INTRODUCERE ÎN MULTISIM

TUTORIAL PENTRU PROFESORI

Prof. RUSU CONSTANTIN

BISTRIȚA – 2020

ISBN 978-973-0-31778-7

CUPRINS

CUVÂNT INTODUCTIV 1

CAP1. INTERFAȚA APLICAȚIEI MULTISIM 2

1.1 PREZENTAREA SUPRAFEȚEI DE LUCRU. 2

1.2 PREZENTAREA BARELOR DE INSTRUMENETE . 3

1.3 PREZENTAREA MENIURILOR POP-UP . 11

CAP2. DESENAREA SCHEMELOR ELECTRONICE 17

2.1 PLASAREA COMPONENTELOR PE SUPRAFAȚA DE LUCRU. 17

2.2 PERSONALIZAREA UNEI COMPONENTE PLASATE. 19

2.3 PLASAREA SURSELOR DE ALIMENTARE PE SUPRAFAȚA DE LUCRU. 21

2.4 PLASAREA INSTRUMENTELOR VIRTUALE DE MĂSURARE. 24

2.5 EXECUTAREA CONEXIUNILOR DINTRE COMPONENTE. 28

2.6 SIMULAREA FUNCȚIONĂRII SCHEMEI ELECTRONICE REALIZATE. 29

CAP3. LUCRĂRI DE LABORATOR REALIZATE ÎN MULTISIM 30

3.1 REALIZAREA SCHEMEI UNEI REȚELE DE REZISTOARE. 30

3.2 REALIZAREA SCHEMEI UNEI REȚELE DE CONDENSATOARE. 36

3.3 REALIZAREA SCHEMEI UNUI REDRESOR MONO-ALTERNANȚĂ. 41

3.4 REALIZAREA SCHEMEI UNUI REDRESOR DUBLĂ-ALTERNANȚĂ CU PRIZĂ MEDIANĂ.46

3.5 REALIZAREA SCHEMEI UNUI ALIMENTATOR DE TENSIUNE STABILIZAT. 49

3.6 REALIZAREA SCHEMEI UNUI STABILIZATOR DE TENSIUNE SERIE CU TRANZISTOARE BIPOLARE. 52

3.7 REALIZAREA SCHEMEI UNUI AMPLIFICATOR DE MICĂ PUTERE CU TB. 54

3.8 REALIZAREA SCHEMEI UNUI CIRCUIT BASCULANT CU CI- LM555. 57

3.9 REALIZAREA UNEI SCHEME ELECTRONICE CU PORȚI LOGICE ELEMENTARE . 60

3.10 REALIZAREA SCHEMELOR ELECTRONICE CU CIRCUITE INTEGRATE LOGICE . 62

BIBLIOGRAFIE 67

CUVÂNT INTODUCTIV

MULTISIM *este un mediu de dezvoltare electronic complex, utilizat pentru realizarea schemelor electronice, pentru proiectarea circuitelor electronice, pentru simularea funcționării schemelor și circuitelor electronice.*

Multisim *este cel mai evoluat și răspândit program de proiectare a circuitelor electronice, dezvoltat de firma* ***National Instruments*** *.*

Mediul de dezvoltare ***Multisim*** *dispune de o bază de date care conține o gamă foarte largă de componente electronice cu ajutorul cărora se poate proiecta și construi orice dispozitiv analogic sau digital. Utilizatorul are posibilitatea de a modifica parametrii oricărei componente și de a salva aceste modificări în baza de date.*

În ***Multisim*** *este posibilă urmărirea funcționării circuitului prin simularea proceselor de lucru, testarea diferitelor proiecte experimentale precum și efectuarea diferitelor măsurări și vizualizări ale semnalelor în orice punct al schemei electronice.*

Pentru realizarea și testarea unui circuit electronic în Multisim se parcurg următorii pași:

1. *Realizarea schemei electronice cu ajutorul simbolurilor componentelor electronice din baza de date;*
2. *Simularea funcționării schemei electrice realizate și analiza comportării circuitului;*
3. *Modificarea schemei electrice în cazul în care nu funcționează corect sau nu se comportă conform așteptărilor;*
4. *Proiectarea pe o placă de circuit imprimat (PCB) sau pe un dispozitiv logic programabil (PLD) a circuitului electronic realizat.*

Tutorialul ***"Introducere în Multisim"*** *se adresează profesorilor ingineri care predau ore de teorie, laborator și instruire practică în învățământul liceal, filiera tehnologică, domeniul de pregătire – electronică automatizări. Acest tutorial poate fi utilizat și de către elevii sau studenții care se pregătesc în domeniul electronică automatizări.*

Autorul urează mult succes celor care utilizează acest tutorial și le dorește să îmbine cât mai plăcut și armonios cunoștințele teoretice cu rezultatele obținute în mediul virtual al aplicației Multisim pentru a-și dezvolta cât mai mult puterea de creație tehnică.

Prof. RUSU CONSTANTIN

Colegiul Tehnic INFOEL - BISTRIȚA

CAP1. INTERFAȚA APLICAȚIEI MULTISIM

1.1 PREZENTAREA SUPRAFEȚEI DE LUCRU.

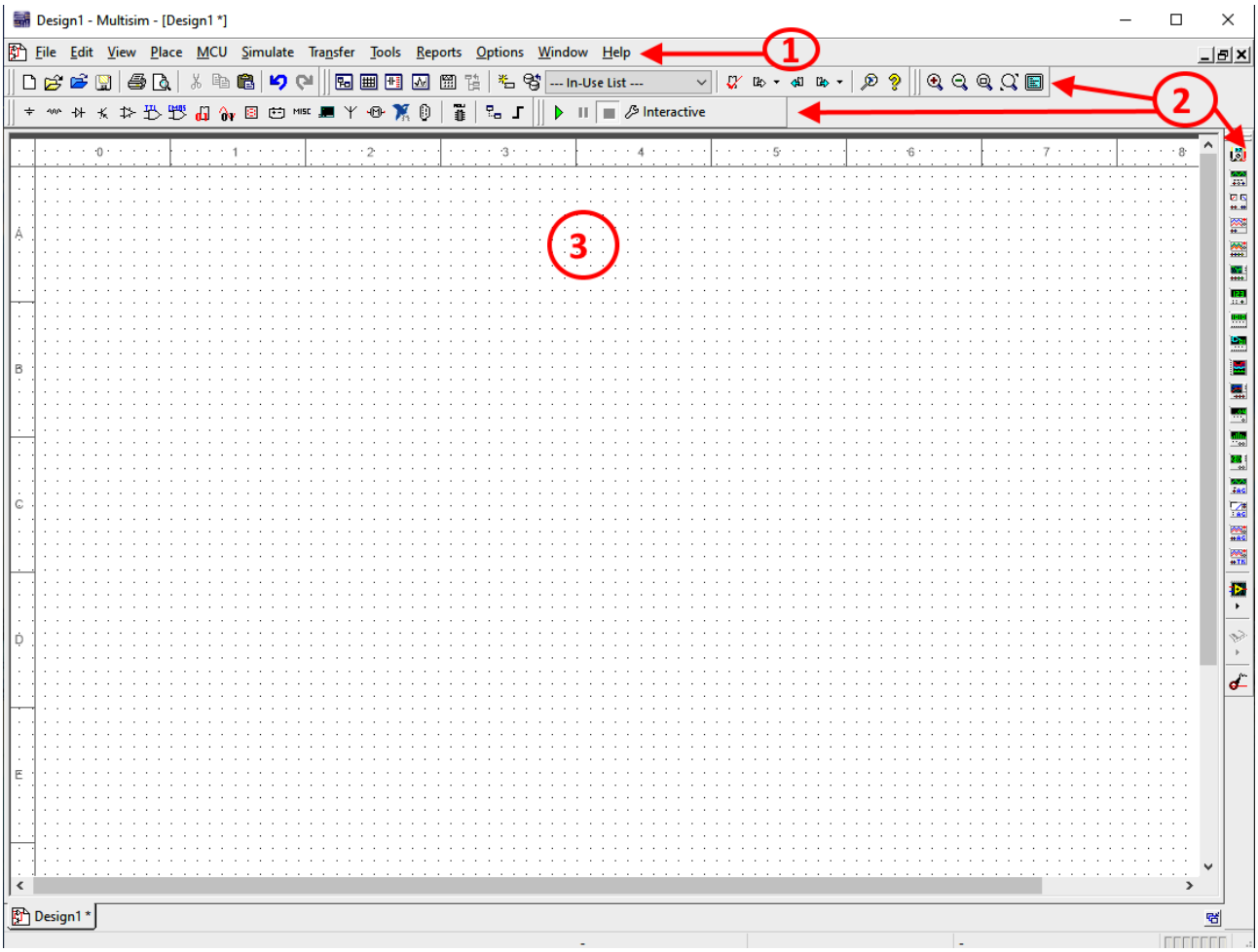


Figura 1.1 Interfața aplicației Multisim

Elementele de bază ale interfeței aplicației Multisim (**figura 1**) sunt:

1 – Bara de meniuri – este prevăzută cu mai multe meniuri pentru comanda și executarea mai multor acțiuni și funcții;

2 – Bare cu instrumente de lucru –sunt prevăzute cu mai multe butoane pentru plasarea și personalizarea simbolurilor componentelor și a instrumentelor de lucru;

3 – Suprafața de lucru - este suprafața unde se plasează simbolurile componentelor, se desenează și se simulează funcționarea schemei electronice.

1.2 PREZENTAREA BARELOR DE INSTRUMENETE .

Pentru activarea sau dezactivarea barelor de instrumente sunt două metode:

- **Clic pe meniul View – clic pe comanda Toolbars – bifarea sau debifarea unei bare din lista derulantă care se deschide;**
- **Clic dreapta pe bara de meniuri – bifarea sau debifarea unei bare din lista derulantă care se deschide**

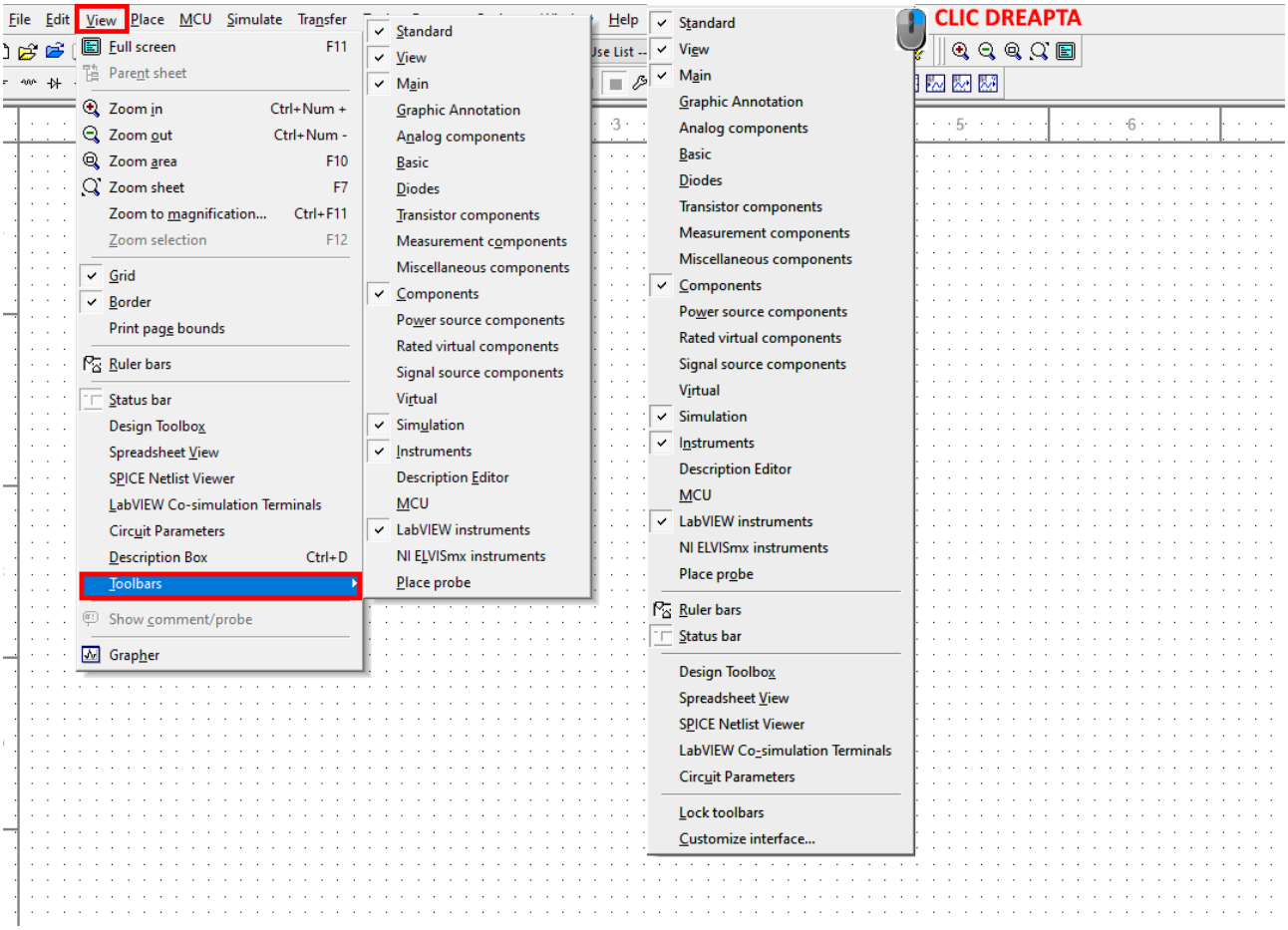
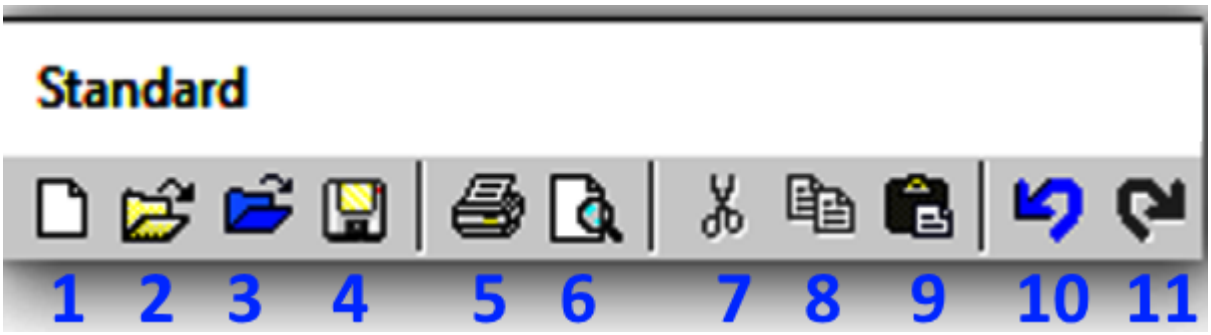


Figura 1.2 Accesarea barelor de instrumente

În aplicația Multisim se utilizează, mai frecvent, următoarele bare de instrumente:

- Bara ***Standard***;
- Bara ***Principală***;
- Bara de ***Componente***;
- Bara de ***Instrumente***;
- Bara de ***Instrumente LabVIEW***;
- Bara de ***Instrumente virtuale***;
- Bara de ***Simulare***;
- Bara de ***Vizualizare***;
- Bara de ***Adnotări grafice***;
- Bara cu ***Sonde de măsurare***.

1.2.1 BARA STANDARD.



1 - NEW (CTRL+N) – creează un fișier nou;

2 – OPEN (CRTL+O) – deschide un fișier existent;

3- OPEN SAMPLE – deschide dosarul cu exemple de scheme realizate;

4 – SAVE (CTRL+S) – salvează fișierul curent;

5 – PRINT DIRECT (CTRL+P) – printează schema desenată;

6- PRINT PREVIEW – arată schema desenată așa cum va fi printată;

7 – CUT (CTRL+X) – decupează elementul selectat și plasează-l în memoria tampon;

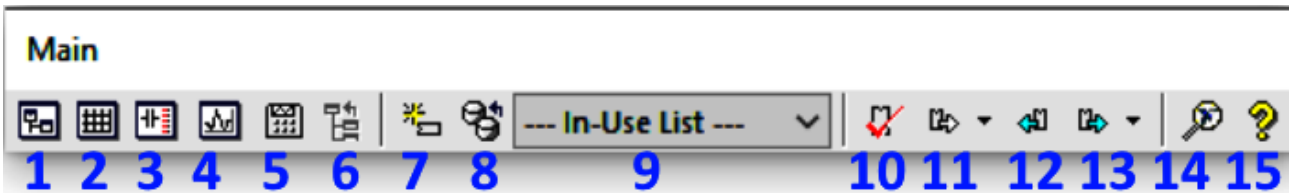
8 – COPY (CTRL+C) - copiază elementul selectat și plasează-l în memoria tampon;

9 – PASTE (CTRL+V) – inserează elementul din memoria tampon în locul unde este cursorul mouse;

10 – UNDO (CTRL+Z) – anularea unei acțiuni deja făcute;

11- REDO (CTRL+Y) - revenirea asupra acțiunii de anulare.

1.2.2 BARA PRINCIPALĂ.



1 – Comutator unelte desen – deschide/închide fereastra cu unelte desen;

2 – Comutator vizualizare pagină de lucru – deschide/închide vizualizarea paginii de lucru;

3- Comutator vizualizate listă SPICE – deschide/închide lista comenzilor în SPICE;

4 – Comutator vizualizare grafice – deschide/închide fereastra cu graficele și formele de undă indicate de aparatele din circuit (osciloscop,….etc.);

5 – Comutator postprocesor – deschide/închide fereastra postprocesor;

6- Comutator bloc ierarhic – vizualizare deplasare între sub-circuitele unui bloc ierarhic format din mai multe circuite și sub-circuite;

7 – Comutator creare element – deschide/închide fereastra pentru crearea automată a unui element de circuit;

8 – Administrator bază de date – deschide fereastra de management al bazei de date;

9 – Deschide listă componente – lista componentelor din schema electrică;

10 – Verificare reguli electrice – verifică dacă au fost respectate regulile electrice pentru circuitul respectiv;

11- Transferă schema în Ultiboard - schema se transferă în programul de proiectare pe placa de circuit (NI Ultiboard);

12 – Adnotare înapoi – se incorporează modificări într-un circuit realizat în Ultiboard;

13 – Adnotare înainte – se adnotează modificările aduse unei scheme în Multisim la fișierul său corespunzător din Ultiboard;

14 – Căutător de scheme – caută exemple de scheme realizate în baza de date a programului;

15 – AJUTOR (F1) - lansează fișierul cu documentația de ajutor.

1.2.3 BARA DE COMPONENTE

1 – SURSĂ – selectează o sursă de alimentare sau un generator de semnal;

2 – BAZĂ – selectează grupa de componente pasive de bază (rezistoare, condensatoare, bobine, transformatoare, etc.);

3- DIODE – selectează o anumită grupă de diode;

4 – TRANZISTORI – selectează o anumită grupă de tranzistori;

5 – CIRCUITE INTEGRATE ANALOGICE – selectează o anumită grupă de CI analogice;

6- CIRCUITE INTEGRATE TTL – selectează o anumită grupă de CI de tip TTL;

7 – CIRCUITE INTEGRATE CMOS – selectează o anumită grupă de CI de tip CMOS;

8 – GRUP COMPONENTE DIGITALE – selectează un grup de componente digitale;

9 – GRUP COMPONENTE ANALOGICE – selectează un grup de componente analogice;

10 – INDICATOR – selectează un anumit tip de aparat indicator;

11- COMPONENTE DE PUTERE - selectează o anumită grupă de componente utilizate în circuitele electronice de putere;

12 – DIVERSE – selectează o grupă de componente din categoria Diverse;

13 – PERIFERICE AVANSATE – selectează o anumită grupă de echipamente periferice;

14 – RADIO FRECVENȚĂ – selectează o anumită grupă de componente RF;

15 – ELECTROMECANICĂ - selectează o grupă de componente electromecanice;

16- COMPONENTE NI - selectează o grupă de componente NI;

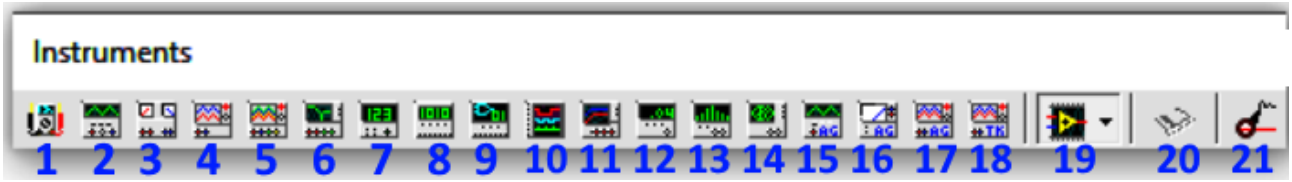
17 – CONECTORI – selectează o anumită grupă de conectori;

18 – MICROCONTROLERE – selectează o anumită grupă de microcontrolere;

19 – BLOC IERARHIC – deschide un circuit încorporat într-un bloc ierarhic;

20 – TRASEU - plasează un traseu cu mai multe conductoare.

1.2.4 BARA DE INSTRUMENTE



1 – MULTIMETRU – plasează un multimetru;

2 – GENERATOR DE FUNCȚII – plasează un generator de funcții;

3- WATTMETRU – plasează un wattmetru;

4 – OSCILOSCOP 2 CANALE – plasează un osciloscop cu 2 canale;

5 – OSCILOSCOP 4 CANALE – plasează un osciloscop cu 4 canale;

6- BODE PLOTTER – analizează graficele de frecvență a circuitelor de filtrare;

7 – NUMĂRĂTOR DE FRECVENȚĂ – plasează un contor de frecvență;

8 – GENERATOR DE CUVINTE – plasează un generator de cuvinte;

9 – CONVERTOR LOGIC – plasează un convertor logic;

10 – ANALIZATOR LOGIC – plasează un analizator logic;

11- ANALIZATOR IV - verifică componente active care nu sunt conectate în circuit;

12 – ANALIZATOR DISTORSIUNI – plasează un analizator de distorsiuni;

13 – ANALIZATOR DE SPECTRU – plasează un analizator de spectru;

14 – ANALIZATOR DE REȚEA – plasează un analizator de rețea;

15 – ANALIZATOR DE FUNCȚII AGILET - plasează un generator de tip AGILENT;

16- MULTIMETRU AGILENT - plasează un multimetru de tip AGILENT;

17 – OSCILOSCOP DE TIP AGILENT– plasează un osciloscop de tip AGILENT;

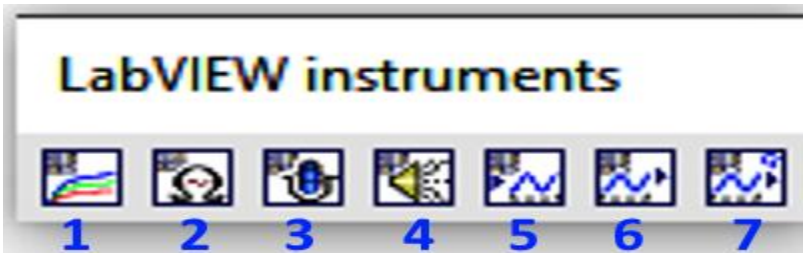
18 – OSCILOSCOP DE TIP TEKTRONIX – plasează un osciloscop marca TEKTRONIX;

19 – COMUTATOR INSTRUMENTE LABVIEW – deschide/închide bara de instrumente LabVIEW;

20 – COMUTATOR INSTRUMENTE NI ELVISmx – deschide/închide bara de instrumente de tip ELVIS mx (nu sunt disponibile în această versiune);

21 – SONDĂ DE CURENT - plasează o sondă de curent.

1.2.5 BARA DE INSTRUMENTE LABVIEW



1 – BJT Analyzer – măsoară și analizează caracteristicile unui tranzistor bipolar;

2 – Impedance Meter – măsoară impedanța electrică într-un circuit;

3- Microphone – înregistrează datele sonore de la un microfon atașat la PC și le trimite ca un semnal în Multisim;

4 – Speaker – emite un semnal de tensiune ca sunet către difuzorul PC;

5 – Signal Analyzer – plasează un analizator de semnal;

6- Signal Generator – plasează un generator de semnal;

7 – Streaming Signal Generator – plasează un generator de semnal de streaming.

1.2.6 BARA DE INSTRUMENTE VIRTUALE

1 – Analog Family – deschide/închide fereastra cu familii de CI analogice virtuale;

2 – Basic Family – deschide/închide fereastra cu componentele de bază virtuale;

3- Diode Family – deschide/închide fereastra cu familii de diode virtuale;

4 – Transistor Family – deschide/închide fereastra cu familii de tranzistoare virtuale;

5 – Measurement Family – deschide/închide fereastra cu familii de instrumente de măsură virtuale;

6- Miscellaneous Family – deschide/închide fereastra cu diverse familii de componente virtuale;

7 – Source Family – deschide/închide fereastra cu familii de surse de putere virtuale;

8- Rated Family – deschide/închide fereastra cu familii de componente virtuale evaluate;

9 – Signal Source Family – deschide/închide fereastra cu familii de surse de semnal virtuale.

1.2.7 BARA DE SIMULARE

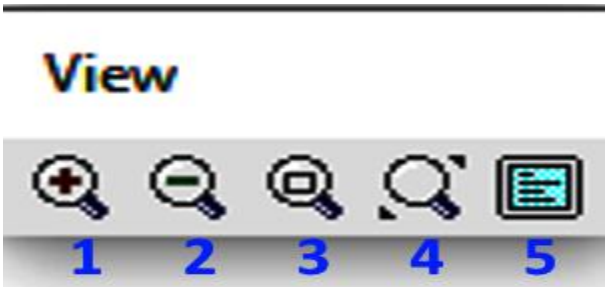
1 – START (F5) – pornește, reîncepe simularea;

2 – PAUZĂ (F6) – pauză simulare;

3- STOP – oprește simularea;

4 – INTERACTIVE – deschide fereastra de analiză activă a parametrilor de simulare.

1.2.8 BARA DE VIZUALIZARE



1 – Zoom in – mărește planul de lucru;

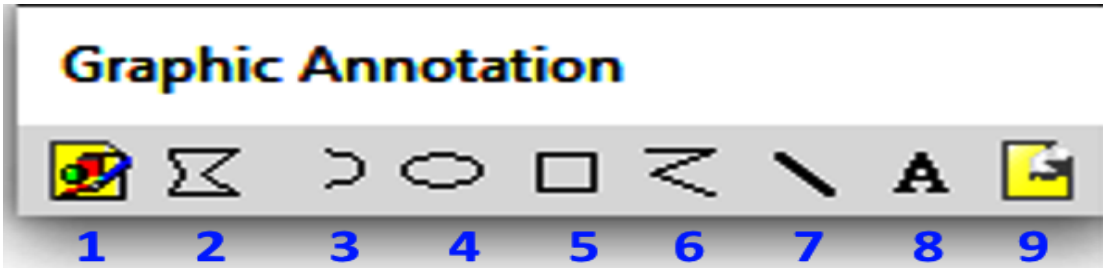
2 – Zoom out – micșorează planul de lucru;

3- Zoom area (F10) – selectează o suprafață de lucru pentru a o mări;

4 – Zoom shet (F7) – dimensionează foaia de lucru la mărimea suprafeței ecranului de lucru;

5 – Full screen (F11) – expune foaia de lucru pe tot ecranul;

1.2.9 BARA DE ADNOTĂRI GRAFICE



1 – IMAGINE – inserează o imagine;

2 – POLIGON – desenează un poligon;

3- ARC – desenează un arc de cerc;

4 – ELIPSĂ – desenează o elipsă;

5 – DREPTUNGHI – desenează un dreptunghi;

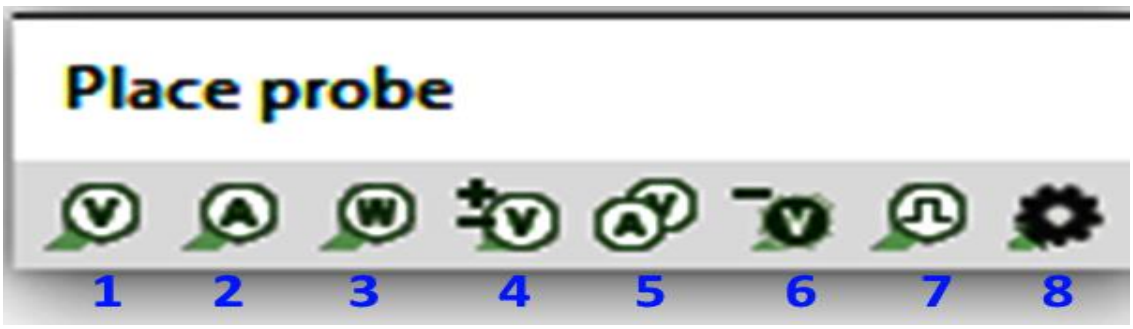
6- MULTILINIE – desenează multilinie;

7 – LINIE – desenează o linie;

8- TEXT – inserează un text;

9 – COMMENT – inserează un comentariu;

1.2.10 BARA CU SONDE DE MĂSURARE



1 – Sondă tensiune – plasează o sondă pentru măsurarea tensiunii;

2 – Sondă curent – plasează o sondă pentru măsurarea curentului electric;

3- Sondă wattmetru – plasează o sondă pentru măsurarea puterii electrice;

4 – Sondă tensiune de referință – plasează două sonde pentru măsurarea unei tensiuni în raport cu altă tensiune indicată de sonda de referință;

5 – Sondă tensiune-curent – plasează o sondă pentru măsurarea tensiunii și curentului;

6- Sondă referință tensiune – plasează o sondă de referință de tensiune;

7 – Sondă semnal digital – plasează o sondă pentru măsurarea semnalului digital;

8- Setări sondă – deschide fereastra de setări ale sondelor.

1.3 PREZENTAREA MENIURILOR POP-UP .

Pe lângă meniurile din bara de meniuri, mai sunt o serie de meniuri pop-up care se deschid în special când se face clic dreapta într-un anumit loc sau pe un anumit element din Multisim.

1.3.1 Meniul pop-up al suprafeței de lucru.

Când se face clic dreapta pe suprafața de lucru se deschide meniul din **figura 1.3**

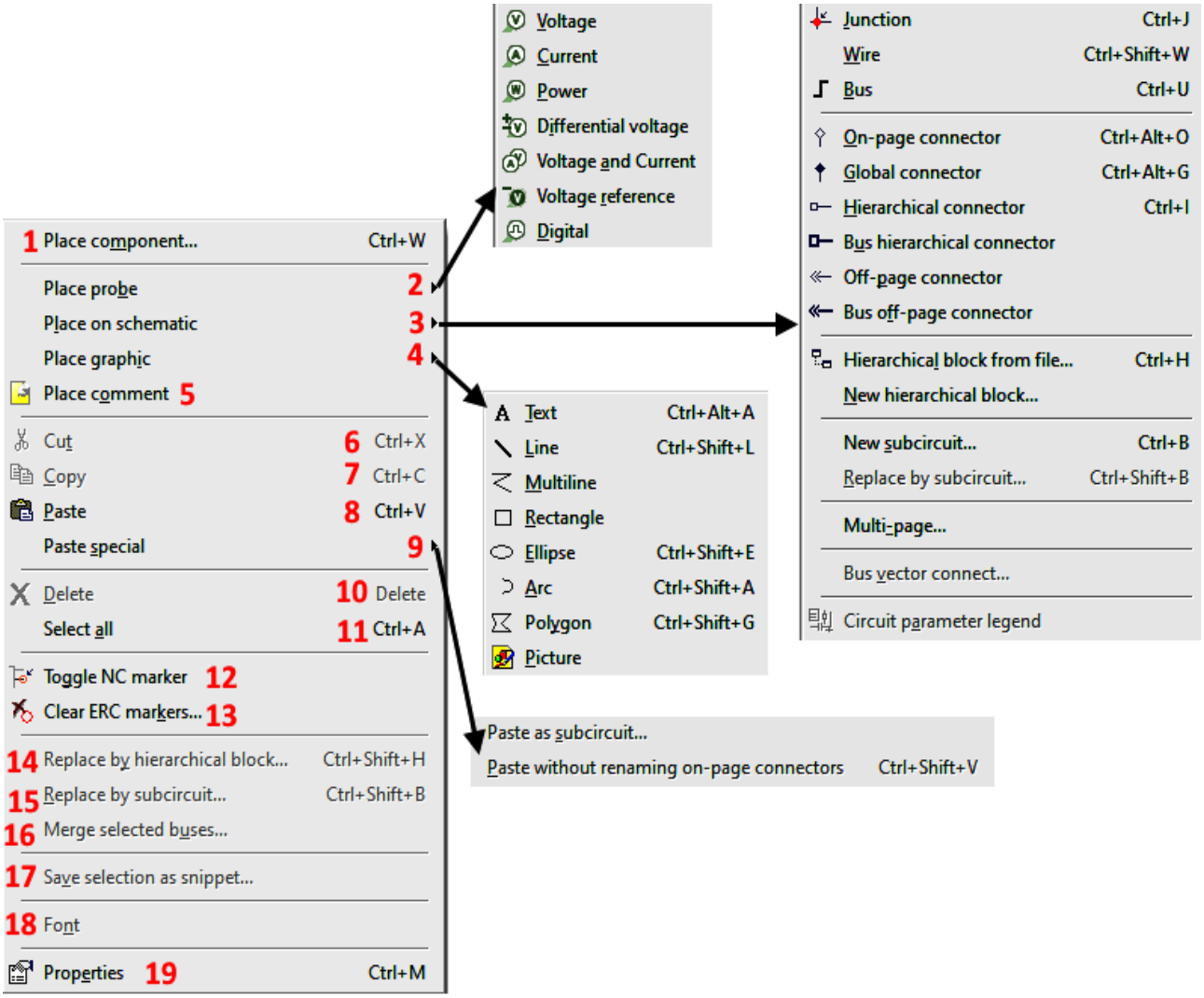


Figura 1.3 Meniul pop-up al suprafeței de lucru

1 – Place component – deschide fereastra cu toate familiile de componente din baza de date;

2 – Place probe – plasează un instrument de probă din sub-meniul deschis;

3 – Place on schematic – plasează un element de conexiune din sub-meniul deschis;

4 – Pace graphic – plasează un element grafic din sub-meniul deschis;

5 – Place comment – plasează un comentariu pe spațiu de lucru;

6 – CUT – decupează și copiază în memorie elementul selectat;

7 – COPY - copiază în memorie elementul selectat;

8 – PASTE – lipește, în punctul indicat, elementul copiat în memorie;

9 – PASTE SPECIAL – lipire specială sub-circuit;

10 – DELETE – șterge elementul selectat din suprafața de lucru;

11 – SELECT ALL – selectează toate elementele din suprafața de lucru;

12 – Toggle NC marker – plasează un marker (fără conexiune) pe un pin al unei componente din suprafața de lucru;

13 – Clear ERK markers – elimină markerele care verifică regulile electrice din suprafața de lucru

14 – Replace by hierarchical block – înlocuiește elementul selectat cu un bloc ierarhic;

15 – Replace by subcircuit – înlocuiește elementul selectat cu un sub-circuit;

16 – Merge selected buses – combină magistralele de trasee selectate

17 – Save selection as snippet - salvează schema selectată ca un fragment (un fișier de tip imagine cu imaginea schemei);

18 – FONT – deschide fereastra Font pentru elementul selectat;

19 – PROPERTIES – deschide fereastra cu proprietățile suprafeței de lucru.

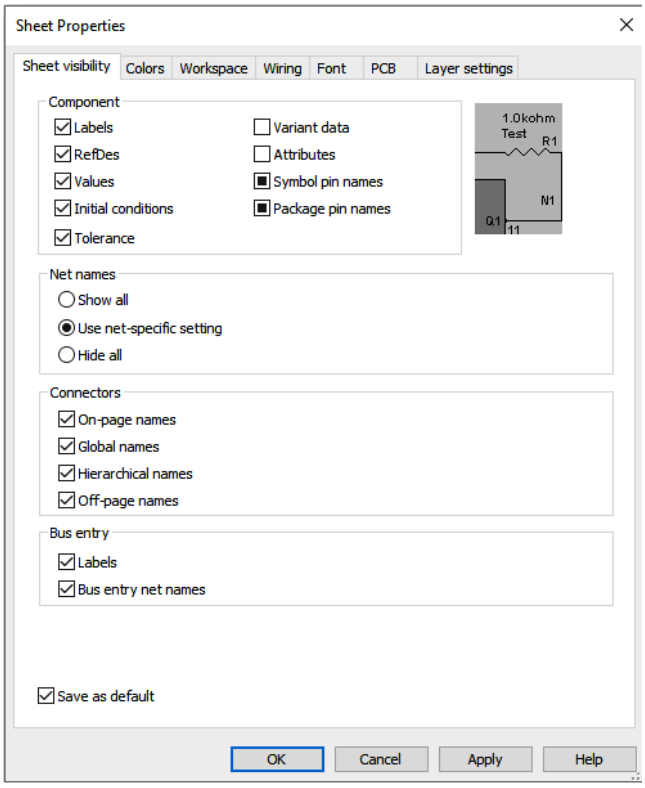


Figura 1.4 Fereastra Proprietăți a suprafeței de lucru

1.3.2 Meniul pop-up al unei componente selectate.

Când se face clic dreapta pe o componentă sau un instrument selectat se deschide meniul din **figura 1.5**.

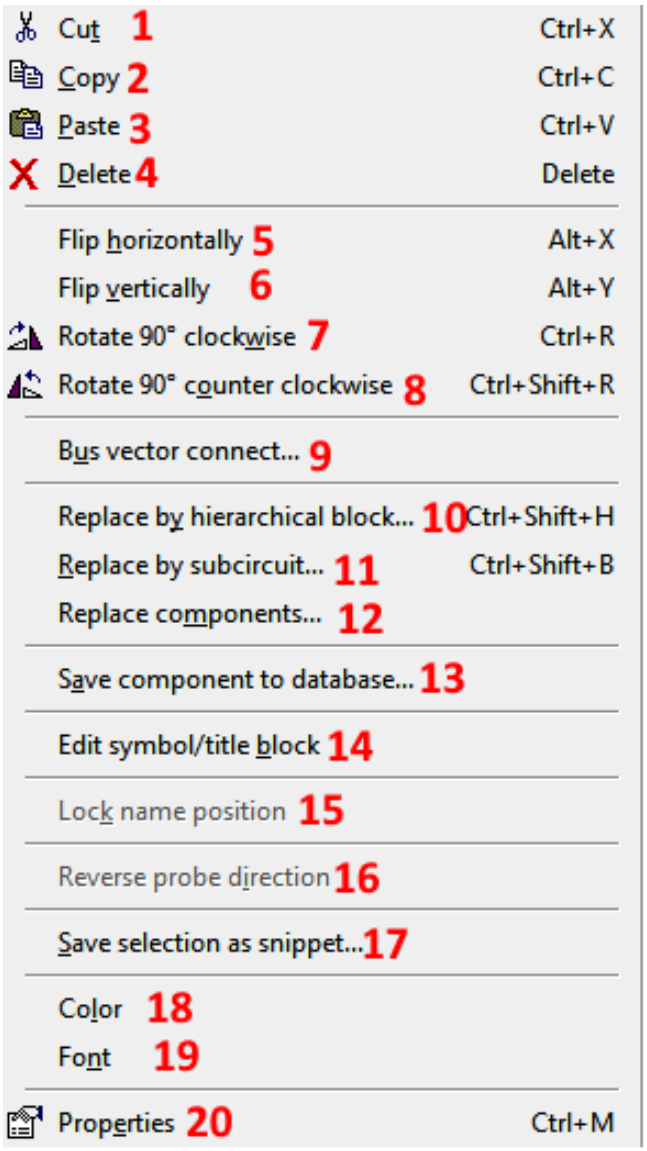


Figura 1.5 Meniul pop-up al unei componente sau instrument

1 – Cut– decupează și copiază în memorie elementul selectat;

2 – Copy – copiază în memorie elementul selectat;

3 – Paste – lipește, în punctul indicat, elementul copiat în memorie;

4 – Delete – șterge elementul selectat;

5 – Flip horizontally – rotește în plan orizontal cu 180°;

6 – Flip verticallly – rotește în plan vertical cu 180°;

7 – Rotate 90° clockwise – rotește cu 90° spre dreapta;

8 – Rotate 90° counter clockwise – rotește cu 90° spre stânga;

9 – Bus vector connect – se deschide fereastra de conectare la o magistrală;

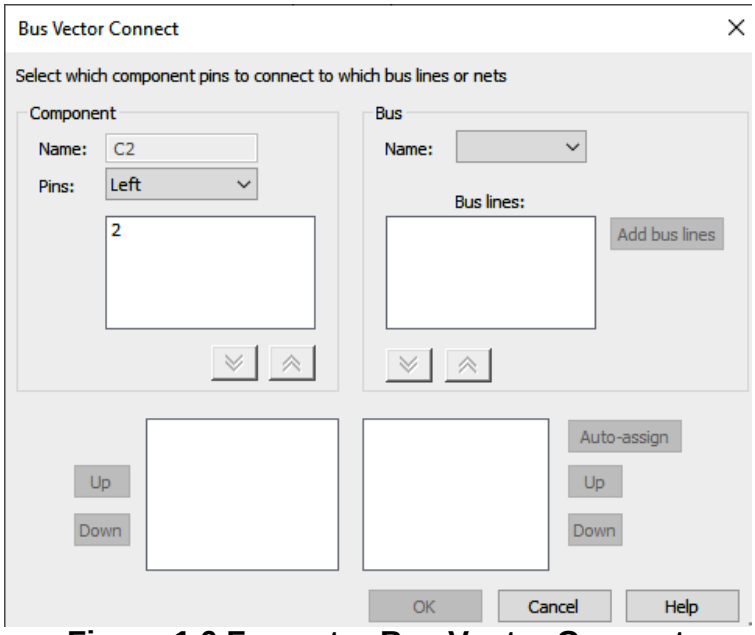


Figura 1.6 Fereastra Bus Vector Connect

10 – Replace by hierarchical block – înlocuiește elementul cu un bloc ierarhic;

11 – Replace by subcircuit – înlocuiește elementul selectat cu un sub-circuit;

12 – Replace components – înlocuiește componenta selectată cu o altă componentă din fereastra de componente care se deschide;

13 – Save component to database- salvează componenta în baza de date;

14 – Edit symbol/title block – deschide fereastra de editare a simbolului;

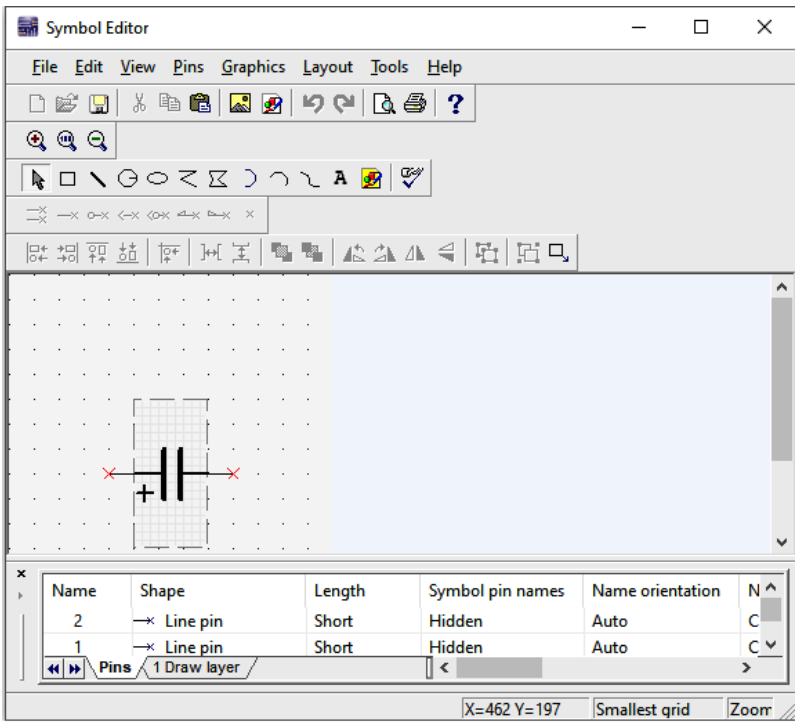


Figura 1.7 Fereastra Editor Symbol

15 – Lock name position – blocare poziție nume element;

16 – Reverse probe direction – inversează polaritatea sondei de măsurare;

17 – Save selction as snippet – salvează elementul selectat ca imagine;

18 – Color – schimbă culoarea elementului selectat;

19 – Font – personalizează fontul etichetei elementului selectat;

20 – Properties - deschide fereastra cu proprietățile elementului selectat.

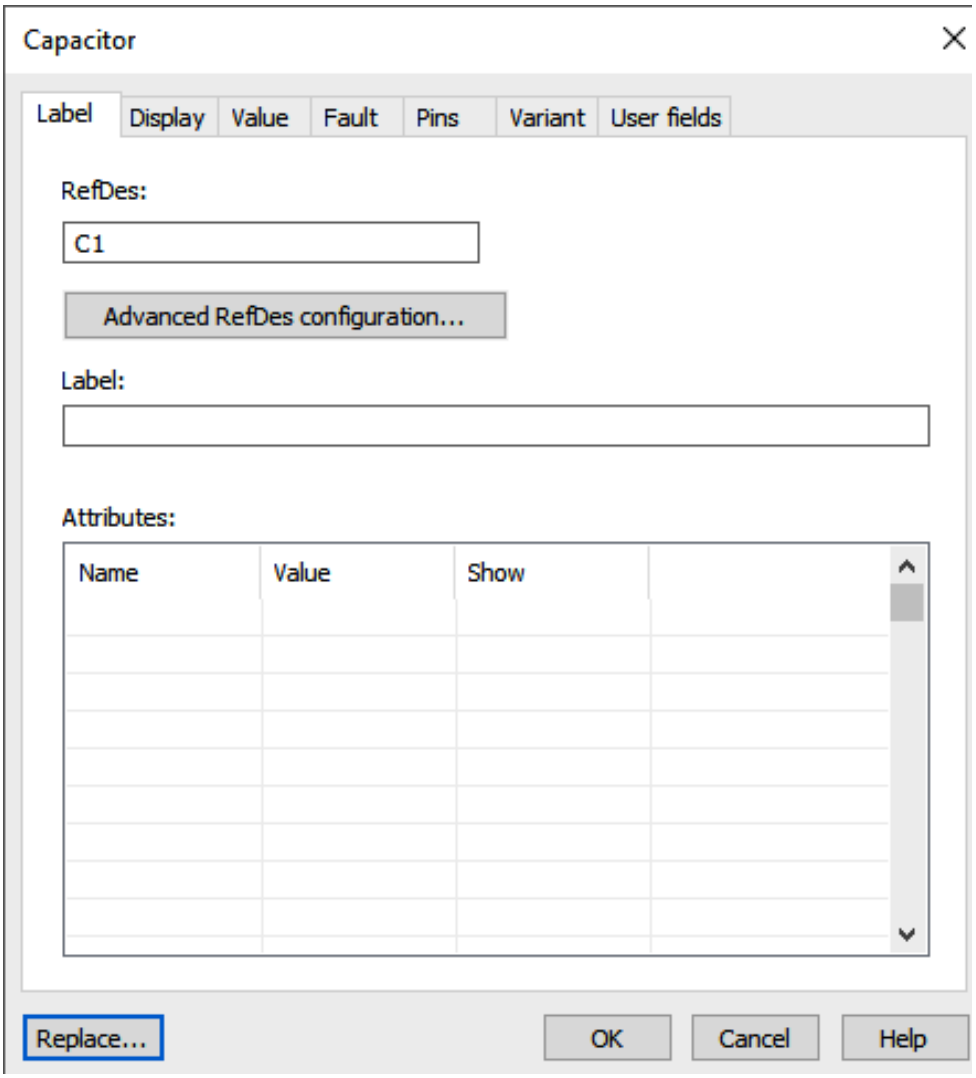


Figura 1.8 Fereastra Proprietăți a unei componente

1.3.3 Meniul pop-up al unui conductor selectat.

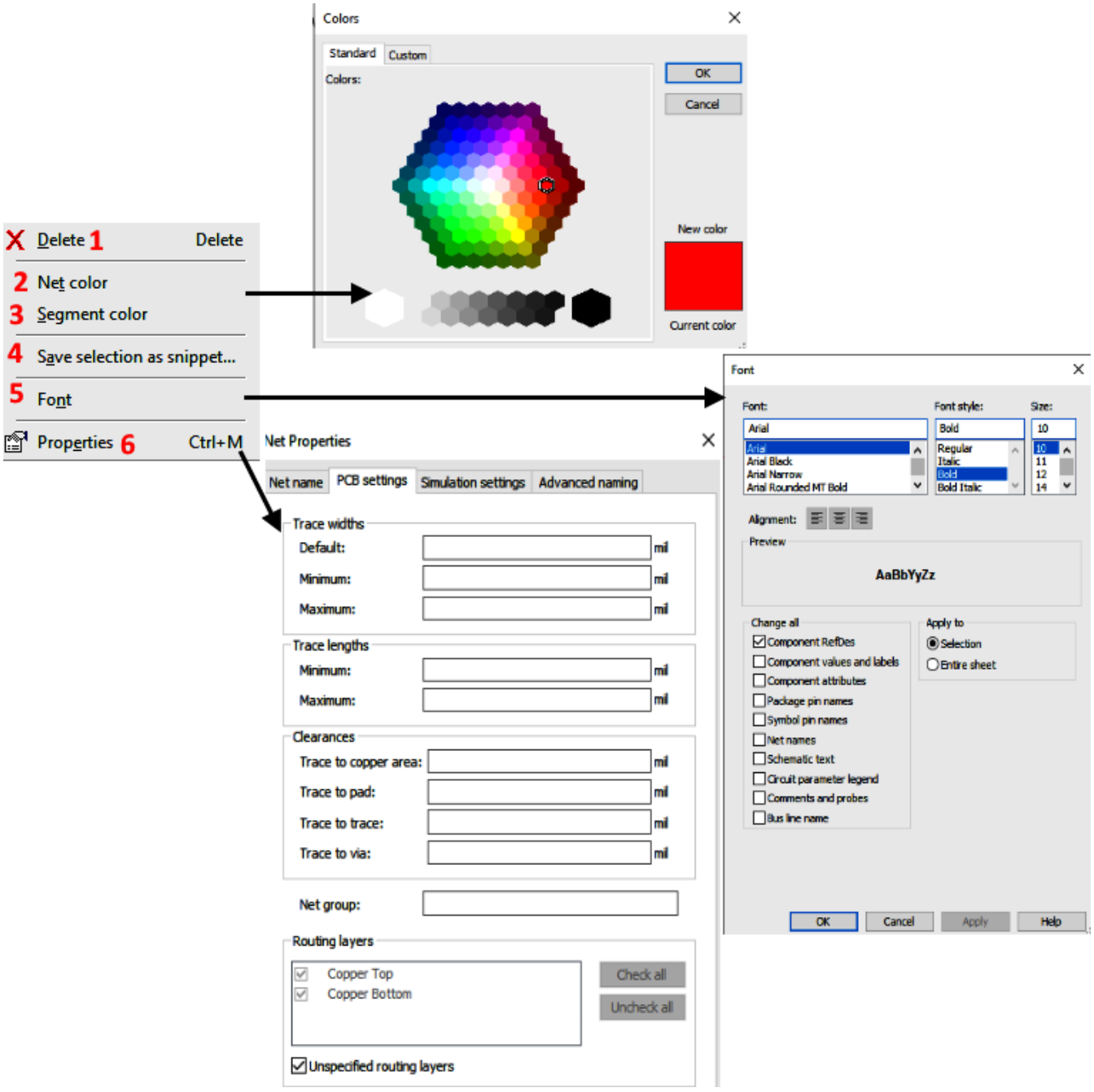


Figura 1.9 Meniul pop-up al unui conductor

1 – Delete – șterge conductorul selecta;

2 – Net color – schimbă culoarea conductorului selectat;

3 – Segment color – schimbă culoarea segmentului de conductor selectat;

4 – Save selection as snippet – salvează conductorul selectat ca imagine;

5 – Font – personalizează fontul etichetei conductorului;

6 – Properties – deschide fereastra de proprietăți a conductorului selectat;

CAP2. DESENAREA SCHEMELOR ELECTRONICE

2.1 PLASAREA COMPONENTELOR PE SUPRAFAȚA DE LUCRU.

Pentru plasarea unei componente se deschide fereastra **Select a Component** utilizând una din următoarele metode:

1. Se utilizează bara de butoane **Components** (clic pe unul din butoanele barei);

2. Din bara de meniuri se selectează **Place** apoi **Component -** se deschide fereastra **Select a component (fig. 2.1)**;

3. Se utilizează combinaţia **CTL + W** şi se va deschide fereastra **Select a component (fig. 2.1)**.

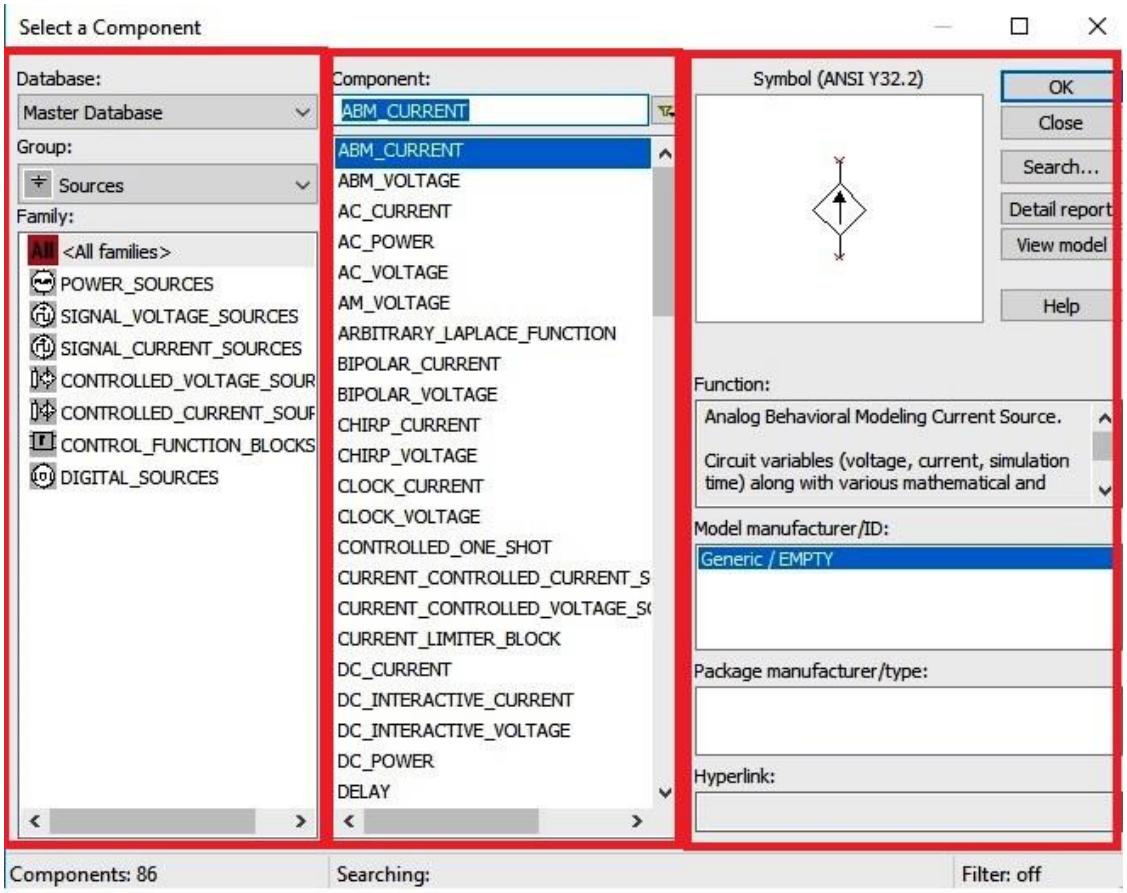


Figura 2.1 Fereastra de selectare a componentelor

Fereastra **Select a Component** este împărțită în trei sectoare:

- **Database** – unde se selectează familia din care face parte componenta;
- **Component** – unde se selectează o anumită componentă din cadrul familiei selectate;
- **Symbol** – unde apare simbolul grafic al componentei selectate.

Pentru plasarea unei componente se procedează astfel (**fig. 2.2**):

1. Se selectează grupul din care face componenta;
2. Se selectează componenta dorită;
3. Se apasă butonul **OK**;
4. Se deplasează cursorul mouse pe suprafața de lucru, în locul în care dorim să plasăm componenta, apoi se face clic stânga;
5. Pentru închiderea ferestrei **Select a Component** se apasă tasta **Esc**.

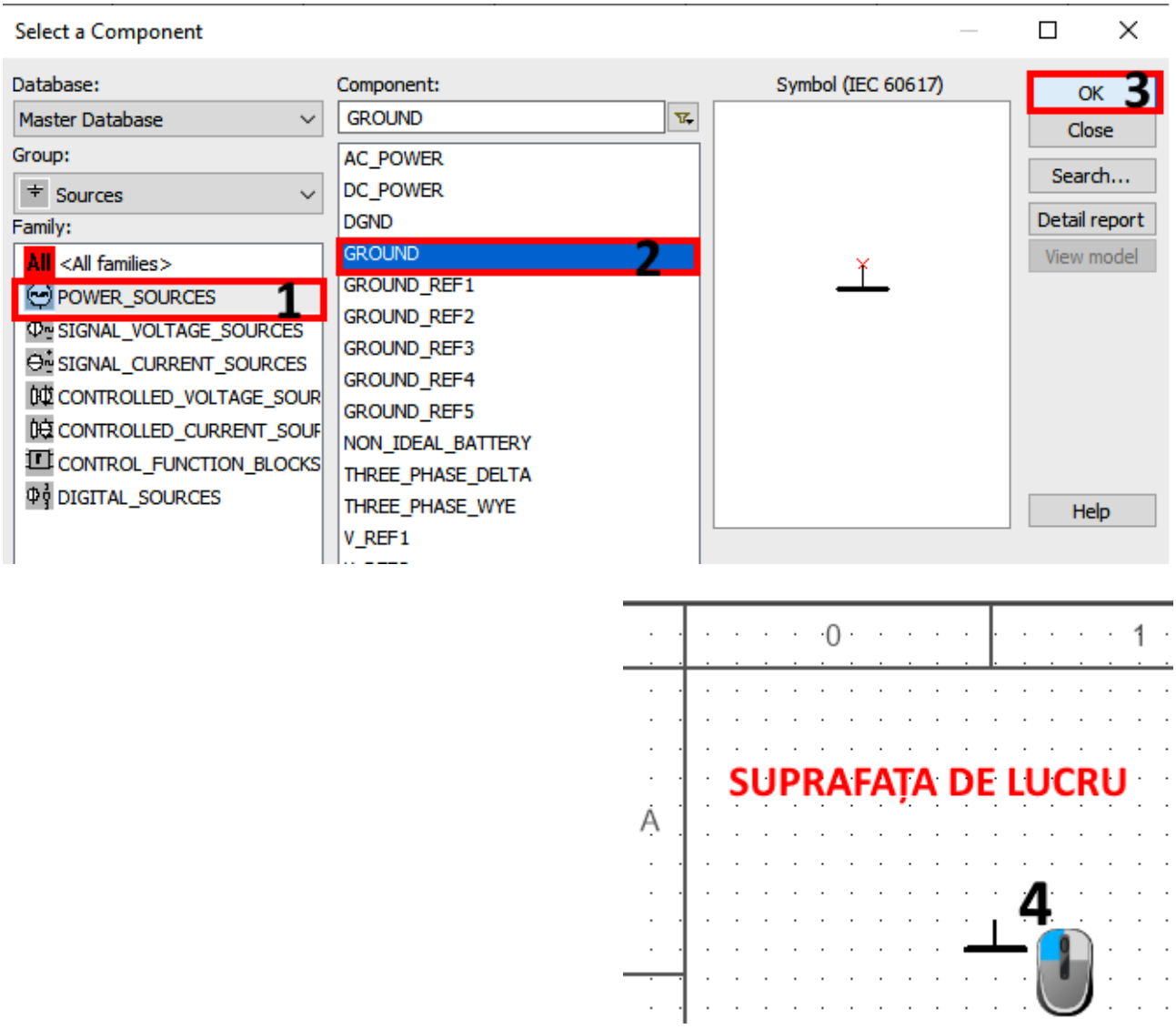


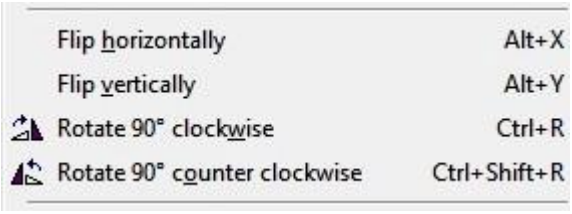
Figura 2.2 Plasarea unei componente pe suprafața de lucru

2.2 PERSONALIZAREA UNEI COMPONENTE PLASATE.

a. Mutarea unui simbol

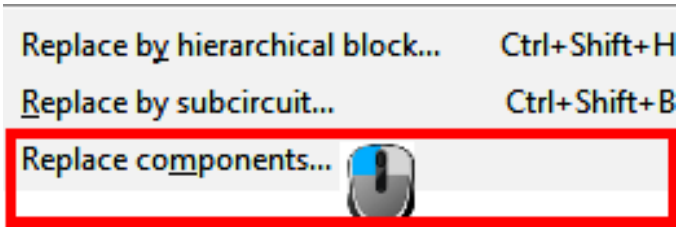
- se selectează simbolul (clic stânga pe simbol);
- se ține apăsat butonul stâng al mouse;
- se deplasează cursorul mouse în locul dorit de pe suprafața de lucru;
- se eliberează butonul mouse.

b. Rotirea unui simbol – clic dreapta pe simbol iar din lista care se deschide se activează (cu clic stânga) una din opțiunile din imaginea de mai jos;



c. Ștergerea unui simbol – clic dreapta pe simbol iar din lista care se deschide se activează (cu clic stânga) comanda **Delete**;

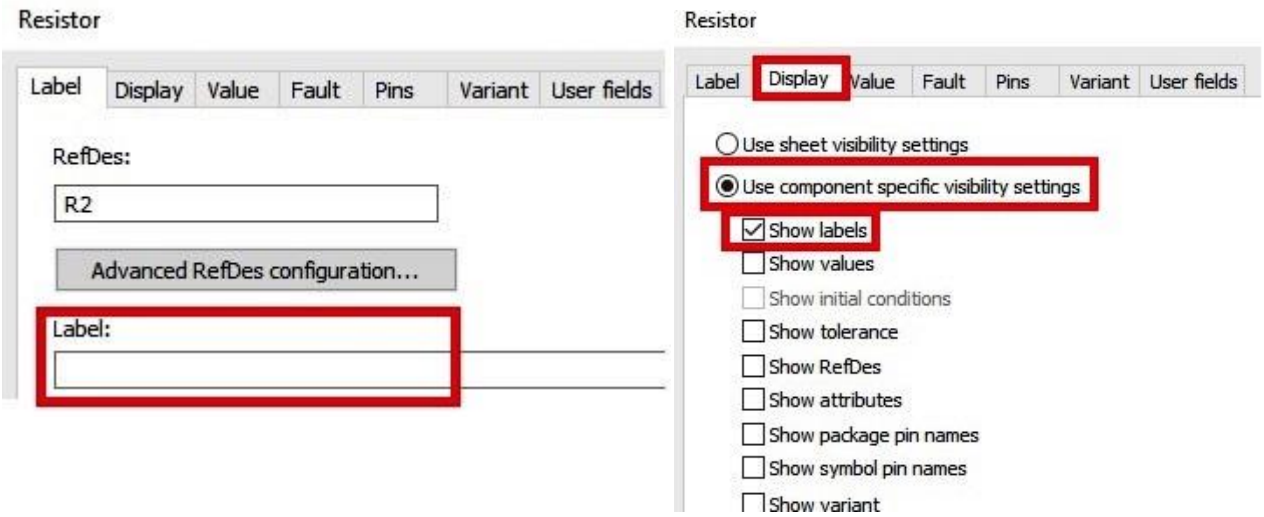
d. Înlocuirea unui simbol cu alt simbol clic dreapta pe simbol iar din lista care se deschide se activează (cu clic stânga) comanda **Replace components**



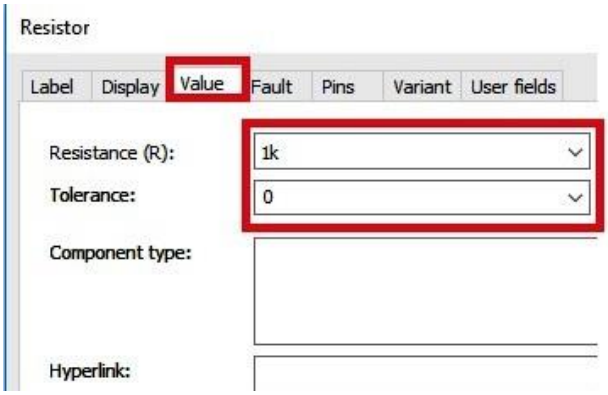
e. Modificarea unor parametrii: clic dreapta pe simbol iar din lista care se deschide se activează (cu clic stânga) comanda **Properties:**

- **Modificarea denumirii:**
  - se activează **Label** – în caseta **RefDes** se modifică eticheta simbolului;

- **Modificarea etichetei:**
  - în caseta **Label** se scrie numele etichetei noi;
  - se activează **Display**;
  - se activează opțiunea **Use component specific visibility settings**
  - se scot toate bifele, dar se lasă bifa **Show labels**;



- **Modificarea valorii (**acolo unde este posibil**):**
  - se activează **Value**;
  - în caseta cu denumirea componentei sau se modifică valoarea componentei



2.3 PLASAREA SURSELOR DE ALIMENTARE PE SUPRAFAȚA DE LUCRU.

2.3.1 Plasarea unei surse de tensiune alternativă.

- Din bara de instrumente se activează **Place Source (fig.2.3)**

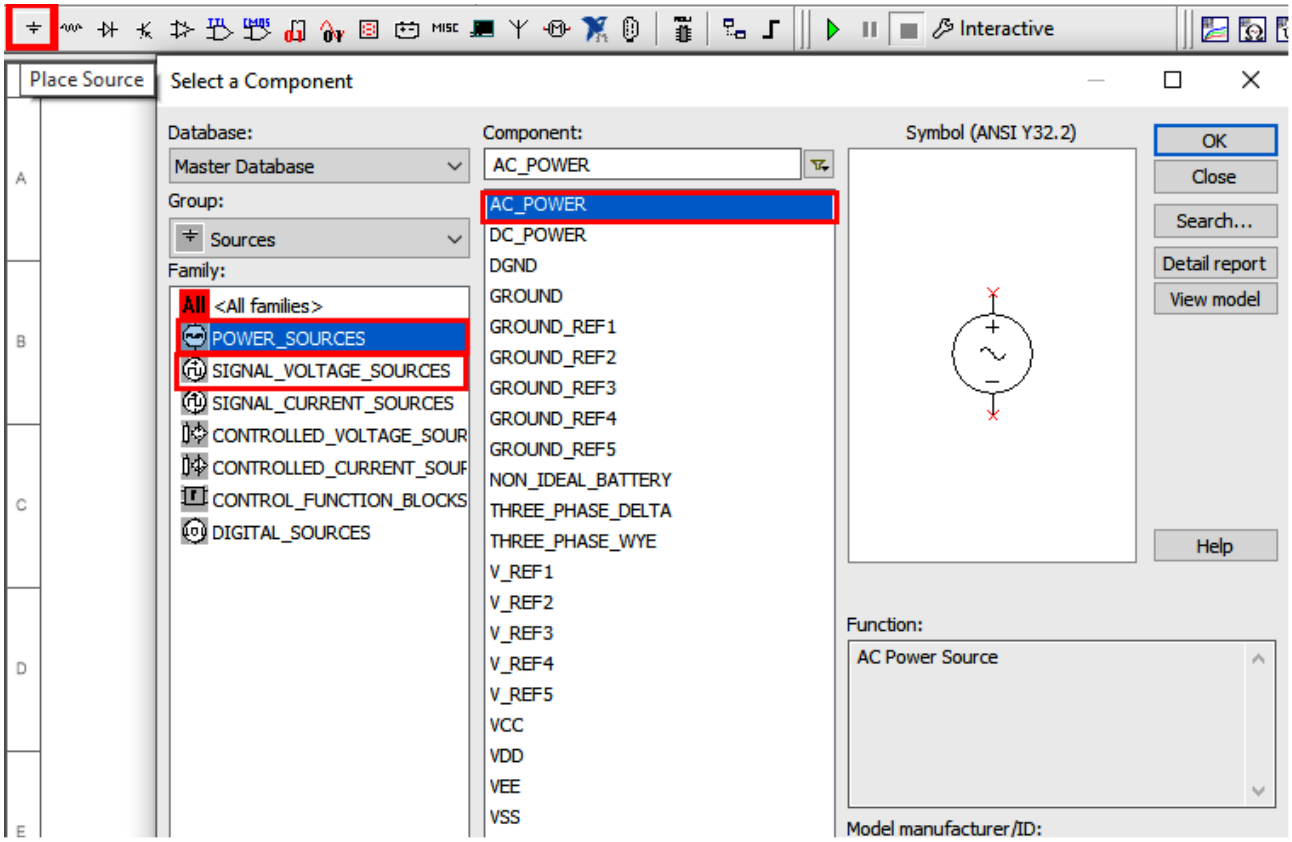


Figura 2.3 Plasarea unei surse de tensiune alternativă

- În fereastra care se deschide în coloana **Database** se selectează **POWER SOURCES** sau **SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES**;
- În coloana **Components** se selectează **AC_POWER** ;
- Se apasă butonul **OK** și se plasează sursa.

OBSERVAȚII:

1. Dacă se plasează o sursă din familia **POWER_SOURCES** tensiunea la bornele sursei este **tensiunea efectivă (tensiunea indicată de un aparat de măsură);**
2. Dacă se plasează o sursă din familia **SIGNAL_VOLTAGE_SOURCE** tensiunea la bornele sursei este **tensiunea maximă (** $Umax = \sqrt{2} \cdot Uef$ **)** sau **tensiunea de vârf (tensiune indicată de osciloscop).**

2.3.2 Plasarea unei surse de tensiune continuă

- Din bara de instrumente se activează **Place Source (fig.2.4)**

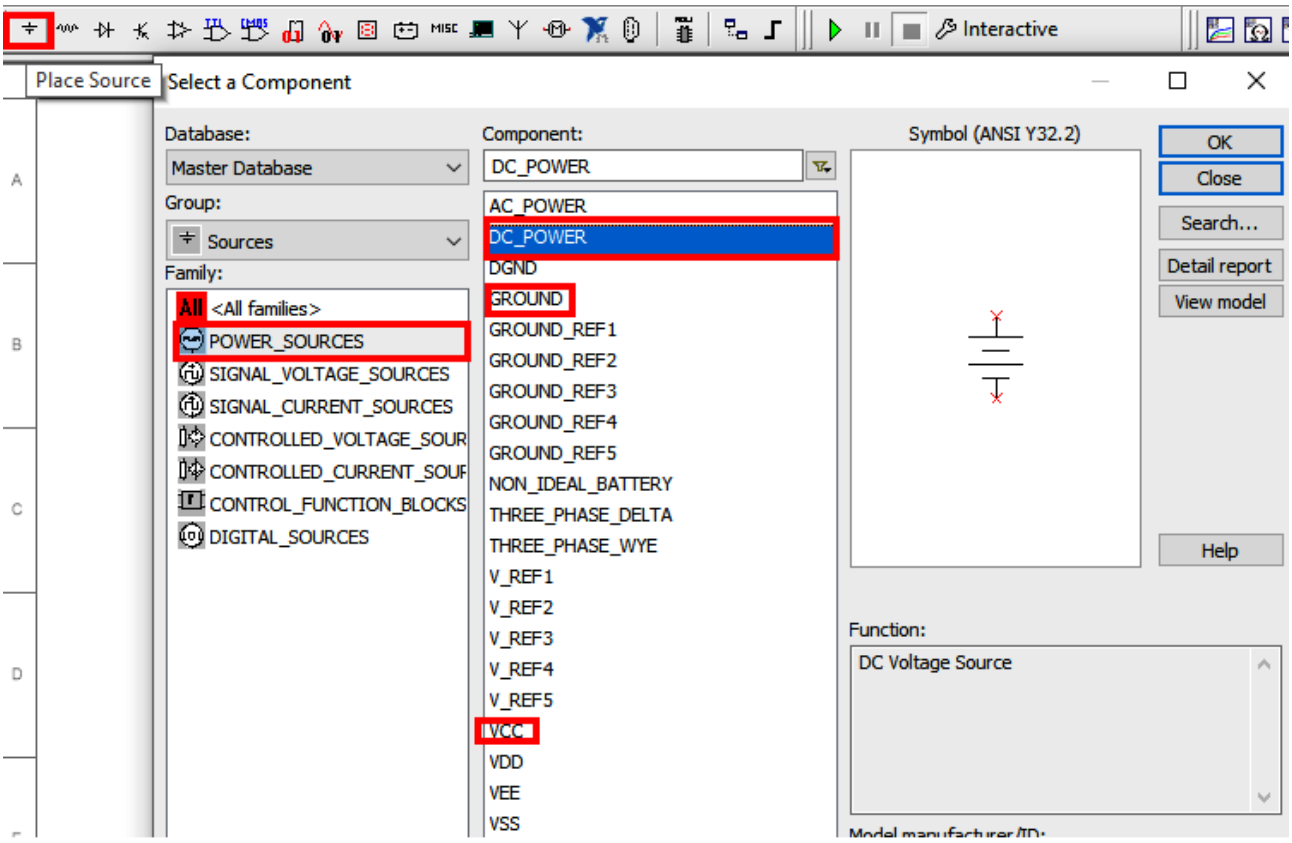


Figura 2.4 Plasarea unei surse de tensiune continuă

- În fereastra care se deschide în coloana **Database** se selectează **POWER SOURCES**;
- În coloana **Components** se selectează **DC_POWER**;
- Se apasă butonul **OK** și se plasează sursa.

OBSERVAȚIE.

Pentru plasarea separată a polilor sursei de alimentare, în coloana **Components** se selectează **VCC** (polul **plus** al sursei) împreună cu **GROUND** (polul **minus** al sursei).

2.3.3 Personalizarea unei surse de alimentare

Pentru personalizarea unei surse se face dublu clic pe simbolul sursei, moment în care se deschide fereastra cu proprietățile sursei (**fig. 2.5**).

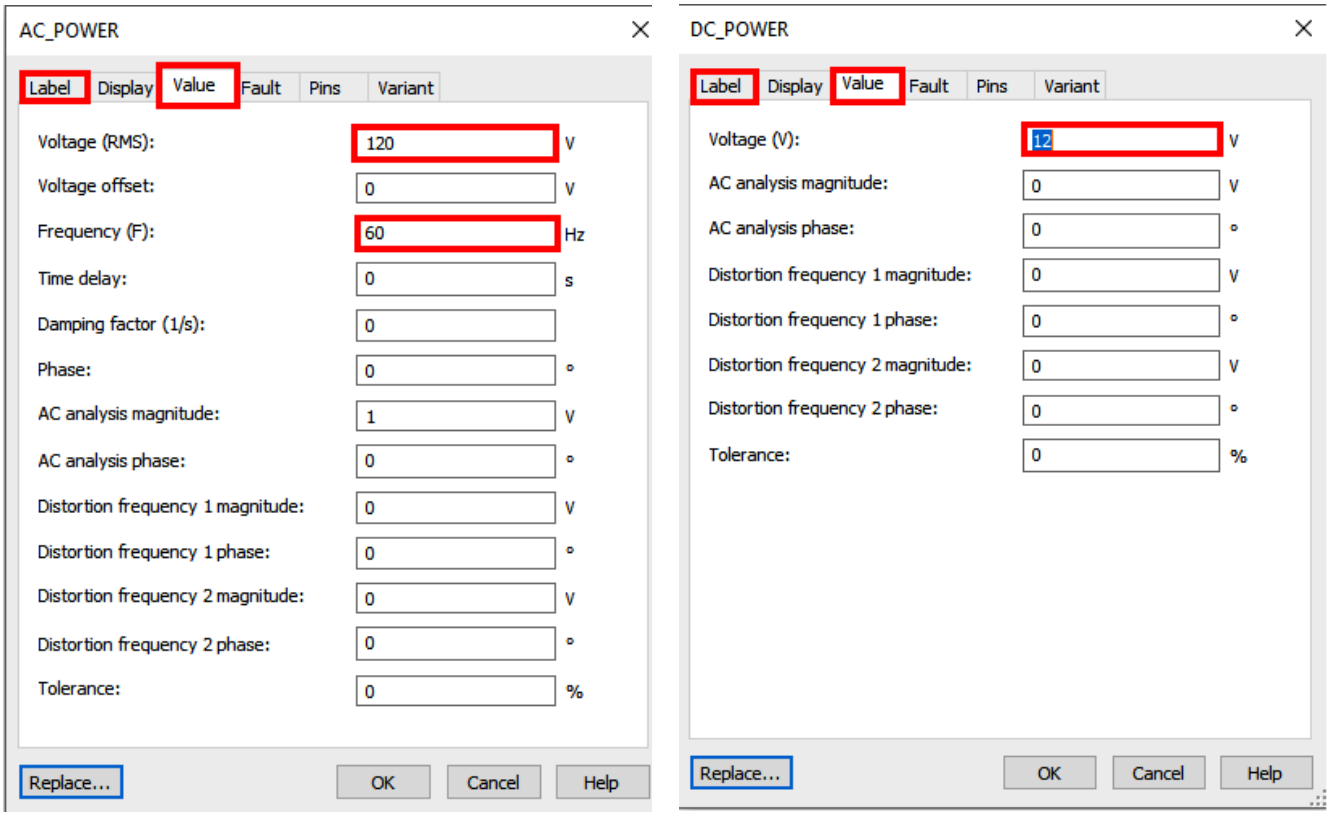


Figura 2.5 Fereastra cu proprietățile unei surse de alimentare

- Meniul **Value** se utilizează pentru modificarea valorii tensiunii (pentru sursele de curent alternativ se modifică și valoarea frecvenței la **50 Hz**);
- Meniul **Label** se utilizează pentru modificarea etichetei sursei.

2.4 PLASAREA INSTRUMENTELOR VIRTUALE DE MĂSURARE.

2.4.1 Plasarea instrumentelor de măsurare digitale.

- Din bara de instrumente se activează **Place indicator (fig. 2.6);**

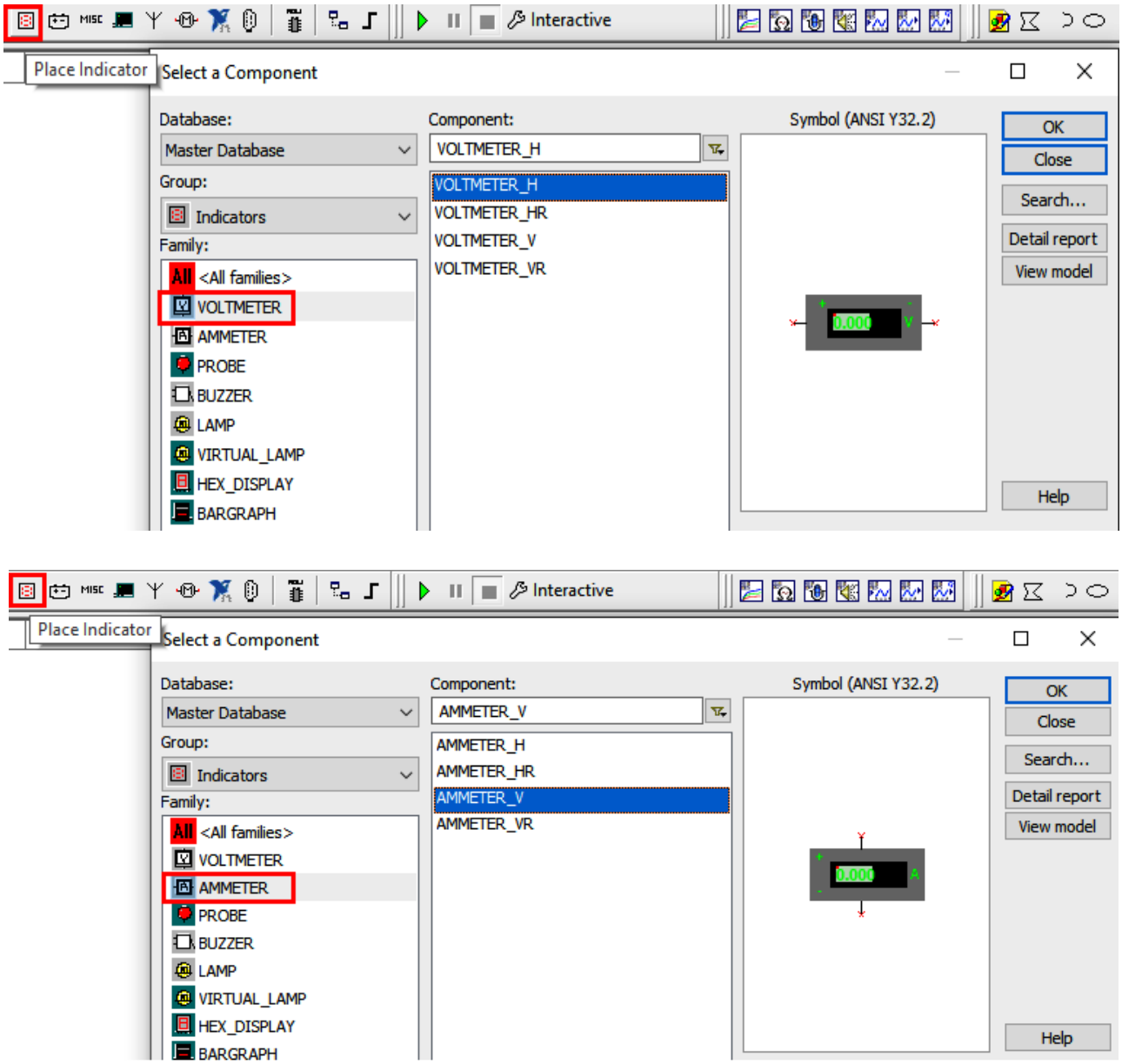


Figura 2.6 Plasarea aparatelor de măsurare digitale

- În fereastra care se deschide din coloana **Group** se selectează tipul de instrument (voltmetru, ampermetru, etc.) iar din coloana **Component** se selectează modul de plasare a tastelor instrumentului:
  - **H** – tastele sunt dispuse pe orizontal cu **+** în stânga;
  - **HR** - tastele sunt dispuse pe orizontal cu **+** în dreapta;
  - **V** – tastele sunt dispuse pe vertical cu **+** în sus;
  - **VR** - tastele sunt dispuse pe vertical cu **+** în jos;
- Se apasă butonul **OK** și se plasează instrumentul.

2.4.2 Personalizarea instrumentelor de măsurare digitale.

Pentru personalizarea unui instrument de măsurare digital dublu clic pe simbolul instrumentului, moment în care se deschide fereastra cu proprietățile sursei (**fig. 2.7**).

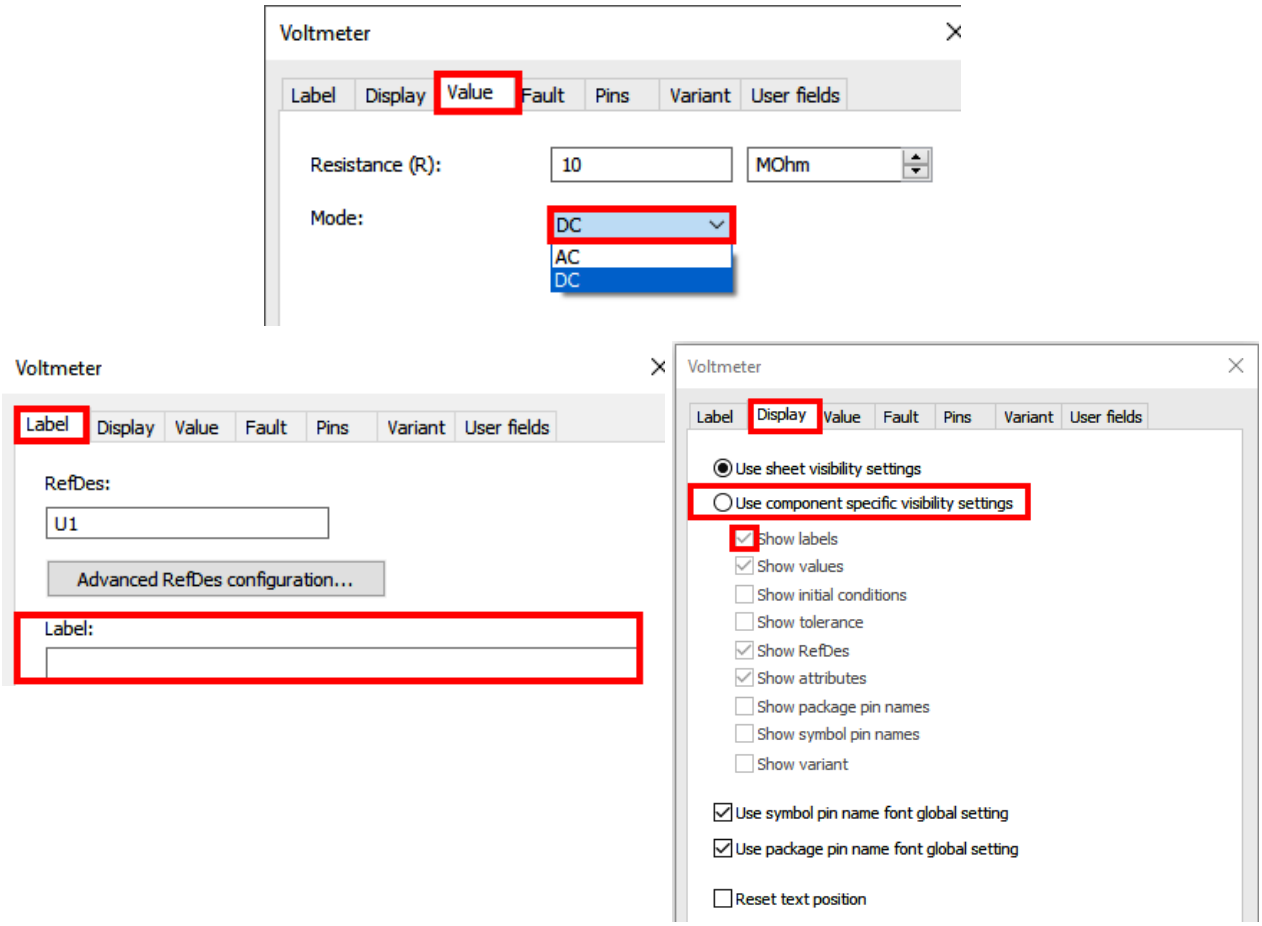
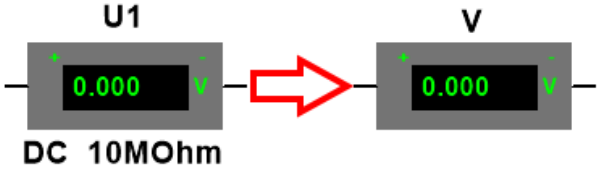


Figura 2.7 Fereastra cu proprietățile unui instrument de măsurare digital

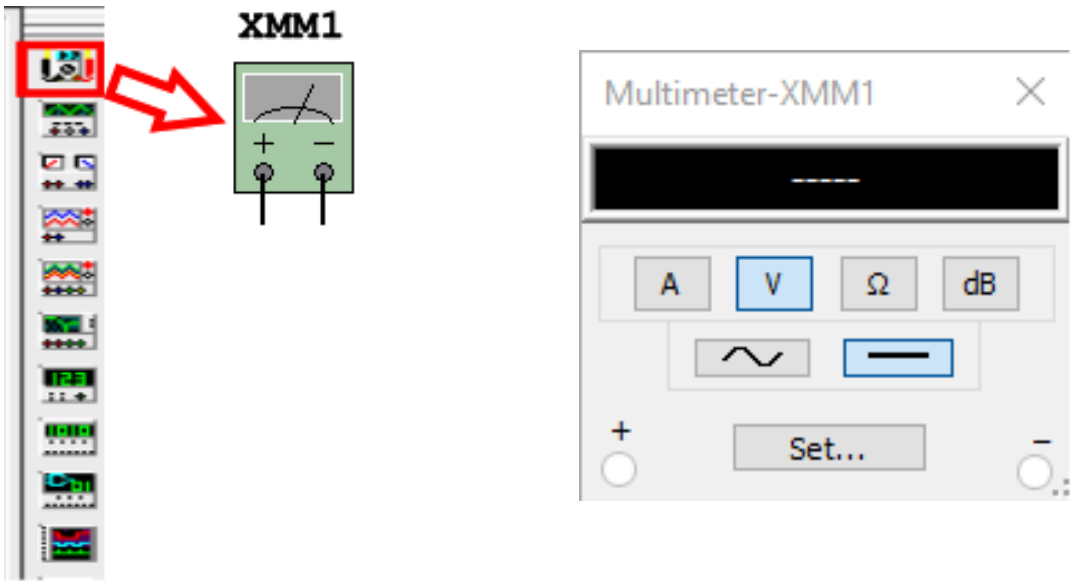
- Pentru selectarea tipului de circuit unde se utilizează instrumentul se activează meniul **Value** iar în caseta **Mode** se selectează **DC** (pentru circuite de curent continuu) sau **AC** (pentru circuite de curent alternativ);
- Pentru modificarea etichetei aparatului se procedează astfel:



  - Se activează meniul **Label** iar în caseta **Label:** se scrie numele aparatului;
  - Se activează meniul **Display** unde:
    - Se dezactivează **Use sheet visibility settings**;
    - Se activează **Use component specific visibility settings**
    - Se lasă activată comanda **Show labels** iar celelalte comenzi bifate se debifează.

2.4.3 Plasarea și personalizarea instrumentelor de măsurare analogice.

- Din bara de instrumente verticală (bara din partea dreaptă a ecranului) se activează **Multimeter (fig. 2.8 a);**



a **b**

Figura 2.8 Plasarea aparatelor de măsurare analogice

- Pentru personalizarea unui aparat analogic se face dublu clic pe acesta, moment în care se deschide fereastra din **figura 2.8 b;**
- Se selectează tipul de aparat

- Se selectează tipul de circuit

- Pentru setări avansate se activează butonul **Set…** moment în care se deschide fereastra din **figura 2.9.**

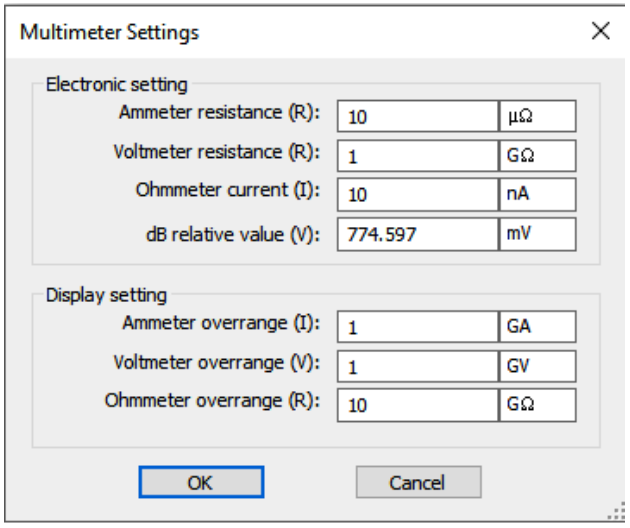


Figura 2.9 Setările avansate pentru aparatele de măsurare analogice

2.4.4 Plasarea osciloscopului pentru vizualizarea formelor de undă.

- Din bara de instrumente verticală (bara din partea dreaptă a ecranului) se activează **Multimeter (fig. 2.10);**

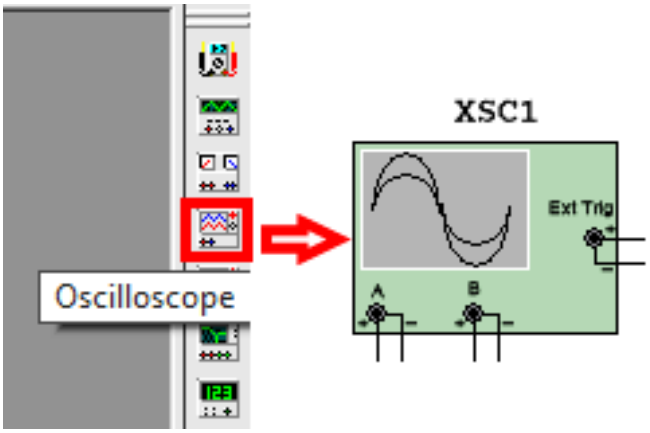


Figura 2.10 Plasarea osciloscopului

- Pentru personalizarea osciloscopului se face dublu clic pe el, moment în care se deschide fereastra de proprietăți din **figura 2.11;**

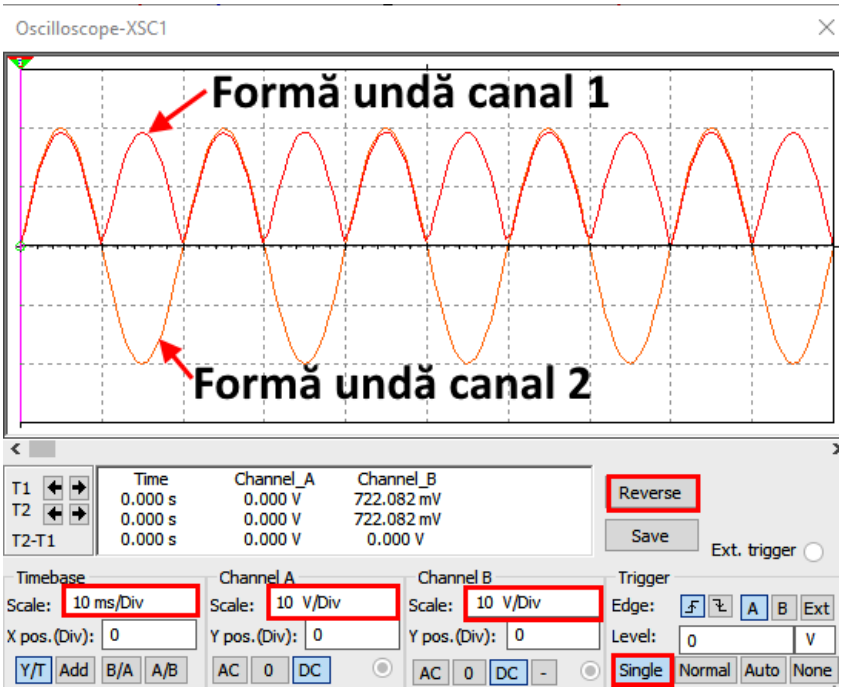


Figura 2.11 Fereastra cu proprietățile osciloscopului

- În caseta **Timebase** se reglează **frecvența** în funcție de timp $\boldsymbol{f[Hz] = \frac{1000}{T[ms]}}$

(în cazul dat deoarece t = 10 ms/Div → T = 20 ms → $\boldsymbol{f = \frac{1000}{20} = 50\ Hz}$);

- În casetele **Channel A** și **Channel B** se reglează **amplitudinea** semnalului.
- Dacă se activează butonul **Reverse**, fondul ecranului osciloscopului își schimbă culoarea în alb.

2.5 EXECUTAREA CONEXIUNILOR DINTRE COMPONENTE.

- Se plasează cursorul mouse la capătul terminalului unei componente în poziția în care cursorul se transformă într-o bulină neagră;
- Se face un clic stânga;
- Se deplasează cursorul spre capătul terminalului componentei cu care se face legătura în poziția în care cursorul se transformă într-o bulină roșie;

- Se face un clic stânga;
- Pentru modificarea traseului de pe orizontală pe verticală și invers se face clic stânga la fiecare schimbare de direcție;
- Pentru finalizarea conexiunii undeva pe suprafața de lucru se face dublu clic;
- Pentru personalizarea unui traseu se face clic dreapta pe traseul respectiv, moment în care se deschide fereastra de proprietăți prezentată la **punctul 1.3.3.**
- Pe capătul terminalului unei componente nu se poate face un nod de rețea (pentru conectarea mai multor conductoare). Nodul de rețea este deplasat față de capătul terminalului. În **Figura 2.12** pentru conectarea terminalului din stânga rezistorului R2 la rezistoarele R1 și R3 se procedează ca în cazul **b, (nu ca în cazul a)**

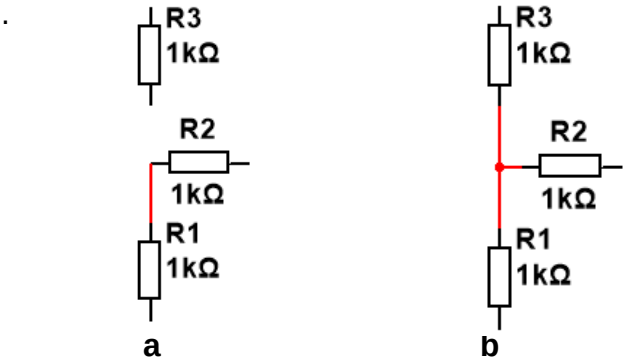


Figura 2.12 Conectarea unui terminal la mai multe componente

- Pentru conectarea a două trasee între ele, pe unul din trasee se plasează un punct de joncțiune: din meniul **Place** se selectează comanda **Junction.**

După plasarea joncțiunii se face legătură dintre acel punct și celălalt traseu **(fig. 2.13)**

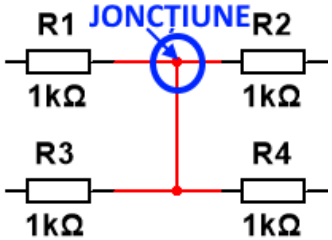


Figura 2.13 Plasarea unui punct de joncțiune

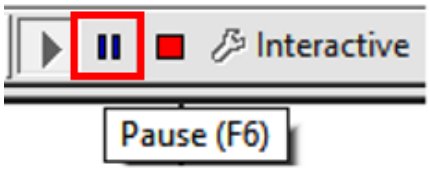
2.6 SIMULAREA FUNCȚIONĂRII SCHEMEI ELECTRONICE REALIZATE.

- Înainte de pornirea simulării se verifică dacă circuitul este conectat la ”punctul de masă” (**GROUND)**;

- Pentru pornirea simulării se apasă tasta **F5** sau butonul **Run** din bara de butoane;

- Cât timp simularea funcționează, indicatorul de funcționare al simulării situat în partea dreaptă a barei de jos, luminează intermitent cât timp simularea funcționează;

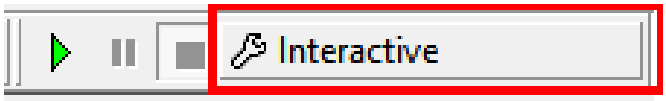
- Petru oprirea temporară a simulării în timpul rulării se activează butonul **Pauză**;



- Pentru oprirea totală a simulării se activează butonul **Stop** din bara de butoane;

- În timpul simulării se verifică indicațiile aparatelor de măsurat din circuit;

- Pentru modificarea vitezei de executarea simulării se activează comanda **Interactive**, apoi se setează valoarea lui **TMAX**.



CAP3. LUCRĂRI DE LABORATOR REALIZATE ÎN MULTISIM

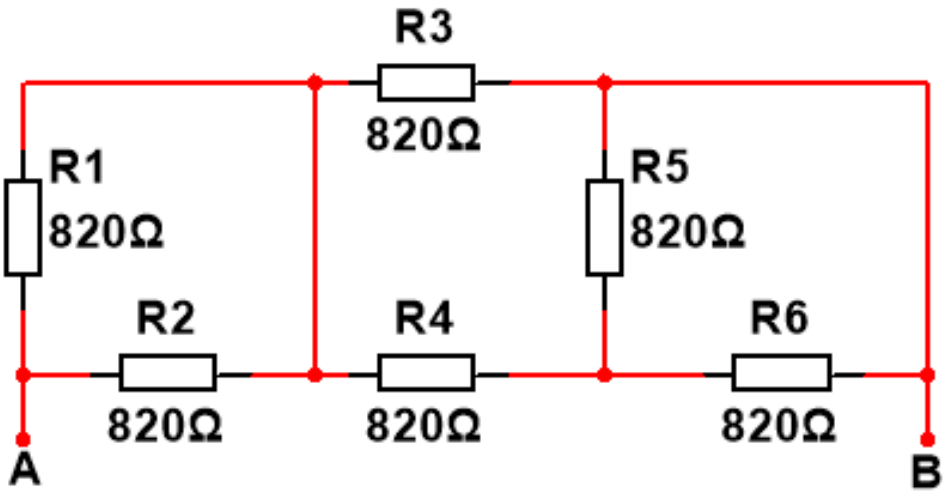
3.1 REALIZAREA SCHEMEI UNEI REȚELE DE REZISTOARE.

Se dă schema electrică a unei rețele de rezistoare (**fig. 3.1 a**) și schema de conexiuni a rețelei de rezistoare (**fig. 3.1 b**).

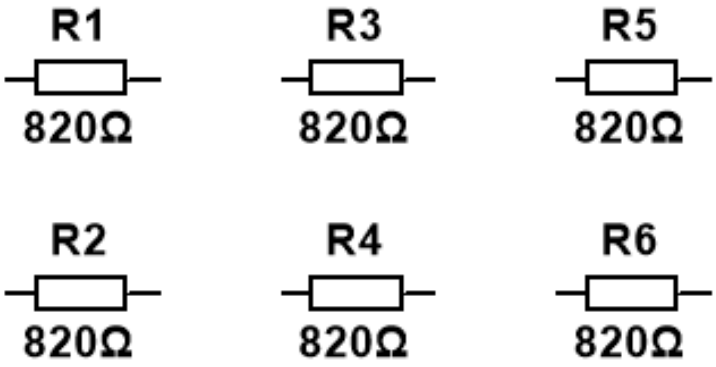
Se cere:

a. Realizarea conexiunilor dintre rezistoarele din schema de conexiuni conform schemei electrice și determinarea rezistenței echivalente a rețelei prin măsurarea rezistenței electrice cu un ohmmetru virtual;

b. Determinarea rezistenței echivalente a rețelei cu ajutorul legii lui Ohm.



a. Schema electrică



b. Schema de conexiuni

Figura 3.1 Rețea de rezistoare

Rezolvarea cerințelor.

a. Pentru realizarea corectă a conexiunilor dintre rezistoarele schemei de conexiuni parcurg următoarele etape:

- Desenez în Multisim schema electrică a rețelei din **figura 3.1. a** astfel:
  - Din bara de butoane, activez butonul **Place Basic**;
  - În fereastra care se deschide în coloana **Database** selectez **RESISTOR** apoi apăs butonul **OK**;
  - Plasez rezistorul pe suprafața de lucru apoi, după ce se deschide din nou fereastra **Select a Component**, apăs din nou butonul **OK**;
  - Procedez în mod până ce plasez toate cele șase rezistoare, apoi închid fereastra **Select a Component**;
  - Dau dublu clic pe fiecare rezistor iar în caseta **Resistance (R)** îi schimb valoarea la **820 Ω** și în caseta **Tolerance** selectez valoarea **5%** apoi apăs butonul **OK**;
  - Rotesc rezistoarele **R1** și **R5** cu 90º (clic dreapta pe rezistor apoi selectez comanda **Rotate 90º clockwise**, apoi plasez rezistoarele conform schemei;
  - Execut conexiunile dintre rezistoare conform schemei electrice a rețelei;
  - Plasez literele **A** și **B** în locurile indicate pe schemă (din meniul **Place** selectez comanda **Text**, iar în caseta care se deschide scriu **A**);
  - Salvez fișierul cu numele **retea-rezistoare1**;
- Plasez între punctele **A** și **B** un multimetru analogic care îl setez ca ohmmetru astfel:
  - Din meniul vertical din partea dreaptă selectez **Multimeter** (primul buton de sus);
  - Fac dublu clic pe aparat iar în fereastra care se deschide selectez funcția **Ω**;
  - Conectez bornele multimetrului la punctele **A** și **B**;
- Plasez un punct de masă la borna (**minus)** a ohmmetrului astfel:
  - Din bara de butoane selectez butonul **Place Source**;
  - Din coloana **Database** selectez **POWER_SOURCES**;
  - Din coloana **Component** selectez **GROUND**;
  - Apăs butonul **OK**;
- Pornesc simularea;
- Dau dublu clic pe multimetru și citesc valoarea indicată de ohmmetru apoi notez valoarea citită cu **Re1** apoi salvez din nou fișierul.

După efectuarea operațiilor prezentate anterior voi obține în Multisim schema din **fig. 3.2**

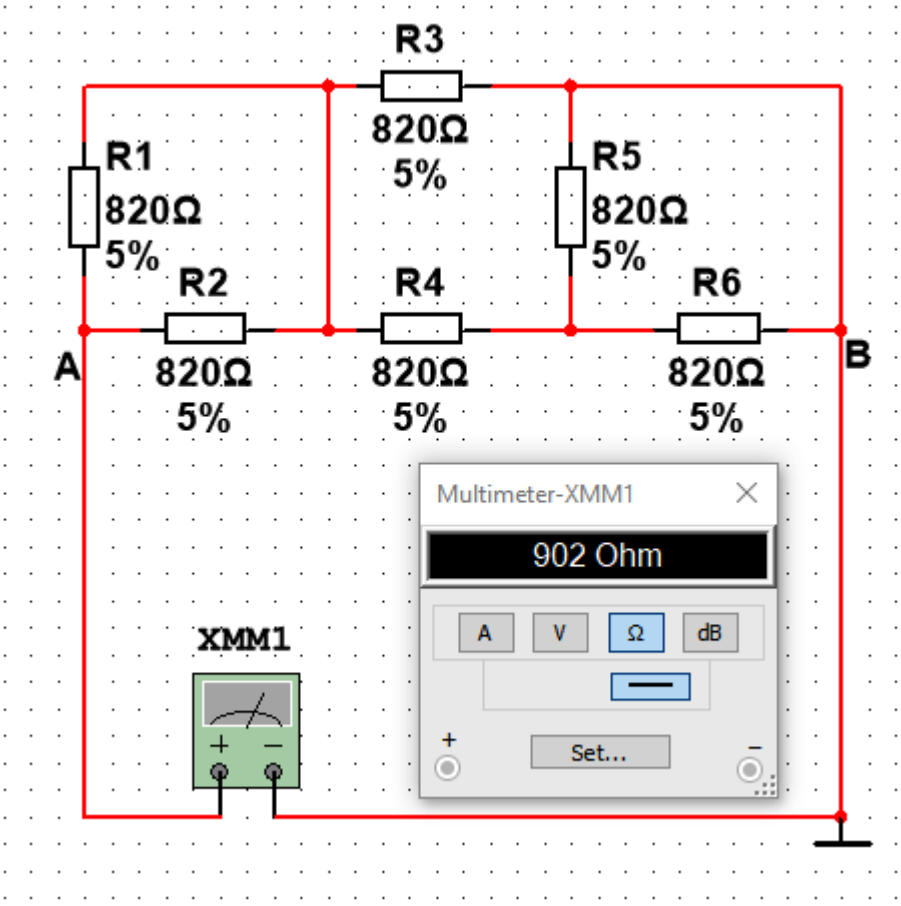


Figura 3.2 Schema electrică a unei rețele de rezistoare desenată în Multisim

- Deschid o filă nouă în Multisim (din bara de meniuri selectez **New** apoi **Create**);
- Salvez fișierul cu numele **retea-rezistoare2**;
- Plasez pe suprafața de lucru șase rezistoare conform schemei de conexiuni din **figura 3.1 b**;
- Efectuez legăturile dintre rezistoare conform schemei electrice (am explicat modul de efectuare a acestor legături în lecția video de la adresa https://www.facebook.com/rusu.constantin.bn/videos/10217058307472984/
- Conectez un ohmmetru virtual între punctele **A** și **B**;
- Pornesc simularea și citesc valoarea indicată de ohmmetrul virtual apoi notez valoarea citită cu **Re2**;
- Dacă **Re2=Re1** înseamnă că am făcut corect legăturile dintre rezistoare și salvez din nou fișierul;
- Dacă valoarea **Re2** diferă de **Re1** înseamnă că am greșit conexiunile și verific din nou schema.

După efectuarea operațiilor prezentate anterior voi obține în Multisim schema din **fig. 3.3**

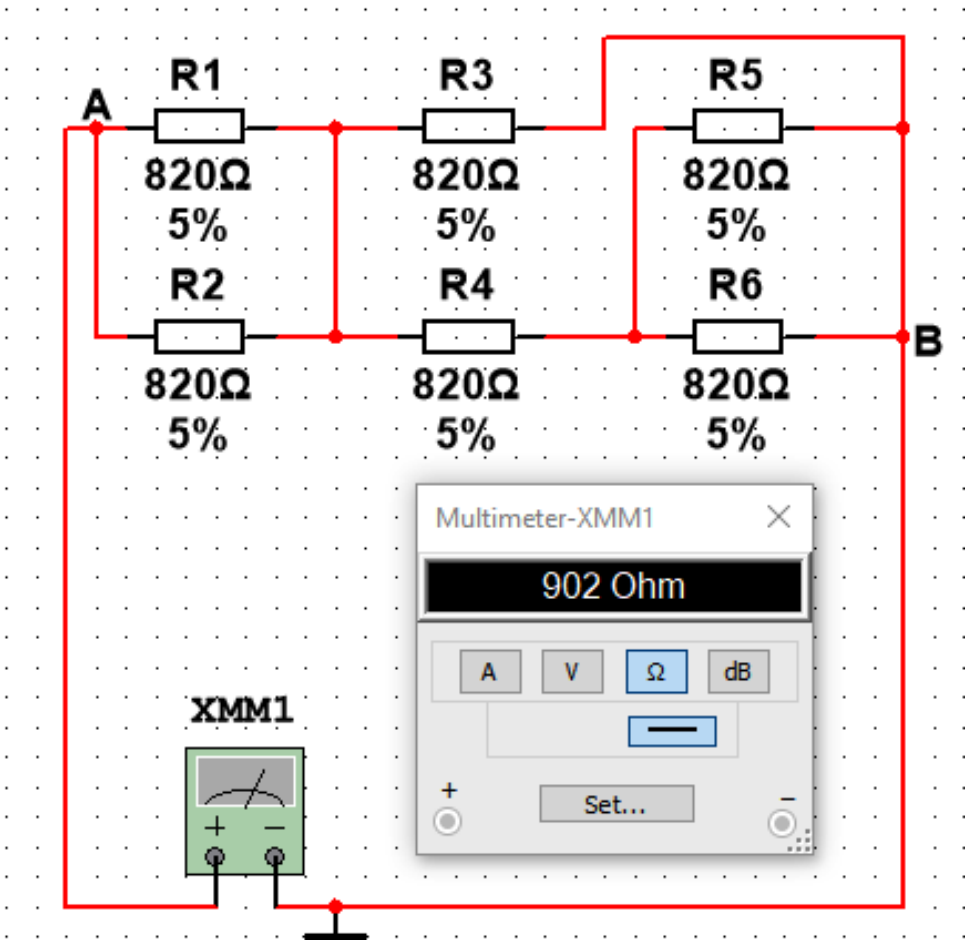


Figura 3.3 Schema de conexiuni a unei rețele de rezistoare desenată în Multisim

b. Pentru determinarea rezistenței echivalente cu legea lui Ohm procedez astfel:

- Salvez fișierul **retea-rezistoare2** cu numele **retea-rezistoare3**;
- Șterg ohmmetrul virtual din schemă;
- Plasez pe suprafața de lucru următoarele aparate:
  - O sursă de alimentare **E** astfel:
    - Din bara de butoane selectez **Place source**;
    - Din coloana **Database** selectez **POWER_SOURCES**;
    - Din coloana **Component** selectez **DC_POWER**;
    - Apăs butonul **OK**;
  - Un ampermetru **I** astfel:
    - Din bara de butoane selectez **Place Indicator**;
    - Din coloana **Database** selectez **AMMETER**;
    - Din coloana **Component** selectez **AMMETER_H**;
    - Apăs butonul **OK**;

- Un voltmetru **U** astfel:
  - Din bara de butoane selectez **Place Indicator**;
  - Din coloana **Database** selectez **VOLTMETER**;
  - Din coloana **Component** selectez **VOLTMETER_HR**;
  - Apăs butonul **OK**;

- După plasarea acestor aparate le personalizez astfel:
  - Rotesc sursa de alimentare **V1** spre dreapta (clic dreapta pe sursă, apoi selectez comanda **Rotate 90º clockwise**);
  - Personalizez sursa astfel:
    - Dublu clic pe sursă;
    - În fereastra care se deschide **DC_POWER** selectez meniul **LABEL**;
    - În caseta **RefDes** scriu **E** în locul lui **V1;**
    - În fereastra **DC_POWER** selectez meniul **Value**;
    - În caseta **Voltage(V)** scriu valoarea **5** (am schimbat valoarea tensiunii de alimentare la **5V**);
  - Personalizez ampermetru astfel:
    - Dublu clic pe ampermetru;
    - În fereastra care se deschide **Ammeter** selectez meniul **LABEL**;
    - În caseta **Label** scriu **I;**
    - Selectez meniul **Display**;
    - Bifez opțiunea **Use component specific visibility settings**;
    - Las bifată caseta **Show labels** iar celelalte le debifez;
  - Voltmetrul îl personalizez identic (în caseta **Label** scriu **U**);
- Conectez sursa de alimentare în serie cu ampermetrul și rețeaua de rezistoare astfel:
  - Borna **minus** a sursei (borna din stânga) o conectez la punctul **A** a rețelei de rezistoare;
  - Borna **plus** a sursei (borna din dreapta) o conectez la borna **plus** a ampermetrului (borna din stânga);
  - Borna **minus** a ampermetrului o conectez la punctul **B** a rețelei de rezistoare;
- Conectez voltmetrul în paralel cu rețeaua de rezistoare (borna **minus** la punctul **A** și borna **plus** la punctul **B**);
- Conectez punctul de masă la borna **minus** a sursei;

- Pornesc simularea și notez valorile indicare de cele două aparate:
  - **U= 5 V** și **I = 5,543mA**
- Calculez rezistența echivalentă cu legea lui Ohm:
  - $$Re3 = \frac{U[V]}{I[mA]} \cdot 1000 = \frac{5}{5{,}543} \cdot 1000 = 902{,}03\ \Omega$$

După efectuarea operațiilor prezentate anterior voi obține în Multisim schema din **fig. 3.4**

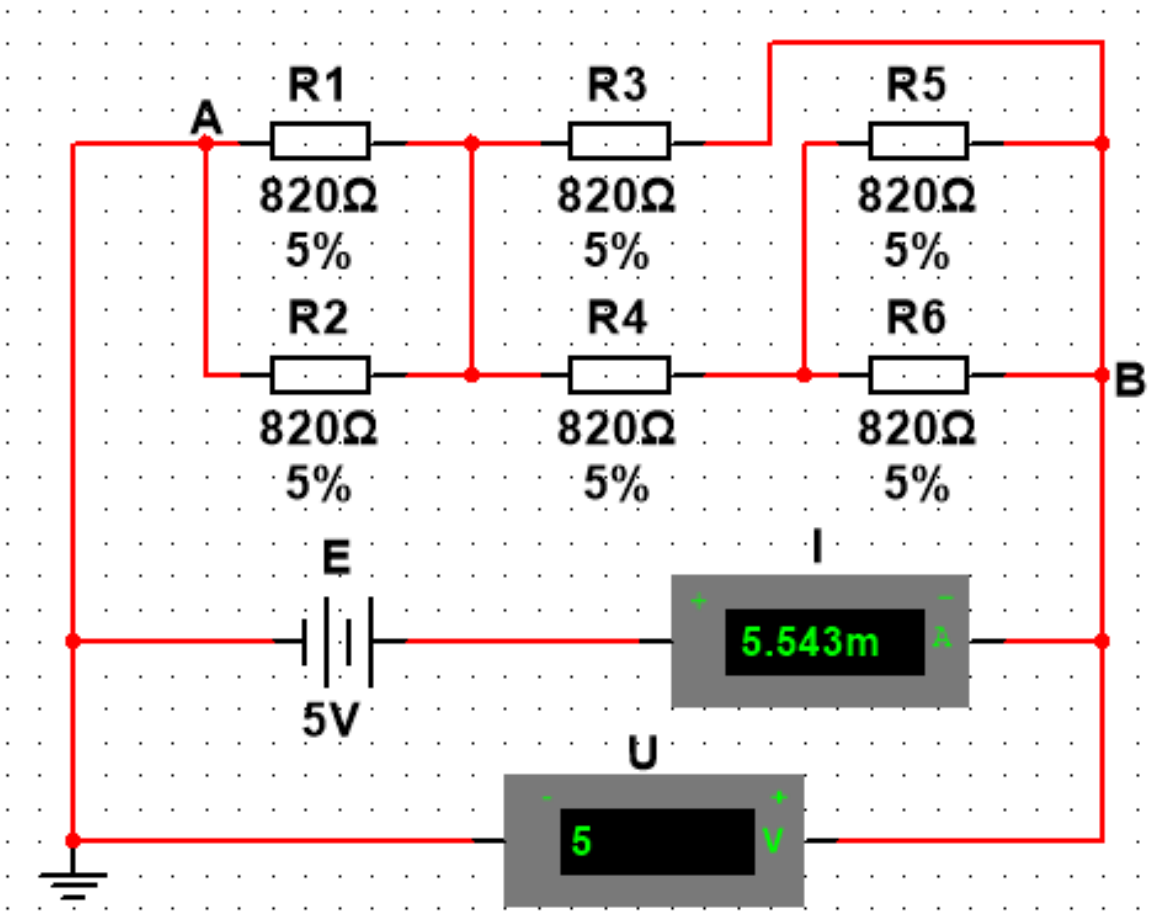


Figura 3.4 Schema de conexiuni a unei rețele de rezistoare desenată în Multisim

OBSERVAȚIE.

Pentru modificarea aspectului simbolurilor se alege un anumit standard, astfel:

- Din bara de meniuri se selectează **Options**;
- Din lista care se deschide se selectează **Global options**;
- Din fereastra care se deschide se selectează meniul **Components**;
- Din caseta **Symbol standard** se alege unul din cele două standarde.

În schemele realizate când am plasat rezistoarele am ales standardul **IEC** iar când am plasat celelalte componente am ales standardul **ANSI**.

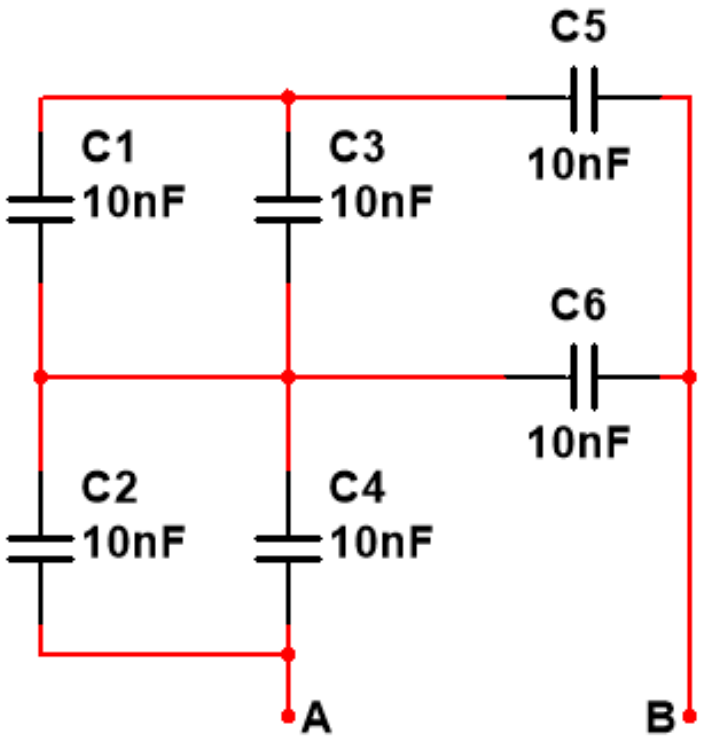
3.2 REALIZAREA SCHEMEI UNEI REȚELE DE CONDENSATOARE.

Se dă schema electrică a unei rețele de condensatoare (**fig. 3.5 a**) și schema de conexiuni a rețelei de condensatoare (**fig. 3.5 b**).

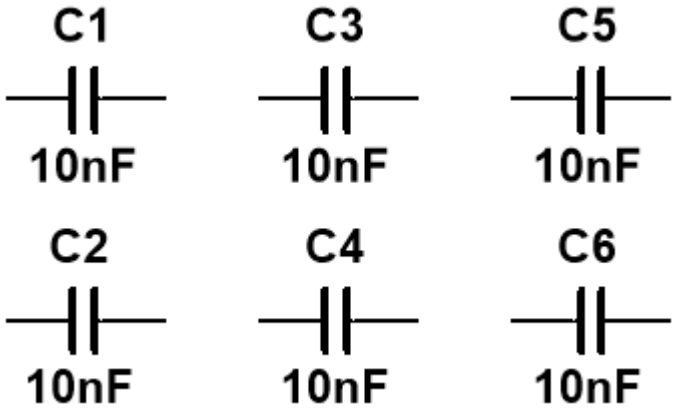
Se cere:

a. Realizarea conexiunilor dintre condensatoarele din schema de conexiuni conform schemei electrice;

b. Determinarea capacității echivalente a rețelei.



a. Schema electrică



b. Schema de conexiuni

Figura 3.5 Rețea de condensatoare

Rezolvarea cerințelor.

a. Pentru realizarea corectă a conexiunilor dintre condensatoarele schemei de conexiuni parcurg următoarele etape:

- Desenez în Multisim schema electrică a rețelei din **figura 3.5. a**

Pentru desenarea schemei voi parcurge etapele care le-am parcurs la rețeaua de rezistoare de la lucrarea 3.1. cu următoarea observație:

în fereastra **Select a Component** din coloana **Database** selectez **CAPACITOR**);

- Din **bara de instrumente LabVIEW** selectez **Impedance Meter** astfel:
  - Dau clic dreapta pe bara de meniuri și din lista care se deschide bifez **LabVIEW Instruments** (**fig 3.6 a**);
  - Din bara **LabVIEW Instruments** selectez **Impedance Meter** (**fig. 3.6 b**);
  - Plasez instrumentul pe suprafața de lucru și îl conectez la punctele **A** și **B**;
- Dau dublu clic pe instrumentul **Impedance Meter** iar în fereastra **Frequency Sweep** setez în casetele **Start** și **Stop** valoarea **50** (**fig. 3.6 c**);

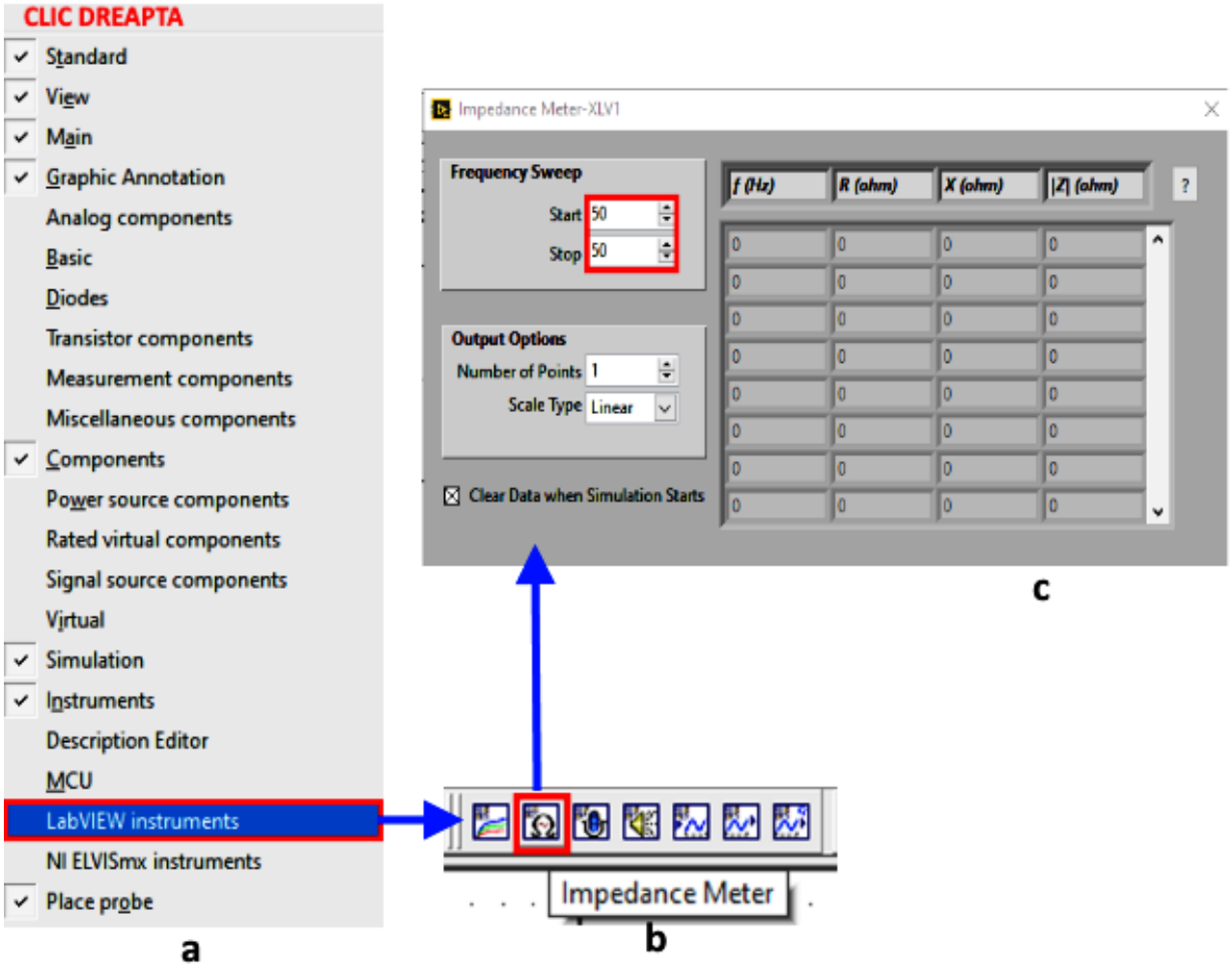


Figura 3.6 Activarea și personalizarea instrumentului Impedance Meter

- Plasez punctul de masă (GROUND) la borna minus a instrumentului **Impedance Meter** apoi pornesc simularea;
- Notez valoarea impedanței indicate de aparat **Z1=350141Ω.**

După efectuarea operațiilor prezentate anterior voi obține în Multisim schema din **fig. 3.7**

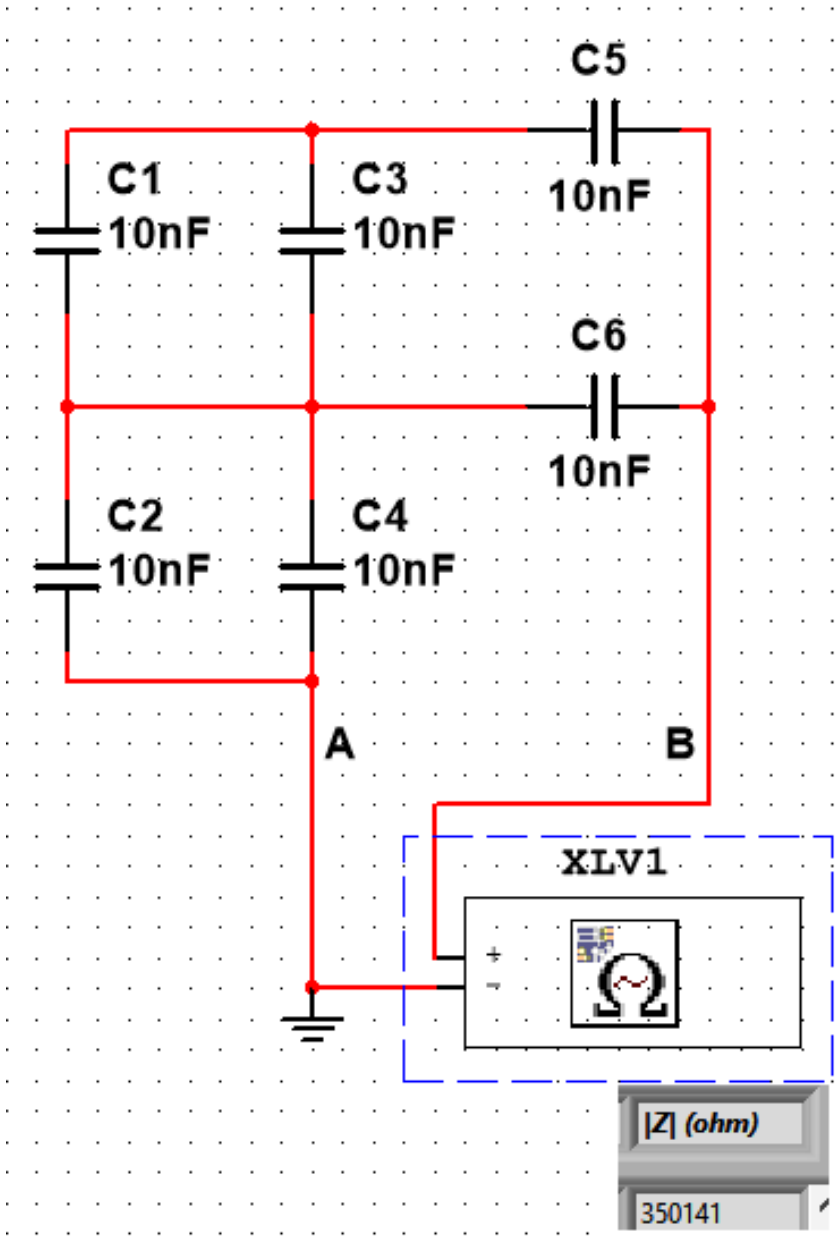


Figura 3.7 Schema electrică a unei rețele de condensatoare desenată în Multisim

- Salvez fișierul cu numele **retea-condensatoare1**;
- Deschid o filă nouă în Multisim (din bara de meniuri selectez **New** apoi **Create**);
- Salvez fișierul cu numele **retea-condensatoare2**;

- Plasez pe suprafața de lucru șase condensatoare conform schemei de conexiuni din **figura 3.5 b**;
- Efectuez legăturile dintre condensatoare conform schemei electrice;
- Conectez un **Impedance Meter** virtual între punctele **A** și **B**;
- Pornesc simularea și citesc valoarea impedanței indicată de **Impedance Meter** apoi notez valoarea citită cu **Z2**;
- Dacă **Z2=Z1** înseamnă că am făcut corect legăturile dintre condensatoare și salvez din nou fișierul;
- Dacă valoarea **Z2** diferă de **Z1** înseamnă că am greșit conexiunile și verific din nou schema.

După efectuarea operațiilor prezentate anterior voi obține în Multisim schema din **fig. 3.8**

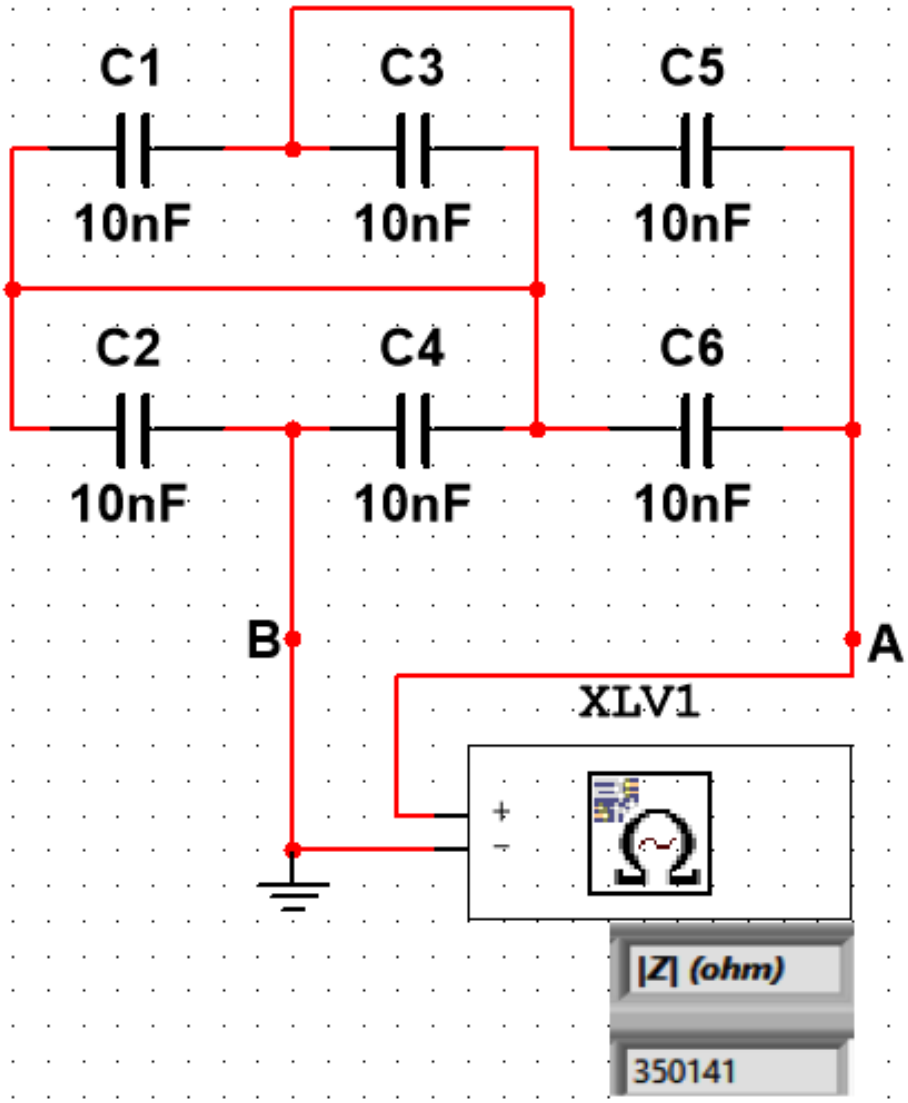


Figura 3.8 Schema de conexiuni a unei rețele de condensatoare desenată în Multisim

b. Pentru determinarea capacității echivalente utilizez formula:

$$C = \frac{10^n}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot Z} = \frac{10^n}{314 \cdot Z}$$

În formula lui C numărătorul fracției poate fi:

- 10^3 – dacă capacitatea este exprimată în milifarazi (**mF**);
- 10^6 – dacă capacitatea este exprimată în microfarazi (**uF**);
- 10^9 – dacă capacitatea este exprimată în nanofarazi (**nF**);
- 10^{12} – dacă capacitatea este exprimată în picofarazi (**pF**);

Z – este valoarea impedanței la 50 Hz indicată de instrumentul virtual **Impedance Meter**

În exemplul prezentat capacitatea echivalentă a rețelei este:

$$C = \frac{10^9}{314 \cdot 350141} = \frac{1000000000}{109944274} = 9,09\ pF$$

Ce = 9,09 pF

3.3 REALIZAREA SCHEMEI UNUI REDRESOR MONO-ALTERNANȚĂ.

Redresorul mono-alternanță este format din următoarele blocuri funcționale:

a. Sursă de tensiune alternativă;

b. Redresorul propriu-zis;

c. Filtru de netezire;

d. Consumatorul sau sarcina redresorului;

a. Sursa de tensiune alternativă este un generator de semnal alternativ care o plasez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Source**;
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES** iar de pe coloana **Component** selectez **AC_VOLTAGE** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea sursei fac dublu clic pe aceasta iar în fereastra care se deschide **AC_VOLTAGE** în meniul **Value** modific valoarea tensiunii (în caseta **Voltage** setez valoarea **20**) și frecvența tensiunii (în caseta **Frequency** setez valoarea **50**);

b. Redresorul mono-alternanță este o diodă redresoare 1N4007 care o plasez astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Diode**;
- În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **DIODE** iar în caseta **Component** scriu **1N4007** apoi activez butonul **OK**;

c. Filtru de netezire este format dintr-un condensator polarizat (electrolitic) și un întrerupător K care scoate sau introduce condensatorul în circuit.

Pentru plasarea condensatorului procedez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Basic**;
- În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **CAP_ELECTROLIT** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea condensatorului îl rotesc cu terminalul + în sus și îi modific valoarea la 150uF.

Pentru plasarea întrerupătorului K procedez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Basic**;
- În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **SWITCH** iar de pe coloana **Component** selectez **SPST** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea întrerupătorului îl rotesc în plan vertical și îl redenumesc **K**.

d. Consumatorul este format dintr-un LED și un rezistor de polarizare a LED-ului.

Pentru plasarea LED-ului procedez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Diode**;
- În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **LED** iar de pe coloana **Component** selectez **LED_red** apoi activez butonul **OK**.

Pentru plasarea rezistorului procedez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Basic**;
- În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **RESISTOR** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea rezistorului îl rotesc în plan vertical, apoi îi modific valoarea la **820 Ω.**

Plasez următoarele aparate de măsură:

- Un voltmetru de tensiune alternativă **Ui** cu care măsor valoarea tensiunii de intrare a redresorului. Pentru plasarea voltmetrului procedez astfel:
  - Din bara de butoane activez **Place Indicator**;
  - În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **VOLTMETER** iar de pe coloana **Component** selectez **VOLTMETER_V** apoi activez butonul **OK**;
  - După plasarea voltmetrului dau dublu clic pe el iar în fereastra **Voltmeter** fac următoarele setări:
    - În meniul **Value** în caseta **Mode** selectez **AC** (voltmetru c.a.);
    - În meniurile **Label** și **Display** personalizez eticheta voltmetrului cu numele **Ui** (am prezentat metoda la **pagina 34**);
- Un voltmetru de tensiune continuă **Us** cu care măsor valoarea tensiunii pe consumator. Pentru plasarea voltmetrului procedez ca mai sus;
- Un ampermetru de curent continuu **Is** cu care măsor curentul absorbit de consumator. Pentru plasarea ampermetrului procedez astfel:
  - Din bara de butoane verticală din partea dreaptă a suprafeței de lucru selectez butonul **Multimeter** (primul de sus);
  - După plasarea aparatului dau dublu clic pe el iar în fereastra care se deschide selectez **A**;
- Un osciloscop pentru vizualizarea formelor de undă de la intrarea și ieșirea redresorului.

Osciloscopul îl plasez astfel:

- Din bara de butoane verticală din partea dreaptă a suprafeței de lucru selectez butonul **Oscilloscope** (al patrulea de sus);
- După plasarea osciloscopului dau dublu clic pe el și fac următoarele setări:
  - În caseta **Timebase** selectez **10ms/Div**;
  - În casetele **Channel A** și **Channel B** selectez **10V/Div**;
  - Activez butonul **Reverse** și butonul **Single**.

După plasarea și personalizarea elementelor schemei (inclusiv a punctului de masă – **GROUND**), execut conexiunile dintre componente și obțin schema din **figura 3.9**.

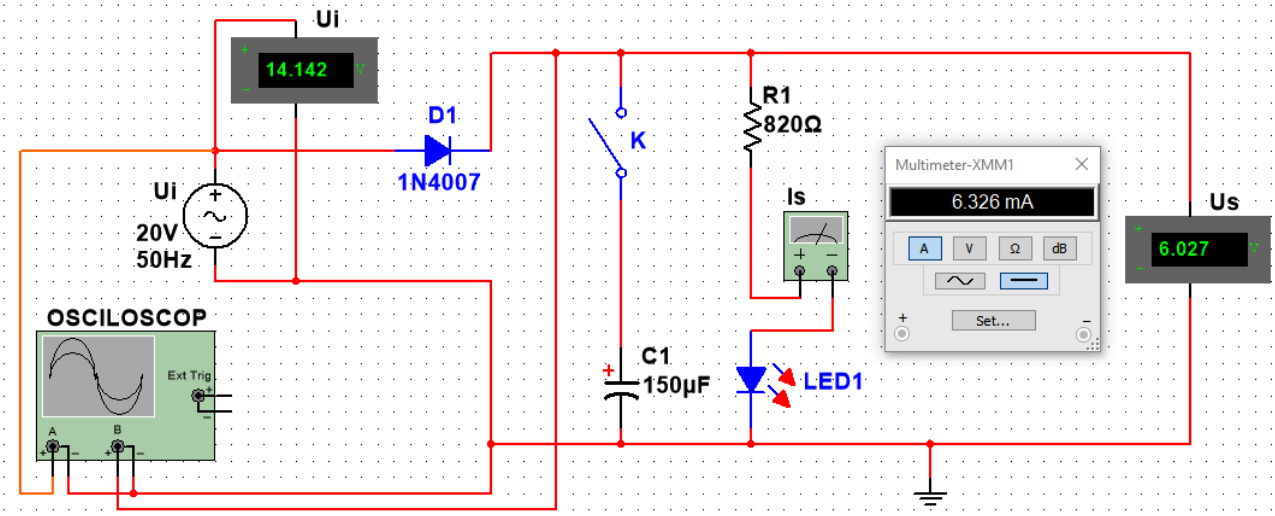


Figura 3.9 Schema redresorului mono-alternanță

Observații referitoare la executarea schemei electronice:

- Voltmetrul de tensiune alternativă **Ui** se conectează la bornele sursei de tensiune alternativă;
- Ampermetrul **Is** se conectează în serie cu consumatorul (între rezistor și LED);
- Borna **+** de la canalul **A** al osciloscopului se conectează la o bornă a sursei de tensiune alternativă (la intrarea în redresor);
- Borna **+** de la canalul **B** al osciloscopului se conectează la catodul diodei redresoare (la ieșirea din redresor);
- Bornele **–** de la cele două canale ale osciloscopului se conectează la punctul de masă (**GROUND**);
- Voltmetru de tensiune continuă **Us** se conectează în paralel cu consumatorul, respectând polaritatea.

După realizarea schemei electrice pornesc simularea cu întrerupătorul K deschis, deci fără filtrare. Oscilogramele indicate de osciloscop sunt prezentate în **figura 3.10**.

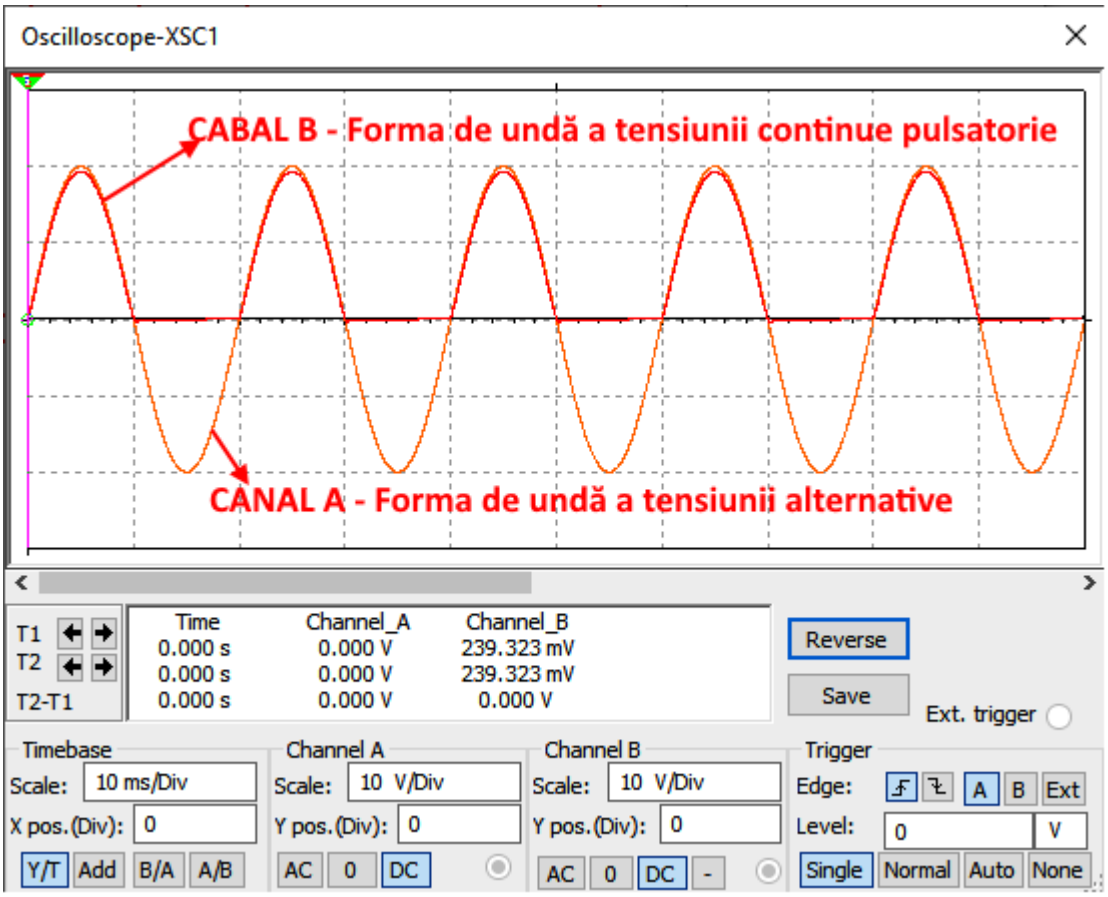


Figura 3.10 Oscilograma redresorului mono-alternanță fără filtru

Se observă că la semialternanța pozitivă a tensiunii alternative dioda semiconductoare conduce iar la semialternanța negativă dioda semiconductoare este blocată. Deci la ieșirea redresorului mono-alternanță se obține o tensiune continuă pulsatorie.

Amplitudinea tensiunii indicate de osciloscop este **20 V** (**tensiunea maximă - Umax**).

Valoarea tensiunii alternative indicate de voltmetru este **14 V** (**tensiunea efectivă - Uef**).

Valoarea tensiunii continue de la ieșirea redresorului mono-alternanță este **6V** (**tensiunea medie redresată - Umed**).

Relațiile dintre aceste tensiuni sunt:

$$Uv = \sqrt{2} \cdot Uef \qquad Uv(out) = \frac{Uv(\sec)}{2} - 0,7V \qquad Umed = \frac{2 \cdot Uv(out)}{\pi}$$

La închiderea întrerupătorului **K** se introduce condensatorul **C1** în circuit iar tensiunea continuă de ieșire este filtrată. Oscilogramele indicate de osciloscop sunt prezentate în **figura 3.11**.

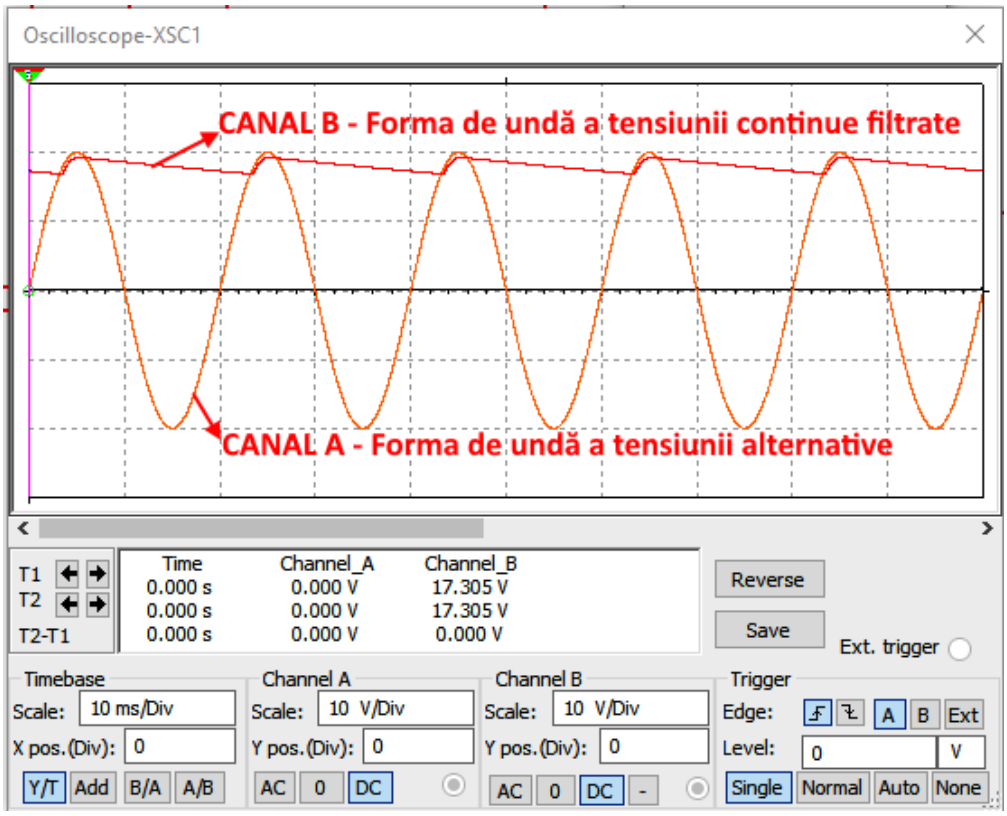


Figura 3.11 Oscilograma redresorului mono-alternanță cu filtru

În această situație tensiunea de ieșire din redresor este aproape liniară iar valoarea tensiunii crește de la **6 V** la **18 V.**

Curentul de sarcină crește de la **6,3 mA** la **19,8 mA**.

Cu cât valoarea condensatorului de filtrare este mai mare cu atât tensiunea continuă de ieșire este mai liniară. În **figura 3.12** este prezentată oscilograma indicată de osciloscop dacă valoarea condensatorului **C1** crește la **1500uF**.

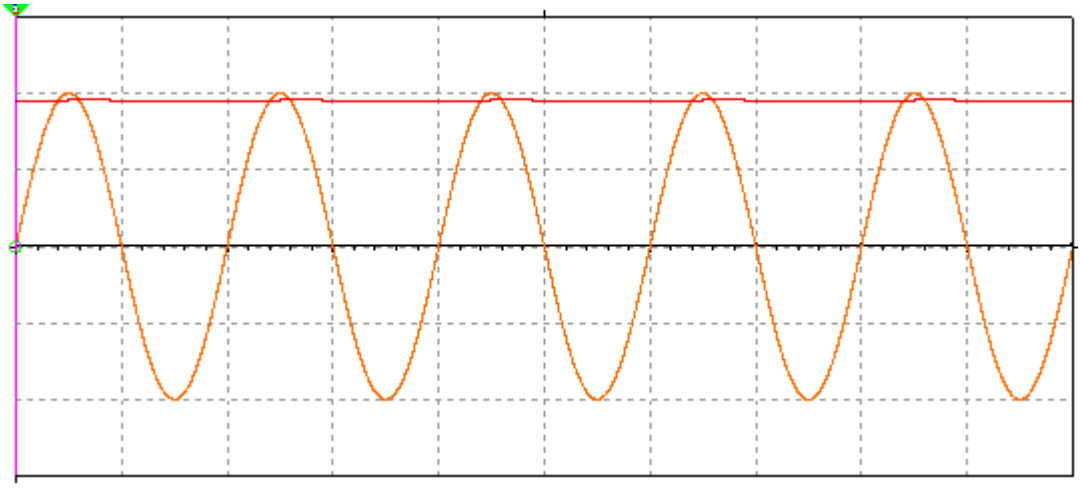


Figura 3.12 Oscilograma redresorului mono-alternanță cu filtru de valoare mare

3.4 REALIZAREA SCHEMEI UNUI REDRESOR DUBLĂ-ALTERNANȚĂ CU PRIZĂ MEDIANĂ.

La acest tip de redresor, față de redresorul mono-alternanță, se utilizează două diode redresoare 1N4007 și un transformator cu priză mediană.

Aceste transformator are în secundar două înfășurări identice și îl plasez pe suprafața de lucru astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Basic**;
- În fereastra **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **BASIC_VIRTUAL** iar de pe coloana **Component** selectez **TS_VIRTUAL** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea transformatorului dau dublu clic pe el iar în fereastra **TS_VIRTUAL** în meniul **Value** schimb raportul de transformare (în caseta **Primary-to-secondary turns ratio** scriu valoarea **1**).

La acest tip de redresor, generatorul de semnal alternativ se setează la tensiunea de **40 V.**

Toate componentele schemei le plasez și le personalizez după cum am prezentat la lucrarea de laborator ”Redresorul mono-alternanță”.

După plasarea componentelor și realizarea conexiunilor dintre acestea obțin schema din **figura 3.13**.

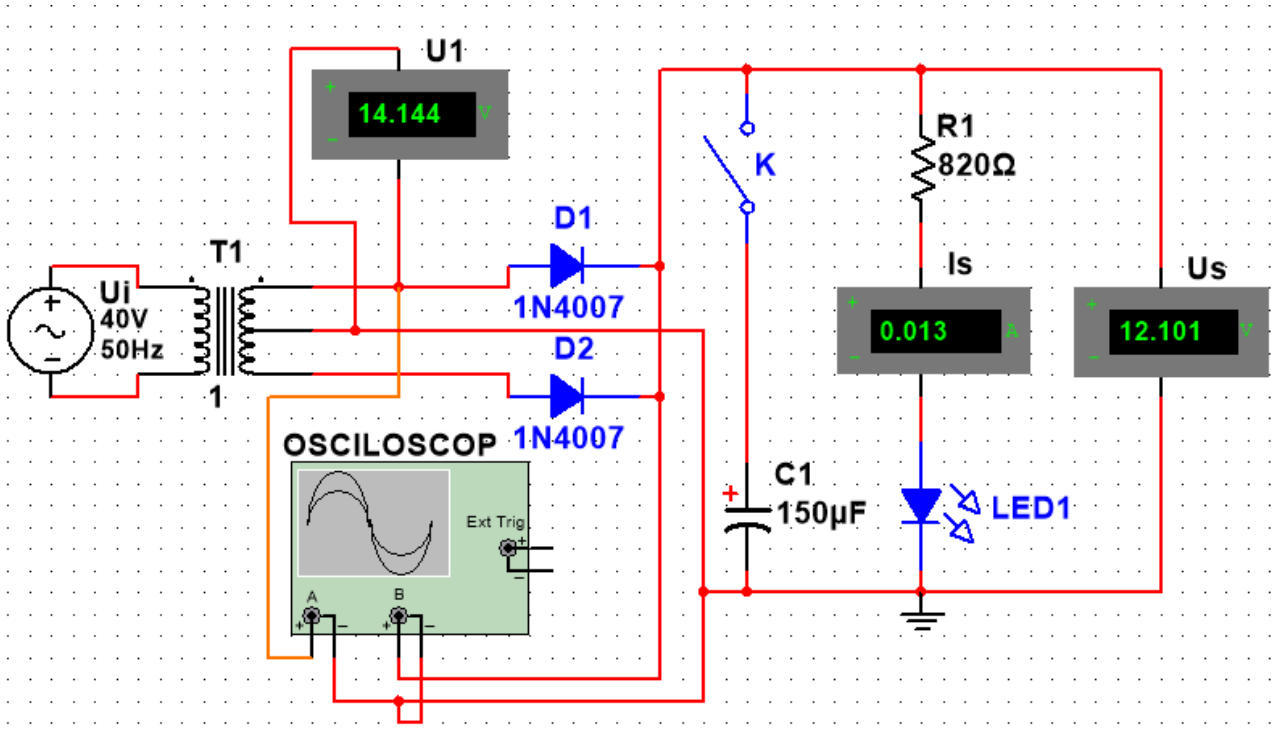


Figura 3.13 Schema redresorului dublă-alternanță cu priză mediană

Observații la executarea schemei electronice:

- Punctul comun al celor două înfășurări din secundarul transformatorului (priza mediană a transformatorului) se conectează la punctul de masă (GROUND) al schemei;
- Celelalte două capete ale înfășurărilor din secundarul transformatorului se conectează la anodul unei diode (fiecare înfășurare la o diodă);
- Catodul fiecărei diode se conectează împreună și reprezintă ieșirea de tensiune continuă pozitivă din redresor;
- Pentru măsurarea curentului de sarcină se utilizează un ampermetru digital **Is** conectat în serie cu consumatorul (între rezistența de sarcină și LED);
- Borna **+** a canalului **A** al osciloscopului se conectează la o înfășurare din secundarul transformatorului;
- Borna **+** a canalului **B** al osciloscopului se conectează la ieșirea pozitivă a redresorului (la punctul comun al celor două diode);
- Bornele **–** ale celor două canale se conectează la priza mediană a transformatorului.

După realizarea schemei electrice pornesc simularea cu întrerupătorul K deschis, deci fără filtrare. Oscilogramele indicate de osciloscop sunt prezentate în **figura 3.14**.

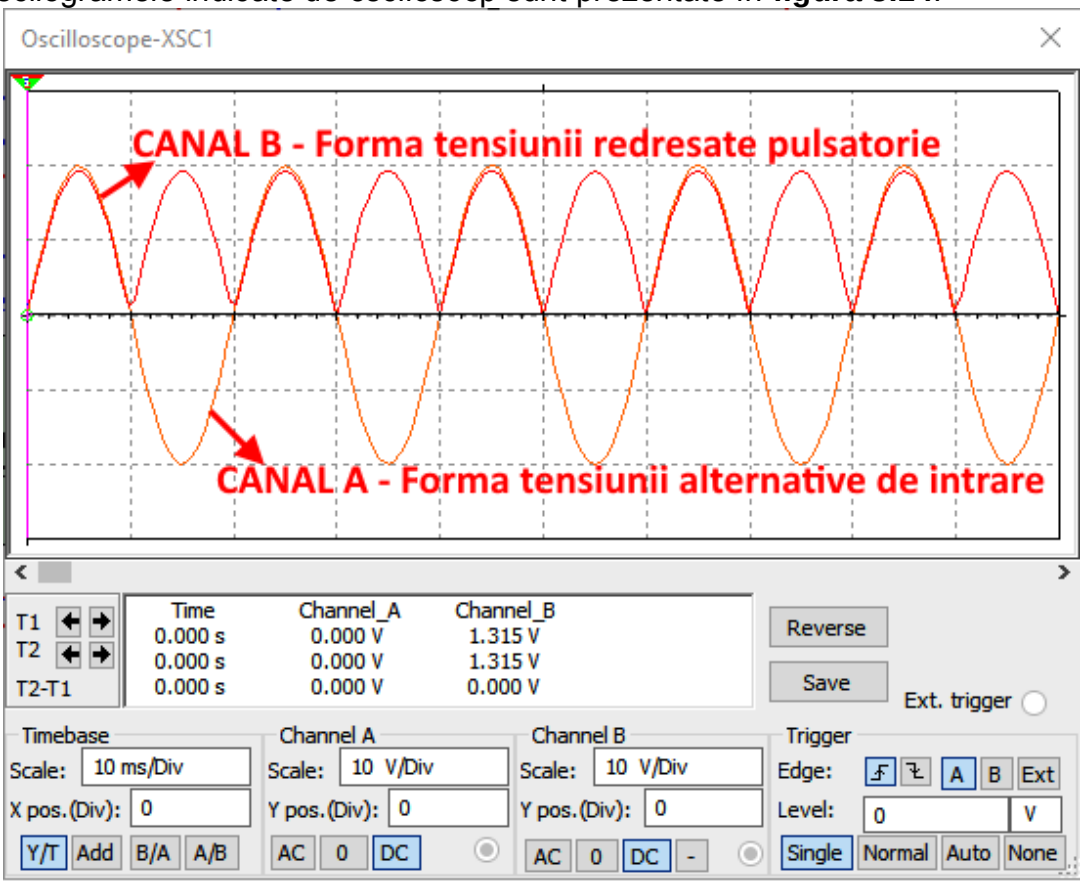


Figura 3.14 Oscilograma redresorului dublă-alternanță fără filtru

Se observă că sunt redresate ambele semialternanțe. O diodă conduce la semialternanța pozitivă iar cealaltă diodă conduce la semialternanța negativă a tensiunii alternative. Datorită acestui fapt, tensiunea redresată de ieșire are valoarea dublă față de tensiunea de ieșire a redresorului mono-alternanță.

Amplitudinea tensiunii indicate de osciloscop este **20 V** (**tensiunea maximă - Umax**).

Valoarea tensiunii alternative indicate de voltmetru este **14 V** (**tensiunea efectivă - Uef**).

Valoarea tensiunii continue de la ieșirea redresorului mono-alternanță este **12,1 V** (**tensiunea medie redresată - Umed**).

Relațiile dintre aceste tensiuni sunt:

$$Uv = \sqrt{2} \cdot Uef \qquad Uv(out) = Uv(\sec) - 0,7V \qquad Umed = \frac{Uv(out)}{\pi}$$

La închiderea întrerupătorului **K** se introduce condensatorul **C1** în circuit iar tensiunea continuă de ieșire este filtrată. Oscilogramele indicate de osciloscop sunt prezentate în **figura 3.15**.

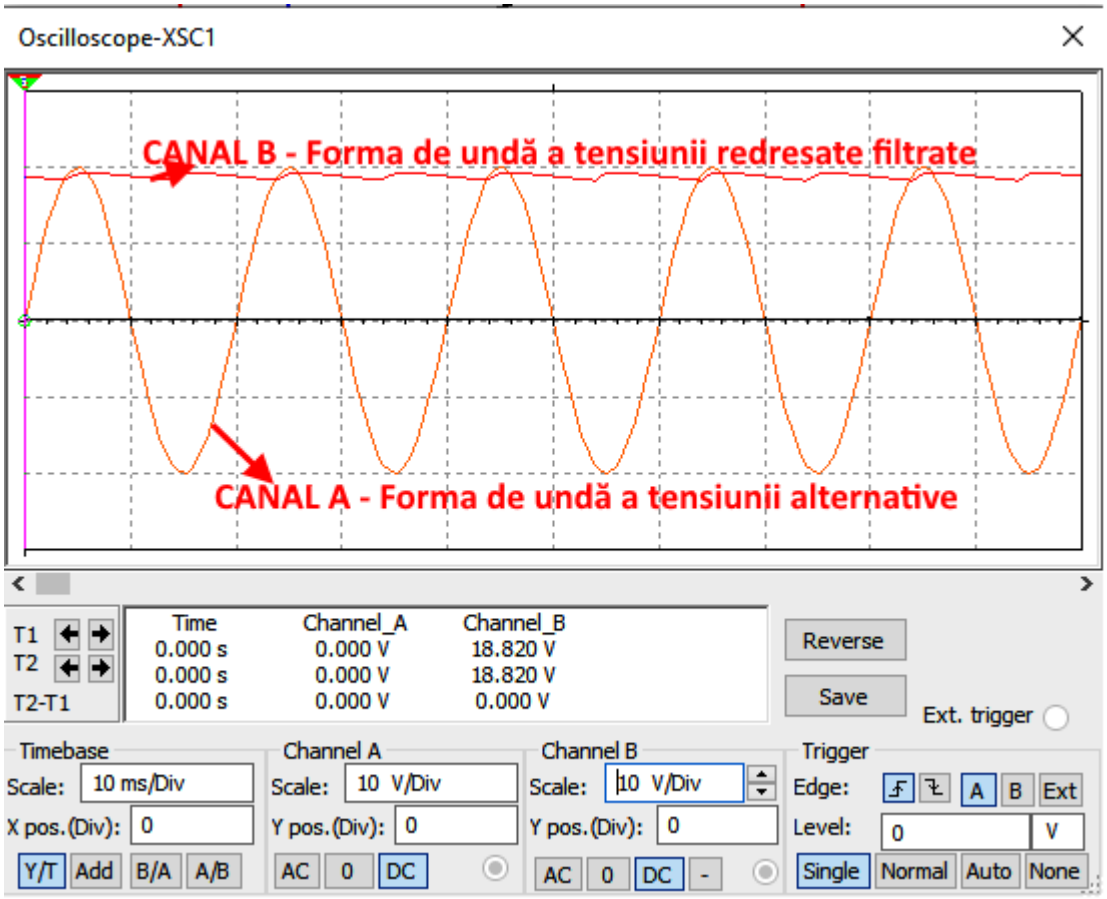


Figura 3.15 Oscilograma redresorului dublă-alternanță cu filtru

În această situație tensiunea de ieșire din redresor este aproape liniară iar valoarea tensiunii crește de la **12,1 V** la **18,8 V.**

Curentul de sarcină crește de la **13 mA** la **21 mA**.

3.5 REALIZAREA SCHEMEI UNUI ALIMENTATOR DE TENSIUNE STABILIZAT.

Alimentatorul de tensiune stabilizat este format din următoarele blocuri funcționale:

a. Transformatorul de tensiune;
b. Redresorul de tensiune;
c. Filtru de netezire;
d. Stabilizatorul de tensiune parametric;
e. Consumatorul sau sarcina redresorului;

a. Transformatorul de tensiune - are rolul de a reduce valoarea tensiunii de alimentare de la 240 V (tensiunea rețelei de alimentare) la o valoare mai mică (în acest caz la 20 V).
În Multisim, rețeaua de alimentare este simulată cu un generator de semnal care îl plasez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Source**;
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES** iar de pe coloana **Component** selectez **AC_VOLTAGE** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea sursei fac dublu clic pe aceasta iar în fereastra care se deschide **AC_VOLTAGE** în meniul **Value** modific valoarea tensiunii (în caseta **Voltage** setez valoarea **240**) și frecvența tensiunii (în caseta **Frequency** setez valoarea **50**);
- Activez butonul **OK**.

Transformatorul de tensiune îl plasez astfel:

- Din bara de butoane activez butonul **Place Basic**;
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **TRANSFORMER** iar de pe coloana **Component** selectez **1P1S** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea transformatorului fac dublu clic pe acesta iar în fereastra care se deschide **1P1S** schimb raportul de transformare la valoarea 1:12 astfel:
    - În meniul **Value** selectez **Primary coil 1** (cu dublu clic);
    - În caseta **Number of turns** înlocuiesc valoarea 10 cu 12;
    - Activez butonul **OK**.

  Cu acest raport de transformare, secundarul transformatorului reduce tensiunea din primar de 12 ori, de la 240V la 20 V.

b. Redresorul de tensiune – are rolul de a transforma tensiunea alternativă în tensiune continuă pulsatorie. Redresorul de tensiune este format din 4 diode redresoare 1N4007 care se plasează după cum am specificat la lucrările de laborator anterioare.

c. Filtru de netezire – are rolul de a transforma tensiunea continuă pulsatorie în tensiune continuă liniară (filtrează tensiunea redresată). Filtru este format dintr-un condensator.

d. Stabilizatorul de tensiune parametric – are rolul de a menține constantă tensiunea redresată la variația tensiunii de alimentare sau a curentului de sarcină. Un redresor parametric este format dintr-o diodă Zener și un rezistor de polarizare a diodei. În acest caz stabilizatorul de tensiune este format din:

- Un rezistor de polarizare **R1**;
- Un comutator **K** care îl plasez astfel:
    - Din bara de butoane activez butonul **Place Basic;**
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **SWITCH,** iar de pe coloana **Component** selectez **SPDT** apoi activez butonul **OK**;
    - Modific denumirea etichetei comutatorului;
    - Pentru plasarea cifrelor care indică bornele comutatorului se procedează astfel:
        - Din bara de meniuri activez meniul **Place**;
        - În lista care se deschide selectez comanda **Text**;
        - Fac clic pe suprafața de lucru iar în caseta care se deschide scriu cifra care doresc s-o plasez;
        - Pot personaliza textul care îl scriu, din fereastra **Text**;
- O diodă Zener **DZ1** care stabilizează tensiunea de ieșire la 5,1 V și o plasez astfel:
    - Din bara de butoane activez **Place Diode;**
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **ZENER,** iar în caseta **Component** scriu **BZX85-C5V1** apoi activez butonul **OK**;
- O diodă Zener **DZ2** care stabilizează tensiunea de ieșire la 9,1 V și o plasez astfel:
    - Din bara de butoane activez **Place Diode;**
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **ZENER,** iar în caseta **Component** scriu **BZX85-C9V1** apoi activez butonul **OK**;

La fixarea comutatorului pe poziția **1** în circuit este introdusă dioda Zener **DZ1** care menține tensiunea de ieșire la **5,1V**, iar la fixarea comutatorului pe poziția **2** în circuit este introdusă dioda Zener **DZ2** care menține tensiunea de ieșire la **9,1V**.

e. Consumatorul sau sarcina alimentatorului – este format dintr-un LED și o rezistență de polarizare a LED-ului.

În schemă mai utilizez următoarele instrumente de măsură:

- un voltmetru de tensiune alternativă **Ui** care măsoară tensiunea de alimentare a redresorului;
- un voltmetru de tensiune continuă **Us** care măsoară tensiunea pe consumator;
- Un ampermetru de curent continuu **Is** care măsoară curentul prin consumator.

După plasarea componentelor, realizez conexiunile dintre componente conform schemei din **figura 3.16**.

Fixez comutatorul **K** pe poziția **1** și pornesc simularea. Dacă aparate de măsură indică valorile din **figura 3.16**, schema este corectă.

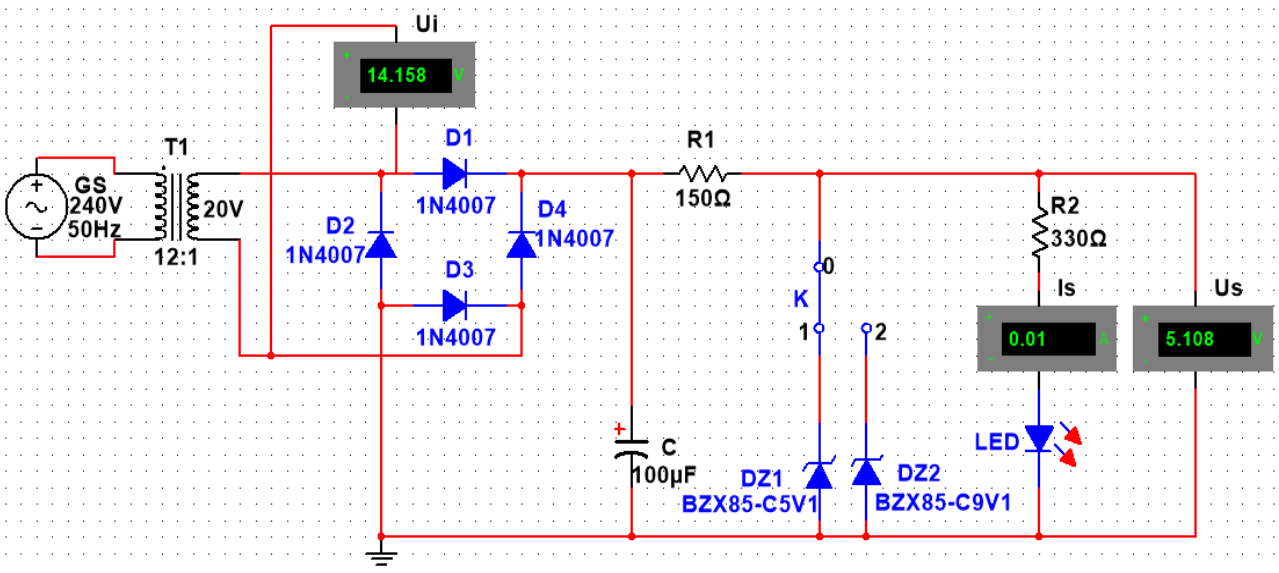


Figura 3.16 Schema alimentatorului stabilizat la 5 – 9 V realizată în Multisim

Când plasez comutatorul **K** pe poziția **2** obțin valorile:

Is= 0,022 A și **Us=9,103 V**

3.6 REALIZAREA SCHEMEI UNUI STABILIZATOR DE TENSIUNE SERIE CU TRANZISTOARE BIPOLARE.

Stabilizatorul de tensiune este format din următoarele blocuri funcționale:

a. **Elementul de reglaj –** este un tranzistor de medie sau mare putere sau un montaj Darlington. Acest tranzistor preia variațiile tensiunii de intrarea sau ale curentului de sarcină și menține tensiunea de ieșire constantă.
b. **Amplificatorul de eroare** – este un tranzistor de mică putere. Acesta preia semnalul de la ieșirea detectorului de eroare, îl amplifică și îl transmite elementului de reglaj.
c. **Detectorul de eroare** – este un divizor de tensiune realizat cu două rezistoare. Detectorul de eroare compară tensiunea de ieșire din stabilizator cu o tensiune de referință și comandă amplificatorul de eroare.
d. **Elementul de referință** – este o diodă stabilizatoare care furnizează tensiunea de referință la care lucrează stabilizatorul.
e. **Consumatorul sau sarcina stabilizatorului** – este format dintr-un LED și un rezistor de polarizare **Rs**.

a. Elementul de reglaj – este reprezentat în schemă de tranzistorul **T1** și rezistorul de polarizare **Rp**. Pentru plasarea tranzistorului **T1** procedez astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Transistor;**
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **BJT_NPN,** iar în caseta **Component** scriu **BD139** apoi activez butonul **OK**;

b. Amplificatorul de eroare – este reprezentat în schemă de tranzistorul **T2**, iar pentru plasarea lui procedez astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Transistor;**
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **BJT_NPN,** iar în caseta **Component** scriu **BC546** apoi activez butonul **OK**;

c. Detectorul de eroare – este reprezentat în schemă de un divizor de tensiune format din două rezistoare **R1** și **R2 (**după plasarea rezistoarelor le personalizez, le rotesc și le modific valoarea);

d. Elementul de referință – este reprezentat în schemă de dioda stabilizatoare **DZ** și rezistorul de polarizare **Rz** (modul de plasare al diodei stabilizatoare a fost prezentat la punctul anterior).

Pentru plasarea sursei de alimentare a stabilizatorului procedez astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Source;**
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **POWER_SOURCES,** iar de pe coloana **Component** selectez **VCC** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea bornei plus a sursei de alimentare, dau dublu clic pe aceasta iar în meniul **Value** selectez valoarea tensiunii la **10 V**;
- Tot de pe coloana **Component** selectez comanda **GROUND** pentru plasarea bornei minus a sursei de alimentare.

În schemă mai utilizez următoarele instrumente de măsură:

- un voltmetru de tensiune continuă **Uce** care măsoară tensiunea pe joncțiunea colector-emitor a regulatorului serie (tranzistorul **T1**);
- un voltmetru de tensiune continuă **Us** care măsoară tensiunea pe consumator;
- Un ampermetru de curent continuu **Is** care măsoară curentul prin consumator.

După plasarea componentelor realizez conexiunile dintre componente conform schemei din **figura 3.17**.

Pornesc simularea, iar dacă aparate de măsură indică valorile din **figura 3.17**, schema este corectă.

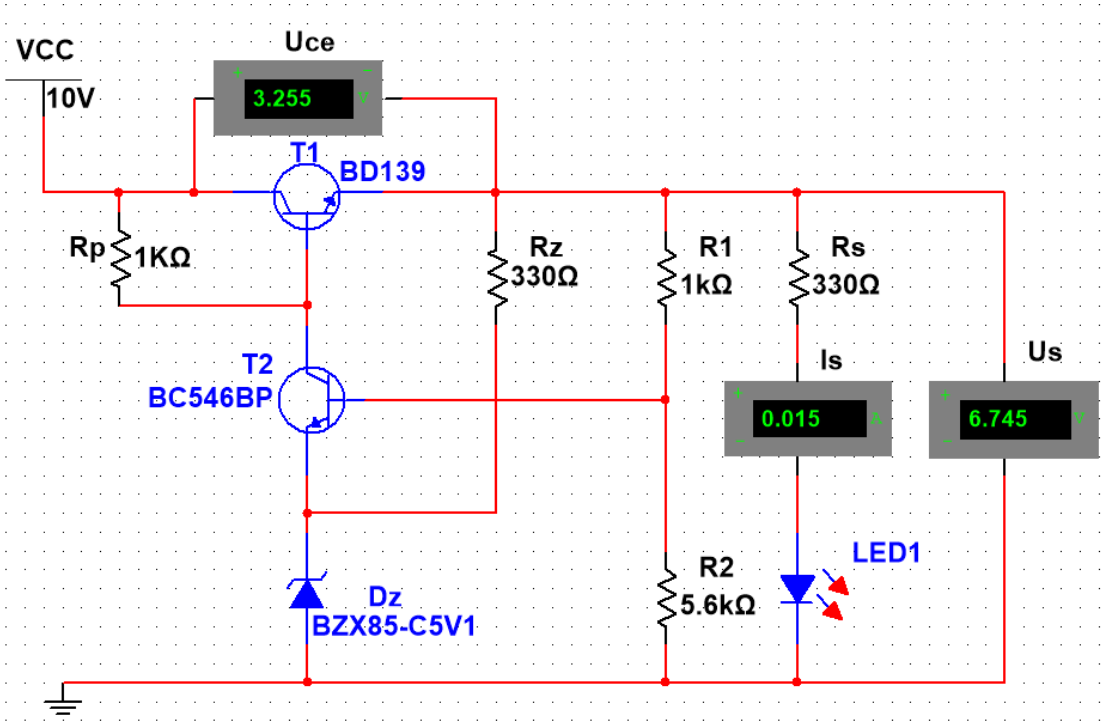


Figura 3.17 Schema stabilizatorului de tensiune serie cu TB realizată în Multisim

Dacă modific valoarea sursei de alimentare la **20 V** obțin următoarele valori:

Uce = 13,138 V **Is = 0,015 A** **Us = 6,862 V**

Observ că tensiunea și curentul de sarcină rămân constante la modificarea **Vcc**.

3.7 REALIZAREA SCHEMEI UNUI AMPLIFICATOR DE MICĂ PUTERE CU TB.

În această lucrare de laborator voi realiza în Multisim schema unui amplificator de mică putere și joasă frecvență cu tranzistor bipolar în conexiunea emitor comun.

Plasarea componentelor:

- **Generatorul de semnal (GS) –** îl plasez din **Place Source – SIGNAL_VOLTAGE_SOURCE – AC_VOLTAGE**;
  Dau dublu clic pe generator și în meniul **Value**, în caseta **Voltage** scriu **10mV** iar în caseta **Frequency** scriu **100 Hz;**

- **Tranzistorul bipolar (T1)** – îl plasez din **Place Transistor – BJT_NPN – BC546**;

- **Rezistoarele** – le plasez din **Place Basic – RESISTOR**;
  După plasarea rezistoarelor le personalizez (le rotesc și le modific valoarea);

- **Condensatoarele** – le plasez din **Place Basic – CAP_ELECTROLIT**;
  După plasarea condensatoarelor le personalizez (le rotesc și le modific valoarea);

- **Bornele sursei de alimentare** – le plasez din **Place Source – POWER_SOURCES – VCC și GROUND**;

- **Osciloscopul digital** – îl plasez din bara de butoane verticală, din partea dreaptă, prin activarea butonului **Agilent oscilloscope (fig. 3.18)**;

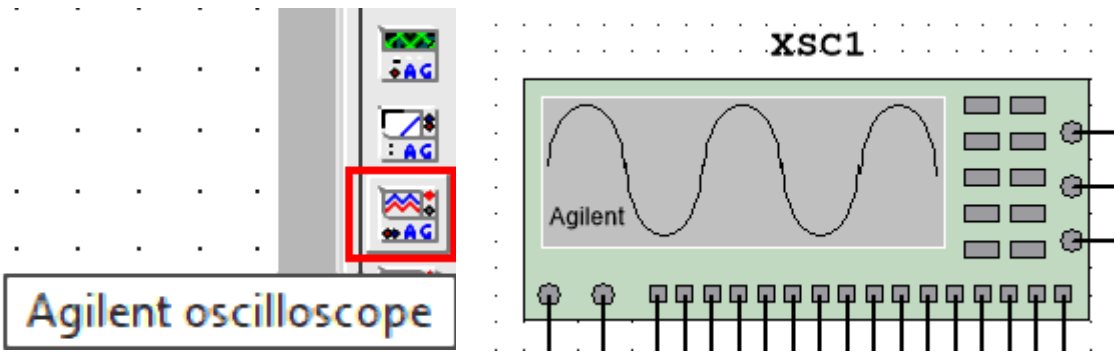


Figura 3.18 Plasarea unui osciloscop digital pe suprafața de lucru

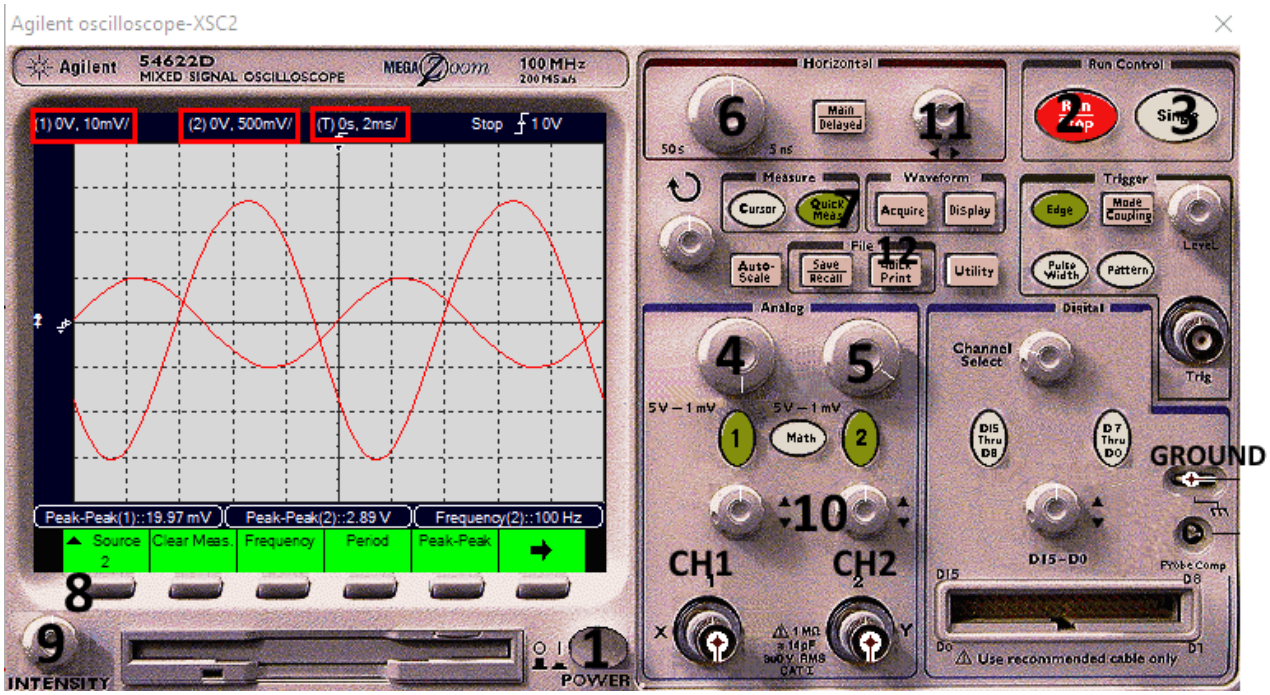


Figura 3.19 Interfața unui osciloscop digital - Agilent

Osciloscopului digital din **figura 3.19** este prevăzut cu următoarele butoane :

1 – buton de pornire oprire;

2 – buton de rulare continuă a oscilogramei;

3 – buton de ”înghețare” a oscilogramei pe ecran (oscilograma nu se mai deplasează);

4 – buton reglare amplitudine semnal pentru canalul 1 (**CH1**) [mV/div] sau [V/div];

5 – buton reglare amplitudine semnal pentru canalul 2 (**CH2**);

6 – buton reglare perioadă semnal pentru canalul [s/div], [ms/div], [us/div] ;

7 – buton afișare bara cu butoane ale rezultatelor măsurării;

8 – butoane pentru afișare diverse informații sau pentru diverse setări;

9 – buton focalizare undă semnal;

10 – butoane deplasare undă semnal în plan vertical;

11 – butoane deplasare undă semnal în plan orizontal;

12 – buton printare oscilogramă (dacă se alege opțiunea de printare document tip pdf, imaginea oscilogramei este salvată într-un fișier de tip pdf).

- După plasarea osciloscopului digital dau dublu clic pe el și se deschide fereastra din **figura 3.19** unde fac următoarele setări:
  - Reglez amplitudinea semnalului pentru canalul 1 la **10 mV** din butonul **4**;
  - Reglez amplitudinea semnalului pentru canalul 2 la **500 mV** din butonul **5**;
  - Reglez perioada semnalului la **2 ms** din butonul **6**;

După plasarea și personalizarea elementelor schemei, execut conexiunile dintre elemente conform schemei din **figura 3.20**.

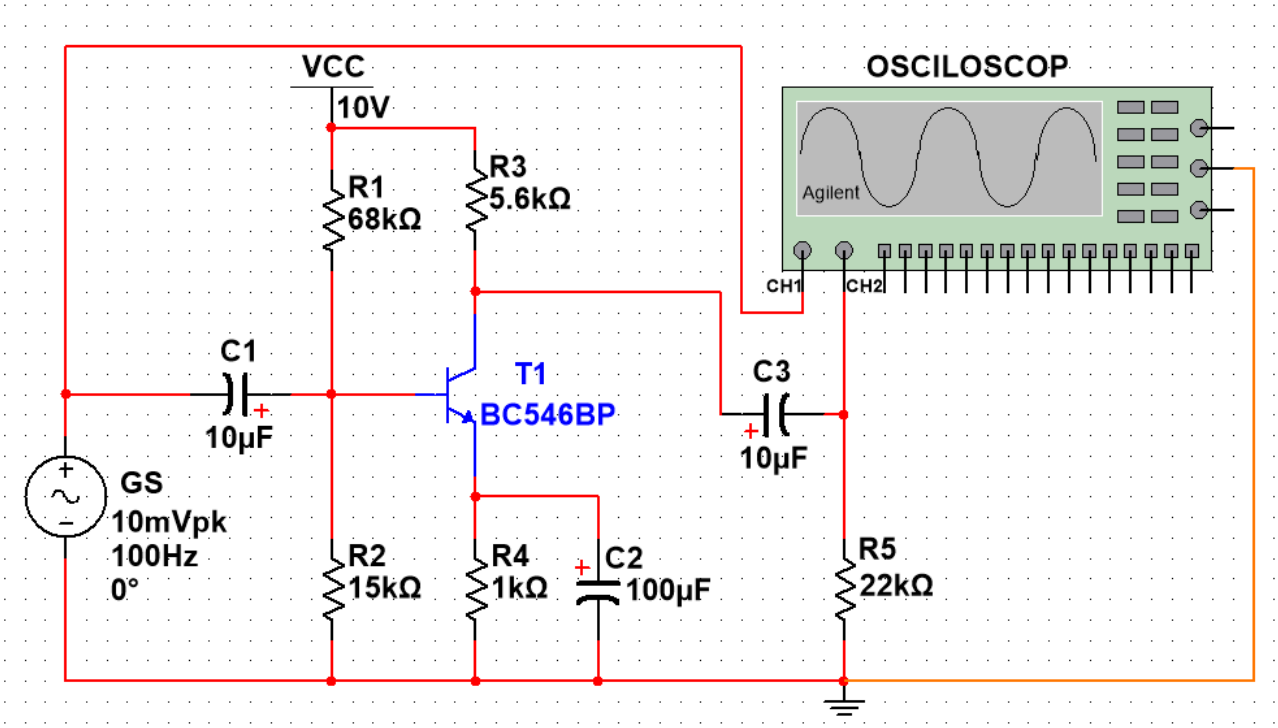


Figura 3.20 Schema unui amplificator de mică putere cu TB realizată în Multisim

După executarea conexiunilor pornesc simularea apoi deschid osciloscopul (dau dublu clic pe el) iar în fereastra care se deschide fac următoarele operații:

- Apăs butonul **Power** (pornesc osciloscopul);
- Apăs butonul **Run** (rulează oscilograma);
- Apăs butonul **Single** (oscilogramele rămâne fixată pe ecranul osciloscopului).

Observ următoarele (**fig. 3.19**):

- oscilograma de pe canalul 1 (intrarea în amplificator) are amplitudinea **19,97 mV** (vârf la vârf);
- oscilograma de pe canalul 2 (ieșirea din amplificator) are amplitudinea **2,89 V** (vârf la vârf);
- semnalul de ieșire este defazat cu **180º** față de semnalul se intrare;
- frecvența ambelor semnale este aceeași;
- amplificarea în tensiune este: $\boldsymbol{A_V = \frac{Uies}{Uintr} = \frac{2{,}89\,V}{19{,}97\,mV} = \frac{2890\,mV}{19{,}97\,mV} \cong 145}$
- Dacă măresc amplitudinea semnalului de intrare din generatorul de semnal **GS** la 20 mV Vpk (sau 40 mV vârf la vârf), semnalul de ieșire este distorsionat.

3.8 REALIZAREA SCHEMEI UNUI CIRCUIT BASCULANT CU CI- LM555.

Cu ajutorul circuitului integrat temporizator **LM 555** se pot realiza foarte multe scheme de circuite basculante, generatoare de semnal, circuite de temporizare, etc.

În această lucrare de laborator voi prezenta realizarea unui circuit basculant astabil și a unui circuit basculant monostabil cu circuitul integrat **LM 555**.

1. **CIRCUIT BASCULANT ASTABIL CU LM 555.**

Plasarea componentelor:

- **Circuitul integrat LM 555** îl plasez astfel:
  - Din bara de butoane activez **Place Mixed** ;
  - În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **TIMER,** iar de pe coloana **Component** selectez **LM555CM** apoi activez butonul **OK**;
  - După plasarea componentei dacă nu este vizibilă numerotare pinilor circuitului integrat procedez astfel:
    - Dau dublu clic pe integrat iar în fereastra care se deschide activez meniul **Display**;
    - În acest meniu activez **Use component specific visibility settings** apoi bifez comanda **Show package pin names**;
- **Rezistoarele** le plasez din **Place Basic – RESISTOR** iar după plasare le personalizez;
- **Condensatoarele** le plasez din **Place Basic – CAPACITOR** sau **Place Basic – CAP_ELECTROLIT** iar după plasare le personalizez;
- **LED-urile** le plasez din **Place Diode – LED** (plasez un LED roșu și un LED verde)
- **Sursa de alimentare** o plasez din **Place Source – POWER_SOUCES – VCC** și **Place Source – POWER_SOUCES – GROUND.**

Realizarea schemei și simularea funcționării.

După plasarea componentelor execut conexiunile dintre acestea conform schemei din **figura 3.21.**

După executarea schemei pornesc simularea.

LED-urile luminează alternativ (când un led luminează celălalt este stins).

Pentru modificarea timpului de basculare în schema din **figura 3.18** înlocuiesc rezistorul **R2 (100K)** cu un potențiometru **P (200K)**.

Pentru plasarea unui potențiometru procedez astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Basic;**
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **POTENTIOMETER** apoi activez butonul **OK**;
- După plasarea potențiometrului dau dublu clic pe el iar în fereastra care se deschide activez meniul **Value** unde în caseta **Resistance** scriu valoarea **200k**.

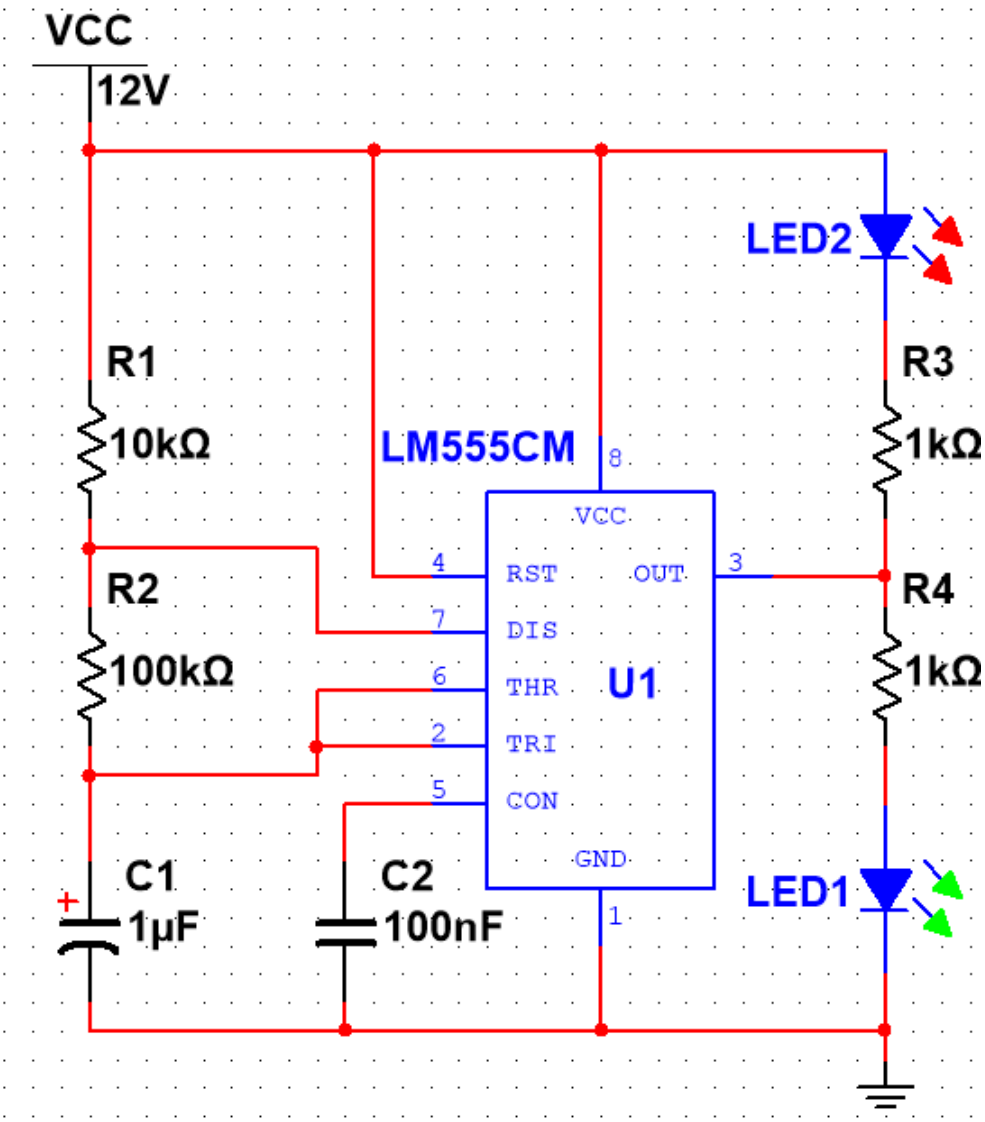


Figura 3.21 Schema circuitului basculant astabil cu LM 555 realizată în Multisim

În practică, pentru funcționarea corectă a montajului, condensatorul **C1** care are valoarea **1 uF** se înlocuiește cu un condensator cu valoarea de **10 uF**.

Pentru simulare am utilizat condensator de 1 uF ca să pot vizualiza funcționare circuitului (bascularea Led-urior).

2. CIRCUIT BASCULANT MONOSTABIL CU LM 555.

Plasarea componentelor se face ca la montajul anterior.

Butonul cu revenire **K** îl plasez astfel:

- Din bara de butoane activez **Place Electromechanical** ;
- În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **SUPPLEMENTARY_SWITCHES,** iar de pe coloana **Component** selectez **PB_NO** apoi activez butonul **OK**.

După plasarea componentelor execut conexiunile dintre acestea conform schemei din **figura 3.22.**

După executarea schemei pornesc simularea.

La activarea butonului **B,** LED-ul luminează iar după un timp se stinge și rămâne în această stare până la activarea din nou a butonului **B**.

Pentru modificarea timpului de iluminare a led-ului în serie cu rezistorul **R2(100K)** conectez un potențiometru **P (500K)**.

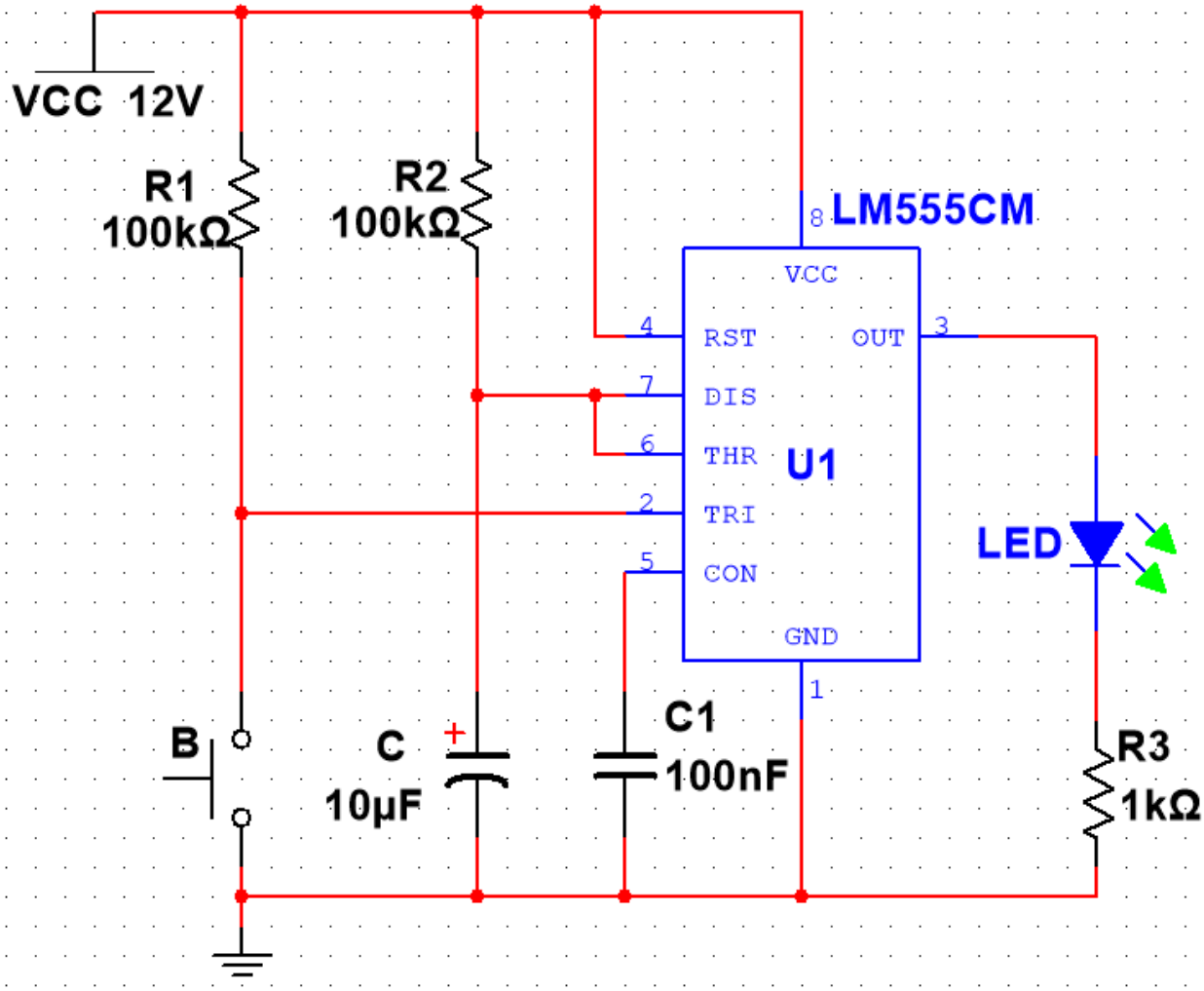


Figura 3.22 Schema circuitului basculant monostabil cu LM 555 realizată în Multisim

3.9 REALIZAREA UNEI SCHEME ELECTRONICE CU PORȚI LOGICE ELEMENTARE .

Cu ajutorul porților logice elementare se poate implementa o anumită funcție logică.

În această lucrare de laborator voi implementa funcția logică **SAU-EXCLUSIV (XOR)** cu 4 porți logice **ȘI-NU (NAND)**.

Plasarea componentelor:

- Pentru plasarea unei porți logice **ȘI-NU** procedez astfel:
  - Din bara de butoane activez butonul **Place CMOS**;
  - În fereastra care se deschide **Select a Component**, pe coloana **Database** activez **CMOS_10V**, pe coloana **Component** activez **4011BD_10V** iar pe coloana **Symbol** activez litera **A**, apoi apăs butonul **OK**;
  - Pentru plasarea următoarei porți logice procedez ca în cazul anterior, cu deosebirea că pe coloana **Symbol** activez litera **B.**
  - Voi continua cu a treia poartă, când activez litera **C** și a patra poartă, când activez litera **D**;

  După plasarea unei porți logice, pentru numerotarea terminalelor porții, dau dublu clic pe poartă iar în meniul **Display** selectez **Use component specific visibility Settings** apoi bifez opțiunea **Show package pin names**.
- Pentru plasarea comutatoarelor **K1** și **K2** activez butonul **Place Basic** iar în fereastra care se deschide activez **SWITCH** și **SPDT** apoi apăs butonul **OK**;
- Pentru plasarea rezistoarelor activez butonul **Place Basic** iar în fereastra care se deschide activez **RESISTOR** apoi apăs butonul **OK**;
- Pentru plasarea LED-urilor activez butonul **Place Diode** iar în fereastra care se deschide activez **LED** și selectez pe rând un led roșu și două led-uri verzi;
- Pentru plasarea tranzistorului bipolar activez butonul **Place Transistor** iar în fereastra care se deschide selectez **BJT_NPN**, în caseta **Component** scriu **BC546** apoi apăs butonul **OK**;
- Pentru plasarea bornelor sursei de alimentare activez butonul **Place Source** iar în fereastra care se deschide activez **POWER_SOURCES** , apoi pe rând activez **VCC** și **GROUND**.

Executarea conexiunilor și simularea funcționării.

După plasarea componentelor, execut conexiunile dintre acestea conform schemei din **figura 3.23**.

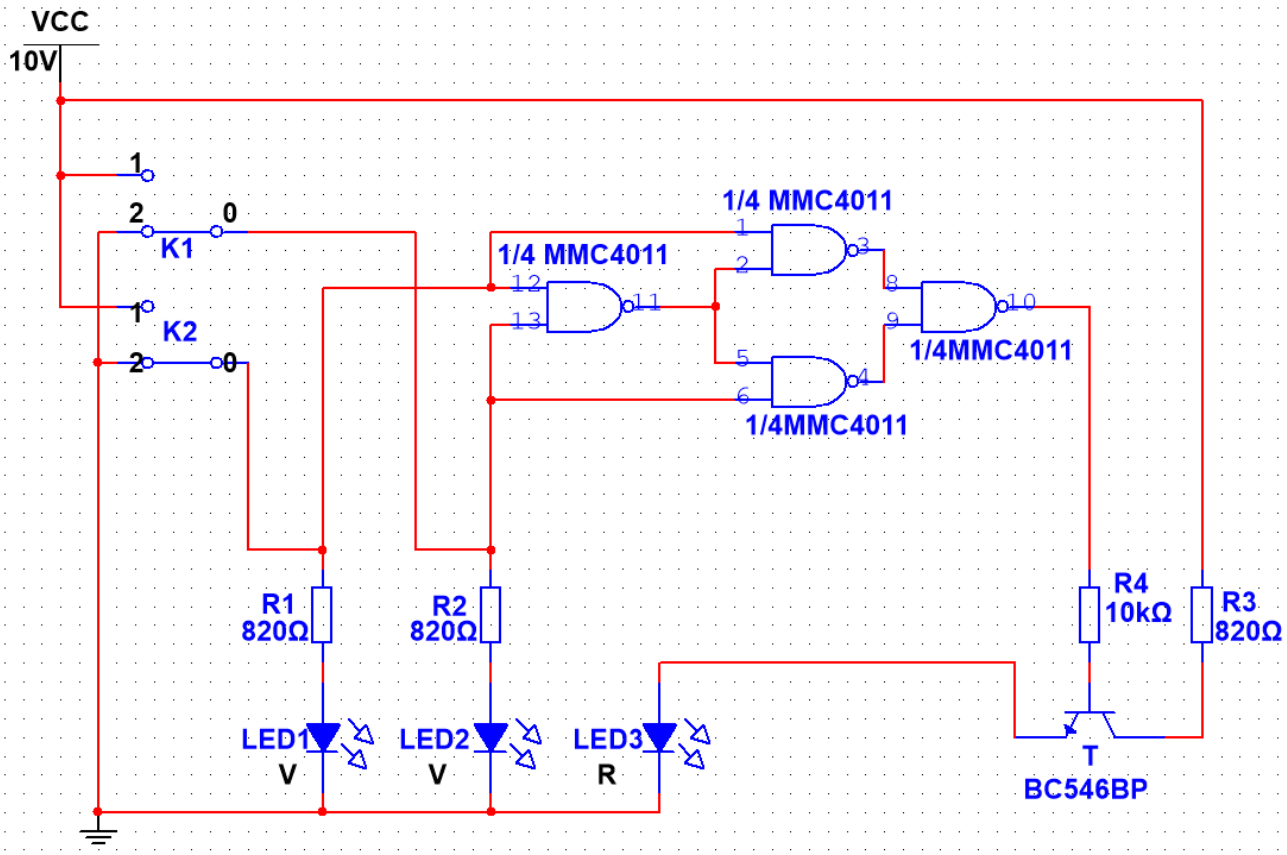


Figura 3.23 Schemă cu porți logice elementare realizată în Multisim

După executarea conexiunilor, pornesc simularea și verific funcționarea corectă a schemei.

Comutatoarele **K1** și **K2** pun intrările circuitului în **1 logic** (când sunt pe poziția 1) respectiv în **0 logic** (când sunt pe poziția 2).

LED 1 indică starea unei intrări iar LED 2 indică starea celeilalte intrări. Dacă LED-ul luminează intrarea este în **1 logic** iar dacă LED-ul este stins intrarea este în **0 logic.**

LED 3 (roșu) indică starea ieșirii circuitului.

Circuitul trebuie să funcționeze astfel:

- Când ambele intrări sunt în **0 logic**, ieșirea este în **0 logic**;
- Când ambele intrări sunt în **1 logic**, ieșirea este în **0 logic**;
- Când o intrare este în **0 logic** iar cealaltă intrare este în **1 logic**, ieșirea este în **1 logic**.

Dacă notăm **intrările** cu **X** și **Y**, expresia analitică a funcției logice de ieșire este:

$$f = \overline{X} \cdot Y + X \cdot \overline{Y}$$ **(SAU-EXCLUSIV)**

3.10 REALIZAREA SCHEMELOR ELECTRONICE CU CIRCUITE INTEGRATE LOGICE .

a. NUMĂRĂTOR CU AFIȘAJ 7 SEGMENTE.

Elementele schemei:

1. **Generator de impulsuri dreptunghiulare** – este realizat cu temporizatorul integrat **LM 555**. Are rolul de a genera impulsuri dreptunghiulare cu anumită frecvență (frecvența depinde de valorile componentelor R1 – P – C1), impulsuri care le transmite unui numărător;
2. **Numărător sincron BCD reversibil** – este realizat cu circuitul integrat logic **CD4510**. Acest dispozitiv număra impulsurile primite de la generator și furnizează la ieșire un cod BCD;
3. **Decodificator BCD – 7 segmente** – este realizat cu circuitul integrat **CD4511** . Acest dispozitiv acceptă la intrare un cod BCD furnizat de numărător care îl convertește în semnal pentru afișajul 7 segmente;
4. **Afișaj 7 segmente** – transformă semnalul primit de la decodificator în impulsuri luminoase (este prevăzut cu o matrice de LED-uri care se aprind în funcție se semnalul primit);
5. **Componente pasive (rezistoare, condensatoare, potențiometru)** – se utilizează pentru realizarea circuitului de formare a impulsurilor și pentru polarizarea segmentelor afișajului;
6. **Sursă de alimentare de tensiune continuă** – alimentează cu tensiune montajul.

Plasarea elementelor schemei:

- Pentru plasarea temporizatorului **LM 555** procedez astfel:
    - Din bara de butoane activez **Place Mixed ;**
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **TIMER,** iar de pe coloana **Component** selectez **LM555CM** apoi activez butonul **OK**;
    - După plasarea componentei dacă nu este vizibilă numerotare pinilor circuitului integrat procedez astfel:
        - Dau dublu clic pe integrat iar în fereastra care se deschide activez meniul **Display**;
        - În acest meniu activez **Use component specific visibility settings** apoi bifez comanda **Show package pin names**;

- Pentru plasarea numărătorului **CD4510** procedez astfel:
    - În bara de butoane activez **Place CMOS**;
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** pe coloana **Database** selectez **CMOS_10V**, iar pe coloana **Component** selectez **4510BD_10V** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea numărătorului **CD4511** procedez astfel:
    - În bara de butoane activez **Place CMOS**;
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** pe coloana **Database** selectez **CMOS_10V**, iar pe coloana **Component** selectez **4511BD_10V** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea afișajului 7 segmente (cu catodul comun) procedez astfel:
    - În bara de butoane activez **Place Indicator**;
    - În fereastra care se deschide **Select a Component** pe coloana **Database** selectez **HEX_DISPLAY**, iar pe coloana **Component** selectez **SEVEN_SEG_DECIMAL_COM_K** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea rezistoarelor activez butonul **Place Basic** iar pe coloana **Database** selectez **RESISTOR** apoi apăs butonul **OK.** După plasare, rezistorul se personalizează (se rotește, se modifică valoarea);
- Pentru plasarea condensatoarelor activez butonul **Place Basic** iar pe coloana **Database** selectez **CAPACITOR** sau **CAP_ELECTROLIT** apoi apăs butonul **OK.** După plasare, condensatorul se personalizează (se rotește, se modifică valoarea);
- Pentru plasarea bornelor sursei de alimentare activez butonul **Place Source** iar în fereastra care se deschide activez **POWER_SOURCES** , apoi pe rând activez **VCC** și **GROUND**.

Executarea conexiunilor și simularea funcționării.

- După plasarea componentelor, execut conexiunile dintre acestea conform schemei din **figura 3.24** astfel:
    - Conectez rezistoarele și condensatoarele cu circuitul **LM555**;
    - Conectez Rezistorul **R3** la intrarea **CLK (PIN 15)** de la circuitul **CD4510**;
    - Conectez **PINI 4,3,1,5** ale circuitului **CD4510** la punctul de masă (minus);
    - Conectez **PINI 12,13,10,** ale circuitului **CD4510** la punctul **VCC** (plus);
    - Conectez ieșirile circuitului **CD4510 (PINI 6,11,14,2)** la intrările circuitului **CD4511 (PINII 7,1,2,6)**;
    - Conectez **PIN-ul 5** ale circuitului **CD4511** la punctul de masă (**GROUND)**;

- Conectez **PINII 3,4** ale circuitului **CD4511** la plusul montajului (**VCC**);
- Conectez ieșirile circuitului **CD4511** (**PINII 13,12,11,10,9,15,14**) la rezistoarele **R4….R10**;
- Conectez rezistoarele **R4…R10** la intrările afișajului 7 segmente.
- Conectez catodul afișajului la punctul de masă (**GROUND**).

- După executarea conexiunilor, pornesc simularea, moment în care afișajul afișează cifrele de la 0 la 9. Dacă modific valoarea potențiometrului **P**, timpul de afișare a unei cifre crește sau scade (deci se modifică viteza de numărare).

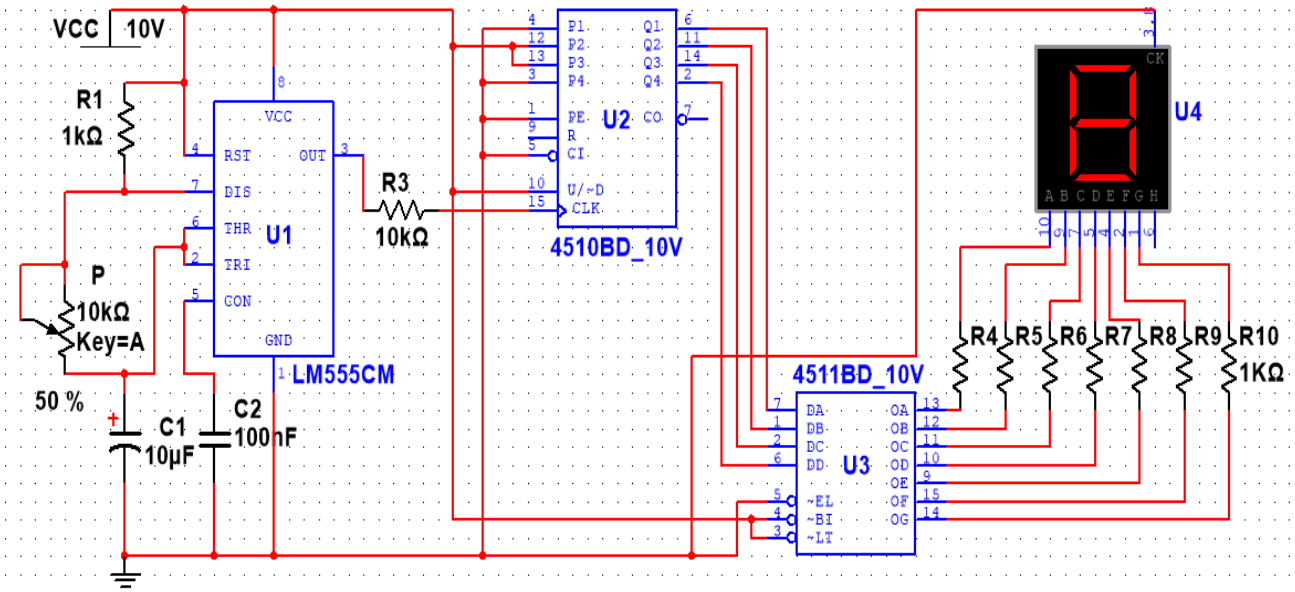


Figura 3.24 Schemă numărător BCD cu afișaj 7 segmente cu catodul comun

OBSERVAȚIE:

Dacă se utilizează afișaj 7 segmente cu anodul comun, ca decodificator se utilizează circuitul integrat **CD4543** (**figura 3.25)**

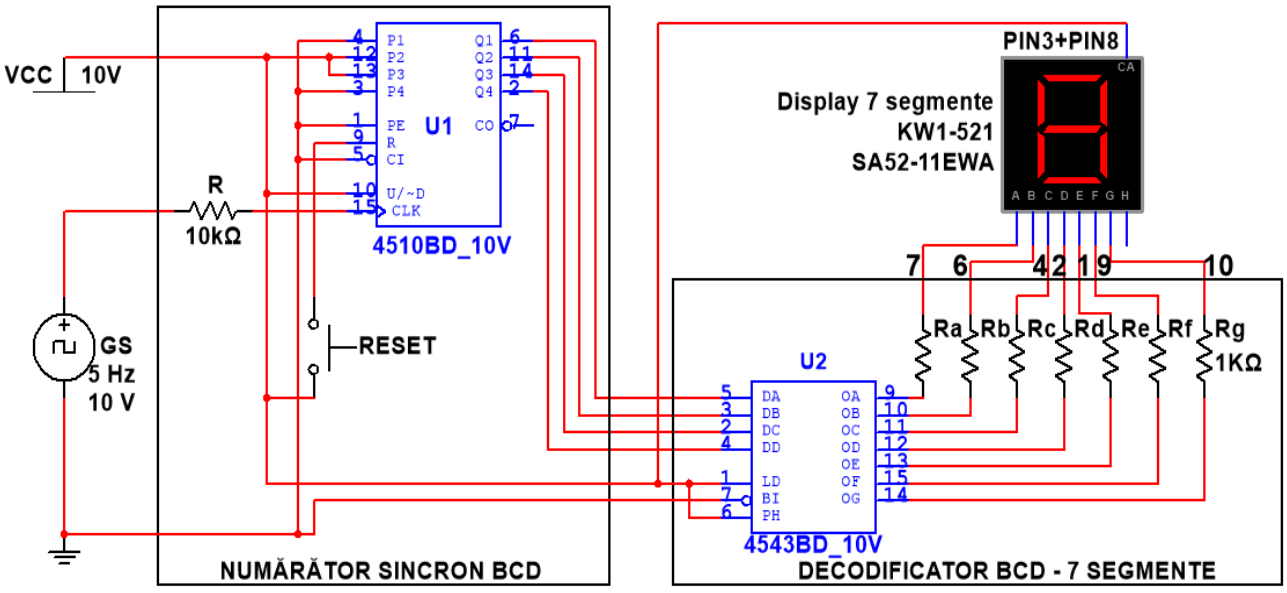


Figura 3.25 Schemă numărător BCD cu afișaj 7 segmente cu anodul comun

b. LUMINĂ DINAMICĂ CU NUMĂRĂTOR JOHNSON

Efectul de lumină dinamică este dat de 6 LED-uri care se aprind și se sting succesiv de la stânga la dreapta și invers (un impuls luminos care se deplasează stânga-dreapta).
Schema este realizată cu un generator de impulsuri dreptunghiulare (GS) și un numărător Johnson (CD4017).

Plasarea elementelor schemei:

- Pentru plasarea **generatorului de impulsuri dreptunghiulare (GS)** procedez astfel:
  - Din bara de butoane activez **Place Source ;**
  - În fereastra care se deschide **Select a Component** de pe coloana **Database** selectez **SIGNAL_VOLTAGE_SOURCES,** iar de pe coloana **Component** selectez **CLOCK_VOLTAGE** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea **numărătorului CD4017** procedez astfel:
  - În bara de butoane activez **Place CMOS**;
  - În fereastra care se deschide **Select a Component** pe coloana **Database** selectez **CMOS_10V_IC**, iar pe coloana **Component** selectez **4017BP_10V** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea **diodelor redresoare rapide 1N4149** procedez astfel:
  - În bara de butoane activez **Place Diode**;
  - În fereastra care se deschide **Select a Component** pe coloana **Database** selectez **DIODE**, iar în caseta **Component** scriu **1N4149** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea **LED-urilor** procedez astfel:
  - În bara de butoane activez **Place Diode**;
  - În fereastra care se deschide **Select a Component** pe coloana **Database** selectez **LED**, iar pe coloana **Component** selectez **LED_red** apoi activez butonul **OK**;
- Pentru plasarea rezistoarelor activez butonul **Place Basic** iar pe coloana **Database** selectez **RESISTOR** apoi apăs butonul **OK.** După plasare, rezistorul se personalizează (se rotește, se modifică valoarea);
- Pentru plasarea condensatorului activez butonul **Place Basic** iar pe coloana **Database** selectez **CAPACITOR** apoi apăs butonul **OK.** După plasare, condensatorul se personalizează (se rotește, se modifică valoarea);

- Pentru plasarea bornelor sursei de alimentare activez butonul **Place Source** iar în fereastra care se deschide activez **POWER_SOURCES** , apoi pe rând activez **VCC** și **GROUND**.

Executarea conexiunilor și simularea funcționării.

- După plasarea componentelor, execut conexiunile dintre acestea conform schemei din **figura 3.26** astfel:
  - Conectez borna **+** a generatorului de semnal **GS** la un terminal al rezistorului **R8**, iar celălalt terminal al rezistorului îl conectez la **PIN 14** al CI **CD4017**;
  - Conectez **C1** și **R7** la **PINI 13** și **15** al CI **CD4017** conform schemei;
  - La CI **CD4017** conectez **PIN 8** la **GROUND** și **PIN 16** la **VCC**;
  - Conectez pe rând ieșirile **Q0…Q9** al CI **CD4017** conform schemei;
  - Conectez diodele **1N4149** conform schemei;
  - Conectez **LED-urile** conform schemei;

- După executarea conexiunilor, pornesc simularea, moment în care LED-urile se aprind și se sting pe rând de la stânga la dreapta și invers.

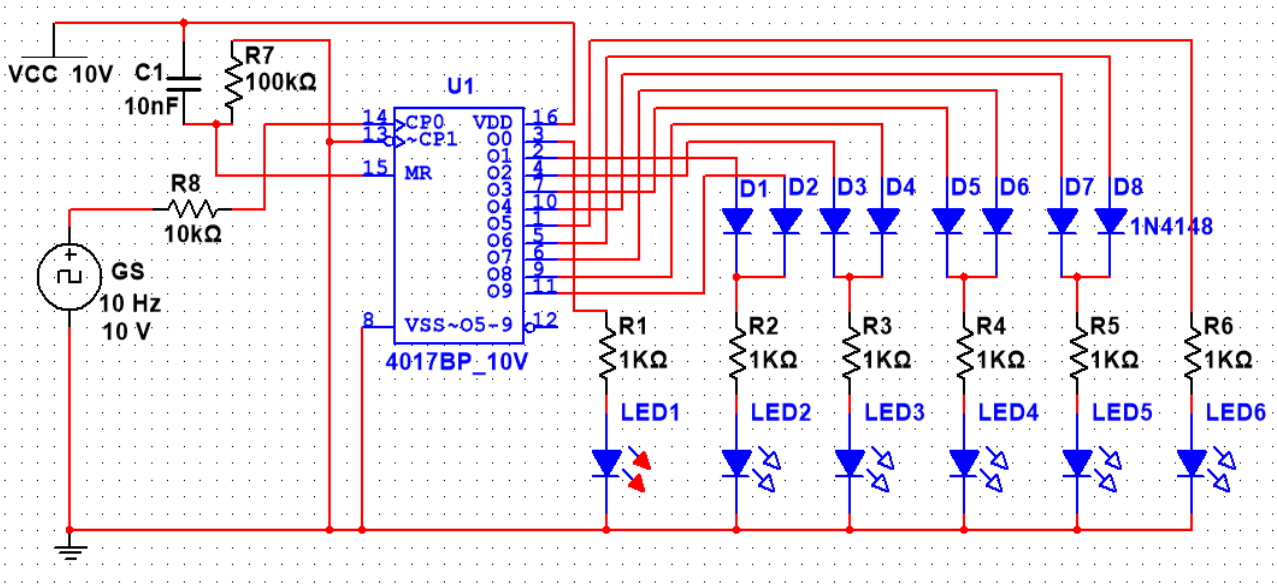


Figura 3.26 Schemă lumină dinamică cu numărătorul Johnson MMC 4017

BIBLIOGRAFIE

1. http://www.ni.com/tutorial/10710/en/;
2. https://pdfslide.net/documents/simulare-si-proiectare-asistata.html;
3. https://eprofu.ro/electronica/;