L u c r a r e a nr. 4

LOCALIZAREA DEFECTELOR DIN LINIILE ELECTRICE ÎN CABLU (LEC)

Probleme generale

Localizarea defectelor din liniile electrice în cablu LEC) constituie o problemă specială datorită specificului acestor linii. Cablul electric fiind un ansamblu de conductoare izolate "acoperite" la rândul lor cu un înveliş cu proprietăţi electroizolante sau de consolidare mecanică, nu oferă posibilitatea detectării cu ochiul liber a unui eventual defect aşa cum se poate face la liniile electrice aeriene, chiar dacă ar fi pozat în aer liber. Pe de altă parte când este pozat în pământ nu este suficientă cunoaşterea distanţei electrice până la defect, deoarece aceasta, de regulă, nu coincide cu cea fizică. O altă problemă ce o ridică localizarea unui defect într-un cablu este detectarea traseului cablului, a locului exact unde este defectul (pentru a săpa pe o porţiune cât mai restrânsă), a adâncimii de pozare, a locului unei ramificaţii.

Datorită celor arătate mai sus, detectarea şi localizarea unui defect într-un cablu necesită o activitate complexă bazată pe utilizarea unor metode şi echipamente adecvate.

În practică sunt întâlnite două tipuri de metode :

-directă, bazată pe măsurători sau controlul cablului;

-indirectă care corelează indicaţiile aparatelor de măsură şi semnalizare cu rezultatul unor manevre de comutare efectuate în timpul operaţiilor de detectare a defectului.

În funcţie de numărul de conductoare ale unui cablu, detectarea unui defect în acesta începe cu stabilirea naturii acestuia. În reţelele în cablu se întâlnesc următoarele tipuri de defecte :

-punerea la pământ a unei faze (care poate să constituie sau nu un scurtcircuit monofazat), determinată de distrugerea izolaţiei faţă de pământ;

-scurtcircuit între două faze, determinate de distrugerea izolaţiei între două conductoare fără ca izolaţia faţă de pământ să fie afectată;

-întreruperea unei faze, fără să existe un defect de izolaţie;

-defecte mixte, rezultate din combinarea celor de mai sus;

Stabilirea tipului de defect se face cu ajutorul unui megohmetru cu care se măsoară rezistenţa de izolaţie între faze şi între acestea şi mantaua cablului.

Pentru defectele de izolaţie, cele mai răspândite metode de detectare a locului defectului sunt metodele directe.

Având în vedere particularităţile unei linii în cablu, arătate mai sus, localizarea defectelor necesită două etape : una în care se determină distanţa până la locul defectului şi care se face cu erori determinate atât de metodă cât şi de faptul că distanţa indicată de aparat este dificilă de măsurat pe teren ; şi alta în care în jurul

locului aproximativ indicat în prima etapă se “caută” locul defectului mergând pe traseul cablului. Acest loc trebuie stabilit cu o eroare care să nu depăşească fracţiunile de metru.

Corespunzător celor două etape de detectare a defectului s-au elaborat şi două tipuri de metode, cu echipamentul corespunzător şi anume :

-metode relative (pentru etapa I-a) : prin impulsuri sau ecometrice, capacitive, etc.;

-metode absolute (pentru etapa a II-a) ; inductive şi acustice.

Deci după stabilirea tipului de defect, se va utiliza o metodă directă relativă, care ne va indica la ce distanţă de unul din capetele cablului se află defectul, iar în continuare cu o metodă absolută, pe teren, se caută locul exact unde trebuie interceptat cablul..

În cadrul Laboratorului de instalaţii electrice se va studia şi aplica metoda directă relativă prin impulsuri utilizând în acest scop locatorul de defecte în cablu LDC. Această metodă se bazează pe proprietatea de reflexie a undelor în general şi a celor electromagnetice , în special.

Pentru orice element a unei căi de curent (LEA, LEC, transformator, etc.) se defineşte o mărime numită impedanţă caracteristică :

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} \qquad (1)$$

unde : L – este inductanţa longitudinală a respectivului element de circuit

C – capacitatea faţă de pământ

În punctele unde această impedanţă îşi modifică valoarea (treceri din LEA, în LEC, intrări în trafo, etc.) au loc fenomene de reflexie şi refracţie, caracterizate prin coeficienţi corespunzători.

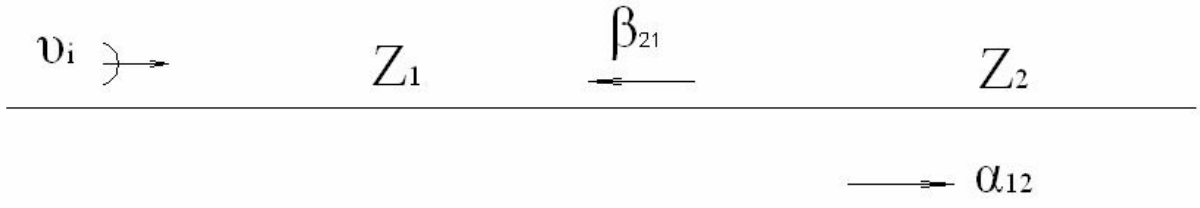


Fig.19.1.

α_{12} – coeficient de refracţie a undei de tensiune;
β_{21} – coeficient de reflexie a undei de tensiune.

$$\alpha_{12} = \frac{2Z_2}{Z_1 + Z_2} \quad ; \beta_{21} = \frac{Z_2 - Z_1}{Z_1 + Z_2} \tag{2}$$

În cazul unui scurtcircuit (Z_2 =0) rezultă :

$$\alpha_{12} = 0 \quad , \quad \beta_{21} = -\frac{Z_1}{Z_2} = -1 \tag{3}$$

deci : $U_{refractat} = 0$
$U_{reflectat} = -U_{incident}$

Deci, din analiza expresiilor acestor coeficienţi rezultă că, într-un punct de scurtcircuit se modifică impedanţa caracteristică şi ca urmare, are loc reflexia undei de tensiune cu amplitudine egală cu a undei incidente, dar de semn schimbat.

Dacă pe un cablu cu un scurtcircuit se va trimite un impuls de tensiune, înseamnă că aceasta se va propaga de la locul de aplicare spre locul cu defect cu o viteză "V", la locul cu defect se va reflecta şi se va înapoia cu aceeaşi viteză, dar cu semn schimbat. Cunoscând intervalul de timp scurs din momentul trimiterii şi până în momentul recepţiei semnalului reflectat rezultă că distanţa până la defect va fi :

$$l_x = \frac{1}{2} V \Delta t \tag{4}$$

Pentru aplicarea acetei metode şi pentru o precizie cât mai bună este necesar ca valoarea rezistenţei de izolaţie între faze sau între acestea şi manta să aibă cel mult 5Ω.

Dacă această condiţie nu este îndeplinită, deci defectul nu este destul de ferm, se procedează la arderea acestuia, adică la distrugerea voită a izolaţiei prin stabilirea într-un circuit care să conţină înseriat şi locul de defect, a unui curent de valoare mare care pe seama efectului termic să distrugă izolaţia parţial afectată.

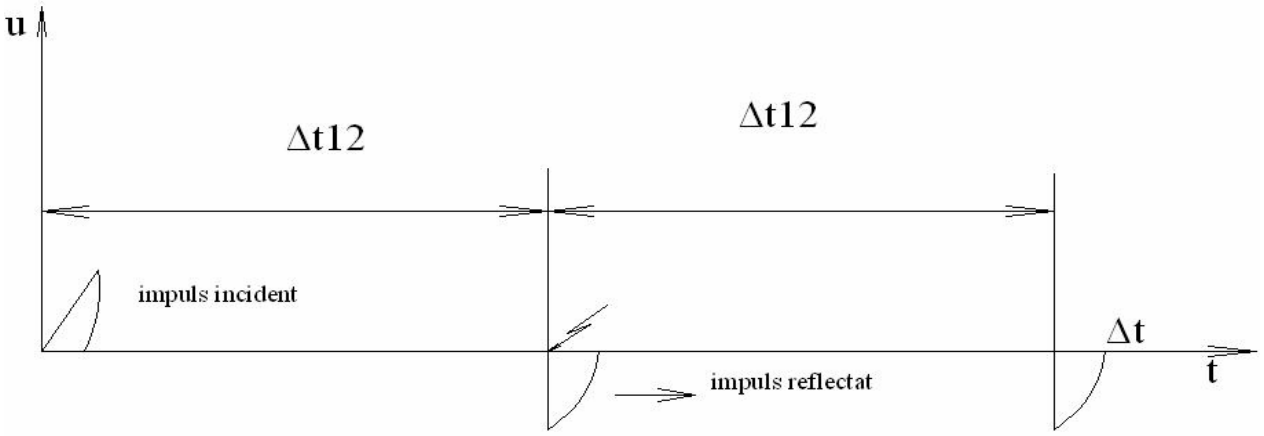


Fig.19.2.

Aparatul cu ajutorul căruia se aplică această metodă de detectare a defectelor în cablu, se numeşte locator de defecte LDC. În fig. 15.2. se prezintă panoul frontal al aparatului, iar în fig.15.3, schema bloc a acestuia.

Un asemenea aparat trebuie să aibă o sursă de impulsuri a căror amplitudine nu are importanță şi o "abscisă" pe care să se măsoare intervalul intervalul de timp între momentul plecării impulsului incident şi momentul recepționării impulsului reflectat. La LDC aceasta se vizualizează pe ecranul unui tub cinescopic. Pe panoul din față al LDC sunt accesibile o serie de butoane care asigură punerea în funcție şi condițiile de calitate ale imaginii şi ale măsurătorii.

2.Modul de lucru cu LDC.

Punerea în funcțiune a aparatului se face cu ajutorul butonului " focalizare" care asigură şi focalizarea imaginii. Butoanele "luminozitate", "deplasare X, Y", au destinația specifică oricărui osciloscop. În context trebuie precizat că prin deplasare X sau Y se deplasează imaginea care se vede la un moment dat pe ecran. Având în vedere principiul metodei explicat anterior şi sugerat în fig.15.1, aparatul trebuie să vizualizeze abscisa (timpul) şi cele două impulsuri. Dacă cele două impulsuri şi timpul dintre ele ar fi vizualizate împreună pe ecran, atunci pentru o citire cu erori minime (pentru un t mare) ecranul ar trebui să aibă dimensiuni foarte mari , raportat la caracterul portativ al aparatului.

De aceea aparatul a fost conceput astfel încât să memoreze întreaga lungime a cablului, dar să vizualizeze numai o anumită porțiune. În felul acesta cu butonul "exploatare cablu" , pe ecran se derulează (ca la cinematograf) imaginea din fig.15.1, adică abscisa (timpul) din momentul plecării impulsului incident până la apariția celui reflectat.

Timpul pe abscisă se măsoară cu ajutorul unei baze de timp constituită dintr-un şir de impulsuri între ale căror vârfuri este un interval de 2 μs. Din 10 în 10 μs impulsurile sunt mai mari. Pentru o determinare cât mai exactă a timpului se folosesc butoanele : "deplasare impuls" cu ajutorul căruia se deplasează numai impulsul de sondaj menţinând baza de timp pe loc. În acest fel se potriveşte momentul plecării impulsului cât mai precis pe bază de timp. Pentru ca aceasta să se facă cât mai exact, imaginea se poate extinde (în detaliu) cu butonul "extensie imagine".

Butonul basculant "direct-amplificare " se comută pe direct în cazul cablurilor scurte. Butonul "adaptare" realizează adaptarea aparatului la specificul cablului. Pentru cablele de energie acesta se fixează pe poziţia minimă.

În cazul când unul din conductori este legat la masă (sau este mantaua) cordonul bifilar al aparatului se va introduce direct în mufa aparatului, iar firul negru al cordonului se va conecta la mantaua cablului.

După stabilirea imaginii şi determinarea intervalului de timp t, pentru determinarea lungimii până la locul cu defect trebuie stabilită viteza de propagare a undelor electromagnetice. Aceasta este determinată de tipul cablului şi se indică în tabelul 1.

Rezultă deci, că lungimea maximă a cablului ce poate fi explorat cu LDC, depinde de natura cablului (prin V) şi de lungimea bazei de timp a paratului (Δt). Având în vedere că exploatarea se face pe la unul din cele două capete, lungimea maximă a cablului ce poate fi exploatat cu un anumit LDC este :

$$l_{\max} = 2 \,.\, l_{x_{\max}} = 2\frac{1}{2} V_{\max} \,.\, t_{\max} = V_{\max}\ \Delta t_{\max} \qquad (5)$$

Eroarea cu care acest aparat va determina valoarea lui L_x va depinde de : viteza reală de propagare a impulsului în cablu şi precizia de evaluare a lui Δt. Această eroare poate ajunge până la valori de ordinul zecilor de metri şi poate fi mărită sau diminuată de eroarea cu care o transpunem pe teren.

De aici rezultă caracterul relativ al acestei metode şi necesitatea completării ei cu o metodă absolută, care să fie aplicată local, în limita erorii primei metode.

Tab. 1.

Tipul cablului	Tensiunea de lucru	Impedanţa caracteristică	Viteza de propagare m/μs
1.Cabluri de energie de înaltă tensiune	35	15-30	150
2.Idem	10	15-30	160
3.Idem	6	15-30	164
4.Cabluri de energie de j.t.	1	15-30	184
5. Cabluri coaxiale	-	75	230
6.Cabluri telefonice	-	150	248

Locator defecte cabluri

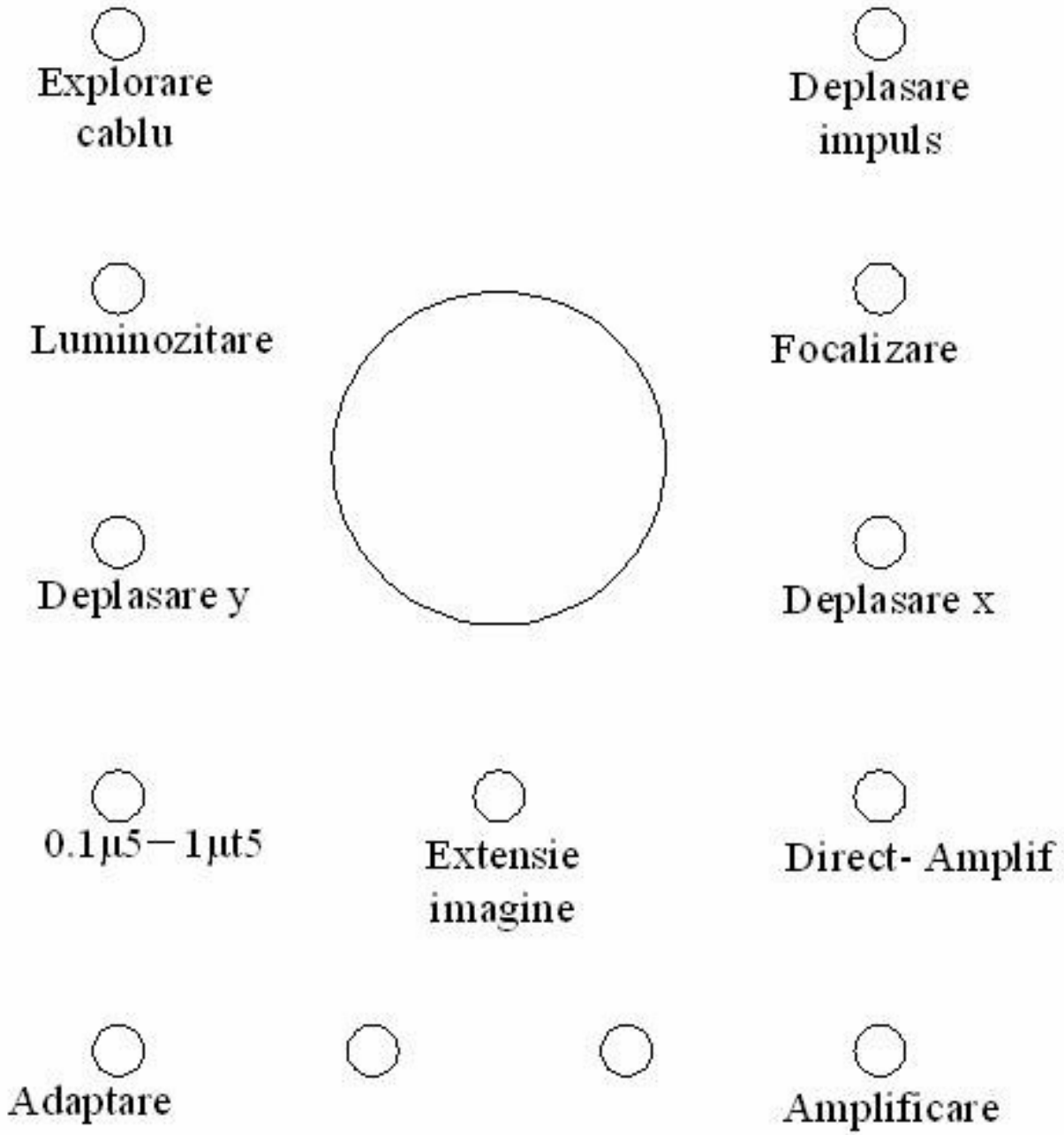
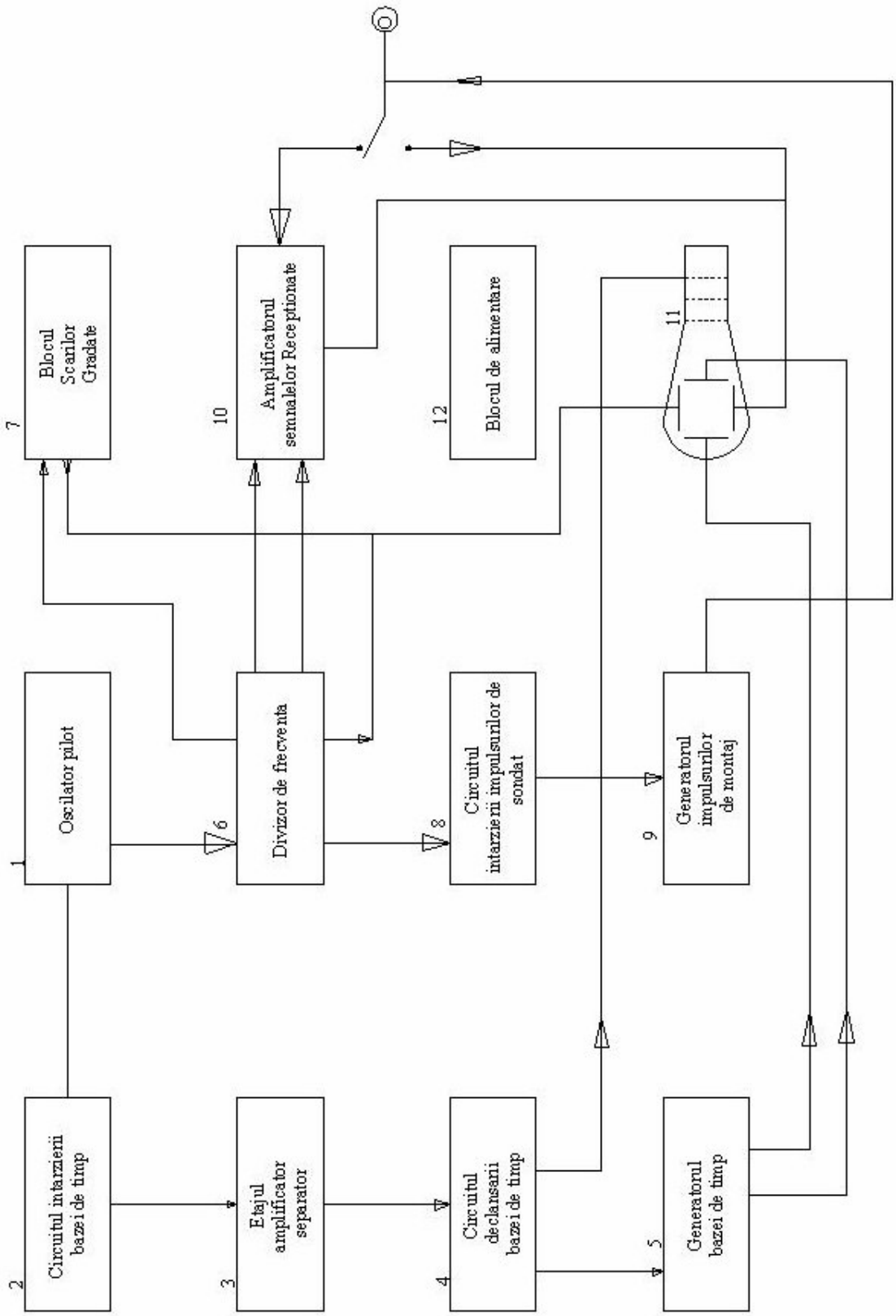


Fig.19.3.


Oscilator pilot
1
Circuitul intarzierii bazei de timp
2
Etajul amplificator separator
3
Circuitul declansarii bazei de timp
4
Generatorul bazei de timp
5
6
Divizor de frecventa
7
Blocul Scarilor Gradate
8
Circuitul intarzierii impulsurilor de sondat
9
Generatorul impulsurilor de montaj
10
Amplificatorul semnalelor Receptionate
11
12
Blocul de alimentare