

Instituto Superior Técnico

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA ELECTROTÉCNICA E DE COMPUTADORES

Sistemas Integrados Analógicos

Design de um Amplificador e ADC de 4 bits

João Bernardo Sequeira de Sá n.º 68254 Maria Margarida Dias dos Reis n.º 73099 Nuno Miguel Rodrigues Machado n.º 74236

Índice

| 1 | Intr | rodução | 1 | | |
|---|-----------------------|--|---|--|--|
| 2 | Abordagem do Circuito | | | | |
| | 2.1 | Identificação dos Blocos do Circuito | 1 | | |
| | 2.2 | Definicação das Dimensões dos Transístores | 2 | | |

1 Introdução

Pretende-se projectar um amplificador folded cascode CMOS OTA de dois andares de acordo com as especificações da seguinte tabela.

| Especificação | Símbolo | Valor |
|--------------------------------------|---------|----------------------|
| Tensão de Alimentação | Vdd | 3.3 V |
| Ganho para Sinais de Baixa Amplitude | Av | 70 dB |
| Largura de Banda | Bw | 60 kHz |
| Margem de Fase | PM | 60° |
| Capacidade da Carga | CL | 0.25 pF |
| Slew-Rate | SR | 200 V/μs |
| Budget da Corrente | IDD | 400 μΑ |
| Área de <i>Die</i> | / | 0.02 mm ² |

Tabela 1: Características do amplificador a projectar.

O circuito de ponto de partida para a realização do projecto é apresentado de seguida.

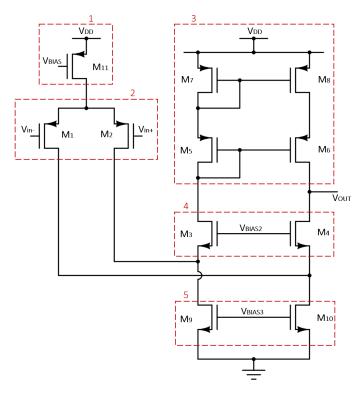


Figura 1: Circuito do amplificador a projectar.

2 Abordagem do Circuito

2.1 Identificação dos Blocos do Circuito

Analisando o circuito da Figura 1 em pormenor identificam-se 5 blocos, sendo importante analisar a função de cada um, para que melhor se possa compreender o funcionamento e comportamento do circuito na sua totalidade.

O Bloco 1 representa o transístor responsável pela polarização do circuito. O Bloco 2 representa

blocos 4 e

2.2 Definicação das Dimensões dos Transístores

A primeira fase no projecto do amplificador passou por decidir as dimensões dos vários transístores. Sabe-se que a dimensão de um transístor é dada pelos parâmetros W (width - largura) e L (lenght - comprimento).

O valor de L ficou decidido à partida como sendo 1 μ m para todos os transístores do circuito, isto porque se tem como rule of thumb que, para se evitar o efeito de modulação do comprimento do canal, o valor de L deve ser maior ou igual a 1 μ m. O valor de W pode ser calculado recorrendo à equação que determina a corrente num transístor:

$$I_D = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} \times \left(\frac{W}{L}\right) \times (V_{GS} - V_{TH})^2 = k \times \left(\frac{W}{L}\right) \times V_{OD}^2.$$
(2.1)

Da equação anterior pretende-se determinar o valor de W dos vários transístores, sendo então necessário saber o valor de L (já determinado anteriormente), o valor da corrente que passa nos transístores, I_D , o valor de k e o valor da tensão de *overdrive*, V_{OD} .

O valor da tensão de overdrive definiu-se como sendo de 0.2 V para todos os transístores. Este valor deriva de outra rule of thumb que indica que se deve escolher para V_{OD} um valor de 0.2V - menos do que isso e fica-se demasiado sensível a V_{TH} e mais do que isso e fica-se com pouca margem de saturação, que é uma medida do quão dentro da saturação se está, sendo calculada por $V_{DS} - V_{OD}$.

O valor de k pode ser obtido com recurso aos process parameters, sendo de referir que o valores que se retiram das datasheets representam apenas $\mu_n C_{ox}$, pelo que têm de ser multiplicados por 1/2 para que se obtenha o factor de ganho final, como se pode ver na próxima equação, para o caso de um transístor do tipo P:

$$k_P = \frac{1}{2}\mu_n C_{ox} = \frac{1}{2} \times KP_P.$$
 (2.2)

Os valores já conhecidos que ajudam a obter o valor de W através da equação (2.1) encontram-se esquematizados na seguinte tabela.

Tabela 2: Valores especificados para algumas das características que definem os transístores.

| Especificação | Método de Cálculo | Símbolo | Valor |
|-------------------------------------|--------------------|---------|------------|
| Comprimento | rule of thumb | L | 1 μm |
| Tensão de <i>Overdrive</i> | rule of thumb | Vod | 0.2 V |
| Factor de Ganho (tipo P) datasheet | process parameters | KPp | 58 μA/V² |
| Factor de Ganho (tipo N) datasheet | process parameters | KPn | 175 μA/V² |
| Factor de ganho (tipo P) | equação (2.2) | kР | 29 μA/V² |
| Factor de ganho (tipo N) | equação (2.2) | kn | 87.5 μA/V² |