VEBKO ONLINE-HILFE

Eliminierung des Nullfolgestroms

Kategorie	**tester**
Abschnitt	**AMT Differential Modul**
Sprache	**Deutsch**
Erstellt am	**2026-11-03**

1 Imported Content

Um dieses Konzept zu erklären, betrachten wir einen Transformator mit der Vektorgruppe YNd5.

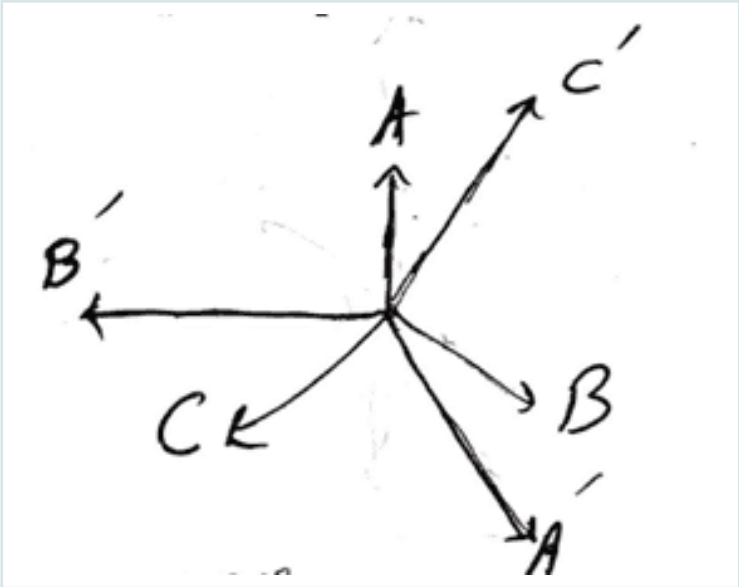


Abbildung 1

Bei dem Transformator mit der angegebenen Vektorgruppe werden die Sekundärvektoren in Bezug auf die Primärseite mit den folgenden Gleichungen abgeleitet.

$$A' = B - A$$

$$B' = C - B$$

$$C' = A - C$$

Abbildung 2

Mit Hilfe dieser Gleichungen kann das Schaltbild der Wicklungsanschlüsse sowie die Stromrichtungen

auf der Sekundärseite dargestellt werden. Beispielsweise wird im ersten Schritt die Anordnung der Wicklungen und die Stromrichtung für die Phase A' wie dargestellt gezeigt.

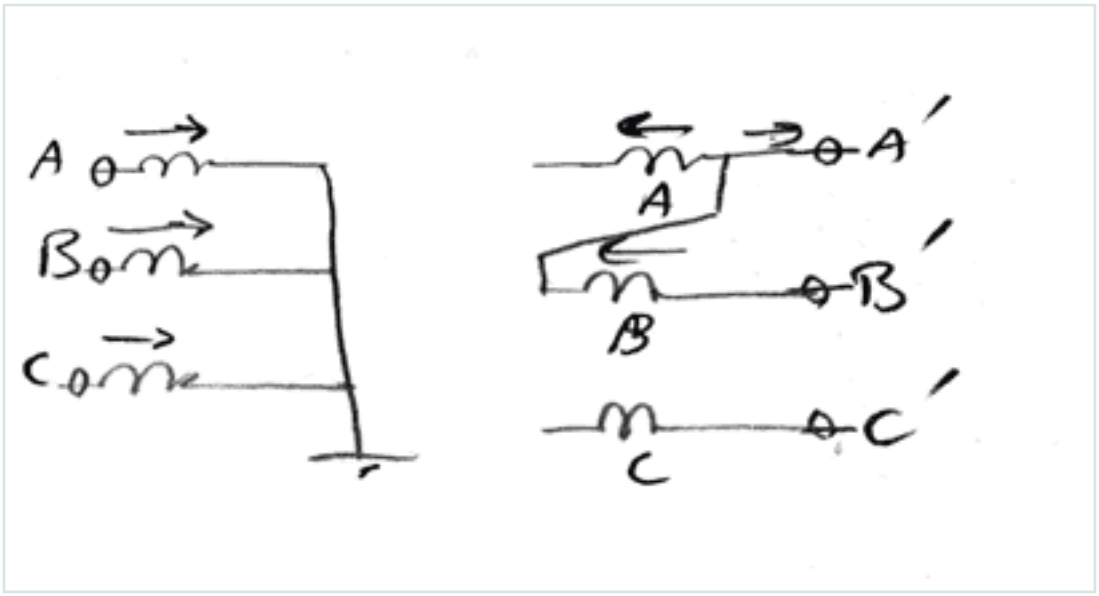


Abbildung 3

Schließlich sehen die Anschlüsse wie im folgenden Diagramm dargestellt aus.

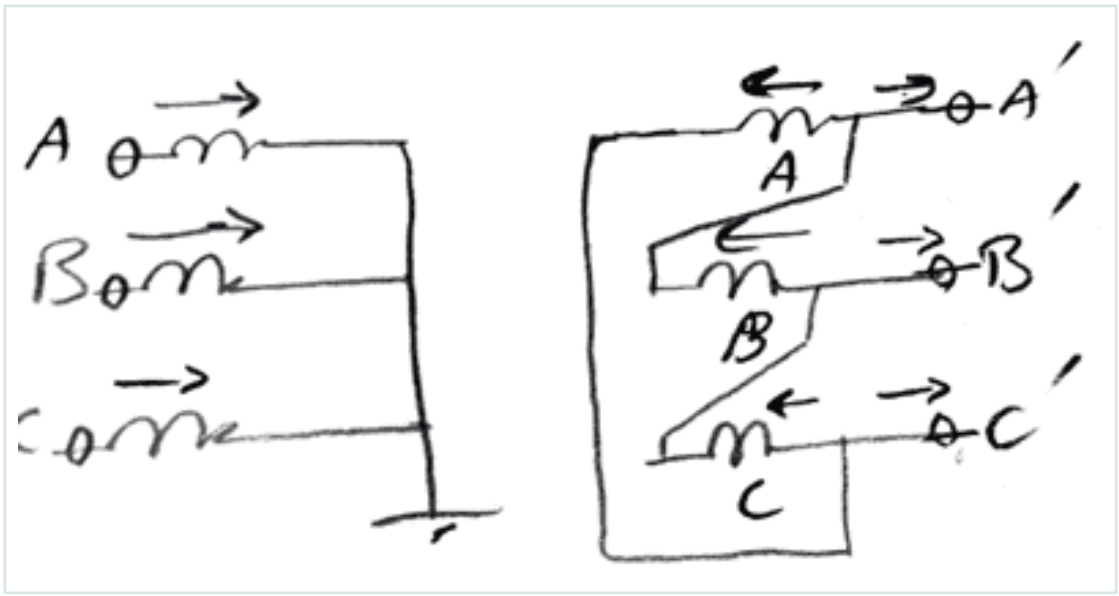


Abbildung 4

Ausgehend von der obigen Abbildung ist die Strommatrix auf der Sternseite wie folgt dargestellt:

$$\begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix}$$

Abbildung 5

Die gesamte Übertragungsmatrix von der Sekundärseite zur Primärseite ist ebenfalls wie folgt dargestellt:

$$\begin{bmatrix} I_a^{**} \\ I_b^{**} \\ I_c^{**} \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \cdot \begin{bmatrix} \cos[k \cdot 30°] & \cos[(k+4) \cdot 30°] & \cos[(k-4) \cdot 30°] \\ \cos[(k-4) \cdot 30°] & \cos[k \cdot 30°] & \cos[(k+4) \cdot 30°] \\ \cos[(n+4) \cdot 30°] & \cos[(k-4) \cdot 30°] & \cos[k \cdot 30°] \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} I_a^{*} \\ I_b^{*} \\ I_c^{*} \end{bmatrix}$$

Abbildung 6

Für YNd5 wird sie wie unten dargestellt angegeben:

$$\begin{bmatrix} IA' \\ IB' \\ IC' \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} A' \\ B' \\ C' \end{bmatrix}$$

Abbildung 7

Bei der Differenzialschutzfunktion eines Transformators mit der angegebenen Vektorgruppe und einem Übersetzungsverhältnis von 1:1 löst das Relais aus, wenn ein Erdfehler außerhalb der Schutzzone auftritt. Im Falle eines Erdfehlers außerhalb der Schutzzone treten auf beiden Seiten die folgenden Ströme auf:

$$\frac{V1}{V2} = \frac{n1}{n2} \Rightarrow \frac{\frac{V}{\sqrt{3}}}{V} = \frac{n1}{n2} \Rightarrow \frac{n1}{n2} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow \frac{n1}{n2} = \frac{I2}{I1} = \frac{1}{\sqrt{3}} \Rightarrow I2 = \frac{I1}{\sqrt{3}}$$

Abbildung 8

Gemäß der obigen Gleichung fließt bei einem Fehler in Phase C mit dem Strom If durch die entsprechende Wicklung auf der Sekundärseite ein Strom von If/√3.

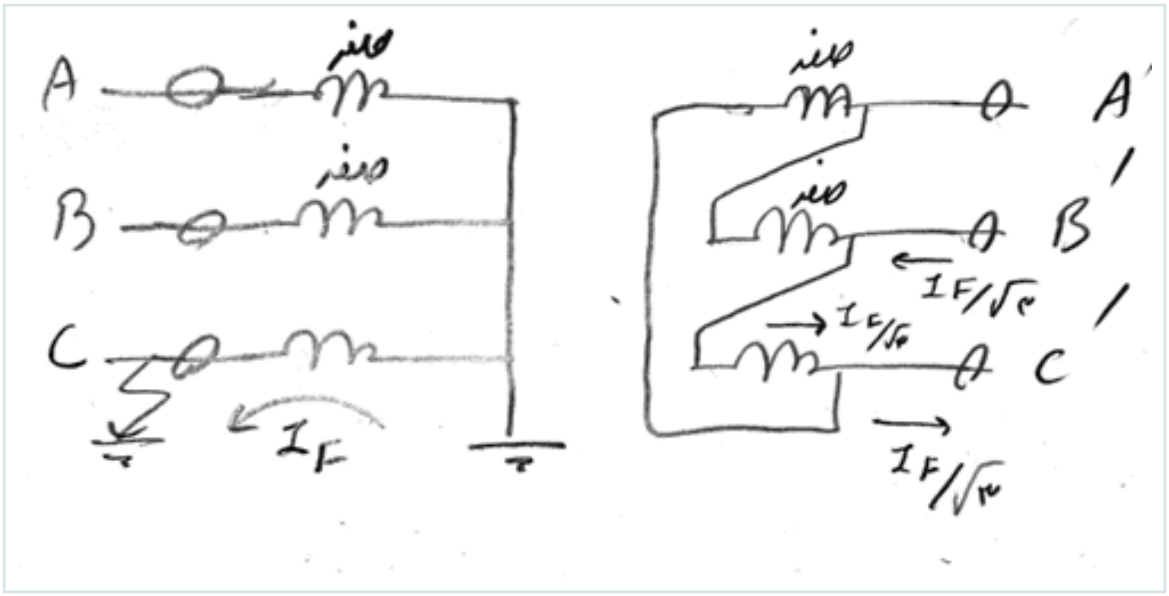


Abbildung 9

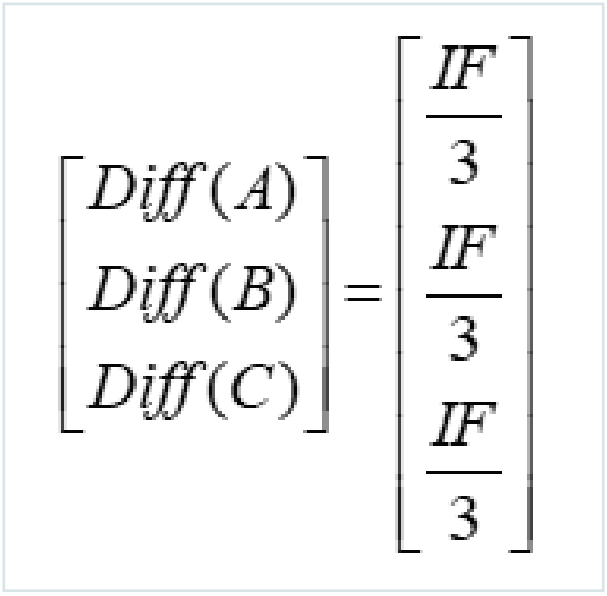
Gemäß der Konvention des Differenzialschutzes werden die Ströme, die in den Transformator eintreten, als positiv und die Ströme, die den Transformator verlassen, als negativ betrachtet. Daher gelten die gezeigten Matrizen sowohl für die Primärseite als auch für die Übertragung von Sekundär- auf Primärseite.

$$\begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -IF \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ -IF \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} IA' \\ IB' \\ IC' \end{bmatrix} = \frac{1}{\sqrt{3}} \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ 1 & -1 & 0 \\ 0 & 1 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{IF}{\sqrt{3}} \\ -\frac{IF}{\sqrt{3}} \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} IA' \\ IB' \\ IC' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -\frac{IF}{3} \\ -\frac{IF}{3} \\ \frac{2*IF}{3} \end{bmatrix}$$

Abbildung 10

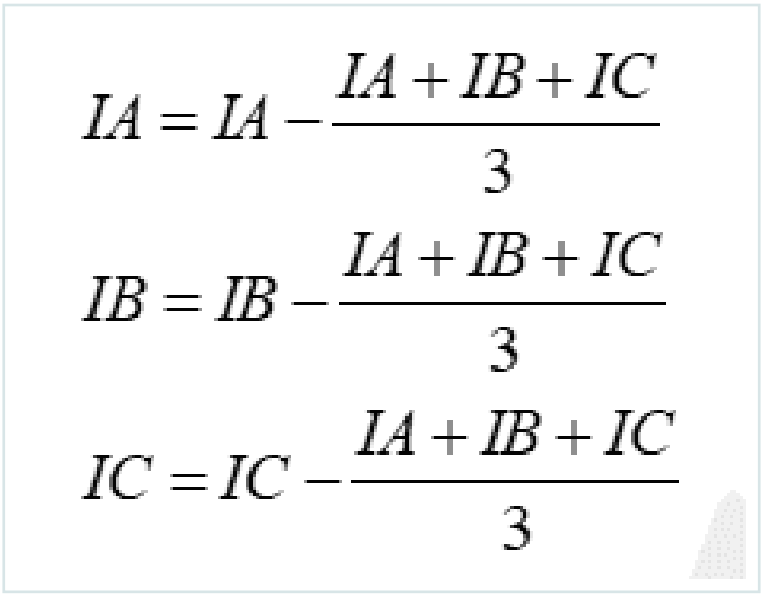
Der Differenzialstrom des Obigen wird wie folgt dargestellt:



$$\begin{bmatrix} Diff(A) \\ Diff(B) \\ Diff(C) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{IF}{3} \\ \frac{IF}{3} \\ \frac{IF}{3} \end{bmatrix}$$

Abbildung 11

Mit diesen Differenzialströmen löst das Relais aus. Wenn jedoch der Nullfolgestrom von der YN-Seite eliminiert wird, ergibt sich der Primärseitenstrom wie folgt:

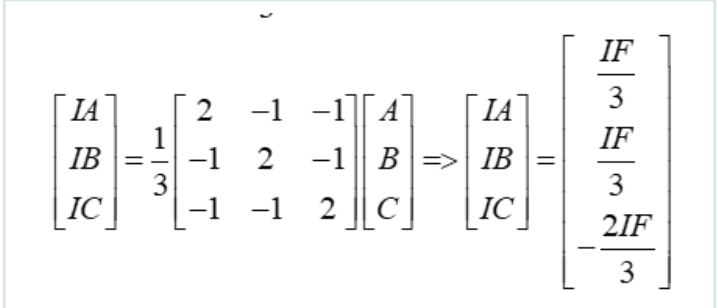


$$IA = IA - \frac{IA + IB + IC}{3}$$

$$IB = IB - \frac{IA + IB + IC}{3}$$

$$IC = IC - \frac{IA + IB + IC}{3}$$

Abbildung 12



$$\begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} A \\ B \\ C \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{IF}{3} \\ \frac{IF}{3} \\ -\frac{2IF}{3} \end{bmatrix}$$

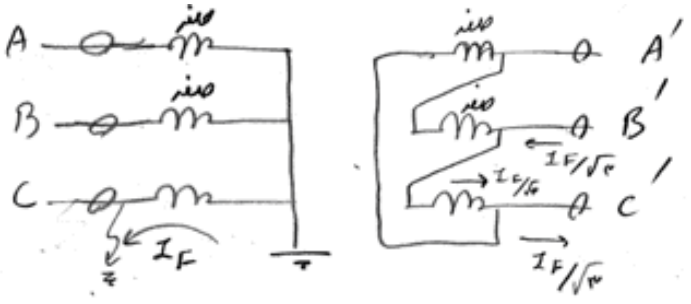
Abbildung 13

Mit den vorgenommenen Änderungen ergeben sich die Differenzialströme wie gezeigt und bleiben stabil:

$$\begin{bmatrix} Diff(A) \\ Diff(B) \\ Diff(C) \end{bmatrix} = \left| \begin{bmatrix} \frac{IF}{3} \\ \frac{IF}{3} \\ \frac{-2IF}{3} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{IF}{3} \\ -\frac{IF}{3} \\ \frac{2IF}{3} \end{bmatrix} \right| = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Abbildung 14

Wenn sich der Fehler innerhalb der Schutzzone befindet, beträgt der von den Stromwandlern (CTs) auf der YN-Seite gemessene Strom null:



$$\begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = \frac{1}{3}\begin{bmatrix} 2 & -1 & -1 \\ -1 & 2 & -1 \\ -1 & -1 & 2 \end{bmatrix}\begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \Rightarrow \begin{bmatrix} IA \\ IB \\ IC \end{bmatrix} = [0]$$

Abbildung 15

Daher ergibt sich bei einem Erdfehler innerhalb der Schutzzone der Differenzialstrom wie unten dargestellt, und das Relais löst aus..

$$\begin{bmatrix} Diff(A) \\ Diff(B) \\ Diff(C) \end{bmatrix} = \left| \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} -\frac{IF}{3} \\ -\frac{IF}{3} \\ \frac{2IF}{3} \end{bmatrix} \right| = \begin{bmatrix} \frac{IF}{3} \\ \frac{IF}{3} \\ \frac{2IF}{3} \end{bmatrix}$$

Abbildung 16

[jg1]ZERO_SEQUENCE_ELIMINATION