

Experimento nº 5 – Análise de Ruído e Distorção

Este experimento tem por objetivo analisar as características AC de um amplificador, incluindo distorção harmônica e ruído, com o auxílio do PSpice. Utilizando o simulador de circuitos do OrCAD (Capture CIS), inicie um novo projeto (tipo: “Analog or Mixed-Signal Circuit Wizard”), inclua as bibliotecas necessárias (analog, bipolar, source), desenhe o circuito abaixo e efetue as medidas (simulações) necessárias à análise do amplificador.

a) Características AC e ruído de um amplificador:

A partir da análise “AC/noise” determine:

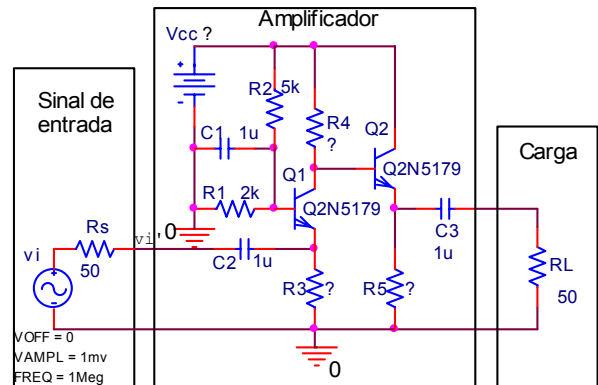
- Ganho de tensão A_v : v_o/v_i para $R_L = \infty$ (use $R_L = 50k$, $f = 1MHz$)
- Banda passante BW: $f_{cs} - f_{ci}$ @ -3dB

Impedâncias de entrada R_i e saída R_o (apenas parte real, $f = 1MHz$):

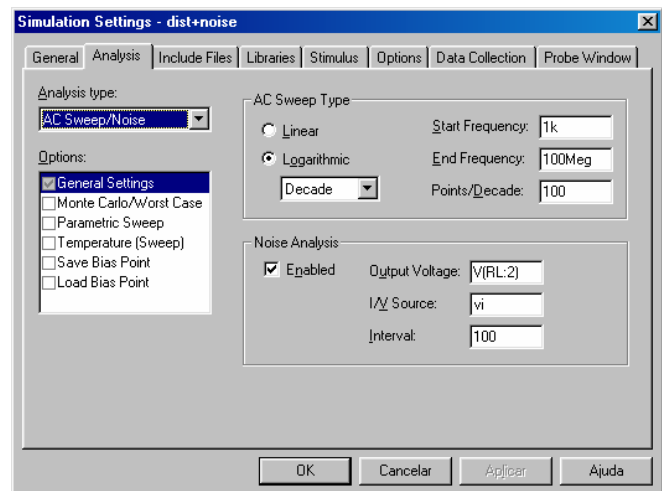
$$R_i = v_i / i_i$$

$$R_o = (v_o - v_o') / i_{RL}$$

- Ruído total na carga R_L : v_n na banda passante medida $\Rightarrow (V(ONoise)) * \sqrt{BW}$



Análise AC e ruído: é uma análise de pequenos sinais útil na determinação de ganhos, impedâncias e resposta em frequência de circuitos. Fornece o resultado sob a forma de módulo e/ou fase das tensões e correntes no circuito. Deve ser especificada a frequência inicial, final, o número de pontos e o tipo de varredura. O resultado pode ser visualizado de forma gráfica (amplitude/fase X frequência) do tipo diagrama de Bode. A análise do ruído também é feita em função da frequência, definindo-se o nó onde se deseja a análise (Output Voltage), a fonte de I ou V de referência (I/V Source) a partir de onde o ruído será analisado e o intervalo de frequências (Interval). A temperatura é definida nas opções gerais da simulação (Options) e o “default” é 27°C. A tela ao lado exemplifica os parâmetros de uma análise AC+ruído com frequência inicial de 1kHz, final de 100MHz, varredura logarítmica em décadas com 100 pontos por década.



A temperatura é definida nas opções gerais da simulação (Options) e o “default” é 27°C. A tela ao lado exemplifica os parâmetros de uma análise AC+ruído com frequência inicial de 1kHz, final de 100MHz, varredura logarítmica em décadas com 100 pontos por década. A tensão de ruído será analisada no nó 2 do resistor R_L ($V(RL:2)$) a partir da fonte de tensão v_i , a cada intervalo de 100 pontos de frequência. No resultado da simulação a amplitude do ruído v_n é dada em $[V_{RMS} / \sqrt{Hz}]$ (variável do tipo: $V(\text{xxxxx})$) ou $[V_{RMS}^2 / Hz]$ (variável do tipo: $Nxxx(xx)$).

A amplitude de ruído total para uma determinada faixa de frequência BW pode ser encontrada pelo produto: $v_n * \sqrt{BW}$, resultando numa tensão eficaz $[V_{RMS}]$.

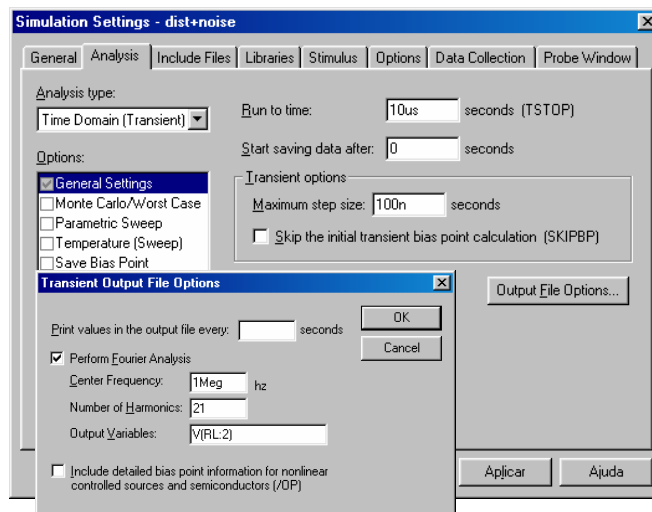
OBS: A análise AC só é efetuada pelo Pspice quando a fonte de tensão de referência ou entrada (v_i) possui um valor AC não nulo. Na fonte deste exemplo o valor utilizado é 1mV, valor suficientemente pequeno para que o amplificador não sature.

b) Análise da distorção harmônica do amplificador:

Utilizando a análise “Transient” com a opção de “Fourier Analysis” determine:

- THD% para:
 $RL=50\Omega$; $v_i=10mV$; $f=10kHz$, 1MHz e 10MHz
- THD% para:
 $RL=50k\Omega$; $v_i=10mV$; $f=10kHz$, 1MHz e 10MHz

Obs: Para analisar as harmônicas no PSpice (amplitude e fase) efetue uma análise “Transient” e solicite no “Output File Options” a Análise de Fourier, indicando a variável a ser analisada (ex: $V(RL:2)$ → análise da tensão no terminal 2 do resistor RL). Após a simulação, os valores de amplitude e fase de cada uma das harmônicas, bem como a THD total em %, estarão disponíveis no arquivo de saída “.out” (menu: PSpice→View Output File). A análise de Fourier também pode ser efetuada na saída gráfica (Trace→Fourier), porém apenas a informação do módulo do sinal é disponibilizada.



RELATÓRIO :

De acordo com as simulações, apresente os seguintes resultados:

1. Características do amplificador: ganho de tensão (em dB), resposta em frequência (diagrama de Bode, indicando f_{ci} e f_{cs}), R_i e R_o do amplificador.
2. Ruído em dBm na saída para $RL=50\Omega$: contribuição total e contribuição devido ao amplificador (subtrair do total a contribuição do ruído do resistor R_s).
3. Distorção harmônica total (THD%) para cada condição analisada.
4. Determine a máxima potência de saída em dBm sobre uma carga $RL=50\Omega$ para uma distorção harmônica total da ordem de 10% (considere até a 21ª harmônica para $f=1MHz$).
5. Determine a relação sinal/ruído intrínseca do amplificador em dB para a condição do item 4.

OBS: Entrega do relatório no final da aula.