

Projeto de Rede de Casamento de Impedâncias e Rede de Estabilidade para um Amplificador RF com Transistores PMOS

Natália Carvalho Kowaltschuk, Bernardo Leite,
Grupo de Concepção de Circuitos e Sistemas Integrados (GICS)
Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, Brasil
natc.kowa@gmail.com

Este trabalho tem como motivação projetar o casamento de impedância da saída, e, em seguida, buscar atingir a estabilidade incondicional de um amplificador de potência com transistores PMOS projetado anteriormente. Foi projetada a rede de casamento de saída, e substituída no circuito uma rede LC com componentes ideais, e então foi trabalhada a estabilidade, contando com alterações na disposição e valores dos capacitores, resultando em uma rede RC, visando atingir a estabilidade incondicional do circuito. Foram feitas as simulações de parâmetros de espalhamento e equilíbrio harmônico, que nos permitiram observar que o circuito estava incondicionalmente estável, com um ganho de 8,6 dB, uma eficiência de potência adicionada (PAE) máxima de 20,1%, e um ponto de compressão de 1 dB (OC_{1dB}) de 30,12 dBm.

I. INTRODUÇÃO

Vários fatores implicam no bom funcionamento de um amplificador de potência (PA), como o compromisso entre algumas propriedades, como eficiência, ganho e linearidade da potência de saída.

Um fator crucial é a estabilidade do amplificador, já que define se ele se comporta como um amplificador ou um oscilador. A operação como oscilador é indesejada e está relacionada com a instabilidade do circuito [1]. O parâmetro μ é uma métrica que fornece informação a respeito dessa estabilidade incondicional, garantindo se o PA opera como amplificador para qualquer par de impedâncias conectadas à entrada e à saída do PA [2].

O desenvolvimento de um PA com transistores PMOS se torna interessante devido ao seu comportamento complementar aos transistores NMOS em sua não-linearidade de suas capacitâncias porta-fonte. Tal comportamento faz com que possa servir como base para o desenvolvimento de um PA push-pull (com ambos os transistores), futuramente [3].

Este trabalho foi desenvolvido a partir do circuito com transistores PMOS projetado anteriormente em [4]. Foi

trabalhado o casamento de impedâncias de saída do circuito, seguidas de análises de estabilidade, contando com alterações na disposição e valores dos capacitores cruzados, visando atingir a estabilidade incondicional do circuito.

II. ANÁLISES DE ESTABILIDADE

A. PA com Transistores PMOS Projetado

No trabalho anterior [4], foi projetado um amplificador com transistores PMOS, que pode ser visto na figura 1, baseado no amplificador com transistores NMOS [2]. Neste amplificador, foi mantida a configuração Cascode dos transistores, porém adaptadas para PMOS, e não foram alteradas as impedâncias. Foram alteradas as tensões de polarização, visando que a corrente dos transistores ficasse o mais próximo possível em módulo com as correntes do circuito NMOS, e feitas as simulações de parâmetros de espalhamento e equilíbrio harmônico, evidenciando que o circuito não estava em estabilidade incondicional.

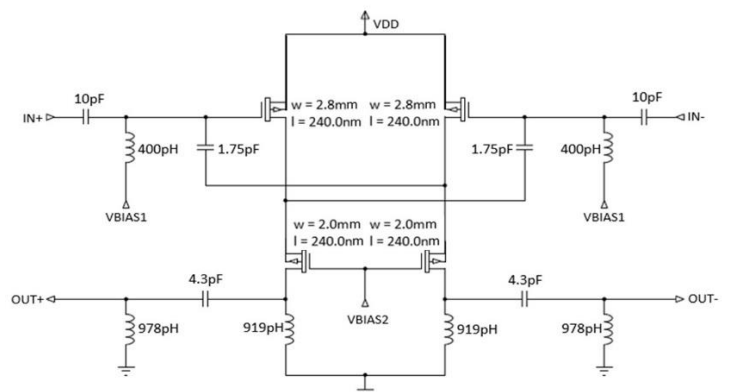


FIGURA 1 – ESQUEMÁTICO ORIGINAL DO AMPLIFICADOR COM TRANSISTORES PMOS.

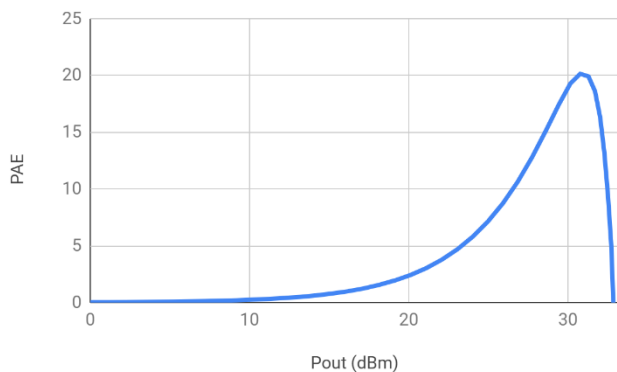


FIGURA 5 - GRÁFICO DA PAE EM FUNÇÃO DE POUT

IV. CONCLUSÃO

Este trabalho tinha como objetivo alcançar a estabilidade incondicional de um amplificador de potência operante na faixa de 2,45 GHz, com transistores PMOS, projetado em [4]. Este objetivo foi alcançado por meio de simulações LoadPull, simulações de rede de casamento por meio do ADS, além das simulações de parâmetros de espalhamento e equilíbrio harmônico. A partir dessas simulações foi possível ver que para atingir a estabilidade, foi necessário comprometer um pouco os valores de ganho obtidos no trabalho anterior. O ganho obtido foi de 8,6 dB em comparação com um valor do circuito anterior, de 21,8 dB, e a PAE, que era de 47%, passou a ser 20,1%.

A compressão do ganho até a saturação se tornou mais lenta quanto à observada no circuito anterior, o que pode

ser visto comparando os OCP_{1dB} . O valor obtido anteriormente havia sido de 26,5 dBm, mais baixo que o valor atual, com o circuito estável, de 30,1 dBm.

Apesar de ser possível melhorar a eficiência deste PA, é mais interessante como próximos passos a partir destes resultados, começar o desenvolvimento do PA push-pull com transistores NMOS e PMOS.

AGRADECIMENTOS

A todos os membros do GICS da UFPR, pelo apoio técnico e pela disponibilidade do laboratório para a realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1] SANTOS, F. G. 2016. Amplificador de potência CMOS em 2,4 GHz com potência de saída programável. Curitiba: Universidade Federal do Paraná - UFPR. Dissertação de Mestrado, 2016.
- [2] MODESTO, A. A., LEITE, B. "Watt-level linear CMOS power amplifier with adaptive power cells for 2.45 GHz". In: Workshop on Circuits and Systems Design (WCAS), 2019, São Paulo. Workshop on Circuits and Systems Design (WCAS), 2019.
- [3] KULKARNI, S., REYNAERT, P. A 60-GHz Power Amplifier With AM-PM Distortion Cancellation in 40-nm CMOS. IEEE Transactions on Microwave Theory and Techniques, vol. 64, no. 7, pp. 2284-2291, Julho 2016.
- [4] KOWALTSCHUK, N. C. ; MODESTO, A. A. ; Leite, Bernardo . Amplificador de potência RF com transistores PMOS. In: Seminários de Microeletrônica do Paraná (SeMicro-PR), 2020, Curitiba