

Programul PSPICE. Generalități

Se vor prezenta progresiv toate informațiile de care are nevoie un utilizator pentru a efectua diverse tipuri de analize ale circuitelor electronice și de a pune în valoare toate capacitățile programului. De asemenea, sunt prezentate o serie de exemple care vor ușura înțelegerea informațiilor și, în același timp, vor contribui la familiarizarea cititorilor cu programul PSPICE.

Arhitectura programului PSPICE

În Figura 1 este prezentată arhitectura programului PSPICE. Aceasta cuprinde interacțiunea dintre simulatorul PSPICE propriu-zis cu fișierele de intrare, care descriu circuitul și conțin informațiile despre analizele ce urmează a se efectua și, respectiv, cu fișierele de ieșire, care conțin rezultatele simulării.

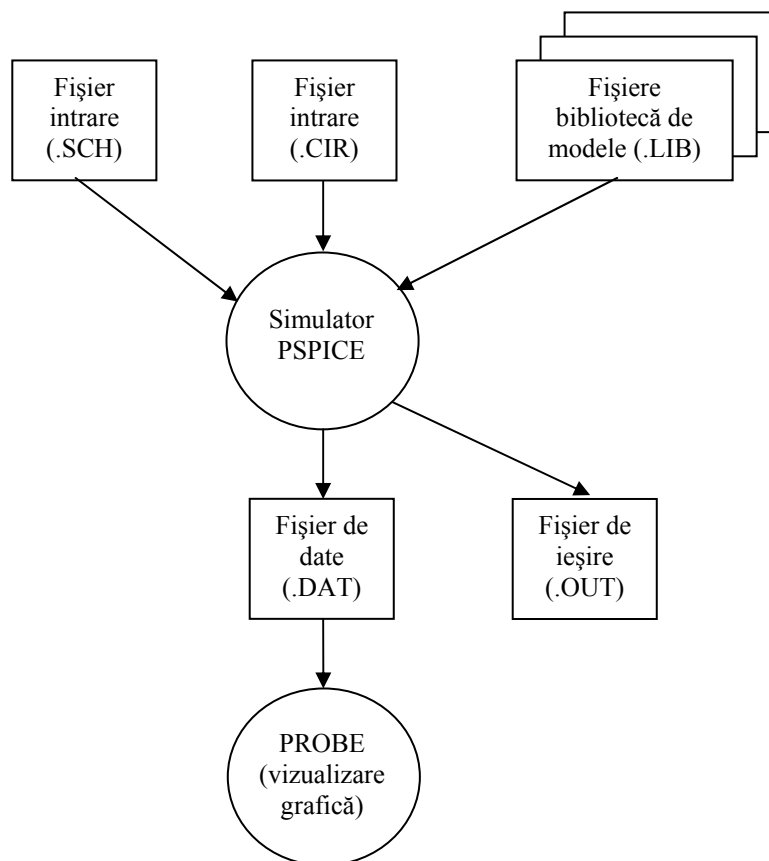


Fig.1 Arhitectura programului PSPICE

Principalul fișier de intrare este fișierul circuitului (extensia .CIR). Acest fișier conține descrierea într-un format text a circuitului și comenzilor corespunzătoare simulării. Fișierul de intrare poate fi generat și într-un format grafic (extensia .SCH), prin intermediul modului Schematics, iar pe baza acestui fișier trebuie generat fișierul circuit echivalent.

Modelele dispozitivelor și subcircuitelor utilizate în cadrul circuitului pot fi descrise în fișiere bibliotecă de modele. Simulatorul interpretează informațiile din fișierul circuitului și, dacă este cazul, din fișierele de modele, efectuează analizele specificate și generează două fișiere în care sunt stocate rezultatele simulării. Cele două fișiere sunt: fișierul de ieșire (extensia .OUT) și fișierul de date (extensia .DAT sau, opțional, .TXT).

Fișierul de date conține rezultatele analizelor fundamentale (DC - analiza de curent continuu, AC - analiza în frecvență și TRAN - analiza în domeniul timp). Datele din acest fișier pot fi procesate în programul **Probe**, unde utilizatorul are posibilitatea să vizualizeze interactiv diverse caracteristici sau forme de undă. Implicit, fișierul de date are extensia .DAT, conținutul său fiind în format binar, dar opțional se poate stabili ca rezultatele să fie descrise în format text.

Fișierul de ieșire este un fișier în format text în care se scriu date referitoare la punctul static de funcționare, rezultatele unor analize (componente spectrale, sensibilități, analize statistice etc), informații despre anumite erori sau probleme legate de simulare etc.

Fișierul de intrare

Fișierul de intrare este un fișier text ce conține descrierea circuitului și comenzile pentru specificarea și controlul simulării. De asemenea, se pot introduce linii pentru comentarii.

Fiecare linie din cadrul fișierului de intrare începe cu un caracter ce specifică tipul liniei respective. Astfel, în funcție de primul caracter, semnificația liniilor este următoarea:

- linii pentru descrierea elementelor de circuit - aceste linii încep cu litera corespunzătoare tipului elementului de circuit care se introduce. Exemple: R pentru rezistoare, C pentru condensatoare, Q pentru tranzistoare bipolare etc;
- linii pentru comenzi - aceste linii încep cu caracterul “.” (punct). Exemple: .DC, .TRAN;
- linii pentru comentarii - aceste linii încep cu caracterul “*” (asterisc);
- linii de continuitate - aceste linii încep cu caracterul “+” (plus) și reprezintă o continuare a liniei precedente. Liniile de continuitate se folosesc, de obicei, atunci când parametrul unei comenzi sau a unui element de circuit nu încap pe o singură linie și trebuie continuați pe liniile imediat următoare. Evident, pot exista mai multe linii de continuitate succesive.

Fișierul de intrare este organizat astfel:

- prima linie din fișier este rezervată pentru comentariu. Uzual, pe această linie este indicat să se descrie tipul circuitului, tipul simulării etc. Pe această linie nu se vor descrie elemente de circuit sau comenzi;
- începând cu linia a doua, se pot descrie dispozitivele din cadrul circuitului și comenzile corespunzătoare. Nu există o ordine preferențială pentru introducerea acestora, liniile pentru dispozitivele de circuit putând alterna cu liniile de comenzi;
- în fișierul de intrare este indicat să se introducă linii de comentariu ori de câte ori este necesar să se facă anumite precizări sau observații în legătură cu circuitul sau comenzile introduse. Dacă la sfârșitul unei linii în care se descriu elemente de circuit sau comenzi se introduce caracterul semnul “;” (punct și virgulă), după acesta, în linia respectivă, se poate introduce un scurt comentariu;
- descrierea circuitului și a comenzilor se încheie prin comanda .END.

Exemplu de fișier de intrare (*.cir):

```
FILTRU RC
* Linia de sus este prima linie din fisier si este destinata numai pentru comentariu, titlu simulare etc.
*Urmeaza descrierea elementelor filtrului
C1 1 2 1E-5; linie pentru descrierea unui condensator
R1 2 0 100; linie pentru descrierea unui rezistor
R2 2 3 100
C2 3 0 1E-9
.TEMP 20; comanda pentru stabilirea temperaturii la care se efectueaza analiza circuitului
*Sursa de semnal care se aplica la intrarea filtrului
Vin 1 0 AC 1
*Urmeaza comanda pentru specificarea analizei circuitului
.AC DEC 20 1 10MEG; calculul raspunsului in frecventa
.PROBE
.END ;
```

În fișierul de intrare se pot introduce mai multe circuite. După comanda .END, care indică încheierea descrierii unui circuit împreună cu comenzile aferente, se poate începe descrierea unui alt circuit, sfârșitul descrierii noului circuit indicându-se tot cu o comandă .END. Astfel, în fișierul de intrare pot fi introduse mai multe circuite, iar programul PSPICE va efectua, pe rând, analizele specificate pentru fiecare dintre acestea.

Etapele premergătoare descrierii circuitului

Înainte de descrierea circuitului în fișierul de intrare, pentru a evita erorile, este recomandabil să se efectueze cu atenție următoarele operații:

- se denumesc toate dispozitivele din cadrul circuitului. Numele fiecărui dispozitiv trebuie să înceapă cu litera corespunzătoare sintaxei de descriere PSPICE. Restul caracterelor numelui reprezintă identificatorul unic asociat dispozitivului. Exemple: R1, R2, Rin, Q1, Q2, Q3, QDRIVER etc;

- se atribuie etichete tuturor nodurilor independente din circuit. Eticheta atribuită unui nod independent este un șir de caractere alfanumerice (ex: N1, N2, NA, NB), dar practic, este recomandabil ca nodurile să fie etichetate cu numere, nu neapărat consecutive (ex: 1, 2, 5, 10, 20). Trebuie acordată atenție numerotării nodurilor, în special celor aparținând conexiunilor lungi, la care sunt incidente mai multe componente. O astfel de conexiune reprezintă, în fapt, un singur nod;

- nodul de masă al circuitului se etichetează obligatoriu cu 0 (zero);

- pentru fiecare dispozitiv din circuit trebuie să se cunoască valoarea nominală (în cazul rezistoarelor, condensatoarelor și bobinelor) și valorile parametrilor de model, în special pentru dispozitivele semiconductoare. În cazul în care se cunoaște tipul dispozitivului, se poate verifica existența modelului său într-un fișier bibliotecă de modele. Dacă modelul este descris într-un astfel de fișier, utilizatorul va scrie în fișierul de intrare o comandă de apel a fișierului bibliotecă de modele. Este recomandat ca orice utilizator al programului PSPICE să aibă la dispoziție fișiere bibliotecă de modele, în care să fie descrise o gamă largă de modele și subcircuite;

- circuitul trebuie să îndeplinească, din punct de vedere topologic, anumite condiții, în caz contrar programul PSPICE neputând efectua analiza acestuia. Aceste condiții sunt prezentate mai jos. Dacă o astfel de condiție nu este îndeplinită, pentru a se putea face analiza circuitului, utilizatorul trebuie să recurgă la anumite “artificii”, fără a influența semnificativ comportarea circuitului.

Condiții topologice

Unele circuite au, din punct de vedere topologic, o construcție ce nu le permite analiza în programul PSPICE. Pentru a putea fi simulate, circuitele electronice trebuie să îndeplinească următoarele patru condiții:

1. *În orice nod al circuitului trebuie să fie conectate cel puțin două elemente.* Dacă unui nod din circuit îi este incidentă o singură latură, evident, în nodul respectiv nu poate fi scrisă legea I a lui Kirchhoff. De obicei, această condiție nu este îndeplinită atunci când utilizatorul omite să introducă în fișierul de intrare un element de circuit care, în mod normal, este conectat în serie cu un alt dispozitiv, dar pot exista și alte cauze.

2. *Din orice nod al circuitului trebuie să existe cale de curent continuu spre masă.* Această condiție o include și pe aceea ca graful circuitului să fie conex și este una din condițiile necesare pentru a se putea calcula punctul static de funcționare al circuitului. Nodul care nu are cale de curent continuu la masă este numit *flotant*.

În Figura 2 sunt prezentate două situațiile în care această condiție nu e îndeplinită:

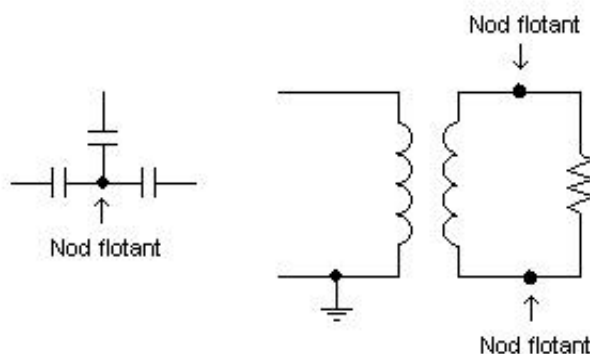


Fig. 2 Exemple de noduri de la care nu există cale de curent continuu spre masă

În cazul în care la un nod sunt incidente doar condensatoare, nodul respectiv este nod flotant. Pentru a depăși această situație, se conectează din nodul respectiv la masă (sau în paralel cu unul din condensatoare) un rezistor de valoare foarte mare (de exemplu 100Meg), astfel încât să nu modifice semnificativ comportarea circuitului (Figura 3).

În cazul unui transformator, dacă circuitul din secundar nu are nici un nod de masă, atunci toate nodurile din circuitul secundar sunt noduri flotante. Depășirea acestei situații se face alegând un nod de masă pentru circuitul din secundar.

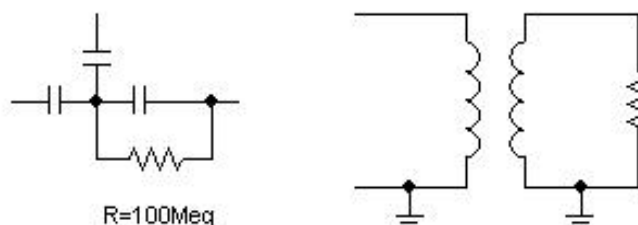


Fig. 3 Rezolvarea nodurilor flotante

3. *Circuitul nu trebuie să conțină bucle formate din surse de tensiune și/sau bobine.*

Acest caz este prezentat în Figura 4. Deoarece în curent continuu bobinele sunt scurtcircuit, bucla respectivă ar rămâne alcătuită, eventual, doar din surse de tensiune. Evident, pe o astfel de buclă, legea a II-a a lui Kirchhoff nu este respectată. Rezolvarea acestei situații se face inserând în buclă un rezistor de valoare foarte mică, astfel încât să nu se modifice caracteristicile circuitului.

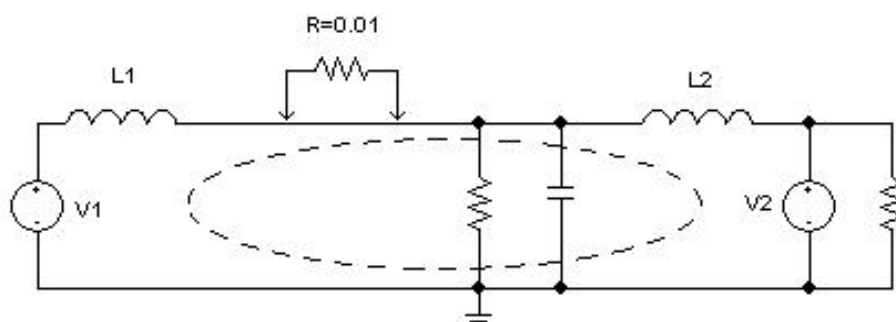


Fig.4 Rezolvarea circuitului care conține o buclă formată din surse de tensiune și bobine

4. *Circuitul nu trebuie să conțină secțiuni formate din surse de curent și/sau condensatoare.* Un astfel de caz este atunci când, de exemplu, într-un nod sunt incidente numai surse de curent și condensatoare (Figura 5). În curent continuu, legea I-a lui Kirchhoff nu este respectată în acest nod. Depășirea acestei situații se rezolvă prin introducerea în paralel cu unul din elementele secțiunii a unui rezistor de valoare foarte mare.

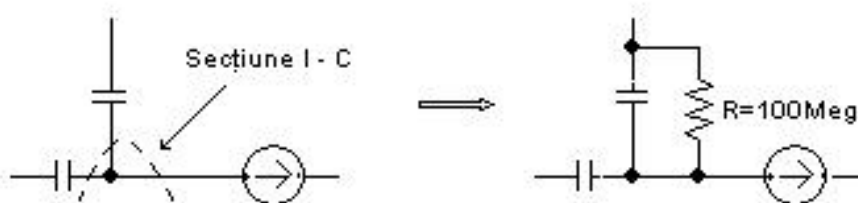


Fig.5 Rezolvarea secțiunilor alcătuite numai din surse de curent și/sau condensatoare

Ori de câte ori un circuit care urmează a fi simulat cu programul PSPICE nu îndeplinește cel puțin una din aceste condiții topologice, după startarea analizei, programul anunță imediat următorul mesaj de eroare:

Circuit has errors. See output file for details.

iar utilizatorul va găsi detaliile legate de tipul erorii în fișierul de ieșire.

Convenții pentru valori numerice și expresii

La descrierea dispozitivelor de circuit și a comenzilor în fișierul de intrare, valorile numerice sunt scrise în format standard, cu virgulă mobilă. Numerele care reprezintă valori ale componentelor sau cantități electrice, timp etc, sunt presupuse de către simulator că au unitățile de măsură standard. Totuși, pentru scrierea multiplilor și submultiplilor unităților de

măsură la valorile numerice pot fi adăugate o serie de simboluri ca sufixe. Sufixele folosite pentru scalarea valorilor numerice sunt prezentate în Tabelul 1.

Simbol	Factor de scalare	Nume
F	10^{-15}	femto-
P	10^{-12}	pico-
N	10^{-9}	nano-
U	10^{-6}	micro-
MIL	$25.4 \cdot 10^{-6}$	---
M	10^{-3}	mili-
K	10^{+3}	kilo-
MEG	10^{+6}	mega-
G	10^{+9}	giga-
T	10^{+12}	tera-

Tabelul 1 – Sufixele utilizate pentru scalarea valorilor numerice

Exemple:

$100e-6 = 100U$; $33e-9 = 33N$; $1500 = 1.5K$; $4.5e6 = 4.5MEG$

Valorile numerice ale dispozitivelor pot fi, de asemenea, reprezentate indirect prin intermediul parametrilor sau expresiilor în care intervin parametri. Pentru aceasta, în locul valorii numerice se scrie parametrul sau expresia între acolade.

Exemplu:

RL 5 0 {2*RVAL}

Parametrii utilizați în expresii se definesc cu ajutorul comenzii .PARAM, în care li se atribuie o valoare.

Exemplu:

.PARAM RVAL=5k

Expresiile pot conține valori numerice, parametri dar și funcții intrinseci. Câteva din funcții ce pot fi utilizate în cadrul expresiilor sunt prezentate în Tabelul 2.

Funcția	Semnificația	Observații
ABS(x)	$ x $	
SQRT(x)	$\sqrt{x}$	
EXP(x)	e^x	
LOG(x)	$\ln(x)$	logaritm natural
LOG10(x)	$\lg(x)$	logaritm zecimal

PWR(x,y)	$ x ^y$	
PWRS(x,y)	$\begin{cases} + x ^y & x > 0 \\ - x ^y & x < 0 \end{cases}$	
SIN(x)	$\sin(x)$	x în radiani
COS(x)	$\cos(x)$	x în radiani
TAN(x)	$\operatorname{tg}(x)$	x în radiani
ATAN(x)	$\operatorname{tg}^{-1}(x)$	rezultatul în radiani
ARCTAN(x)	$\operatorname{tg}^{-1}(x)$	rezultatul în radiani
TABLE(x, x ₁ , y ₁ , ..., x _n , y _n)		rezultatul este valoarea y corespunzătoare lui x, când toate punctele x _i , y _i sunt unite cu linii drepte. Dacă x > x _n , atunci valoarea este y _n . Dacă x < x ₁ , atunci valoarea este y ₁ .
LIMIT(x,min,max)		rezultatul este: $\begin{cases} \min, & x < \min \\ \max, & x > \max \\ x, & \min \leq x \leq \max \end{cases}$

Tabelul 2 – Funcțiile ce pot fi utilizate în expresii

Funcțiile sunt utilizate în expresii în special la descrierea surselor comandate. Parametrii funcțiilor sunt, în acest caz, tensiuni de noduri, curenți prin sursele independente de tensiune sau expresii în care intervin aceste variabile.

Exemple:

{2*SQRT(ABS(V(3)))}
{5-V(5)*LOG(1+ABS(0.5*V(7)-V(2)))}

Sufixe pentru valorile numerice și funcțiile intrinseci, cu unele excepții, pot fi utilizate și în programul de procesare grafică **Probe**.

Astfel, în ceea ce privește sufixele valorilor numerice, în **Probe** se face distincție între litera m și litera M. Litera m ca sufix scalează valoarea numerică cu 10⁻³ (mili-), iar litera M ca sufix scalează valoarea numerică cu 10⁺⁶ (mega-).

La reprezentarea în **Probe** a formelor de undă a variabilelor de ieșire sau a caracteristicilor pot fi utilizate aceleași funcții intrinseci ca în expresiile din fișierul de intrare, cu excepția funcțiilor TABLE și LIMIT. În **Probe** însă, mai pot fi utilizate și alte funcții. Aceste funcții sunt prezentate în Tabelul 3.

Funcția	Semnificația	Observații
SGN(x)	$\begin{cases} +1, & x > 0 \\ 0, & x = 0 \\ -1, & x < 0 \end{cases}$	
d(x)	derivata lui x în raport cu variabila de pe axa X	
s(x)	integrala lui x peste domeniul variabilei axei X	
AVG(x)	calculează media lui x în intervalul axei X	
AVGX(x,d)	calculează media lui X (de la x-d la x) în intervalul axei X	
RMS(x)	calculează valoarea efectivă a lui x în intervalul axei X	
M(x)	modulul lui x	
DB(x)	modulul lui x în decibeli	
P(x)	faza lui x	rezultatul în grade
R(x)	partea reală a lui x	
IMG(x)	partea imaginară a lui x	
MIN(x)	minimul părții reale a lui x	
MAX(x)	maximul părții reale a lui x	
G(x)	întârzierea de grup a lui x	rezultatul în sec.

Tabelul 3 – Funcții care pot fi utilizate numai în programul **Probe**

În **Probe**, parametrul formal x al funcțiilor poate fi, în general, o expresie în care intervin variabilele de ieșire (tensiuni de noduri sau curenți prin dispozitivele circuitului).

Exemplu:

RMS(V(2)*I(RL))

Funcțiile M(x), DB(x), P(x), R(x), IMG(x), MIN(x), MAX(x) și G(x) se utilizează de obicei la reprezentarea rezultatelor analizei în domeniul frecvență, variabilele de ieșire fiind mărimi complexe. În urma unei astfel de analize, dacă x este o variabilă de ieșire simplă (tensiunea dintr-un nod sau curentul printr-un dispozitiv), în **Probe** pot fi folosite sufixe în locul unora din aceste funcții.

Exemple:

VM(2)=M(V(2))

VDB(5)=DB(V(5))

VP(3)=P(V(3))

IR(L1)=R(I(L1))

VI(2)=IMG(V(2))

VG(5)=G(V(5))

Clasificarea comenzilor programului PSPICE

În fișierul de intrare PSPICE, comenzile încep prin introducerea caracterului “.” (punct). Prin intermediul comenzilor se specifică analizele care urmează să se efectueze circuitului și condițiile în care acestea urmează să aibă loc. Comenzile se clasifică în funcție de tipul acestora: comenzi pentru analize standard, pentru analize multiple, pentru analize statistice, pentru stabilirea condițiilor inițiale etc. O clasificare completă a comenzilor programului PSPICE este prezentată în Tabelul 4.

Tip	Comandă	Semnificație
Analize standard	.DC .OP .TF .SENS .AC .NOISE .TRAN .FOUR	Analiză de curent continuu Detalii PSF Transfer de semnal mic în c.c. Calcul sensibilități Răspuns în frecvență Analiză de zgomot Analiză tranzitorie Calcul componente Fourier
Analize simple multiple	.STEP .TEMP	Analiză parametrică Temperatură
Analize statistice	.MC .WCASE	Analiză Monte Carlo Analiză sensibilități/cazul cel mai defavorabil
Condiții inițiale	.IC .NODESET .SAVEBIAS .LOADBIAS	Condiții inițiale Punct de start pt. calculul PSF Salvarea PSF Încărcare punct de start
Modelare dispozitive	.MODEL .SUBCKT .ENDS .DISTRIBUTIONS	Modelare dispozitive Început descriere subcircuit Sfârșit descriere subcircuit Distribuție de probabilitate pentru parametrii de model
Control ieșire	.PLOT .PRINT .PROBE .WATCH .WIDTH	Tipărire forme de undă în fișierul de ieșire Tipărire rezultate în fișierul de ieșire Scriere rezultate în fișierul de date pentru Probe Afișare rezultate în timpul simulării Lungimea liniei de caractere din fișierul de ieșire
Prelucrare fișier de intrare	.FUNC .PARAM .END .INC .LIB	Definire de funcție Definire variabile parametru Sfârșit descriere de circuit Includere de fișier Specificare bibliotecii modele
Opțiuni	.OPTIONS	Specificare opțiuni

Tabelul 4 – Comenzile programului PSPICE

Etapele analizei circuitelor cu programul PSpice

Vom considera un circuit simplu, pe care îl vom simula cu programul PSPICE. Scopul este acela de a identifica etapele ce trebuie parcurse pentru a efectua cu succes simularea circuitului și, de asemenea, de a face cunoștință cu câteva din facilitățile programului.

Circuitul pe care îl vom simula este prezentat în Figura 6 și reprezintă un filtru trece-jos simplu.

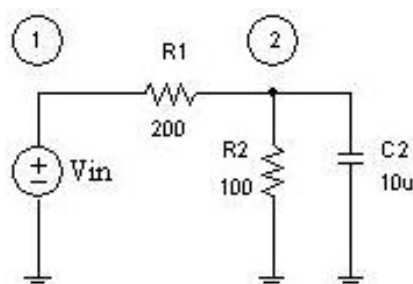


Fig.6 Filtru trece-jos

Fișierul de intrare editat cu editorul de text PSPICE conține descrierea circuitului în formatul PSPICE și specificarea comenzilor pentru efectuarea analizelor. S-au etichetat cu 1 și 2 cele două noduri independente ale circuitului, iar nodul de masă este etichetat cu 0 (zero).

FTJ

*Descrierea sursei de tensiune Vin

Vin 1 0 AC 1 SIN(0 1 500)

RI 1 2 {RVAL}; Valoarea lui RI este furnizata de parametrul global RVAL

.param RVAL=200; Este definit parametrul global RVAL

R2 2 0 100

C2 2 0 10U

*Comanda pentru efectuarea analizei circuitului in domeniul frecventa în intervalul

*10Hz - 100KHz. Sursa Vin este sursa de semnal

.AC DEC 20 10 100K

*Comanda pentru efectuarea analizei în domeniul timp pe durata a 6 ms. Sursa Vin

*genereaza în domeniul timp o forma de unda sinusoidala 1V / 500Hz

.TRAN 0.1M 6M 0 50U

.PROBE; Comanda determina generarea fisierului de date folosit de programul Probe

*Urmeaza comanda care incheie descrierea circuitului

.END

După ce fișierul de intrare a fost editat, se salvează cu numele EX.CIR, apoi se deschide și se startează simularea. Dacă la editare s-au comis erori, în sensul că nu s-a respectat sintaxa PSPICE pentru descrierea elementelor și comenzilor, programul nu permite efectuarea analizelor și notifică existența erorilor în fișierul de ieșire EX.OUT. În caz contrar, programul efectuează analizele specificate în fișierul de intrare, calculând mai întâi punctul static de funcționare al circuitului, care este afișat în format text în fișierul de ieșire.

În urma efectuării analizelor, programul generează două fișiere în care sunt scrise rezultatele simulării. Unul din acestea este fișierul de date EX.DAT, iar celălalt este fișierul de ieșire, despre care s-a amintit anterior.

Ultima etapă din cadrul simulării circuitului constă în vizualizarea rezultatelor. Deoarece în fișierul de intrare au fost specificate două analize standard, programul **Probe** permite vizualizarea pe rând a rezultatelor. Presupunem că selectăm întâi rezultatele analizei în domeniul frecvență prin intermediul opțiunii Plot/AC .

Pentru a vizualiza o caracteristică în programul Probe, se selectează opțiunea Trace/Add trace, după care se introduce variabila sau expresia care se dorește a fi vizualizată.

De exemplu, putem vizualiza variația modulului funcției de transfer a circuitului introducând expresia: $M(V(2)/V(1))$, sau doar $M(V(2))$ deoarece $M(V(1))$ are valoarea 1.

Putem să vizualizăm, de asemenea, variația modulului funcției de transfer în decibeli și apoi variația fazei funcției de transfer a circuitului. Pentru aceasta, cu ajutorul opțiunii Trace/Remove trace se șterge caracteristica anterioară, după care, selectând din nou comanda Trace/Add trace se introduc pe rând expresiile: $DB(V(2))$, respectiv $P(V(2))$.

Pentru a vizualiza acum rezultatele analizei în domeniul timp, se selectează opțiunea Plot/Tran. Putem vizualiza, pentru început, formele de undă de la intrare și ieșire, selectând variabilele de ieșire $V(1)$ și $V(2)$.

Putem reprezenta apoi și alte expresii. De exemplu, expresia $V(2)*I(R2)$ reprezintă puterea instantanee disipată pe rezistorul R2, iar expresia $RMS(V(2))*RMS(I(R2))$ reprezintă puterea medie disipată pe rezistorul R2.

Etapele simulării unui circuit folosind modulul Schematics

1. Desenarea schemei circuitului

1.1. Plasarea componentelor se realizează selectând opțiunea Draw/Get New Part. La rubrica Part Name se introduce numele simbolului componentei (de ex. R pentru rezistor, C pentru condensator, EGND pentru masă etc). Numele simbolurilor sunt grupate pe categorii în mai multe fișiere bibliotecă (fișiere cu extensia .SLB). Pentru vizualizarea bibliotecilor, se apasă butonul Libraries. După plasarea componentei, se iese din meniu apăsând tasta Esc.

1.2. Trasarea conexiunilor dintre componente se realizează selectând opțiunea Draw/Wire. După desenarea traseelor dorite, se apasă tasta Esc.

1.3. Specificarea parametrilor componentelor se realizează executând dublu click pe componenta dorită. Se va deschide fereastra în care se afla template-ul componentei selectate, în care se pot modifica parametrii. Atributele introduse trebuie salvate (Save Attributes).

1.4. Etichetarea nodurilor se realizează executând dublu click pe conexiunea ce se dorește a fi etichetată. Se preferă etichetarea cu nume sau cifre sugestive, pentru ușurința urmăririi mărimilor de interes în timpul simulării (de exemplu: in, out, N1, 1 etc).

2. Specificarea analizelor

Pentru a specifica tipurile de analize ce se doresc a fi efectuate și parametrii corespunzători acestora se selectează opțiunea Analysis/Setup. În fereastra deschisă se bifează tipul de analiză dorit, iar pentru specificarea parametrilor analizei dorite, se execută click pe butonul corespunzător analizei selectate.

3. Verificarea schemei din punct de vedere electric

Aceasta se realizează selectând opțiunea Analysis/Electrical Rule Check. Se urmărește dacă toate componente au terminalele conectate în circuit. Dacă circuitul este corect, va apărea mesajul ERC Complete. Fișierul se salvează cu extensia .SCH.

4. Generarea fișierului Netlist

Aceasta se realizează selectând opțiunea Analysis/Create Netlist. În acest fișier este descrisă în format text structura circuitului.

Exemplu de circuit cu o sursă de tensiune sinusoidală în paralel cu o rezistență:

* Schematics Netlist *

```
R_R1 0 1 1k  
V_V2 1 0 DC 1  
+SIN 0 1 1k 0 0 0
```

Programul a creat până acum 3 fișiere:

- fișierul cu extensia .NET, în care este descrisă la nivel text structura circuitului;
- fișierul cu extensia .ALS (aliases), în care se realizează corespondența între numele componentei din Schematics și numele care îi corespunde acelei componente în fișierul Netlist.

Exemplu pentru același circuit de mai sus:

```
.ALIASES  
R_R1 R1(1=0 2=1)  
V_V2 V2(+1,-=0)  
_ _ (1=1)  
.ENDALIASES
```

După cum se observă, componentei cu numele R_R1 din Netlist îi corespunde componenta cu numele R1 din Schematics.

- fișierul cu extensia .CIR în care găsim informații referitoare la tipurile de analize ce se efectuează și informații despre fișierele care conțin descrierea circuitului (netlist, biblioteci de modele etc). Acesta este fișierul din care modulul Pspice AD citește informațiile pe baza cărora efectuează simularea circuitului.

Fișierele .NET, .ALS și .CIR sunt fișiere text și, ca urmare, pot fi vizualizate cu orice editor obișnuit de text (de ex. Notepad). Pentru ușurință, în modulul Schematics există opțiunea Analysis/Examine Netlist, care permite vizualizarea rapidă a fișierului netlist. Fișierul circuitului se poate vizualiza în modulul PSpice AD.

5. Startarea simulării

Startarea simulării circuitului se face prin intermediul opțiunii Analysis/Simulate. Această comandă are ca efect deschiderea modulului Pspice AD, care realizează simularea circuitului. Modulul Pspice AD efectuează simularea pe baza informațiilor din fișierul cu extensia .CIR. Înainte de a începe efectuarea analizelor cerute, programul verifică dacă nu sunt erori de sintaxă sau erori de topologie. În caz de existență a unor erori de acest tip, acestea sunt afișate în fișierul de ieșire (cu extensia .OUT).

Simularea se poate realiza și din modulul Pspice AD, care poate fi deschis din Windows astfel: Start/Programs/Orcad Family Release 9.2/Pspice AD, după care se deschide fișierul cu extensia .CIR.

6. Vizualizarea rezultatelor

După efectuarea simulării, programul crează două fișiere (fișierul de date cu extensia .DAT și fișierul de ieșire cu extensia .OUT), care conțin rezultatele simulării.

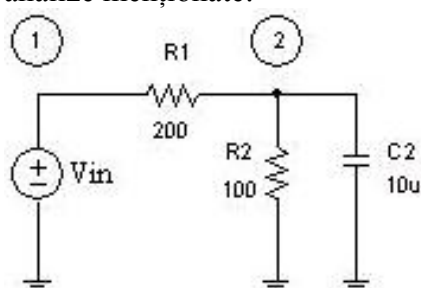
În fișierul de date sunt scrise în mod binar valorile pentru tensiunile și curenții din circuit, corespunzătoare analizelor DC, AC și TRAN. Aceste date pot fi utilizate pentru vizualizarea grafică a caracteristicilor sau formelor de undă.

Vizualizarea grafică a rezultatelor se face în cadrul programului **Probe**. În programul Orcad PSpice 9.2, programul **Probe** este integrat în modulul PSpice AD.

Din fereastra modulului Schematics, programul **Probe** se lansează prin selectarea opțiunii Analysis/Run Probe.

Aplicație:

Să se deseneze circuitul de mai jos folosind modulul Schematics și să se deruleze analize menționate:



Se cunosc valorile parametrilor componentelor:

$R1=200\Omega$; $R2=100\Omega$; $C2=10\mu F$.

Sursa de tensiune V1 este de tip VSIN, cu următorii parametri: valoare de AC=1, VOFF=0V ; VAMPL=1V, frecvența=500Hz.

Nodul de la intrare va fi etichetat cu 1, iar nodul de la ieșire va fi etichetat cu 2.

Să se efectueze pentru circuitul descris:

- o analiză în domeniul frecvență, în intervalul 10Hz - 100KHz, cu 20 de puncte de calcul pe decada de frecvență (sursa V1 va fi sursa de semnal);
- o analiză în domeniul timp pe durata a 6ms (sursa V1 va furniza o formă de undă sinusoidală, cu amplitudine de 1V și frecvență de 500Hz). Pasul de tipărire va fi 0.1ms, timpul final 6ms, pasul de netipărire 0s, step ceiling 50μs.

În urma analizelor vizualizați următoarele rezultate:

- Pentru analiza AC: V(2), VP(2) (caracteristicile de transfer - modul și fază);
- Pentru analiza TRAN: V(1), V(2), RMS(V(2)).