



UNIUNEA EUROPEANĂ



GUVERNUL ROMÂNIEI



Instrumente Structurale
2007-2013



Platformă de e-learning și curriculă e-content pentru învățământul superior tehnic

Elemente de Electronică Analogică

51. Introducere. Programe de analiză și proiectare a circuitelor electronice

Pachetul Multisim.

Sursa: http://www.sonoma.edu/users/m/marivani/es231/multisim2001_Getstart.pdf

Descrierea instrumentelor virtuale

Pachetul software *Multisim* este un mediu de dezvoltare electronic complet, ce oferă o bază de date cu componente electronice, un mediu pentru realizarea schemelor electronice, un simulator SPICE pentru circuite digitale și analogice, un mediu pentru realizarea și simularea VHDL și Verilog HDL, sinteza FPGA/CPLD, capabilițăți de RF și posibilitatea de post procesare și transfer a schemelor electrice în PCB (Printed Circuit Board). Aceste elemente sunt integrate într-o interfață grafică de unde pot fi utilizate.

Multisim dispune de o funcționalitate avansată permițând proiectarea circuitelor, începând de la specificațiile inițiale până la realizarea produsului pentru producție. Datorită faptului că acest mediu integrează *Schematic Capture*, simularea circuitelor și posibilitatea de generare a PCB, el permite utilizatorului proiectarea și simularea circuitelor cu ușurință, legătura între componentele *Multisim* fiind realizată fără intervenția utilizatorului.

În comparație cu Electronics WorkBench 5.0, mediul *Multisim* dispune de o bază de date în cadrul căreia pot fi efectuate modificări asupra parametrilor componentelor și aceste modificări pot fi salvate în baza de date. Există și posibilitatea instanțierii mai multor instrumente în circuit, acest lucru ușurând munca utilizatorului. Alt avantaj este introducerea de noi opțiuni de analiză a circuitului, acestea fiind adaptate la cerințele actuale pentru studiul circuitelor electrice.

Realizarea schemelor circuitelor electrice

Multisim înglobează și îndeplinește toți pașii pentru realizarea și testarea unui circuit:

1. realizarea schemei (utilizând “*Schematic Capture*”);
2. verificarea prin simulare și analiză a comportării circuitului;
3. modificarea schemei electrice în cazul în care aceasta nu s-a comportat conform așteptărilor și reluarea pasului 2;
4. în funcție de cum se dorește realizarea fizică a circuitului se face trecerea la o placă de circuit imprimat (PCB) sau la un dispozitiv logic programabil (PLD, CPLD, FPGA);

Interfața *Multisim*

Interfața *Multisim* este alcătuită din următoarele elemente:

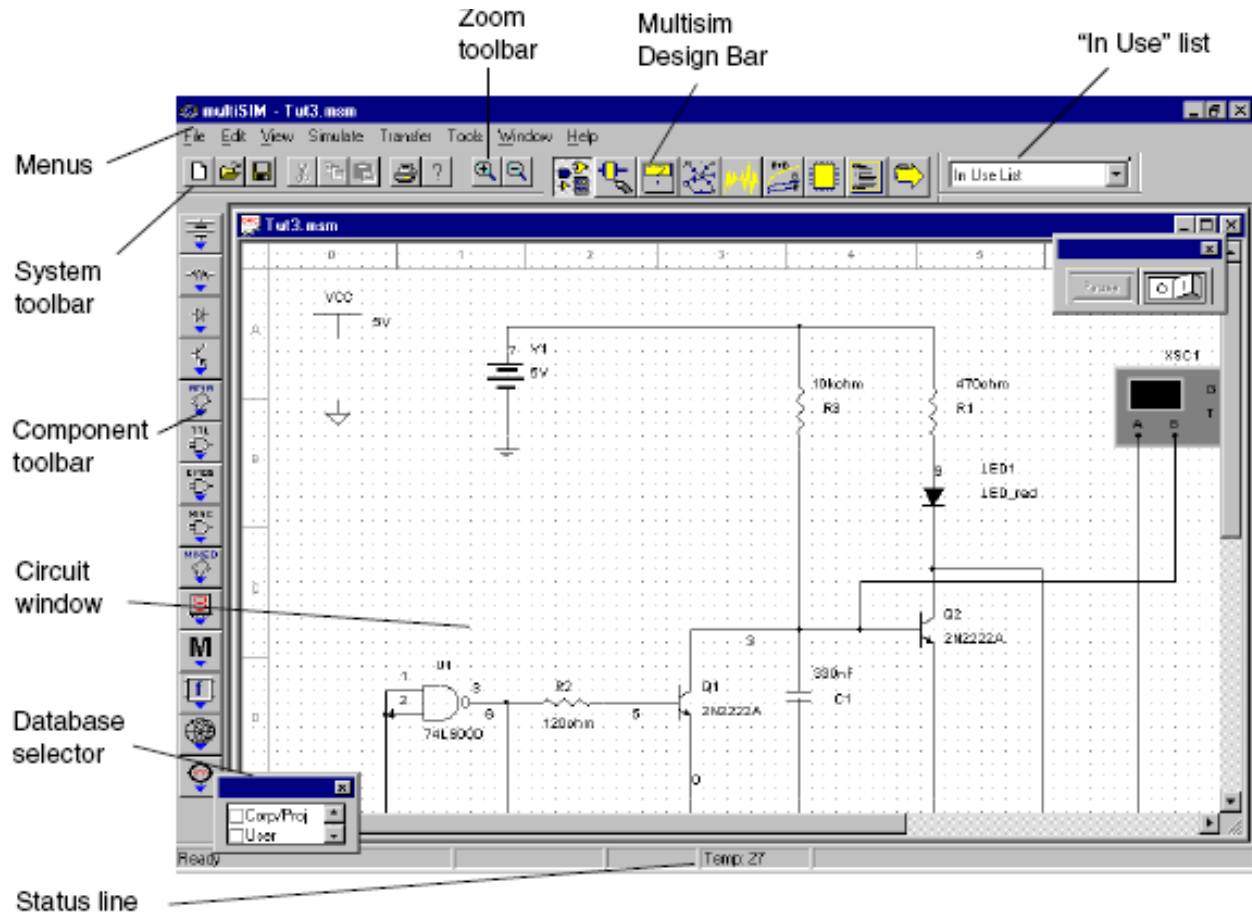


Figura 1. Interfața *Multisim*

Menus – de unde pot fi executate comenzi pentru îndeplinirea funcțiilor respective.

System toolbar – conține butoane pentru cele mai utilizate funcții.

Zoom toolbar – permite micșorarea sau mărirea planșei pe care se află circuitul.

Multisim Design Bar – este o parte integrată în **Multisim** ce permite accesul la o serie de funcții oferite de sistemul de programe. Cu ajutorul lui se pot urma pașii logici de construire, simulare, analiză și dacă este nevoie poate fi exportat circuitul.

“In Use” List – conține componentele deja folosite în circuit, și care pot fi reutilizate.

Component toolbar – conține butoane care la rândul său include o Bară (Grup) de butoane cu componente.

Circuit Window – este porțiunea unde se construiește (desenează) circuitul.

Status line – afșează informații utile despre acțiunea curentă și descrierea componentei pe care este poziționat cursorul.

Introducere în mediul de desenare a schemei

Desenarea schemei este prima etapă în procesul de dezvoltare a unui circuit. În această fază se aleg componentele care se folosesc, acestea se plasează în poziția dorită și cu orientarea dorită, după care se conectează împreună. **Multisim** permite modificarea proprietăților componentelor, afișarea unui grid, adăugarea de denumiri și comentarii unei componente sau unui bloc de componente, adăugarea de subcircuite și magistrale, și modificarea culorii de fundal, a componentelor și a firelor.

Setarea ferestrei de desenare

Multism permite anumite setări ale ferestrei în cadrul căreia se va realiza schema electrică. Acestea sunt:

- dimensiunea ferestrei de desenare ;
- afișarea gridului, marginile paginii de desenare, setarea vizibilității chenarului și a denumirii blocurilor ;
- setarea simbolurilor care vor fi folosite.

Atunci când se crează un fișier pentru realizarea unui circuit sunt încărcate setările curente, dar acestea pot fi modificate pentru a particulariza fiecare fișier.

Setarea dimensiunii paginii

Pentru setarea dimensiunii paginii se alege din *Menus* opțiunea *Edit/Set Sheet Size* și va fi afișată imaginea următoare:

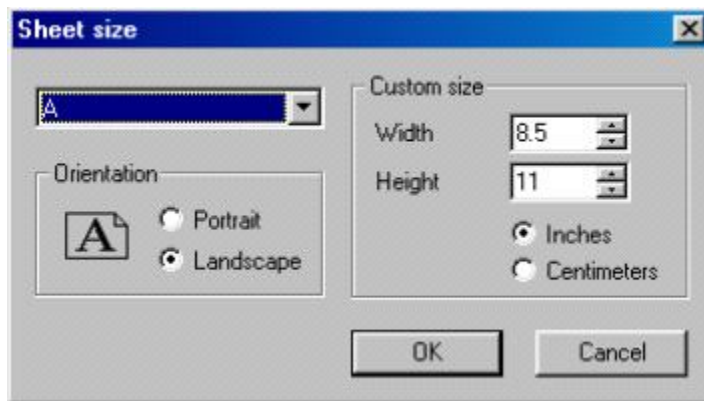


Figura 2.

Din această fereastră se pot modifica setările inițiale după care pentru confirmare și salvare se alege butonul OK ; pentru anulare se alege butonul Cancel.

Selectarea componentelor din baza de date

Primul pas în desenarea schemei este plasarea componentelor dorite pe planșa unde se desenează circuitul. Componentele din **Multisim** sunt stocate într-o bază de date care este organizată pe trei nivele: „*Multisim Master*”, „*Corporate Library*”, și „*User*”.

Există două metode pentru localizarea unei componente în baza de date:

- prin intermediul **Component toolbar** sau din meniu prin **Edit/Place Component** se pot parcurge toate grupurile și familiile de componente;
- prin căutarea unei componente specifice în baza de date.

Prima metodă este cea mai utilizată. Familiile de componente care sunt utilizate pentru crearea circuitului sunt grupate în secțiuni logice, fiecare grup fiind reprezentat de un buton *Parts Bin* din *Component toolbar*. Această grupare logică prezintă un mare avantaj pentru Multisim.

Fiecare buton *Part Bin* din *Component toolbar* corespunde unui grup de componente cu aceeași funcționalitate. Când se apasă cu cursorul de mouse pe aceste butoane va apărea un nou toolbar, *component family toolbar*, care conține la rândul său butoane cu fiecare familie de componente conținută în *Part Bin*.

Un exemplu este prezentat în figura Figura 3.

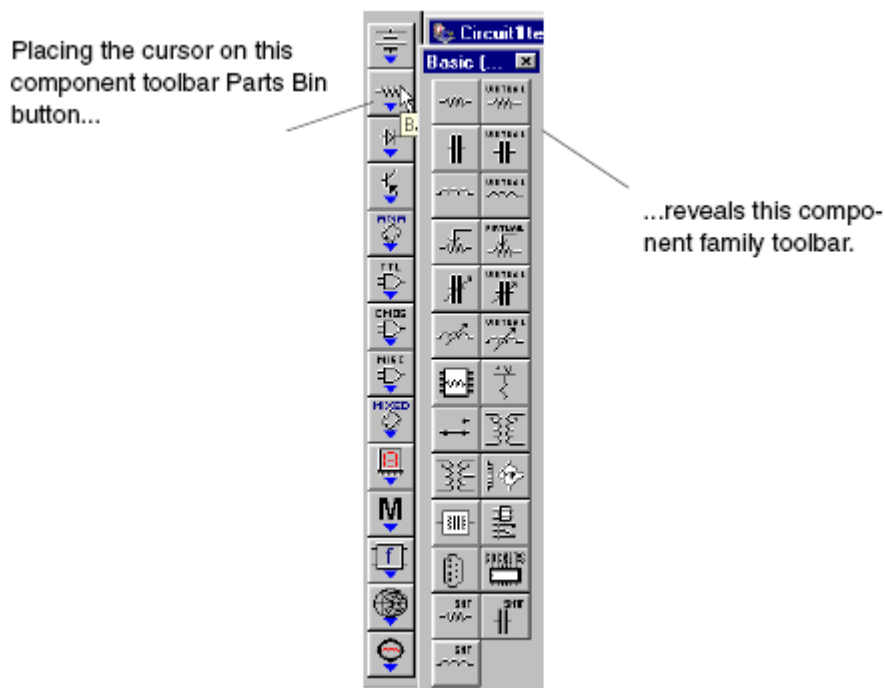


Figura 3.

Electronics Workbench furnizează un concept unic al componentelor virtuale în *Multisim*. Componentele virtuale nu sunt „reale”, deci ele nu pot fi achiziționate. Ele au fost introduse pentru flexibilitatea simulării. Componentele virtuale apar inițial cu o culoare diferită față de celelate componente din planșa în care se desenează schema circuitului.

Poziționarea componentelor în planșa de desenare

Alegerea unei componente și folosirea ferestrei de navigare

Inițial butonul cu componente din bara cu butoane pentru realizarea circuitului este activat și unul sau mai multe butoane din barele cu componente sunt vizibile. Dacă nu este vizibilă nici o bară cu componente, se apasă pe butonul cu componente din bara cu butoane pentru realizarea circuitului.

Alegerea și plasarea unei componente se face în modul următor:

1. apăsăm cu cursorul mouse-ului pe *Component toolbar* și pe *Part Bin* de unde dorim să alegem o componentă. Grupul de butoane al familiei de componente asociate apare pe ecran.
2. din grupul de butoane al familiei de componente, se apasă cu cursorul mouse-ului pe butonul familiei de componente din care se va alege componenta. Dacă familia de componente selectată are o singură componentă atunci aceasta se poziționează în locul dorit din planșa în care realizăm schema circuitului. Dacă există mai multe componente va apărea o fereastră *Component Browser* screen din care se poate selecta componenta dorită. Se mai poate afișa fereastra *Component Browser* screen alegând din *Menus* **Edit/Place Component**.
3. din fereastra *Component Browser* se selectează componenta dorită din **Component List**. După selectarea acesteia vor apărea în fereastră informații despre parametrii acesteia.

4. dacă a fost aleasă greșit familia de componente aceasta, se poate schimba selectând altă categorie din lista *Component family* din fereastra *Component Browser*.

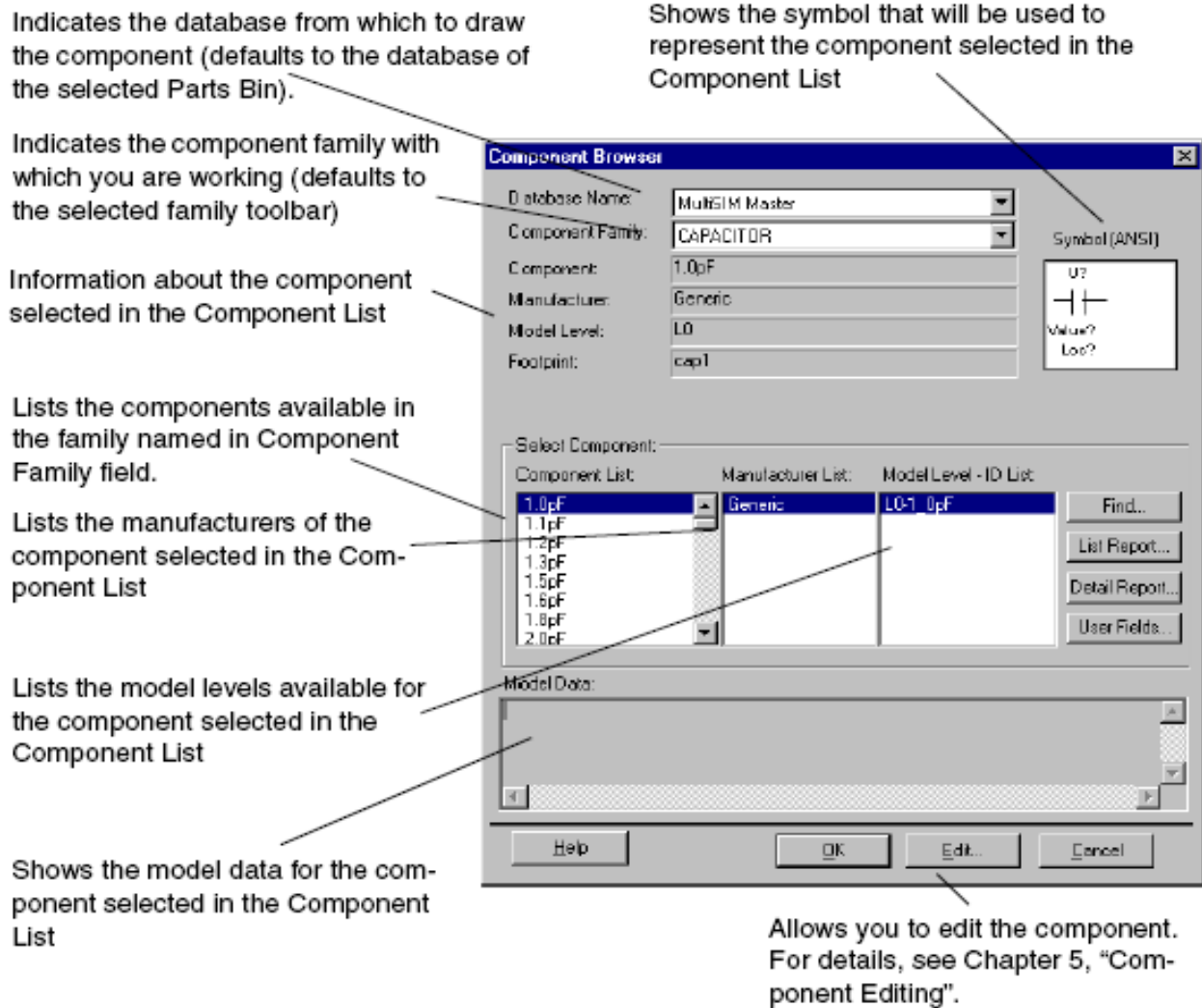
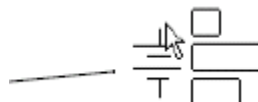
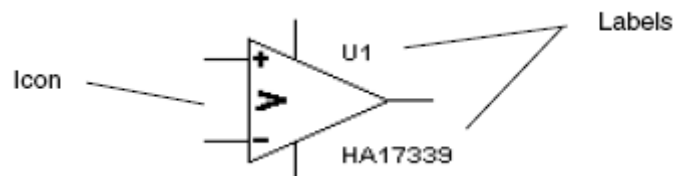


Figura 4. Fereastra Component Browser

5. Pentru a confirma poziționarea componentei alese din fereastra de navigare se apasă pe butonul OK. Pentru a anula această operație se apasă butonul Cancel. Fereastra *Component Browser* va dispărea și cursorul din planșa în care se desenează circuitul se schimbă într-o imagine ce reprezintă componenta care va fi poziționată. Aceasta indică faptul că se poate plasa componenta în locul dorit.



6. se apasă butonul stâng al mouse-ului în poziția în care va fi plasată componenta selectată. Va apărea simbolul componentei, denumirea acesteia și un identificator unic format dintr-o literă și un număr. Litera reprezintă tipul componentei, iar cifra reprezintă ordinea în care au fost adăugate componentele.



Utilizarea “In Use” List

De fiecare dată când se plasează o componentă sau un subcircuit în planșa de editare, aceasta este adăugată în “*In Use*” List pentru reutilizare mai rapidă. Pentru a adăuga o componentă deja utilizată în circuit, se selectează din “*In Use*” List.

Deplasarea unei componente

Deplasarea unei componente în planșa de editare a schemei se poate efectua prin una din următoarele două operații:

- se deplasează cu ajutorul mouse-ului;
- se selectează componenta și apoi se mută cu ajutorul tastelor cu săgeți.

Copierea unei componente care se află deja în fereastra de editare

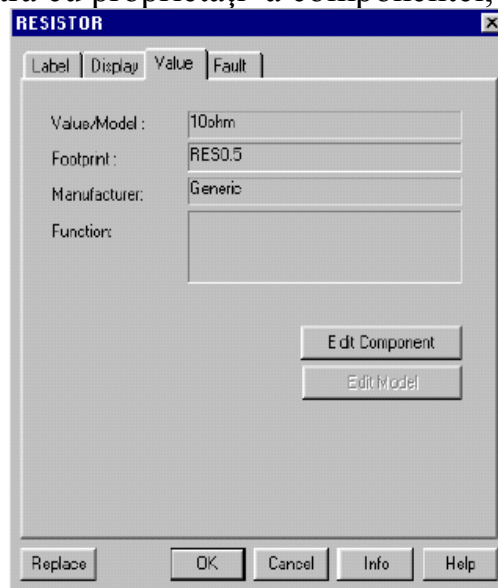
Copiarea se poate face cu ajutorul combinațiilor de taste din Windows pentru cut (CTRL-X), copy (CTRL-C) și paste (CTRL-V).

Înlocuirea unei componente din circuit

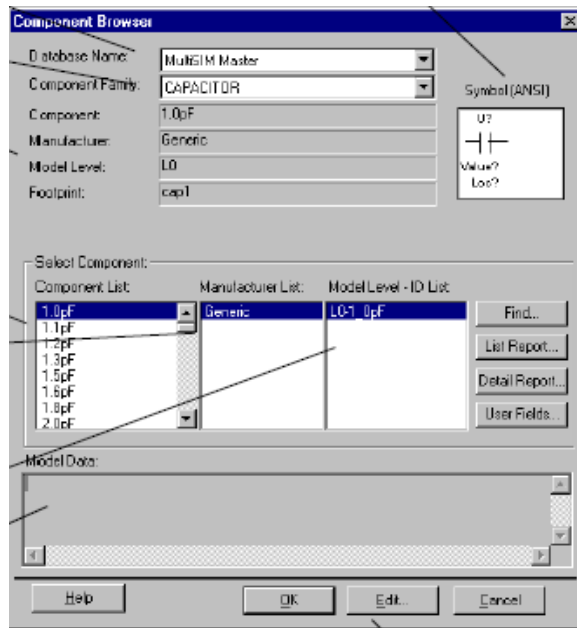
Înlocuirea unei componente existente în circuit se face prin utilizarea butonului *Replace* din fereastra cu proprietăți a componentelor.

Operațiile pentru înlocuirea unei componente din circuit sunt:

- se execută dublu-click pe componenta care trebuie înlocuită. Se vizualizează fereastra cu proprietăți a componentei;



- se apasă butonul *Replace*. Apare fereastra *Component Browser* care conține componente din familia de componente selectată;



- se selectează o nouă componentă din lista cu componente, și se execută click pe butonul OK; noua componentă va apărea în circuit în locul celei înlocuite.

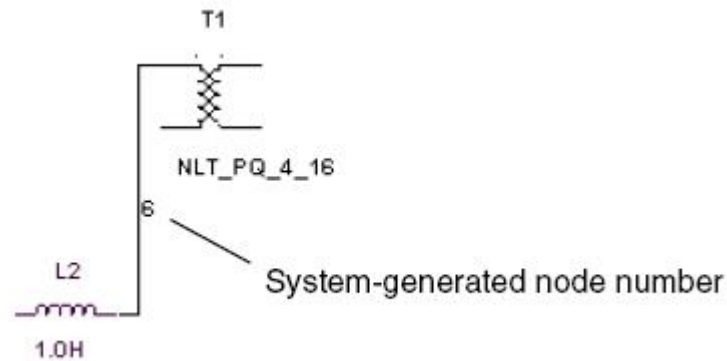
Conectarea componentelor

După plasarea componentelor necesare pentru realizarea schemei circuitului, acestea trebuie conectate împreună. Toate componentele au pini ce sunt folosiți pentru conectarea la alte componente sau la instrumente de măsură. Conectarea componentelor se poate face automat (de către simulator) sau manual. Conectarea automată, o caracteristică a simulatorului, este realizată de simulator astfel încât să se evite conectarea altor componente sau suprapunerea firelor. Prin conectarea manuală se poate controla de către utilizator calea (traseul) firului în cadrul ferestrei de editare. Aceste două metode pot fi combinate, de exemplu, se poate începe cu conectarea manuală și la final se trece la conectarea automată.

Conectarea automată a componentelor

Conectarea automată a două componente:

1. se execută click pe unul dintre pinii primei componente pentru a indica punctul de început al conexiunii (pointer-ul mouse-ului se transformă în “+”) după care se mută cursorul spre poziția dorită. Cursorul mouse-ului va avea un fir atașat;
2. se execută click pe unul dintre pinii celei de a doua componente pentru a realiza conexiunea. **Multisim** va trasa automat un fir.



Ștergerea unui fir de conexiune

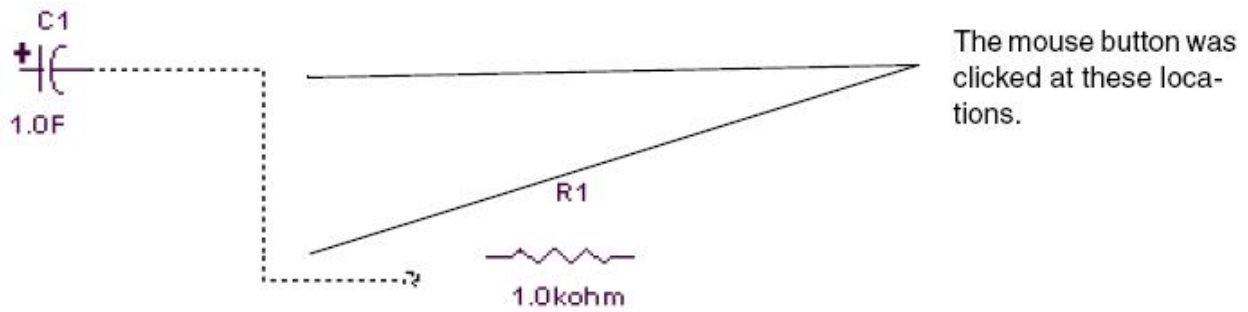
Se selectează firul după care se apasă tasta DELETE sau se execută click dreapta pe fir după care se selectează *Delete* din fereastra care apare.

Conectarea manuală a componentelor

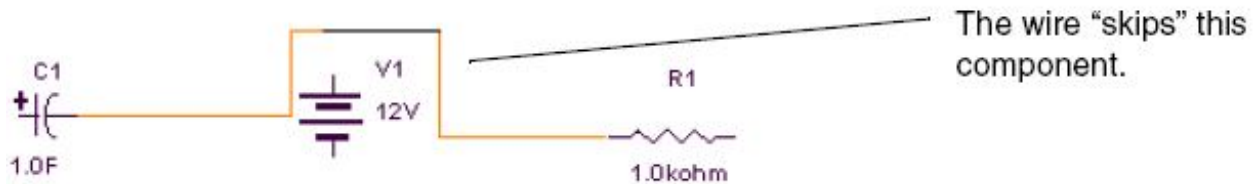
Conectarea manuală se realizează în următorii pași:

1. se execută click stânga pe pinul primei componente pentru stabilirea punctului inițial de conectare (pointer-ul mouse-ului se transformă în

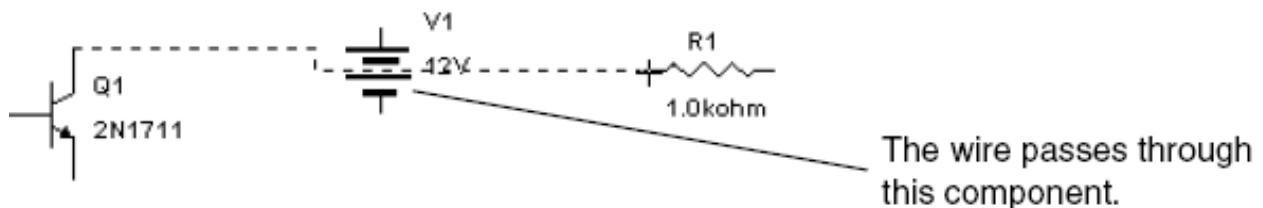
- “+”) după care se mută cursorul spre poziția dorită; cursorul mouse-ului va avea un fir atașat;
2. controlul direcției firului se face în modul următor: click stânga de mouse și se alege direcția de deplasare a mouse-ului în sensul în care se vrea continuarea traseului dorit.



Implicit, în *Multisim* sunt ocolite componentele care nu sunt conectate.



Pentru a trece cu firul prin componentele neconectate, se apasă pe tasta SHIFT în timpul realizării conexiunii.



3. se execută click stânga pe pinul celei de a doua componente cu care trebuie să realizăm conexiunea.

Pentru ștergerea unui fir se selectează acest fir, după care se apasă tasta DELETE.

Combinarea celor două moduri de conectare

Simulatorul are avantajul de a combina cele două moduri de conectare. Implicit este modul de conectare automată, iar în momentul în care se execută click stânga de mouse se trece în modul de conectare manual după care se revine la cel automat.

Instrumente utilizate în Multisim

Simulatorul pune la dispoziția utilizatorului o serie de instrumente virtuale. Acestea sunt folosite pentru a măsura și studia comportarea circuitelor. Chiar dacă ele sunt denumite virtuale ele pot fi folosite la fel ca și cele reale. Folosirea acestora este cel mai bun mod de studiere și măsurare a comportamentului circuitelor realizate.

Instrumentele virtuale au două moduri de vizualizare: imaginea instrumentului folosit în cadrul circuitului și imaginea mărită – rezultată după ce s-a executat dublu-click pe imaginea instrumentului din circuit. În cadrul imaginii mărite se pot efectua anumite setări asupra instrumentului de măsură.

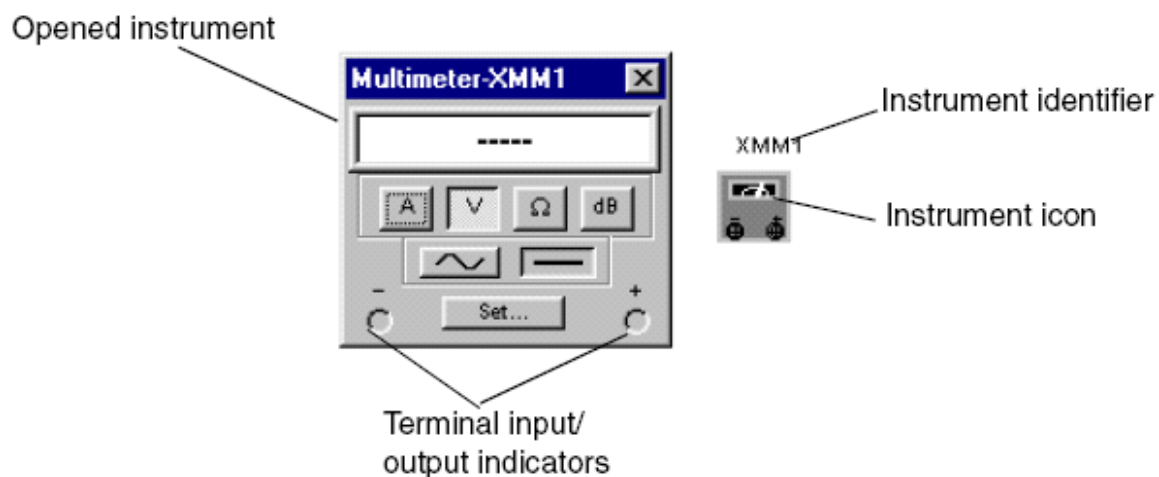
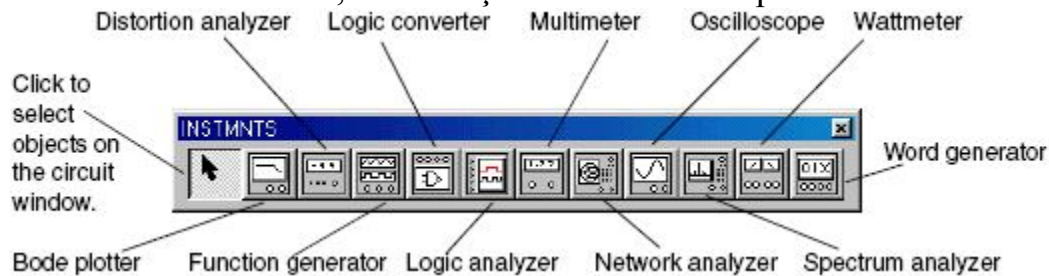


Figura 5. Imaginea mărită a instrumentului

Imaginea instrumentului arată modul în care acesta este conectat în circuit. Un punct negru în interiorul terminalului unui instrument indică faptul că acesta este conectat în circuit.

- adăugarea unui instrument într-un circuit:

1. se execută click stânga pe butonul *Instruments* din *Design Bar*. Apare bara cu instrumente, care conține câte un buton pentru fiecare instrument;



2. în *Instruments toolbar*, se execută click pe butonul instrumentului care va fi utilizat în circuitul realizat;
3. se plasează instrumentul în nodul din schemă corespunzător după care se execută click stânga pentru poziționarea în locul respectiv;

Imaginea și identificatorul instrumentului apar în nodul precizat. Identificatorul instrumentului reprezintă instanța atașată instrumentului. De exemplu, primul multimetru din circuit va avea identificatorul XMM1, al doilea instrument XMM2, ș.a.m.d. . Această numerotare este unică în cadrul unui circuit.

4. pentru conectarea unui instrument în circuit se execută click pe terminalul din imaginea instrumentului și se mută cursorul spre poziția unde se măsoară sau se vizualizează semnalul.

- folosirea (citirea) instrumentelor

1. pentru vizualizarea și modificarea setărilor instrumentelor, se execută dublu-click pe iconițele respective. Imaginea cu setările instrumentului se vizualizează pe ecran. Se fac modificările asupra setărilor dorite, exact ca pentru instrumentele reale.

Setările efectuate asupra instrumentelor trebuie să fie în concordanță cu ceea ce trebuie să se obțină din circuit. Setarea greșită a instrumentelor poate conduce la simulări incorecte sau greu de citit (interpretat).

2. pentru activarea (simularea) circuitului, se execută click pe butonul ce este reprezentat ca un comutator sau se apasă butonul *Simulate* din *Design Bar* și se alege opțiunea *Run/Stop* din meniul care apare. Multisim va simula comportamentul circuitului și al semnalelor, în punctele în care sunt conectate instrumentele de măsură, după care va fi afișat.

- pentru a executa pauza/reluarea simulării se apasă butonul *Start/Pause* sau se apasă butonul *Simulate* din *Design Bar* și se alege opțiunea *Pause/Resume* din meniul ce apare pe ecran.

- pentru oprirea simulării circuitului, se execută click pe butonul ce este reprezentat ca un comutator sau se apasă butonul *Simulate* din *Design Bar* și se alege opțiunea *Run/Stop* din meniul care apare.

Utilizarea mai multor instrumente în *Multisim*

Un singur circuit poate avea mai multe instrumente, chiar și de același tip. Setarea instrumentelor de același tip se face la fel ca și pentru un singur instrument.

Instrumentele care sunt utilizate pentru analiza comportării în timp a semnalelor din circuit conduc la analiza tranzitorie. Dacă sunt folosite mai multe instanțe ale unui instrument, se poate studia o singură analiză tranzitorie. Setările pentru această analiză tranzitorie rezultă din combinarea setărilor pentru fiecare instrument. De exemplu, dacă există două instanțe ale unui osciloscop cu bazele de timp diferite, *Multisim* utilizează baza de timp a osciloscopului cu baza de timp

cea mai mică. Deci ambele osciloscopae au o rezoluție mai mare, față de cea individuală.

Setările inițiale ale instrumentelor pentru analiza tranzitorie

Multisim permite setarea inițială a instrumentelor cu ajutorul cărora se studiază analiza tranzitorie a circuitului.

➤ *modificarea setărilor inițiale:*

1. se alege din meniu opțiunea *Simulate/Defaults Instruments Settings*. Va apărea următoarea imaginea din figura 6;
2. se efectuează modificările dorite și se execută click pe butonul Accept, iar pentru anulare se apasă Cancel. Aceste setări vor fi folosite la următoarea simulare.

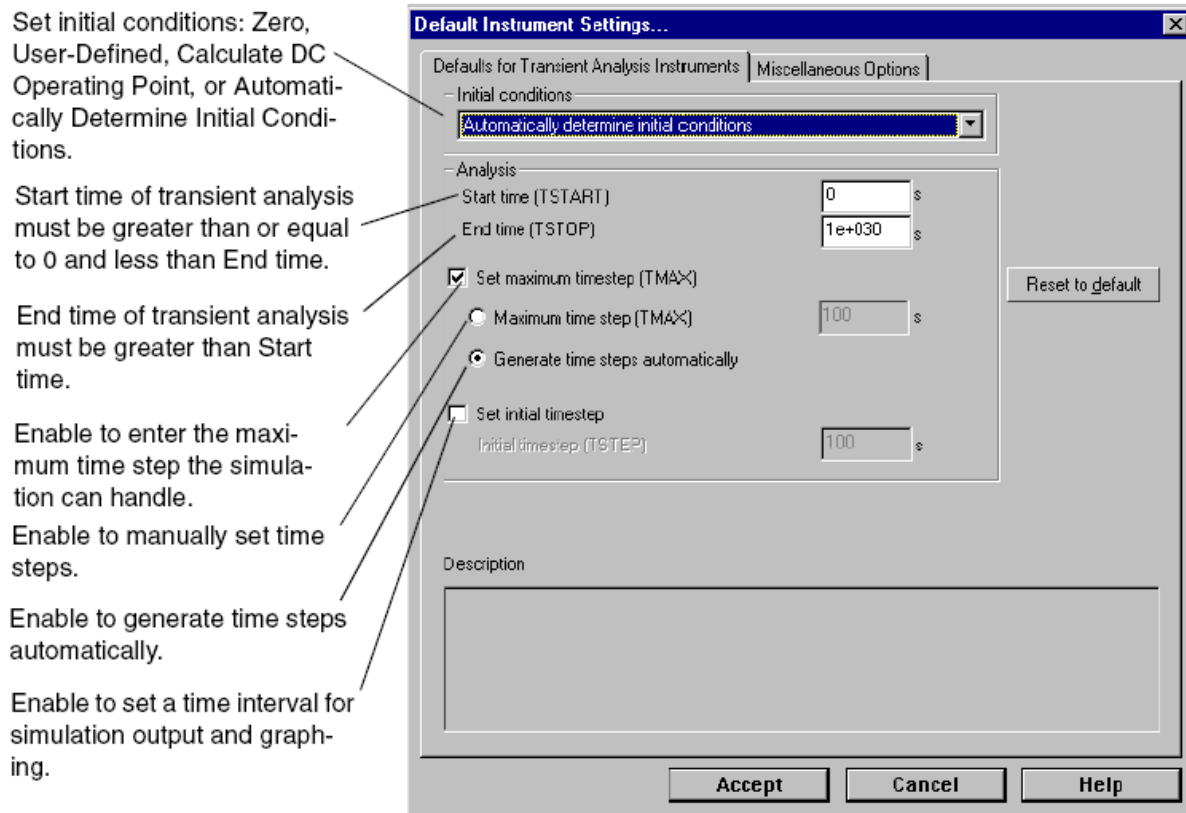
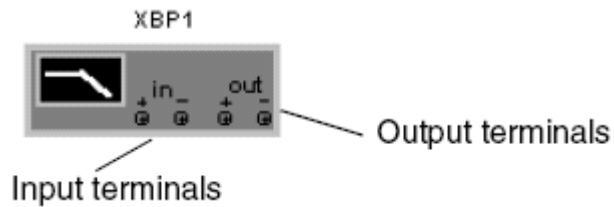


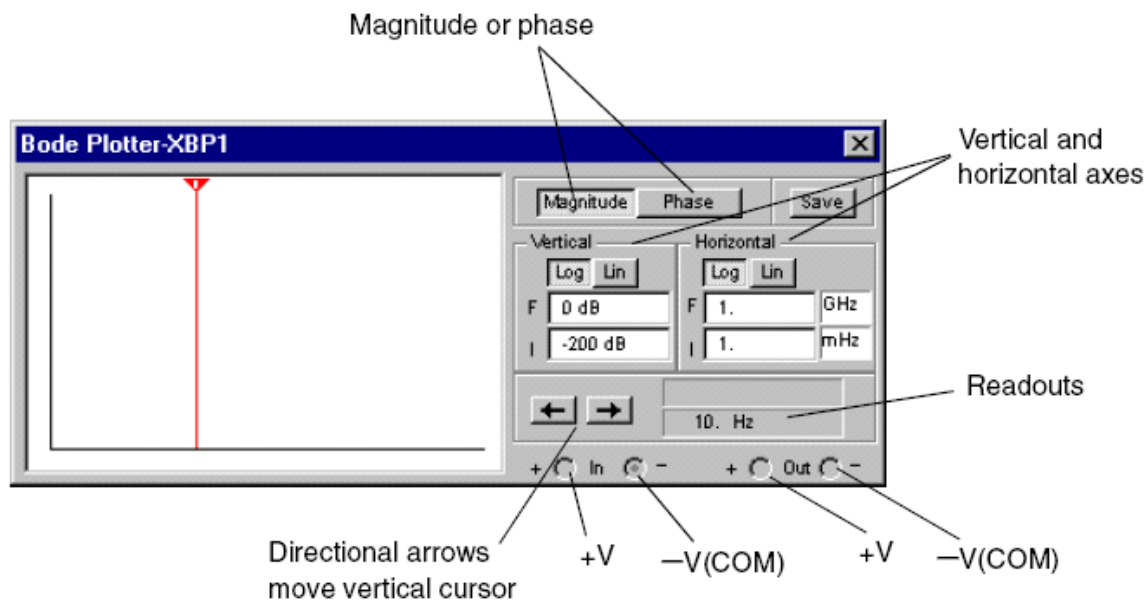
Figura 6. Fereastra Default Instrument Settings

Prin aceste setări putem controla multe dintre aspectele simulării, precum resetarea toleranțelor erorilor, tehnicile de simulare și vizualizarea rezultatelor.

INSTRUMENTUL BODE PLOTTER



Acest instrument realizează un grafic ce reprezintă răspunsul în frecvență al circuitului, fiind foarte utilizat pentru analiza filtrelor. *Bode Plotter* se folosește pentru măsurarea câștigului de tensiune al semnalelor sau defazajul acestora. Atunci când utilizăm acest instrument într-un circuit, se efectuează (realizează) și analiza spectrală a circuitului.



Fiigura 7. Imaginea mărită a instrumentului

Bode plotter generează un interval de frecvențe dintr-un spectru de frecvențe specificat. Frecvența oricărei surse de semnal AC din circuit nu influențează rezultatul returnat de către instrument în urma analizei spectrale. Cu toate acestea, trebuie să existe o sursă de semnal AC în circuit.

Valorile inițiale și finale ale axelor verticală, respectiv orizontală sunt setate inițial la valorile maxime. Aceste valori pot fi schimbate pentru a vizualiza graficul la scale diferite. Dacă se modifică scala unei axe după efectuarea unei simulări, trebuie să se efectueze o altă simulare pentru o vizualizare mai fină a graficului. Ca pentru majoritatea instrumentelor, dacă Bode plotter este mutat între alte noduri din circuit față de cele inițiale, se recomandă o nouă activare a simulării, pentru a obține rezultatele dorite.

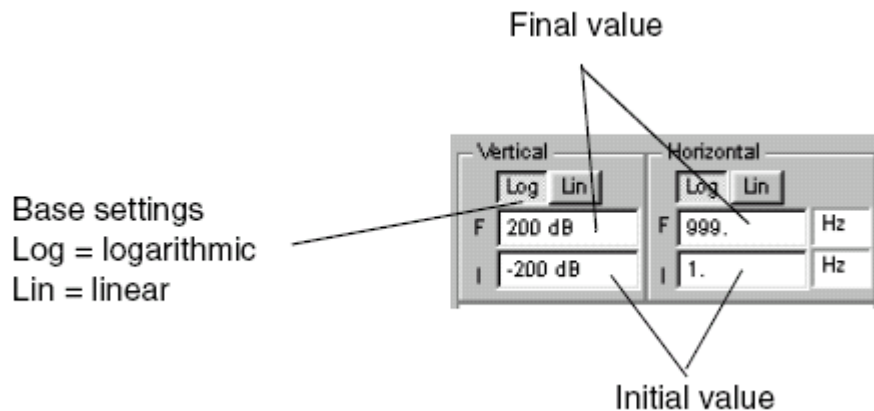
Amplificarea în dB și faza

Amplificare în dB reprezintă raportul a două mărimi (de exemplu: două tensiuni) din două noduri V1 și V2. Faza reprezintă defazajul (în grade) între semnalele din două noduri. Ambele mărimi sunt reprezentate în funcție de frecvență.

Conectarea instrumentului între două noduri V1 și V2

1. se conectează terminalul pozitiv IN, respectiv OUT la nodurile V1 respectiv V2.
2. se conectează terminalul negativ IN, respectiv OUT la masa circuitului.

Setările axelor verticală și orizontală



Setările pentru reprezentarea scalei pe axa respectivă

Scala de reprezentare logaritmică se utilizează când valorile variază pe un interval foarte mare, de obicei în cazul în care se studiază răspunsul în frecvență. Valoarea în decibeli a amplificării de tensiune se calculează cu ajutorul relației următoare:

$$dB = 20 \bullet \log_{10} \left(\frac{V_{out}}{V_{in}} \right).$$

Reprezentarea scalei se poate schimba de la logaritmică (Log) la lineară (Lin) fără să fie nevoie de o nouă simulare a circuitului.

Scala pentru axa orizontală (.1mHz – 999.9Ghz)

Pe axa orizontală se va reprezenta întotdeauna frecvența. Intervalul va fi determinat de setările pentru valoarea inițială (I) și valoarea finală (F). Datorită

folosirii instrumentului pentru analiza răspunsului în frecvență, unde intervalul pentru frecvențe este foarte mare, se folosește scala logaritmică.

Scala pentru axa verticală

Unitățile și scala pentru axa verticală depind de ceea ce se măsoară:

When Measuring...	Using the Base...	Minimum Initial Value is...	Maximum Final Value is...
Magnitude (gain)	Logarithmic	-200 dB	200 dB
Magnitude (gain)	Linear	0	10e+09
Phase	Linear	-720°	720°

Când se măsoară amplificarea de tensiune, pe axa verticală este reprezentat raportul dintre tensiunea de ieșire și cea de intrare. Atunci când se utilizează scala logaritmică, unitatea de măsură este decibelul. În cazul măsurării fazei, pe axa verticală este reprezentat defazajul în grade dintre mărimea de ieșire și cea de intrare. În funcție de unitățile de măsură, se pot seta valoarea inițială (I) și finală (F) pentru axele de reprezentare.

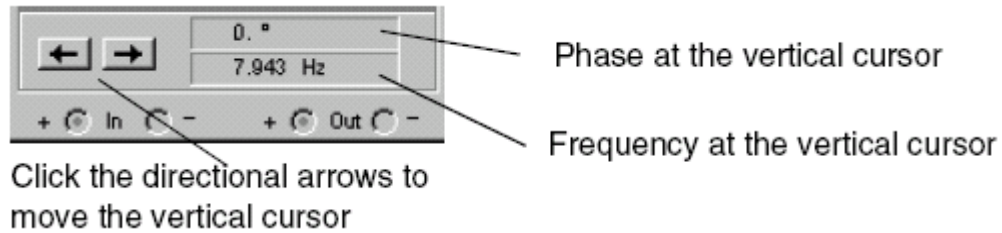
Citirea valorilor de pe grafic

Pentru citirea valorii frecvenței și amplitudinii (dB) sau fazei într-un anumit punct al graficului se mută cursorul vertical în punctul respectiv.

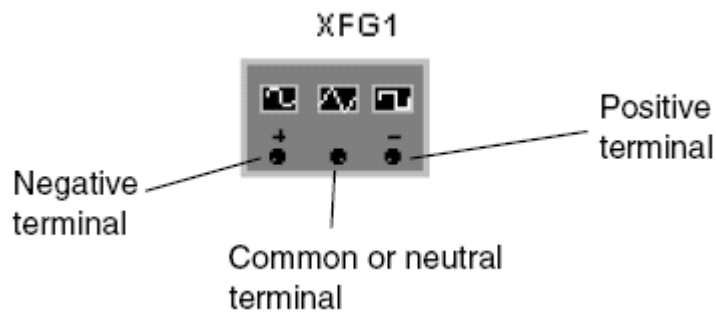
- Poziționarea cursorului:
 - se execută click pe săgețile din cadrul instrumentului

sau

- se modifică poziția cursorului din stânga cu ajutorul mouse-ului în punctul în care se face măsurătoarea



Generatorul de funcții



Generatorul de funcții este o sursă de tensiune care furnizează semnal sinusoidal, triunghiular sau impulsuri dreptunghiulare. Reprezintă cel mai adecvat mod de a excita cu semnal un circuit. Forma de undă poate fi modificată, acționând asupra frecvenței, amplitudinii, duratei impulsurilor și offset-ului. Domeniul de valori pentru frecvențe se poate varia astfel încât să obținem semnale de excitație ce acoperă un domeniu larg (audio și radio-frecvență).

Acest instrument are trei borne de unde formele de undă pot fi aplicate unui circuit. Borna comună furnizează un punct de referință pentru semnalul aplicat.

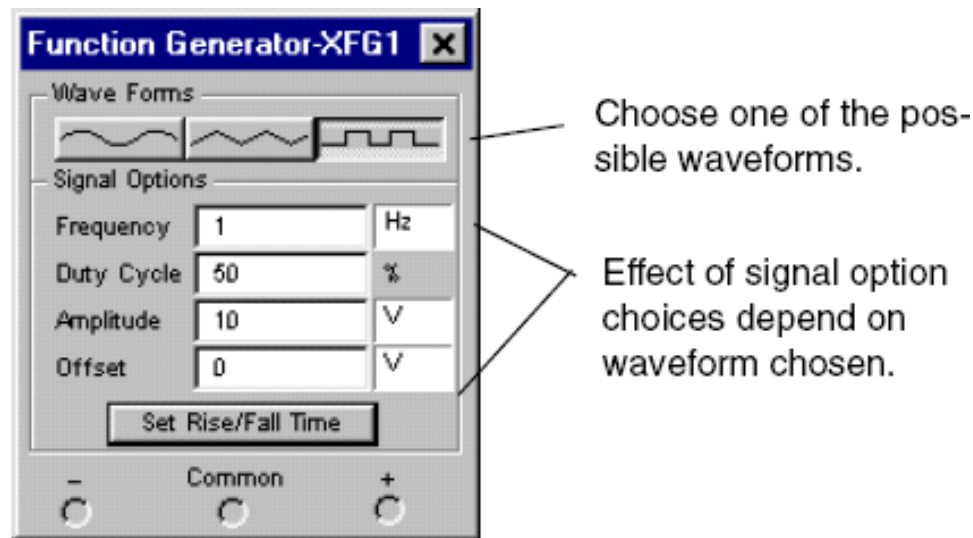


Figura 8. Imaginea mărită a instrumentului

Pentru a realiza o referință a semnalului față de masă se conectează borna comună la punctul de masă al circuitului. Borna pozitivă (+) furnizează o formă de undă în sens pozitiv față de borna comună neutră. Borna negativă (-) furnizează o formă de undă în sens negativ.

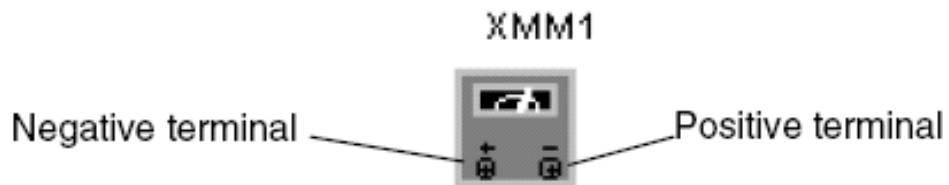
Există posibilitatea selectării a trei forme de undă pentru acest instrument. Acest lucru se face executând click pe unul din cele trei butoane ce reprezintă formele de undă.

Opțiuni pentru semnal

- frecvența (1Hz-999Mhz) reprezintă numărul de cicluri pe secundă generate de instrument;

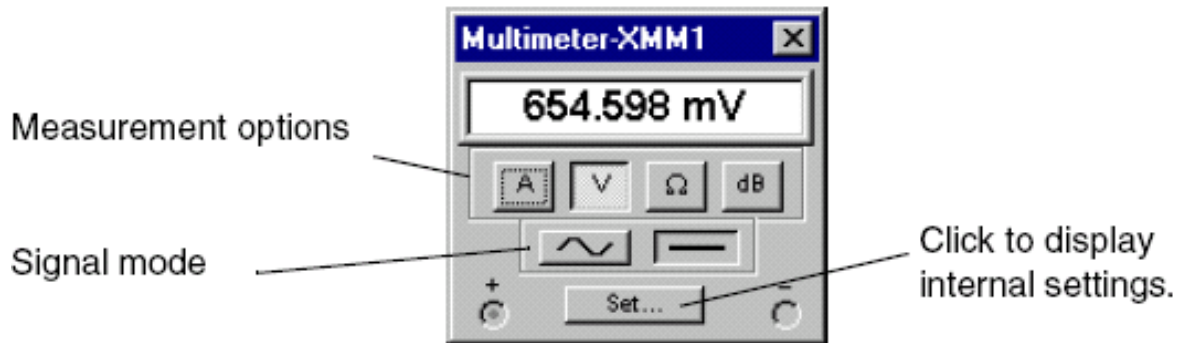
- durata impulsului (1%-99%) reprezintă raportul dintre durata impulsului și perioada semnalului. Această opțiune poate fi aplicată semnalelor de tip triunghiulare și dreptunghiulare, dar nu are influență asupra semnalelor sinusoidale;
- amplitudinea (0-999kV) cu ajutorul acestei setări putem controla amplitudinea semnalului (distanța de la valoarea componentei continue a semnalului până la vârf). Atunci când sondele sunt conectate una la borna comună și cealaltă la borna pozitivă sau negativă, distanța măsurată de la vârf la vârf reprezintă de două ori amplitudinea semnalului. Dacă aplicăm semnalul între borna pozitivă și cea negativă atunci distanța de la vârf la vârf este de patru ori amplitudinea;
- decalajul (Offset)(-999kV – 999kV) această opțiune modifică valoarea componentei continue a semnalului. De exemplu, dacă offset-ul este setat la 0 atunci semnalul va fi redat simetric față de axa Ox (setarea opțiunii *Y Position* a osciloscopului trebuie să fie 0). Setarea unei valori pozitive deplasează semnalul în sensul pozitiv al axei Oy, iar una negativă în sens invers.

Multimetrul

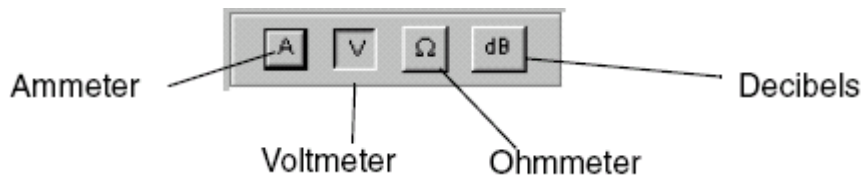


Multimetrul se folosește pentru măsurarea de tensiuni și curenți continue sau alternative, rezistențe și amplificarea sau atenuarea în decibeli între două noduri din circuit. Multimetrul este auto scalabil, deci nu este de nevoie de specificarea unei scale pentru măsurare. Rezistența internă pentru ampermetru și

voltmetru, precum și curentul intern pentru Ohmetru sunt setate la valorile inițiale ideale. Aceste valori pot fi modificate.

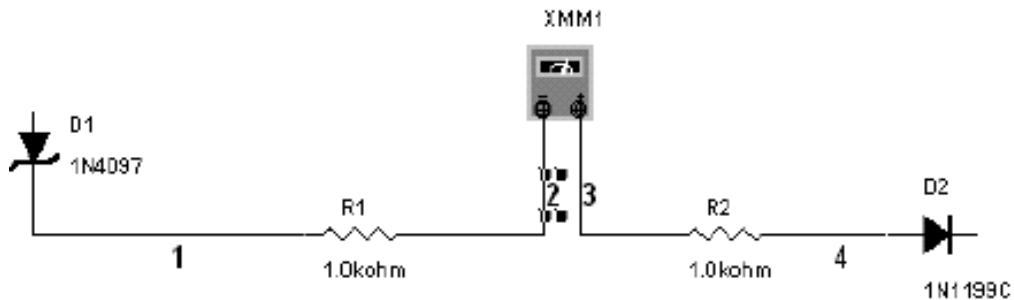


Posibilități de utilizare



Utilizarea instrumentului ca ampermetru

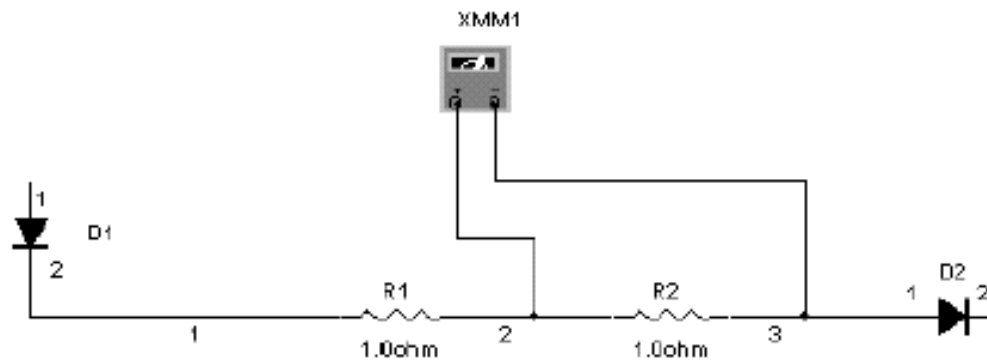
Utilizând această setare se pot măsura curenții dintr-o latură din circuit. Se inserează ampermetrul în serie la fel ca și un ampermetru real.



Pentru măsurarea curentului pe o altă latură din circuit, se conectează un alt multimetru în serie pe traseul respectiv și se simulează circuitul după efectuarea modificărilor. Rezistența internă a ampermetrului este setată inițial cu o valoare foarte mică (1nOhm).

Utilizarea instrumentului ca voltmetru

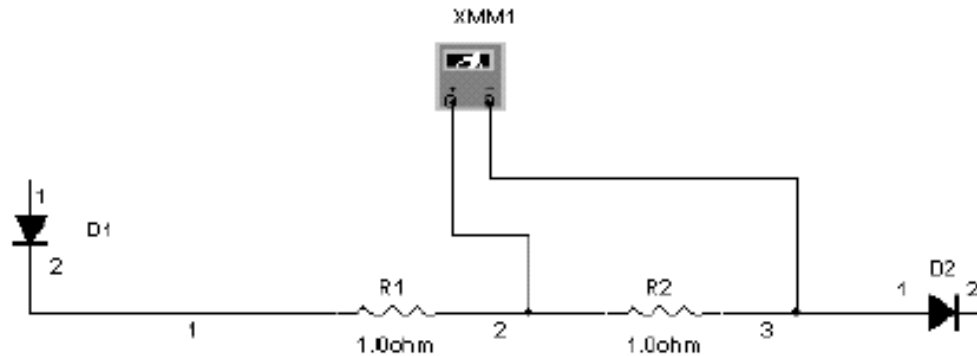
Selectând instrumentul pe această setare atunci va măsura tensiunea între două noduri. Voltmetrul se conectează în paralel cu componenta la bornele căreia se măsoară tensiunea.



În timpul simulării, se poate muta voltmetrul pentru măsurarea tensiunii între alte noduri. În cazul utilizării multimetrului ca voltmetru, rezistența internă inițială este foarte mare (1Mohm).

Utilizarea instrumentului ca Ohmmetru

În acest caz instrumentul măsoară rezistența între două noduri. Ceea ce se află între cele două noduri este considerată ca o singură componentă a circuitului. Pentru măsurarea rezistenței între două noduri se conectează Ohmmetrul în paralel cu componenta respectivă.



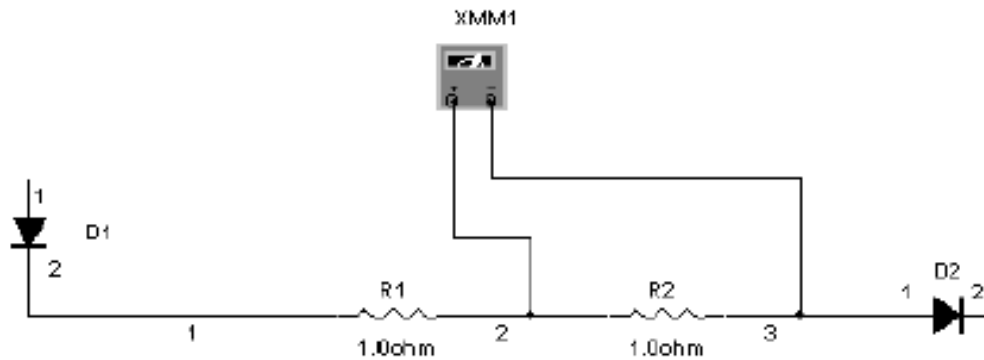
Pentru a obține un rezultat al măsurării cât mai bun trebuie ca:

- să nu existe o sursă pe traseul respectiv;
- componenta să fie conectată la masă;
- multimetrul să fie setat pe DC;
- nu există altă componentă în paralel cu componenta a cărei rezistență este măsurată.


Ohmmetrul generează un curent de 1mA pentru a determina rezistența. El nu poate fi conectat între alte două noduri în timpul simulării.


Utilizarea instrumentului pentru măsurarea tensiunii în decibeli

Prin setarea acestei opțiuni instrumentul măsoară căderea de tensiune între două noduri în decibeli. Multimetrul se conectează în paralel cu componenta respectivă.



Tipul de semnal măsurat (AC sau DC)

 dacă este setat acest buton atunci instrumentul măsoară valoarea RMS a curentului sau a tensiunii semnalului alternativ. Componenta continuă a semnalului va fi eliminată;

 în cazul setării acestui buton, este măsurată valoarea continuă a curentului sau a tensiunii.

Setările interne ale multimetrului

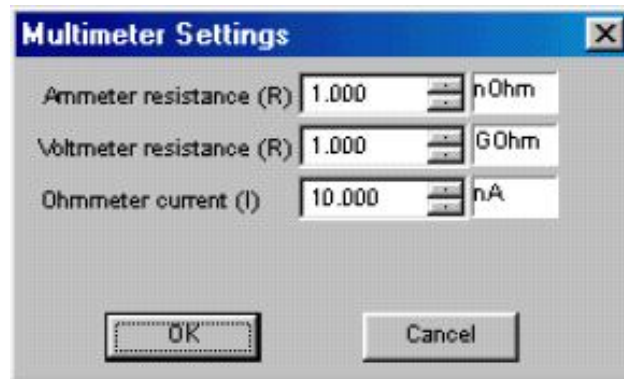
Aparatele de măsură nu trebuie să influențeze circuitul asupra căruia se efectuează măsurători. Pentru un voltmetru ideal trebuie ca rezistența sa să fie foarte mare (infinită), astfel încât să nu circule curent prin aceasta, când este conectat într-un circuit. Aparatele de măsură reale nu îndeplinesc această condiție, deci valorile măsurate sunt apropiate de cele ideale, dar nu au o precizie absolută.

Multimetrul din *Multisim*, la fel ca și cel real, se apropie de cel ideal. El folosește valori foarte mari și mici pentru a aproxima infinitul și zero, pentru calculul cât mai apropiat de ideal al valorilor din circuit. În funcție de utilizarea instrumentului în circuit aceste valori se pot modifica. De exemplu, dacă se măsoară tensiunea într-un circuit cu impedanță mare atunci trebuie să se mărească

rezistența voltmetrului, iar dacă se măsoară curentul în circuit și rezistența este mică trebuie să se micșoreze rezistența ampermetrului.

Pentru a afișa fereastra cu setările inițiale:

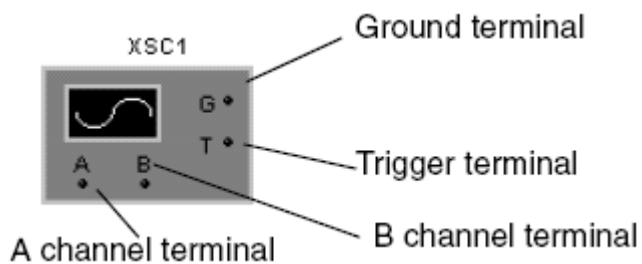
1. se execută click pe butonul **Set** și apare fereastra cu setări;



2. se efectuează modificări asupra valorilor;

3. pentru a salva modificările se execută click pe butonul **OK**. Pentru a anula se execută click pe butonul **Cancel**.

Osciloscopul



Osciloscopul cu două canale afișează semnalele punând în evidență amplitudinea și frecvența semnalelor electrice variabile. El afișează graficul variației semnalelor în timp și comparația între cele două semnale.

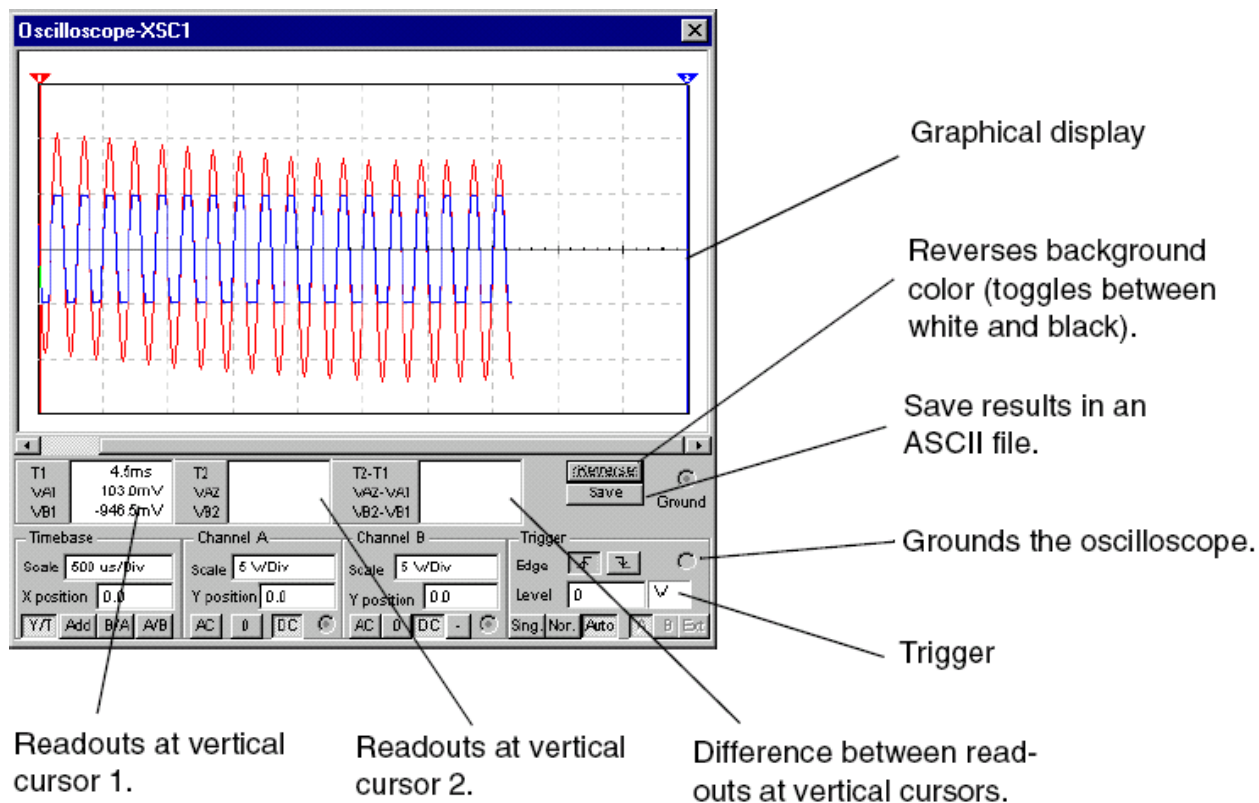
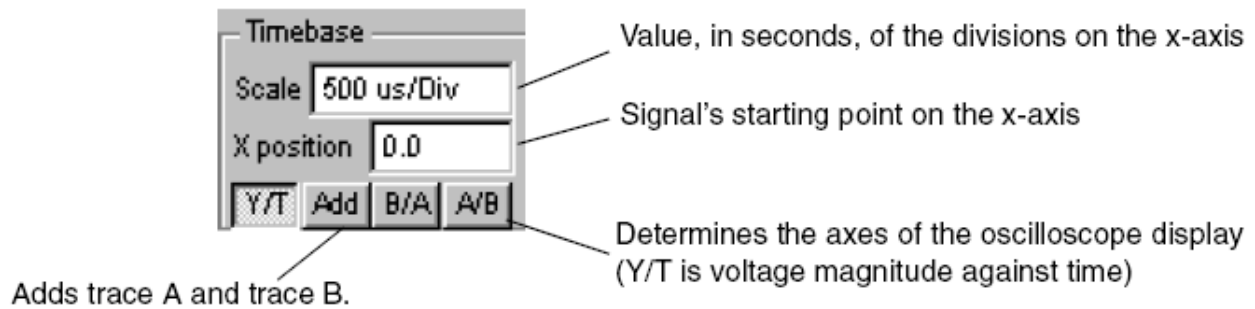


Figura 9. Grafic afișat de ecranul osciloscopului virtual

Scala de timp

Prin setarea scalei de timp se controlează scala axei Ox a osciloscopului pentru vizualizarea semnalului în timp (Y/T). Pentru o citire adecvată a semnalului scala de timp se modifică invers proporțional cu frecvența semnalului de la generatorul de funcții sau a sursei de semnal sinusoidal (pentru o frecvență mare trebuie să se aleagă o scală mică de timp). De exemplu, pentru o frecvență de 1KHz, scala pentru timp trebuie să fie în jur de 1ms.



Poziția pe axa Ox

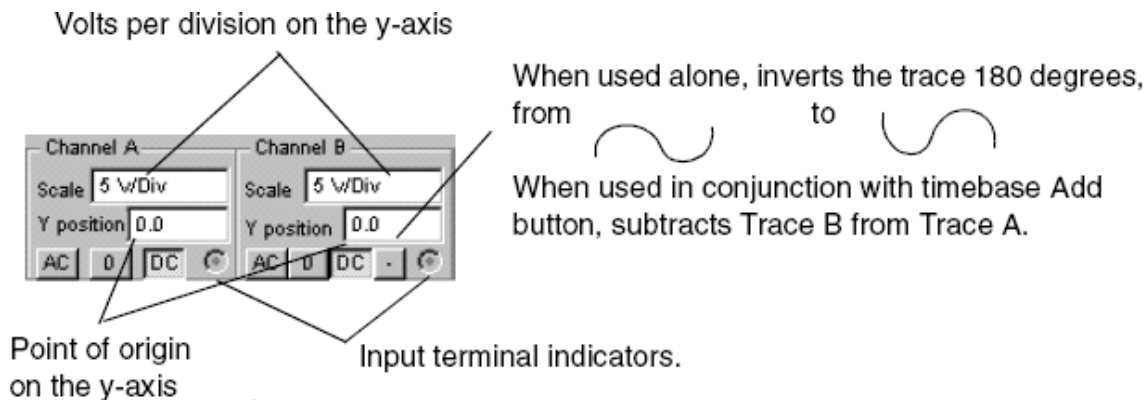
Această setare modifică poziția de start a semnalului pe axa Ox. Dacă setarea pentru **X position** este 0, atunci semnalul este afișat exact din marginea stângă a ferestrei de vizualizare a osciloscopului. Pentru o valoare pozitivă semnalul este deplasat la dreapta față de marginea stângă a ferestrei de vizualizare a osciloscopului. Pentru o valoare negativă semnalul este deplasat la stânga față de marginea stângă a ferestrei de vizualizare a osciloscopului.

Axele osciloscopului

Axele osciloscopului pot fi schimbate astfel încât acesta să afișeze variația semnalului în funcție de timp (Y/T) sau să afișeze graficul unui canal în funcție de celălalt (A/B sau B/A). Din cea de a doua reprezentare se poate determina, în cazul figurilor Lissajous defazajul dintre două semnale, sau se poate determina efectul de histeresis. În cazul în care avem reprezentarea A/B scala pentru axa Ox se poate modifica din setarea corespunzătoare canalului B.

Setările canalului A și canalului B

Setarea volți pe diviziune ($10\mu V/Div - 5kV/Div$)



Această setare determină scala de reprezentare pentru axa Oy. Poate determina de asemenea scala pentru Ox atunci când este selectată reprezentarea A/B sau B/A.

Pentru a obține în fereastra de afișare a osciloscopului o formă de semnal bine reprezentată se modifică scala în concordanță cu valoarea care urmează să fie afișată. De exemplu, pentru un semnal alternativ de amplitudine de 3V setarea adecvată pentru scală este de 1V/Div. Dacă se mărește valoarea atunci forma semnalului va fi micșorată pe axa Oy, dacă se micșorează valoarea atunci forma semnalului va ieși din fereastra de afișare.

Poziția pe Y (-3.00 – 3.00)

Această setare modifică poziția punctului de origine al axei Oy. Când **Y position** este setat la 0.00 atunci punctul de origine este la intersecția cu axa Ox. Dacă se mărește **Y Position** la 1.00 originea axei Oy se deplasează cu o diviziune deasupra axei Ox, iar dacă micșorăm **Y Position** la -1.00 originea axei Oy este deplasată cu o diviziune sub axa Ox. Prin modificarea acestei setări se pot vizualiza

formele de undă pentru cele două canale în modul cel mai convenabil pentru analiza acestora.

Modurile de afișare (AC, DC, 0)

Când este setat modul de afișare alternativ(AC), atunci pe osciloscop este afișată doar componenta alternativă. Acest mod are efectul cuplării unei capacități în serie cu intrarea osciloscopului. La fel ca la un osciloscop real, primul ciclu afișat nu este bine redat. După calcularea și eliminarea componentei continue în primul ciclu, începând cu al doilea ciclu semnalul afișat este cel corespunzător.

Dacă este setat modul continuu (DC), este afișat pe osciloscop semnalul ce reprezintă suma celor două componente continuă și alternativă. Dacă este setat modul 0, pe osciloscop este afișată o linie din punctul de origine al axei Oy, valoarea aceasta fiind stabilită de setarea lui **Y Position**.

Utilizarea cursorilor și citirea rezultatelor

Pentru afișarea valorilor exacte ale semnalului, se mută cursorul în poziția dorită. În casetele de sub ecranul de afișare al osciloscopului, sunt indicate valorile pentru tensiune și timp în punctul de intersecție al cursorului cu semnalul de pe canalul respectiv. Dacă se utilizează ambele cursoare se poate măsura timpul între cele două, iar această valoare va fi afișată.

Osciloscopul se poate poziționa între alte noduri ale circuitului fără a fi nevoie de să se reactiveze simularea circuitului. După re poziționarea osciloscopului se redesenează formele de undă. Dacă se modifică setările osciloscopului în timpul simulării formele de undă vor fi redesenate corespunzător valorilor setate de utilizator.

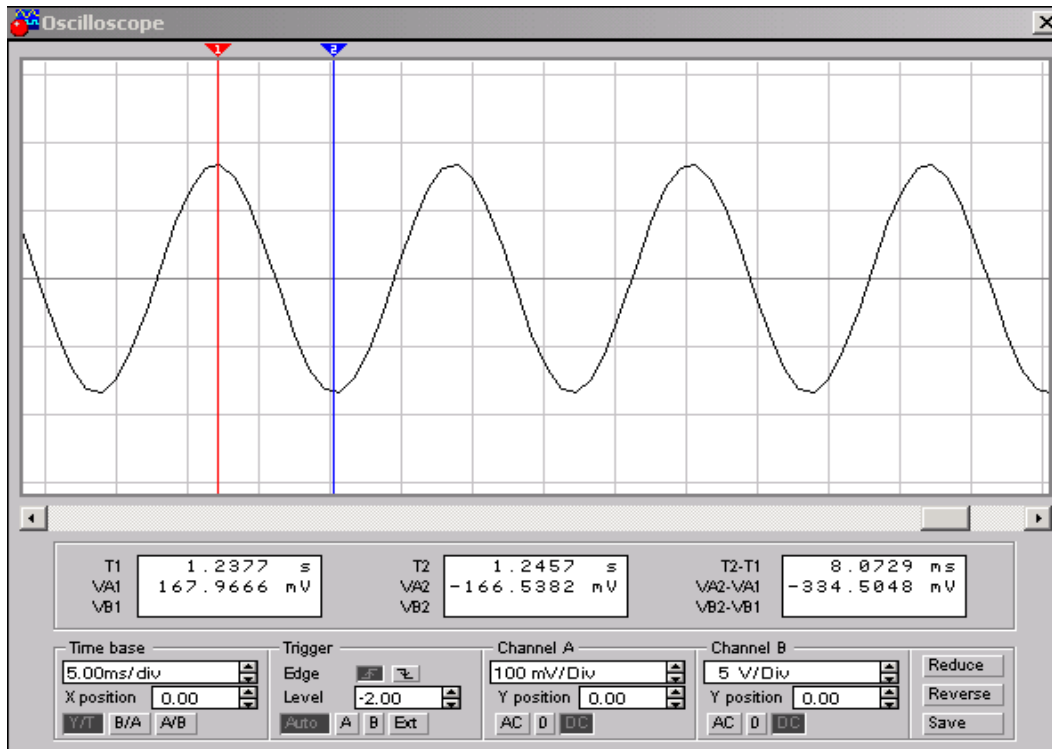
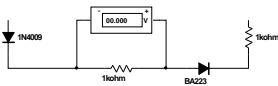


Figura 10. Utilizarea cursoroanelor pentru citirea indicațiilor osciloscopului

Pe parcursul simulării comportamentului unui circuit, osciloscopul

Voltmetrul

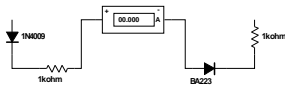
Acest instrument se poate utiliza accesând butonul *Indicators* din *Component Toolbar*. Voltmetrul se conectează în paralel cu componenta la bornele căreia se măsoară tensiunea.



În timpul simulării, se poate muta voltmetru pentru măsurarea tensiunii între alte noduri.

Ampermetrul

Utilizarea acestui instrument se face accesând butonul *Indicators* din *Component Toolbar*. Se inserează ampermetrul în serie la fel ca și un ampermetru real.



Pentru măsurarea curentului pe o altă latură din circuit, se conectează un alt ampermetru în serie pe traseul respectiv și se simulează circuitul după efectuarea modificărilor.