

ÉTUDE CONCERNANT L'EFFET DE MISE À LA TERRE DANS LE SYSTEME DE PROTECTION LIAISON AU NEUTRE

PAR

JAN IGNAT, NELU-CRISTIAN CHERECHEȘ* et CĂTĂLIN POPOVICI

Résumé. La sécurité des consommateurs de l'énergie électrique fait partie des principales demandes de la Loi 10/95, concernant la qualité dans les bâtiments. Le risque d'un choc électrique doit être diminué en adoptant un système de protection basé sur un moyen de base et un ou plusieurs complémentaires. Dans cet article, on étudie l'effet de mise à la terre, comme moyen complémentaire de celui de base qui adopte la liaison au conducteur du neutre. Cette étude se justifie de plus par l'apparition des moyens basés sur la déconnexion automatique qui peuvent être complémentaires à la mise à la terre.

Mots clés: canal vertical; simulation numérique; convection libre; régime d'écoulement.

1. Introduction

Dans les systèmes de réseaux électriques de basse tension avec le neutre accessible du transformateur électrique et distribué dans le réseau, on applique la liaison au neutre afin d'assurer la protection au choc électrique [1], [2].

Par conséquent, un défaut d'isolation entre les parties actives mises sous tension et la carcasse d'équipement électrique liée au conducteur du neutre, peut provoquer un court-circuit monophasé.

Dans ce cas (Fig. 1), afin d'éviter le choc électrique létal déterminé par l'exposition à la tension de la carcasse, on diminue la valeur de la tension de contact et on limite la durée d'exposition à celle-ci. On diminue cette durée du régime de court-circuit monophasé par l'action des appareils électriques de protection (AP) du réseau. La tension de contact est déterminée par le rapport entre l'écart de tension (déterminée par le courant de court-circuit) sur l'impédance équivalente du conducteur de neutre, dont la valeur est additionnée à la valeur de la tension de phase de la source, et l'écart de tension sur l'impédance équivalente du conducteur de phase. Puisque le conducteur du neutre (PEN) a une section plus petite que le conducteur de phase, en pratique on ne peut pas assurer la valeur de 40 V pour la tension de contact.

*Corresponding author: *e-mail address:* chereches@tuiasi.ro

Ainsi, la première mesure [2] afin de réduire l'impédance équivalente du chemin de retour, consiste dans la liaison répétée à la terre, par R_{p1} , du conducteur de neutre. Cette mesure consiste principalement à assurer la continuité du conducteur du protection.

La limitation de la durée d'exposition à la tension de contact est déterminée par la rapidité des appareils de protection (AP, Fig. 1), ainsi que de leur fiabilité.

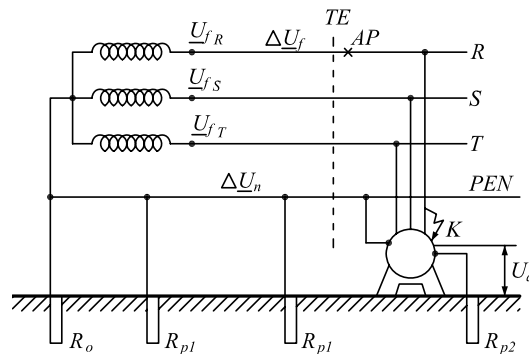


Fig. 1.

Dans ce but, on doit à déterminer la valeur du courant de court-circuit monophasé et de vérifier les paramètres de qualité des AP, qui correspondent à cette valeur.

Comme mesure complémentaire, on adopte, sur tout, la mise à la terre de chaque carcasse par R_{p2} [1], [2]. Par cette liaison supplémentaire avec la terre on vise l'augmentation de la valeur du courant de court-circuit, ainsi que la réduction de la valeur de la tension de contact jusqu'à la valeur d'écart de la tension sur R_{p2} (Fig. 1).

Le développement continu des réseaux électriques de distribution au fournisseur, déterminé par l'augmentation du nombre des consommateurs, impose une vérification détaillée du système de liaison au neutre complété par la mise à terre, concernant la réalisation de la protection au choc électrique.

2. Résolution du problème

Sachant que l'exposition à la tension de contact est déterminée par un défaut d'isolation, autrement dit, par la production d'un court-circuit monophasé, on doit définir les paramètres des éléments des réseaux dans lequel ce défaut se produit.

Dans [3] sont établis les paramètres électriques pour différents éléments des réseaux électriques de basse tension, la méthode de calcul de leurs valeurs ainsi que celle du courant électrique, correspondant au régime non-symétrique généré par le court-circuit monophasé.

Ainsi, dans cette étude, on a utilisé ces valeurs comme départ dans le cadre du logiciel EMTP-ATP et on a fait varier les valeurs des différents éléments du réseau électrique (Fig. 2):

- la puissance nominale du transformateur électrique dans le poste de transformation;
- la longueurs et sections des tronçons ;
- les valeurs des résistances de liaison à la terre, R_{p1} , du conducteur du neutre;
- la valeur de la résistance de liaison à la terre, R_{p2} , de la carcasse ;
- le point neutre de la source liée à la terre par R_{p2} .

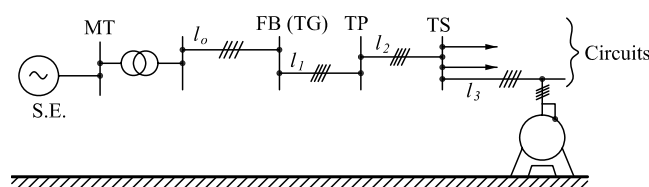


Fig. 2.

Du fait que, l'impédance équivalente de la source en amont du poste de transformation est petite par rapport avec celle en aval, la première sera considéré nulle.

3. Schéma électrique équivalent

Le réseau électrique représenté dans la Fig. 2 a le schéma électrique triphasé de la Fig. 3, où:

- K est le point où se produit le défaut d'isolation;
- $Z_{if} = r_{if} + jx_{if}$ sont les impédances des conducteurs de phase ;
- $Z_{in} = r_{in} + jx_{in}$ sont les impédances des conducteurs de neutre.
- 0 est la zone du potentiel nul, sur le sol, par rapport à la quelle les résistances de liaison à la terre peuvent être considérées liées en parallèle.

Pour le régime de court-circuit monophasé ferme, dans la Fig. 4 on a représenté le schéma électrique équivalent, où

- $I_k^{(1)}$ est le courant de défaut monophasé;
- U_a est la tension de contact.

Les paramètres électriques du système électrique représenté dans la Fig. 4, ont les valeurs suivantes:

- R_o, R_{p1}, R_{p2} – valeurs recommandées par les réglementations techniques, respectivement: $4\Omega, 10\Omega, 4\Omega$;
- résistances et réactances des conducteurs de phase et du neutre (Tableaux 1 et 2).

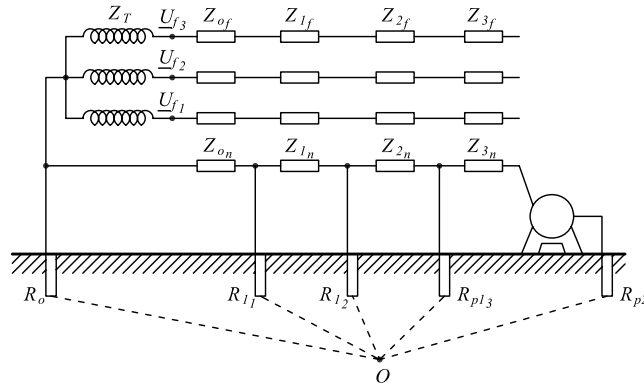


Fig. 3.

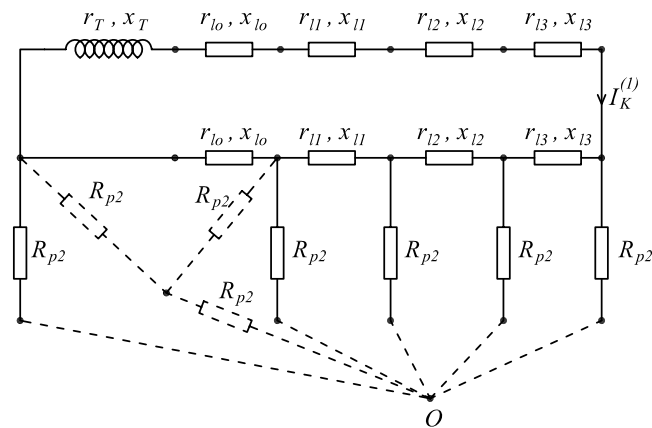


Fig. 4.

4. Modélisation numérique du système électrique

Afin de souligner l'effet de mise à la terre (R_{p2}) dans un système électrique triphasé dans lequel on applique comme moyen de protection de base la liaison au conducteur neutre, on a calculé:

- les valeurs du courant de défaut monophasé;
- $I_k^{(1)}$ qui entraîne la déconnection automatique du circuit de défaut de la source dans l'écart de temps imposé.

4.1. Consommateur avec poste de transformation de puissance variable et avec circuits électriques alimentés directement du tableau général de celui-ci

La longueur de ces circuits a été limitée par l'encadrement dans les valeurs admissibles des pertes de tension. On a considéré un circuit d'éclairage et un circuit de prises. Les résultats obtenus sont présentés dans les Tableau 1 et 2.

4.2. Consommateur alimenté par un réseau électrique dont les paramètres électriques sont définis dans [3]

Les calculs ont été effectués en utilisant le logiciel EMTP-ATP (Alternative Transients Program) et ils sont présentés dans le Tableau 3.

Tableau 1

S_n trafo kVA	r_T $10^6 \Omega$	x_T Ω	Section de la phase = 1,5 mm ²		Section du neutre de protection = 2,5 mm ²		R_{p2} Ω	I_k^l A	ΔU		R_0 Ω
			r_f [Ω]	x_f [Ω]	r_N [Ω]	X_N [Ω]			ΔU_{Rp2} [V]	ΔU_N [V]	
40	46	0,16	0,54	0,0045	0,32	0,0045	4	254,5	39,161	78,32	4
							∞	250,9	80,326	80,32	
63	28,75	0,1	0,54	0,0045	0,32	0,0045	4	257,4	39,605	79,21	
							∞	253,7	81,214	81,21	
100	18,0	0,062	0,54	0,0045	0,32	0,0045	4	258,6	39,79	79,57	
							∞	254,9	81,583	81,58	
160	11,25	0,04	0,54	0,0045	0,32	0,0045	4	259,0	39,864	79,72	
							∞	255,3	81,733	81,73	
250	7,03	0,024	0,54	0,0045	0,32	0,0045	4	259,3	39,9	79,80	
							∞	255,6	81,806	81,80	
400	4,6	0,015	0,54	0,0045	0,32	0,0045	4	259,4	39,915	79,82	
							∞	255,7	81,834	81,83	

Tableau 2

S_n trafo kVA	r_T $10^6 \Omega$	x_T Ω	Section de la phase = 1,5 mm ²		Section du neutre de protection = 2,5 mm ²		R_{p2} Ω	I_k^l A	ΔU		R_0 Ω
			r_f [Ω]	x_f [Ω]	r_N [Ω]	X_N [Ω]			ΔU_{Rp2} [V]	ΔU_N [V]	
40	46	0,16	0,32	0,0045	0,32	0,0045	4	338,45	52,074	104,15	4
							∞	332,33	106,35	106,35	
63	28,75	0,1	0,32	0,0045	0,32	0,0045	4	345,33	53,133	106,27	
							∞	338,85	108,44	108,44	
100	18,0	0,0625	0,32	0,0045	0,32	0,0045	4	348,24	53,581	107,16	
							∞	341,61	109,33	109,33	
160	11,25	0,04	0,32	0,0045	0,32	0,0045	4	349,43	53,763	107,53	
							∞	342,73	109,69	109,69	
250	7,03	0,024	0,32	0,0045	0,32	0,0045	4	350,0	53,852	107,7	
							10^9	343,28	109,86	109,86	
400	4,6	0,015	0,32	0,0045	0,32	0,0045	4	350,23	53,887	107,77	
							∞	342,5	109,93	109,93	

Tableau 3

R_{p2} Ω	I_K^l A	ΔU	
		ΔU_{Rp2} [V]	ΔU_N [V]
4	2784,2	61,756	84,39
∞	2777,5	96,351	84,195

Pour: $r_T = 0,0046 \Omega$, $X_T = 0,0153 \Omega$;
 $r_{10} = 0,000194 \Omega$, $X_{10} = 0,000198 \Omega$;
 $r_{11} = 0,00537 \Omega$, $X_{11} = 0,00164 \Omega$;
 $r_{12} = 0,0303 \Omega$, $X_{12} = 0,001 \Omega$;
 $R_0 = 4 \Omega$, $R_{p2} = 10^9 \Omega$; $R_{p2} = 4 \Omega$, $R_{p11} = 10 \Omega$

5. Conclusions

En utilisant la mise à terre, comme moyen complémentaire de protection dans le système de protection liaison au conducteur neutre, on n'obtient pas une augmentation importante du courant de court-circuit monophasé, qui entraîne une augmentation de la fiabilité des appareils de protection en fonctionnement, en se séparant de la source.

La tension de contact a des valeurs élevées dans le cas où on n'applique pas

la liaison à la terre. Avec la liaison à la terre, la tension de contact diminue avec des valeurs qui dépendent des caractéristiques du système électrique, ainsi:

a) la réduction est importante lorsque la section du conducteur de protection est grande par rapport à celle du conducteur de phase, et les valeurs des tensions de contact se situent sous 40 V;

b) si le conducteur de protection a une section petite (qu'on pratique usuellement), la tension de contact a des valeurs plus grandes que 40 V.

Par conséquent, on impose les temps de fonctionnement des appareils de protection afin d'être corrélés avec les caractéristiques du système électrique triphasé, où on applique comme système de protection la liaison au neutre corrélée ou pas avec la mise à la terre.

BIBLIOGRAPHIE

1. * * * *Protecția împotriva electrocutării. Instalații electrice fixe.* STAS 12604/5-90.
2. * * * *Normativ pentru proiectarea și execuția instalațiilor electrice la consumator cu tensiuni până la 1kV c.a. și 1500 V c.c.* I7/2002.
3. * * * *Normativ privind metodologia de calcul a curenților de scurtcircuit în rețelele electrice cu tensiuni sub 1 kV.* PE 134-2/96.

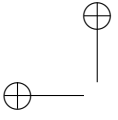
Reçue, 12 avril 2009

Université Technique „Gheorghe Asachi”, Jassy,
Chaire d'Installation pour Bâtiments.

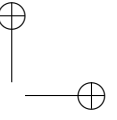
STUDIUL PRIVIND EFECTUL PUNERII LA PĂMÂNT ÎN CADRUL SISTEMULUI DE PROTECȚIE LEGAREA LA NEUTRU

(Rezumat)

Asigurarea securității utilizatorilor reprezintă una din cerințele esențiale ale Legii 10 /95, a calității în construcții. Riscul producerii șocului electric se impune a fi diminuat printr-un sistem de protecție bazat pe un mijloc de bază și unul sau mai multe mijloace complementare. Se studiază efectul legării la pământ, ca mijloc complementar al mijlocului de bază – legarea la conductorul de nul – în ansamblul sistemului de protecție prin legarea la nul. Oportunitatea acestui studiu este determinată de apariția unor mijloace bazate pe deconectarea automată cu performanțe deosebite care pot suplini legarea la pământ.

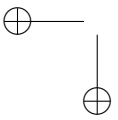


|



—

—



|

