



INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO
MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE
COMPUTADORES

ELECTRÓNICA RÁPIDA

Projecto e Simulação de Amplificadores Lineares para Altas Frequências

Guilherme Branco Teixeira	n.º 70214
Maria Margarida Dias dos Reis	n.º 73099
Nuno Miguel Rodrigues Machado	n.º 74236

Grupo n.º 2 de quarta-feira das 11h00 - 12h30

Lisboa, 25 de Abril de 2015

Índice

1	Introdução	1
2	Plano de Trabalhos	1
2.1	Projecto de um amplificador uniandar	1
2.1.1	a) Projecto do amplificador com linhas ideais	1
2.1.2	b) Projecto do amplificador utilizando tecnologia microfita	3
2.2	Concretização do amplificador em tecnologia de microfita	3
2.2.1	a) Introdução de elementos que simulam descontinuidades nas linhas	3
2.2.2	b) Substituição do transístor e condensadores	3
3	Conclusões	3

1 Introdução

O objectivo deste laboratório é estudar técnicas de projecto de amplificadores lineares de alta frequência, análise das suas características (estabilidade, ganho, adaptação e factor de ruído) e comportamentos. A caracterização dos dispositivos do amplificador será realizada através dos parâmetros distribuídos - parâmetros S.

Utiliza-se um transistor da Hewlett-Packard (HP) ATF-35176, um transistor que utiliza tecnologia PHEMT (*Pseudomorphic High Mobility Transistor*), preparado para trabalhar em altas frequências.

2 Plano de Trabalhos

As especificações do amplificador a construir podem ser consultadas na tabela seguinte, tal como as características do substrato plástico para alta-frequência da Taconic (TLY -3-0310-CH/CH), sobre qual o transistor irá ser implantado.

Tabela 1: Características do amplificador a projectar.

Especificação	Símbolo	Valor
Ganho de Transdução	GT	GT _{max}
Tensão <i>drain-source</i>	V _{DS}	1.5 V
Corrente <i>drain-source</i>	I _{DS}	20 mA
Resistência da fonte e da carga	R _G e R _C	50 Ω
Constante dieléctrica	ε _r	2.3
Espessura do substrato	h	0.35 mm
Espessura da metalização	t	0.018 mm
Tangente de perdas	σ	0.001
Frequência central	f ₀₁	22 GHz

De notar que o valor da espessura do substrato foi modificado de 0.78 mm para 0.35 mm com o objectivo de garantir propagação transversal nas linhas de microfita, ou seja, garantir que estas têm um comprimento maior que a largura.

Numa primeira fase do trabalho laboratorial é projectado e simulado o amplificador uniandar com linhas simétricas. Na segunda fase o amplificador é projectado com tecnologia de microfita.

2.1 Projecto de um amplificador uniandar

2.1.1 a) Projecto do amplificador com linhas ideais

Nesta primeira fase, o amplificador é constituído pelo transistor descrito anteriormente, no entanto, todos os dispositivos utilizados no seu projecto e simulação são dispositivos ideais.

PFR Pretendido

Em primeiro lugar, é feita uma análise DC ao transistor que tem em vista obter o ponto de funcionamento em repouso (PFR) especificado. O circuito que nos permitiu alcançar essa análise é o que se vê na Figura 1.



Figura 1: Circuito utilizado para obter o PFR desejado.

A análise DC serve para descobrir o valor de V_{GS} correspondente ao PFR desejado. No circuito da Figura 1 existe um componente denominado de I_Probe que tem como objectivo controlar o valor de I_D à medida que o valor de V_{GS} varia. Um excerto dos resultados desta análise pode ser consultado na Figura 2, onde se pode concluir que o valor da tensão V_{GS} que melhor corresponde a uma corrente I_D de 20 mA (20.03 mA) é de -0.277 V.

Vgs	I_Probe1.i
-0.290	19.06 mA
-0.289	19.13 mA
-0.288	19.21 mA
-0.287	19.28 mA
-0.286	19.35 mA
-0.285	19.43 mA
-0.284	19.50 mA
-0.283	19.58 mA
-0.282	19.65 mA
-0.281	19.73 mA
-0.280	19.80 mA
-0.279	19.88 mA
-0.278	19.95 mA
-0.277	20.03 mA
-0.276	20.11 mA

Figura 2: Valores de V_{GS} correspondentes à corrente de I_Probe .

Análise em Alta-Frequência

Com o transistor a funcionar no PFR desejado, é preciso construir um novo circuito que contenha condensadores e bobines ideais, DC_Block e DC_Feed , respectivamente, para que seja possível realizar a simulação dos parâmetros S. Este circuito apresenta-se de seguida.

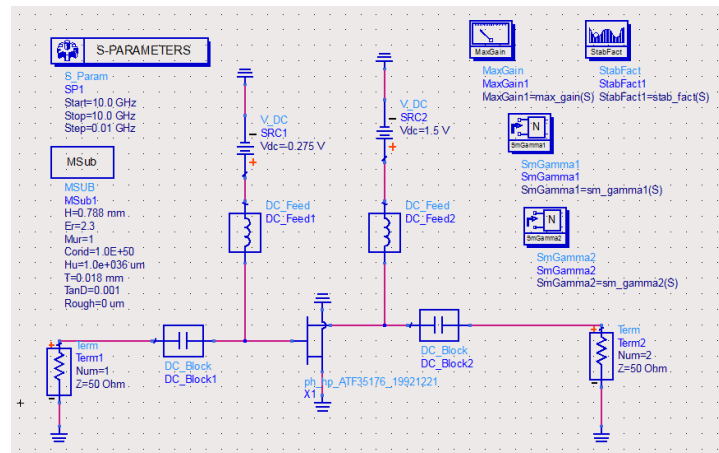


Figura 3: Circuito utilizado para obter o valores dos parâmetros S.

Simulando o circuito anteriormente projectado foram obtidos os seguintes valores para os parâmetros S, K (parâmetro de estabilidade), MAG (*maximum available gain*) e para as cargas de adaptação para o transistor à frequência central.

Tabela 2: Parâmetros que definem o transistor.

S_{11}	S_{12}	S_{21}	S_{22}	K	MAG	$\rho_{S(ACS)}$	$\rho_{L(ACS)}$
0.621 \angle 57.623°	0.108 \angle -135.301°	1.958 \angle -117.117°	0.311 \angle 31.533°	1.236	9.664	0.784 \angle -59.529°	0.628 \angle -39.020°

De notar que os valores obtidos experimentalmente para os parâmetros S não podem ser verificados na *datasheet* do transistor, uma vez que esta apenas especifica o comportamento do ATF-35176 para frequências entre 2 GHz e 18 GHz.

Com os valores da Tabela 2 determinados pode-se calcular o valor de Δ , ou seja, o determinante da matriz de dispersão:

$$\Delta = S_{11}S_{22} - S_{21}S_{12} = 0.067\angle -7.24^\circ. \quad (2.1)$$

Como se pode ver, $K = 1.236 > 1$, $|\Delta| = 0.067 < 1$ e $|S_{ii}| < 1$, pelo que o transistor é incondicionalmente estável.

Projectão da Malha de Entrada e de Saída

Optou-se por projectar a malha de entrada e de saída com a Carta de Smith, recorrendo ao ADS. Como $K > 1$ é possível efectuar adaptação conjugada simultânea (ACS) e, como se pretende adicionar elementos às malhas sabe-se que:

$$\rho_{in} = \rho_S^* \text{ e } \rho_{out} = \rho_L^*. \quad (2.2)$$

O circuito com malhas de adaptação é apresentado de seguida.

Começando pela malha de entrada, ou seja, pelo gerador

$$\theta_L = \text{ e } \theta_S = . \quad (2.3)$$

4.

2.1.2 b) Projecto do amplificador utilizando tecnologia microfit

2.2 Concretização do amplificador em tecnologia de microfit

2.2.1 a) Introdução de elementos que simulam descontinuidades nas linhas

2.2.2 b) Substituição do transistor e condensadores

3 Conclusões

imagem
teórica