

DETERMINAREA TIPULUI DE DEFECT LA LINIILE ELECTRICE ÎN CABLU. ARDEREA DEFECTELOR

1. Obiectivele lucrării

În cadrul acestei lucrări se urmărește însușirea de către studenți a informațiilor esențiale privind metodologia de determinare a tipului de defect produs într-un cablu electric. În cele ce urmează, se indică operațiile ce trebuie efectuate pentru localizarea defectelor, inclusiv *arderea* defectelor, precum și echipamentul necesar efectuării acestor operații existent în laborator.

2. Considerații de ordin teoretic

Exploatarea în bune condiții a rețelelor de linii electrice în cablu presupune asigurarea unei continuități în funcționarea acestora și eliminarea operativă a defectelor ce iau naștere în cadrul acestor rețele.

Defectele ce pot apărea în cabluri se clasifică astfel:

- defecte de izolație ce pot provoca puneri la pământ sau scurtcircuite;
- întreruperea uneia sau a mai multor faze, cu sau fără punere la pământ a conductoarelor întrerupte sau neîntrerupte;
- străpungeri trecătoare ale izolației între conductoare și pământ.

Cauzele ce pot sta în spatele acestor defecte sunt:

- ✓ defecte de fabricație (fisuri ale izolației și mantalelor, cavități de aer sau gaze în dielectric etc.);
- ✓ defecte de pozare (îndoiri bruște, răsuciri și ruperi de cablu etc.);
- ✓ defecte de montaj (realizarea necorespunzătoare a manșoanelor și a cutiilor terminale);
- ✓ coroziunea mantalelor de plumb sau aluminiu;
- ✓ îmbătrânirea izolației;
- ✓ ruperea cablurilor datorită alunecărilor de teren sau a unor săpături etc.

Localizarea defectelor în cablu este mai dificilă decât la liniile electrice aeriene deoarece, în general, liniile în cablu nu sunt accesibile pentru o examinare directă.

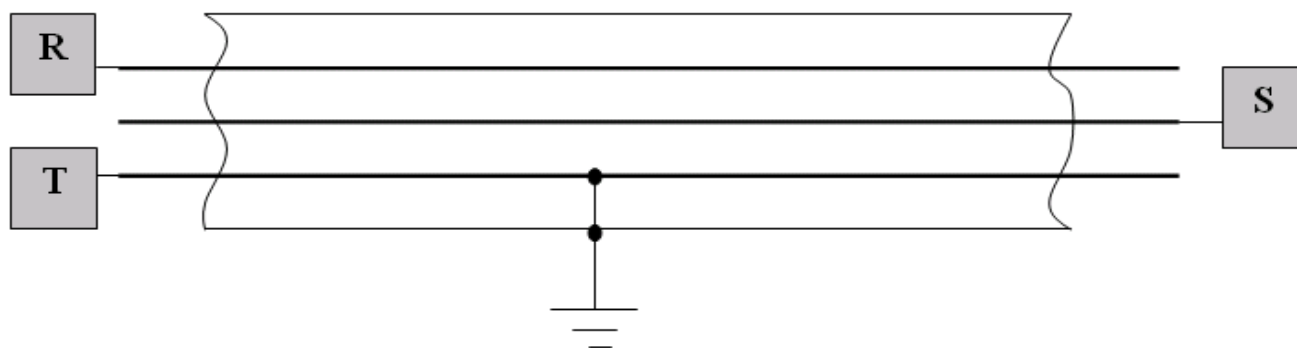
Deoarece intervalul de timp necesar înlăturării defectelor trebuie să fie cât mai mic, metodele de determinare a locului defectului trebuie să îndeplinească următoarele *condiții*:

- precizie înaltă, cu erori de maximum ± 3 m, dată fiind dificultatea săpăturilor în cazul cablurilor pozate sub pavaje costisitoare;
- determinarea locului defectului să nu dureze mai mult de câteva ore, considerând necesitatea repunerii rapide în funcțiune a cablului;
- siguranță și securitate corespunzătoare pe durata operațiilor de localizare.

Metodele de determinare a locului defectului se împart în două categorii:

- *Metode relative* ce permit să se determine cu aproximație distanța până la locul defectului:
 - ❖ metoda prin impulsuri;
 - ❖ metoda în buclă;
 - ❖ metoda capacitivă etc.
- *Metode absolute* ce permit să se indice precis locul defectului direct pe traseu:
 - ❖ metoda inductivă;
 - ❖ metoda acustică.

Deci, în principiu, metodele relative se folosesc pentru determinarea **orientativă** a locului defectului, în acel loc propus mergându-se apoi cu aparatele de măsură pentru ca, prin metode absolute, să se precizeze locul exact pentru efectuarea săpăturilor.



Metodele de localizare a defectelor și aparatele folosite depind de tipul (caracterul) defectelor și de modul lor de manifestare.

Caracterul defectelor se determină măsurând rezistența de izolație și controlând continuitatea fazelor cablului.

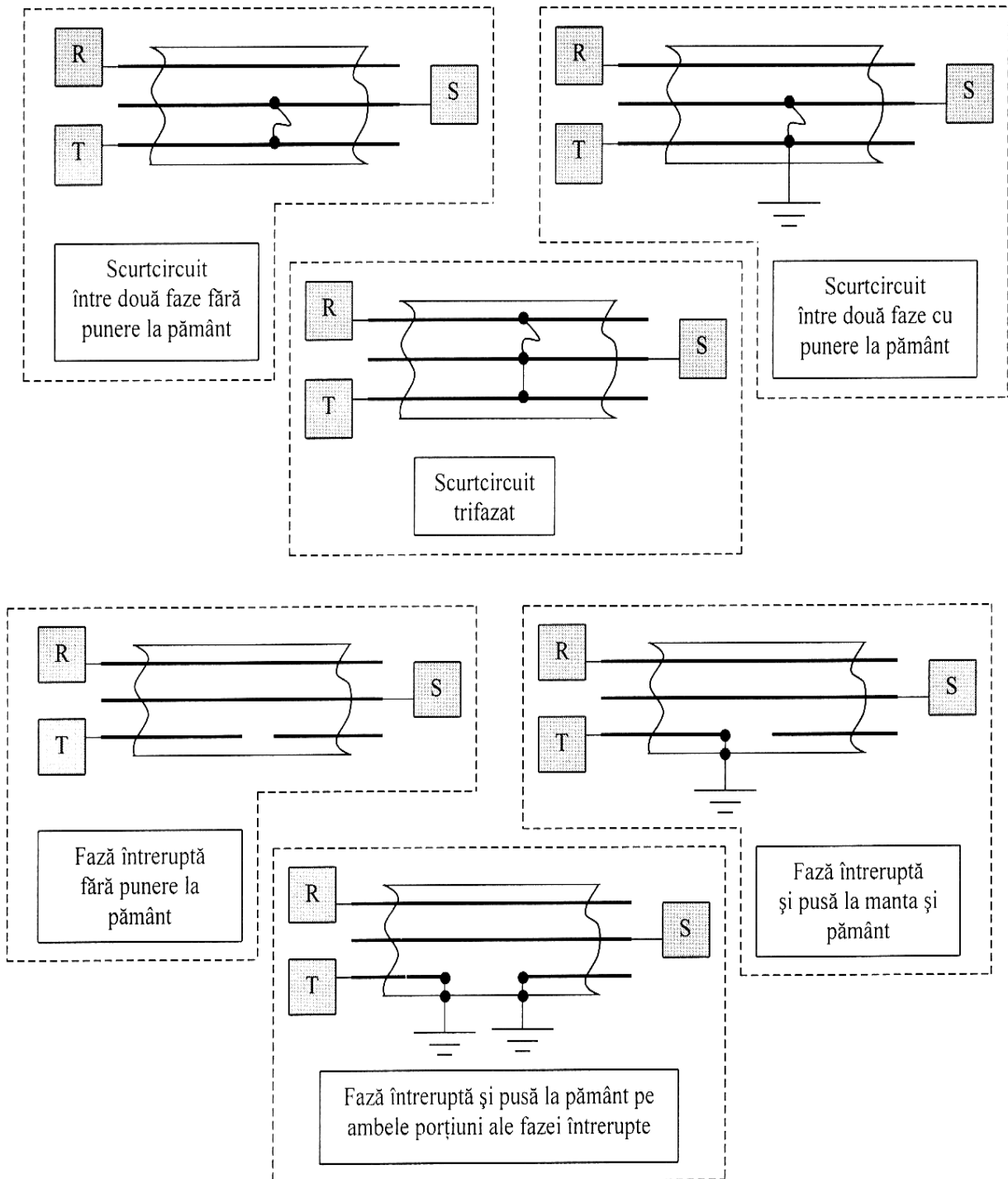
În cazul în care defectul constă în punerea la pământ a unei faze, operațiile care trebuie efectuate, în scopul înlăturării lui, sunt:

- ❖ Măsurarea rezistenței defectului, dacă rezistența este mai mare decât 5Ω , se trece la arderea defectului.
- ❖ Măsurarea distanței relative până la locul defectului de la ambele capete ale cablului, utilizând metode relative.

Laborator Transportul și distribuția energiei electrice - B. Neagu

- ❖ Identificarea exactă a locului defectului, folosind metode absolute.
- ❖ Descoperirea cablului pe porțiunea defectă și înlăturarea defectului.

Se procedează asemănător și în cazul altor tipuri de defecte, cum ar fi:

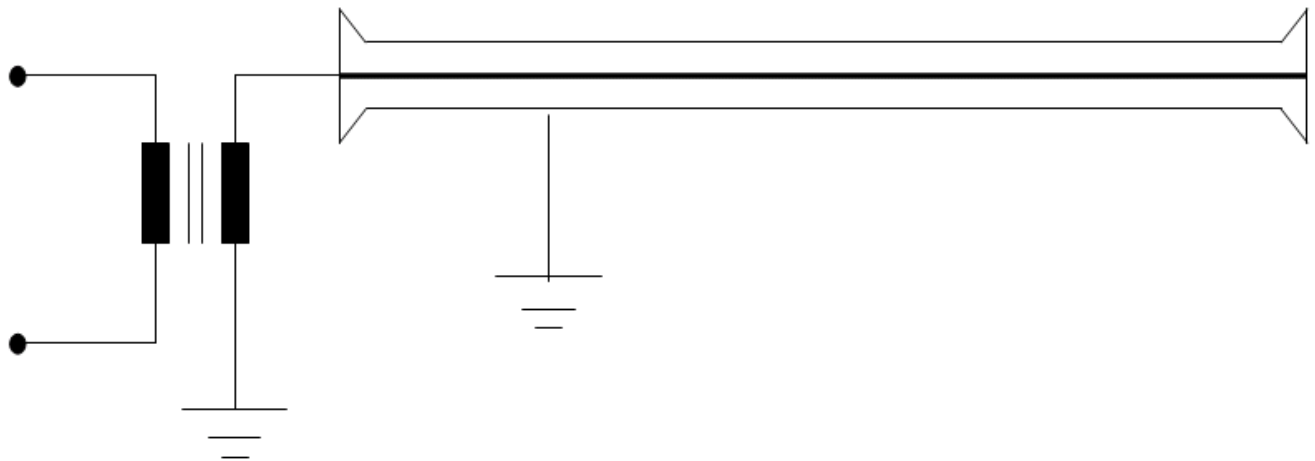


Dacă defectele constau din întreruperi ale unei faze, cu sau fără punere la pământ a conductoarelor întrerupte, pentru înlăturarea defectului sunt necesare următoarele operații:

- Determinarea naturii defectului prin măsurarea rezistenței de izolație și controlul continuității fazelor cablului.
- Încercarea de transformare a defectelor monofazate în defecte bifazate, prin aplicarea unei tensiuni înalte.
- Identificarea locului defectului, folosind metode relative și absolute.
- Descoperirea cablului pe porțiunea defectă și înlăturarea defectului.

Se observă faptul că, în cazul defectelor de izolație *imperfecte*, la care rezistența de izolație este mai mare decât 5Ω , este necesară *arderea* defectelor pentru a se obține defecte de izolație *ferme* (cu rezistența mai mică decât 5Ω).

În acest scop, se aplică o tensiune înaltă ce are menirea de a străpunge izolația la locul defectului intermitent sau imperfect, după care se trece un curent puternic ce carbonizează izolația străpunsă, curent obținut de la un transformator, ca în figura următoare:



Transformatorul utilizat în acest scop are următoarele caracteristici:

- ❖ reactanța de dispersie are o valoare foarte mare ($U_{sc}\% = 75-100\%$) pentru a se limita curentul în regim de scurtcircuit;
- ❖ la mers în gol transformatorul absoarbe un curent de magnetizare mare, care compensează curentul capacitiv al cablului.

În urma acestor operații, de cele mai multe ori, cablul explodează la locul defectului, astfel că găsierea defectului se poate face și cu ochiul liber pentru cablurile montate la vedere sau în canale de cabluri. Metodologia de ardere a defectelor și aparatele folosite depind de tensiunea la care funcționează cablul.

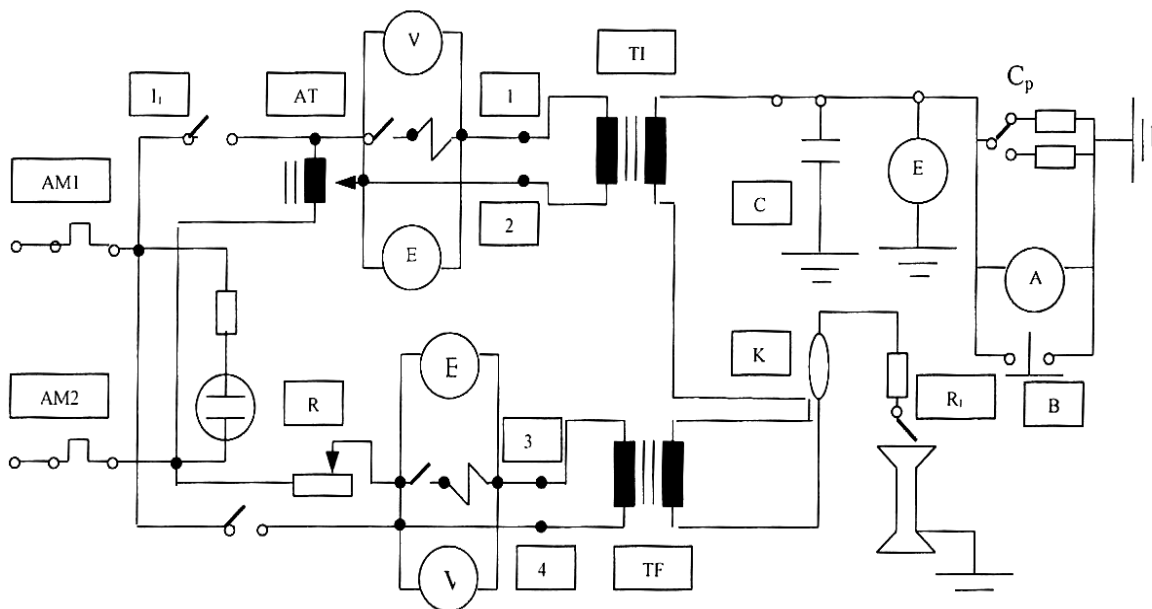
2.1. Arderea defectelor pe cablurile de energie de medie tensiune

Pentru arderea defectelor în astfel de cabluri sunt necesare următoarele instalații, aparate și scule:

- ❖ instalație de înaltă tensiune (redresată) pentru încercarea și străpungerea prealabilă a locului defect;
- ❖ transformator de ardere a defectului sau alte instalații similare;
- ❖ megohmetru de 500-1000 V;
- ❖ punte pentru măsurarea rezistenței electrice a defectului;
- ❖ scule și materiale electroizolante.

Modul de lucru este următorul:

- ❖ se deconectează cablul de la ambele capete și se realizează îngrădiri sau paravane de protecție la capătul unde se execută lucrarea;
- ❖ se efectuează operația de preardere a defectului conectând cablul la instalația de înaltă tensiune și se scade treptat tensiunea pe măsură ce crește curentul de ardere până la valori la care arderea poate fi preluată de transformatorul de ardere a defectelor;
- ❖ se conectează cablul la transformatorul de ardere a defectelor și se continuă arderea până când rezistența la locul de defect scade sub 5Ω .



În funcție de locul defectului în cablu, procesul arderii se desfășoară în mod diferit. Dacă defectul este între două manșoane arderea se desfășoară liniștit 5 – 10 minute, după care rezistența la locul de defect scade rapid la câțiva ohmi. În situația în care locul de defect se găsește în apă sau

pământ, rezistența de izolație nu scade sub 2000 Ω , indiferent de timpul cât durează arderea. Dacă locul de defect este în manșoane, arderea poate dura 1 – 2 ore și poate avea un caracter instabil.

Instalația de înaltă tensiune existentă în laborator și folosită la preardere este o instalație cu *kenotron*, a cărei schemă electrică este reprezentată în următoarea figura anterioară.

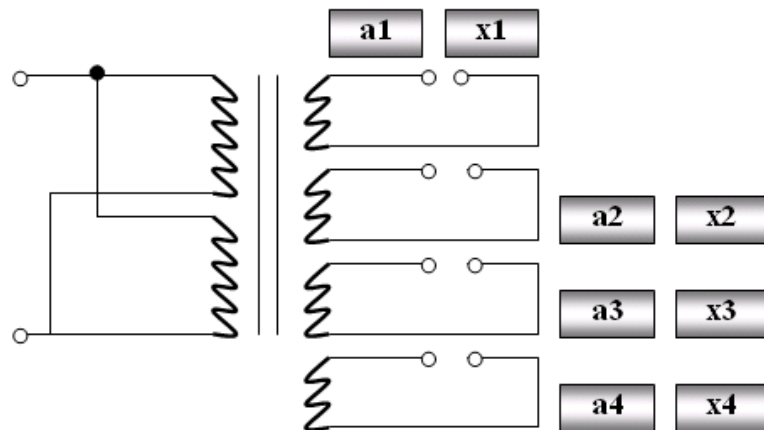
Aceasta se poate utiliza pentru încercarea defectelor la cabluri cu o tensiune nominală de până la 10 kV. Instalația se compune dintr-un pupitru ce conține partea de alimentare, măsură, comandă și control, instalația de înaltă tensiune montată într-o cuvă de ulei și o ștangă izolată pentru descărcarea sarcinii capacitive.

Modul efectiv de utilizare a instalației este următorul:

- ❖ După conectarea cablului defect prin intermediul rezistenței R_L la kenotron, se conectează pupitrul la rețea și se stabilește, cu ajutorul reostatului R , tensiunea de 6,5 V pentru încălzirea filamentului lămpii redresoare, încălzire care durează 3 minute.
- ❖ Se ridică treptat tensiunea redresată cu ajutorul autotransformatorului AT care alimentează transformatorul de înaltă tensiune (se obține tensiune de încercare de 50 kV).
- ❖ Prin apăsarea butonului B de șuntare a miliampermetrului, se pot conecta pe rând treptele curentului de încercare până ce se obține o deviație ce poate fi apreciată (pe pupitru există comutatorul C_p ce poate cupla trei șunturi diferite).

După efectuarea probei, cablul se descarcă folosind ștanga izolantă prin punerea succesivă la pământ a tuturor fazelor și mantalei. După aceea se deconectează cablul de la instalația de încercare.

Instalația de ardere a defectelor la LEC de medie tensiune, existentă în laborator este formată dintr-un transformator (cu redresor) de 14 kV – TAD 10 – de producție indigenă. Acest transformator se compune dintr-un circuit magnetic cu două coloane, pe fiecare coloană având câte o înfășurare primară și două înfășurări secundare. Transformatorul este prevăzut cu o placă de borne pentru obținerea tensiunii secundare dorite, prin conexiuni corespunzătoare. Înfășurările primare sunt legate în paralel, ca în următoarea figură:



Puterea nominală este de 10 kVA, iar cea de scurtă durată (15 secunde cu pauze de 60 secunde) de 40 kVA. Curentul continuu de durată este de 2 A, iar cel de scurtă durată (5 s) de 16 A.

2.2. Arderea defectelor pe liniile de cabluri de joasă tensiune

Instalațiile, aparatele și sculele sunt aceleași ca și la arderea defectelor pe liniile de cabluri de medie tensiune cu excepția instalației de înaltă tensiune pentru străpungerea prealabilă a locului defectului, instalație care nu mai este necesară.

Transformatorul pentru arderea defectelor – TAD 2 – nu mai este prevăzut cu redresor și are următoarele caracteristici:

- ❖ putere nominală de 5 kVA;
- ❖ putere de scurtă durată (5 secunde cu pauze de 120 secunde) de 20 kVA;
- ❖ curentul secundar de durată 10 A;
- ❖ curentul secundar de scurtă durată (5 secunde), 40 A.

Alimentarea transformatorului se face cu ajutorul unui autotransformator reglabil de tip ATR 50. Amplasarea transformatorului de ardere trebuie făcută cât mai aproape de capătul cablului la care se efectuează arderea.

Dacă arderea se face dintr-o mașină laborator, se va îngrădi traseul conductorului de înaltă tensiune cu care se face legătura între transformatorul din mașină și cablu. Acest conductor se suspendă pe întreg traseul dintre cablu și mașină.

Arderea defectului pe cablu se consideră terminată atunci când s-a ajuns la valori foarte mici ale rezistenței de trecere, care să permită utilizarea metodelor existente pentru determinarea locului de defect.

3. Modul de desfășurare a lucrării

În cadrul acestei lucrări de laborator, se va determina caracterul defectului dintr-un cablu de medie tensiune și, dacă este necesar, se va trece la arderea defectului. Arderea defectului presupune parcurgerea următoarelor operații practice:

- se alimentează faza cu izolație defectă de la instalația de înaltă tensiune cu kenotron și se scade tensiunea progresiv, odată cu creșterea curentului de ardere, până când se ajunge la o valoare de 14 kV;
- se deconectează instalația cu kenotron și se descarcă cablul cu ștanga izolantă, stând în ușa grilajului de protecție, așa cum s-a menționat;
- se verifică existența tensiunii cu un indicator de tensiune, după care se deconectează cablul de la instalația cu kenotron și se conectează transformatorul TAD 10 după ce se verifică în prealabil dacă acest transformator nu este cumva conectat la rețea;
- se conectează TAD 10 și se arde defectul;
- se deconectează TAD 10 și se descarcă de sarcină capacitivă cablul încercat;

- se măsoară rezistența defectului.

Arderea defectului se consideră terminată atunci când s-a ajuns la valori foarte mici ale rezistenței de trecere la locul defectului, făcându-se posibilă găsirea defectului printr-o metodă uzuală. Valorile rezistenței de trecere la locul defectului, după efectuarea arderii, trebuie să fie de cel mult 5 Ω . După terminarea acestei lucrări, studenții trebuie să întocmească un referat cu etapele și modul de desfășurare a lucrării în condițiile concrete date. Se atrage atenția că această lucrare se face sub stricta supraveghere a conducătorului de lucrări. Studenții trebuie să cunoască în prealabil toate problemele de tehnica securității menționate, dar nu au voie să efectueze nici o operație fără supraveghere.

Bibliografie

1. **Georgescu Gh.**, *Sisteme de distribuție a energiei electrice*, Editura Politehniun, Iași, 2007.
2. **Georgescu Gh., Neagu B.**, *Proiectarea și exploatarea asistată de calculator a sistemelor publice de repartiție și distribuție a energiei electrice*, vol. 1, partea I-a, Editura Fundației Academice AXIS, Iași, 2010.
3. **Georgescu Gh.**, *Transportul și distribuția energiei electrice. Lucrări practice de laborator*, Editura Politehniun, Iași, 2005.
4. **Georgescu Gh.**, *Transportul și distribuția energiei electrice. Produse software specializate*, Editura Politehniun, Iași, 2005.
5. **Georgescu Gh.**, *Elemente ale liniilor electrice în cablu*, Editura Venus, Iași, 2005.
6. **Georgescu Gh.**, *Linii electrice aeriene*, Editura Venus, Iași, 2005.
7. **Georgescu Gh.**, *Transportul și distribuția energiei electrice*, Litografia Universității Tehnice “Gh. Asachi” Iași, 1989.
8. **Georgescu Gh.**, *Sisteme de distribuție a energiei electrice*, vol. 1, partea a II-a, Editura Politehniun, Iași, 2007.
9. **Georgescu Gh., Rădășanu D.**, *Transportul și distribuția energiei electrice*, vol. 1, Editura “Gh. Asachi”, Iași, 2000.
10. *** **PE 104/93** *Normativ pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică cu tensiuni peste 1000 V*, ICEMENERG, București, 1993.