Analize în domeniul timp

.TRAN Analiza de regim tranzitoriu

Forma generală acomenzii este:

.TRAN[/OP] <tstep> <tfinal> [tnetip [pas_max]] [SKIBP]

Exemple:

1) `.TRAN/OP 1ns 100ns` - se efectuează analiza tranzitorie până la 100ns, pasul de tipărire al rezultatelor în fişierul de ieşire este 1ns, iar în fişierul de ieşire se tipăresc detalii ale punctului static al analizei tranzitorii;
2) `.TRAN 1ns 100ns 20ns SKIPBP` - se efectuează analiza tranzitorie până la 100ns, tipărirea rezultatelor începe de la 20ns, pasul de tipărire a rezultatelor în fişierul de ieşire fiind de 1ns. Punctului static al analizei tranzitorii nu mai este calculat şi sunt luate în consideraţie condiţiile iniţiale ale bobinelor şi condensatoarelor;
3) `.TRAN 5us 1ms 0 1us` - se efectuează analiza tranzitorie până la 1ms, pasul maxim de calcul fiind 1μs. Pasul de tipărire al rezultatelor în fişierul de ieşire este de 5 μs.

Comanda .TRAN determină efectuarea unei analize de regim tranzitoriu a unui circuit. Aceasta înseamnă determinarea comportării în timp a circuitului de la momentul TIME=0 până la momentul precizat cu parametrul <tfinal>, reprezentând timpul până la care se efectuează analiza de regim tranzitoriu.

Parametrul <tstep> reprezintă pasul de timp la care se tipăresc în fişierul de ieşire rezultatele analizei, mai precis valorile variabilelor de ieşire specificate în cadrul comenzilor .PRINT şi .PLOT. De asemenea, <tstep> reprezintă pasul de timp utilizat la calculul integralei Fourier pentru determinarea componentelor spectrale ale formelor de undă pentru variabilele specificate în cadrul comenzii .FOUR.

Parametrii <tstep> şi <tfinal> sunt utilizaţi ca valori implicite (TSTEP şi TSTOP) pentru unii parametri ai specificaţiei tranzitorii a surselor independente.

Observaţie: Parametrul <tstep> nu are nici o influenţă asupra reprezentării grafice a formelor de undă, prin intermediul comenzii .PROBE, punctele formelor de undă fiind situate la intervale egale cu pasul de timp de calcul.

Analiza tranzitorie utilizează pentru calcule un pas de timp intern, care este ajustat în funcţie de modul în care decurge analiza, adică de modul de variaţie al formelor de undă. Astfel, pasul intern de calcul este mai mare atunci când formele de undă au variaţii lente şi se micşorează când formele de undă suferă variaţii rapide. Pasul de timp intern are implicit valoarea egală cu <tfinal>/50, dar dacă în circuit nu există elemente de stocare de sarcină electrică, bobine, condensatoare, el are valoarea egală cu pasul de tipărire. Când este necesar, pentru a determina răspunsul în timp în mai multe puncte, se poate micşora pasul maxim de calcul (ceiling step) prin introducerea parametrului opţional <pas_max>. În primele două exemple, pasul maxim de calcul este cel implicit şi anume 100ns/50=2ns. În exemplul al treilea, pasul maxim de calcul este fixat la valoarea 1ms, fiind mai mic decât valoarea implicită de 20ms.

Parametrul opțional <tnetip> defineşte intervalul de timp începând de la TIME=0, în care nu se tipăresc sau reprezinta grafic rezultatele (prin intermediul comenzilor .PRINT, .PLOT, respectiv .PROBE). Această opțiune se utilizează în situațiile în care nu se doreşte tipărirea variației inițiale a variabilelor de ieşire, rezultatele analizei fiind memorate în fişierul de date şi putând fi vizualizate în intervalul de timp <tnetip>…<tfinal>.

La începutul oricărei analize de regim tranzitoriu, programul PSPICE calculează punctul static al analizei tranzitorii, diferit de punctul static de semnal mic (calculat prin intermediul comenzii .OP). Acest lucru este necesar deoarece valorile surselor independente de la începutul analizei tranzitorii pot diferi de specificațiile lor de curent continuu, iar în fişierul de ieşire se va tipări automat soluția tranzitorie inițială, în aceeaşi formă ca la punctul static de semnal mic. Sufixul opțional [/OP] adăugat comenzii .TRAN determină tipărirea în fişierul de ieşire a tuturor detaliilor despre punctul static al analizei tranzitorii, în aceeaşi formă şi pentru aceiaşi parametri de semnal mic ca la comanda .OP.

Dacă la sfârşitul comenzii .TRAN este specificat cuvântul cheie opțional [SKIPBP] (SKIP Bias Point), atunci punctul static al analizei tranzitorii nu se mai calculează, iar analiza de regim tranzitoriu startează de la condițiile inițiale ale bobinelor şi condensatoarelor, precizate de utilizator în câmpul opțional [IC=<valoare>]. În această situație, prezența câmpului opțional [/OP] devine inutilă.

.FOUR Analiza Fourier

Forma generală a comenzii este:

.FOUR <val_frecv> [nr_armonici] <var_ieşire>

Exemple:

1) `.FOUR 1kHz V(2) V(8,4) I(R5)` - determină calculul componentelor Fourier ale variabilelor de ieşire V(2), V(8,4) şi I(R5), frecvența fundamentală a acestora fiind 1kHz. Se tipăresc, implicit, amplitudinile şi fazele primelor 9 armonici;
2) `.FOUR 100Hz 15 V(8)` - determină calculul Fourier al variabilei V(8), frecvența ei fundamentă fiind 100 Hz. Se tipăresc amplitudinile şi fazele primelor 15 armonici.

Comanda .FOUR determină calculul componentelor Fourier (componentelor spectrale) ale variabilelor de ieşire <var_ieşire>. Analiza Fourier este asociată analizei tranzitorii şi este efectuată numai dacă în fişierul circuitului există comanda .TRAN.

Analiza Fourier se efectuează pe durata ultimei perioade a formelor de undă din analiza tranzitorie, adică pe o durata de timp egală cu 1/<val_frecv>. Parametrul <val_frecv> reprezintă frecvența fundamentală a formei de undă pentru care se calculează un număr de armonici. Intervalul de timp în care se calculează componentele spectrale este <tfinal>-1/<val_frecv>…<tfinal>, unde <tfinal> reprezintă timpul până la care se efectuează analiza tranzitorie.

Rezultatele analizei Fourier sunt tipărite automat în fişierul de ieşire, comenzile .PRINT, .PLOT, .PROBE neavând nici o utilitate. În cadrul analizei Fourier, se calculează valoarea componentei de curent continuu, amplitudinea şi faza fundamentalei şi armonicelor 2…9. Prin intermediul câmpului opțional [nr_armonici] poate fi specificat un număr mai mare de armonici.

De asemenea, în fişierul de ieşire este tipărit coeficientul total de distorsiuni armonice, calculat cu expresia:

$$\delta = \frac{\sqrt{a_2^2 + a_3^2 + \ldots}}{a_1},$$

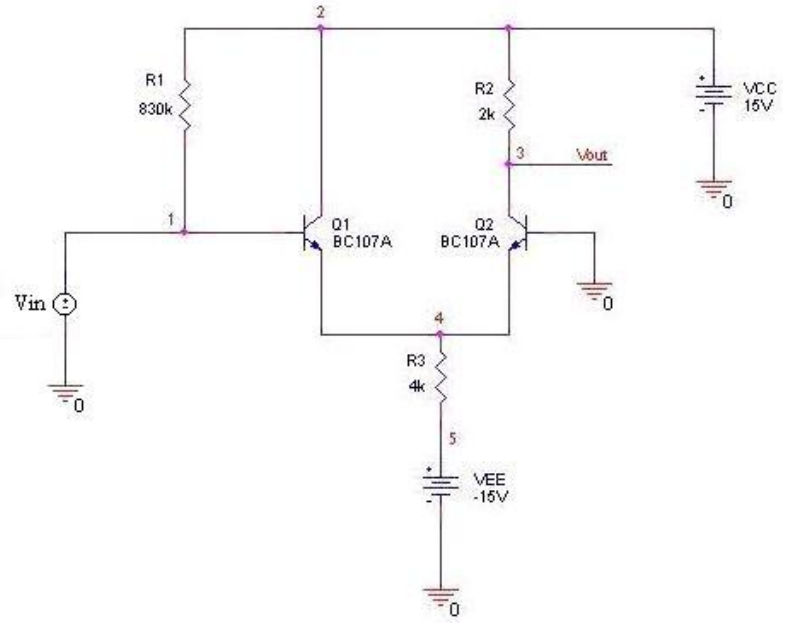
unde a_1, a_2, a_3, … reprezintă amplitudinile armonicelor a 1-a (fundamentala), a 2-a, a 3-a etc.

Utilizând analiza Fourier, se pot evalua gradul de distorsionare armonică a unui circuit. Pentru aceasta, sursa de la intrarea circuitului trebuie să aibă o specificaţie tranzitorie sinusoidală şi se face analiza Fourier a variabilei de ieşire.

Observaţie: Dacă se utilizează comanda .FOUR, analiza tranzitorie trebuie să se efectueze pe o durată mai mare decât perioada fundamentalei, adică pe o durată mai mare decât 1/<val frecv>.

<u>Aplicaţie:</u>

Pentru circuitul din figură să se efectueze următoarele:



1. Descrieţi circuitul în PSPICE. Sursa Vin va genera în domeniul timp o formă de undă sinusoidală, având offset-ul 0, amplitudinea A (A se va defini ca parametru global, având valoarea de 50 mV) şi frecvenţa de 10 kHz.
2. Efectuaţi analiza circuitului în domeniul timp, pe durata a 5T (T = perioada formei de undă a sursei de la intrare), considerând pasul de tipărire egal cu T/20 şi timpul de netipărire egal cu zero, în următoarele cazuri:
   a. Pasul maxim de calcul (ceilling step) cu valoarea implicită;
   b. Pasul maxim de calcul (ceilling step) cu valoarea egală cu T/50.

   Reprezentaţi grafic tensiunea din nodul de la ieşirea circuitului în cele două cazuri şi observaţi diferenţele.

3. Efectuați analiza de la pct. 2b repetat, pentru 3 valori ale amplitudinii formei de undă de la intrare (20mV, 50mV, 120mV). Pentru a efectua în mod repetat analiza de la pct. 2b, se va utiliza urmatoarea comandă:

```
.STEP PARAM A LIST 20m 50m 120m
```

Reprezentați grafic tensiunea din nodul de ieşire al circuitului şi determinați-i amplitudinea.

4. Pentru analiza parametrică de la pct. 3, efectuați o analiză Fourier pentru a determina coeficienții de distorsiuni armonice a circuitului, dacă variabila de ieşire este tensiunea de ieşire, pentru cele trei valori ale amplitudinii tensiunii de la intrare.

Pentru pct. 3 şi 4 se va completa un tabel cu următoarea formă:

Amplitudine intrare	Amplitudine ieşire	Amplit.ieşire/Amplit.intrare	Coef.distors. armonice
20 mV			
50 mV			
120 mV			

Comparați valorile din coloana 3 cu valorile amplificării în bandă a circuitului, determinate la analiza .AC.