Zeitschrift: Bulletin de l'Association suisse des électriciens
Herausgeber: Association suisse des électriciens
Band: 27 (1936)
Heft: 16

Artikel: La mesure du courant de terre d'un réseau triphasé
Autor: Jean-Richard, C.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-1057519

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 22.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

die genannten Fehlergrenzen eingehalten werden, und zwar gibt eine erste Zahl die untere und eine zweite die obere Stromgrenze an. Diese Bereichangabe ist gültig für die Nennleistung des Wandlers. Beispielsweise würde eine Bezeichnung «S 0,5/25» für einen Wandler gelten, der bei Belastung mit seiner Nennleistung im Bereich von 0,5 bis 25 × Nennstrom innerhalb der definierten Fehlergrenzen arbeitet.

Diese neue Genauigkeitsklasse bildet an und für sich eine schärfer definierte Ueberstromziffer. Sie kann daher bei einem bestimmten Stromwandler neben anderen Genauigkeitsklassen aufgeführt werden. Wie man dies am besten darstellt, wäre Sache einer endgültigen Formulierung. Wie bei der Ueberstromziffer bietet auch hier die messtechnische Kontrolle erhebliche Schwierigkeiten, ebenso der Uebergang von den Angaben für eine bestimmte Leistung auf das Verhalten bei andern Leistungen. Diese Fragen müssen gelöst werden, sobald die Einführung einer Messklasse der angeregten Art konkrete Gestalt annimmt.

La mesure du courant de terre d'un réseau triphasé.

Par *Ch. Jean-Richard*, Berne.

621.317.31 : 621.3.014.3

On indique une méthode d'investigation permettant d'établir à l'avance la puissance de bobines d'induction nécessaires à la compensation du courant de terre d'un réseau triphasé. Cette méthode, dite d'infusion, applique une tension auxiliaire entre le neutre du réseau et la terre.

Es wird ein Verfahren angegeben, mit dessen Hilfe die Leistung von Löschdrosselspulen eines Dreiphasennetzes im voraus bestimmt werden kann. Das Verfahren, Nullpunktseinspeisung genannt, verwendet eine Hilfsspannung zwischen dem Systemnullpunkt und der Erde.

Un réseau à haute tension et triphasé est alimenté par plusieurs centrales. Entre les centrales, les sous-stations se suivent dans n'importe quel ordre. En outre, le réseau est situé dans une région accidentée. L'exploitant ayant été incommodé par des mises à la terre fréquentes se propose d'installer des bobines d'extinction. Le fabricant de telles bobines faisant des offres sur la base de calculs approximatifs, l'exploitant cherche une méthode de mesure lui permettant d'établir à l'avance exactement les conditions à remplir par ces bobines, toutefois sans intervention dans le réseau.

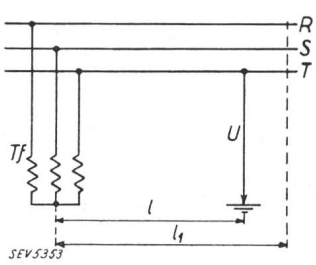


Fig. 1.

R, S, T Tensions de phase, régime normal.
Tf Transformateur alimentant *R, S, T*.
U Tension auxiliaire, de même valeur et de même fréquence que la tension *T*, mais de sens inverse au sens de celle-ci.
N Neutre du transformateur.
l Distance de l'endroit de la mise à la terre, présumée ou réelle, par rapport à *N*, cet endroit pouvant être choisi entre 0 et l_1.
l_1 Longueur totale de la ligne, y compris le transformateur *Tf*.

Nous sommes parti de l'idée que la mise à la terre peut être produite par l'application, à l'endroit d'une mise à la terre présumée, d'une tension *U* monophasée de même valeur, de même fréquence, mais de sens inverse que la tension normale par rapport à la terre à cet endroit (Fig. 1). On peut supposer que cette tension auxiliaire change de place le long d'une ligne du réseau. L'effet restera pratiquement le même. Finalement, la tension auxiliaire pourra être appliquée entre le neutre d'un transformateur branché sur ce réseau et la terre. L'effet en sera de reproduire plus exactement encore les conditions de service d'un réseau avec bobines d'extinction au cas d'une mise à la terre réelle. Cela est démontré par les diagrammes 2a, b et c.

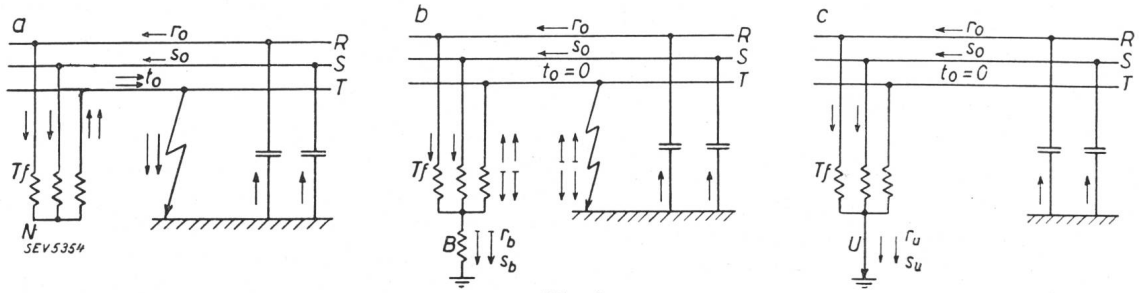


Fig. 2.

a
N Neutre isolé.
$|r_0 + s_0| = |\sqrt{3}\, r_0| = |\sqrt{3}\, s_0|$
$\underline{\mathbf{t}_0 = \mathbf{r}_0 + \mathbf{s}_0}$
sur le parcours du transformateur jusqu'à l'endroit défectueux.

b
B Bobine d'extinction.
$r_0 = r_b$; $s_0 = s_b$;
$\underline{t_0 = 0}$
$r_0 - r_b = 0$; $s_0 - s_b = 0$.

c
U Tension auxiliaire.
$r_0 = r_u$; $s_0 = s_u$;
$\underline{t_0 = 0.}$
L'impédance monoaxiale du transformateur est supposée égale à zéro, ici et aux diagrammes de la fig. 3a, b et c tandis que le diagramme de la fig. 3d en montre l'influence lorsqu'elle n'est pas à négliger.

Notons en outre que le courant de terre d'un réseau donné est fonction linéaire de la tension de service de ce réseau.

Le courant de terre d'un réseau triphasé est formé de trois composantes: r_0, s_0 et t_0 (Fig. 3c). Admettons que la composante t_0 provienne de la phase avariée; elle sera égale à zéro. Les composantes r_0 et s_0 des deux autres phases seront entre elles, pratiquement de même grandeur, mais décalées de 60°. Ainsi la résultante est égale à $\sqrt{3}$ fois l'une des composantes r_0 et s_0. Et comme chacune des composantes r_0 et s_0 est produite par la tension composée, la résultante est en outre égale à 3 fois le courant de terre d'une des phases r, s ou t, produit par la tension normale de phase. Or la tension auxiliaire agit symétriquement sur les trois phases.

fait lorsqu'on cherche à établir la proportion qu'il y a entre le courant de terre et la tension de phase (Fig. 3d).

Sur la base des considérations précédentes, nous avons fait avec la collaboration de Brown, Boveri, Baden, la mesure du courant de terre en laissant le réseau intact. Nous avons déclenché un seul des transformateurs pour déterminer sa réactance monoaxiale, nous l'avons remis en service et avons branché entre son neutre et la terre une petite tension auxiliaire monophasée et réglable de fréquence connue. Cette tension et le courant produit par cette tension ont été oscillographiés successivement pour

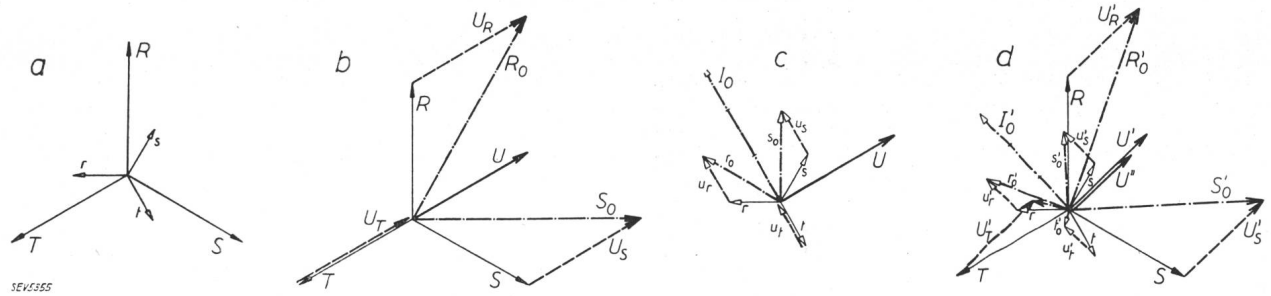


Fig. 3.

a
Régime normal.
R, S, T Tensions de phase.
r, s, t Courants de terre.

b
Régime de mesure, équivalent au régime de mise à la terre directe sur T: $U = -T$.
U_R, U_S, U_T Tension auxiliaire U apparaissant au bout de R, S, T.
$R_0, S_0, T_0 = 0$ Tension de phase

c
u_r, u_s, u_t Courants produits par U et apparaissant au bout de r, s, t.
$r_0, s_0, t_0 = 0$ Courants de phase.
$|r_0| = |\sqrt{3}\, r|$ $|s_0| = |\sqrt{3}\, s|$
$I_0 = u_r + u_s + u_t$ Courant de terre
$u_r = u_s = u_t = u$. Ceci est une simple supposition pour rendre le diagramme plus clair.
$u \perp U$; $I_0 \perp U$; $\underline{I_0 = 3u.}$

d
Régime de mesure, la tension auxiliaire étant quelconque soit U'' et l'influence du transformateur étant prise en considération, par laquelle U'' devient U'.
$U' \neq -T$
$I'_0 = u'_r + u'_s + u'_t$ Courant de terre
$I'_0 \perp U'$; $I'_0 = 3u'$.

Nous en concluons que la tension auxiliaire produit un courant égal au courant de terre lorsqu'elle est égale à la tension de phase (Fig. 3b et c).

Ces considérations dépendent d'une part de l'étendue du réseau. Seulement, il est rare qu'un réseau soit assez étendu pour que le courant de terre à l'endroit le plus éloigné diffère notablement de celui à l'endroit le plus rapproché.

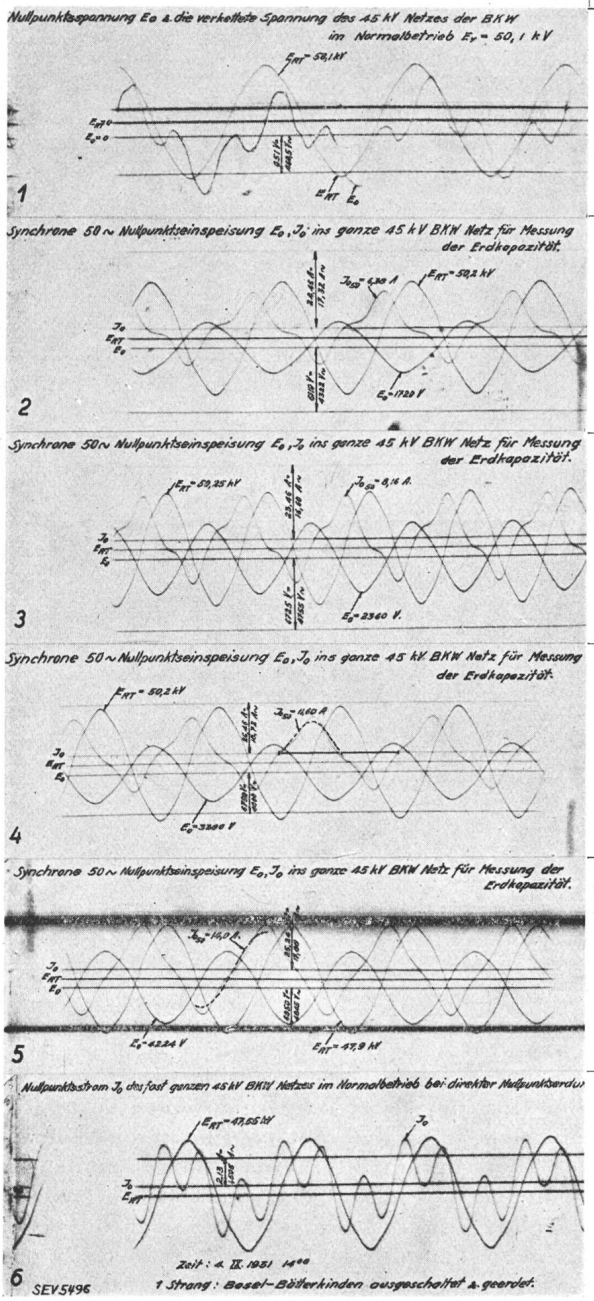
Ces considérations dépendent d'autre part de la réactance monoaxiale du transformateur entre le neutre duquel et la terre la tension auxiliaire a été branchée. Nous désignons par réactance monoaxiale d'un transformateur celle que l'on mesure à la manière d'une réactance monophasée entre les trois phases court-circuitées du transformateur et le neutre. Sa valeur dépend de la manière dont l'enroulement secondaire de ce transformateur est branché, soit en étoile, soit en triangle. La réactance monoaxiale sera grande s'il y a étoile et relativement petite s'il y a triangle. La réactance monoaxiale opère de concert avec le courant capacitif produit par la tension auxiliaire une élévation de tension aux bornes du transformateur par rapport à la tension auxiliaire. Il faut tenir compte de ce

plusieurs valeurs de la tension. L'extrapolation linéaire des valeurs observées jusqu'à la tension normale de phase a permis d'établir la grandeur exacte des bobines d'extinction nécessaires à l'extinction des mises à la terre de ce réseau (Fig. 4).

Ajoutons encore que ces mesures ne sont pas sans danger: Une mise à la terre réelle survenant pendant que les mesures sont en train exposerait l'installation de mesure à la tension de phase qui, dans le cas particulier, aurait été environ six fois aussi grande que la tension auxiliaire. Pour éviter ce danger, un éclateur avait été branché en parallèle à la tension auxiliaire et réglé, à peu près, à deux fois la tension auxiliaire.

Il y a un autre danger: c'est qu'il y ait résonnance entre la capacité du réseau et la réactance monoaxiale du transformateur à la fréquence de la tension auxiliaire. Dans le cas particulier de nos essais ce danger ne s'est pas présenté, la réactance monoaxiale du transformateur ayant été établie à env. 100 Ω et la valeur réciproque de la capacité du réseau par rapport à la terre à env. 390 Ω. Ainsi la fréquence de résonnance aurait été de 98 pér./s environ alors que la fréquence de la tension auxi-

liaire n'était que de 50 pér./s. Toutefois la tension auxilaire s'est trouvée augmentée de un tiers environ aux bornes du transformateur à cause de la réactance monoaxiale de celui-ci.



Oscillogrammes	valeur eff. de l'harmonique fondamental à 50 pér./s	amplitude des harmoniques sup. en % de l'harmonique fondamental					
		1/3	2	3	4	5	—
Régime normal:							
tension résiduelle $U_{rés}$ entre le neutre et la terre . . .	421 V	17*)	—	62	—	5	—
tension composée U_{RT} . . .	50 100 V	—	—	10	—	8	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	6,38 A	—	—	35	—	11	—
tension auxiliaire U'' . . .	1 720 V	—	—	9	—	16	—
tension composée U_{RT} . . .	50 200 V	—	—	—	—	—	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	8,16 A	—	—	21	—	12	—
tension auxiliaire U'' . . .	2 360 V	—	—	6	—	8	—
tension composée U_{RT} . . .	50 250 V	—	—	8	—	8	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	11,60 A	—	—	21	—	—	—
tension auxiliaire U'' . . .	3 380 V	—	—	—	—	—	—
tension composée U_{RT} . . .	50 200 V	—	—	—	—	—	—
Mesure du courant de terre I'_0:							
courant de terre I'_0	14,00 A	—	—	12	—	—	—
tension auxiliaire U'' . . .	4 224 V	—	—	—	—	—	—
tension composée U_{RT} . . .	47 900 V	—	—	—	—	—	—
Le neutre étant mis directement à la terre:							
courant de terre $I_{rés}$ . . .	1,3 A	—	5	127	14	—	—
tension composée U_{RT} . . .	47 550 V	—	—	8	—	4	—

*On voit ici l'influence d'un réseau à 16⅔ pér./s situé à proximité du réseau à 50 pér./s.

Fig. 4.
Oscillogrammes de la mesure du courant de terre,
relevés par la S. A. Brown, Boveri & Cie, Baden, le 4 septembre 1931 à la centrale de Mühleberg des Forces Motrices Bernoises.