

Simularea functionarii amplificatoarelor cu reactie negativa cu ajutorul programului Pspice

1. Prezentare generala

În aceasta lucrare vom folosi programul Pspice Student versiunea 9.1 (versiune gratuita oferita de firma Cadence) pentru simularea unui amplificator cu reactie negativa. Se deschide editorul "Schematics" si se acceseaza meniul Draw-Get New Part... (Ctrl+G). Se selecteaza componenta dorita (în cazul nostru o rezistenta R_1) si se pozitioneaza convenabil cu mouse-ul pe schema. Daca se doreste o rotire a componentei cu un multiplu de 90^0 , se selecteaza componenta (a carui simbol devine din verde rosu) si se da comanda Edit-Rotate (Ctrl+R). Se va salva fisierul cu ajutorul comenzii File-Save As dându-i-se un nume sugestiv, urmînd ca la fiecare 10-15 minute sa fie salvate eventualele modificari de circuit utilizînd comanda File-Save (Ctrl+S).

Componentele folosite în editarea schemelor electronice sunt date în tabelul de mai jos:

Denumire	Componenta	Valoare	Librarie
V_s	VAC	10mV	Source.slb
$R_x (x=1\dots n)$	R	- pentru ohmi doar valoarea numerica - pentru kohmi se trece simbolul k dupa valoarea numerica	Analog.slb
$P_x (x=1\dots n)$	POT	5K Cu ajutorul comenzii SET se poate seta pozitia cursorului (între 0 si 1)	Breakout.slb
$C_x (x=1\dots n)$	C	- pentru capacitati de ordinul picofarazilor se trece litera p dupa valoarea numerica - pentru capacitati de ordinul nanofarazilor se trece litera n dupa valoarea numerica - pentru capacitati de ordinul microfarazilor se trece litera u dupa valoarea numerica	Analog.slb
V_2, V_{CC}	VDC	15V	Source.slb
I_s	IAC	1uA	Source.slb
Q_1, Q_2	Q2N2222	Tranzistor bipolar NPN de mica putere	Eval.slb
Masa	GND_ANALOG	0	Port.slb

În figurile de mai jos sunt prezentate 4 circuite care corespund pentru 2 tipuri de amplificator cu reacție:

- reacție serie de tensiune (serie paralel) (intrarea în B lui Q_1 , iesirea în C lui Q_2)
- reacție paralel de tensiune (paralel paralel) (intrarea în B lui Q_1 , iesirea în E lui Q_2)

Pentru fiecare tip de reacție s-au studiat 2 cazuri:

- circuitul are bucla de reacție închisă
- circuitul are bucla de reacție deschisă

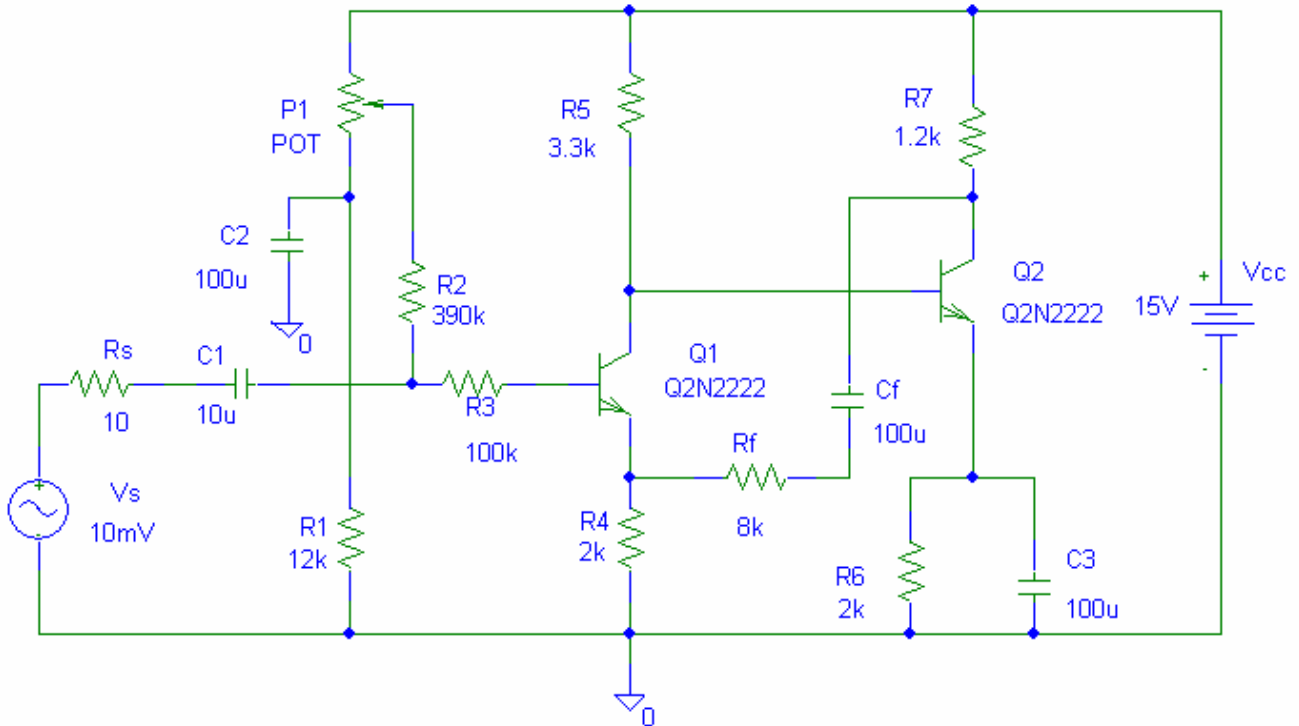


Fig 1 Amplificator cu reacție negativă serie de tensiune

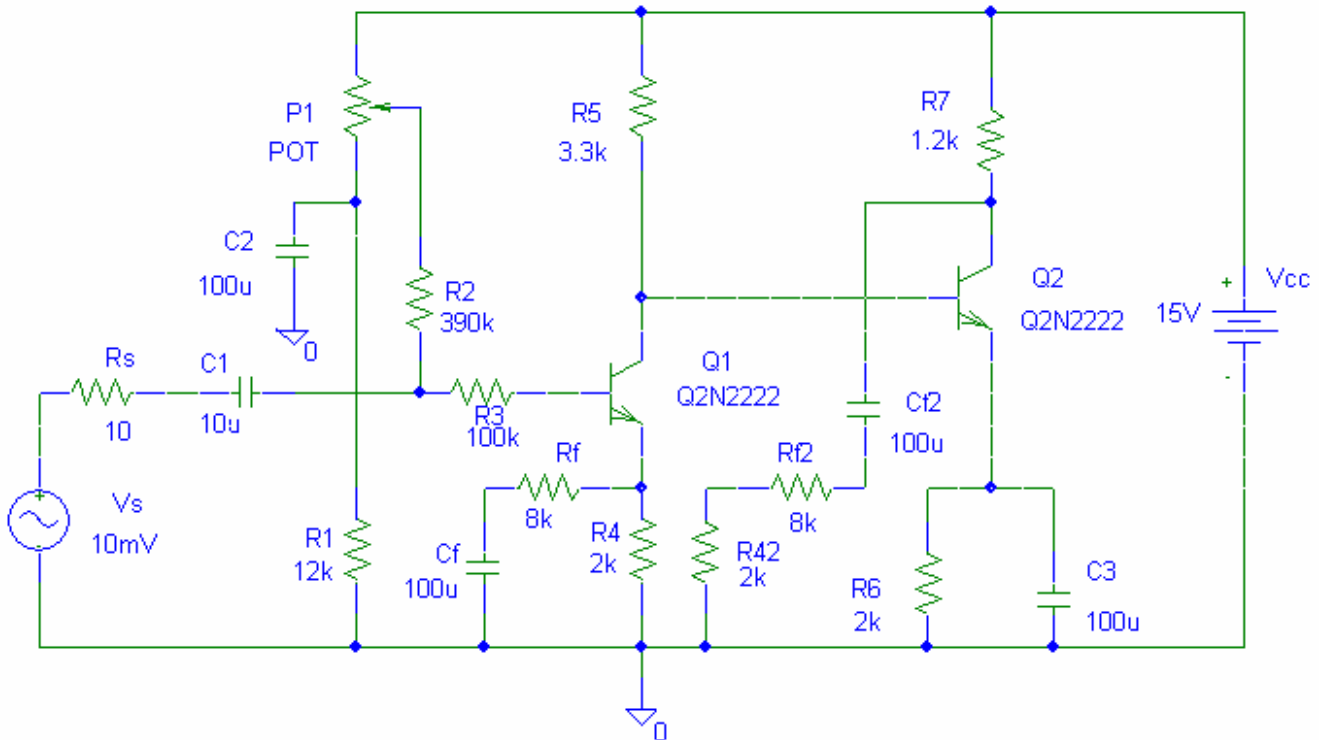


Figura 2 Amplificatorul (reacție serie paralel) cu bucla de reacție deschisă

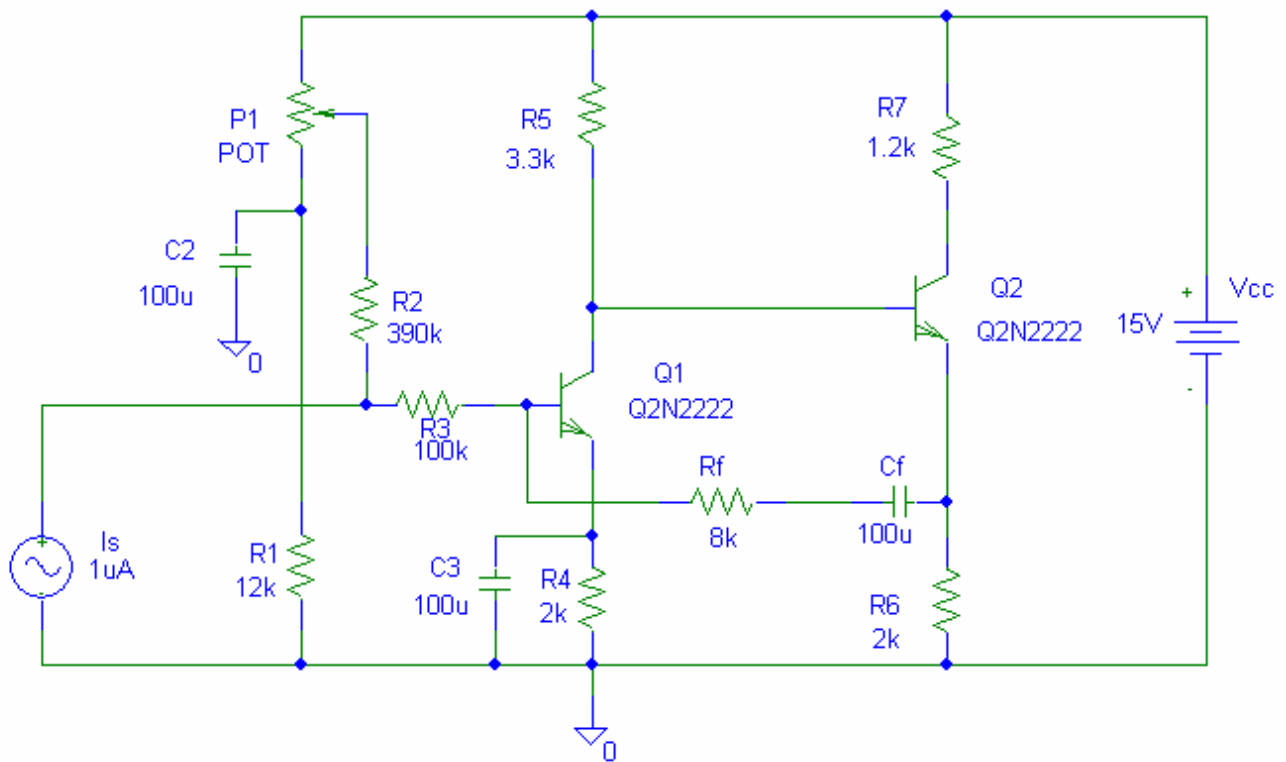


Figura 3 Amplificator cu reactie negativa paralel de tensiune

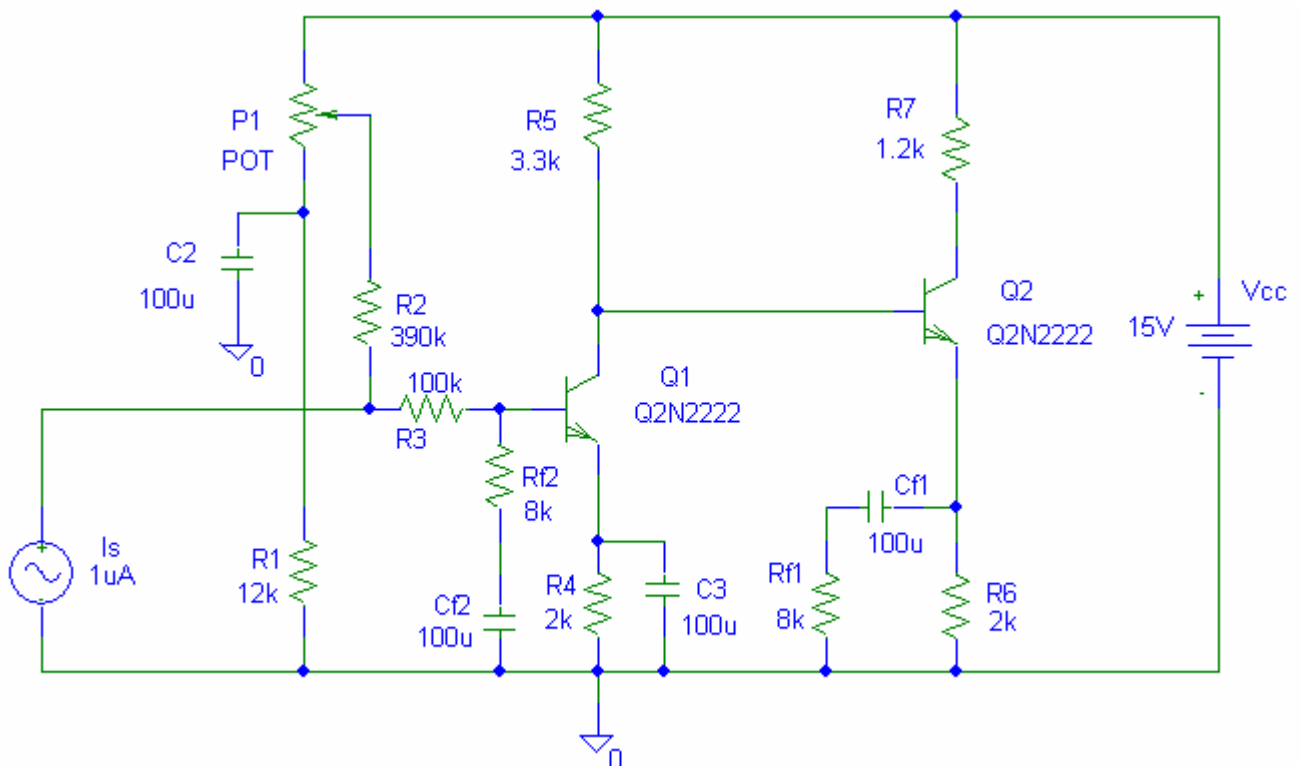


Figura 4. Amplificatorul (reactie paralel paralel) cu bucla de reactie deschisa

2. Editarea, rularea si vizualizarea grafica a rezultatelor

Se va face analiza în domeniul frecventa pentru a determina banda de amplificare la -3dB a circuitului cu ajutorul comenzii “Analysis-Setup...-AC Sweep (Enabled)”. Se alege “AC Sweep Type” = Decade pentru o reprezentare logaritmică a frecvenței pe axa Ox iar parametrii simulării (Sweep Parameters) vor fi:

- Pts/decade =101;
- Start Freq =1
- End Freq = 100meg

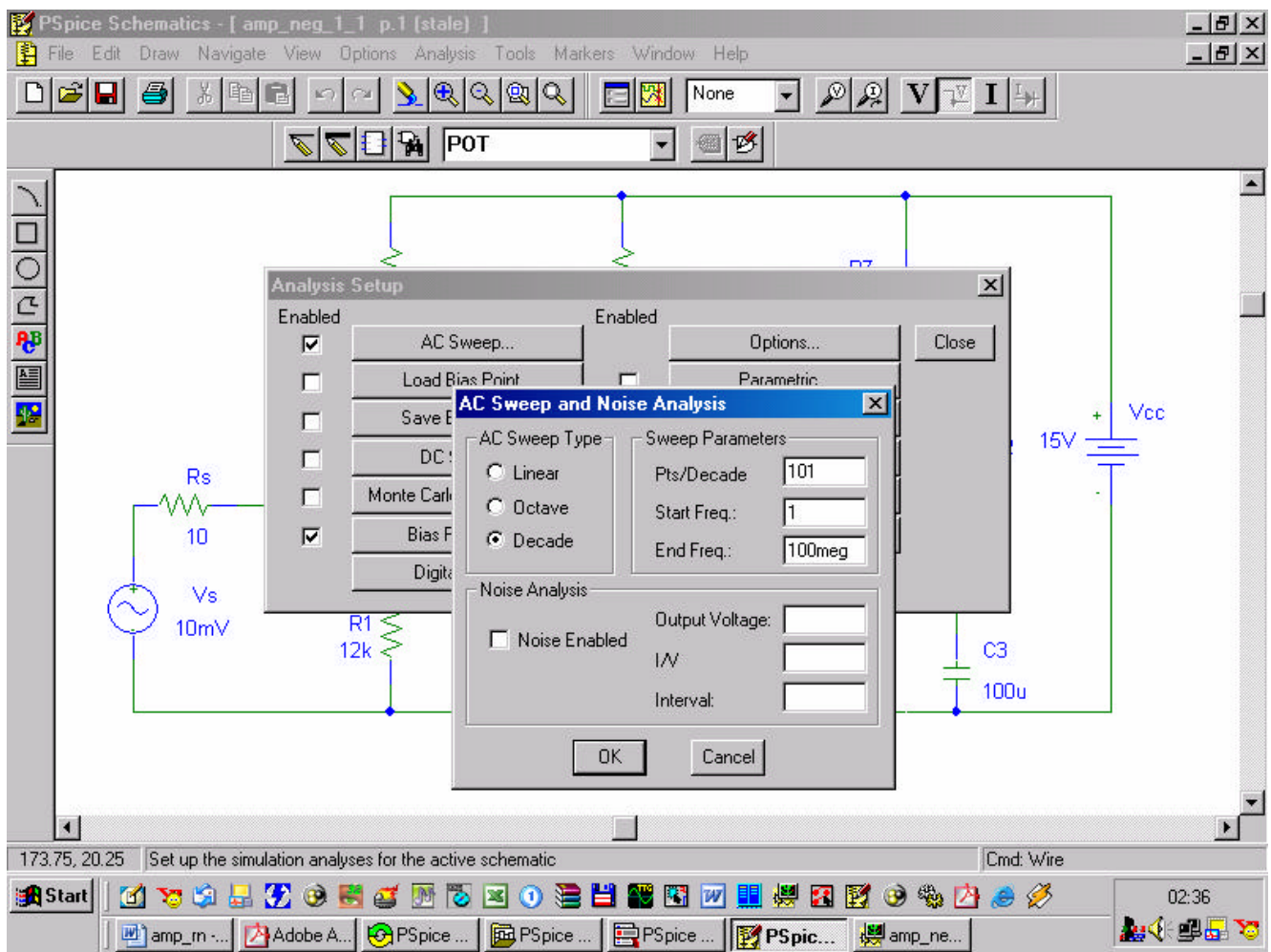


Figura 5. Editarea parametrilor pentru analiza în domeniul frecventa

Cu alte cuvinte, simularea se va face în banda 1Hz-100MHz, pasul de simulare fiind de 101 puncte pe decada. După introducerea parametrilor simulării se apasă butonul “OK” și se închide meniul “Analysis Setup” prin comanda “Close”.

Se va rula simularea cu ajutorul comenzii “Analysis – Simulate” sau direct apăsând tasta F11.

După rularea simulării se va deschide programul “Orcad Pspice A/D Demo” care va fi folosit pentru reprezentarea grafică a caracteristicii amplificare-frecventa. Pentru a desena acest grafic se va rula comanda “Trace-Add Trace” (Insert). Dacă se dorește determinarea amplificării în tensiune în funcție de frecventa vom alege : $V(Q2:c) / V(Q1:b)$.

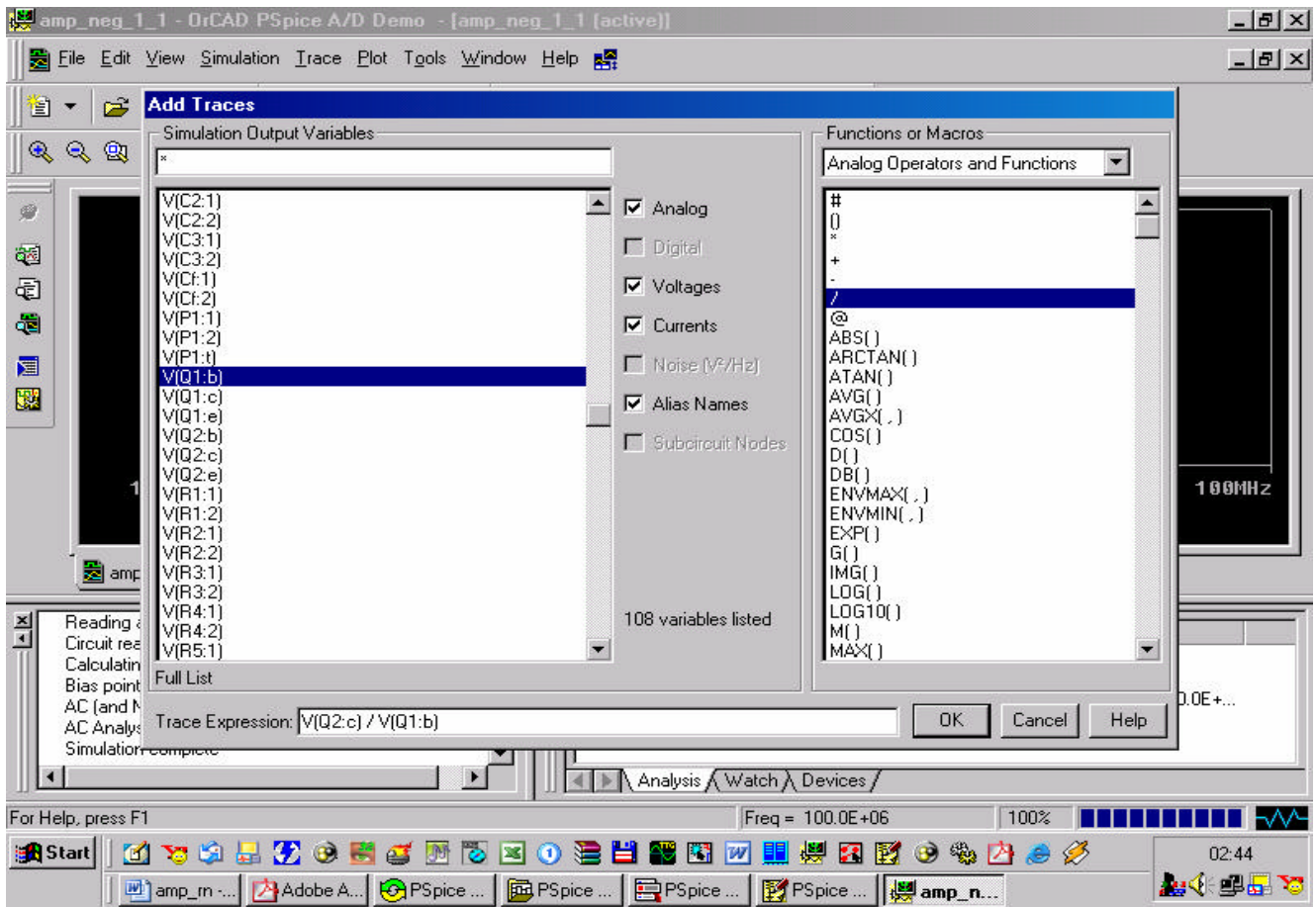


Figura 6. Alegerea marimilor pentru reprezentarea caracteristicii de amplificare

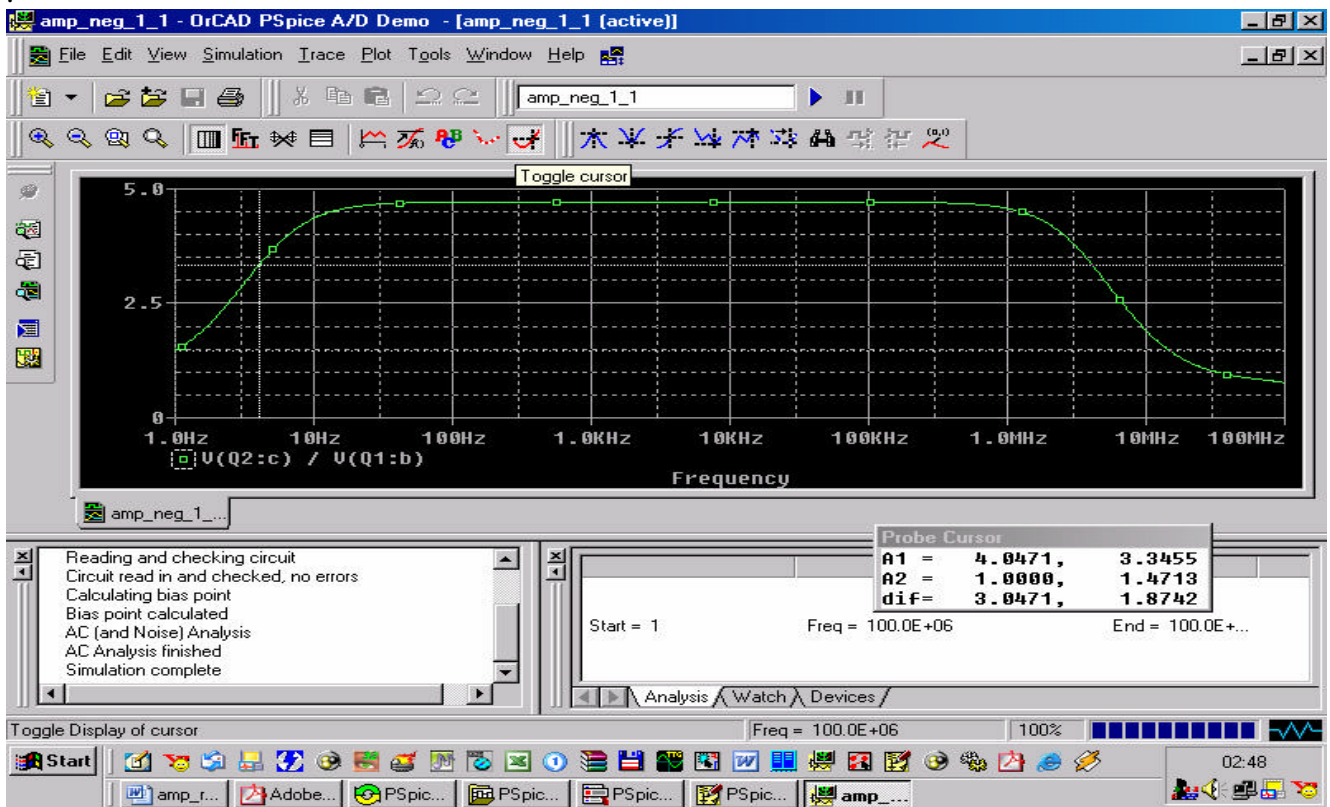


Figura 7. Determinarea frecventelor F_j si F_s cu ajutorul cursorului

Se bifeaza Toggle Cursor si se determina frecventa limita de jos F_j si frecventa limita de sus F_s pentru circuitul analizat (la $1/\sqrt{2}$ din amplificarea în banda).

3. Desfasurarea lucrarii

3.1. Se deseneaza circuitul corespunzator amplificatorului cu reactie serie de tensiune din figura 1 folosind utilitarul Schematics.

3.1.2 Se modifica pozitia cursorului potentiometrului P_1 prin alegerea convenabila a parametrului SET:0.407, 0.7 si 0.99 .

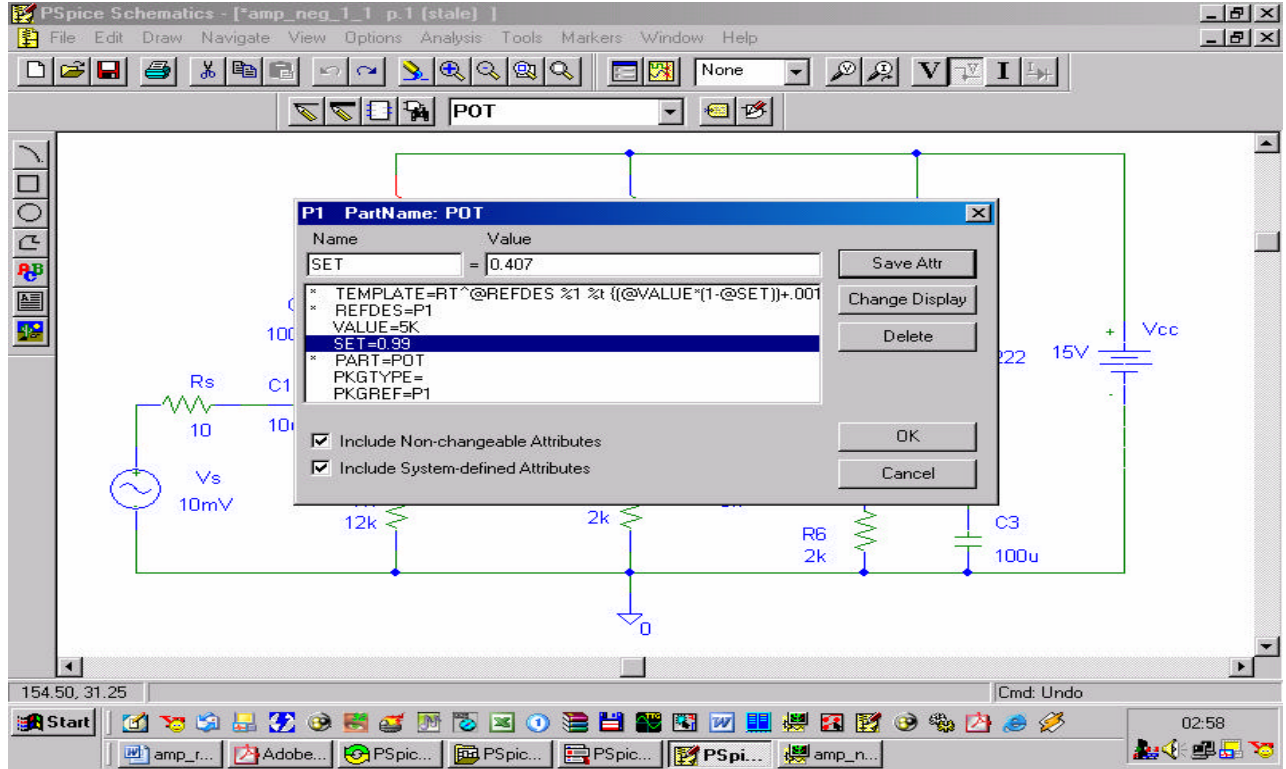


Figura 8. Pozitionarea cursorului potentiometrului P

3.1.3 Se bifeaza butonul "Enable Bias Voltage Display" marcat cu V pentru reprezentarea pe grafic a tensiunilor din noduri.

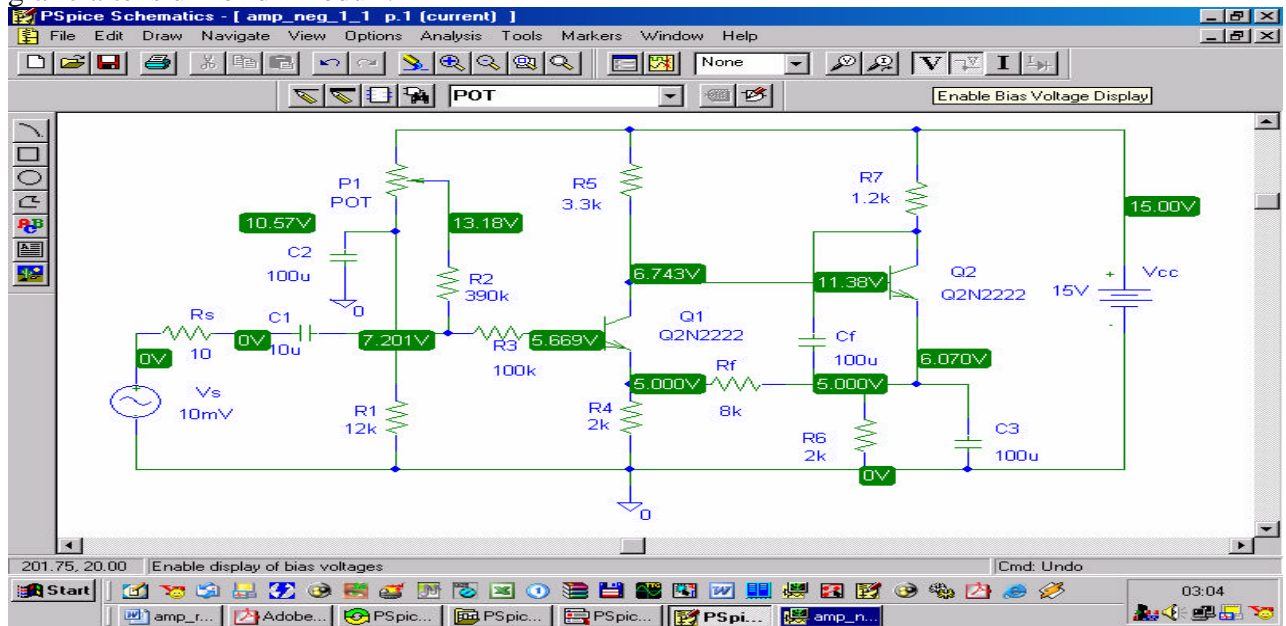


Figura 9. Reprezentarea valorilor tensiunilor din noduri

3.1.4 Se modifica convenabil temperatura la care se face simularea rulînd comanda “Analysis-Setup – Temperature “. Simularea se va face la 0°C , 27°C si 60°C

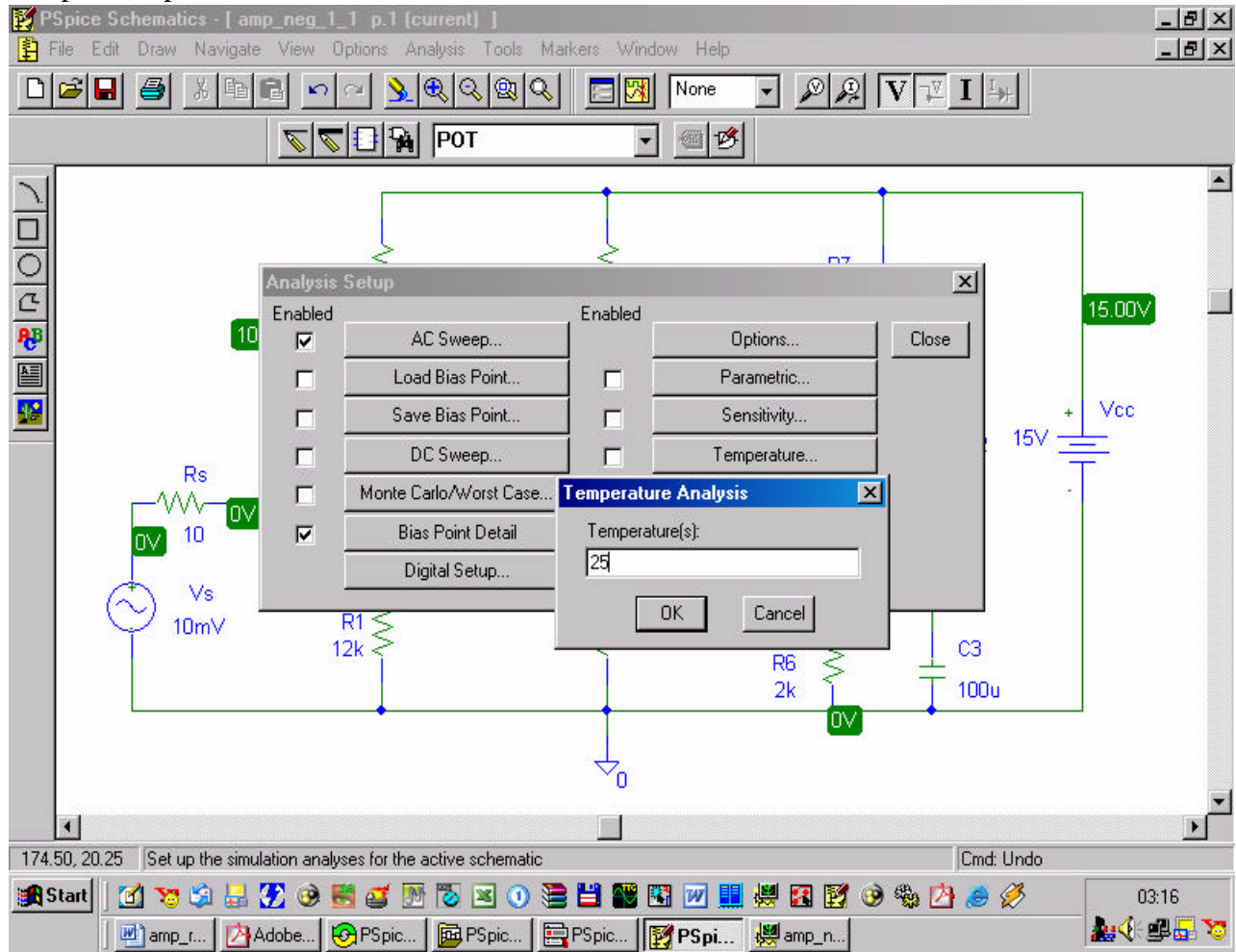


Figura 10. Modificarea temperaturii de lucru a circuitului

Dupa rulare se vor reprezenta grafic urmatoarele marimi:

3.1.5 Amplificarea transimpedanta: $V(Q2:c) / I(R3)$. Se va nota valoarea amplificarii în banda în tabelul 1.

Tabelul 1

SET	A_Z	A_I	A_V	Z_I	F_J	F_S
0.407						
0.7						
0.99						

Se vor nota frecventele limita inferioara F_J si superioara F_S (acele valori la care amplificarea transimpedanta scade la $1/\sqrt{2}$ din amplificarea în banda).

3.1.6 Se vor determina amplificarea în curent $A_I I(R7) / I(R3)$ si amplificarea în tensiune $A_V V(Q2:c) / V(Q1:b)$

3.1.7 Se determina impedanta de intrare $Z_I V(Q1:b) / I(R3)$ si i se trece valoarea în tabelul 1.

3.1.8 Se alege parametrul SET=0.407 si se modifica temperatura: 0°C , 27°C , 60°C. Se reiau simularile de la pct 3.1.5 , 3.1.6 , 3.1.7 si se trec în tabelul 2.

Tabelul 2

T (°C)	A _Z	A _I	A _V	Z _I	F _J	F _S
0						
27						
60						

3.2. Se deseneaza circuitul corespunzator amplificatorului cu reactie serie de tensiune cu bucla de reactie deschisa din figura 2 folosind utilitarul Schematics.

3.2.1 Se determina valorile amplificariilor a_z , a_I , a_V , a impedantei de intrare z_I în bucla deschisa si a frecventelor limita inferioara f_j si superioara f_s la modificarea parametrului SET procedînd în mod similar cu punctele anterioare ($T=27^0C$). Rezultatele se trec în tabelul 3.

Tabelul 3

SET	a_z	a_I	a_V	z_I	f_j	f_s
0.407						
0.7						
0.99						

3.2.2 Se determina valorile amplificariilor a_z , a_I , a_V , a impedantei de intrare z_I în bucla deschisa si a frecventelor limita inferioara f_j si superioara f_s la modificarea temperaturii ($SET=0.407$).

Rezultatele se trec în tabelul 4.

Tabelul 4

T (°C)	a_z	a_I	a_V	z_I	f_j	f_s
0						
27						
60						

3.3. Se deseneaza circuitul corespunzator amplificatorului cu reactie paralel de tensiune din figura 3 folosind utilitarul Schematics.

3.3.1 Se determina valorile amplificarii transadmitanta (A_Y) $IE(Q2) / V(Q1:b)$ pentru diferite valori ale parametrului SET si se trec în tabelul 5.

3.3.2 Se determina amplificariile A_I $IE(Q2) / I(R3)$, A_V $V(Q2:e) / V(Q1:b)$, a impedantei de intrare Z_I $V(Q1:b) / I(R3)$ si a frecventelor limita inferioara F_J si superioara F_S la modificarea parametrului SET ($T=27^0 C$) si se trec în tabelul 5.

Tabelul 5

SET	A_Y	A_I	A_V	Z_I	F_J	F_S
0.407						
0.7						
0.99						

3.3.3 Se trec amplificariile A_Y , A_I , A_V , impedanta de intrare Z_I si frecventele limita inferioara F_J si superioara F_S la modificarea temperaturii ($SET=0.407$) în tabelul de mai jos:

Tabelul 6

T (°C)	A_Y	A_I	A_V	Z_I	F_J	F_S
0						
27						
60						

3.4. Se deseneaza circuitul corespunzator amplificatorului cu reactie paralel de tensiune cu bucla de reactie deschisa din figura 4 folosind programul Schematics.

3.4.1 Se determina valorile amplificarilor a_V , a_I , a_V , a impedantei de intrare Z_I si a frecventelor limita inferioara f_j si superioara f_s cu bucla de reactie deschisa la modificarea parametrului SET pastrînd temperatura $T=27^{\circ}\text{C}$. Rezultatele se trec în tabelul 7.

Tabelul 7

SET	a_V	a_I	a_V	Z_I	f_j	f_s
0.407						
0.7						
0.99						

3.4.2 1 Se determina valorile amplificarilor a_V , a_I , a_V , a impedantei de intrare Z_I si a frecventelor limita inferioara f_j si superioara f_s cu bucla de reactie deschisa la modificarea temperaturii pastrînd valoarea parametrului SET=0.407. Rezultatele se trec în tabelul 8.

Tabelul 8

$T (^{\circ}\text{C})$	a_V	a_I	a_V	Z_I	f_j	f_s
0						
27						
60						

4. Întrebări

1. Ce efect are reactia paralel paralel asupra amplificarii în tensiune? Dar asupra amplificarii în curent? Comentati.
2. Care sunt efectele modificarii temperaturii asupra circuitelor studiate?
3. Cum se modifica banda de amplificare a circuitului din figura 1 prin deschiderea buclei de reactie? Explicati.

Nota: Se asteapta un feedback (tot vorbim de reactie) din partea dvs. privind calitatea lucrarii si sugestii pentru îmbunatatirea ei (as vrea sa cred ca e într-o forma continuu perfectibila).
(email: lauru_teo@yahoo.co.uk)

As. ing. Laurentiu Teodorescu