

## Lucrarea 1. Studiul unor rețele pasive RC

### 1.1 Introducere

În această primă lucrare se face pe de o parte introducerea în modalitatea de lucru specifică activităților aplicative aferente laboratorului de electronică, iar pe de altă parte, ca exemple introductive, se studiază efectul utilizării unor rețele pasive R-C, în trei configurații diferite, asupra unor semnale de tensiune alternativă sinusoidală, respectiv asupra unor semnale de tensiune unipolare dreptunghiulare, aplicate la intrările acestor rețele.

### 1.2 Considerații teoretice

Atunci când o rețea pasivă R-C aflată în configurația corespunzătoare Figurii 1.1, este utilizată pentru prelucrarea unor semnale de tensiune alternativă sinusoidală, aplicate la intrare, de regulă această rețea poartă denumirea de "Filtru Trece Sus" (F.T.S.). Dacă frecvența tensiunii de intrare este cu cel puțin un ordin de mărime mai mare decât frecvența limită de tăiere ( $f_L$ ), atunci această tensiune va trece la ieșire fără a fi atenuată și defazată. În schimb, dacă frecvența tensiunii de intrare este semnificativ mai mică decât frecvența limită de tăiere ( $f_L$ ), atunci la ieșire se obține o tensiune cu o amplitudine mult mai mică (aproape nulă) decât aceea de la intrare și o defazare pozitivă (+90°). Cu alte cuvinte, semnalul de la intrare va fi puternic atenuat și defazat în față, practic putem spune că semnalul de tensiune de la intrare este filtrat (eliminat) la ieșire.

Pentru frecvența limită ( $f_L$ ) (de tăiere), atenuarea limită ( $A_L$ ) și faza limită ( $\varphi_L$ ), corespunzătoare rețelei pasive R-C denumită "Filtru Trece Sus" (F.T.S.), sunt valabile următoarele expresii:

$$f_L = \frac{1}{2\pi RC} \quad A_L = \frac{U_{ies}}{U_{in}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \varphi_L = +45^\circ$$

Dacă aceeași rețea pasivă R-C, aflată în configurația corespunzătoare Figurii 1.1, este utilizată pentru prelucrarea unor semnale de tensiune unipolare dreptunghiulare (funcționare în regim de impulsuri), aplicate la intrare, atunci această rețea funcționează pe post de circuit formator de semnal și poartă, în mod ușual, denumirea de "Circuit de Derivare" (C.D.).

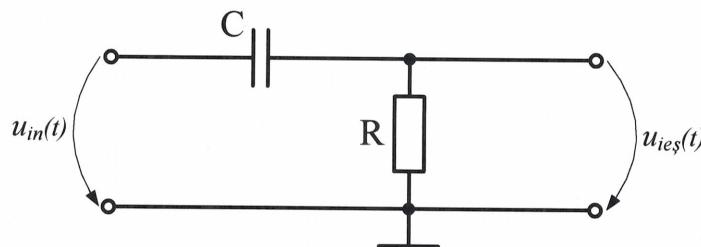


Fig.1.1. Rețeaua pasivă R-C în configurație „Filtru Trece Sus”.

În situația în care o rețea pasivă R-C aflată în configurația corespunzătoare Figurii 1.2, este utilizată pentru prelucrarea unor semnale de tensiune alternativă sinusoidală, aplicate la intrare, de regulă această rețea poartă denumirea de "Filtru Trece Jos" (F.T.J.). Dacă frecvența tensiunii de intrare este cu cel puțin un ordin de mărime mai mică decât frecvența limită de tăiere ( $f_L$ ) atunci aceasta va trece la ieșire fără a fi atenuată și defazată. În schimb, dacă frecvența tensiunii de intrare este semnificativ mai mare în raport cu frecvența limită de tăiere ( $f_L$ ), atunci la ieșire se obține o tensiune cu o amplitudine mult mai mică (aproape nulă) decât aceea de la intrare și o defazare negativă (-90°). Cu alte cuvinte, semnalul de la intrare va fi puternic atenuat și defazat în urmă, practic putem spune că semnalul de tensiune de la intrare este filtrat (suprimat) la ieșire.

Frecvența limită ( $f_L$ ) (de tăiere), atenuarea limită ( $A_L$ ) și faza limită ( $\varphi_L$ ) corespunzătoare rețelei pasive R-C denumită "Filtru Trece Jos" (F.T.J.) sunt caracterizate de următoarele expresii:

$$f_L = \frac{1}{2\pi RC} \quad A_L = \frac{U_{ies}}{U_{in}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \quad \varphi_L = -45^\circ$$

Dacă rețeaua pasivă R-C, aflată în configurația corespunzătoare Figurii 1.2, este utilizată pentru prelucrarea unor semnale de tensiune unipolare dreptunghiulare (funcționare în regim de impulsuri), aplicate la intrare, atunci această rețea funcționează pe post de circuit formator de semnal și poartă, în mod ușual, denumirea de "Circuit de Integrare" (C.I.).

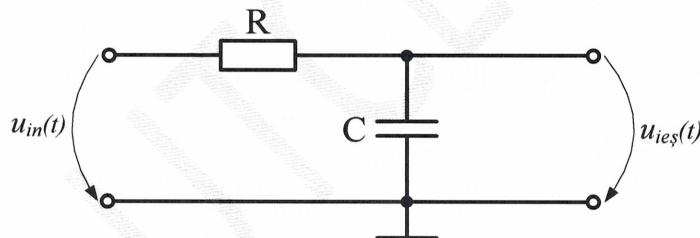


Fig.1.2. Rețeaua pasivă R-C în configurație „Filtru Trece Jos”.

Pentru o rețea pasivă R-C care se află în configurația corespunzătoare Figurii 1.3, utilizată la prelucrarea unor semnale de tensiune alternativă sinusoidală, aplicate la intrare, în mod ușual se folosește și denumirea de "Filtru Trece Bandă" (F.T.B.). Dacă pulsăria tensiunii de intrare are tocmai valoarea pulsării limită a circuitului ( $\omega_L$ ), atunci tensiunea furnizată la ieșire este în fază cu aceea de la intrare dar atenuată de trei ori.

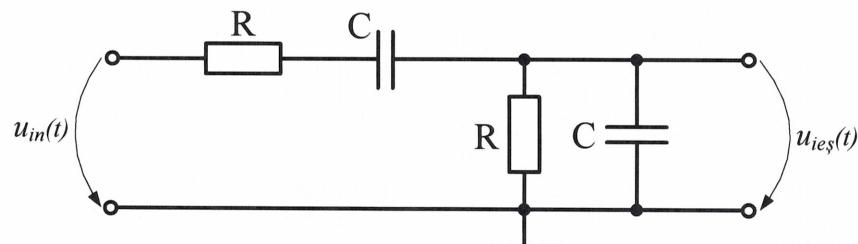


Fig.1.3. Rețeaua pasivă R-C în configurație „Filtru Trece Bandă”.

Practic, semnalele de tensiune aplicate la intrare și care au o frecvență mult mai mică decât frecvența limită sunt eliminate, atenuarea circuitului devenind zero iar faza tensiunii de ieșire tînzând către  $+90^\circ$ . În mod asemănător, atenuarea circuitului tînde către zero, asociată cu o defazare a tensiunii de ieșire cu  $-90^\circ$ , pentru tensiunile de intrare caracterizate de o frecvență mult mai mare decât frecvența limită a circuitului. Ca urmare și aceste semnale de tensiune aplicate la intrare sunt practic eliminate la ieșire.

Pentru pulsația limită ( $\omega_L$ ), raportul dintre pulsația semnalului de intrare și pulsația limită ( $\Omega$ ), atenuarea circuitului (A) și faza semnalului de ieșire ( $\varphi$ ) în raport cu semnalul aplicat la intrare, corespunzătoare rețelei pasive R-C denumită "Filtru Trece Bandă" (F.T.B.), sunt valabile următoarele expresii:

$$\omega_L = \frac{1}{RC} \quad \Omega = \frac{\omega_{in}}{\omega_L} \quad A = \sqrt{\frac{1}{7 + \Omega^2 + \frac{1}{\Omega^2}}} \quad \varphi = \arctan \frac{1 - \Omega^2}{3\Omega}$$

Măsurările experimentale efectuate asupra celor trei configurații de rețele pasive R-C descrise mai sus, se vor efectua pentru cel puțin trei frecvențe diferite ale semnalelor de tensiune aplicate la intrare, indiferent de natura acestora (continuă sau discontinuă/impulsuri).

### 1.3 Stand de lucru și Echipamente

În cadrul acestui modul aplicativ, se vor realiza măsurători practice asupra unor rețele pasive RC.

Pentru realizarea tuturor aplicațiilor aferente acestei lucrări se vor utiliza următoarele componente, echipamente și aparate de măsură:

1. Modulul experimental (Rețele pasive RC) din Figura 1.4;
2. Generator semnale de tensiune - 1 buc.;
3. Accesoriu pentru generatorul de semnal: Cablu de conexiune cu mufă BNC/terminații cleme tip clește - 1 buc.;
4. Osciloscop Digital cu 2 canale - 1 buc.;
5. Accesorii pentru osciloscop: Sonde standard - 2 buc.

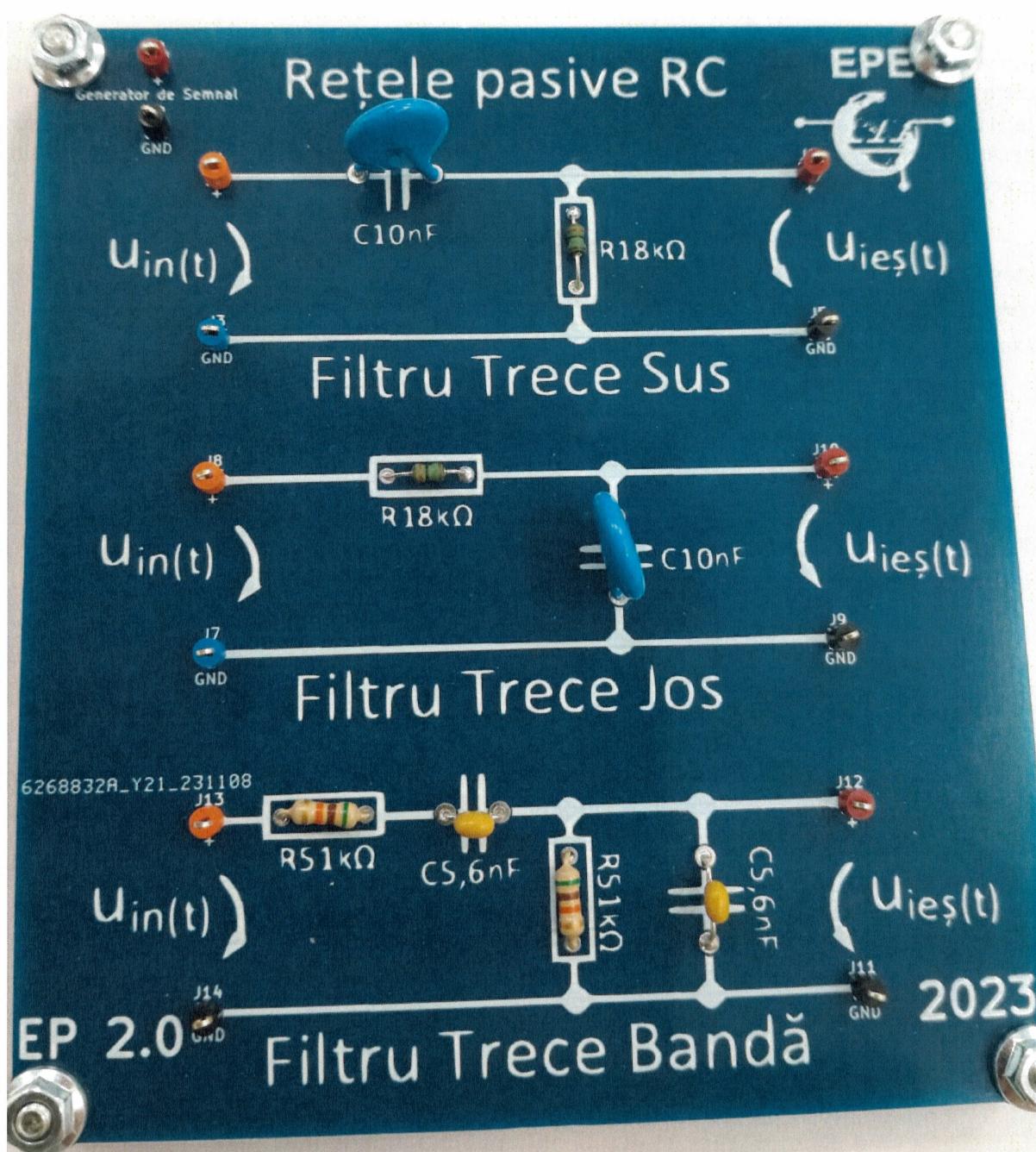


Fig.1.4. Modulul experimental (Rețele Pasive RC).

#### 1.4 Mod de Lucru

În această secțiune a prezentei lucrări sunt exemplificate modalitățile de realizare rapidă atât a montajelor experimentale cât și a măsurătorilor practice necesare, referitoare la cele trei tipuri de rețele pasive RC care au fost prezentate din punct de vedere teoretic în mod succint în capitolul 1.2.

### 1.4.1 Rețeaua pasivă RC denumită "Filtru Trece Sus"

Pentru realizarea montajului experimental din Fig. 1.5, corespunzător rețelei pasive RC denumită „Filtru Trece Sus”, este necesară parcurgerea secvențială a pașilor descriși mai jos:

1. Se pornește generatorul de semnal și se reglează pe canalul A un semnal sinusoidal (Sine) cu frecvența 1kHz, amplitudinea de 5 Vpp, un offset de 0 V c.c. (dc), dar nu se activează ieșirea canalului;
2. Cu ajutorul unui cablu de conexiune (cu mufă "BNC" la un capăt și cu 2 fire dotate cu cleme tip clește la celălalt) atașat ieșirii canalului A al generatorului de semnal, conectați clema corespunzătoare polarității negative/nulului la borna de conexiune J2, iar clema corespunzătoare polarității pozitive/fazei la borna de conexiune J1;
3. Canalul A al Osciloscopului se conectează prin intermediul unei sonde cu clema negativă la borna de conexiune J3, apoi clema pozitivă se conectează la borna de conexiune J4;
4. Canalul B al Osciloscopului se conectează prin intermediul altrei sonde cu clema pozitivă la borna de conexiune J6;
5. **Se verifică montajul de către cadrul didactic;**

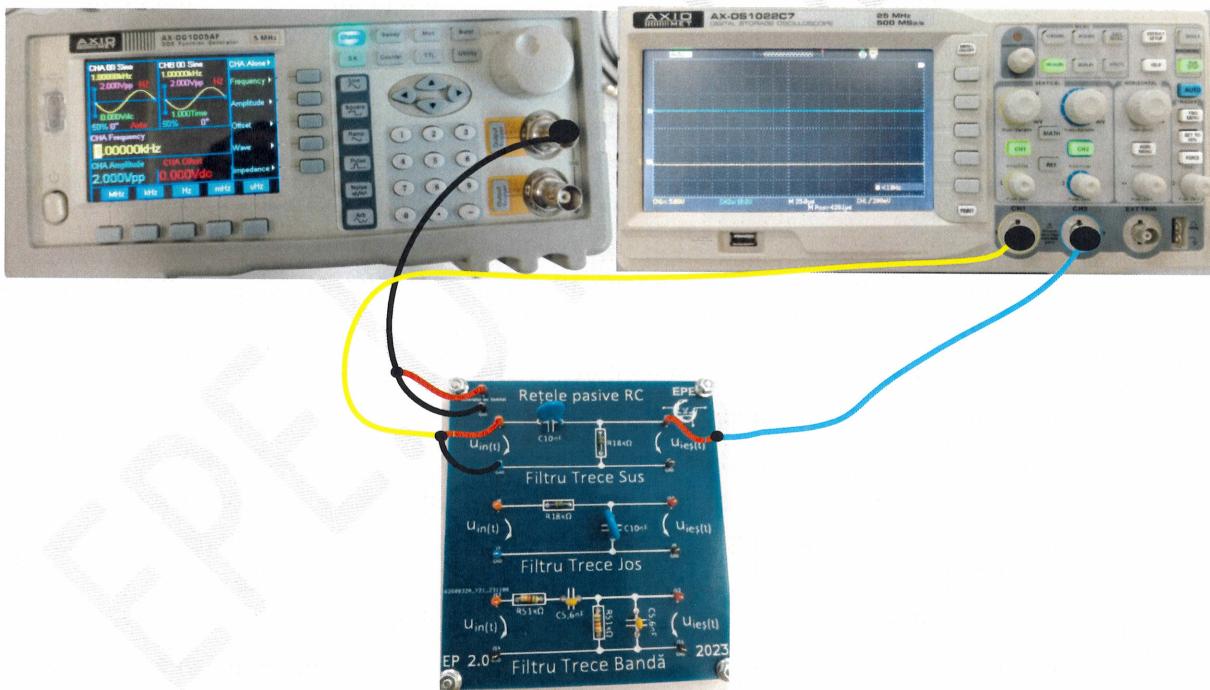


Fig.1.5. Exemplu de montaj experimental pentru „Filtru Trece Sus”.

6. Se pornește osciloscopul și se activează ieșirea generatorului de semnal;
7. Se ajustează setările aferente canalelor osciloscopului în aşa fel încât formele de undă să fie clare, **(exemplu în anexa 1)** după care acestea se salvează pe memoria externă atașată osciloscopului (memoria USB), iar pe o foaie de hârtie se notează: denumirea circuitului, numărul pozei/imaginii salvate și semnificația formelor de undă aferente;

8. Se repetă măsurările pentru următoarele frecvențe: 100Hz și 10kHz, salvându-se totodată și formele de undă aferente acestor două situații noi, precum și notarea pe hârtie a semnificației lor, conform indicațiilor de la punctul anterior;
9. Pe canalul A al generatorului de semnal, se regleză un semnal de tensiune sub formă de impulsuri (Pulse) având următoarele caracteristici: frecvență 1kHz, amplitudine 5Vpp, un offset de 2,5V c.c. (dc) și un factor de umplere de 50%, după care se repetă procedurile corespunzătoare punctelor 7 respectiv 8;
10. După încheierea tuturor măsurătorilor aferente acestei configurații de circuit pasiv RC (denumită „Filtru Trece Sus”), ieșirea canalului A - aferentă generatorului de semnal, se dezactivează, iar apoi se deconectează doar sondele aferente osciloscopului.

#### 1.4.2 Rețeaua pasivă RC denumită "Filtru Trece Jos"

Pentru realizarea montajului experimental din Fig. 1.6, corespunzător rețelei pasive RC denumită „Filtru Trece Jos”, este necesară parcurgerea secvențială a următorilor pași:

1. Pe canalul A al generatorului de semnal se regleză un semnal sinusoidal (Sine) cu frecvență 1kHz, amplitudinea de 5 Vpp, un offset de 0 V c.c. (dc), dar nu se activează ieșirea canalului;
2. Cu ajutorul unui cablu de conexiune (cu mufă "BNC" la un capăt și cu 2 fire dotate cu cleme tip clește la celălalt) atașat ieșirii canalului A al generatorului de semnal, conectați clema corespunzătoare polarității negative/nulului la borna de conexiune J2, iar clema corespunzătoare polarității pozitive/fazei la borna de conexiune J1;
3. Canalul A al Osciloscopului se conectează prin intermediul unei sonde cu clema negativă la borna de conexiune J7, apoi clema pozitivă se conectează la borna de conexiune J8;
4. Canalul B al Osciloscopului se conectează prin intermediul altrei sonde cu borna pozitivă la borna de conexiune J10;
5. **Se verifică montajul de către cadrul didactic;**
6. Se activează ieșirea generatorului de semnal;
7. Se ajustează setările aferente canalelor osciloscopului în aşa fel încât formele de undă să fie clare, **(exemplu în anexa 1)** după care acestea se salvează pe memoria externă atașată osciloscopului (memoria USB), iar pe o foaie de hârtie se notează: denumirea circuitului, numărul pozei/imaginii salvate și semnificația formelor de undă aferente;
8. Se repetă măsurările pentru următoarele frecvențe: 100Hz și 10kHz, salvându-se totodată și formele de undă aferente acestor două situații noi, precum și notarea pe hârtie a semnificației lor, conform indicațiilor de la punctul anterior;

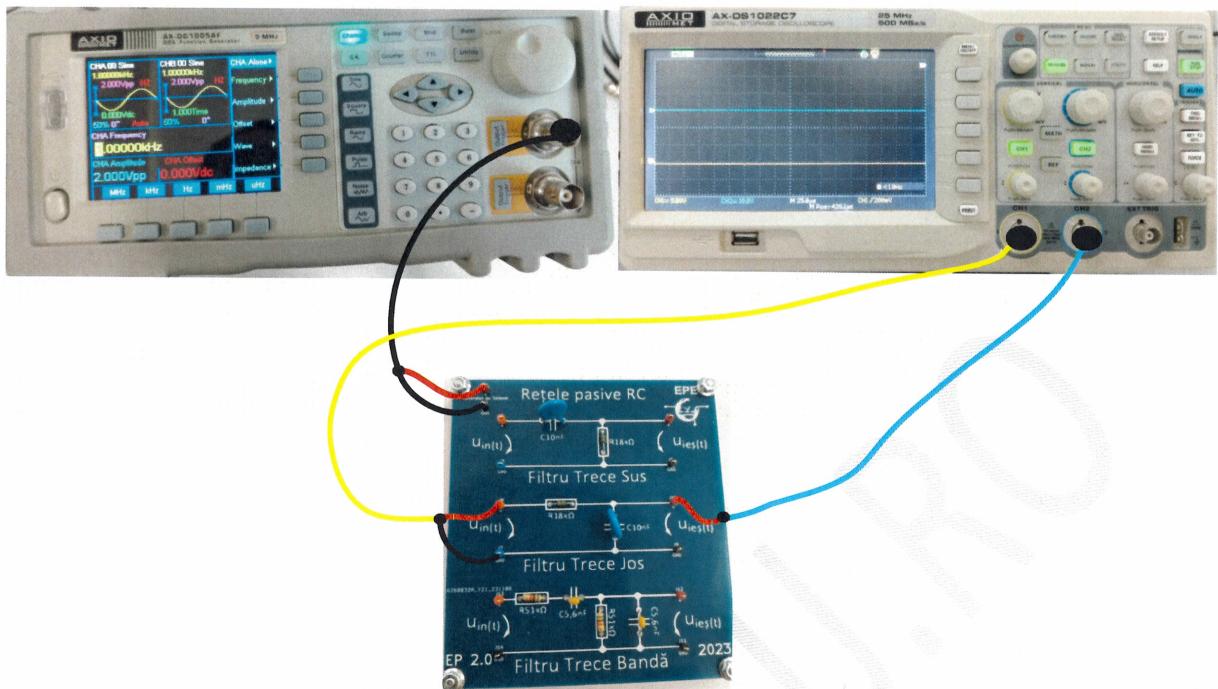


Fig.1.6. Exemplu de montaj experimental pentru „Filtru Trece Jos”.

9. Pe canalul A al generatorului de semnal, se reglează un semnal de tensiune sub formă de impulsuri (Pulse) având următoarele caracteristici: frecvență 1kHz, amplitudine 5Vpp, un offset de 2,5V c.c. (dc) și un factor de umplere de 50%, după care se repetă procedurile corespunzătoare punctelor 7 respectiv 8;
10. După încheierea tuturor măsurătorilor aferente acestei configurații de circuit pasiv RC (denumită „Filtru Trece Jos”), ieșirea canalului A - aferentă generatorului de semnal, se dezactivează, iar apoi se deconectează doar sondele aferente osciloscopului.

#### 1.4.3 Rețeaua pasivă RC denumită "Filtru Trece Bandă"

Pentru realizarea montajului experimental din Fig. 1.7, corespunzător rețelei pasive RC denumită „Filtru Trece Bandă”, este necesară parcurgerea secvențială a pașilor descriși mai jos:

1. Pe canalul A al generatorului de semnal se reglează un semnal sinusoidal (Sine) cu frecvență 600Hz, amplitudinea de 5 Vpp, un offset de 0 V c.c. (dc), dar nu se activează ieșirea canalului;
2. Cu ajutorul unui cablu de conexiune (cu mufă "BNC" la un capăt și cu 2 fire dotate cu cleme tip clește la celălalt) atașat ieșirii canalului A al generatorului de semnal, conectați clema corespunzătoare polarității negative/nulului la borna de conexiune J2, iar clema corespunzătoare polarității pozitive/fazei la borna de conexiune J1;
3. Canalul A al Osciloscopului se conectează prin intermediul unei sonde cu clema negativă la borna de conexiune J14, apoi clema pozitivă se conectează la borna de conexiune J13;
4. Canalul B al Osciloscopului se conectează prin intermediul altrei sonde cu clema pozitivă la borna de conexiune J12;

**5. Se verifică montajul de către cadrul didactic;**

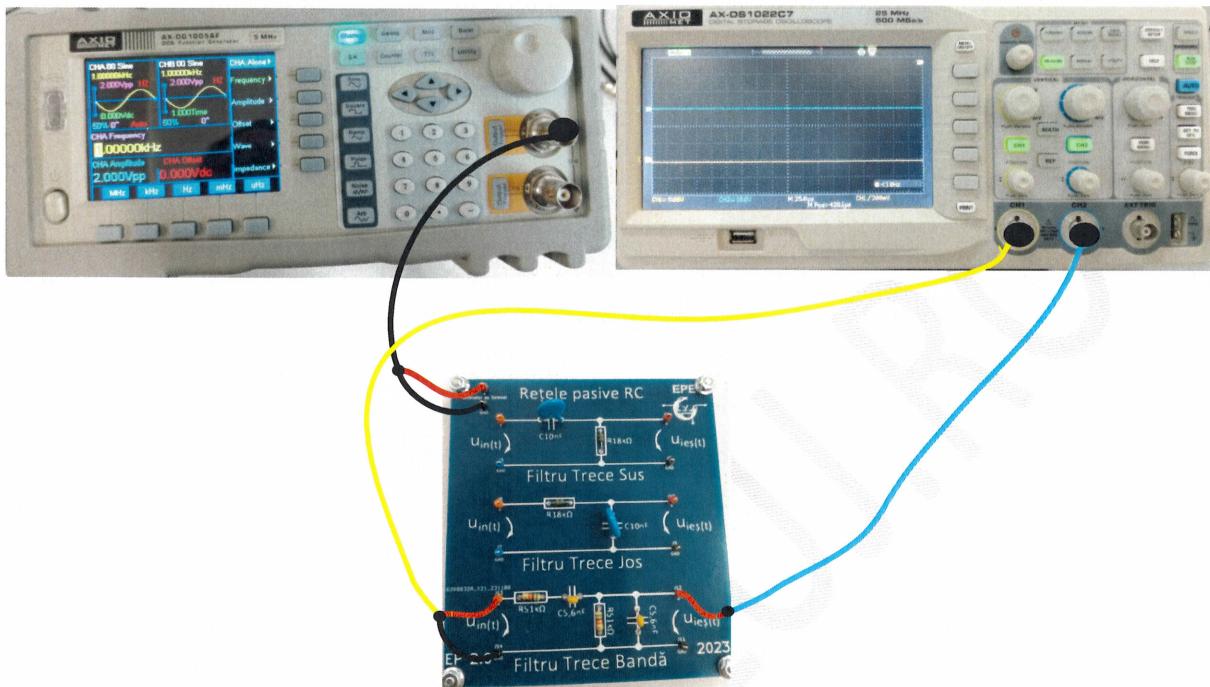


Fig.1.7. Exemplu de montaj experimental pentru "Filtru Trece Bandă".

6. Se activează ieșirea generatorului de semnal;
7. Se ajustează setările aferente canalelor osciloskopului în aşa fel încât formele de undă să fie clare, (**exemplu în anexa 1**) după care acestea se salvează pe memoria externă atașată osciloscopului (memoria USB), iar pe o foaie de hârtie se notează: denumirea circuitului, numărul pozei/imaginii salvate și semnificația formelor de undă aferente;
8. Se repetă măsurările pentru următoarele frecvențe: 200Hz și 1kHz, salvându-se totodată și formele de undă aferente acestor două situații noi, precum și notarea pe hârtie a semnificației lor, conform indicațiilor de la punctul anterior;
9. Pe canalul A al generatorului de semnal, se regleză un semnal de tensiune sub formă de impulsuri (Pulse) având următoarele caracteristici: frecvență 600Hz, amplitudine 5Vpp, un offset de 2,5V c.c. (dc) și un factor de umplere de 50%, după care se repetă procedurile corespunzătoare punctelor 7 respectiv 8.
10. După încheierea tuturor măsurătorilor aferente acestei configurații de circuit pasiv RC (denumită „Filtru Trece Bandă”), ieșirea canalului A - aferentă generatorului de semnal se dezactivează, apoi atât generatorul de semnal cât și osciloscopul utilizat se opresc, iar în cele din urmă sondele osciloscopului și cablul de conexiune (cu mufă "BNC") atașat ieșirii generatorului de semnal, se deconectează însă doar de la modulul experimental.

## 1.5 Întrebări și teme

- 1) Pentru fiecare circuit și fiecare caz experimentat în parte, se imprimă în mod sistematizat pe hârtie toate imaginile/pozele salvate în memoria USB, iar apoi în dreptul lor se retranscriu toate notațiile, calculele și observațiile făcute în timpul aplicației.
- 2) În ce condiții o rețea pasivă RC poartă denumirea de „Filtru Trece Sus”?
- 3) În ce condiții o rețea pasivă RC poartă denumirea de „Filtru Trece Jos”?
- 4) În ce condiții o rețea pasivă RC poartă denumirea de „Filtru Trece Bandă”?
- 5) Care este expresia frecvenței limită corespunzătoare proiectării filtrelor pasive R-C : F.T.S., F.T.J. și F.T.B.?
- 6) În ce condiții o rețea pasivă RC poartă denumirea de „Circuit de Derivare”?
- 7) În ce condiții o rețea pasivă RC poartă denumirea de „Circuit de Integrare”?

## Anexa.1

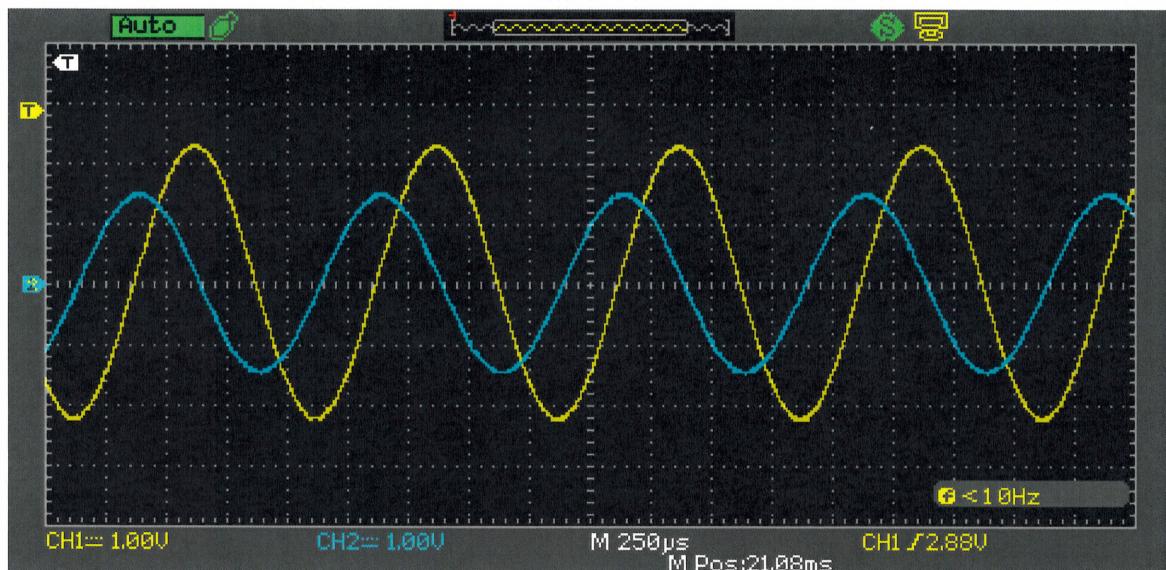


Fig.A.1. Exemplu pentru vizualizarea corectă a formelor de undă.

## Anexa.2

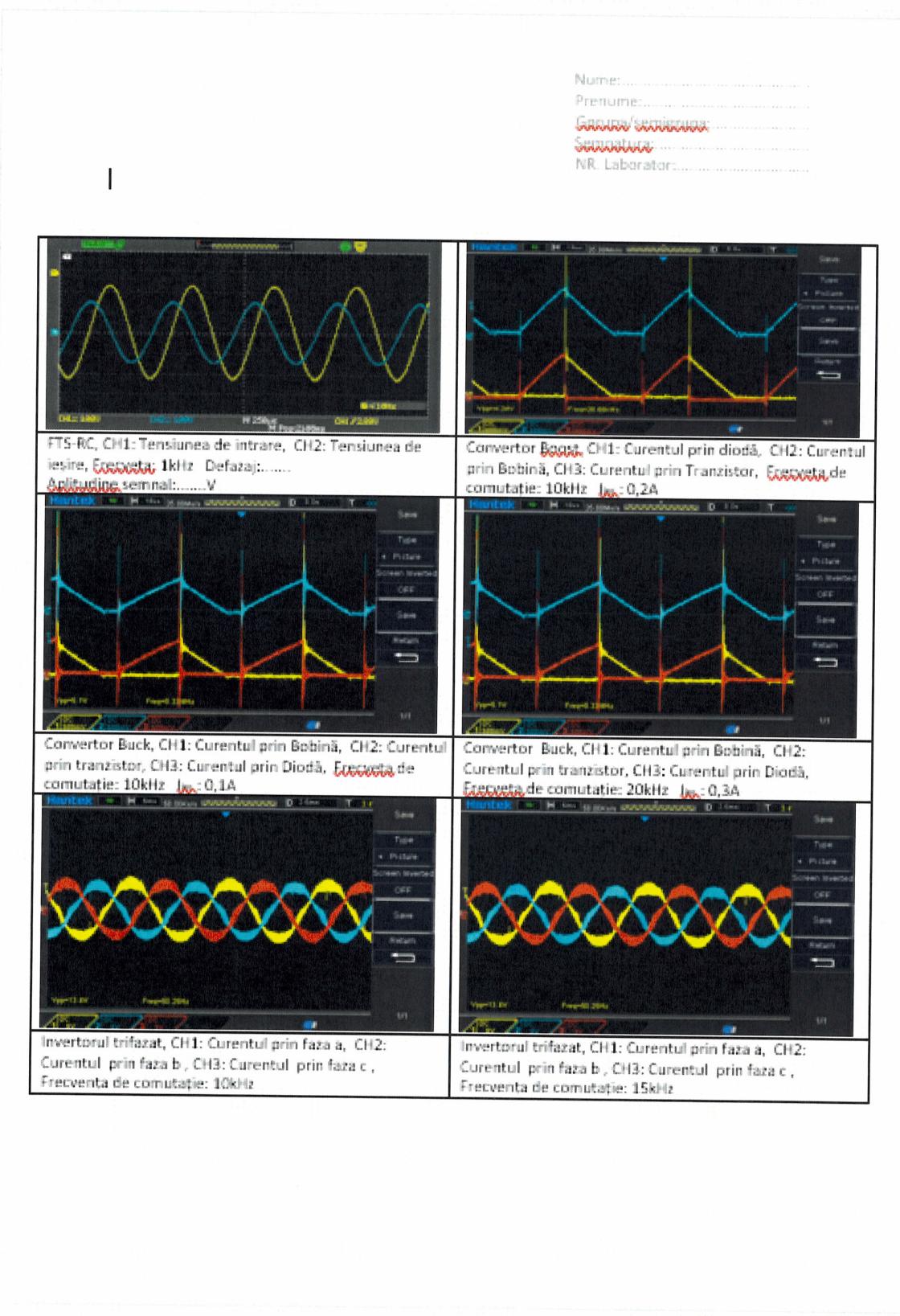


Fig.A.2. Model pentru realizarea temelor aferente laboratoarelor de Electronică.

## Bibliografie

- [1] Marschalko, R. – "Electronică pentru ingineri electrotehnicieni –Dispozitive și circuite electronice fundamentale", Volumul I, Editura Mediamira Cluj-Napoca, 2003;
- [2] Floyd, T.L. – "Dispozitive și circuite electronice", Editura Teora, București, 2003;
- [3] Marschalko, R.; Bojan, M. și Salomir, C. – "Electronică pentru ingineri electrotehnicieni, Ghid practic pentru seminar și laborator", Volumul I, Editura Mediamira Cluj-Napoca, 2004;
- [4] Marschalko, R. – "Electronică pentru ingineri electrotehnicieni – Circuite electronice pentru semnale continue", Volumul II, Editura Mediamira Cluj-Napoca, 2006.
- [5] Floyd, T.L. – "Electronic Devices" – *Conventional Current Version* – Ninth Edition, New Jersey (USA): Prentice Hall, 2012.