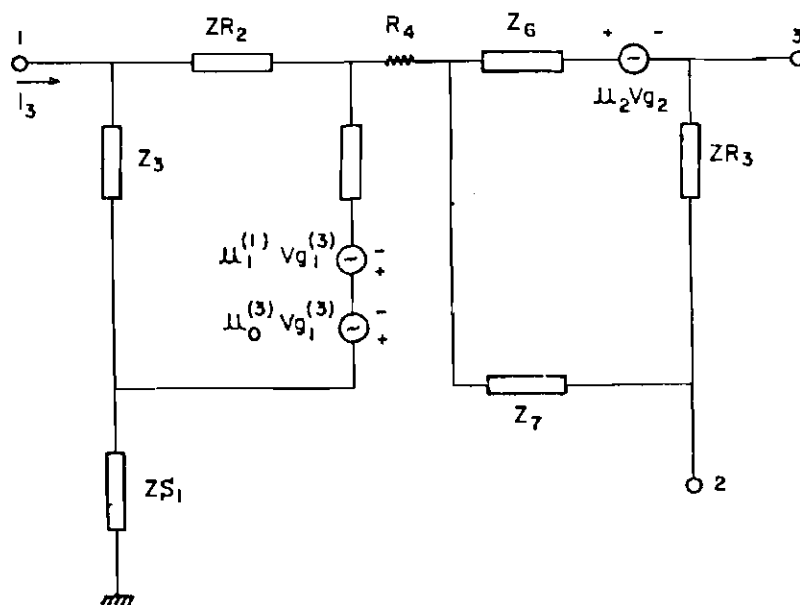


Fig. F.1 - Esquema para o cálculo de Z_{13} .

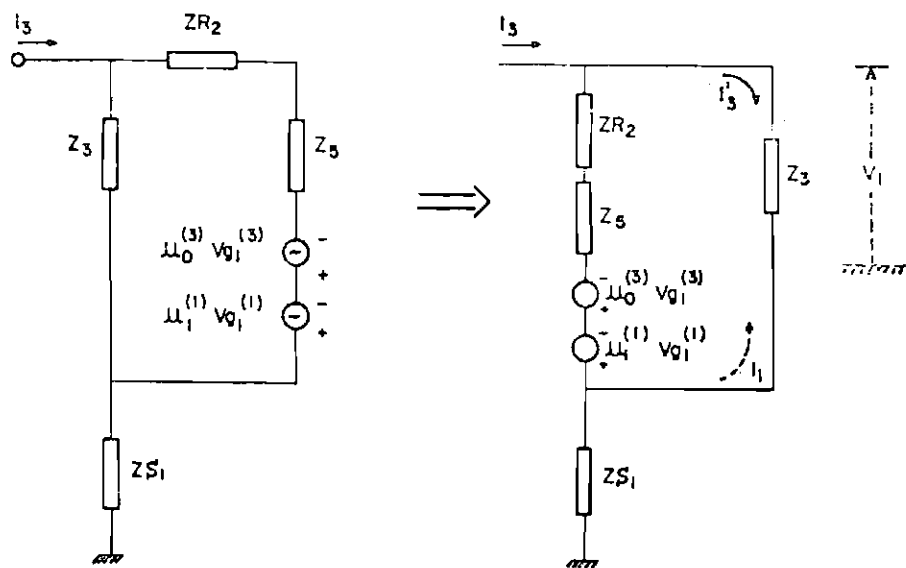


Fig. F.2 - Cálculo de Z_{13} .

Aplicando-se as equações de malha, chega-se a:

$$I_3'' = \frac{(Z_{R_2}^{(3)} + Z_5^{(3)}) I_3}{\mu_0^{(3)} X_{Cg_1}^{(3)} + Z_{R_2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)}} \quad (F.4)$$

onde:

$$\mu_0^{(3)} = g_{m_0} e^{-j\omega_3 \tau_1} Z_5^{(3)}$$

$$X_{Cg_1}^{(3)} = \frac{1}{j\omega_3 C_{g_1}} .$$

O gerador $\mu_1^{(1)} V_{g_1}^{(3)}$ cria uma corrente I_1 (sinal) no sentido indicado pela seta tracejada (Figura F.2). Essa corrente, passando por Z_3 ativa, o gerador $\mu_0 V_{g_1}^{(1)}$ na frequência ω_1 . Portanto, o valor da corrente I_1 é:

$$I_1 = \frac{\mu_1^{(1)} X_{Cg_1}^{(3)} I_3' - \mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)} I_1}{Z_3^{(1)} + Z_5^{(1)} + Z_{R_2}^{(1)}} .$$

O sinal (-) em $\mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)}$ é devido ao sentido invertido da corrente I_1 , que ativa o gerador controlado com inversão de polaridade. Usando-se o valor de I_3' , resulta:

$$I_1 = \frac{\mu_1^{(1)} X_{Cg_1}^{(3)} (Z_{R_2}^{(3)} + Z_5^{(3)}) I_3}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg_1}^{(3)} + Z_{R_2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right] \left[Z_3^{(1)} + Z_5^{(1)} + Z_{R_2}^{(1)} + \mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)} \right]} \quad (F.5)$$

A tensão V_1 é dada por:

$$V_1 = - I_1 Z_3^{(1)}$$

Portanto:

$$Z_{13} = \frac{V_1}{I_3} = \frac{\mu_1^{(1)} X_{Cg1}^{(3)} (Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)}) Z_3^{(1)}}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right] \left[Z_3^{(1)} + Z_5^{(1)} + Z_{R2}^{(1)} + \mu_0^{(1)} X_{Cg1}^{(1)} \right]} \quad (F.6)$$

$$Z_{14} = \frac{V_1}{I_4} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{\text{signal}}} \quad (F.7)$$

Será calculado pelo termo Z_{12} da Tabela B.1, na frequência de sinal (ω_1).

$$Z_{15} = \frac{V_1}{I_5} \Big|_{I_j = 0, j \neq 5} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{\text{imagem}}} = 0 \quad (F.8)$$

A imagem não gera sinal

$$Z_{16} = \frac{V_1}{I_6} \Big|_{I_j = 0, j \neq 6} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{FI}} \quad (F.9)$$

Nesse caso, o sinal de FI, entrando no "gate" 2 será realimentado para o "gate" 1 através de Z_{R2} , gerando sinal na frequência ω_1 (ver Figura F.1 e Expressão 3.6). O circuito equivale para o cálculo de Z_{16} é apresentado na Figura F.3.

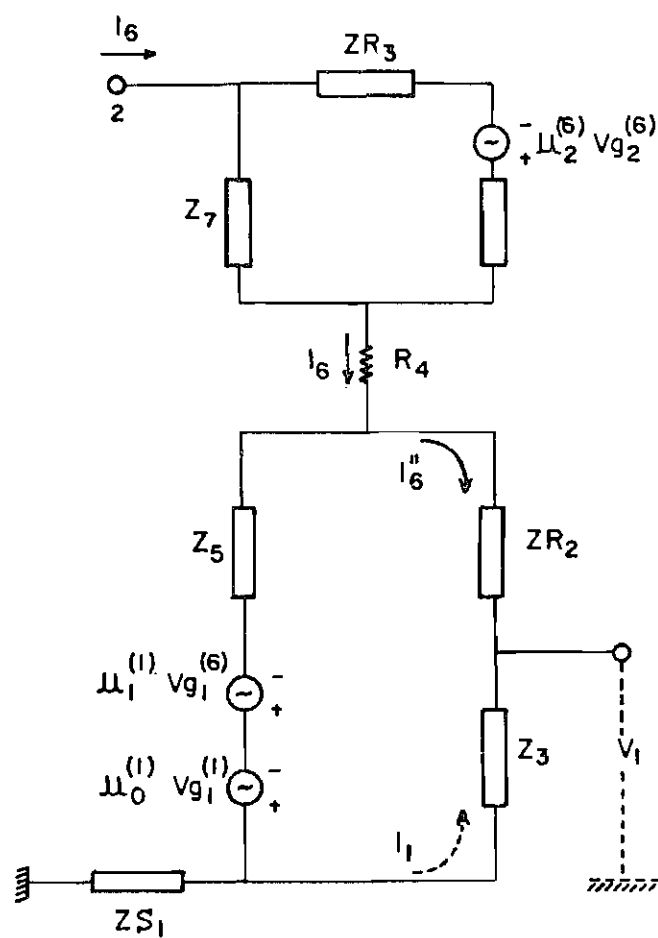


Fig. F. 3 - Cálculo de Z_{16}

Através do mesmo raciocínio usado na determinação de Z_{13} ($\mu_1^{(1)}$ $Vg_1^{(6)}$ cria a corrente I_1 do sinal), escreve-se:

$$I_6'' = \frac{Z_5^{(6)} I_6}{\mu_0^{(6)} X_{Cg_1}^{(6)} + Z_{R_2}^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)}},$$

$$I_1 = \frac{\mu_1^{(1)} X_{Cg_1}^{(6)} I_6'' - \mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)} I_1}{Z_5^{(1)} + Z_{R_2}^{(1)} + Z_3^{(1)}}.$$

Usando-se o valor I_6'' mostrado na expressão acima, resulta:

$$I_1 = \frac{\mu_1^{(1)} X_{Cg_1}^{(6)} Z_5^{(6)} I_6}{\left[\mu_0^{(6)} X_{Cg_1}^{(6)} + Z_{R_2}^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)} \right] \left[Z_5^{(1)} + Z_{R_2}^{(1)} + Z_3^{(1)} + \mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)} \right]}$$

como

$$V_1 = -I_1 Z_3^{(1)}$$

tem-se:

$$\frac{V_1}{I_6} = Z_{16} = \frac{-\mu_1^{(1)} X_{Cg_1}^{(6)} Z_5^{(6)} Z_3^{(1)}}{\left[\mu_0^{(6)} X_{Cg_1}^{(6)} + Z_{R_2}^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)} \right] \left[Z_5^{(1)} + Z_{R_2}^{(1)} + Z_3^{(1)} + \mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)} \right]} \quad (F.10)$$

Nota-se que o denominador de Z_{16} e parte do numerador são iguais a Z_{13} , visto que as frequências 3 e 6 são as mesmas (FI). Este fato ajuda na elaboração do programa do computador.

$$Z_{17} = \frac{V_1}{I_7} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7} = \frac{V_{\text{sinal}}}{I_{\text{sinal}}} \quad (F.11)$$

Será calculado pelo termo Z_{13} da Tabela B.1, na frequência de sinal (ω_1)

$$Z_{18} = \frac{V_1}{I_8} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{\text{imagem}}} = 0 \quad (\text{F.12})$$

A imagem não gera o sinal

$$Z_{19} = \frac{V_1}{I_9} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9} = \frac{V_{\text{signal}}}{I_{\text{FI}}} \quad (\text{F.13})$$

Nesse caso, o sinal de FI injetado na entrada 3 (ver Figura E.1) gera sinal na frequência W_1 pelo mesmo processo de Z_{16} . Nota-se, a partir da Figura F.1 que a situação de cálculo para Z_{19} é idêntica à de Z_{16} . Portanto:

$$Z_{19} = Z_{16} \quad (\text{F.14})$$

$$Z_{21} = \frac{V_2}{I_1} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1} = \frac{V_{\text{imagem}}}{I_{\text{signal}}} = 0 \quad (\text{F.15})$$

O sinal não gera imagem

$$Z_{22} = \frac{V_2}{I_2} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2} = \frac{V_{\text{imagem}}}{I_{\text{imagem}}} \quad (\text{F.16})$$

Será calculado pelo termo Z_{11} da Tabela B.1, na frequência imagem (W_2).

$$Z_{23} = \frac{V_2}{I_3} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3} = \frac{V_{\text{imagem}}}{I_{\text{FI}}} \quad (\text{F.17})$$

O sinal de F_i na porta 1 gera sinal da frequência de imagem pelo mesmo processo que gera sinal na frequência W_1 . Portanto, Z_{23} terá a mesma expressão que Z_{13} , calculando-se os termos na frequência W_2 (imagem) e W_3 (FI). Então, resulta que:

$$Z_{23} = \frac{-\mu_1^{(2)} \chi Cg_1^{(3)} (ZR_2^{(3)} + Z_5^{(3)}) Z_3^{(2)}}{\left[\mu_0^{(3)} \chi Cg_1^{(3)} + ZR_2^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right] \left[Z_3^{(2)} + Z_5^{(2)} + ZR_2^{(2)} + \mu_0^{(2)} \chi Cg_1^{(2)} \right]} \quad (F.18)$$

$$Z_{24} = \frac{V_2}{I_4} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4} = 0 \quad (F.19)$$

A imagem não gera o sinal

$$Z_{25} = \frac{V_2}{I_5} \frac{(imagem)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 5} \quad (F.20)$$

Será calculado pelo termo Z_{12} da Tabela B.1, na frequência ω_2

$$Z_{26} = \frac{V_2}{I_6} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 6}$$

Por analogia com Z_{16} , tem-se:

$$Z_{26} = \frac{\mu_1^{(2)} \chi Cg_1^{(6)} Z_5^{(6)} Z_3^{(2)}}{\left[\mu_0^{(6)} \chi Cg_1^{(6)} + ZR_2^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)} \right] \left[Z_5^{(2)} + ZR_2^{(2)} + Z_3^{(2)} + \mu_0^{(2)} \chi Cg_1^{(2)} \right]} \quad (F.21)$$

$$Z_{27} = \frac{V_2}{I_7} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7} = 0 \quad (F.22)$$

O sinal não gera imagem

$$Z_{28} = \frac{V_2}{I_8} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8} \quad (F.23)$$

Será calculado pelo termo Z_{13} da Tabela B.1 na frequência ω_2 .

$$Z_{29} = \frac{V_2}{I_9} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 9}$$

Por analogia com Z_{19} , tem-se:

$$Z_{29} = Z_{26} \quad (F.24)$$

$$Z_{31} = \frac{V_3}{I_1} \frac{(FI)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 1}$$

O sinal em W_1 gera o sinal na frequência de FI, pelo mesmo processo que o FI gera o sinal em W_1 . Portanto, por analogia com Z_{13} , tem-se:

$$Z_{31} = \frac{-\mu_1^{(3)} X_{Cg_1}^{(1)} (Z_{R_2}^{(1)} + Z_5^{(1)}) Z_3^{(3)}}{\left[\mu_0^{(1)} X_{Cg_1}^{(1)} + Z_{R_2}^{(1)} + Z_5^{(1)} + Z_3^{(1)} \right] \left[Z_3^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_{R_2}^{(3)} + \mu_0^{(3)} X_{Cg_1}^{(3)} \right]} \quad (F.25)$$

$$Z_{32} = \frac{V_3}{I_2} \frac{(FI)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 2}$$

O sinal na frequência W_2 gera a FI(W_3), pelo mesmo processo que W_1 gera a FI. Por analogia com Z_{31} , resulta:

$$Z_{32} = \frac{-\mu_1^{(3)} X_{Cg_1}^{(2)} (Z_{R_2}^{(2)} + Z_5^{(2)}) (Z_3^{(3)})}{\left[\mu_0^{(2)} X_{Cg_1}^{(2)} + Z_{R_2}^{(2)} + Z_5^{(2)} + Z_3^{(2)} \right] \left[Z_3^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_{R_2}^{(3)} + \mu_0^{(3)} X_{Cg_1}^{(3)} \right]} \quad (F.26)$$

$$Z_{33} = \frac{V_3}{I_3} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 3} \quad (F.27)$$

Será calculado pelo termo Z_{11} da Tabela B.1 na frequência W_3 (FI)

$$Z_{34} = \frac{V_3}{I_4} \frac{(FI)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 4.}$$

Por analogia com Z_{16} , trocando-se as frequências W_1 por W_3 e W_6 por W_4 , resulta:

$$Z_{34} = \frac{-\mu_1^{(3)} X_{Cg1}^{(4)} Z_5^{(4)} Z_3^{(3)}}{\left[\mu_0^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} + Z_{R2}^{(4)} + Z_5^{(4)} + Z_3^{(4)} \right] \left[Z_5^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_3^{(3)} + \mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} \right]} \quad (F.28)$$

$$Z_{35} = \frac{V_3}{I_5} \frac{(FI)}{(\text{imagem})} \Big|_{I_j = 0, j \neq 5}$$

O sinal de FI será gerado pelo mesmo processo de Z_{34} , portanto:

$$Z_{35} = \frac{-\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(5)} Z_5^{(5)} Z_3^{(3)}}{\left[\mu_0^{(5)} X_{Cg1}^{(5)} + Z_{R2}^{(5)} + Z_5^{(5)} + Z_3^{(5)} \right] \left[Z_5^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_3^{(3)} + \mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} \right]} \quad (F.29)$$

$$Z_{36} = \frac{V_3}{I_6} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 6} \quad (F.30)$$

Será calculado pelo termo Z_{12} da Tabela B.1, na frequência $W_3(FI)$

$$Z_{37} = \frac{V_3}{I_7} \frac{(FI)}{(\text{sinal})} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7}$$

O processo de geração da FI, pelo sinal no acesso 3 em $W_1(I_7)$ é semelhante ao processo de geração da FI no "gate" 1, pelo sinal no acesso 2. Portanto, por analogia com Z_{34} , resulta:

$$Z_{37} = Z_{34} \quad (F.31)$$

O mesmo raciocínio acima leva a concluir também que:

$$Z_{38} = \frac{V_3}{I_8} \frac{(FI)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8} = Z_{35}$$

$$Z_{38} = Z_{35} \quad (F.32)$$

$$Z_{39} = \frac{V_3}{I_9} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9} \quad (F.33)$$

Será calculado pelo termo Z_{13} da Tabela B.1, na frequência W_3

$$Z_{41} = \frac{V_4}{I_1} \frac{(sinal)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1} \quad (F.34)$$

Será calculado pelo termo Z_{21} da Tabela B.1, na frequência W_1 .

$$Z_{42} = \frac{V_4}{I_2} \frac{(sinal)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2} = 0 \quad (F.35)$$

A margem não gera o sinal.

$$Z_{43} = \frac{V_4}{I_3} \frac{(sinal)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3}$$

O sinal na frequência de FI (W_3) produzira o sinal em W_1 , no acesso 2, através do gerador $\mu_1^{(1)} V_{g1}^{(3)}$ (vide Figura F.1). O circuito equivalente para o cálculo de Z_{43} é apresentado na Figura F.4.

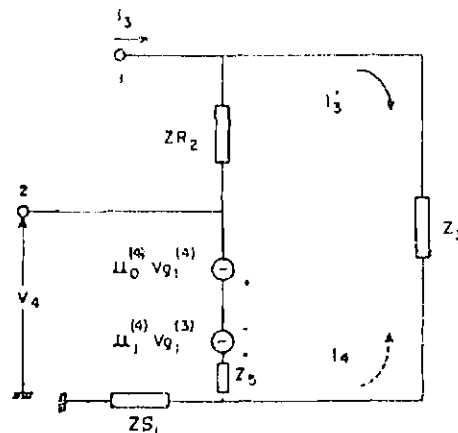


Fig. F.4 - Cálculo de Z_{43}

Nota-se que a configuração da Figura F.4 é a mesma usada no cálculo de Z_{13} , com a diferença de que:

$$V_4 = -\mu_1^{(4)} V_{g1}^{(3)} + \mu_0^{(4)} V_{g1}^{(4)} + I_4 Z_5^{(4)},$$

$$V_4 = -\mu_1^{(4)} X_{Cg1}^{(3)} I_3' + \mu_0^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} I_4 + I_4 Z_5^{(4)}$$

O valor de I_3' pode ser obtido a partir do cálculo de Z_{13} , o que resulta em:

$$I_3' = \frac{(Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)}) I_3}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right]}$$

A corrente I_4 (ω_1) será calculada usando-se a mesma expressão da corrente I_1 , no cálculo de Z_{13} , visto que a frequência ω_1 e ω_4 são iguais. Portanto:

$$I_4 = \frac{\mu_1^{(4)} X_{Cg1}^{(3)} (Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)}) I_3}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right] \left[Z_3^{(4)} + Z_5^{(4)} + Z_{R2}^{(4)} + \mu_0^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} \right]}$$

Então, para Z_{43} resulta:

$$Z_{43} = \frac{-\mu_1^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} (Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)})}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right]} +$$

$$+ \frac{(\mu_0^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} + Z_5^{(4)}) (\mu_1^{(4)} X_{Cg1}^{(3)}) (Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)})}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right] \left[Z_3^{(4)} + Z_5^{(4)} + Z_{R2}^{(4)} + \mu_0^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} \right]}$$

(F.36)

$$Z_{44} = \frac{V_4}{I_4} \frac{(sinal)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4} \quad (F.37)$$

Será calculado pelo termo Z_{22} da Tabela B.1 na frequência ω_1 .

$$Z_{45} = \frac{V_4}{I_5} \frac{(\text{sinal})}{(\text{imagem})} \bigg|_{I_j = 0, \quad j \neq 5} = 0 \quad (\text{F.38})$$

A imagem não gera o sinal

$$Z_{46} = \frac{V_4}{I_6} \frac{(\text{sinal})}{(\text{imagem})} \bigg|_{I_j = 0, \quad j \neq 6}$$

Para o cálculo de Z_{46} , o circuito equivalente é apresentado na Figura F.5.

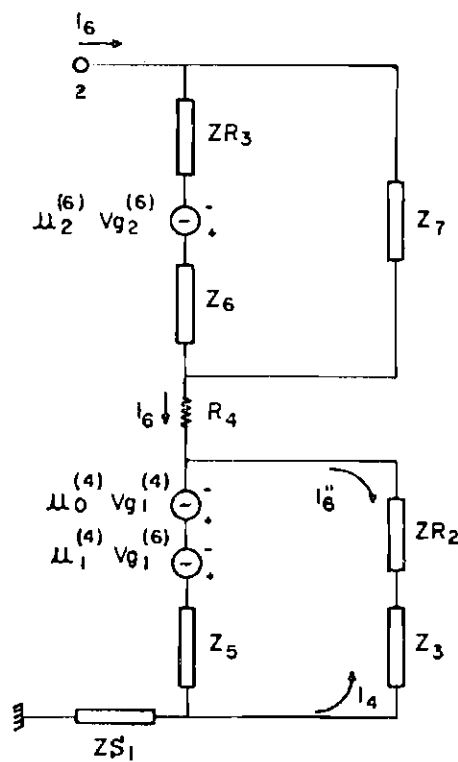


Fig. F.5 - Cálculo de Z_{46} .

O valor de I_6'' pode ser obtido a partir da mesma expressão usada no cálculo de Z_{16} , donde resulta que:

$$I_6'' = \frac{Z_5^{(6)} I_6}{(\mu_0^{(6)} X C g_1^{(6)} + Z R_2^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)})}$$

Na frequência de sinal (W_4) a tensão de saída, V_4 , no acesso 2 é:

$$V_4 = - I_4 (Z R_2^{(4)} + Z_3^{(4)})$$

Por analogia com o cálculo de Z_{16} , o valor de I_4 é equivalente ao de I_1 , visto que $W_1 = W_4$. Donde resulta que:

$$I_4 = \frac{\mu_1^{(4)} X C g_1^{(6)} Z_5^{(6)} I_6}{\left[\mu_0^{(6)} X C g_1^{(6)} + Z R_2^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)} \right] \left[Z_5^{(4)} + Z R_2^{(4)} + Z_3^{(4)} + \mu_0^{(4)} X C g_1^{(4)} \right]}$$

e

$$Z_{46} = \frac{V_4}{I_6} = \frac{-\mu_1^{(4)} X C g_1^{(6)} Z_5^{(6)} (Z R_2^{(4)} + Z_3^{(4)})}{\left[\mu_0^{(6)} X C g_1^{(6)} + Z R_2^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)} \right] \left[Z_5^{(4)} + Z R_2^{(4)} + Z_3^{(4)} + \mu_0^{(4)} X C g_1^{(4)} \right]} \quad (F.39)$$

$$Z_{47} = \frac{V_4}{I_7} \frac{(sinal)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7} \quad (F.40)$$

Será calculado pelo termo Z_{23} da Tabela B.1, na frequência W_1 .

$$Z_{48} = \frac{V_4}{I_8} \frac{(sinal)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8} = 0 \quad (F.41)$$

A imagem não gera o sinal

$$Z_{49} = \frac{V_4}{I_9} \frac{(sinal)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9}$$

Observa-se que as condições para o cálculo de Z_{49} são exatamente as condições de cálculo de Z_{46} . Portanto, como $W_9 = W_6$,

$$Z_{49} = Z_{46} \quad (F.42)$$

$$Z_{51} = \frac{V_5}{I_1} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1} = 0 \quad (F.43)$$

O sinal não gera imagem.

$$Z_{52} = \frac{V_5}{I_2} \frac{(imagem)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2} \quad (F.44)$$

Será calculado pelo termo Z_{21} da Tabela B.1, na frequência W_2 .

$$Z_{53} = \frac{V_5}{I_3} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3}$$

Será calculado pelo mesmo procedimento usado no cálculo de Z_{43} , alterando-se os índices 4 por 5.

$$\begin{aligned} Z_{53} = & - \frac{\mu_1^{(5)} X_{Cg1}^{(3)} (Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)})}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right]} + \\ & + \frac{(\mu_0^{(5)} X_{Cg1}^{(5)} + Z_5^{(5)}) (\mu_1^{(5)} X_{Cg1}^{(3)}) (Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)})}{\left[\mu_0^{(3)} X_{Cg1}^{(3)} + Z_{R2}^{(3)} + Z_5^{(3)} + Z_3^{(3)} \right] \left[Z_3^{(5)} + Z_5^{(5)} + Z_{R2}^{(5)} + \mu_0^{(5)} X_{Cg1}^{(5)} \right]} \end{aligned} \quad (F.45)$$

$$Z_{54} = \frac{V_5}{I_4} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4} = 0 \quad (F.46)$$

O sinal não gera imagem.

$$Z_{55} = \frac{V_5}{I_5} \frac{(imagem)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 5} \quad (F.47)$$

Será calculado pelo termo Z_{22} da Tabela B.1, na frequência ω_2 .

$$Z_{56} = \frac{V_5}{I_6} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 6}$$

Será calculado por analogia com Z_{46} , trocando-se o índice 4 por 5.

$$Z_{56} = \frac{-\mu_1^{(5)} X_{Cg1}^{(6)} Z_5^{(6)} (Z_{R2}^{(5)} + Z_3^{(5)})}{\left[\mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} + Z_{R2}^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_3^{(6)} \right] \left[Z_5^{(5)} + Z_{R2}^{(5)} + Z_3^{(5)} + \mu_0^{(5)} X_{Cg1}^{(5)} \right]} \quad (F.48)$$

$$Z_{57} = \frac{V_5}{I_7} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 7} = 0 \quad (F.49)$$

O sinal não gera imagem

$$Z_{58} = \frac{V_5}{I_8} \frac{(imagem)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 8} \quad (F.50)$$

Será calculado pelo termo Z_{23} da Tabela B.1, na frequência ω_2 .

$$Z_{59} = \frac{V_5}{I_9} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 9}$$

As condições de cálculo são idênticas às usadas no cálculo de Z_{56} . Portanto, como I_9 e I_6 estão na mesma frequência, resulta:

$$Z_{59} = Z_{56} \quad (F.51)$$

$$Z_{61} = \frac{V_6}{I_1} \frac{(FI)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1}$$

O processo de cálculo será o mesmo utilizado na determinação de Z_{43} (FI gera o sinal em W_1), trocando-se o índice 4 por 6 e 3 por 1. Portanto, comparando-se com Z_{43} , resulta:

$$Z_{61} = \frac{-\mu_1^{(6)} X_{Cg1}^{(1)} (Z_{R2}^{(1)} + Z_5^{(1)})}{\left[\mu_0^{(1)} X_{Cg1}^{(1)} + Z_{R2}^{(1)} + Z_5^{(1)} + Z_3^{(1)} \right]} + \frac{(\mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} + Z_5^{(6)}) (\mu_1^{(6)} X_{Cg1}^{(1)}) (Z_{R2}^{(1)} + Z_5^{(1)})}{\left[\mu_0^{(1)} X_{Cg1}^{(1)} + Z_{R2}^{(1)} + Z_5^{(1)} + Z_3^{(1)} \right] \left[Z_3^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_{R2}^{(6)} + \mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} \right]} \quad (F.52)$$

$$Z_{62} = \frac{V_6}{I_2} \frac{(FI)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2}$$

é idêntico ao valor de Z_{61} , trocando-se o índice 1 por 2.

$$Z_{62} = \frac{-\mu_1^{(6)} X_{Cg1}^{(2)} (Z_{R2}^{(2)} + Z_5^{(2)})}{\left[\mu_0^{(2)} X_{Cg1}^{(2)} + Z_{R2}^{(2)} + Z_5^{(2)} + Z_3^{(2)} \right]} + \frac{(\mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} + Z_5^{(6)}) (\mu_1^{(6)} X_{Cg1}^{(2)}) (Z_{R2}^{(2)} + Z_5^{(2)})}{\left[\mu_0^{(2)} X_{Cg1}^{(2)} + Z_{R2}^{(2)} + Z_5^{(2)} + Z_3^{(2)} \right] \left[Z_3^{(6)} + Z_5^{(6)} + Z_{R2}^{(6)} + \mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} \right]} \quad (F.53)$$

$$Z_{63} = \frac{V_6}{I_3} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3} \quad (F.54)$$

Será calculado pelo termo Z_{21} da Tabela B.1, na frequência ω_3 .

$$Z_{64} = \frac{V_6}{I_4} \frac{(FI)}{(\text{signal})} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4}$$

A configuração para este cálculo é semelhante à usada na determinação de Z_{46} , trocando-se os índices 6 por 4 e 4 por 6. Portanto, de acordo com Z_{46} , resulta:

$$Z_{64} = \frac{-\mu_1^{(6)} X_{Cg1}^{(4)} Z_5^{(4)} (Z_{R2}^{(6)} + Z_3^{(6)})}{\left[\mu_0^{(4)} X_{Cg1}^{(4)} + Z_{R2}^{(4)} + Z_5^{(4)} + Z_3^{(4)} \right] \left[Z_5^{(6)} + Z_{R2}^{(6)} + Z_3^{(6)} + \mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} \right]} \quad (F.55)$$

$$Z_{65} = \frac{V_6}{I_5} \frac{(FI)}{(\text{imagem})} \Big|_{I_j = 0, j \neq 5}$$

A configuração é idêntica à usada no cálculo de Z_{64} , trocando-se o índice 4 por 5; portanto:

$$Z_{65} = \frac{-\mu_1^{(6)} X_{Cg1}^{(5)} Z_5^{(5)} (Z_{R2}^{(6)} + Z_3^{(6)})}{\left[\mu_0^{(5)} X_{Cg1}^{(5)} + Z_{R2}^{(5)} + Z_5^{(5)} + Z_3^{(5)} \right] \left[Z_5^{(6)} + Z_{R2}^{(6)} + Z_3^{(6)} + \mu_0^{(6)} X_{Cg1}^{(6)} \right]} \quad (F.56)$$

$$Z_{66} = \frac{V_6}{I_6} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 6} \quad (F.57)$$

Será calculado pelo termo Z_{22} da Tabela B.1, na frequência ω_3 .

$$Z_{67} = \frac{V_6}{I_7} \frac{(FI)}{(\text{signal})} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7}$$

A configuração para o cálculo de Z_{67} é idêntica à usada no cálculo de Z_{64} , devido às condições de aberto do circuito. Como I_7 e I_4 representam a mesma frequência, tem-se:

$$Z_{67} = Z_{64} \quad (F.58)$$

Pelo raciocínio anterior conclui-se ainda que:

$$Z_{68} = \frac{V_6}{I_8} \frac{(FI)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8}$$

$$Z_{68} = Z_{65} \quad (F.59)$$

$$Z_{69} = \frac{V_6}{I_9} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9} \quad (F.60)$$

Será calculado pelo termo Z_{23} da Tabela B1, na frequência ω_3 .

$$Z_{71} = \frac{V_7}{I_1} \frac{(sinal)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1} \quad (F.61)$$

Será calculado pelo termo Z_{31} da Tabela B.1, na frequência ω_1 .

$$Z_{72} = \frac{V_7}{I_2} \frac{(sinal)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2} = 0 \quad (F.62)$$

A imagem não gera sinal

$$Z_{73} = \frac{V_7}{I_3} \frac{(sinal)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3}$$

Nota-se que as condições de análise para Z_{73} são idênticas as condições de cálculo de Z_{43} ; portanto:

$$Z_{73} = Z_{43} \quad (F.63)$$

$$Z_{74} = \frac{V_7}{I_4} \frac{(sinal)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4} \quad (F.64)$$

Será calculado pelo termo Z_{32} da Tabela B.1, na frequência ω_1 .

$$Z_{75} = \frac{V_7}{I_5} \frac{(sinal)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 5} = 0 \quad (F.65)$$

A imagem não gera sinal

$$Z_{76} = \frac{V_7}{I_6} \frac{(sinal)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 6}$$

As condições de análise de Z_{76} são idênticas às de Z_{46} ; portanto:

$$Z_{76} = Z_{46} \quad (F.66)$$

$$Z_{77} = \frac{V_7}{I_7} \frac{(sinal)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7} \quad (F.67)$$

Será calculado pelo termo Z_{33} da Tabela B.1, na frequência ω_1 .

$$Z_{78} = \frac{V_7}{I_8} \frac{(sinal)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8} = 0 \quad (F.68)$$

A imagem não gera sinal

$$Z_{79} = \frac{V_7}{I_9} \frac{(sinal)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9}$$

As condições de cálculo são idênticas às de análise de Z_{76} ; portanto:

$$Z_{79} = Z_{76} = Z_{46} \quad (F.69)$$

$$Z_{81} = \frac{V_8}{I_1} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1} = 0 \quad (F.70)$$

O sinal não gera imagem

$$Z_{82} = \frac{V_8}{I_2} \frac{(imagem)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 2} \quad (F.71)$$

Será calculado pelo termo Z_{31} da Tabela B.1, na frequência ω_2 .

$$Z_{83} = \frac{V_8}{I_3} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 3}$$

As condições de cálculo são idênticas as de Z_{53} . Portanto:

$$Z_{83} = Z_{53} \quad (F.72)$$

$$Z_{84} = \frac{V_8}{I_4} \frac{(imagem)}{(sinal)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 4} = 0 \quad (F.73)$$

O sinal não gera imagem

$$Z_{85} = \frac{V_8}{I_5} \frac{(imagem)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 5} \quad (F.74)$$

Será calculado pelo termo Z_{32} da Tabela B.1 na frequência ω_2 .

$$Z_{86} = \frac{V_8}{I_6} \frac{(imagem)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, \quad j \neq 6}$$

As condições de cálculo são semelhantes à Z_{56} . Portanto:

$$Z_{86} = Z_{56} \quad (F.75)$$

$$Z_{87} = \frac{V_8}{I_7} \frac{\text{(imagem)}}{\text{(sinal)}} \Big|_{I_j = 0, j \neq 7} = 0 \quad (\text{F.76})$$

O sinal não gera imagem

$$Z_{88} = \frac{V_8}{I_8} \frac{\text{(imagem)}}{\text{(imagem)}} \Big|_{I_j = 0, j \neq 8} \quad (\text{F.77})$$

Será calculado pelo termo Z_{33} da Tabela B.1, na frequência ω_2 .

$$Z_{89} = \frac{V_8}{I_9} \frac{\text{(imagem)}}{\text{(FI)}} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9}$$

As condições de cálculo são idênticas à Z_{86} .

$$Z_{89} = Z_{86} = Z_{56} \quad (\text{F.78})$$

$$Z_{91} = \frac{V_9}{I_1} \frac{\text{(FI)}}{\text{(sinal)}} \Big|_{I_j = 0, j \neq 1}$$

As condições de cálculo são idênticas às de Z_{61} . Portanto:

$$Z_{91} = Z_{61} \quad (\text{F.79})$$

$$Z_{92} = \frac{V_9}{I_2} \frac{\text{(FI)}}{\text{(imagem)}} \Big|_{I_j = 0, j \neq 2}$$

As condições de cálculo são idênticas às de Z_{62} . Portanto:

$$Z_{92} = Z_{62} \quad (\text{F.80})$$

$$Z_{93} = \frac{V_9}{I_3} \frac{\text{(FI)}}{\text{(FI)}} \Big|_{I_j = 0, j \neq 3} \quad (\text{F.81})$$

Será calculado pelo termo Z_{31} da Tabela B.1, na frequência W_3 .

$$Z_{94} = \frac{V_9}{I_4} \frac{(FI)}{(imagem)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 4}$$

As condições de cálculo são idênticas às de Z_{64} . Portanto:

$$Z_{94} = Z_{64} \quad (F.82)$$

Com o raciocínio anterior pode-se concluir ainda que:

$$Z_{95} = Z_{65} \quad (F.83)$$

$$Z_{96} = \frac{V_9}{I_6} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 6} \quad (F.84)$$

Será calculado pelo termo Z_{32} da Tabela B.1, na frequência W_3 .

$$Z_{97} = Z_{67} \quad (F.85)$$

$$Z_{98} = Z_{68} \quad (F.86)$$

$$Z_{99} = \frac{V_9}{I_9} \frac{(FI)}{(FI)} \Big|_{I_j = 0, j \neq 9} \quad (F.87)$$

Será calculado pelo termo Z_{33} da Tabela B.1, na frequência W_3 .

Com as expressões anteriores pôde-se construir a Tabela E.1 (Apêndice E).

APENDICE G

CARACTERÍSTICAS DO DGFET DUGAT 10/000



GaAs Dual Gate FET DUGAT 10/000

INTRODUCTION

This device extends the versatility of the well established Piessey GAT 4 and GAT 5 low noise transistors by the addition of a second gate. It uses similar geometry and device technology. Potential applications include mixers, oscillators and automatic gain control.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (at 25°C)

Symbol	Parameters and Conditions	Units	Chip (P100)			P106 package		
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max
f_{max}	Maximum frequency of oscillation at $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 20\text{ mA}$, $V_{G2S} = 0V$	GHz		60			50	
MAG*	Maximum available gain at $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 20\text{ mA}$, $V_{G2S} = 0V$							
	$f = 4\text{ GHz}$	dB	--	22	--	--	22	--
	$f = 8\text{ GHz}$	dB	--	17	--	--	16	--
	$f = 12\text{ GHz}$	dB	--	14	--	--	12.5	--
NF	Noise figure at $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 10\text{ mA}$, $V_{G2S} = 0V$							
	$f = 4\text{ GHz}$	dB	--	1.5	--	--	1.6	--
	$f = 8\text{ GHz}$	dB	--	2.8	--	--	3.1	--
	$f = 12\text{ GHz}$	dB	--	3.6	--	--	4.0	--
GNF _{OPT}	Associated Power Gain when matched for NF _{OPT} at $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 10\text{ mA}$, $V_{G2S} = 0V$							
	$f = 4\text{ GHz}$	dB	--	21	--	--	21	--
	$f = 8\text{ GHz}$	dB	--	16	--	--	15	--
	$f = 12\text{ GHz}$	dB	--	13	--	--	11.5	--
P _{OUT}	Output Power at $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 20\text{ mA}$, $V_{G2S} = 0V$ 1 dB gain compression point $f = 10\text{ GHz}$	dBm	--	10	--	--	10	--
AGC	Available Gain Control at $V_{DS} = 5V$, $I_{DS} = 20\text{ mA}$, $V_{G2S} = 0\text{ to }-4V$ $f = 10\text{ GHz}$	dB	--	30	--	--	30	--

I_{DSS}	Drain Current at $V_{DS} = 5V$, $V_{GS} = 0V$	mA	—	50	—	—	50	—
V_P	Pinch-off voltage at $V_{DS} = 5V$, $I_{GS} = 10\mu A$, $V_{G2S} = 0V$	V	—1.5	—	—6	—1.5	—	—6
G_M	Transconductance at $V_{DS} = 5V$, $V_{G1S} = 0$ to $-1V$	mS	18	22	28	18	22	28
I_{GS}	Gate to source leakage current at $V_{G2S} = 0V$, $V_{G1S} = -5V$	μA	—	—	1.0	—	—	1.0
R_{TH}	Thermal Resistance (Channel to Ambient) (Channel to Package)	$^{\circ}C/W$	—	200	—	—	250	—
			—	—	—	—	75	—

* Note: The quoted values of maximum available gain are those obtained with the second gate termination adjusted to give a stability factor close to unity.

TYPICAL SMALL SIGNAL PARAMETERS

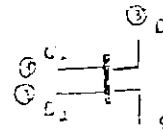
DUGAT 10/000/P106 Packaged Device — minimum noise conditions

$V_{DS} = 5$ volts, $I_{DS} = 10$ mA, $V_{G2S} = 0$ volts

Gate 1 is port 1

Gate 2 is port 2

Drain is port 3



Freq (GHz)	S_{11}		S_{12}		S_{13}		S_{21}		S_{22}		S_{23}		S_{31}		S_{32}		S_{33}	
	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG
2	.91	-36	.049	67	.023	-56	.22	-134	.96	-15	.065	72	2.21	140	.2	155	.955	-20
3	.88	-48	.075	60	.034	53	.35	-149	.94	-21	.072	69	2.14	122	.215	150	.94	-24
4	.845	-60	.099	52	.054	41	.43	-161	.916	-27	.085	65	2.07	100	.24	146	.92	-28
5	.815	-75	.094	47	.052	32	.56	-173	.905	-32	.092	60	1.98	83	.26	141	.905	-32
6	.77	-88	.105	43	.075	22	.71	-179	.895	-38	.105	57	1.89	60	.26	134	.83	-37
7	.77	-107	.095	40	.081	12	.69	-158	.88	-43	.12	53	1.77	27	.32	125	.86	-42
8	.73	-132	.089	40	.082	-6	.76	-145	.88	-47	.14	52	1.66	15	.305	108	.835	-48
9	.695	-155	.085	43	.098	-18	.81	-125	.87	-60	.153	45	1.52	-11	.394	90	.81	-62
10	.67	-179	.082	46	.091	-30	.85	-109	.85	-69	.185	39	1.36	-38	.455	75	.795	-74
11	.64	-152	.08	48	.094	-51	.89	-94	.83	-93	.205	36	1.177	-62	.514	57	.775	-93
12	.61	-127	.075	50	.074	-70	.936	-77	.81	-123	.23	33	1.06	-83	.59	50	.75	-115

DUGAT 10/000/P106 Packaged Device — optimum gain conditions

$V_{DS} = 5$ volts, $I_{DS} = 20$ mA, $V_{G2S} = 0$ volts

Freq (GHz)	S_{11}		S_{12}		S_{13}		S_{21}		S_{22}		S_{23}		S_{31}		S_{32}		S_{33}	
	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG
2	.91	-38	.049	69	.023	56	.24	-134	.94	-15	.065	72	2.4	140	.19	155	.95	-20
3	.875	-50	.07	60	.034	49	.41	-150	.921	-21	.072	69	2.33	122	.217	150	.94	-24
4	.85	-64	.084	52	.051	39	.54	-163	.908	-27	.085	65	2.25	100	.25	146	.92	-28
5	.815	-79	.091	47	.055	22	.64	-176	.892	-32	.092	61	2.15	80	.275	141	.90	-32
6	.78	-94	.092	45	.068	16	.725	-170	.875	-37	.105	58	2.05	56	.31	134	.89	-37
7	.75	-115	.091	44	.081	2	.8	-155	.86	-42	.116	55	1.93	35	.35	125	.86	-42
8	.715	-138	.089	45	.087	-16	.85	-140	.84	-47	.129	52	1.8	12	.4	108	.84	-47
9	.685	-165	.086	48	.086	-18	.91	-125	.83	-53	.14	49	1.65	-13	.455	90	.82	-60
10	.655	-169	.082	51	.078	-30	.955	-108	.81	-66	.17	44	1.45	-38	.51	75	.795	-72
11	.63	-142	.079	55	.082	-61	1.0	-92	.79	-93	.205	41	1.28	-62	.565	62	.775	-90
12	.605	-120	.076	58	.057	-72	1.05	-77	.775	-123	.23	37	1.15	-82	.62	51	.75	-112

DUGAT 10/000/P100 Chip Device

$V_{DS} = 5$ volts, $I_{DS} = 20$ mA, $V_{G2S} = -1$ volt

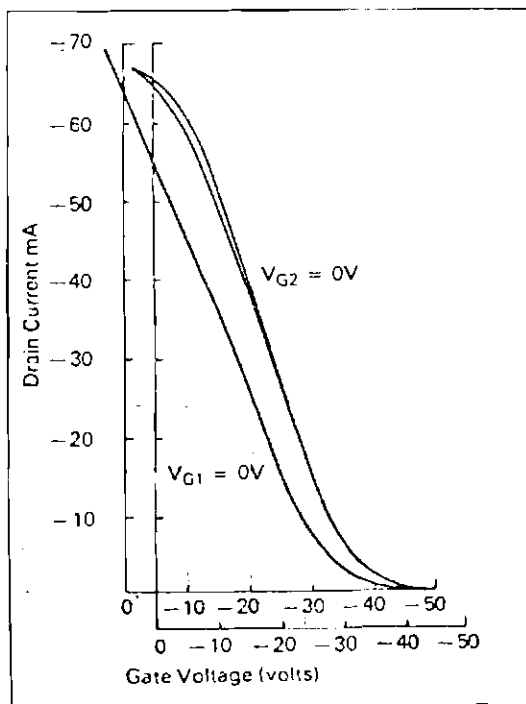
Freq (GHz)	S_{11}		S_{12}		S_{13}		S_{21}		S_{22}		S_{23}		S_{31}		S_{32}		S_{33}	
	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG
6	.63	-75	.09	48	.04	32	.675	147	.98	-26.5	.15	-35	1.91	5.9	.59	104	.84	-38
7	.79	-90	.08	41	.06	19.5	.765	120	.96	-39	.16	23	1.76	31	.625	87	.818	-43
8	.75	-110	.1	36	.06	7.5	.84	95	.935	-49	.168	13	1.64	8	.67	70	.79	-50
9	.72	-127	.06	30	.06	-2.5	.91	73	.91	-53	.18	4	1.51	-13	.715	55	.74	-55
10	.68	-141	.08	25	.06	-11.5	.97	55	.80	-67	.188	-4	1.41	-32	.75	42	.71	-62
11	.66	-156	.07	21	.07	-20	1.02	37	.855	-74.5	.197	-11.5	1.3	-50	.79	31	.68	-70
12	.635	-168	.07	17.5	.06	-27.5	1.075	20	.825	-81.5	.205	-18	1.2	-15	.84	17	.65	-79
13	.61	-180	.09	14	.07	-35	1.12	6	.775	-87.5	.212	-24	1.09	-60	.875	3	.625	-85
14	.585	+170	.08	10	.07	-40	1.16	-7.5	.74	-93	.22	-30	0.98	-52	.92	-8	.6	-96

DUGAT 10/000/P100 Chip Device

$V_{DS} = 5$ volts, $I_{DS} = 20$ mA, $V_{G2S} = -4$ volts

Freq (GHz)	S_{11}		S_{12}		S_{13}		S_{21}		S_{22}		S_{23}		S_{31}		S_{32}		S_{33}	
	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG
6	.865	-84	.04	154	.03	16	.04	137	.975	-27	.17	31	.03	19	.13	51	.962	-38
7	.825	-99	.06	143	.03	17	.065	125	.96	-33	.151	18	.03	8.5	.2	34	.95	-43
8	.785	-119	.1	142	.03	19.5	.09	107	.937	-41	.191	7	.04	1.2	.23	20	.935	-48
9	.75	-136	.1	135	.03	20.5	.11	90	.92	-47	.201	-4	.02	-0.5	.255	6	.92	-55
10	.72	-150	.14	125	.02	22	.131	74	.893	-54	.212	-12.5	.02	2	.29	-6	.905	-62
11	.695	-165	.14	115	.03	-23.5	.15	60	.865	-60	.222	-20	.02	7	.21	-17.5	.89	-70
12	.67	-177	.18	107	.04	25	.167	48	.835	-68	.231	-26	.03	12	.23	-27	.872	-81
13	.63	-171	.2	86	.05	26.5	.182	35	.805	-75	.240	-35	.04	17	.26	-36	.852	-91
14	.63	-161	.18	67	.08	28	.195	23	.77	-81	.248	-42	.05	22	.28	-45	.835	-100

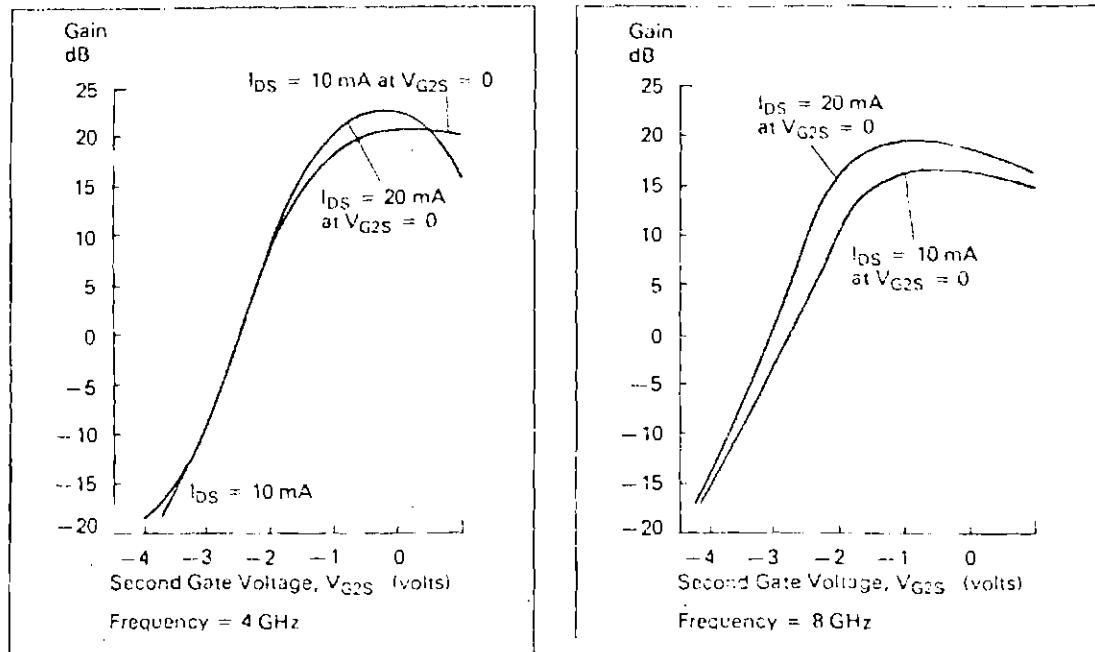
Dual Gate Transfer Characteristics



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Values may shorten operating life or impair performance.
 Drain to source voltage $V_{DS} = 6$ volts
 Gate to source voltage $V_{G1S} = V_{G2S} = 10$ volts
 Drain Current $I_{DS} = 100$ mA
 Total Power dissipation $P_T = 500$ mW

Example of gain versus V_{G2S} voltage ($V_{G1S} = -1.3$ volts, $I_{DS} = 20$ mA, $V_{G2S} = -1.8$ volts, $I_{DS} = 10$ mA)

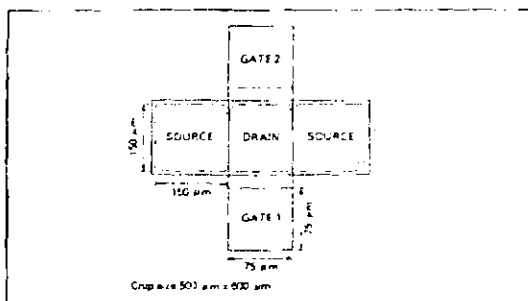


CHIP HANDLING, MOUNTING AND BONDING

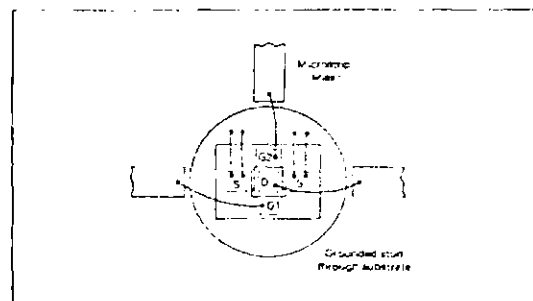
- The back of the chip is metallized with gold and can be die-attached manually onto gold or with low temperature epoxy, Au-Ge or Au-Sn preforms. The maximum allowable chip temperature rise is 280°C above ambient for five minutes. Chips should be bonded with 15 to 25 micron pure gold, half-hard wire or gold mesh. Bonding should be achieved with the chip face at 250 to 270°C with a heated wedge (approx 200°C) and a force of 20 grams. Ball bonds are not recommended as resultant gold area can come too close to channel vicinity thus increasing probability of destruction of device due to transients.

All chips should be handled in a clean environment. Leave the chips in the carrier supplied and store in a dry nitrogen environment. Use of a PTFE tipped vacuum probe is recommended when removing the chips from the carrier. Remember that gallium arsenide is a brittle material.

Physical dimensions of DUGAT 10/000 chip



Recommended bonding configuration for DUGAT 10/000 chip



HANDLING PRECAUTIONS

Owing to its small dimensions the microwave FET can be damaged or destroyed if subjected to large transient voltages. Such transients can be generated by some bonding equipments and power supplies when switched on, or if the output is shorted accidentally. It is also possible to induce large spikes from other equipment into long unscreened bias leads.

Four simple precautions will prevent the destruction of devices from transient breakdown: —

1. D.C. ground all equipment and operators.
2. D.C. ground the device gate unless it is to be negatively biased.

DUGAT 10/000/P100 Chip Device with bond wires mounted on grounded stud including microstrip losses and transition loss -- minimum noise conditions.
 $V_{DS} = 5$ volts, $I_{DS} = 10$ mA, $V_{GS} = 0$ volts

Freq (GHz)	S_{11}		S_{12}		S_{13}		S_{21}		S_{22}		S_{23}		S_{31}		S_{32}		S_{33}	
	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG
2	.9	-24	.015	63	.022	61	.22	-138	.99	-5	.03	66	2.25	135	.22	144	.96	-11
3	.85	-31	.018	58	.032	51	.36	-152	.99	-7	.12	62	2.25	117	.275	135	.95	-16
4	.793	-51	.021	43	.033	40	.44	-176	.99	-12	.124	53	2.16	95	.3	122	.93	-20
5	.762	-60	.03	35	.033	34	.56	168	.99	-18	.156	42	2.13	85	.34	106	.91	-27
6	.75	-72	.042	31	.04	29	.66	150	.99	-26	.157	40	2.18	62	.36	100	.87	-33
7	.72	-96	.044	20	.04	17	.75	135	.97	-34	.176	28	1.53	45	.39	64	.85	-43
8	.69	-112	.044	12	.06	8	.805	103	.95	-43	.194	18	1.6	35	.43	68	.805	-51
9	.67	-126	.046	5	.06	-1	.85	89	.92	-52	.208	8	1.61	-10	.45	52	.79	-60
10	.64	-153	.043	-2	.06	-9	.9	68	.9	-60	.222	-2	1.5	-28	.49	39	.775	-69
11	.62	-162	.05	-7	.06	-16	.93	51	.88	-63	.234	-11	1.33	-43	.515	26	.735	-76
12	.6	-178	.052	-15	.08	-22	.96	34	.855	-77	.245	-21	1.26	-66	.54	13	.72	-84
13	.59	-166	.055	-17.5	.06	-23	.99	20	.85	-84	.256	-28	1.14	-82	.56	-1	.705	-92
14	.58	-154	.059	-22	.06	-34	1.02	6	.835	-92	.264	-36	1.04	-93	.585	-13	.68	-100
15	.56	-142	.064	-26	.08	-38	1.05	-6	.82	-102	.273	-44	0.94	-107	.61	-28	.635	-103
16	.55	-132	.074	-31	.06	-44	1.08	-19	.81	-113	.282	-52	0.83	-120	.625	-39	.65	-113

DUGAT 10/000/P100 Chip Device -- optimum gain conditions
 $V_{DS} = 5$ volts, $I_{DS} = 20$ mA, $V_{GS} = 0$ volts

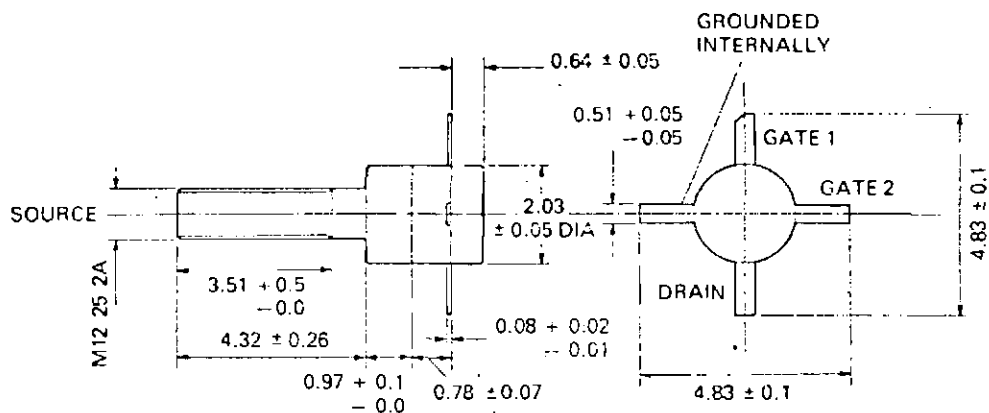
Freq (GHz)	S_{11}		S_{12}		S_{13}		S_{21}		S_{22}		S_{23}		S_{31}		S_{32}		S_{33}	
	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG	MAG	ANG
2	.83	-27	.015	70	.022	63	.3	-140	.93	-5	.08	65	2.73	120	.33	146	.95	-10
3	.83	-38	.019	60	.03	51	.46	-154	.99	-9	.11	62	2.74	113	.375	139	.93	-14
4	.78	-57	.023	45	.022	43	.55	190	.99	-15	.122	53	2.69	94	.4	124	.9	-18
5	.75	-63	.031	37	.033	27	.65	165	.93	-21	.154	42	2.518	81	.42	110	.89	-25
6	.72	-83	.025	40.5	.04	27	.73	147	.99	-22	.155	40	2.29	56	.39	101	.95	-30
7	.69	-107	.04	20.5	.04	18	.81	133	.975	-40	.175	28	2.19	34	.43	84	.82	-40
8	.665	-128	.044	19	.05	9.5	.89	107	.95	-48	.195	18	2.02	4	.475	67	.765	-43
9	.65	-146	.049	10	.05	2	.96	85	.92	-55	.21	8	1.86	-14	.51	51	.76	-57
10	.63	-162	.053	1	.05	-4	1.02	65	.895	-64	.22	-2	1.72	-32	.545	38	.735	-66
11	.615	-176	.057	-7	.04	-10.5	1.07	47	.875	-72	.235	-11	1.61	-54	.58	25	.715	-73
12	.6	-170	.061	-13	.06	-16	1.12	30	.855	-82	.245	-21	1.49	-72	.61	12	.695	-81
13	.59	-158	.066	-20	.05	-20	1.17	15	.84	-93	.256	-28	1.39	-88	.635	-1	.68	-93
14	.58	-147	.07	-26	.06	-25	1.21	0	.82	-104	.264	-36	1.29	-99	.66	-13	.66	-97
15	.565	-137	.075	-32	.08	-32	1.25	-12	.81	-115	.275	-44	1.2	-113	.685	-27	.64	-106
16	.557	-127	.08	-37	.07	-35	1.32	-25	.793	-132	.282	-52	1.12	-125	.71	-38	.63	-115

3. Ensure all power supplies are switched on and set to minimum before connecting the device. Apply gate bias first, then drain bias. When removing bias, remove gate bias last.
4. Decouple all bias points near the device with low inductance capacitors (1 μ F tantalum) shunted with a zener diode (5.8V, 1.3W).

GaAs FETs are light sensitive and measurements should be made in the same environment as that in which they are used.

PACKAGING DEVICES

All dimensions in millimetres



* Internal grounding of 4th lead standard, refer to PQML for alternative.

The leads of the P106 package can be soldered to microstrip circuitry using solders with melting points below 170°C. Low melting point solders, such as 50Sn/50In; 80In/15Pb/1Ag and 37.5Sn/37.5Pb/25.0In are recommended*. Silver loaded epoxies* can also be used and cured at below 150°C for times of up to 2 hours.

* Suitable solders available from:

1. Multicore Solders Limited
Maylands Avenue
Hemel Hempstead
Herts.,
UK, HP2 7EP
2. Indium Corporation of America
1676 Lincoln Avenue
P.O. Box 269
Utica
New York 13503
U.S.A.

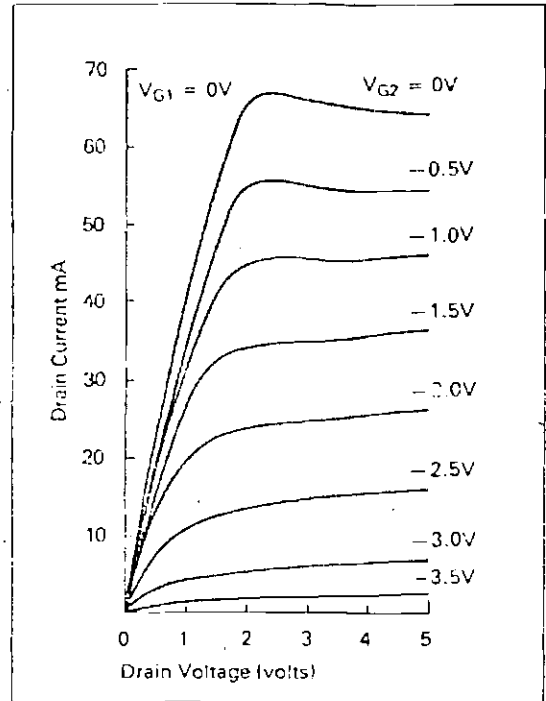
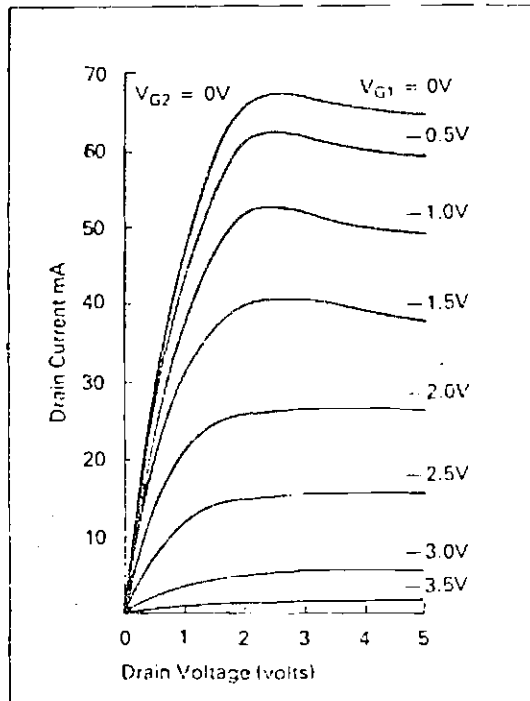
or

Alpha Metals Limited
457 Kingston Road
Ewell
Surrey
UK, KT19 0NB

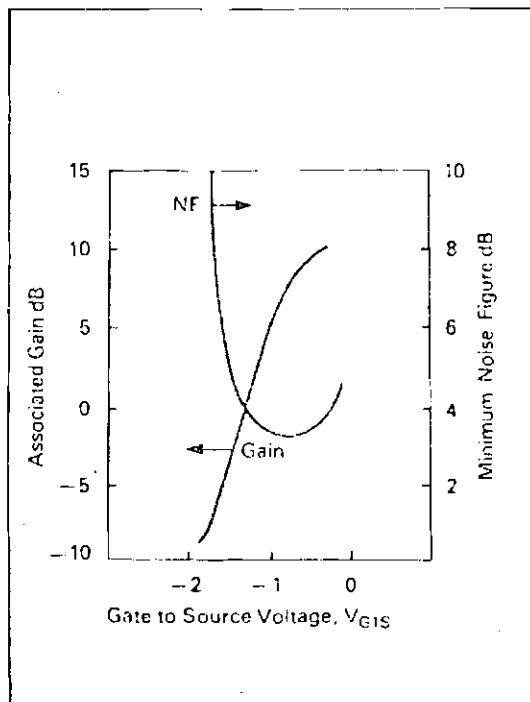
3. Ablebond 36-2 silver loaded epoxy resin, manufactured by:

Ablestick Laboratories
833 West 182nd Street
Gardenia, California 90248
U.S.A.

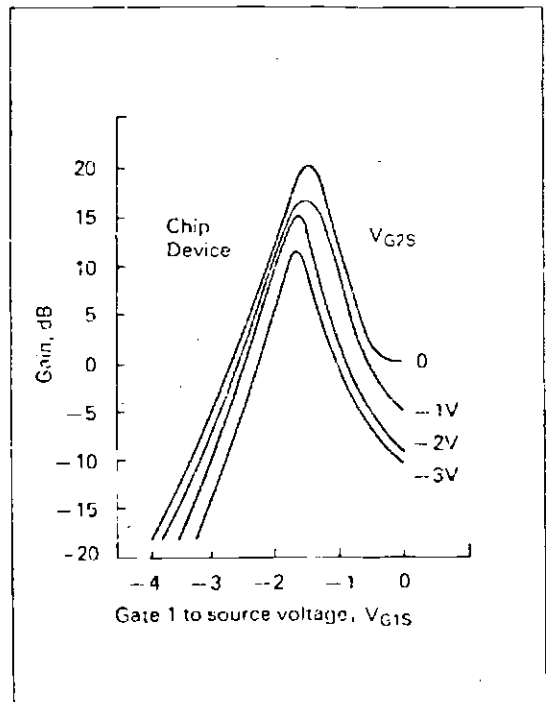
Dual Gate DC Characteristics (Typical)



Example of the variation in noise figure and associated gain of chip device with gate 1 voltage at 12 GHz

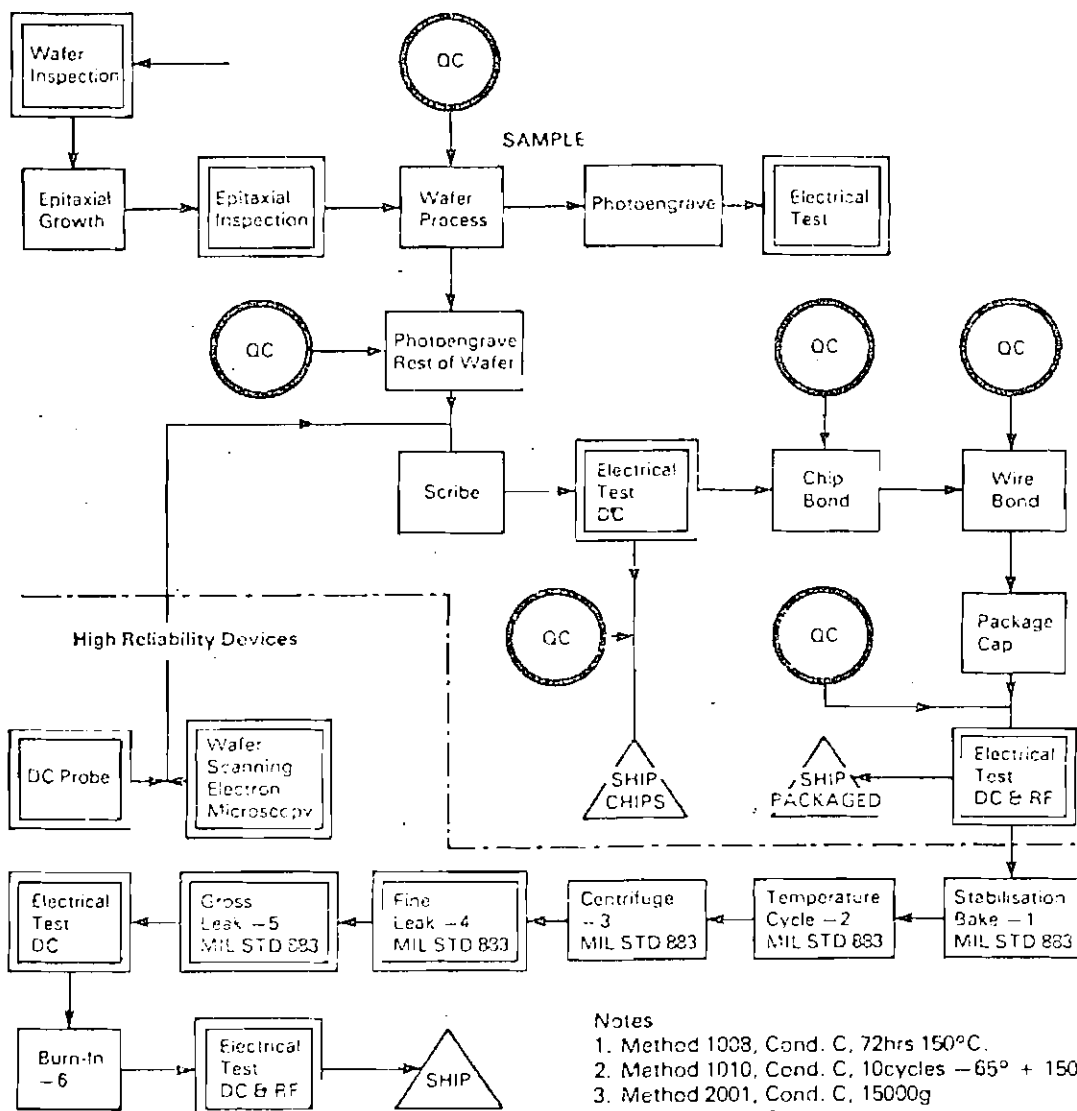


Typical gain versus V_{G1S} and V_{G2S} at 8 GHz (matched for NF_{OPT} at $I_{DS} = 10$ mA, $V_{G2S} = 0V$)



RELIABILITY SCREENING

Plessey Optoelectronics and Microwave has approval to DEF STAN 05--21 (Approval No. 65740/1/01) to NATO AQAP1, to BS 9300 (Approval No. 1081/M), and to CECC 50,000 (Approval No. M/0053/CECC/UK-1081/M)



Notes

1. Method 1008, Cond. C, 72hrs 150°C.
2. Method 1010, Cond. C, 10cycles -65° + 150°C.
3. Method 2001, Cond. C, 1500g
4. Method 1014, Cond. A.
5. Method 1014, Cond. C, Step 1
6. 168 hrs. at 75°C with bias.

[illegible]

Optoelectronics and Microwave Ltd.

Wood Research, Inc., 10000 • 1614 Foster Avenue, Irvine,
Brentwood, Tenn. 37027 • 615/393-1100 • 949/451-1100
Tel. 800/271-0100 • Fax 615/393-1100 • Tel. 949/451-1100

APENDICE H

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTAR

- DEXCEL. *Dual gate microwave GaAs FET*; preliminary data shet. Santa Clara, CA, Oct. 1978. (DXL 2703A-CHIP).
- NEUF, D. Mixer and preselector system noise figure. Separata de *Microwave Journal*, p. 1-4, June 1972.
- A quiet mixer. Separata de *Microwave Journal*, 16(5) May 1973-
- NEC. *Gallium arsenide dual field effect transistor*; preliminary data sheet. Burlingame CA, Feb. 1978. (Microwave Transistor Series NE 463).
- PETERSON, L.C.; LLEWELLYN, F.B. The performance and measurements of mixers in terms of linear network theory. *Proceedings of IRE*. 33(7):458-476, July 1945.
- TROUT, B. *Small signal RF design with dual gate mosfets*. Phoenix, AZ, Motorola Semiconductor Products, May 1969. (Application Note AN-478)
- TRAK MICROWAVE. *Dual gete FET active mixers*. 11. February 26, 1980. Memorandum.
- HEWLETT PACKARD (HP). *S Parameters... circuit analysis an design*, Palo Alto, CA, 1968. (HP Application Note, 95).
- HENDERSON, B.C. Mixers: Part 1. *Watkins Johnson Company Technotes*. 8(2): March/April.
- Mixers Part 2. *Watkins Johnson Company Technotes*, 8(3):1-19, May/June 1981.