

LUCRAREA NR. 2

TRANSMITEREA SEMNALELOR ANALOGICE DE CURENT CONTINUU PRIN FIBRA OPTICĂ

Generalități

Această lucrare are ca scop ilustrarea modului de utilizare a blocurilor emițător și receptor analogice pe fibre optice ca un sistem de comunicație pentru transmiterea semnalelor analogice.

În cadrul acestei lucrări, se vor determina mărimile **atenuarea sistemului** și **atenuarea cablului** și se vor pune în evidență fenomenele de **atenuare de cuplaj** și **nealinierea unghiulară**.

Echipament necesar

Pentru efectuarea acestei lucrări, sunt necesare următoarele blocuri:

- Două blocuri de alimentare (nr.0)
- Blocul emițător analogic pe fibră optică (nr.3)
- Blocul receptor analogic pe fibră optică (nr.4)
- Voltmetrul digital cu sonde (conectabile la blocul puncte de testare)
- Trei cabluri cu fibră optică (două scurte, unul lung)
- Legătura cu firele conectoare
- Riglă

Partea I. Transmiterea semnalelor analogice de cc printr-o fibră optică

Scopul:

De a ilustra transmiterea semnalelor de c.c. de-a lungul cablurilor cu fibre optice.

Mersul lucrării:

Pasul 1. Interconectarea blocurilor.

Se interconectează primul dintre blocurile de alimentare (Nr.0) și blocul emițător analogic (Nr.3), realizând astfel sistemul de emisie. Se conectează cel de-al doilea bloc de alimentare (Nr.0) la blocul de recepție a semnalelor analogice pe fibră optică (Nr.4), realizând astfel sistemul receptor (Fig. 2.1).

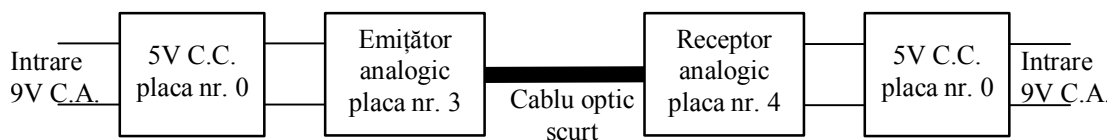


Fig. 2.1.

Ieșirea blocului de alimentare de la sistemul emițător (blocul nr. 0) se conectează la intrarea blocului de emisie prin intermediul unui cablu conector. În continuare, se

conectează un capăt al cablului scurt de fibră optică la mufa superioară a blocului de emisie, celălalt capăt conectându-se la mufa superioară a blocului receptor.

Întrebare: Legătura prin fibră optică va transmite semnale între sistemul _____ și sistemul _____ .

Pasul 2. Reglarea amplificării receptorului

Amplificarea receptorului este ajustabilă astfel încât este posibilă compensarea pierderilor de transmisie.

Se conectează sonda neagră a voltmetrului la referința de tensiune nulă, iar sonda roșie la punctul de test TP1 de pe blocul nr.3. Se reglează potențiometrele de pe blocul nr.0 până când voltmetrul arată o valoare maximă a tensiunii de la intrarea emițătorului.

Întrebare: Tensiunea maximă obținută este _____ [V].

În continuare, se transferă sondele voltmetrului la punctul de referință nulă a tensiunii și la punctul TP1 de la blocul receptor (Nr.4). Se reglează potențiometrul de amplitudine al blocului receptor până când voltmetrul indică 5V. Dacă nu se poate atinge această valoare, se notează valoarea maximă a tensiunii care se obține.

Întrebare: Tensiunea de ieșire a receptorului este _____ [V]. Explicați de ce există o limitare a amplificării.

Notă: Trebuie să se aibă în vedere determinarea poziției minime a potențiometrului de amplitudine pentru care tensiunea la ieșirea receptorului atinge valoarea de 5V.

Pasul 3. Determinarea valorilor tensiunilor de ieșire la receptor, în condițiile în care valoarea tensiunii de intrare scade

Sondele voltmetrului se montează înapoi pe blocul nr. 3. Se reglează potențiometrele de pe blocul nr. 0 până când voltmetrul arată o valoare a tensiunii la intrarea emițătorului de 4V. Se deplasează sondele voltmetrului pe blocul nr. 4 și se înregistrează tensiunea de ieșire din receptor în tabelul de mai jos.

Se repetă măsurătorile pentru tensiuni de intrare în emițător de valori 3V, 2V, 1V și 0V. Rezultatele se trec în tabelul următor

Cablu optic scurt. Tensiunea de intrare descrescătoare

Tensiunea de intrare în emițător [V]	Tensiunea de ieșire din receptor [V]
(tensiunea maximă)	
4	
3	
2	
1	
(tensiunea minimă)	

Pasul 4. Determinarea valorilor tensiunilor de ieșire la receptor, în condițiile în care valoarea tensiunii de intrare crește

Se repetă procedura de la pasul 3, cu tensiunea de intrare în emițător de valoare nulă și se trece rezultatul în tabelul de mai jos. Se crește apoi tensiunea de intrare la 1V, 2V, 3V, 4V și 5V, repetând măsurătorile.

Cablu optic scurt. Tensiunea de intrare crescătoare

Tensiunea de intrare în emițător [V]	Tensiunea de ieșire din receptor [V]
(tensiunea minimă)	
1	
2	
3	
4	
(tensiunea maximă)	

Pasul 5. Repetarea aceluiași set de măsurători utilizând cablul optic lung

Se înlocuiește cablul scurt din fibră optică cu cel lung. Se repetă aceleași măsurători de la pașii 3 și 4.

Cablu optic lung. Tensiunea de intrare descrescătoare

Tensiunea de intrare în emițător [V]	Tensiunea de ieșire din receptor [V]
(tensiunea maximă)	
4	
3	
2	
1	
(tensiunea minimă)	

Cablu optic lung. Tensiunea de intrare crescătoare

Tensiunea de intrare în emițător [V]	Tensiunea de ieșire din receptor [V]
(tensiunea minimă)	
1	
2	
3	
4	
(tensiunea maximă)	

☞ **Notă:** Nu trebuie modificată valoarea potențiometrului din blocul nr. 4. Dacă se modifică amplificarea, nu va mai fi posibilă compararea rezultatelor pentru cablul scurt și cel lung.

Pasul 6. Trasarea grafică a rezultatelor obținute

Rezultatele obținute pentru măsurătorile efectuate utilizând cablul optic scurt se trec în sistemul de axe de mai jos (Fig.2.2). Utilizând o riglă, se trasează o linie între puncte, încercându-se ca această linie să reprezinte cât mai fidel media rezultatelor

experimentale. Punctele trebuie distribuite echidistant față de linie, care trebuie să treacă prin originea sistemului de axe (punctul de 0 volți).

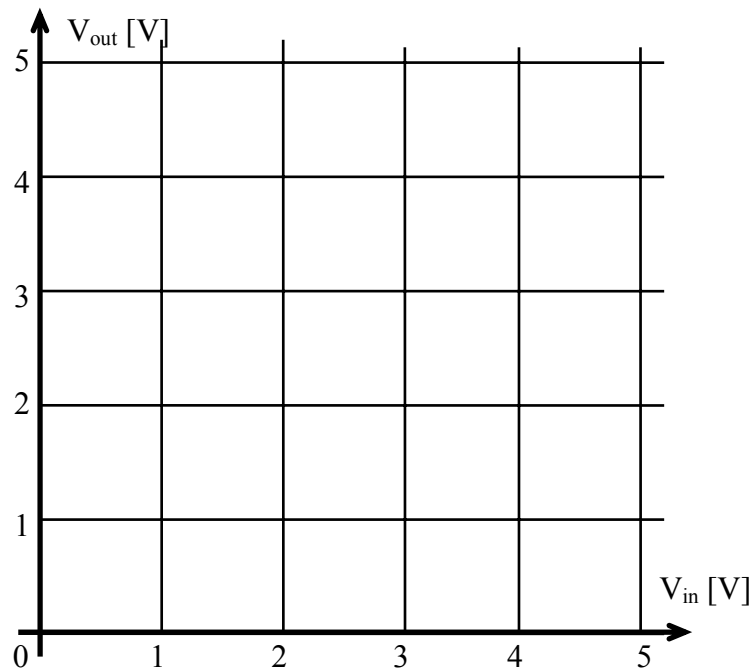


Fig. 2.2

Utilizând aceeași metodă, se trasează în același sistem de axe rezultatele experimentale obținute la măsurătorile efectuate cu cablul optic lung. Această dreaptă trebuie să treacă, de asemeni, prin origine. Trasați cele două linii cu culori diferite.

În continuare, se calculează panta celor două drepte, cea trasată în cazul cablului optic scurt și cea în cazul cablului lung, urmărind algoritmul de mai jos. (Există și alte metode de calcul mai precise, dar cea folosită aici este suficientă pentru acest experiment.)

a) Se calculează raportul V_{out} / V_{in} pentru toate măsurătorile, mai puțin cea cu tensiunea de intrare nulă.

b) Se calculează valoarea medie (adunând cele cinci valori și împărțind apoi la 5).

Întrebare: Valoarea pantei medii pentru cablul optic scurt este _____.

Valoarea pantei medii pentru cablul optic lung este _____.

Partea a II-a. Conexiuni ale fibrelor optice

Scopul:

De a ilustra efectele fenomenelor de separare de cuplaj și nealiniere unghiulară în cazul conexiunilor de fibre optice.

Mersul lucrării:

Pasul 1. Înlocuirea cablului optic lung cu două cabluri optice scurte

Se conectează câte un capăt al celor două cabluri optice scurte la blocurile de emisie și respectiv de recepție (Nr.3 și Nr.4), după cum se ilustrează în Fig. 2.3:

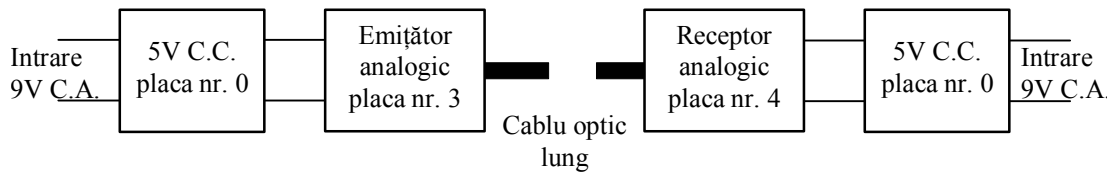


Fig. 2.3

Pasul 2. Investigarea efectelor separării de cuplaj

Se conectează sonda roșie a voltmetrului la punctul de test TP1 de pe blocul de recepție (Nr.4) și sonda neagră la punctul de referință nulă a tensiunii.

Se apropie cele două capete libere ale cablurilor optice până când acestea se ating. Se observă modul în care variază tensiunea de ieșire, odată cu modificarea distanței dintre cele două capete. Acest lucru se poate realiza cu ajutorul riglei, după cum se arată în Fig. 2.4:

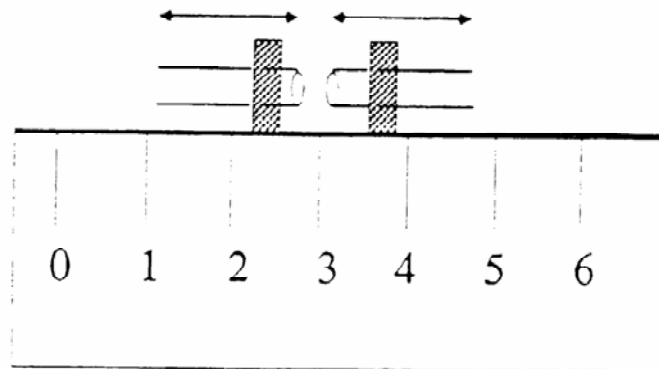


Fig. 2.4

Pasul 3. Investigarea efectelor nealinierei unghiulare

Pentru a observa modul în care se modifică semnalul transmis odată cu nealinierea unghiulară, se modifică unghiul format de capetele cablurilor optice. Se observă modul în care variază valoarea tensiunii de ieșire odată cu modificarea unghiului. Pentru plasarea capetelor cablurilor la diverse unghiuri, se poate utiliza diagrama din Fig. II.5. Rezultatele obținute se trec în tabelul de mai jos.

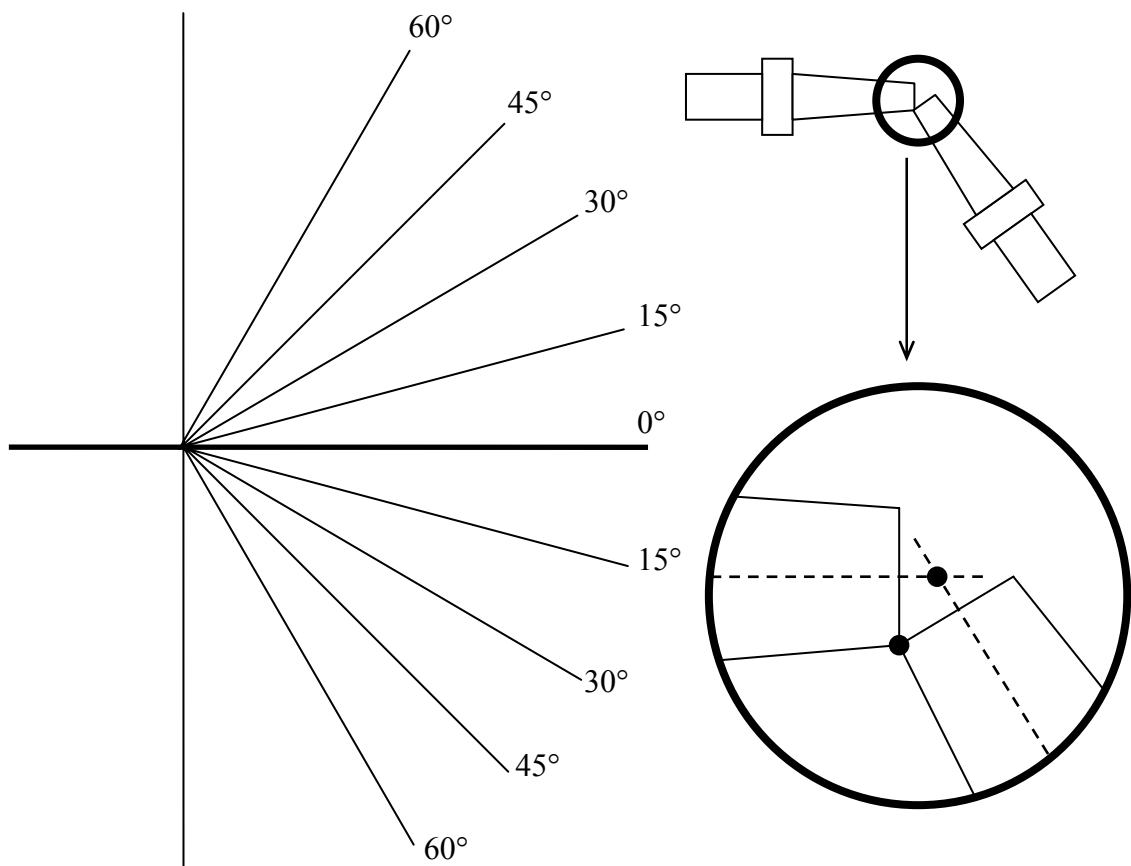


Fig. 2.5

Nealiniera unghiulară

Unghiul de nealinieră [°]	Tensiunea de ieșire a receptorului [V]
60°	
45°	
30°	
15°	
0°	
-15°	
-30°	
-45°	
-60°	

Întrebări și concluzii

Întrebarea 1. Ce se poate deduce în legătură cu receptorul analogic din faptul că cele două grafice sunt linii drepte?

Întrebarea 2. Dacă ar fi de trasat un grafic asemănător, dar utilizând un cablu de o lungime și mai mare, cum anticipați valoarea pantei care s-ar obține, mai mică sau mai mare decât cea rezultată folosind cablul optic lung?

Întrebarea 3. De ce fenomenul de separare de cuplaj afectează transmisia luminoasă prin conexiunea optică?

Întrebarea 4. De ce fenomenul de nealiniere unghiulară afectează transmisia luminoasă prin conexiunea optică? Pentru un răspuns mai exact, utilizați figura de mai jos.

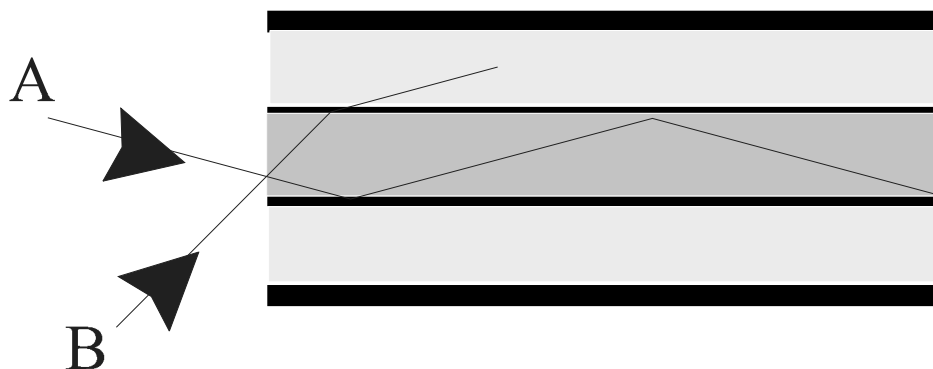


Fig. 2.6

Cea mai importantă concluzie care se poate deduce din această lucrare este:

Pentru studentul care dorește să aprofundeze

În general, pierderile de transmisie provin dintr-un termen fix datorat cuplajelor de la capetele cablului optic, la care se adaugă un termen care depinde de lungimea acestuia. Acest al doilea termen poate fi exprimat ca fiind atenuarea cablului, în decibeli pe metru (dB/m).

Pentru fiecare dintre cabluri (inclusiv blocurile nr. 3 și 4), pierderile totale de transmisie L depind de raportul dintre intrarea emițătorului și ieșirea receptorului. Expresia lui L este dată de relația:

$$L = 20 \log \frac{V_{in}}{V_{out}} [\text{dB}]$$

Este demn de remarcat faptul că panta liniei grafice este dată de raportul V_{out} / V_{in} , deci se poate scrie:

$$L = 20 \log \frac{1}{\text{panta}} [\text{dB}]$$

Utilizând rigla, se măsoară panta graficului trasat pentru experimentul care utilizează cablul lung. Se calculează pierderile totale L_1 . Trebuie reamintit faptul că, în cazul cablului scurt, pierderile au fost compensate, deci valoarea mărimii L în acest caz, adică L_s trebuie să fie nulă, sau, cu alte cuvinte, panta graficului trasat pentru cablul optic scurt trebuie să fie de valoare unitară.

Să notăm cu L_f pierderile fixe (în dB) și cu A atenuarea pe unitatea de lungime a cablului optic (în dB/m).

Pentru cablul scurt, de lungime l_s , pierderile totale de transmisie sunt date de:

$$L_s = L_f + A \cdot l_s \quad (2.1)$$

Pentru cablul lung, de lungime l_1 , pierderile totale de transmisie sunt date de:

$$L_1 = L_f + A \cdot l_1 \quad (2.2)$$

Vom presupune, în continuare, că pierderile fixe datorate cuplajelor L_f sunt aceleași atât pentru cablul lung, cât și pentru cel scurt. Scăzând ecuația (2.1) din ecuația (2.2), se poate elimina necunoscuta L_f , ceea ce duce la $L_1 - L_s = A \cdot l_1 - A \cdot l_s$. Ținând cont de faptul că $L_s = 0$, rezultă:

$$A = \frac{L_1}{l_1 - l_s}$$

Întrebări

1. Măsoarați lungimea cablului lung l_1 și cea a cablului scurt l_s și apoi calculați valoarea atenuării A .

2. Folosind valorile pentru A și l_s , știind că $L_s = 0$, determinați din ecuația (2.1) valoarea pierderilor fixe L_f .