

FISE: Pràctica 3

Sofija Starcevic i Víctor Méndez

19-2-2024

Primera sessió

1. Resposta temporal

QÜESTIÓ 1.1 Veure la figura 1. El guany és $G = 1$ i el desfasament és de 180° .

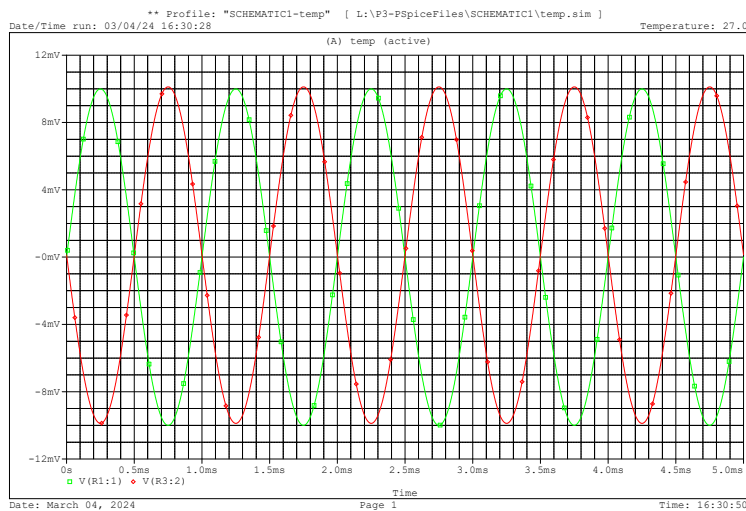


Figura 1: Entrada i sortida de l'inversor

QÜESTIÓ 1.2 Veure la figura 2. Les tensions son del ordre de μV , son bastant negligibles. És força valid aplicar curtcircuit virtual.

QÜESTIÓ 1.3 Veure la figura 3. L'amplada de banda del amplificador operacional és limitat. Amb un guany determinat és comporta com un filtre passa baixes amb una certa freqüència de tall. Això afecta tant al desfasament com a l'amplitud.

2. Saturació de la tensió de sortida (marges dinàmics)

QÜESTIÓ 2.1 Veure la figura 4. El guany és $G = 10 \text{ V/V}$ i el desfasament és 180° .

QÜESTIÓ 2.2 Veure la figura 5 (imatge inferior). S'observen deformacions a partir dels 15 V a la sortida. Efectes de la saturació. La

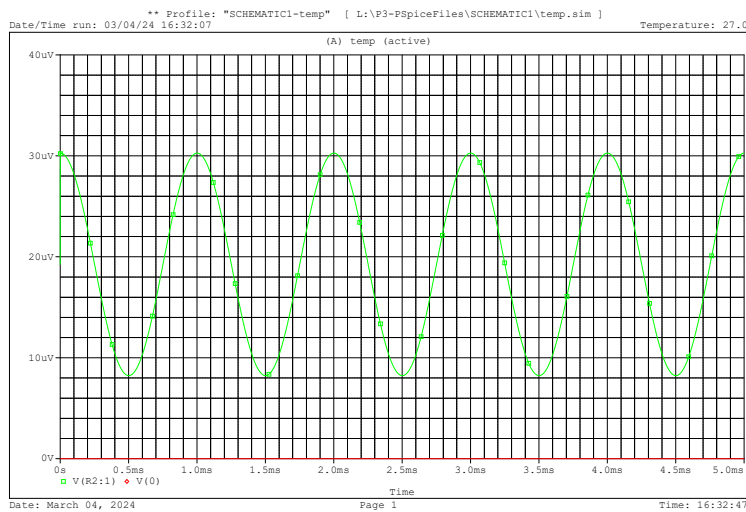


Figura 2: Nodes inversor i no-inversor de l'amplificador

fase es conserva bé.

QÜESTIÓ 2.3 Veure la figura 5 (imatge superior). Quan es satura l'amplificador el node no-inversor arriba a tensions de gairebé 500mV. En aquestes condicions és impossible aplicar curtcircuit virtual.

QÜESTIÓ 2.4 El llindar està al voltant dels $V_{max} = \frac{V_{cc}}{G} = 1.5 \text{ V}$. Tot i que el llindar real és una mica més baix. Es poden apreciar lleugerament no linealitats als pics de la simulació.

3. Errors en contínua. Tensió d'offset i corrents de polarització

QÜESTIÓ 3.1 El senyal de sortida té una tensió d'offset d'uns $\simeq 100 \mu\text{V}$. Això es degut a la tensió d'offset del amplificador operacional. Normalment no seria apreciable, pero amb senyals d'amplitud tan petita es pot veure el seu efecte.

QÜESTIÓ 3.2 La sortida té un valor constant de $\simeq 120 \mu\text{V}$.

QÜESTIÓ 3.3 Ara la sortida té un valor constant de $\simeq 1 \text{ mV}$.

QÜESTIÓ 3.4 La tensió de sortida té un valor de $\simeq 850 \mu\text{V}$.

QÜESTIÓ 3.5 No és només la tensió d'offset el que causa errors de contínua. La tensió que cau a les resistències a causa de les corrents de polarització també s'amplifica i té un impacte a la sortida. Per aquest motiu en canviar els valors de les resistències em vist variacions que no poden ser només fruit de una tensió offset amplificada.

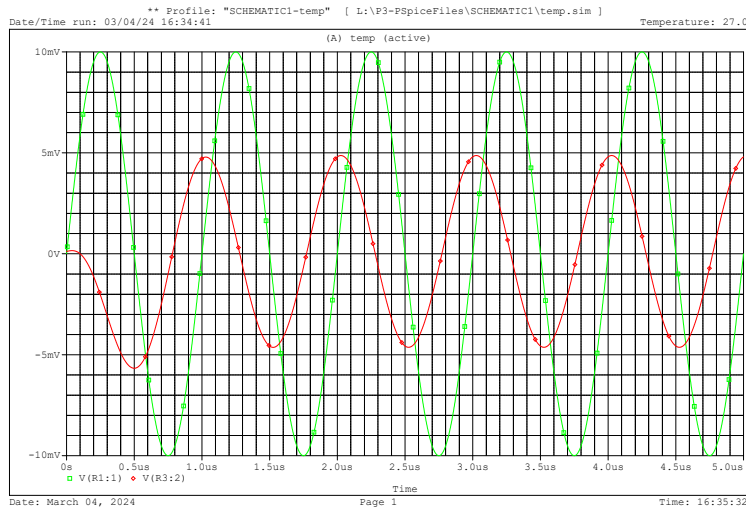


Figura 3: Entrada i sortida de l'inversor a 1 MHz

QÜESTIÓ 3.6 La tensió de sortida té un valor de $\simeq 40 \mu\text{V}$. La tensió que cau en la resistència que acabem de posar s'amplifica de manera no inversora i compensa l'error anterior. També és important veure que el valor de la resistència és el paral·lel de les resistències del amplificador no inversor. És el valor òptim per anul·lar l'error.

QÜESTIÓ 3.7 A partir de les primeres dues mesures s'obté

$$2v_{off} + 10^3 i_n = 120 \cdot 10^{-6} \quad (1)$$

$$11v_{off} + 10^4 i_n = 1 \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

D'on podem extreure que $v_{off} \simeq 22.23 \mu\text{V}$ i $i_n \simeq 75.56 \text{ nA}$. Amb la tercera mesura sabem que és certa l'equació

$$2v_{off} + 10^4 i_n - 10^4 i_p = 40 \cdot 10^{-6} \quad (3)$$

D'on podem extreure que $i_p \simeq 76 \text{ nA}$.

4. Error en mode comú

QÜESTIÓ 4.1 El senyal hauria de ser quadrat de 2 mV pic a pic.

QÜESTIÓ 4.2 El senyal està sumat a un sinus. No és el previst.

QÜESTIÓ 4.3 El guany diferencial és 1 V/V.

QÜESTIÓ 4.4 El guany comú és -0.01 V/V .

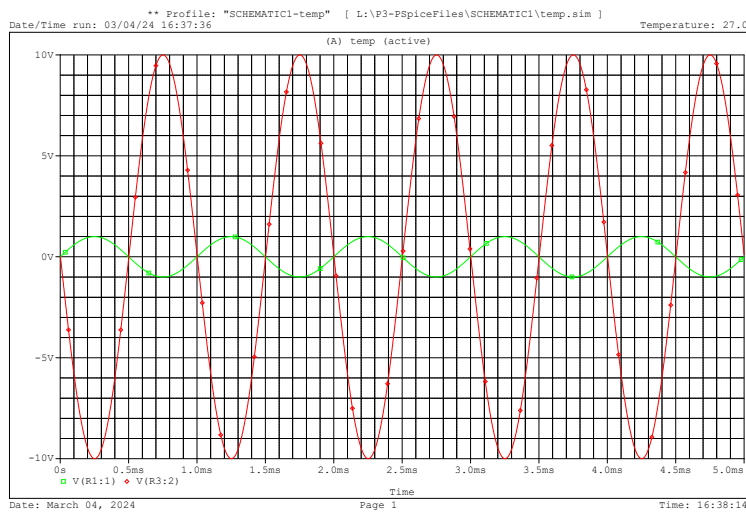


Figura 4: Entrada i sortida de l'inversor

Segona sessió

5. Resposta freqüencial

QÜESTIÓ 5.1 Un desfasament de 180° i un guany de 0 dB.

QÜESTIÓ 5.2 Una amplada de 650 kHz.

6. Producte Guany-Ample de Banda (compromís entre guany i ample de banda)

QÜESTIÓ 6.1 El producte Guany-Ample de banda és constant.

Resistència	1 k Ω	10 k Ω	100 k Ω
Guany	0 dB	20 dB	40 dB
Amplada de banda	650 kHz	65 kHz	6.5 kHz

Taula 1: Guany i amplada de banda per cada resistència

QÜESTIÓ 6.2 La freqüència de guany unitari és $f_t = 875$ kHz.

QÜESTIÓ 6.3 La tensió de sortida tindria efectes de saturació. El simulador ignora aquest efecte quan fa un sweep AC.

7. Temps de Pujada

QÜESTIÓ 7.1 El temps de pujada és 300 ns. Es pot comprovar a la figura 8.

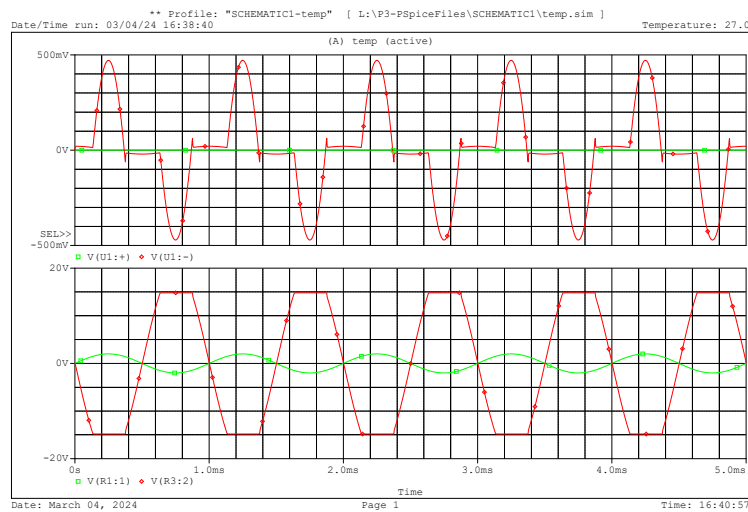


Figura 5: Entrada i sortida de l'inversor amb efectes de saturació

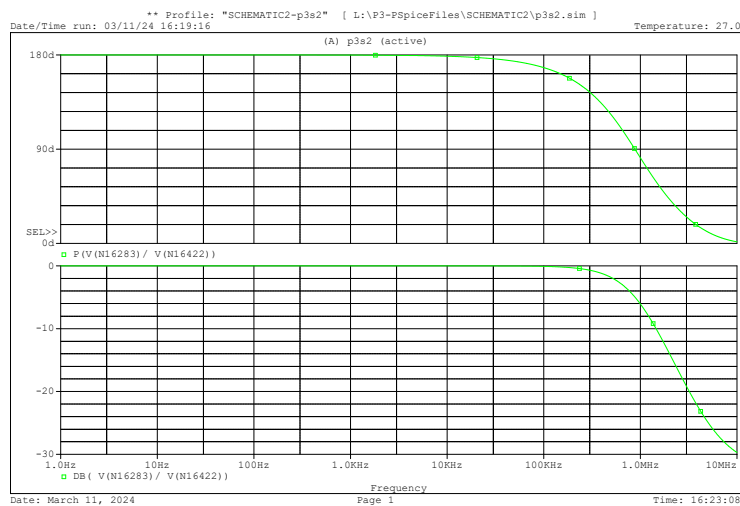


Figura 6: Diagrama de Bode del inversor

8. Slew-Rate

QÜESTIÓ 8.1 El overshoot que s'observa a la figura 8 es causa de l'efecte passabaixes que té l'AO. En canvi, a la figura 9 l'efecte predominant és el slew-rate, la incapacitat de produir una pendent tan gran com la desitjada. La màxima pendent és $0.5 \text{ V}/\mu\text{s}$. La mesura es correspon perfectament amb les especificacions.

QÜESTIÓ 8.2 El pendent màxim del senyal d'entrada correspon a $0.032 \text{ V}/\mu\text{s}$ que està molt per sota del slew-rate. No s'aprecia cap distorsió.

QÜESTIÓ 8.3 Tenen pràcticament la mateixa FFT. Veure la figura

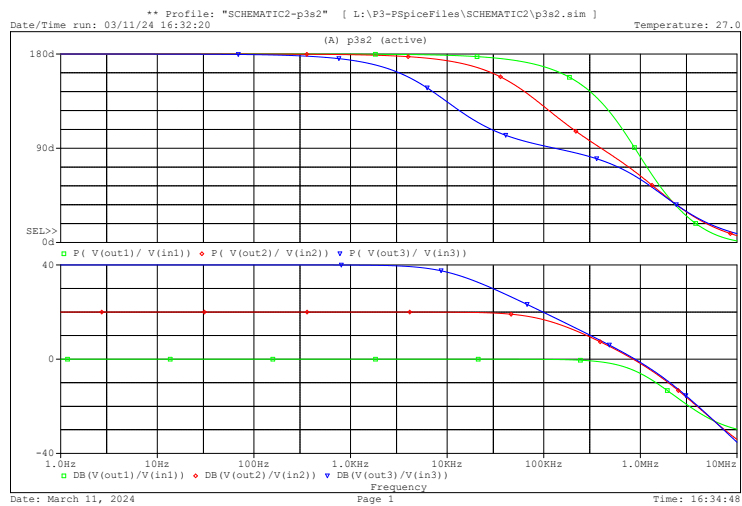


Figura 7: Diagrama de Bode del inversor per diferents valors de resistència

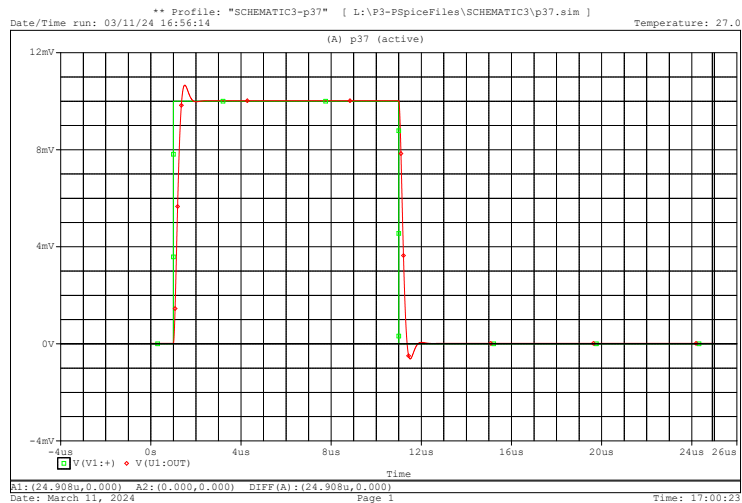


Figura 8: Simulació temporal d'un pols rectangular

10.

QÜESTIÓ 8.4 Es pot apreciar distorsió. Veure la figura 11

QÜESTIÓ 8.5 Els efectes no lineals sobre senyals periòdics suposen nou contingut freqüencial als compoenens harmònics. Veure la figura 12.

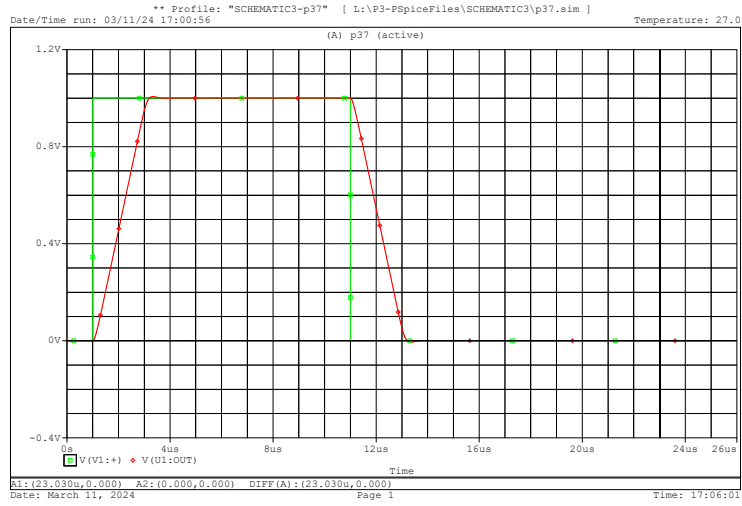


Figura 9: Simulació temporal d'un pols rectangular de gran amplitud

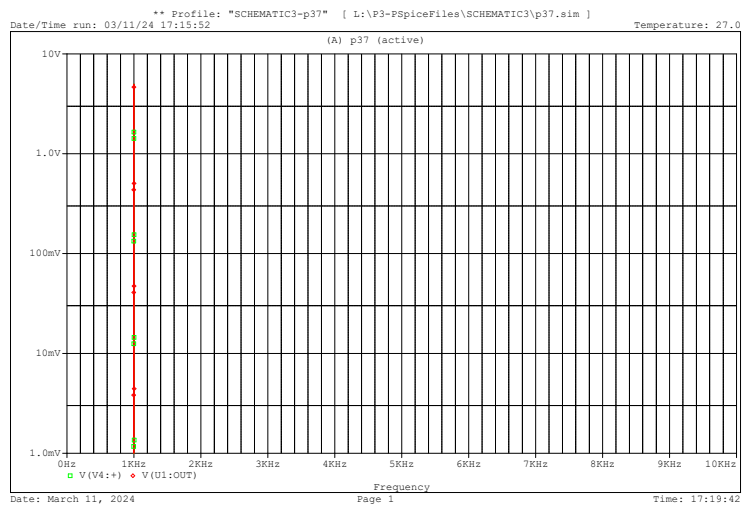


Figura 10: FFT de l'entrada i sortida

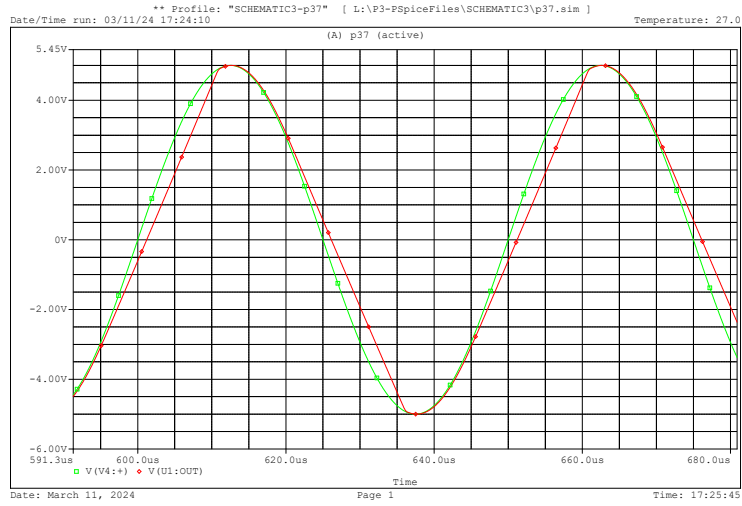


Figura 11: Simulació temporal, efecte del slew-rate sobre un sinus

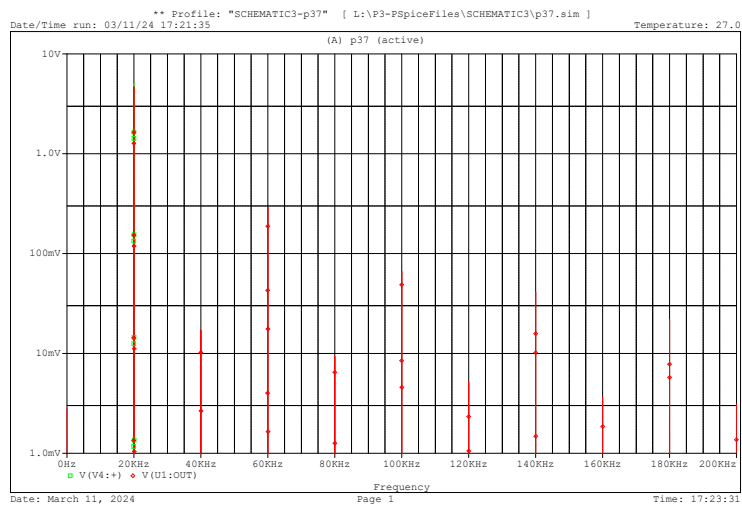


Figura 12: FFT d'entrada i sortida