

2011

Universitatea "Politehnica" București
Facultatea de Inginerie Electrică
Catedra de Electrotehnică

TINA-Oscilatoare și filtre

Bezuhanici Laura
Cătuneanu Mircea
Iorga Alexandru
Iosifescu Patricia
Marin Mihai
Zamfir Gheorghe Gabriel

Facultatea de Automatică și
Calculatoare

Profesor coordonator:
Prof. univ Dr. Ing. Mihai Iordache
Prof. dr. ing. Lucia Dumitru
As. Dr. ing. Dragoș Niculae



CUPRINS

1.Introducere în TINA	3
1.Ce este TINA?	3
2.La ce folosește?	3
3.Ce aduce în plus TINA?	3
2.Cum funcționează TINA?	4
1.Ecranul de bază	4
2.Plasarea componentelor de bază	5
3.Firele	5
4.Intrări și ieșiri	5
5.Editarea unui circuit RLC	5
3.Analiza unui circuit RLC	7
4.Analiza circuitelor SMPS	13
1.Folosirea funcției Steady State Solver	13
2.Comanda “Trigger”	14
5.Analiza de tip “stres”	15
6.Analiza rețelei	16
7.Analiza unui circuit digital cu ”motorul digital TINA”	17
8.Aplicații practice	19
1.Oscilatoare	19
2.Filtre	21
9.Crearea unei plăci imprimare de circuit (PCB)	25
10.Bibliografie	33

1.Ce este Tina?

Tina este un program orientat pe educație și oferă utilizatorilor unelte de care au nevoie pentru simularea circuitelor electrice. Folosind Tina, îți poți transforma PC-ul într-un laborator electronic.

2.La ce folosește?

Tina este utilizat pentru simularea circuitului, designul plăcilor de circuit imprimate (PCB-Printed Circuit Board), pentru testarea și analizarea în timp real a circuitelor de tip analog, digital, VHDL (limbaj de descriere hardware), MCU (unitate de control multipunct).

3.Ce aduce în plus Tina?

Tina dispune de două moduri de operare pentru pregătire și examinare. În aceste moduri, studentul lucrează la probleme supervizat de Tina, care îl va ajuta să rezolve probleme dar va aștepta și va examina răspunsul studentului. Studentul poate folosi nume simbolice ale componentelor și de asemenea poate răspunde prin formule sau numere. În modul de pregătire, Tina avertizează studentul dacă a ales un răspuns greșit, iar în modul examinare, Tina va evalua și va reține răspunsul studentului.

Optimizarea - Folosind unealta Optimization din Tina, parametrii necunoscuți ai unui circuit pot fi determinați automat. Unealta optimizare este utilă atât pentru designul circuitelor electronice cât și pentru a învăța construirea unor exemple și probleme. Această unealtă este foarte bună pentru a îmbunătăți rezultatele obținute în urma unei proceduri sau pentru a optimiza circuitele funcționale.

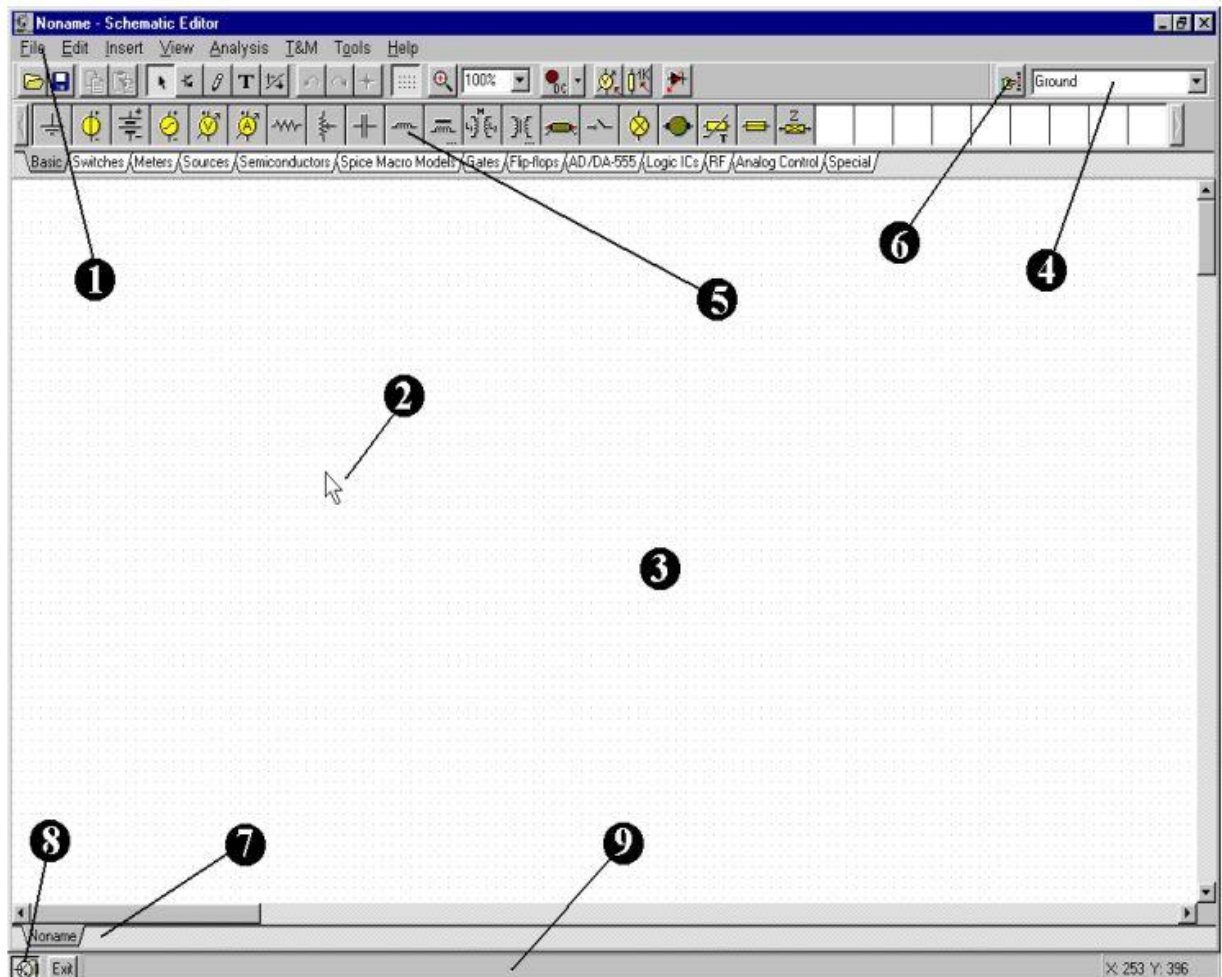
Direct de pe web - Poți deschide modele, librării, exemple direct de pe web pe care le poți importa în Spice.

Măsurare în timp real- Tina este mai mult decât un simulator de circuite cu măsurători virtuale. Poți instala suplimente hardware care te vor ajuta la măsurarea în timp real controlată de Tina.

TinaLab II- Instrument pentru calculator multifuncțional. TinaLab-ului II Instrument pentru calculator îți poți transforma laptop-ul sau PC-ul într-un puternic, multifuncțional instrument pentru testare și măsurători. Orice instrument ai nevoie: multimetru, osciloscop, analiza spectrometrului, analiza logică, generarea arbitrară a formei de undă sau generator digital de semnale poate fi utilizat. În plus TinaLab II poate fi utilizat cu programul TINA simulator de circuite pentru compararea circuitelor simulate și a măsurătorilor rezultate, ca un unic instrument pentru dezvoltarea circuitelor, aflarea erorilor, și studiul electronicelor analogice și digitale.

2. Cum funcționează TINA

1. Ecranul de bază



1. Bara de meniu
2. Cursorul
3. Fereastra pentru schema
4. Bara de instrumente
5. Bara de componente
6. Instrumentul de căutare a unui component
7. Tab-ul pentru fișierele deschise
8. Bara de intrumente TINA
9. Help-ul

2. Plasarea componentelor circuitului

Componentele se pot selecta din bara de componente. Ele pot fi poziționate vertical sau orizontal și pot fi învartite cu 90 de grade prin apăsarea [+] sau [Ctrl-R] (pentru sens trigonometric) sau [-] sau [Ctrl-L] (pentru sens invers trigonometric). În plus, unele componente, cum ar fi tranzistorii pot fi oglindiți în jurul axei verticale cu ajutorul tastei [*].

După ce a fost selectat și poziționat, se poate da dublu click pentru a-i modifica valorile parametrilor.

3. Firele

Un fir stabilește un scurtcircuit (conexiune de 0 ohm) între două componente. Pentru a poziționa un fir, se selectează instrumentul de desenat și se poziționează pe punctul de început. În timp ce mouse-ul este mișcat, Tina desenează firul de-a lungul traseului făcut de utilizator. În punctul final, se dă click stânga din nou.

Dacă nu sunt conectate toate componentele, TINA va semnală o avertizare.

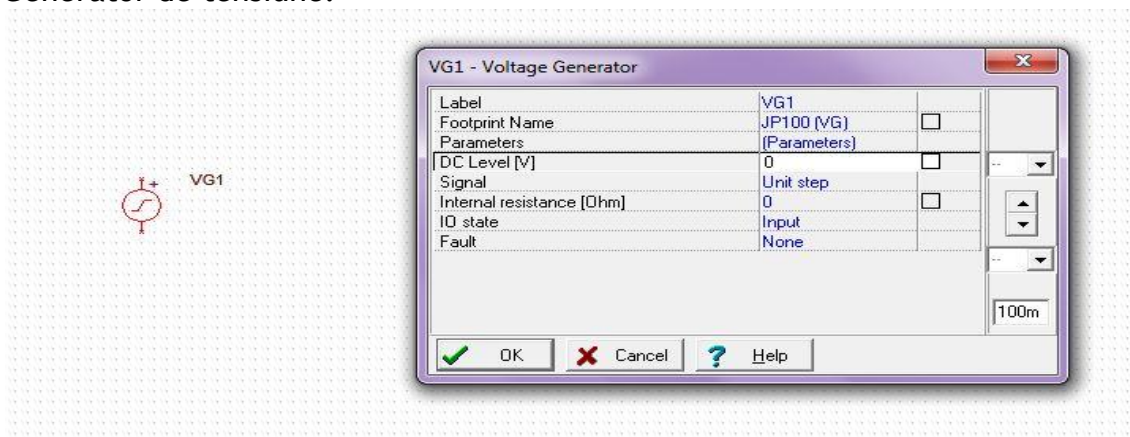
4. Intrări și ieșiri

Anumite tipuri de analize nu pot fi executate cât timp nu au fost selectate intrările și ieșirile. Acestea stabilesc unde este aplicată excitația și de unde este luat răspunsul circuitului. Output-ul ales va determina ce grafice vor fi afișate în modul de analiză ales.

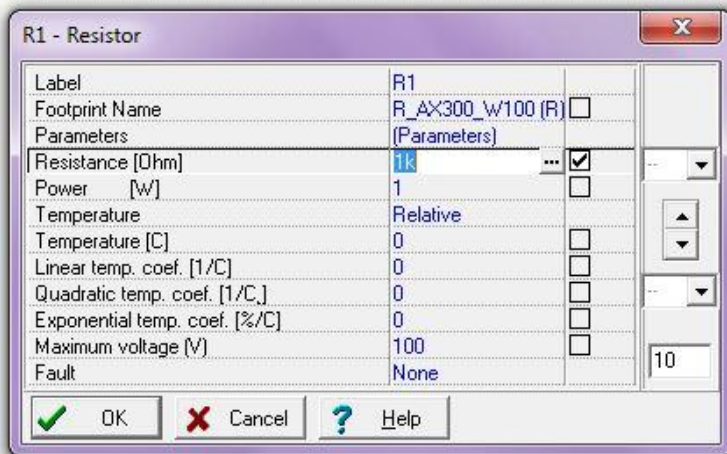
5. Editarea unui circuit RLC

Se deschide un nou document (**File->New**) și se adaugă componentele. Pentru început se adaugă sursa de curent. Pentru a-i schimba proprietățile, se dă dublu click și apare o nouă fereastră.

Generator de tensiune:



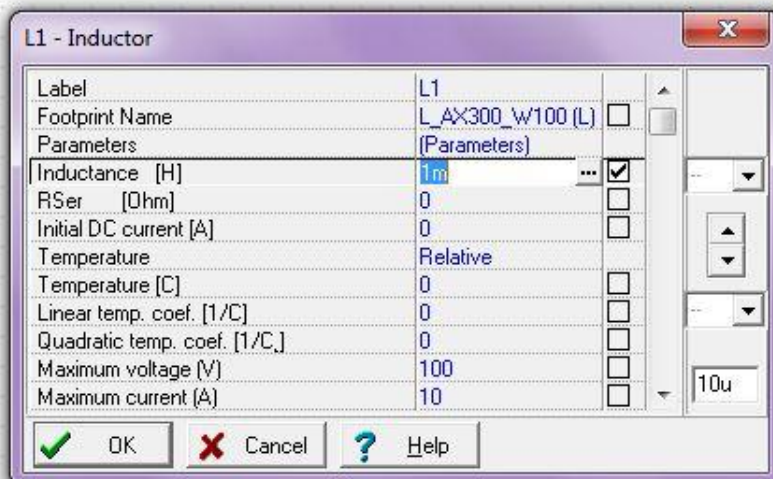
Rezistența:



R1 1k



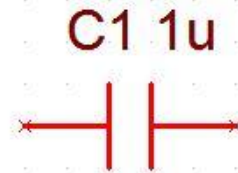
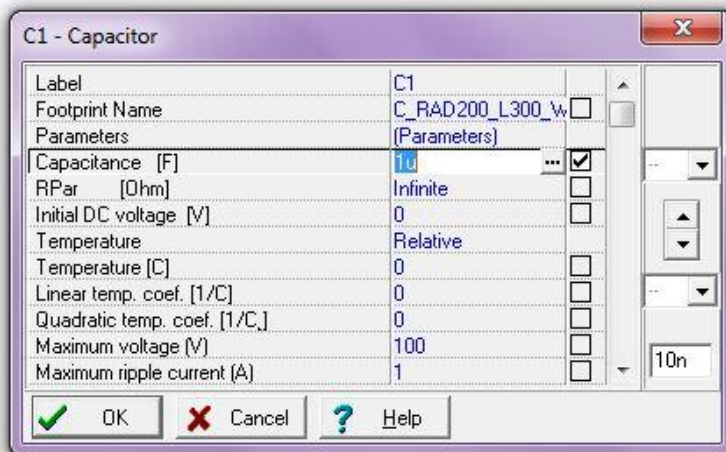
Bobina:



L1 1m



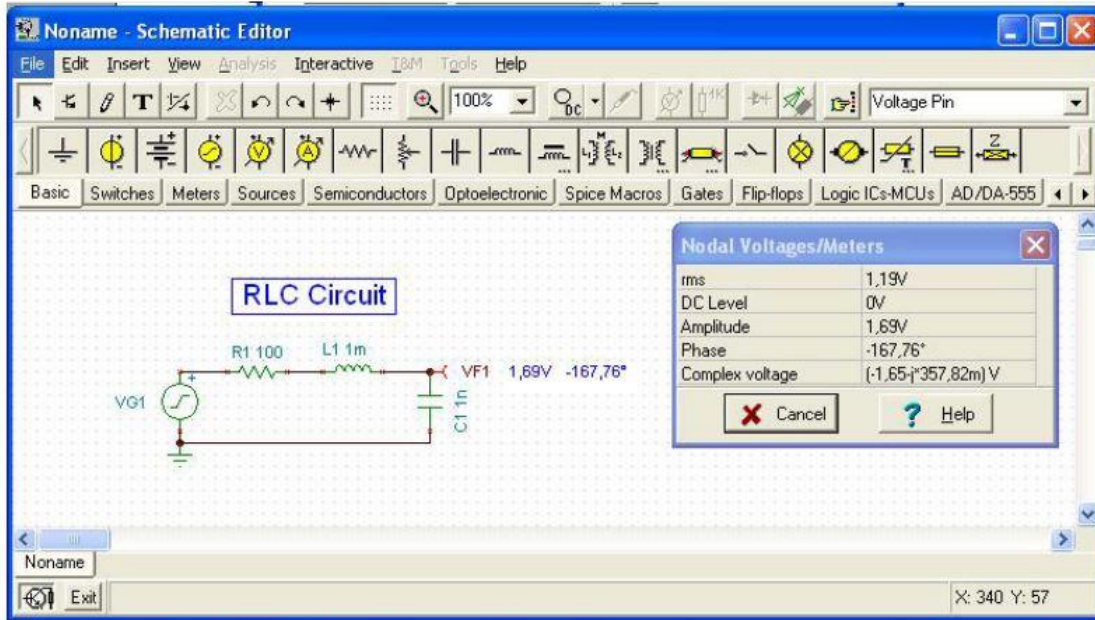
Condensator:



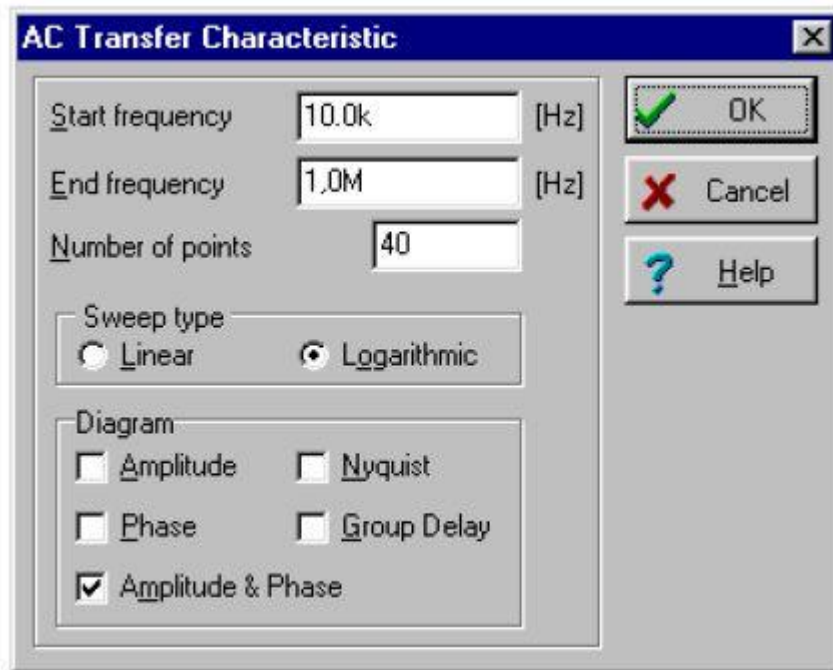
În final, pentru a-i da un nume schemei, apăsați butonul **T** și va apărea un editor de text.

3. Analizarea unui circuit RLC(CC, CA, analiza tranzitivă și Fourier)

Pentru început, vom face o analiză de **curent alternativ**. Apăsați **Select Analysis-> AC analysis->Calculate nodal voltages** și astfel, atunci când selectați cu cursorul orice nod, într-o nouă fereastră se va afișa tensiunea lui.

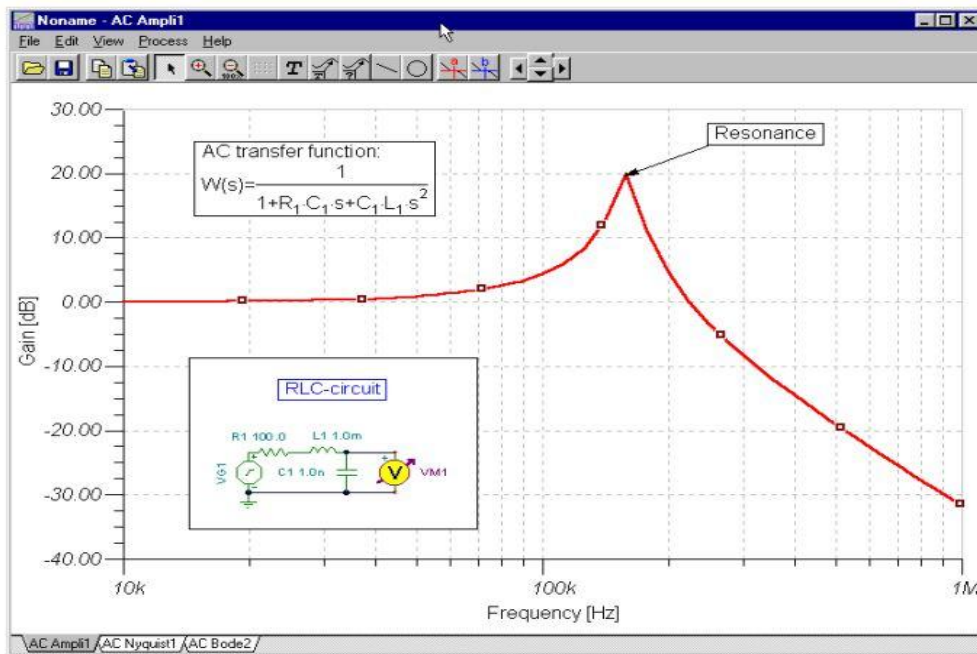


Analiza în **curent continuu** se face similar apăsând DC analysis. Acum selectați **AC Analysis->AC Transfer Characteristic** și următoarea fereastră va apărea:



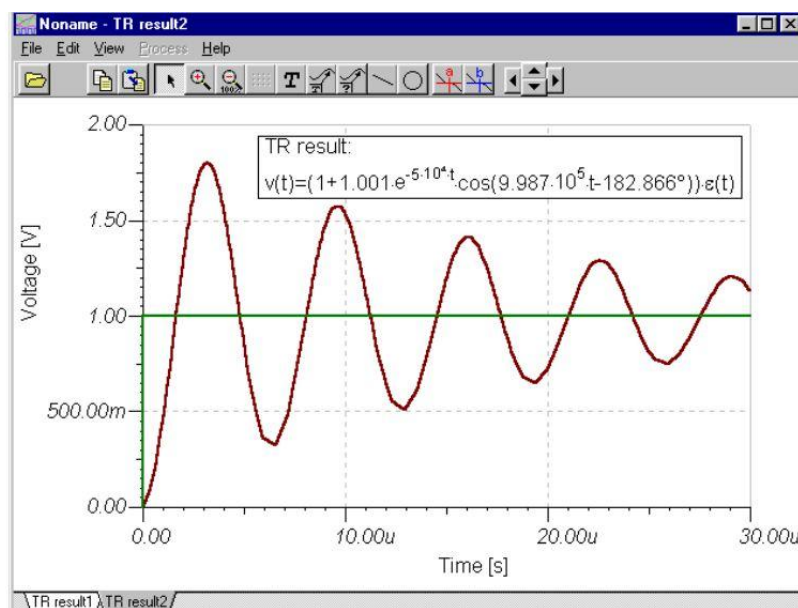
În mod implicit, amplitudinea și faza vor fi calculate. În plus selectați Amplitude și Nyquist. Modificați frecvența de început și apăsați OK. O bară de

progres va apărea cât timp programul calculează. După ce calculele sunt terminate, amplitudinea Bode caracteristică va apărea în fereastra de diagrame. Aici se pot citi valorile de intrare și ieșire. În orice reprezentare, se poate afla și afișa funcția de transfer selectând **Analysis->Symbolic Analysis->AC Transfer** sau **Analysis->Symbolic Analysis->Semi Symbolic AC Transfer**.

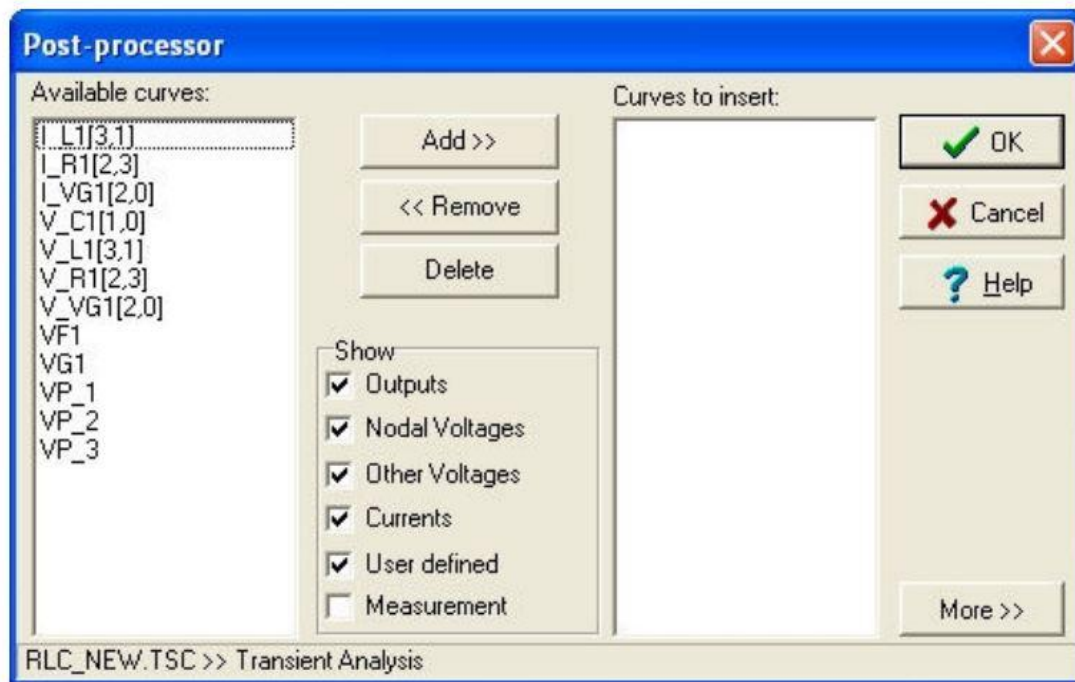


Utilizând facilitățile grafice ale TINEI, poți adăuga informații folositoare cum ar fi: anotații, markere, schema circuitului

Acum vom efectua o **analiză tranzitorie**. Prima oară ne vom asigura că generatorul de curent are setat setată unda în mod implicit ca unit step. După ce selectați **Analysis->Transient Analysis**, va apărea o nouă fereastră. Schimbați End display 30u , apăsați OK și va fi afișată analiza tranzitorie.



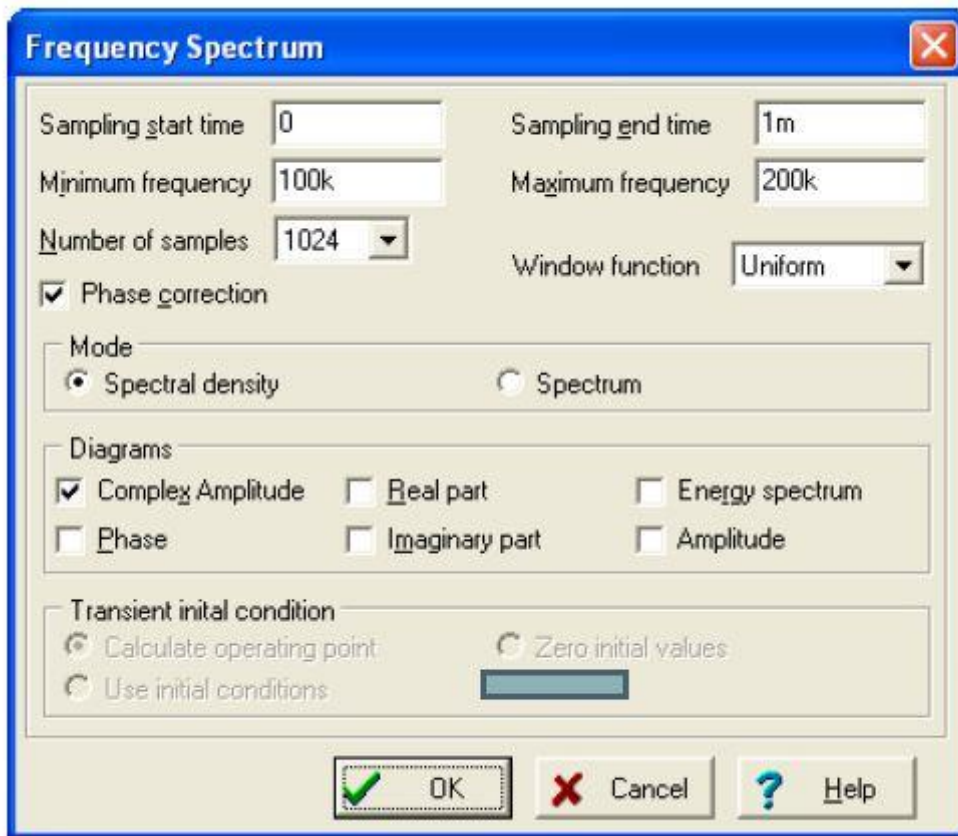
Pentru a adauga în diagramă alte curbe de analizat, apăsați butonul Post processor și va apărea următoarea căsuță:



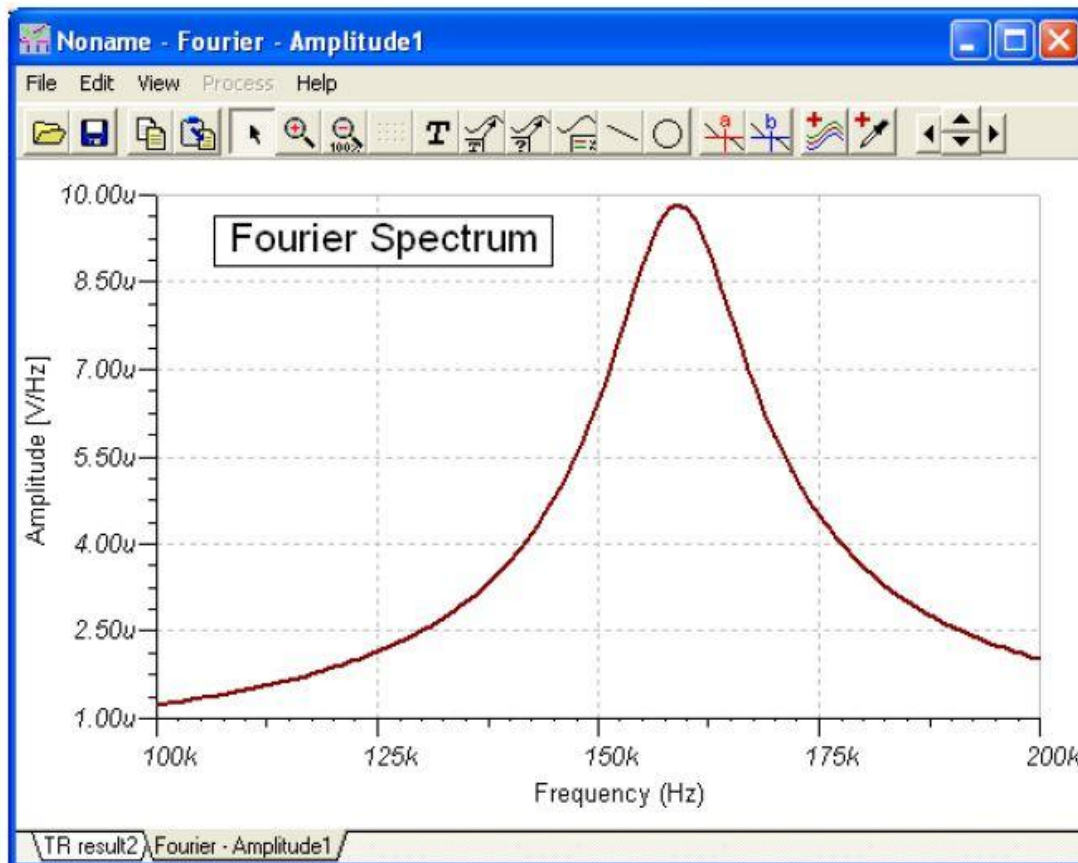
Simbolurile $V_{\text{nume}[i,j]}$ și $I_{\text{nume}[i,j]}$ se referă la tensiunea, respectiv curentul dintre nodurile i și j . VP_n înseamnă tensiunea nodului n . Pentru a adăuga o componentă la listele de grafice de inserat, selectați elementul din listă, apăsați **Add>>** și apoi **OK**. Se pot face multe lucruri cu unealta de Post processing. De exemplu, se pot crea noi grafice prin adunarea altora sau aplicându-le o funcție matematică.

Pentru a demonstra o caracteristică mai avansată a Tinei, vom analiza Spectrul Fourier al unui răspuns tranzitiv non-periodic. Pentru început schimbăm parametrul **TR maximum time step** la $10n$ iar analiza tranzitivă o vom efectua timp de $1m$ schimbând parametrul **End display** din **Transient Analysis**.

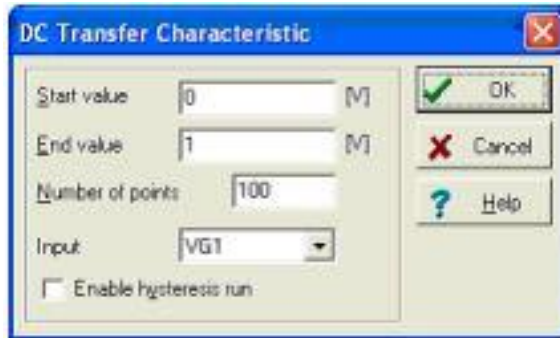
Pentru a selecta semnalul de ieșire, mișcând mouse-ul de-a lungul curbei și se apasă butonul stâng atunci când cursorul se modifică sub forma **+**. Graficul selectat se va colora în roșu. Acum apăsați butonul din dreapta al mouse-ului și selectați **Fourier Spectrum** din meniul popup. Va apărea fereastra:



După ce faceți setările necesare, apăsați OK și va apărea graficul:



Am văzut deja numeroase moduri de analiză în Tina. Dar încă nu am folosit modul de **analiză în curent continuu** pentru a calcula caracteristica de transfer a acestui circuit. Pentru a face acest lucru trebuie să selectați DC Analysis - > DC transfer Characteristic din meniul de Analiză al circuitului. Va apărea următoarea fereastră:



Setați valoarea de început la 7,5, cea de sfârșit la 7,5, și apoi apăsați OK. După ce rulează o scurtă perioadă de timp, va apărea o diagramă similară cu cea de mai jos. Aceasta reprezintă graficul tensiunilor de ieșire și de intrare ale circuitului.

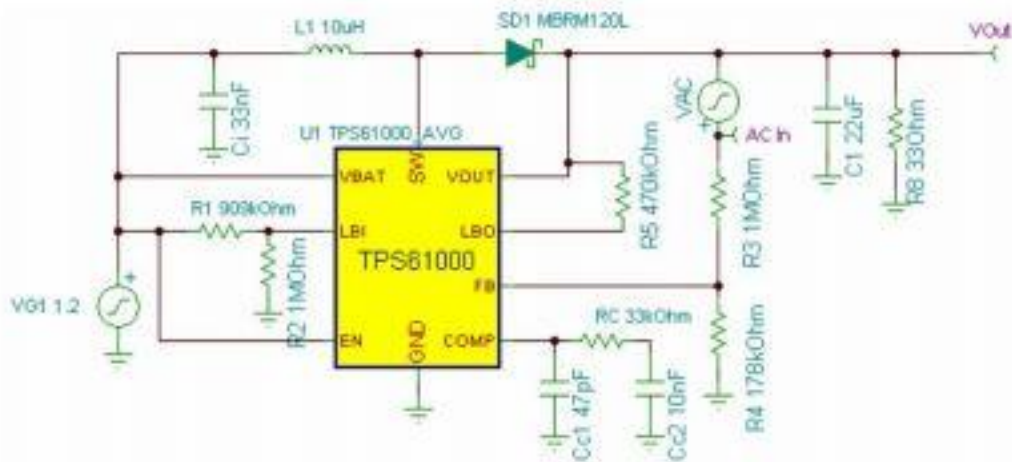
4. Analiza circuitelor SMPS (Surse industriale de tranziție)

Circuitele SMPS reprezintă o parte importantă a industriei electronice moderne. Pentru a putea analiza asemenea circuite, Tina pune la dispoziție numeroase instrumente și moduri de analiză. Ca să demonstrăm acest lucru trebuie să parcurgem mai mulți pași:

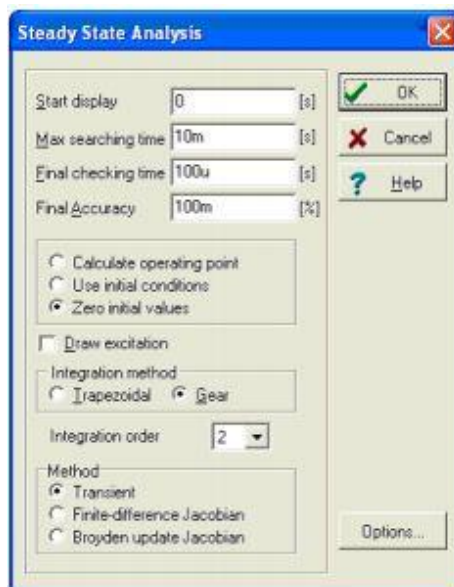
1. Folosirea funcției Steady State Solver

Atingerea stării de echilibru ocupă cel mai mult în analiza unui circuit SMPS. Pentru a găsi automat această stare, Tina are în meniul de analiză a circuitului comanda “Steady State Solver”. Pentru a arăta cum se folosește această comandă o să încercăm în Tina circuitul “Startup Transient TPS61000.TSC Boost Converter” din directorul “EXAMPLES\SMPS\QS Manual Circuits”.

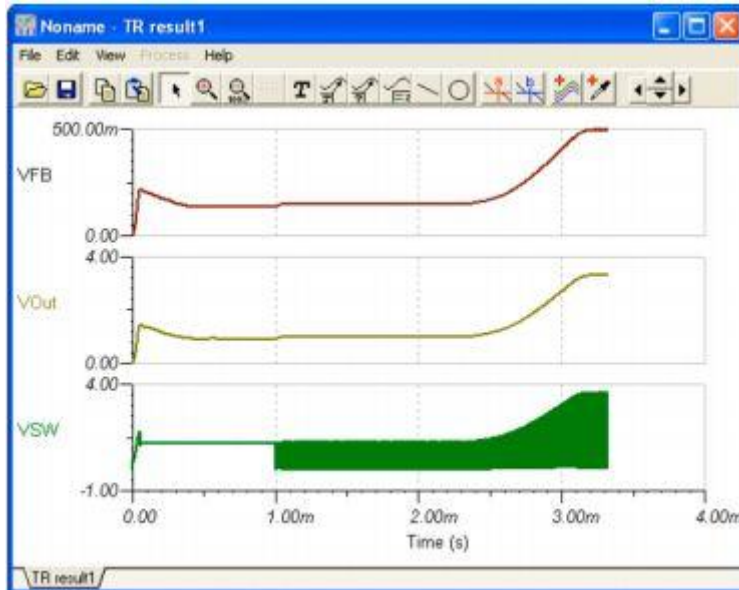
Va apărea următorul circuit:



Acum selectăm comanda “Steady State Solver”. Următoarea fereastră va apărea:



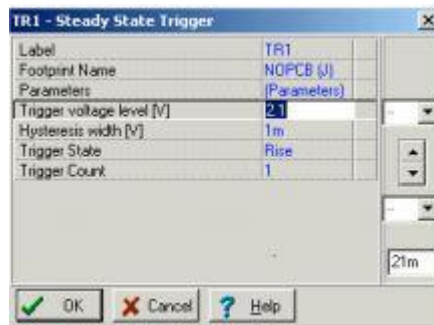
Acum să rulăm comanda. După câteva momente o să obținem următoarea formă:



Acest grafic prezintă circuitul de la pornire și până la atingerea stării de echilibru. Acest proces durează în jur de 4 milisecunde.

2. Comanda “Trigger”

Folosim această comandă pentru a determina timpii de început și de sfârșit ai perioadei de tranziție. Această comandă o găsim în meniul “Meters” din Tina. Dacă dăm dublu-click pe componenta “Trigger” putem apoi să-i setăm parametrii.



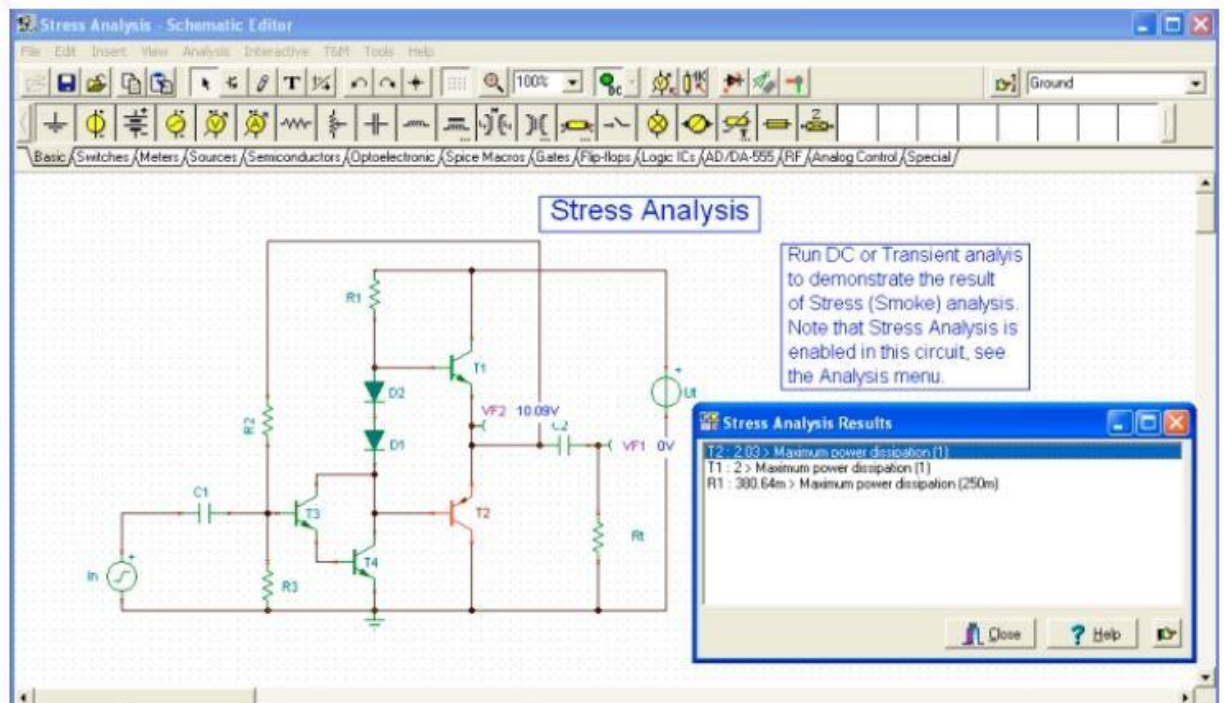
5. Analiza de tip "stres" (Stress Analysis)

Analiza de tip stres poate testa porțiuni de circuit la condiții de stress precum: disiparea de putere maximă, disiparea de tensiune maximă și limitele curentului. Acest tip de analiză mai poartă denumirea de Analiză fum, deoarece componentele supraîncărcat emit adesea fum.

Poți utiliza aceasta opțiune din meniul **Analysis -> Activare Analiza stress**. Când veți folosi analiza de curent continuu sau tranzitoriu se va afișa o lista de componente, împreună cu parametrii ce depășesc limitele maxime.

Înainte de a utiliza analiza stres, verificați și setați valoarea maximă a componentelor din circuit.

Ca exemplu pentru analiză stres, deschideți fișierul Stress Analysis.TSC din directorul TINA's Examples și rulați DC. În următoarea figură putem vedea rezultatul rulării analizei de tip stress.

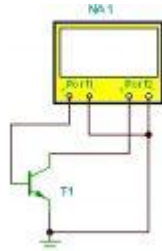


După cum se vede disiparea de putere pe T1, T2 și R1 atinge limita maximă a acestor componente.

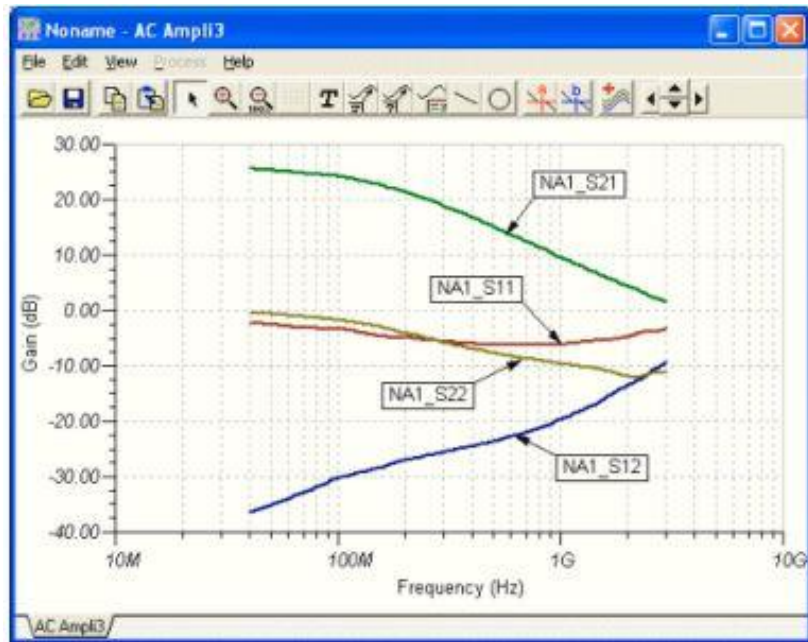
6. Analiza rețelei (Network Analysis)

Tina te ajută să efectuezi analiza rețelei și să determini cei doi parametri de tip port ai circuitului. Aceasta opțiune este folosită în special pentru circuitele de frecvență radio. Rezultatele pot fi afișate în mai multe moduri: Polar, Smith sau alte diagrame.

În continuare avem un exemplu:



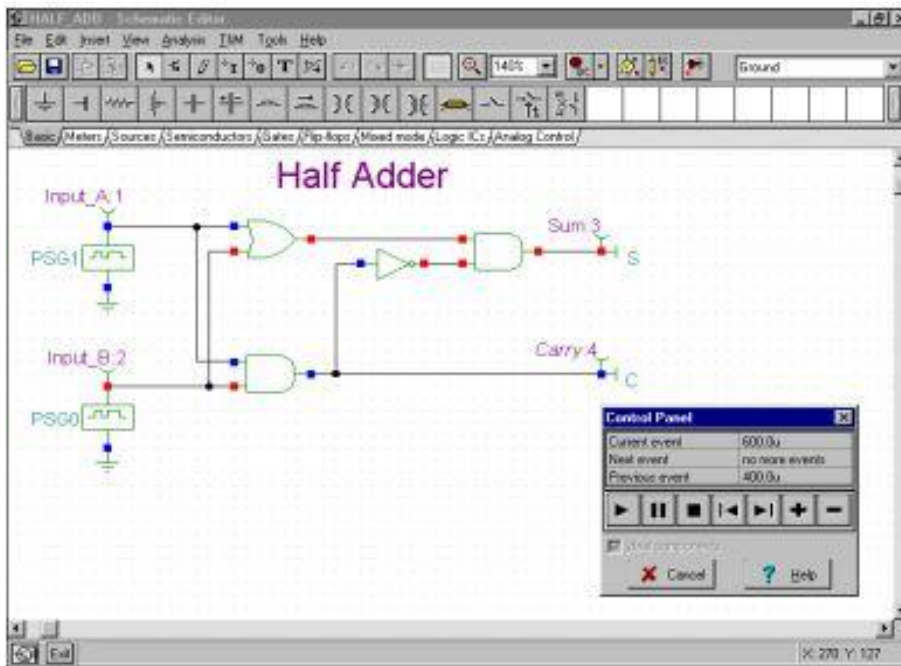
Pentru a analiza acest circuit selectăm opțiunea din meniul Analysis -> AC Analysis -> Analiza circuit. Diagrama amplitudinii este următoarea:



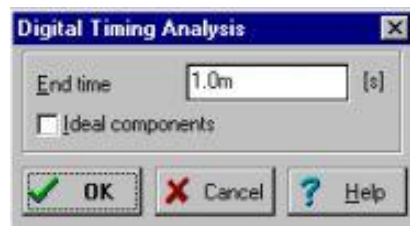
7. Analiza unui circuit digital cu "motorul digital TINA"

Hai să testăm un circuit digital. Să deschidem circuitul „HALF_ADD.TSC” din folderul EXAMPLES.

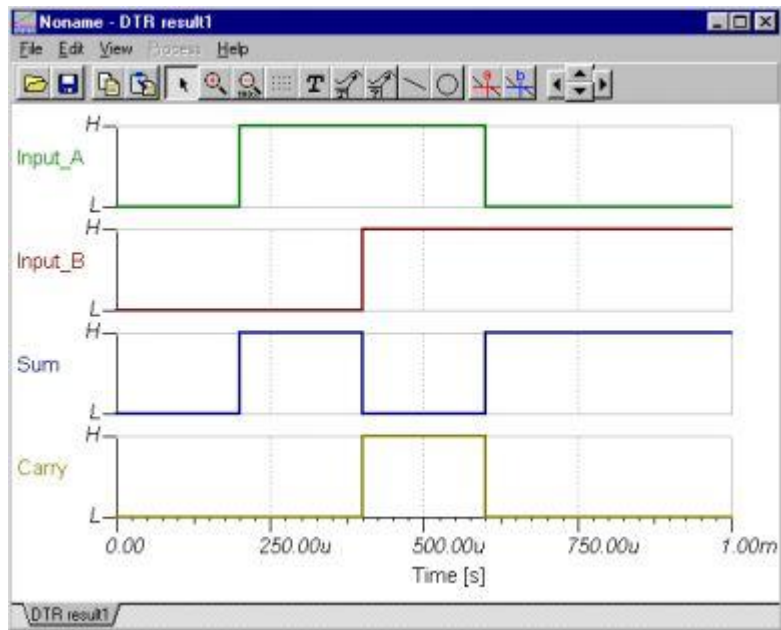
Selectăm comanda „Digital Step-by-Step” din meniul **Analysis**. Va apărea un panou de control unde putem examina comportamentul circuitului pas cu pas apăsând butonul „Step Forward”. Pentru a rula modul liber apăsați butonul „Play”. La fiecare nod va apărea câte o casuță mică care va indica nivelul logic (culoarea roșie pentru înalt, albastru pentru scăzut, verde pentru impedența mare și negru pentru nedefinit). Imaginea de mai jos ne arată o stare intermediară a procesului:



Acum să examinăm comportamentul tranzitoriu al circuitului. Selectând comanda „Digital Timing Analysis” din meniul **Analysis** va apărea următorul meniu:



Rezultatul este arătat în diagrama timpului care urmează:

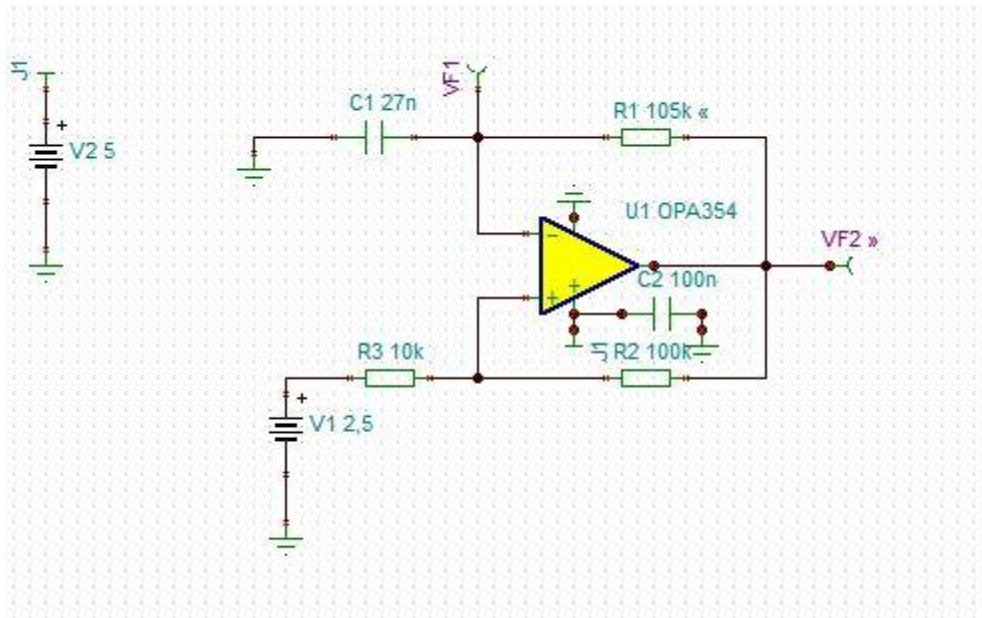


De reținut este faptul ca anumite componente digitale pot fi analizate atât prin metoda digitală cât și analitică.

8. Aplicații practice

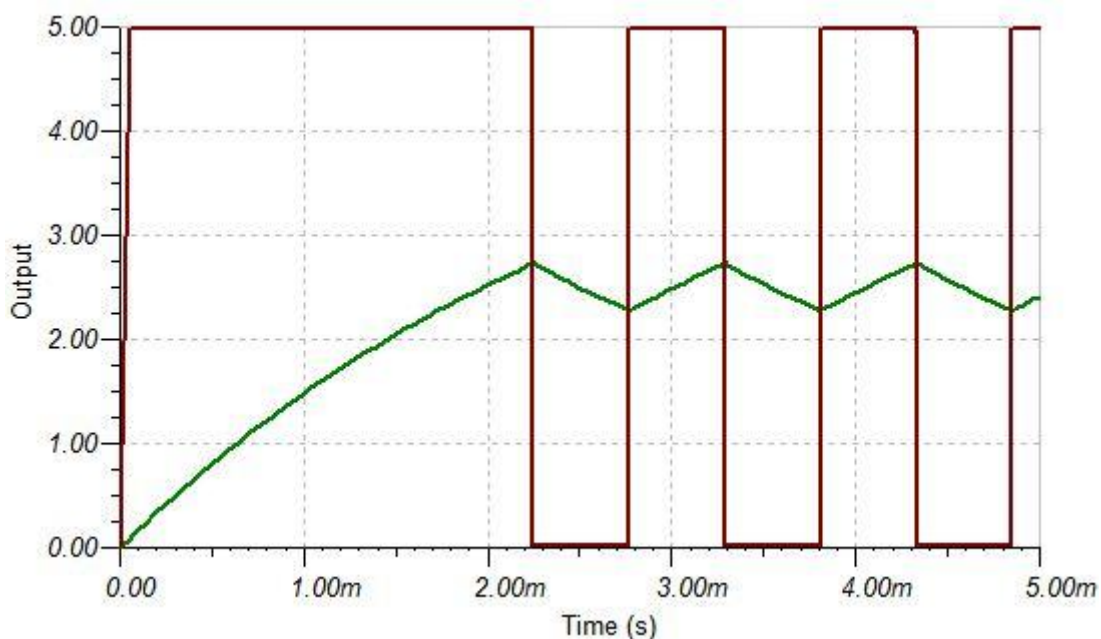
1. Oscilatoare

Oscilator de unde drept unghiulare

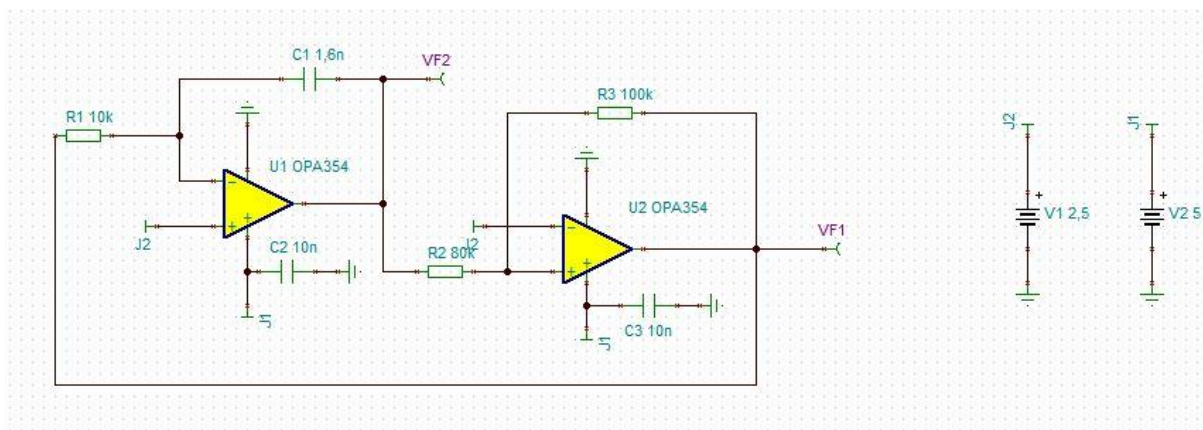


Acest oscilator produce atât un semnal pătratic cât și unul triunghiular. Oscilatorul de mai sus este recomandat să fie utilizat pe o singură sursă de 5V. Componenta de curent continuu a fiecărui output poate fi înlocuită de un cuplaj capacitiv dacă este necesar.

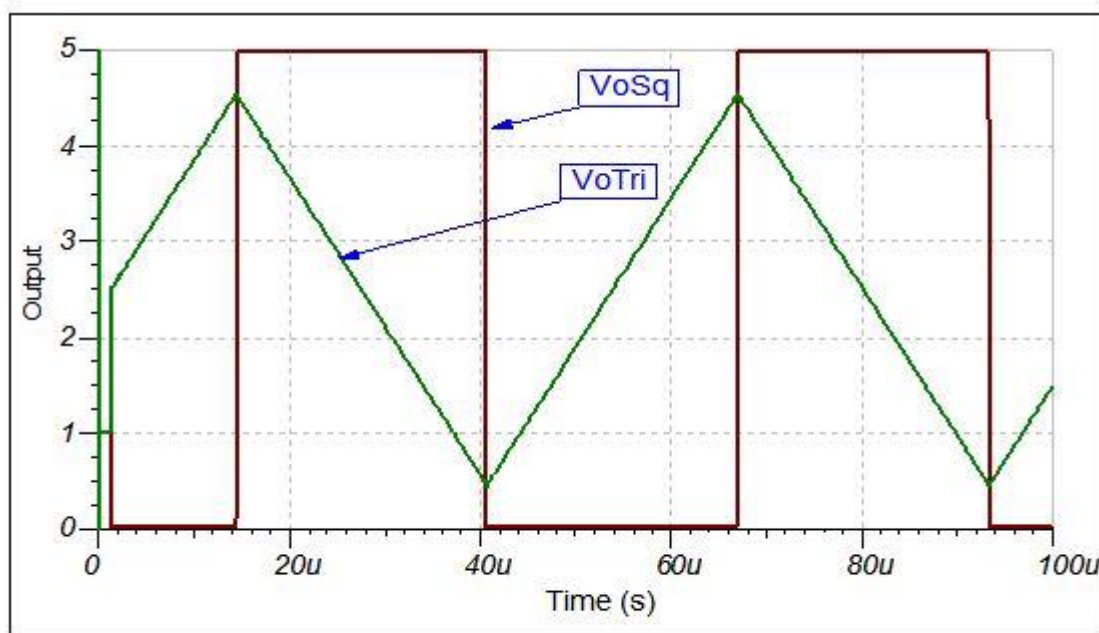
Frecvența oscilatorului este determinată de componentele C1 și R1. Analiza tranzitorie folosește opțiunea "zero initial condition" pentru a ajuta oscilatorul să pornească. Acest timp de pornire este vizibil pentru câteva milisecunde.



Oscilator de unde drept unghiulare

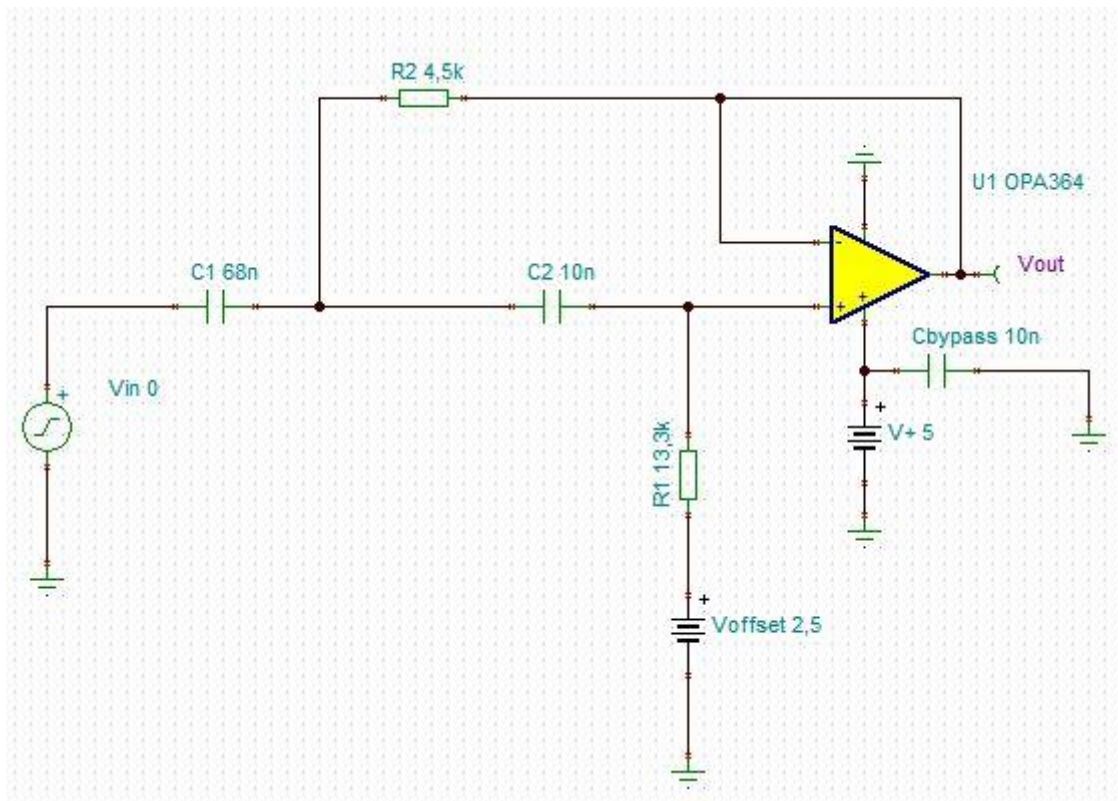


Acest oscilator produce un semnal triunghiular și un semnal pătratic. Componenta U1 funcționează precum un integrator, ce crează un semnal triunghiular la ieșire din semnalul patratric produs de U2. U2 este folosit aici ca un comparator cu o foarte mare cantitate de histerezis, centrată în jurul Vbias. Frecvența oscilatorului este de 19kHz. Frecvența oscilatorului este dependentă de componentele R1, C1 și de semnalul de ieșire produs de către U1. Micșorând R2 se va micșora și histerezisul componentei U2 și se va mări astfel frecvența produsă de oscilator la ieșire.

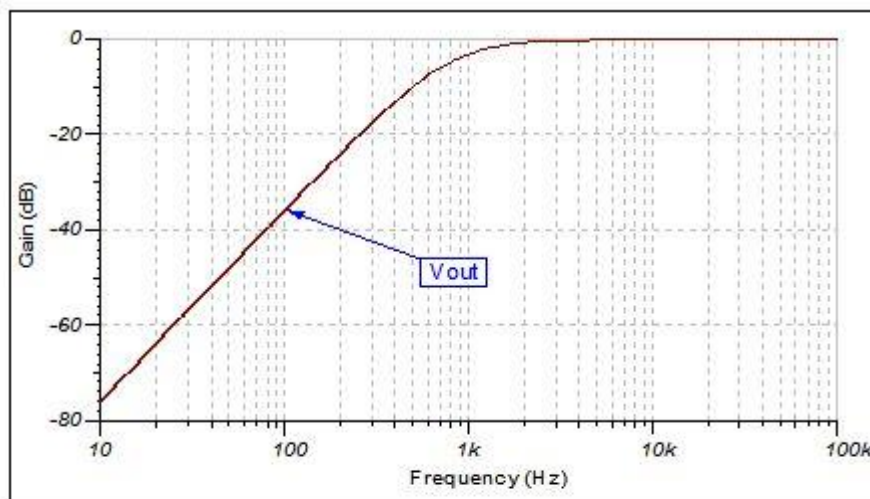


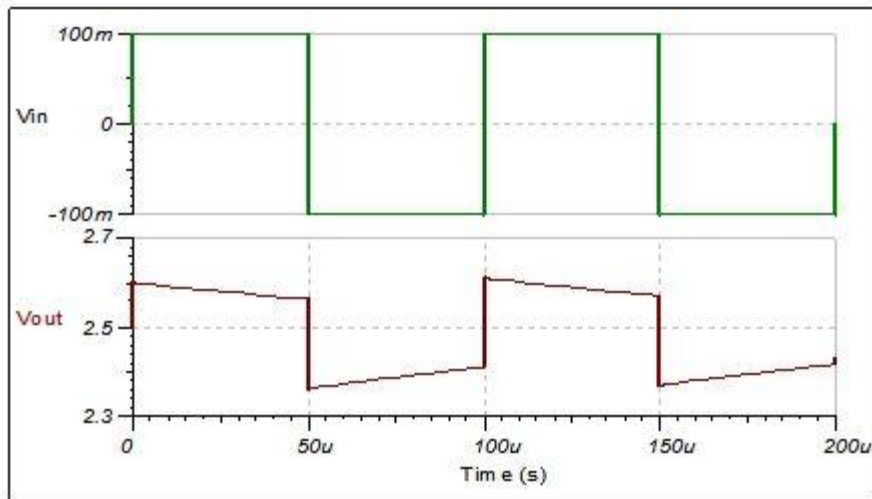
2. Filtre

Filtru cu trecere joasă Sallen-Key Chebychev (1 kHz)



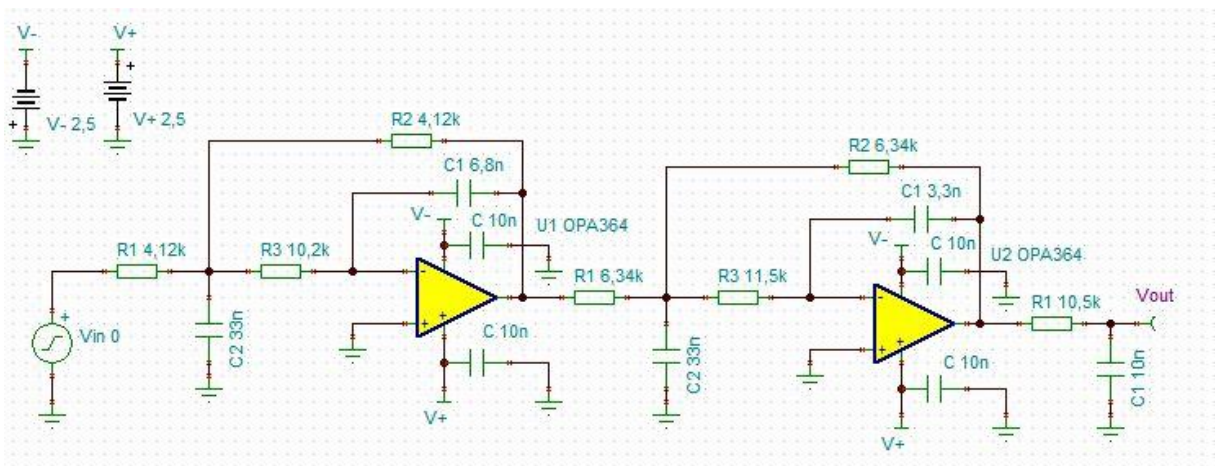
Acest filtru este construit pentru folosirea unei singure surse . Rezistențele de valori mari - folosite uzual în circuitele de frecvență mică- necesită o intrare de CMOS sau JPET pentru a minimiza erorile de voltaj.





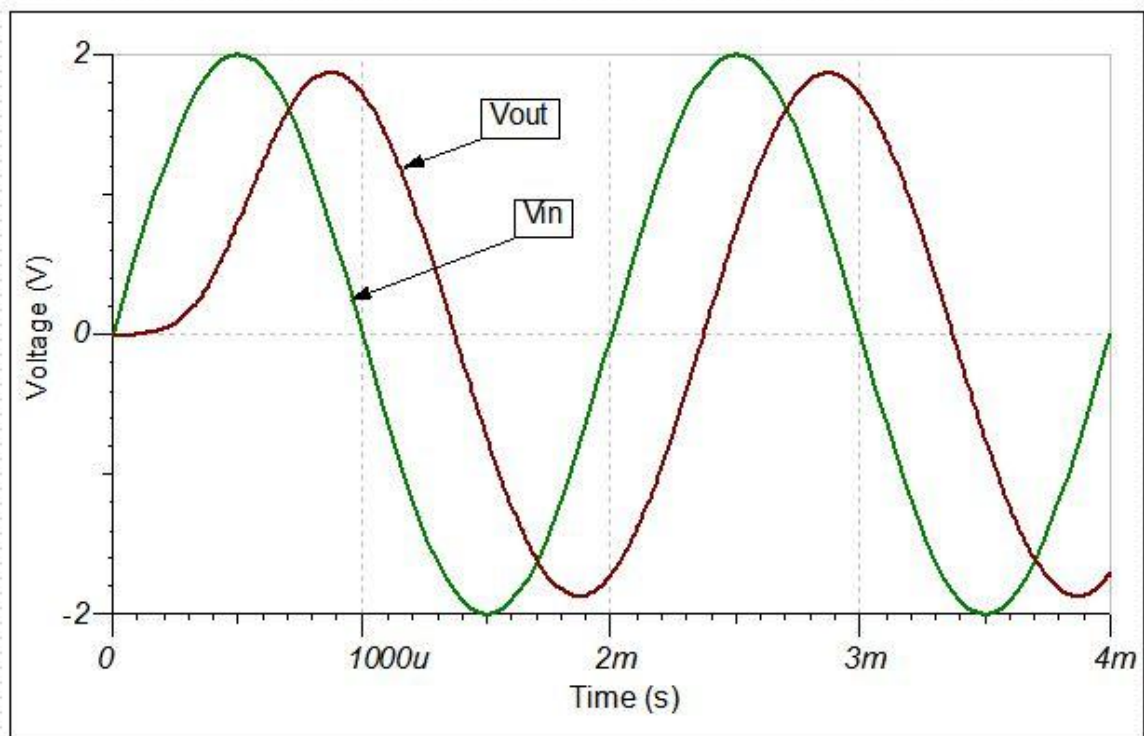
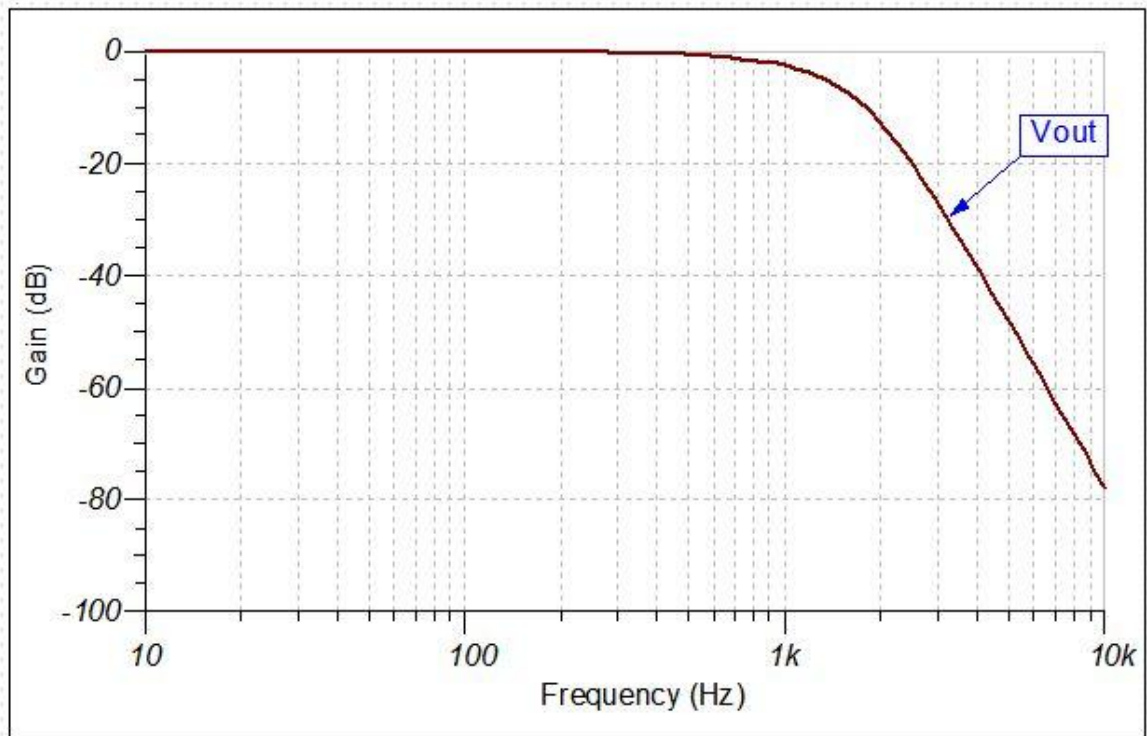
7

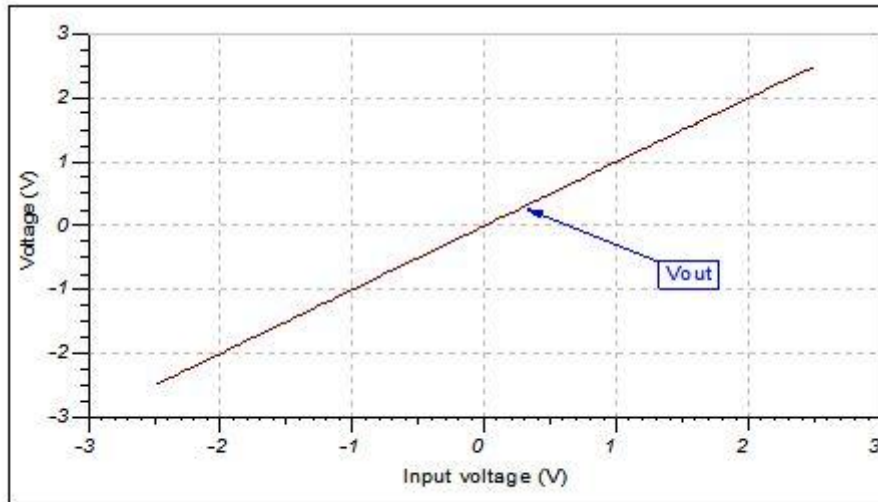
Filtru cu trecere joasă Chebychev(1kHz)



Topologia filtrelor este de fapt o configurare de inversare a fazei dar dacă două stadii de inversare sunt aleatoare, output-ul filtrului este neinversat. A favoriza acest filtru pentru o singură operațiune de alimentare este nerecomandat. Pentru un filtru cu trecere joasă de ordinul cinci neinversat, o cheie Sallen este o alegere mai bună pentru aplicațiile cu o singură alimentare.

Cum ni s-a aratat, acest filtru este proiectat pentru utilizarea pe surse bipolare. Rezistențele de valori mari - specifice filtrelor cu frecvențe joase- necesită un semiconductor CMOS sau un input JFET(un tip de tranzistor) pentru a minimaliza erorile deviației de tensiune.



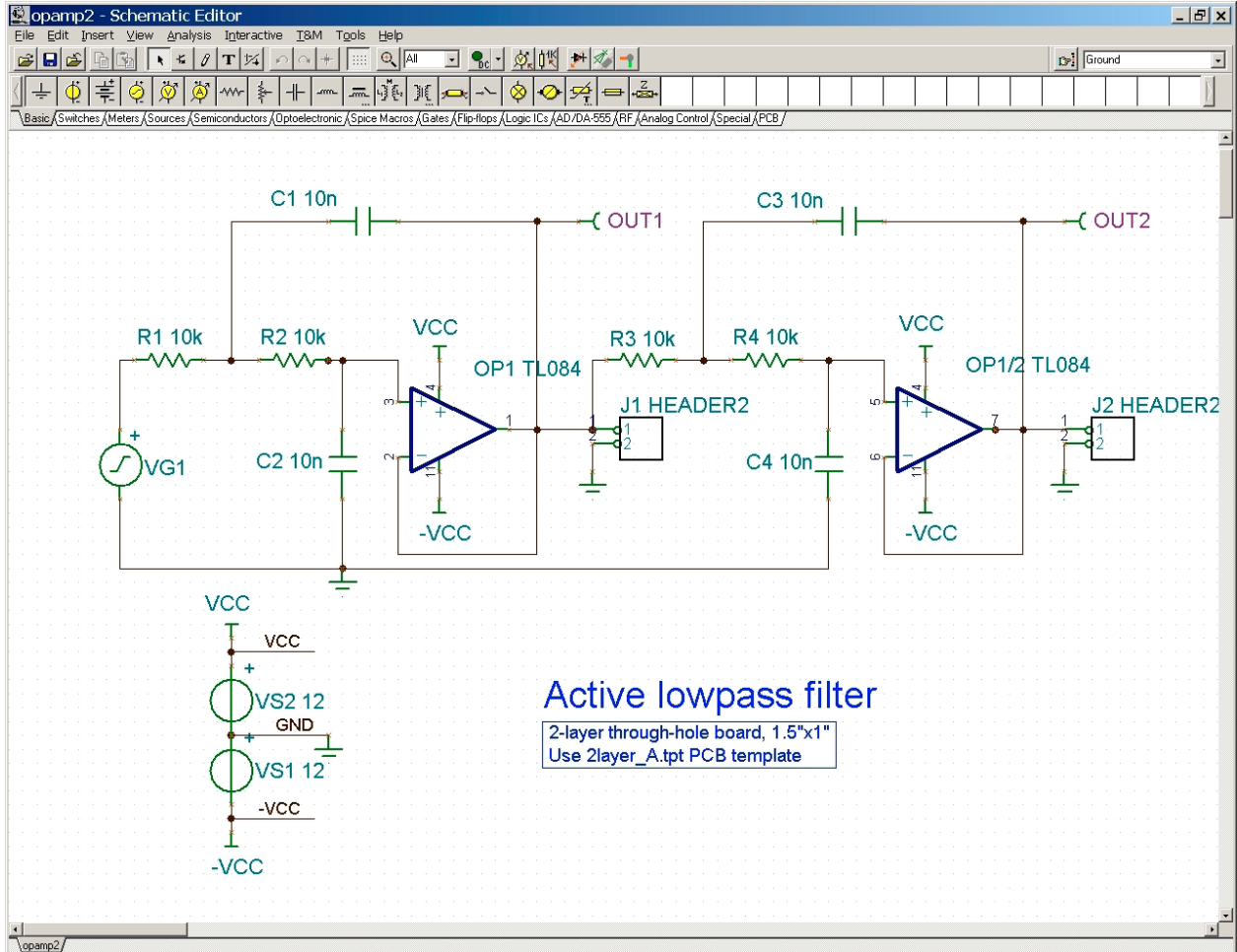


9. Crearea unei plăci imprimată de circuit (PCB)

După ce am folosit TINA pentru a realiza schema circuitului ce are un design elaborat, putem realiza și un prototip de circuit sau să-l fabricăm prin câteva exemple.

1. Setarea și verificarea amprentelor

Vom folosi exemplul TINA opamp2.tsc



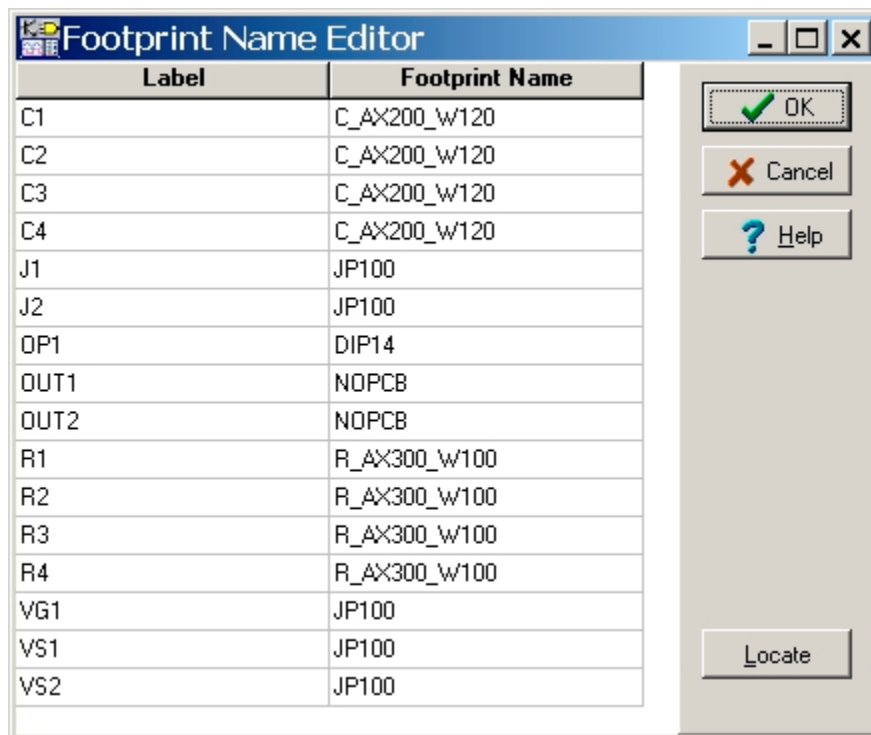
Pentru a efectua un design PCB clar, ușor de construit, fiecare parte din schemă trebuie să aibă o reprezentare fizică cu dimensiunile fizice exacte. Acest lucru este realizat prin așa numitele "amprente": desenele care arată conturul și pinii fiecărei componente.

Standardele folosite nu corespund tuturor producătorilor întrucât în condițiile actuale standardizarea nu mai reușește să țină pasul cu tehnologia. Am atribuit deja denumiri implicite tuturor părților ce reprezintă componente reale.

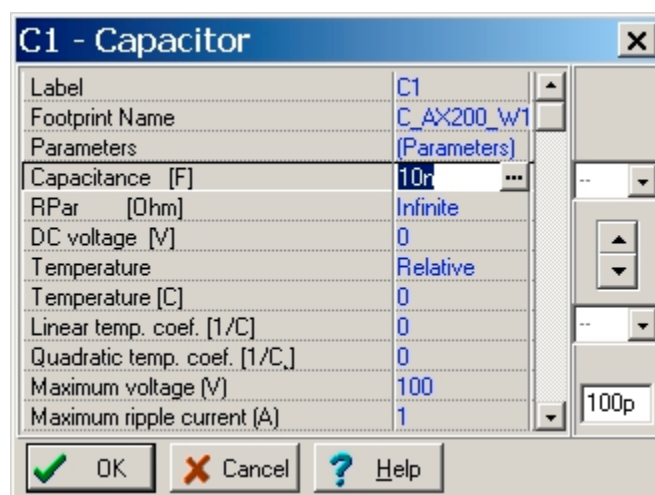
Notă !

Unele părți folosite pentru cercetarea teroretică, cum ar fi sursele comandate, ele nu reprezintă componente fizice reale și nu pot fi înlocuite pe un PCB. Dacă modelul are și părți de acest fel, va trebui să le înlocuiești cu unele real. Este evident că grupurile fizice implicite de componente nu sunt neapărat cele necesare modelului dumneavoastră, însă puteți verifica acest lucru în două moduri:

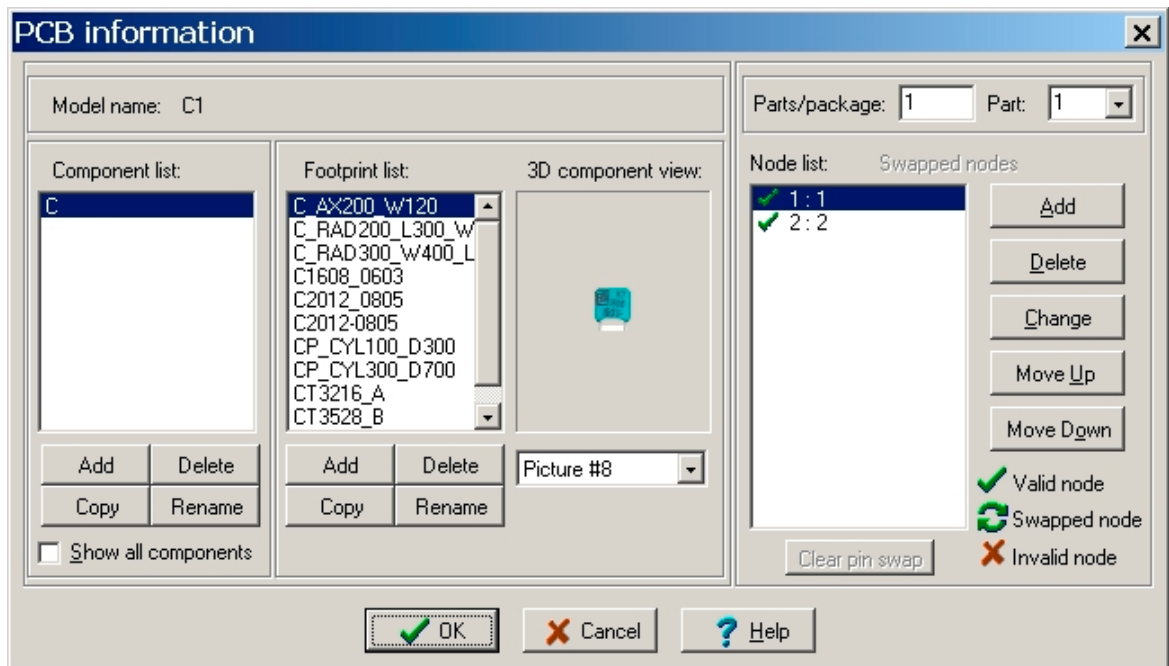
- 1) Prin „footprint name editor”, din meniul TOOLS (aici puteți vedea toate componentele TINA și corespondentele cu numele amprentelor)



- 2) A doua variantă de a verifica dacă amprentele atribuite sunt cele dorite este :
dublu click pe cele două capete ale componentei și verificați Footprint Name în fereastra apărută :

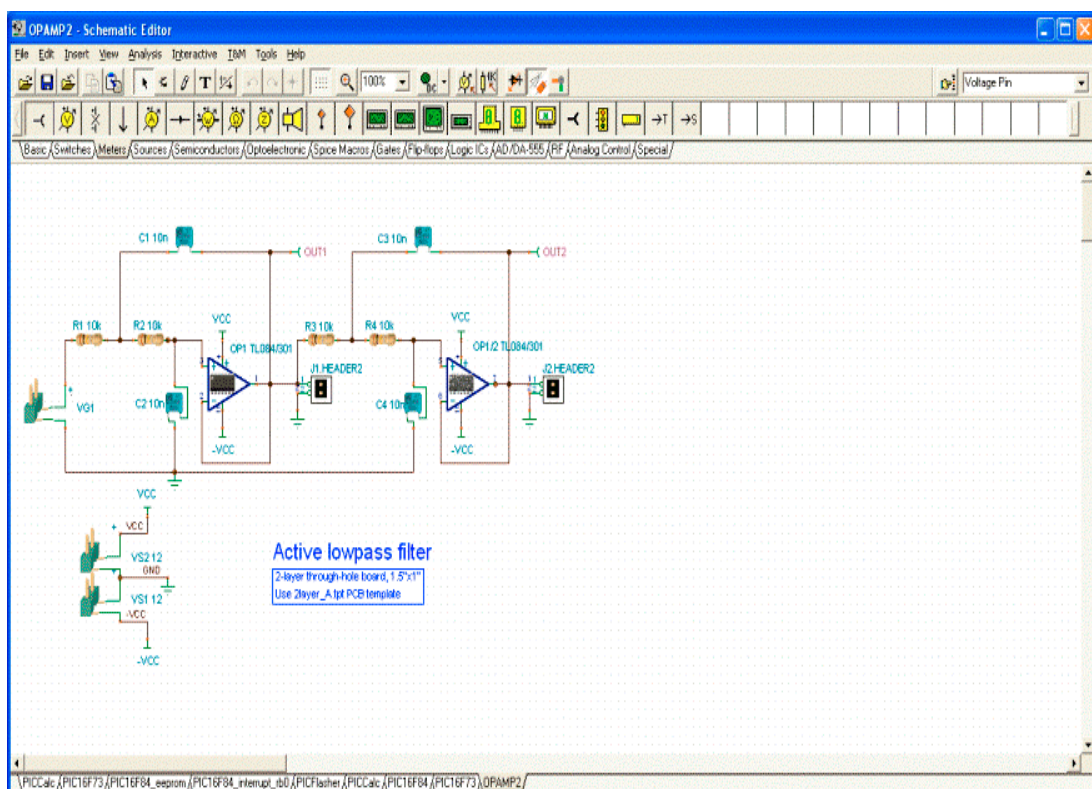


De asemenea puteți deschide și fereastra „PCB information”. Aceasta va permite să selectați dintre numele de amprente disponibile. Aici găsiți și imaginea 3D a componentei dumneavoastră .



Când găsiți amprenta pe care o căutați, apăsați OK și confirmați schimbările efectuate. Dacă nu găsiți amprenta pe care o căutați, puteți crea una nouă.

Când ați terminat, verificați forma 2D/3D apăsând F6. Numai dacă o componentă este importantă pentru analiză, ea va avea și o vizualizare 3D. Dacă asocierea fizică a componentelor este OK, putem începe aranjarea efectivă a PCB (PCB layout design).



Pentru a începe designul PCB-ului, apăsați butonul din bară de instrumente (ultimul din dreapta) sau selectați comanda „PCB design” din Tools. Setați parametrii astfel :

Selectați „Start New Project”, „Autoplacement”, „Use board template”. Alegeți 2layer_a.tpt ca template. Astfel vă asigurați că aveți setările PCB-ului cu două părți .

Alegerea unui template TINA va încadrează în nivelul de complexitate al proiectului dumneavoastră. Următoarele trei nivele de complexitate sunt definite prin standardul:

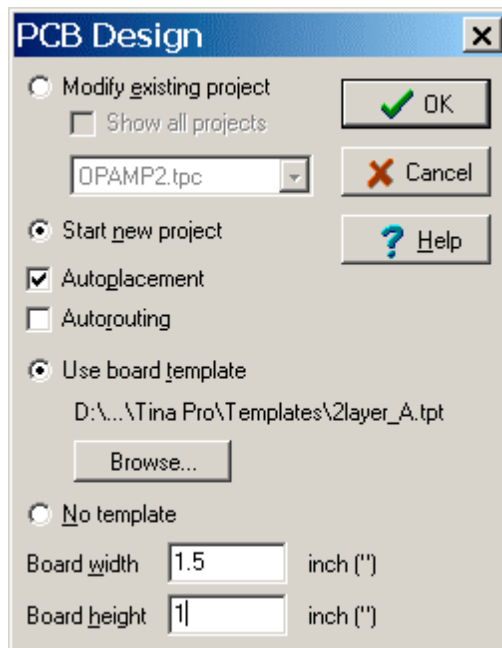
IPC-2221:

Nivelul A : Complexitate de design generală

Nivelul B : Complexitate de design moderată

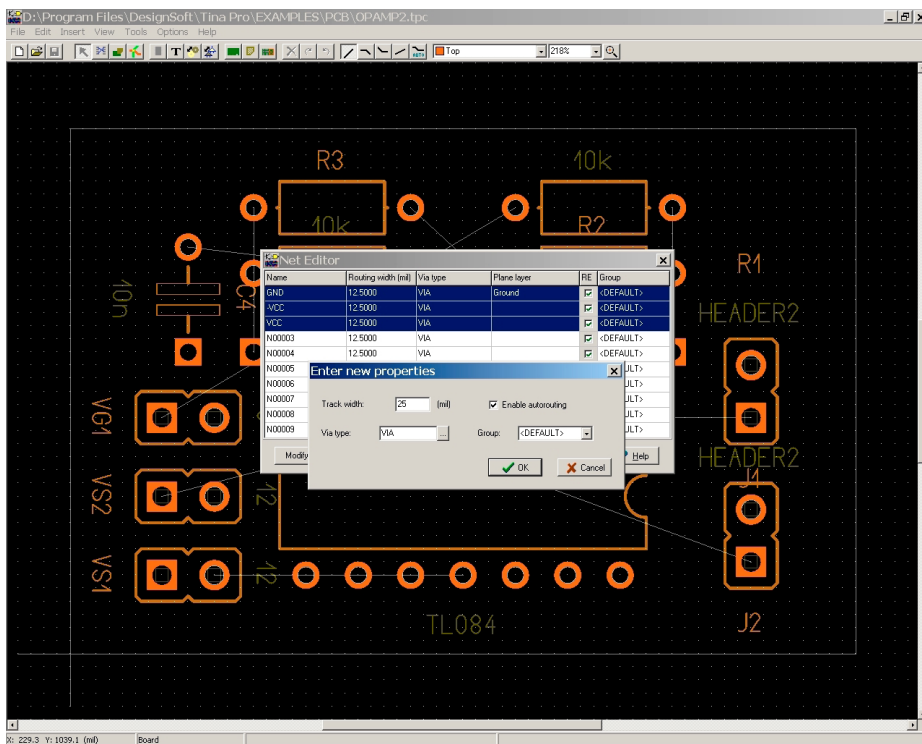
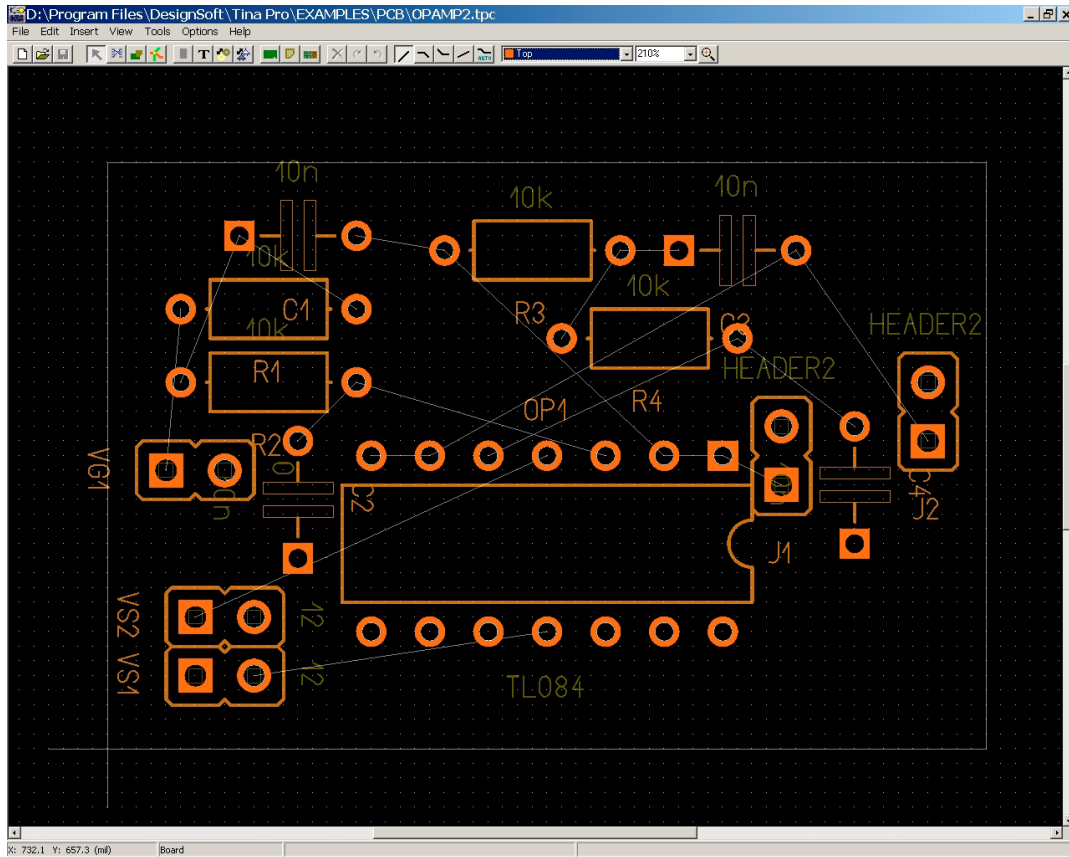
Nivelul C : Complexitate de design de înaltă performanță

Fișierul template va specifica numărul de straturi (layere), inclusiv proprietățile lor, dimensiunea grilei de sistem, setările autorouter, spațierea și lățimea traseului. Următoarele șabloane sunt incluse în PCB Designer :

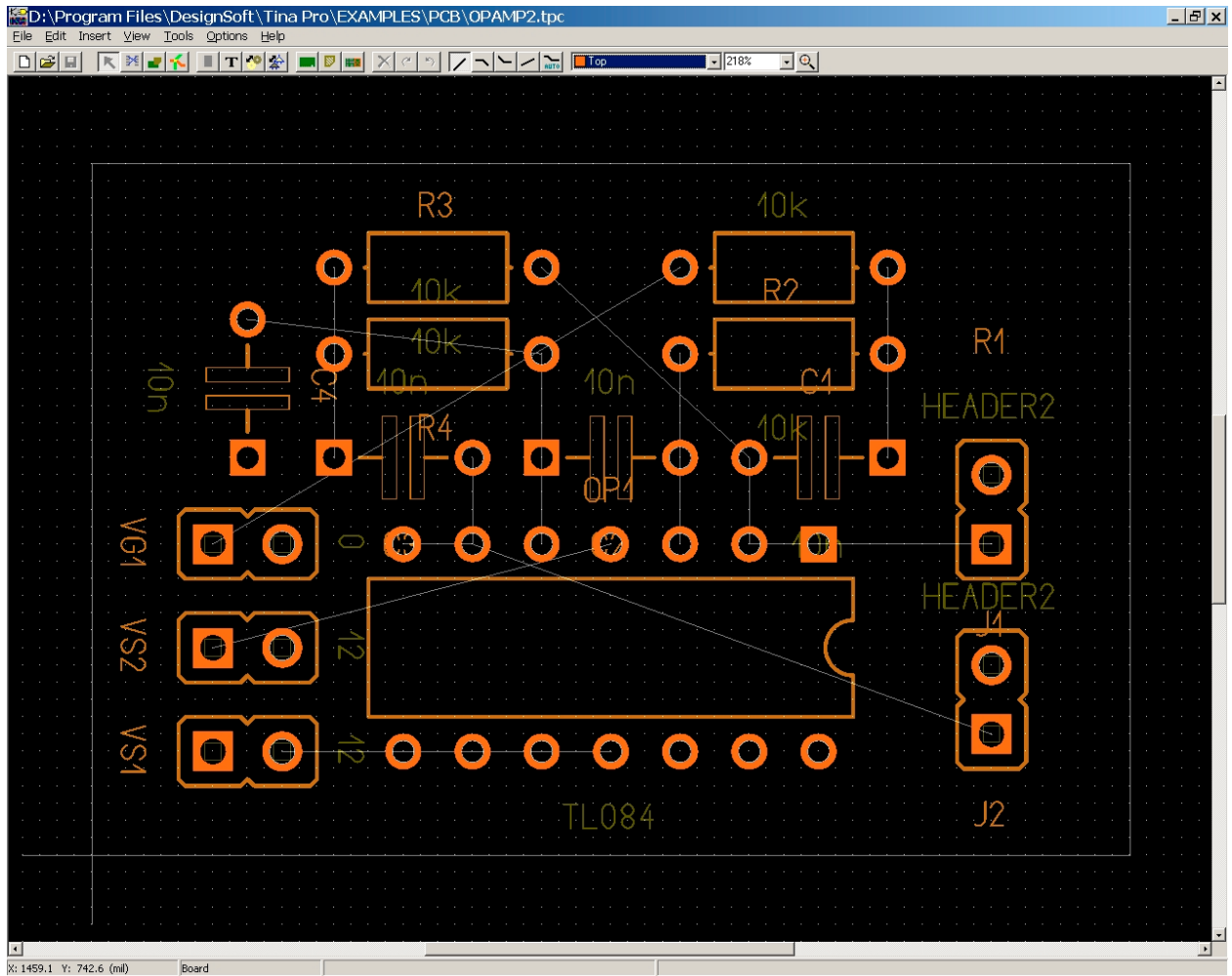


	Level	Routing Layers	Plane Layers	Routing	Spacing	Comments
<i>1layer_A.tpt</i>	A	1	-	25	12 1/2	Allows one track between standard IP IC pin
<i>2layer_A.tpt</i>	A	2	-	25	12 1/2	
<i>2layer_B.tpt</i>	B	2	-	8 1/3	8 1/3	Use for SMT or mixed-technoly board
<i>2layer_B_mm.tpt</i>	B	2	-	0.1	0.2	
<i>4layer_C_mm.tpt</i>	C	2	2	0.1	0.15	For moderate and high density

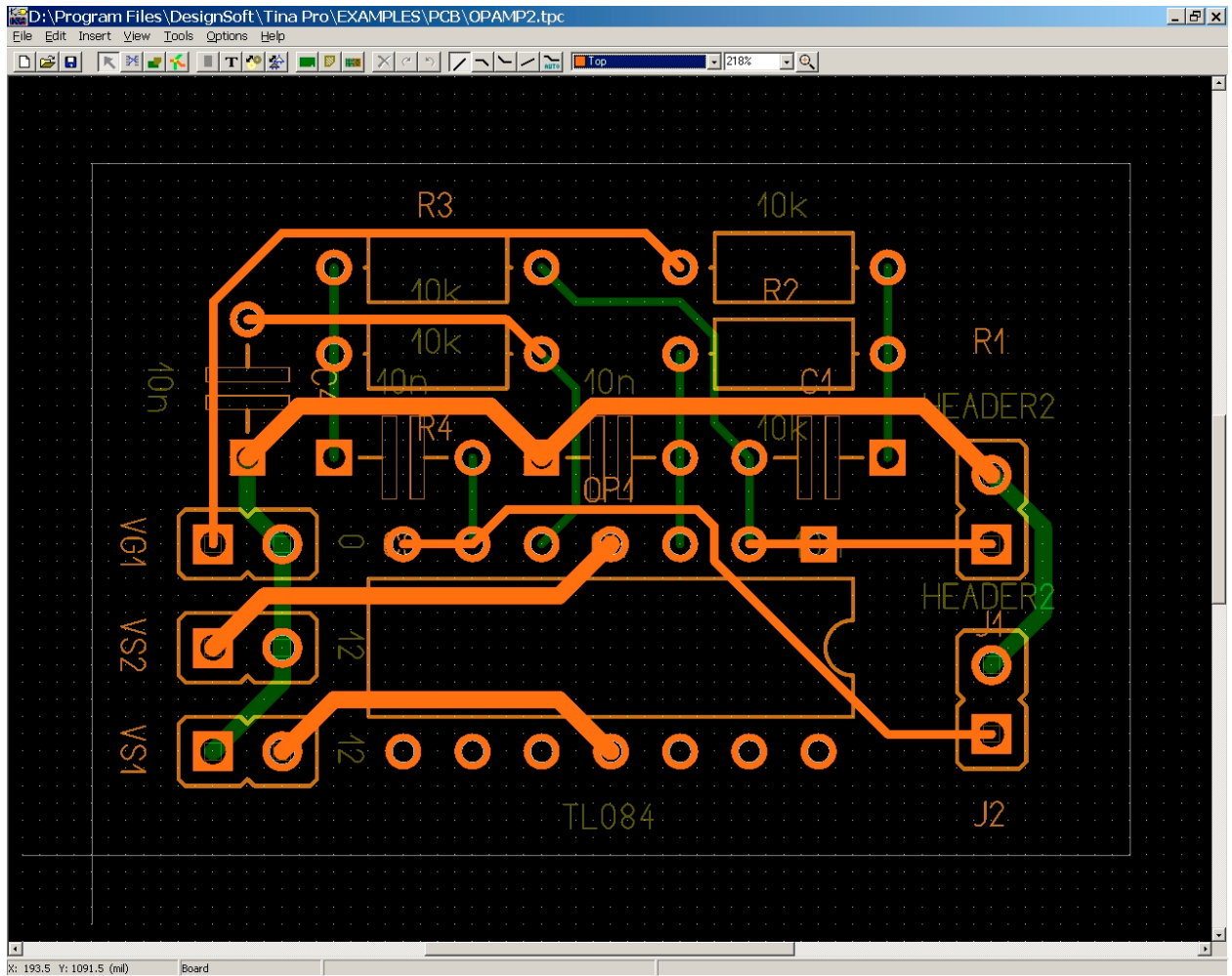
La alegerea șablonului PCB trebuie să luați în considerare tehnologia, densitatea și suprafața proiectului. Pentru a completa setările, alegeți dimensiunea PCB-ului în inchi sau milimetrii în funcție de sistemul dumneavoastră de masuratori. (View->Options). Acum că toate setările sunt efectuate corespunzător apăsați OK și vi se va afișa formatul circuitului cu toate componentele plasate automat pe placă PCB .



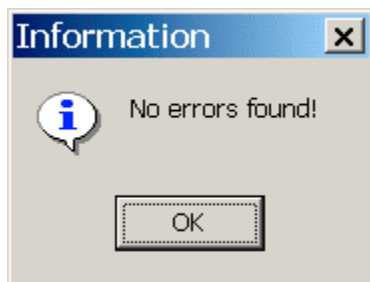
Întrucât toate componentele și legăturile sunt plasate, trebuie să le ajustăm pozițiile pentru a obține traseele cele mai simple. Prin metoda „click & drag” poziționați componentele ca în imaginea de mai jos.



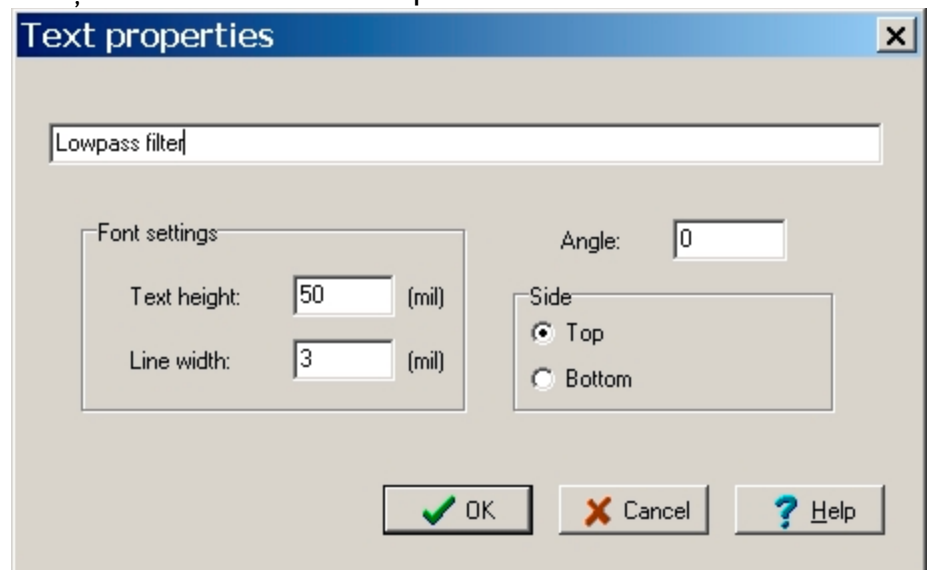
Apăsați F4 pentru a deschide Net Editor și setați lățimea traseului. Mai întâi, apăsați „Modify all” și introduceți 12.5 în câmpul „Track width”. Selectați conexiunile de putere (Impământare, VCC, -VCC) și setați-le la 25mil. Pentru traseul automat apăsați F5 sau „Autoroute board” din meniul Tools. Vi se va afișa :



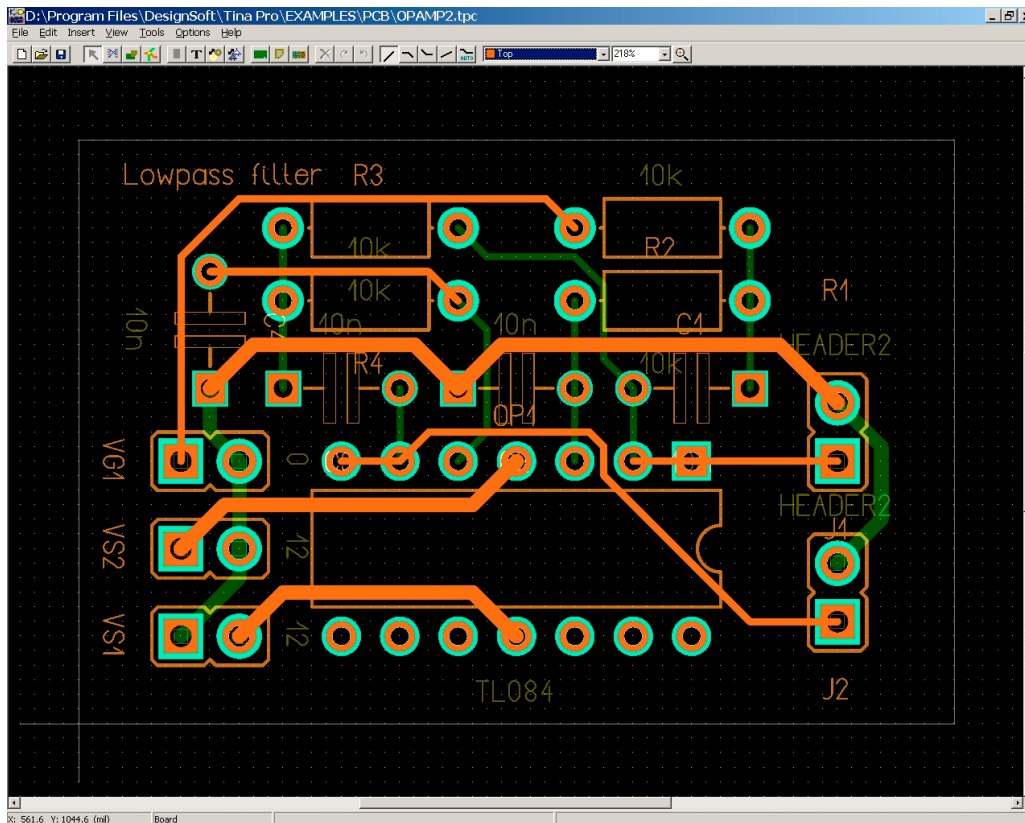
Pentru a vedea dacă totul este legat corect apăsați F7 sau DRC (Verifică regula de design) din meniul Tools. Veți primi un mesaj de confirmare de forma:



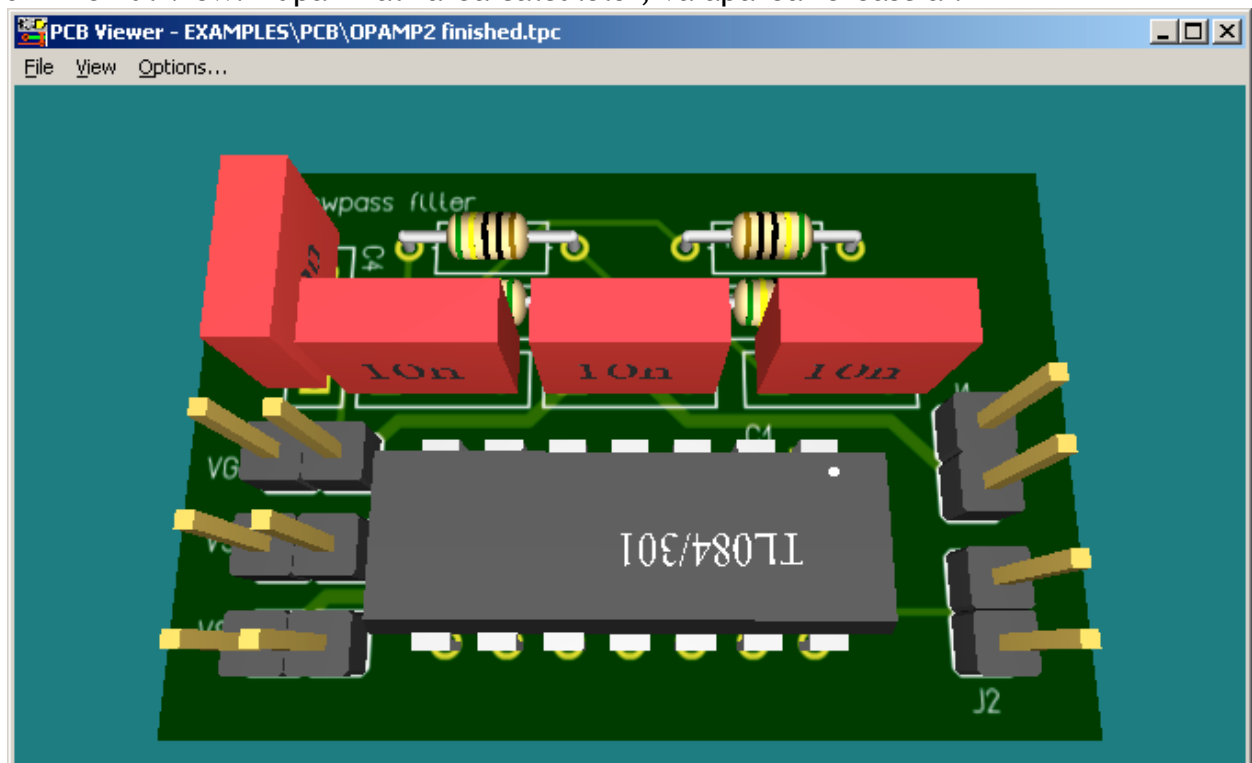
Pentru a finaliza acest design, vom adăuga text în stratul de asamblare. Apăsați butonul T din toolbar și faceți setările în fereastra apărută :



Introduceți textul în câmpul de sus și apăsați OK. Textul vi se va afișa de cursor și îl puteți plasa în locul dorit .



La final puteți verifica întregul design în 3D. Apăsați F3 sau selectați 3Dview din meniul View. După finalizarea calculului, va apărea fereastra :



Puteți roti imaginea pentru a vedea modelul 3D din unghiul dorit. De asemenea puteți deplasa camera pentru o vedere mai detaliată a plăcii de circuit .

Bibliografie

1. TINA 8.0 Quick Start Manual-Design suite
2. www.wikipedia.org
3. www.designsoft.com
4. www.electronicweekly.com