

# AMPLIFICADORES DISTRIBUÍDOS HÍBRIDOS

## EM BANDA LARGA

Aristóteles de Souza Carvalho

Marcos Lopez Rego

Instituto de Pesquisas da Marinha - Grupo Radar

Rua Ipirú, nº 2 - 21931 - Rio de Janeiro, RJ

### RESUMO

As características de desempenho de amplificadores distribuídos de  $n$  seções, empregando MESFET's de GaAs são estudadas. A teoria de funcionamento é apresentada, considerando constantes de propagação idênticas nas linhas de dreno e porta. Apresenta-se então um procedimento para determinação dos elementos constituintes do modelo do dispositivo ativo, a partir do conhecimento de seus parâmetros  $S$ .

### 1. INTRODUÇÃO

Os amplificadores distribuídos oferecem a possibilidade de amplificação em bandas extremamente largas devido a absorção das capacitâncias parasitas do transistor em linhas de transmissões artificiais. Essas linhas são acopladas pelas transcondutâncias dos dispositivos.

O projeto de um amplificador distribuído envolve uma escolha cuidadosa do dispositivo, impedâncias e frequências de corte das linhas de transmissão e o número de dispositivos.

Essas considerações de projeto serão sucintamente apresentadas, bem como o uso de um programa de computador para a obtenção dos parâmetros do circuito equivalente do transistor, permitindo a realização de amplificadores híbridos utilizando os dispositivos comercialmente disponíveis.

Pode-se dividir o projeto e análise de circuitos amplificadores multi-óitavas em dois sub-grupos básicos: dispositivos ativos associados em cascata e dispositivos ativos associados aditivamente. O limite de frequência [1] dos amplificadores realizados em cascata é determinado por um fator proporcional a

$$\frac{G_m}{\sqrt{C_i C_o}}, \text{ onde:}$$

- $G_m$  - transcondutância do dispositivo ativo
- $C_i$  - capacitância de entrada do dispositivo ativo
- $C_o$  - capacitância de saída do dispositivo ativo

Portanto, no intuito de se alargar a banda de frequência, pode-se dispor os elementos ativos em paralelo. No entanto, o resultado obtido com o aumento de transcondutância é compensado pelo respectivo aumento das capacitâncias combinadas.

O uso da associação aditiva tem a sua limitação de banda determinada pela frequência de corte superior das linhas de acoplamento de entrada e saída. O sinal na saída é resultado da combinação da contribuição de cada seção.

### 2. TEORIA BÁSICA DOS AMPLIFICADORES DISTRIBUÍDOS

O ganho de tensão em baixas frequências de um amplificador distribuído, como mostrado na figura 1, pode ser simplificado por  $\frac{n G_m Z_o}{2}$ , onde:

$n$  - número de FET's

$G_m$  - transcondutância de cada FET

$Z_o$  - impedância característica da linha de transmissão de saída

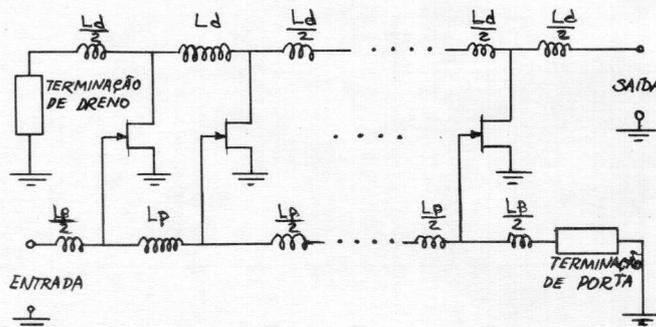


Figura 1 - Topologia básica do amplificador distribuído usando elementos concentrados

As impedâncias de porta e dreno dos FET's, são absorvidas em linhas de transmissão dissipativas, formadas pelos indutores de porta e dreno e são acopladas pelas transcondutâncias dos FET's.

O sinal de excitação do circuito se propaga na linha de porta, em direção à sua impedância de terminação. Este sinal é amostrado nos circuitos de entrada de cada FET com diferentes fases, e é transferido à linha de dreno por intermédio das transcondutâncias dos transistores. Se a velocidade de fase do sinal na linha de dreno for idêntica à da linha de porta, os sinais gerados nas transcondutâncias se combinarão aditi-

tivamente. Todos os sinais que se propagarem na direção reversa e não forem cancelados pelas combinações fora de fase serão absorvidos pela terminação de drenos.

O modelo equivalente do MESFET é mostrado na figura 2.

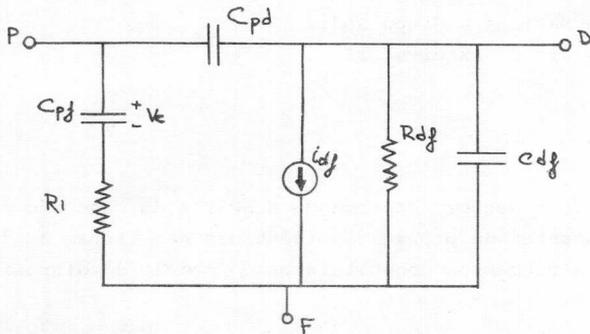


Figura 2 - Circuito equivalente de um MESFET

onde:

$$i_{df} = GmVc e^{-j\omega t_0}$$

As linhas de transmissão equivalente de drenos e porta são mostradas na figura 3 e 4. Assume-se que as terminações dessas linhas são suas impedâncias imagem nos quatro extremos.

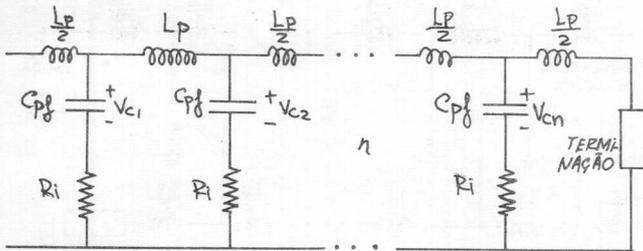


Figura 3 - Linha de transmissão de porta

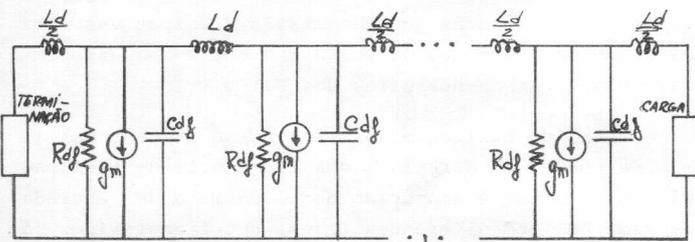


Figura 4 - Linha de transmissão de drenos

Para a realização prática do projeto de um amplificador distribuído híbrido é necessário conhecer-se os parâmetros relevantes do circuito equivalente do dispositivo ativo, a saber:

$$C_{pf}, R_i, C_{df}, R_{df}$$

Geralmente os dados fornecidos pelos fabricantes dos transistores de microondas são caracterizados em termos de parâmetros de espalhamento. Para a conversão desses valores na representação a elementos concentrados, mostrado na figura 2, foi desenvolvido um programa em BASIC para o microcomputador HP 85, que produz resultados confiáveis em frequências de até 10 GHz [2].

### 3. CONCLUSÕES

Demonstrou-se que o uso da amplificação distribuída possibilita a realização prática de amplificadores banda larga que se tornam uma opção que tem se mostrado cada vez mais vantajosa frente às realizações convencionais em cascata. Considerando um modelo simplificado do FET de GaAs, apresentou-se um programa para determinação dos parâmetros deste modelo, a partir dos parâmetros S obtidos, quer dos fabricantes, quer com o uso de um analisador vetorial.

### 4. AGRADECIMENTO

Os autores agradecem ao Instituto de Pesquisas da Marinha pelo apoio e incentivo na realização do presente trabalho.

### 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] - H. A. Wheeler, "Wide-band amplifiers for television".

[2] - R.A. Minasian, "Simplified GaAs MESFET model to 10 GHz".  
Electronic Letters, 19 setembro 1977,  
vol. 13, nº 18.