

Die Dreieckschaltung

Die Dreieckschaltung bei symmetrischer und unsymmetrischer Belastung

Raphael Dienert

Gewerbliche und Hauswirtschaftlich-Sozialpflegerische Schulen
Emmendingen

5. Oktober 2016

Inhalt

Wiederholung: Knoten- und Maschenregel

Dreiphasenwechselstrom

Ströme und Spannungen bei der Dreieckschaltung

Zur Erinnerung: Maschenregel

- Eine Masche ist ein *geschlossener* Weg innerhalb einer beliebigen Schaltung.
- Definition der Maschenregel:

Geht man in einer Masche einmal komplett im Kreis herum, ist die Summe aller Spannungen **Null!**

- Beim Aufsummieren der Spannungen muss man die Pfeilrichtungen beachten: Spannungspfeile, die gegen die Laufrichtung zeigen werden negativ gezählt.

Zur Erinnerung: Maschenregel

- Eine Masche ist ein *geschlossener* Weg innerhalb einer beliebigen Schaltung.
- Definition der Maschenregel:

Geht man in einer Masche einmal komplett im Kreis herum, ist die Summe aller Spannungen **Null!**

- Beim Aufsummieren der Spannungen muss man die Pfeilrichtungen beachten: Spannungspfeile, die gegen die Laufrichtung zeigen werden negativ gezählt.

Zur Erinnerung: Maschenregel

- Eine Masche ist ein *geschlossener* Weg innerhalb einer beliebigen Schaltung.
- Definition der Maschenregel:

Geht man in einer Masche einmal komplett im Kreis herum, ist die Summe aller Spannungen **Null!**

- Beim Aufsummieren der Spannungen muss man die Pfeilrichtungen beachten: Spannungspfeile, die gegen die Laufrichtung zeigen werden negativ gezählt.

Zur Erinnerung: Maschenregel

- Eine Masche ist ein *geschlossener* Weg innerhalb einer beliebigen Schaltung.
- Definition der Maschenregel:

Geht man in einer Masche einmal komplett im Kreis herum, ist die Summe aller Spannungen **Null!**

- Beim Aufsummieren der Spannungen muss man die Pfeilrichtungen beachten: Spannungspfeile, die gegen die Laufrichtung zeigen werden negativ gezählt.

Beispiel Maschenregel

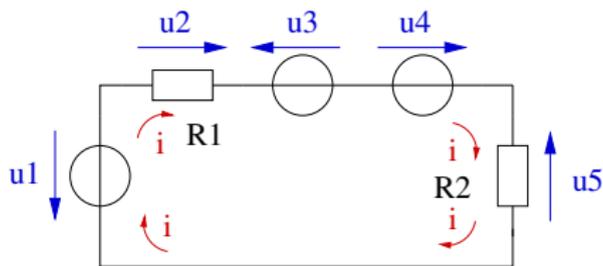


Abbildung: Beispiel zur Maschenregel

$$-u_1 + u_2 - u_3 + u_4 - u_5 = 0$$

Beispiel Maschenregel

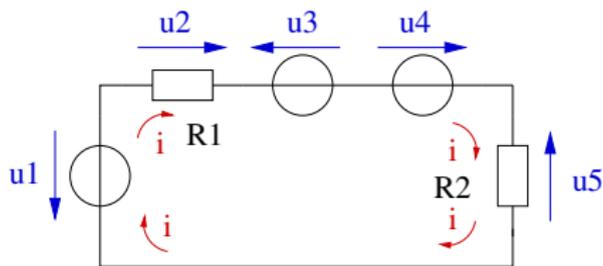


Abbildung: Beispiel zur Maschenregel

$$-u_1 + u_2 - u_3 + u_4 - u_5 = 0$$

Zur Erinnerung: Knotenregel

- Ein Knoten ist ein Punkt, an dem mehrere elektrische Leiter miteinander verbunden sind.
- Definition der Knotenregel:

Die Summe aller Ströme, die auf einen Knoten zufließen ist genauso gross wie die Summe aller Ströme, die von diesem Knoten wegfließen!

- Die Knotenregel ist ein Spezialfall des *Ladungserhaltungssatzes*.
- Im Knoten geht keine Ladung verloren: soviel Elektronen wie hineinfließen, fließen auch wieder hinaus.

Zur Erinnerung: Knotenregel

- Ein Knoten ist ein Punkt, an dem mehrere elektrische Leiter miteinander verbunden sind.
- Definition der Knotenregel:

Die Summe aller Ströme, die auf einen Knoten zufließen ist genauso gross wie die Summe aller Ströme, die von diesem Knoten wegfließen!

- Die Knotenregel ist ein Spezialfall des *Ladungserhaltungssatzes*.
- Im Knoten geht keine Ladung verloren: soviel Elektronen wie hineinfließen, fließen auch wieder hinaus.

Zur Erinnerung: Knotenregel

- Ein Knoten ist ein Punkt, an dem mehrere elektrische Leiter miteinander verbunden sind.
- Definition der Knotenregel:

Die Summe aller Ströme, die auf einen Knoten zufließen ist genauso gross wie die Summe aller Ströme, die von diesem Knoten wegfließen!

- Die Knotenregel ist ein Spezialfall des *Ladungserhaltungssatzes*.
- Im Knoten geht keine Ladung verloren: soviel Elektronen wie hineinfließen, fließen auch wieder hinaus.

Zur Erinnerung: Knotenregel

- Ein Knoten ist ein Punkt, an dem mehrere elektrische Leiter miteinander verbunden sind.
- Definition der Knotenregel:

Die Summe aller Ströme, die auf einen Knoten zufließen ist genauso gross wie die Summe aller Ströme, die von diesem Knoten wegfließen!

- Die Knotenregel ist ein Spezialfall des *Ladungserhaltungssatzes*.
- Im Knoten geht keine Ladung verloren: soviel Elektronen wie hineinfließen, fließen auch wieder hinaus.

Zur Erinnerung: Knotenregel

- Ein Knoten ist ein Punkt, an dem mehrere elektrische Leiter miteinander verbunden sind.
- Definition der Knotenregel:

Die Summe aller Ströme, die auf einen Knoten zufließen ist genauso gross wie die Summe aller Ströme, die von diesem Knoten wegfließen!

- Die Knotenregel ist ein Spezialfall des *Ladungserhaltungssatzes*.
- Im Knoten geht keine Ladung verloren: soviel Elektronen wie hineinfließen, fließen auch wieder hinaus.

Beispiel Knotenregel

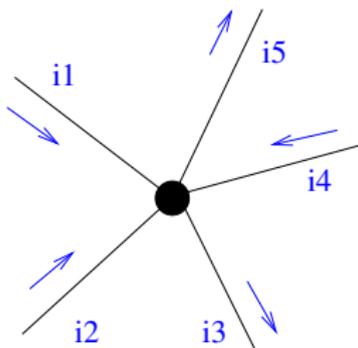


Abbildung: Beispiel zur Knotenregel

$$i_1 + i_2 + i_4 = i_3 + i_5$$

Beispiel Knotenregel

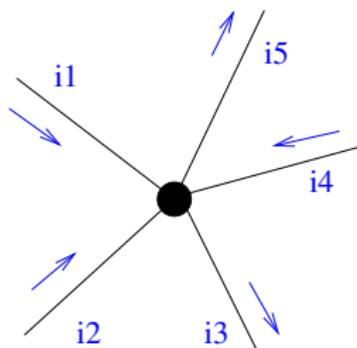


Abbildung: Beispiel zur Knotenregel

$$i_1 + i_2 + i_4 = i_3 + i_5$$

Inhalt

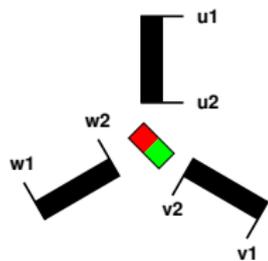
Wiederholung: Knoten- und Maschenregel

Dreiphasenwechselstrom

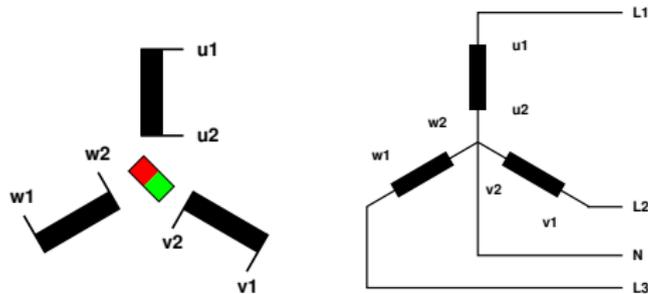
Ströme und Spannungen bei der Dreieckschaltung

Erzeugung von Dreiphasenwechselstrom mit einer Synchronmaschine

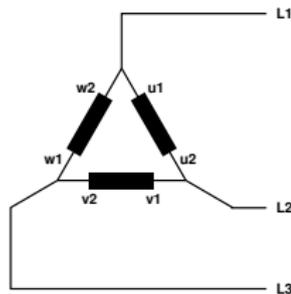
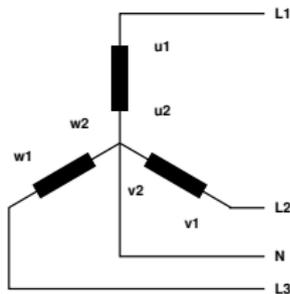
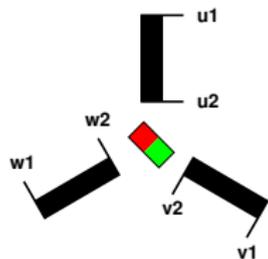
Erzeugung von Dreiphasenwechselstrom mit einer Synchronmaschine



Erzeugung von Dreiphasenwechselstrom mit einer Synchronmaschine



Erzeugung von Dreiphasenwechselstrom mit einer Synchronmaschine



Inhalt

Wiederholung: Knoten- und Maschenregel

Dreiphasenwechselstrom

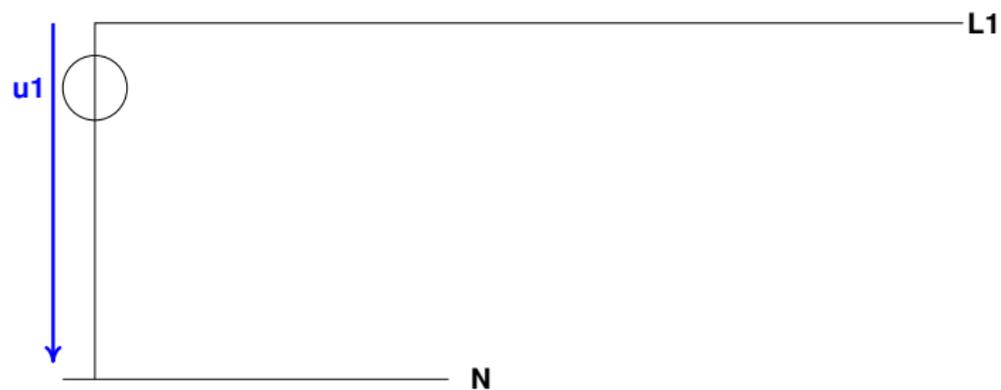
Ströme und Spannungen bei der Dreieckschaltung

Schaltbild

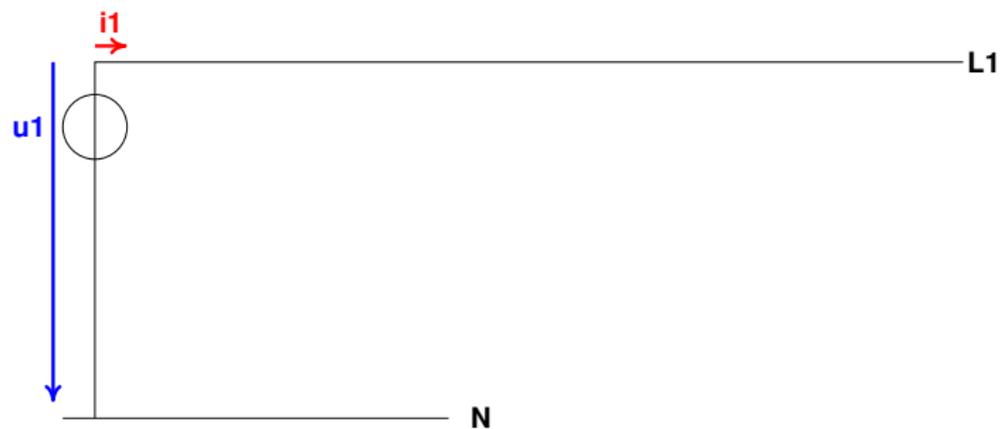
Schaltbild

_____ **N**

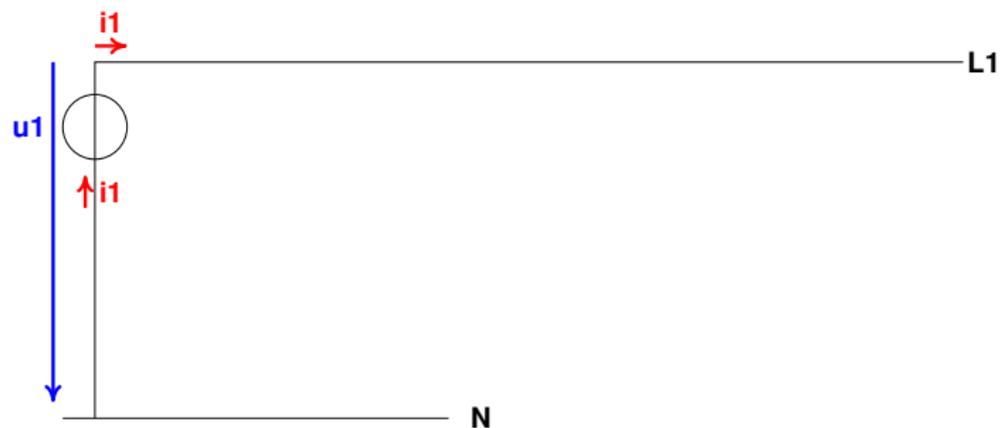
Schaltbild



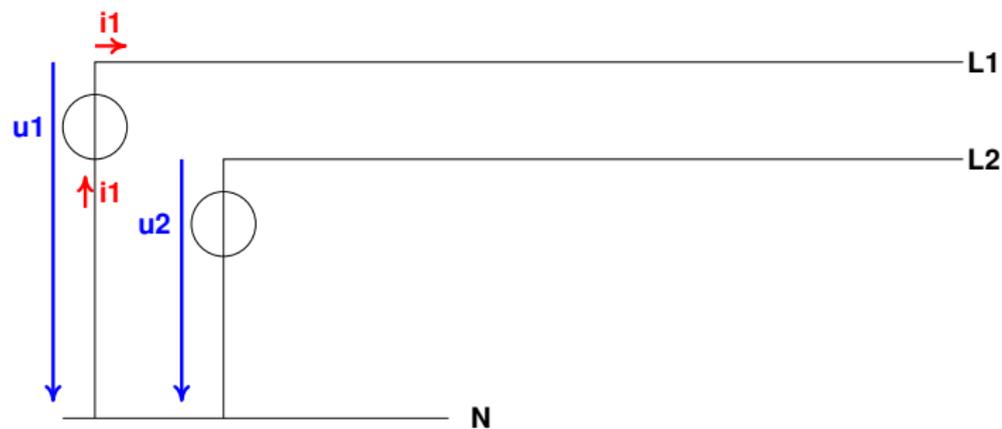
Schaltbild



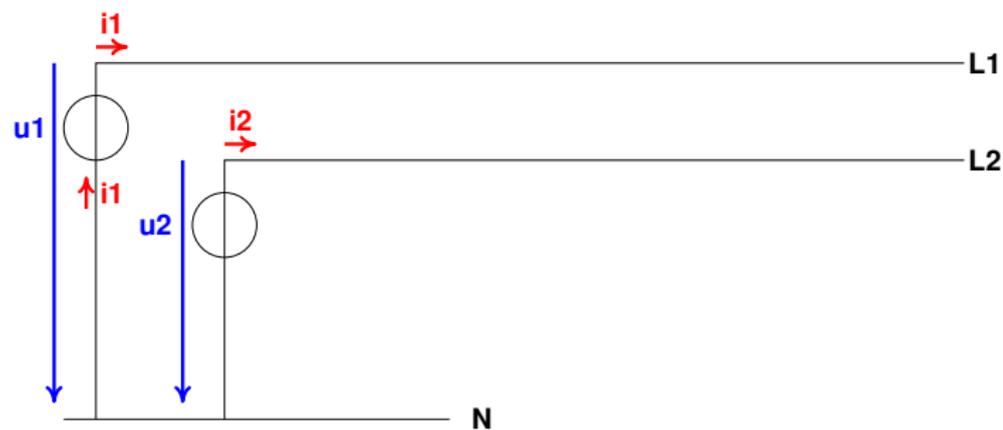
Schaltbild



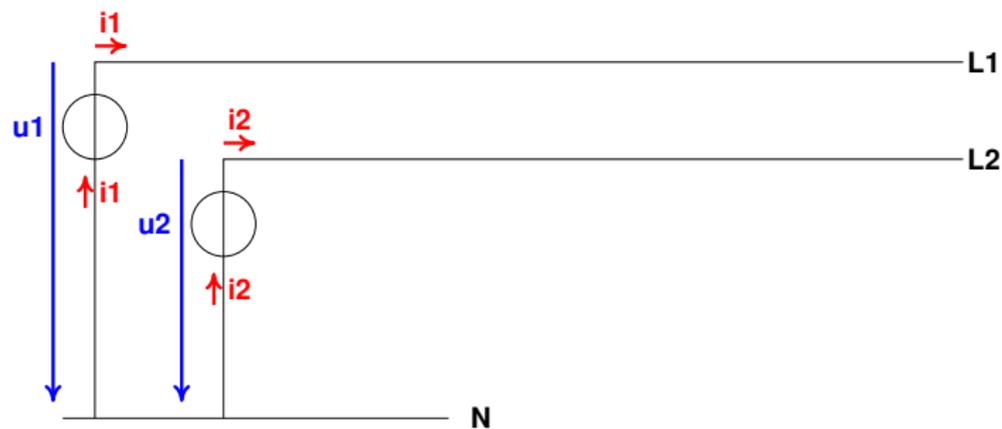
Schaltbild



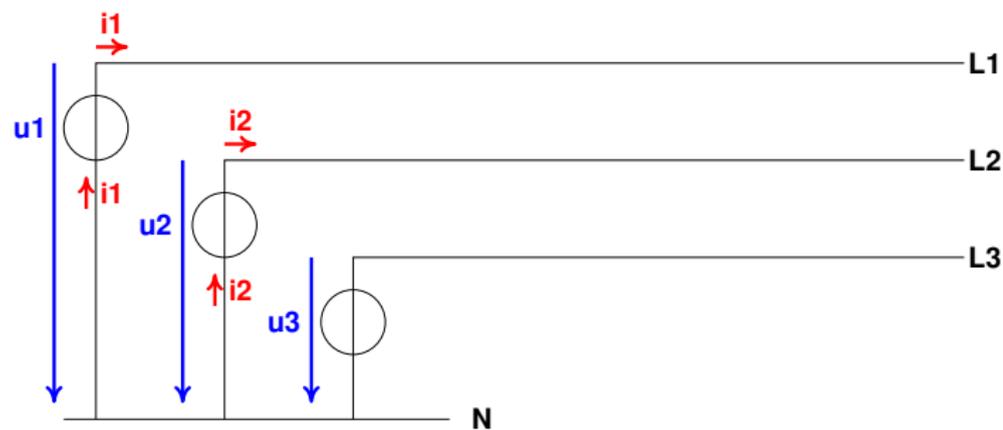
Schaltbild



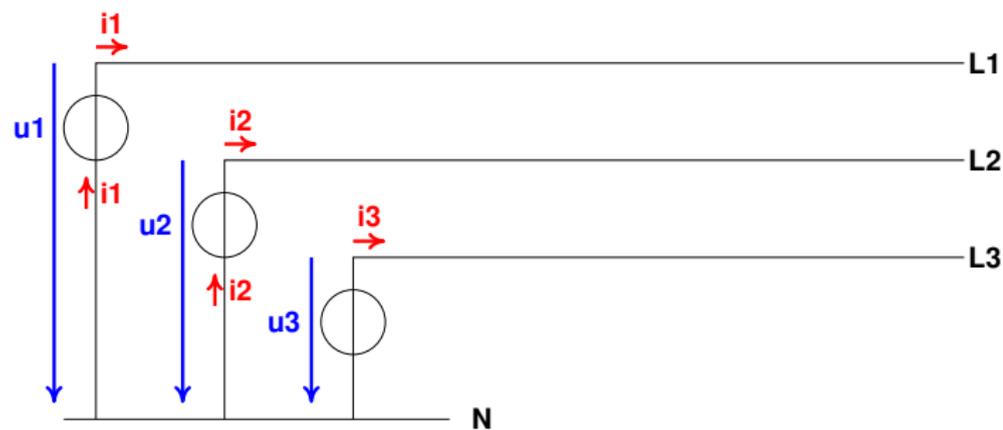
Schaltbild



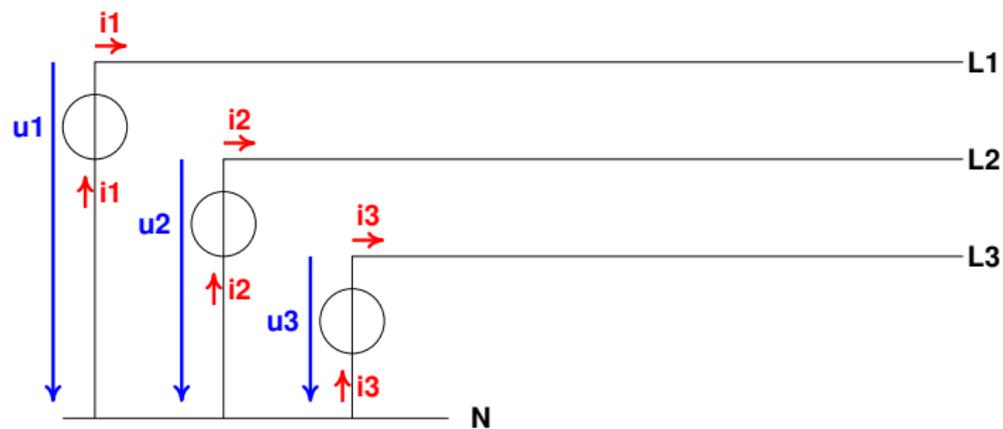
Schaltbild



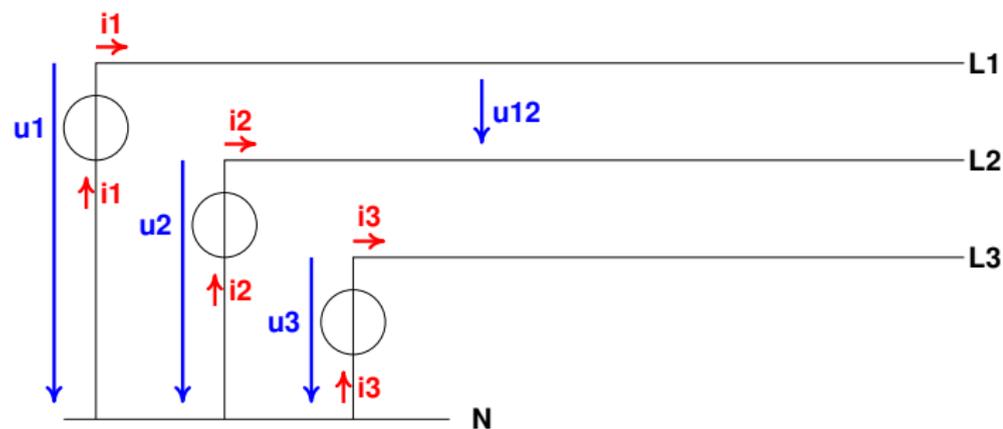
Schaltbild



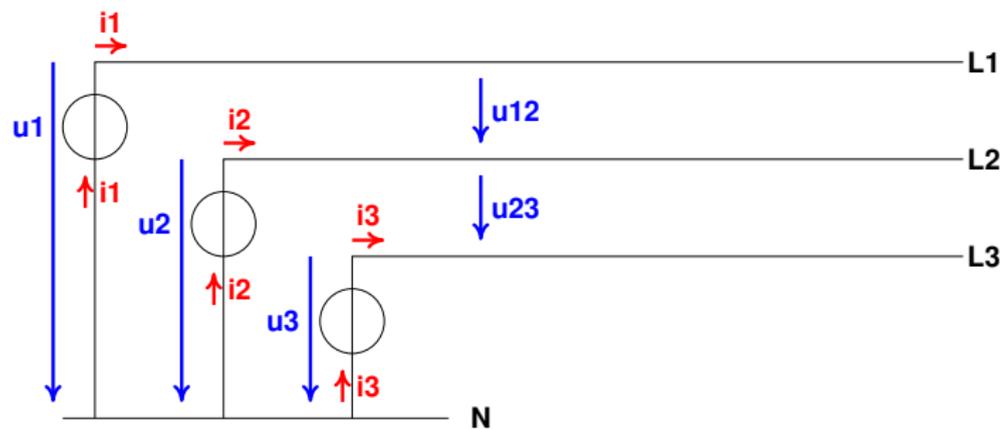
Schaltbild



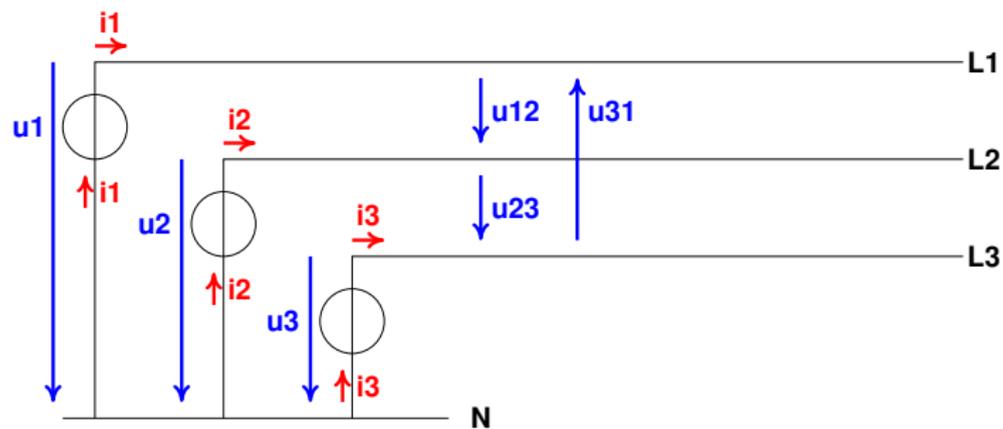
Schaltbild



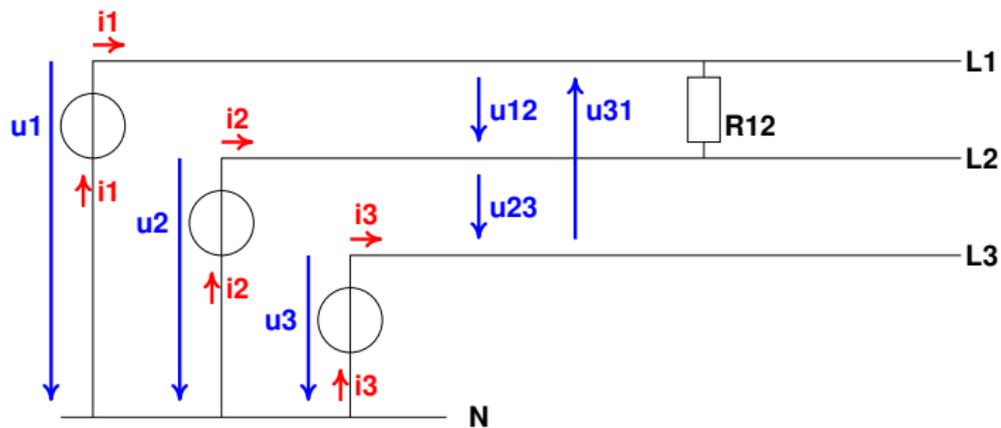
Schaltbild



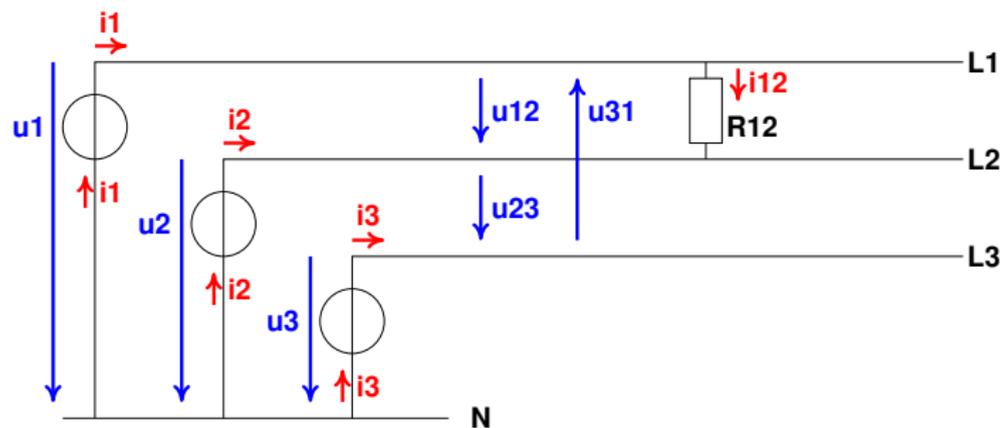
Schaltbild



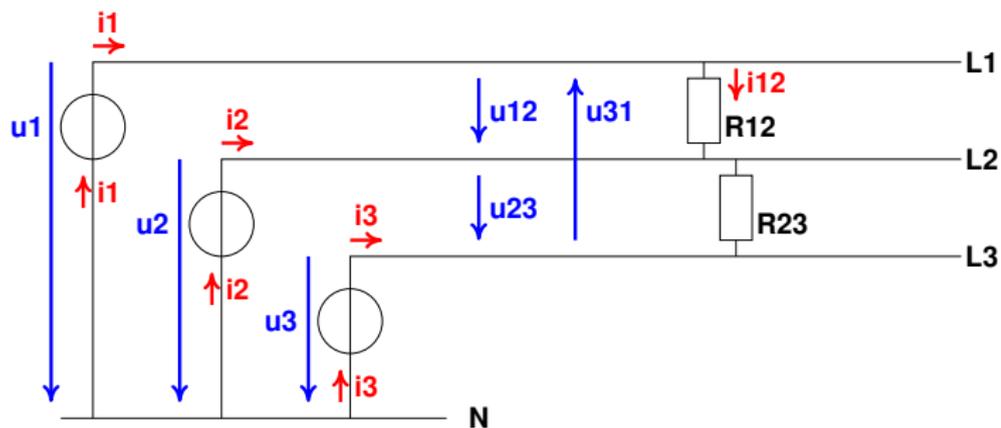
Schaltbild



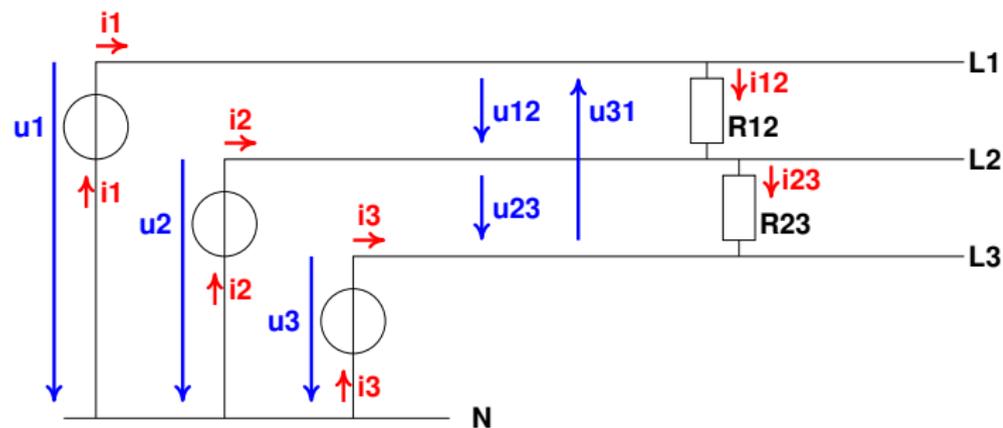
Schaltbild



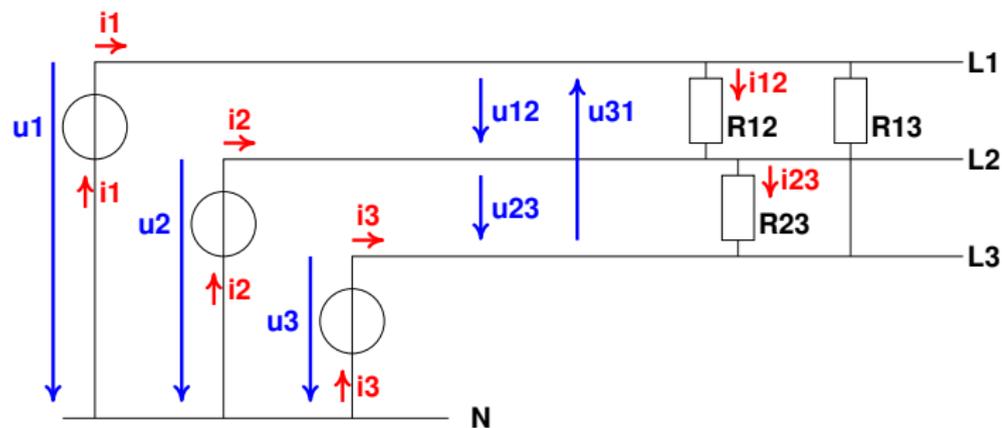
Schaltbild



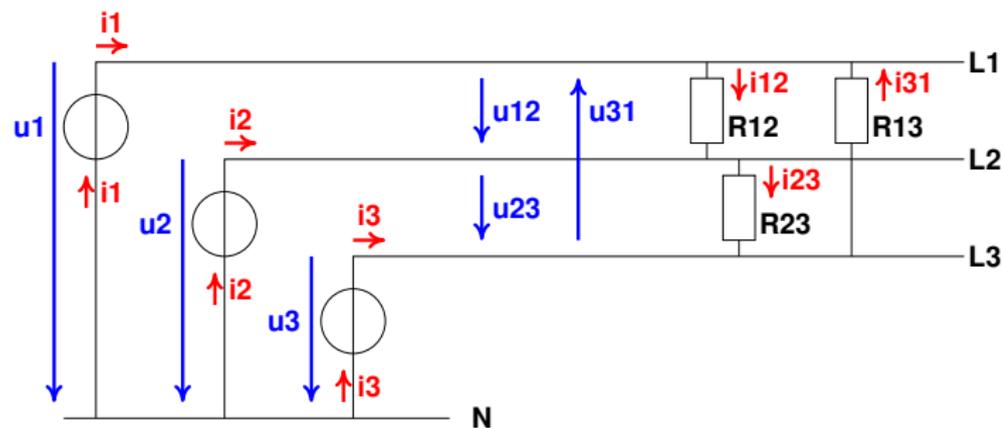
Schaltbild



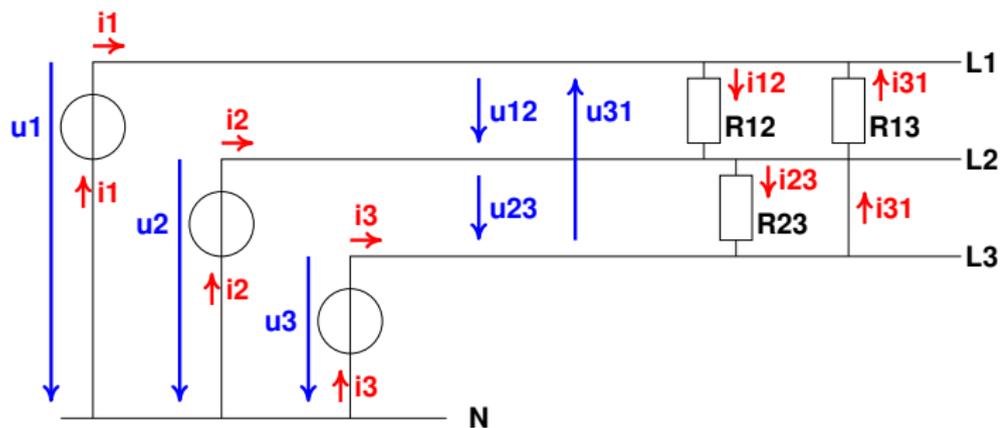
Schaltbild



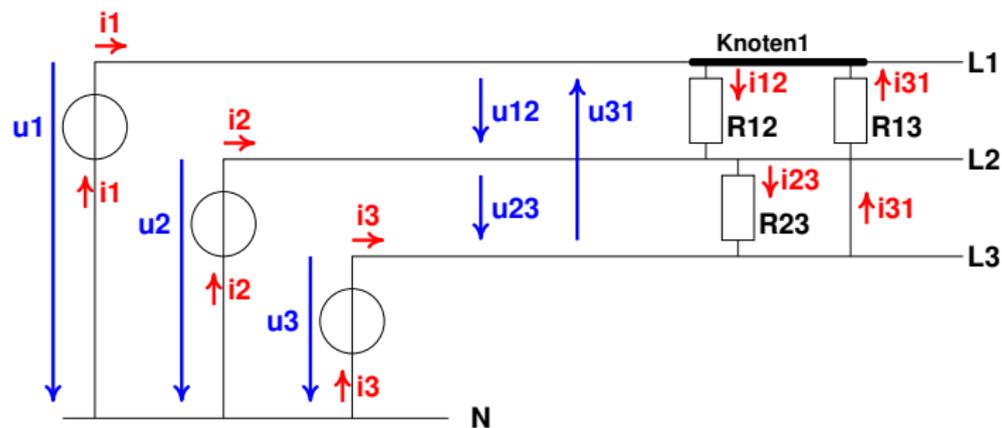
Schaltbild



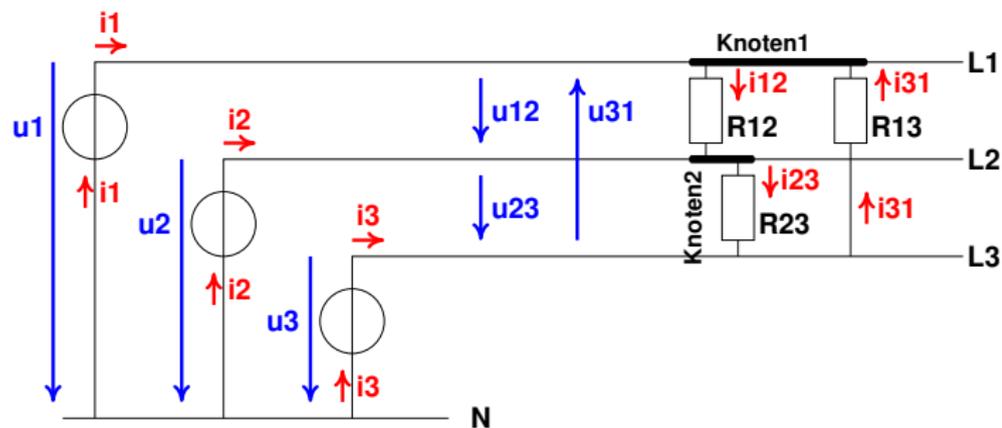
Schaltbild



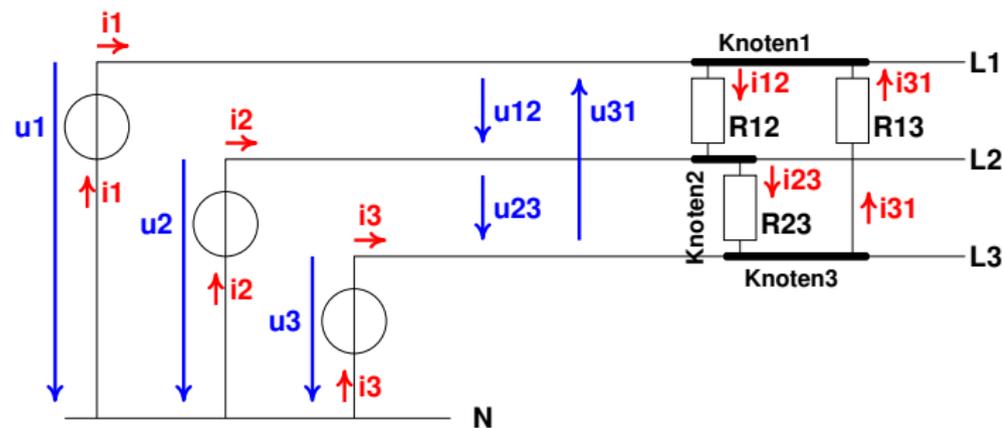
Schaltbild



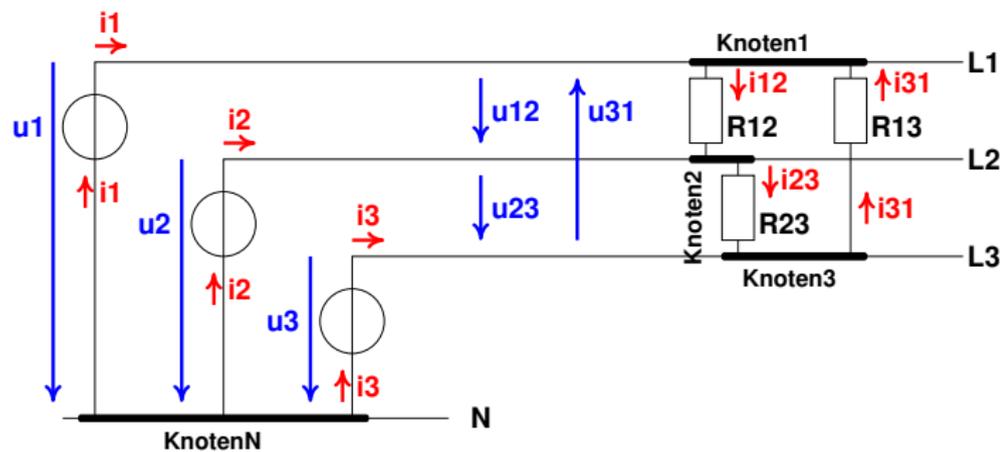
Schaltbild



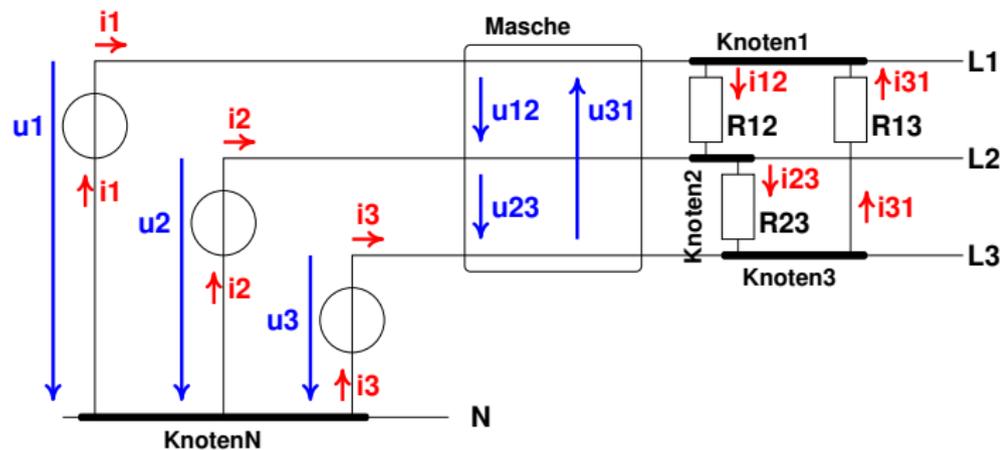
Schaltbild



Schaltbild



Schaltbild



Maschenregeln aufstellen

- Stelle die Maschenregel für die Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} auf.
- Zeiche das Zeigerdiagramm auf zwei Arten: als gleichseitiges Dreieck und als Stern.
- Zeichne in das sternförmige Zeigerdiagramm die Ströme i_{12} , i_{23} und i_{31} ein. Dabei soll gelten: $U_1 = U_2 = U_3 = 230V_{\text{eff}}$, $R_{12} = 563\Omega$, $R_{13} = 751\Omega$, $R_{23} = 1123\Omega$
- Hinweis: wie gross ist der Effektivwert der Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{13} ? Wie gross wird der Scheitelwert der Strangspannungen?

Maschenregeln aufstellen

- Stelle die Maschenregel für die Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} auf.
- Zeichne das Zeigerdiagramm auf zwei Arten: als gleichseitiges Dreieck und als Stern.
- Zeichne in das sternförmige Zeigerdiagramm die Ströme i_{12} , i_{23} und i_{31} ein. Dabei soll gelten: $U_1 = U_2 = U_3 = 230V_{\text{eff}}$, $R_{12} = 563\Omega$, $R_{13} = 751\Omega$, $R_{23} = 1123\Omega$
- Hinweis: wie gross ist der Effektivwert der Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{13} ? Wie gross wird der Scheitelwert der Strangspannungen?

Maschenregeln aufstellen

- Stelle die Maschenregel für die Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} auf.
- Zeiche das Zeigerdiagramm auf zwei Arten: als gleichseitiges Dreieck und als Stern.
- Zeichne in das sternförmige Zeigerdiagramm die Ströme i_{12} , i_{23} und i_{31} ein. Dabei soll gelten: $U_1 = U_2 = U_3 = 230V_{\text{eff}}$, $R_{12} = 563\Omega$, $R_{13} = 751\Omega$, $R_{23} = 1123\Omega$
- Hinweis: wie gross ist der Effektivwert der Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{13} ? Wie gross wird der Scheitelwert der Strangspannungen?

Maschenregeln aufstellen

- Stelle die Maschenregel für die Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} auf.
- Zeich das Zeigerdiagramm auf zwei Arten: als gleichseitiges Dreieck und als Stern.
- Zeichne in das sternförmige Zeigerdiagramm die Ströme i_{12} , i_{23} und i_{31} ein. Dabei soll gelten: $U_1 = U_2 = U_3 = 230V_{\text{eff}}$, $R_{12} = 563\Omega$, $R_{13} = 751\Omega$, $R_{23} = 1123\Omega$
- Hinweis: wie gross ist der Effektivwert der Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{13} ? Wie gross wird der Scheitelwert der Strangspannungen?

Maschenregeln aufstellen

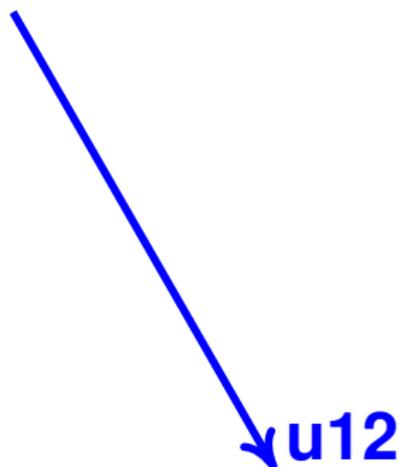
- Stelle die Maschenregel für die Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{31} auf.
- Zeich das Zeigerdiagramm auf zwei Arten: als gleichseitiges Dreieck und als Stern.
- Zeichne in das sternförmige Zeigerdiagramm die Ströme i_{12} , i_{23} und i_{31} ein. Dabei soll gelten: $U_1 = U_2 = U_3 = 230V_{\text{eff}}$, $R_{12} = 563\Omega$, $R_{13} = 751\Omega$, $R_{23} = 1123\Omega$
- Hinweis: wie gross ist der Effektivwert der Strangspannungen U_{12} , U_{23} und U_{13} ? Wie gross wird der Scheitelwert der Strangspannungen?

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Die Anwendung der Maschenregel ergibt ein gleichseitiges, geschlossenes *Dreieck*:

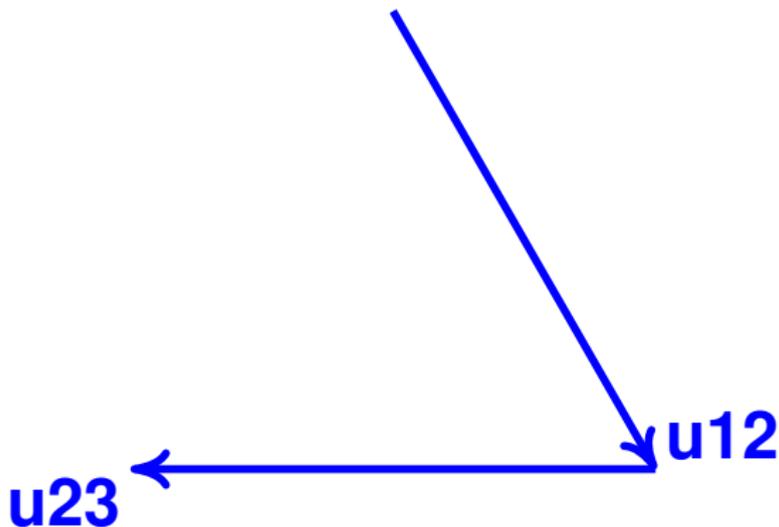
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Die Anwendung der Maschenregel ergibt ein gleichseitiges, geschlossenes *Dreieck*:



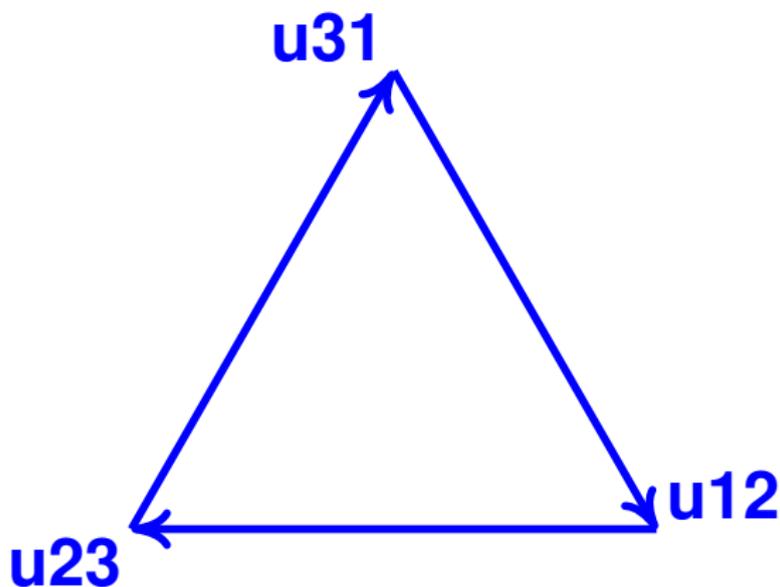
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Die Anwendung der Maschenregel ergibt ein gleichseitiges, geschlossenes *Dreieck*:



Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Die Anwendung der Maschenregel ergibt ein gleichseitiges, geschlossenes *Dreieck*:



Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen

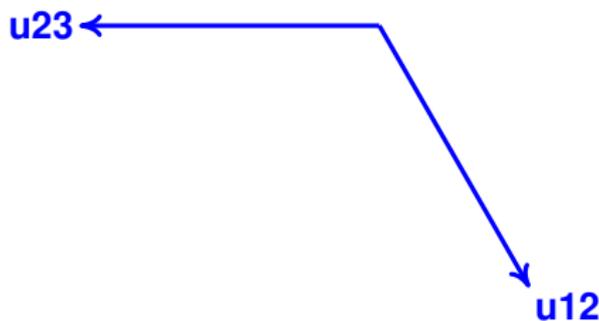
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen



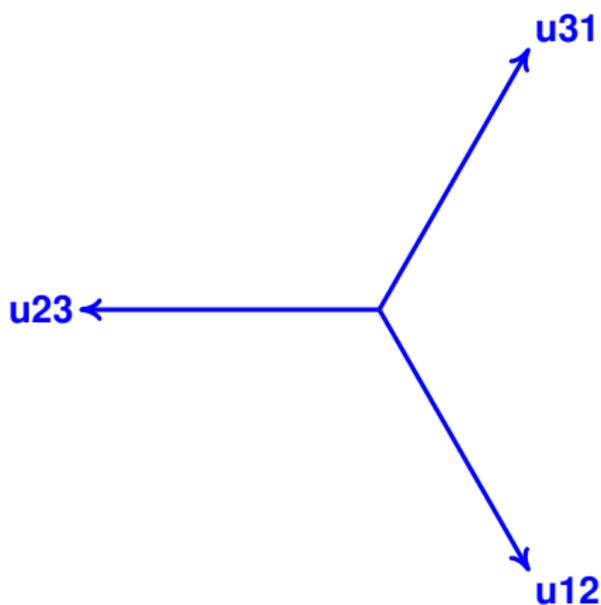
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen



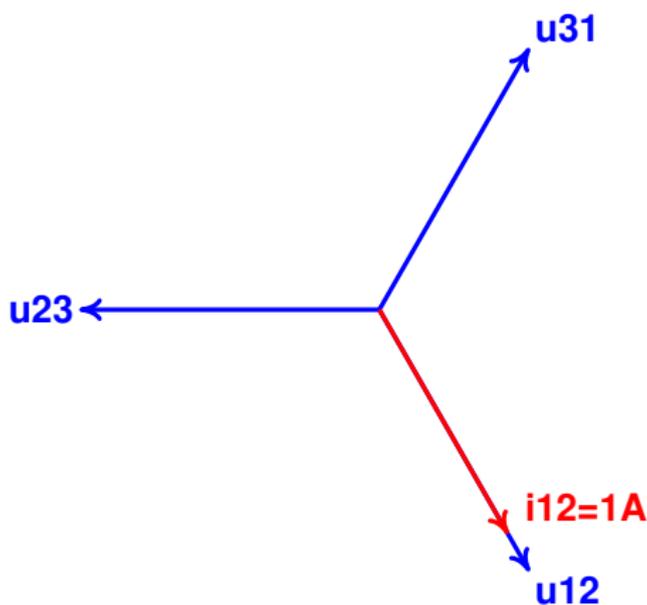
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen



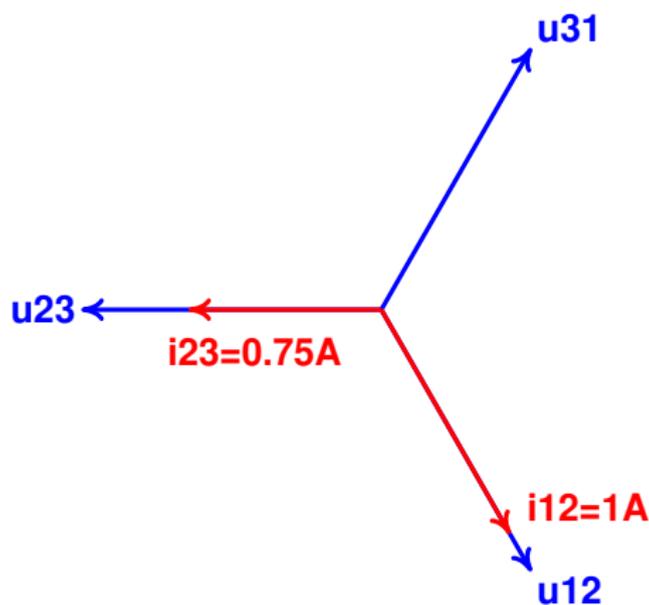
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen



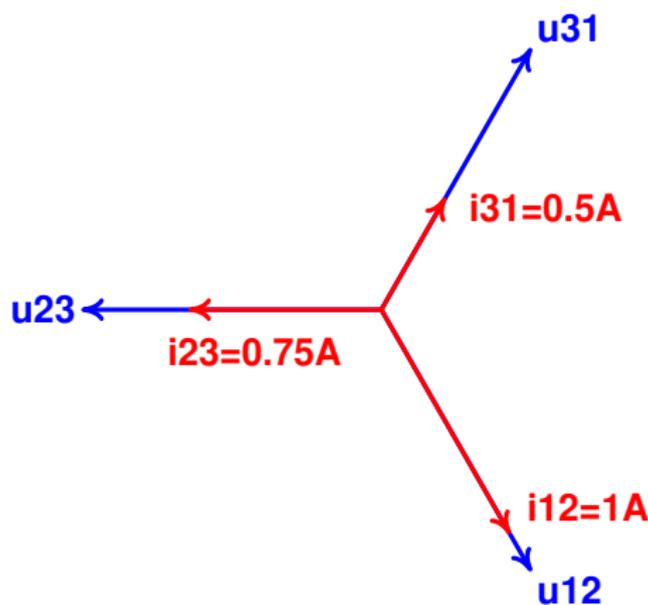
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen



Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Durch *Verschieben* der Zeiger erhält man einen Stern
- Da wir ohmsche Lastwiderstände haben, sind die Ströme *in Phase* mit den Spannungen



Knotenregeln aufstellen

- Stelle die Knotenregeln für die Knoten *Knoten1*, *Knoten2* und *Knoten3* auf.
- Leite aus den Knotenregeln Gleichungen für i_1 , i_2 und i_3 her.
- Zeichne die drei Ströme in das Zeigerdiagramm ein.
- Ist auch die Knotenregel für den Knoten *KnotenN* erfüllt?

Knotenregeln aufstellen

- Stelle die Knotenregeln für die Knoten *Knoten1*, *Knoten2* und *Knoten3* auf.
- Leite aus den Knotenregeln Gleichungen für i_1 , i_2 und i_3 her.
- Zeichne die drei Ströme in das Zeigerdiagramm ein.
- Ist auch die Knotenregel für den Knoten *KnotenN* erfüllt?

Knotenregeln aufstellen

- Stelle die Knotenregeln für die Knoten *Knoten1*, *Knoten2* und *Knoten3* auf.
- Leite aus den Knotenregeln Gleichungen für i_1 , i_2 und i_3 her.
- Zeichne die drei Ströme in das Zeigerdiagramm ein.
- Ist auch die Knotenregel für den Knoten *KnotenN* erfüllt?

Knotenregeln aufstellen

- Stelle die Knotenregeln für die Knoten *Knoten1*, *Knoten2* und *Knoten3* auf.
- Leite aus den Knotenregeln Gleichungen für i_1 , i_2 und i_3 her.
- Zeichne die drei Ströme in das Zeigerdiagramm ein.
- Ist auch die Knotenregel für den Knoten *KnotenN* erfüllt?

Knotenregeln aufstellen

- Stelle die Knotenregeln für die Knoten *Knoten1*, *Knoten2* und *Knoten3* auf.
- Leite aus den Knotenregeln Gleichungen für i_1 , i_2 und i_3 her.
- Zeichne die drei Ströme in das Zeigerdiagramm ein.
- Ist auch die Knotenregel für den Knoten *KnotenN* erfüllt?

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

- Maschenregel Knoten1: $i_1 + i_{31} - i_{12} = 0$

$$i_1 = i_{12} - i_{31}$$

- Maschenregel Knoten2: $i_2 - i_{23} + i_{12} = 0$

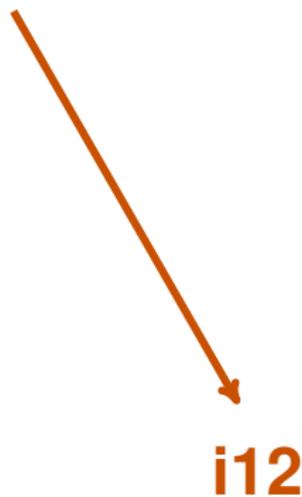
$$i_2 = i_{23} - i_{12}$$

- Maschenregel Knoten3: $i_3 + i_{23} - i_{31} = 0$

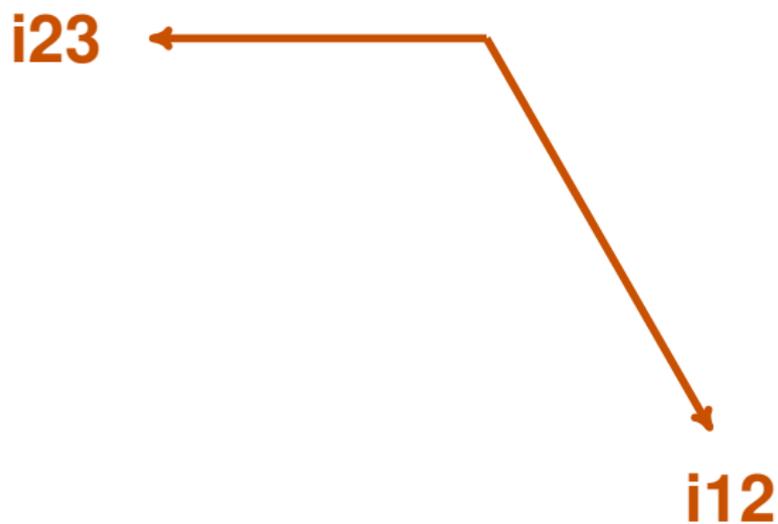
$$i_3 = i_{31} - i_{23}$$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

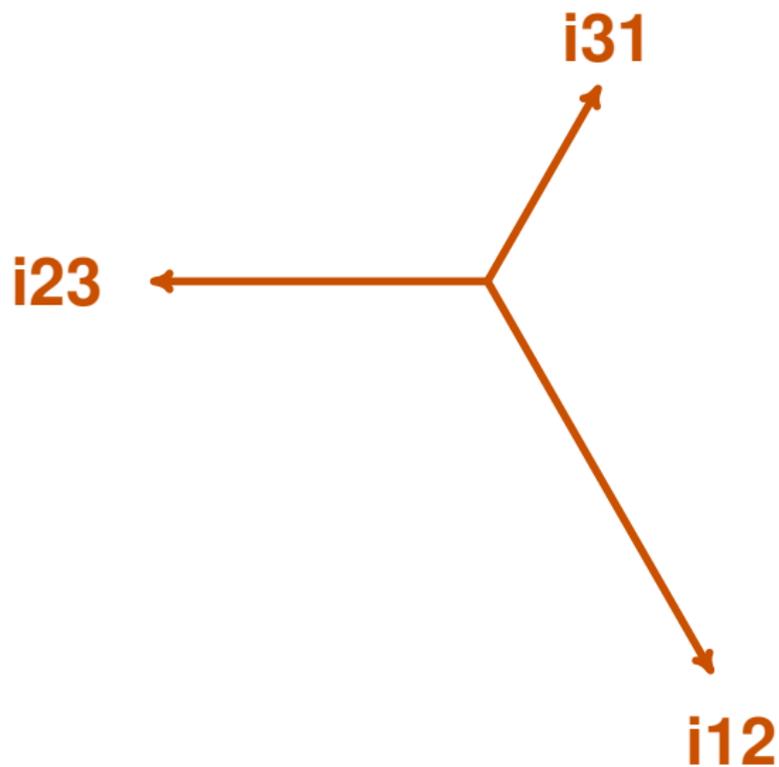
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm



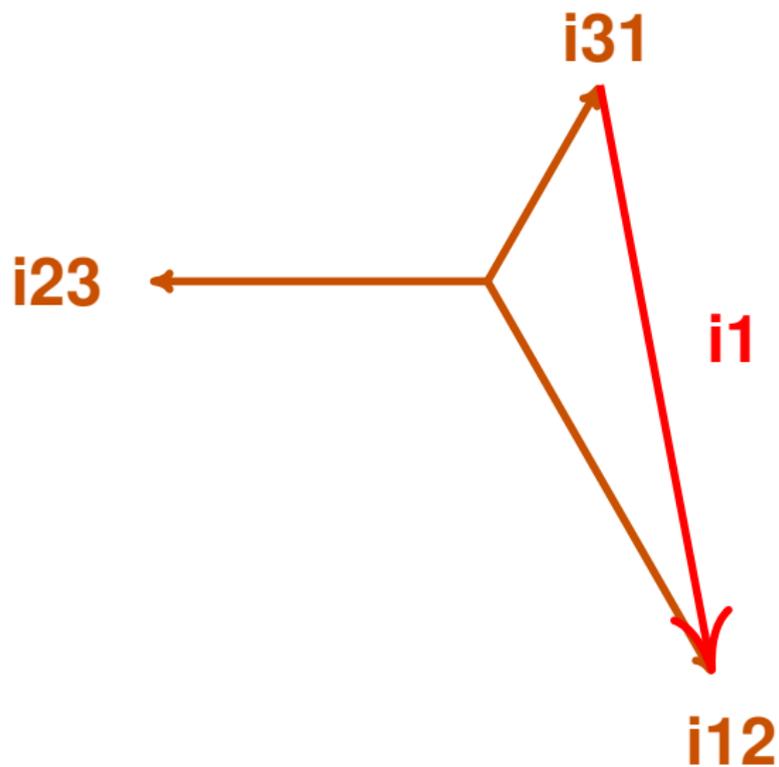
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm



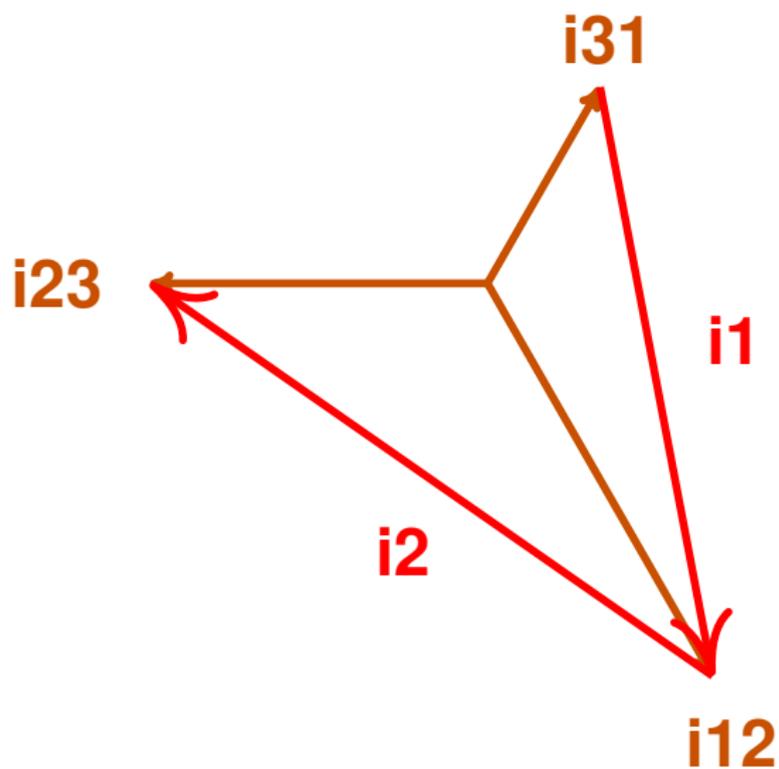
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm



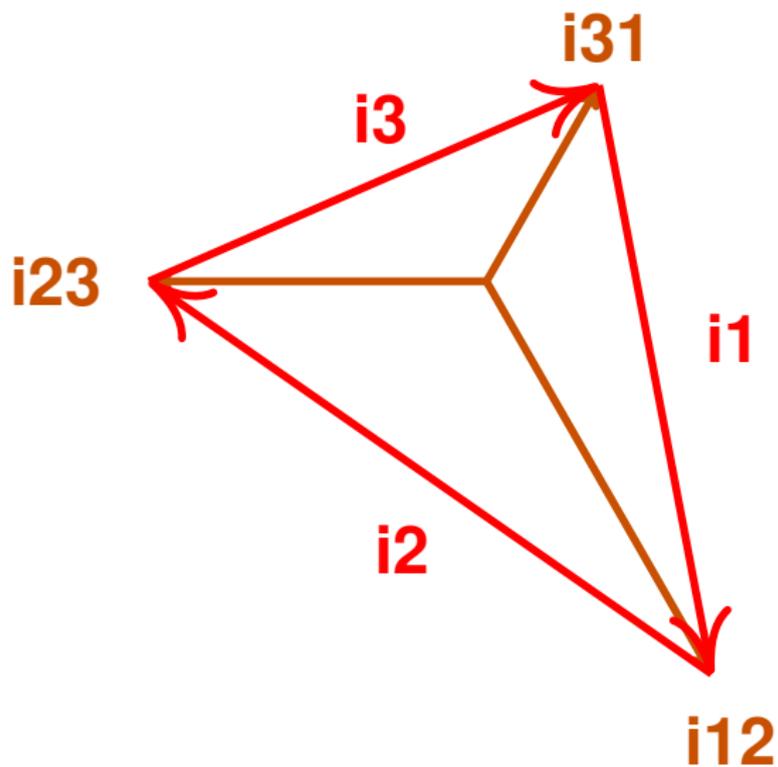
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm



Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm

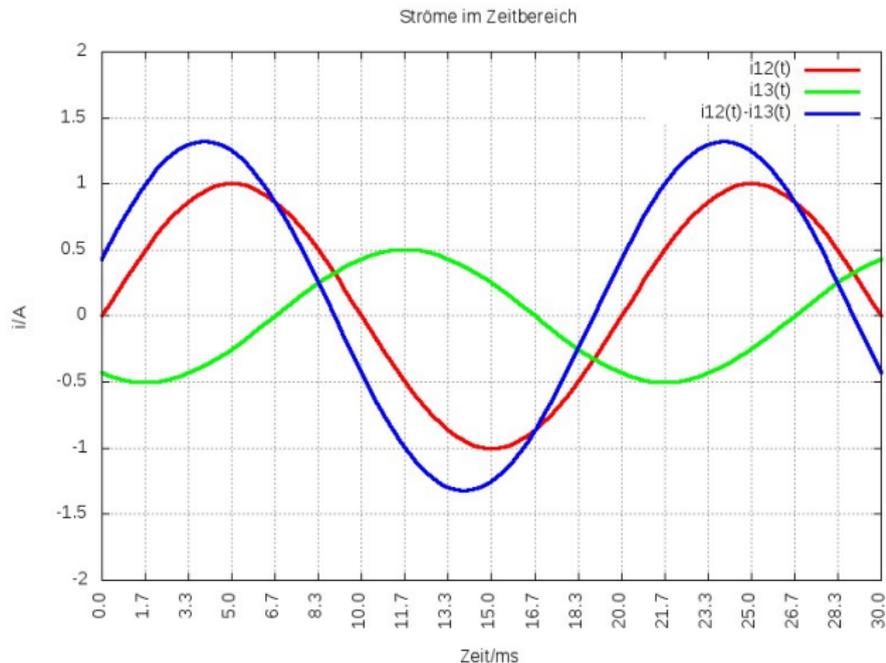


Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm



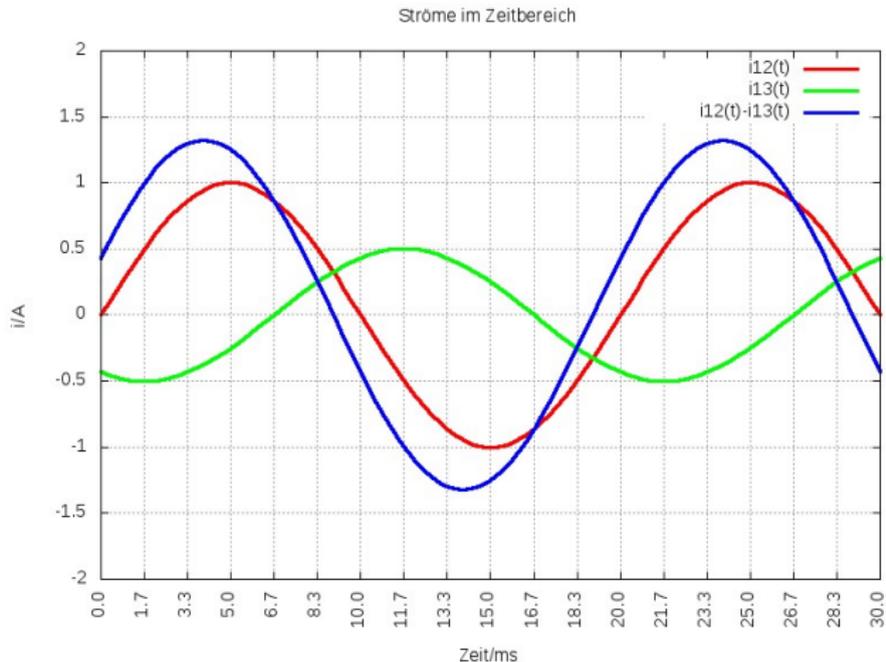
Phasenverschiebung des Leiterstroms

mit `gnuplot` erstelltes Schaubild der Ströme i_{12} , i_{13} und i_1 :



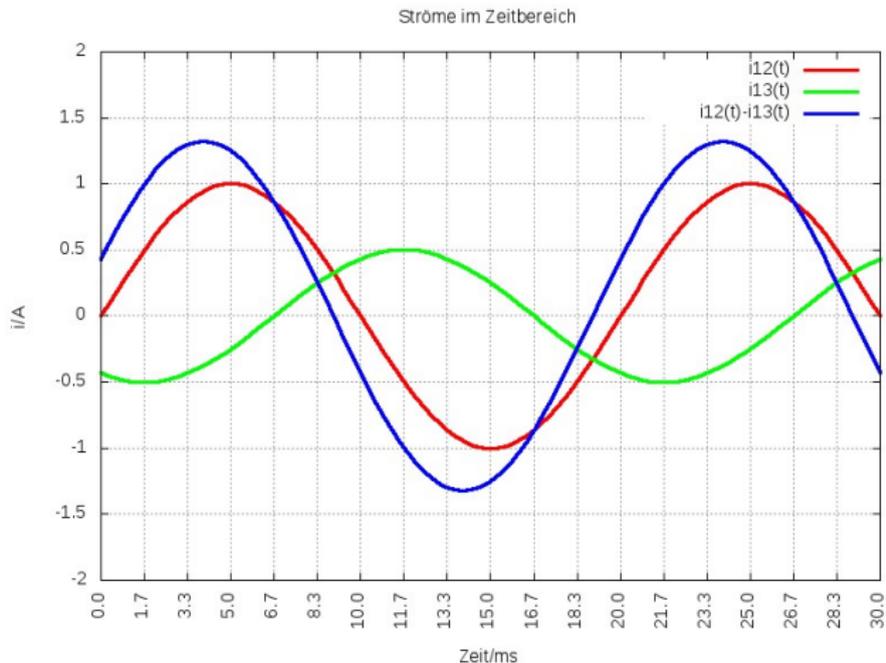
Phasenverschiebung des Leiterstroms

mit `gnuplot` erstelltes Schaubild der Ströme i_{12} , i_{13} und i_1 :



Phasenverschiebung des Leiterstroms

mit `gnuplot` erstelltes Schaubild der Ströme i_{12} , i_{13} und i_1 :



Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm bei symmetrischer Belastung

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm bei symmetrischer Belastung

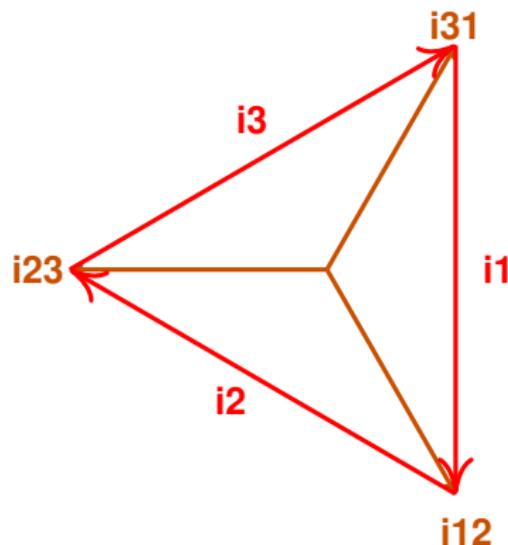
- Bei symmetrischer Belastung sind $i_1 = i_2 = i_3$

Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm bei symmetrischer Belastung

- Bei symmetrischer Belastung sind $i_1 = i_2 = i_3$
- die Strangströme bilden einen Winkel von 120° zueinander

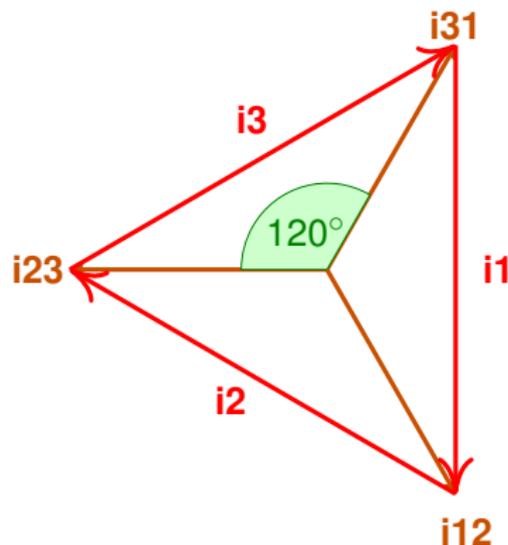
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm bei symmetrischer Belastung

- Bei symmetrischer Belastung sind $i_1 = i_2 = i_3$
- die Strangströme bilden einen Winkel von 120° zueinander
- die Phase zwischen zwei Leiterströmen beträgt ebenfalls 120°



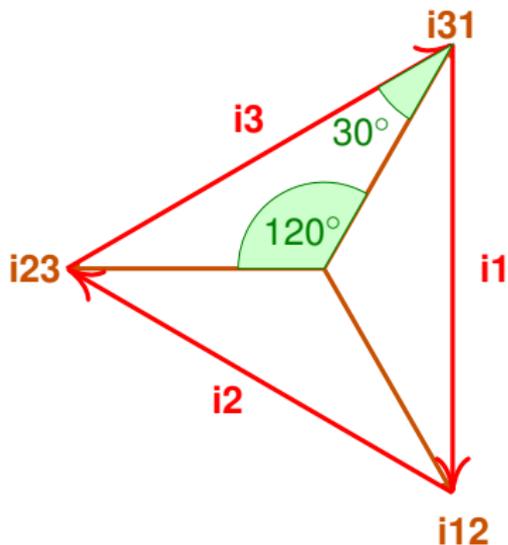
Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm bei symmetrischer Belastung

- Bei symmetrischer Belastung sind $i_1 = i_2 = i_3$
- die Strangströme bilden einen Winkel von 120° zueinander
- die Phase zwischen zwei Leiterströmen beträgt ebenfalls 120°



Ströme und Spannungen im Zeigerdiagramm bei symmetrischer Belastung

- Bei symmetrischer Belastung sind $i_1 = i_2 = i_3$
- die Strangströme bilden einen Winkel von 120° zueinander
- die Phase zwischen zwei Leiterströmen beträgt ebenfalls 120°



Leistung bei der Dreieckschaltung

Der Leiterstrom wird $\sqrt{3}$ mal so gross wie der Strangstrom

- Der Verbraucher wird bei Dreieckschaltung mit der Strangspannung betrieben.
- Die Strangspannung ist ebenfalls um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser als die Leiterspannung.
- Damit wird die Leistung bei der Dreieckschaltung um den Faktor $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$ grösser als bei der Sternschaltung.

Leistung bei der Dreieckschaltung

Der Leiterstrom wird $\sqrt{3}$ mal so gross wie der Strangstrom

- Der Verbraucher wird bei Dreieckschaltung mit der Strangspannung betrieben.
- Die Strangspannung ist ebenfalls um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser als die Leiterspannung.
- Damit wird die Leistung bei der Dreieckschaltung um den Faktor $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$ grösser als bei der Sternschaltung.

Leistung bei der Dreieckschaltung

Der Leiterstrom wird $\sqrt{3}$ mal so gross wie der Strangstrom

- Der Verbraucher wird bei Dreieckschaltung mit der Strangspannung betrieben.
- Die Strangspannung ist ebenfalls um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser als die Leiterspannung.
- Damit wird die Leistung bei der Dreieckschaltung um den Faktor $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$ grösser als bei der Sternschaltung.

Leistung bei der Dreieckschaltung

Der Leiterstrom wird $\sqrt{3}$ mal so gross wie der Strangstrom

- Der Verbraucher wird bei Dreieckschaltung mit der Strangspannung betrieben.
- Die Strangspannung ist ebenfalls um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser als die Leiterspannung.
- Damit wird die Leistung bei der Dreieckschaltung um den Faktor $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$ grösser als bei der Sternschaltung.

Leistung bei der Dreieckschaltung

Der Leiterstrom wird $\sqrt{3}$ mal so gross wie der Strangstrom

- Der Verbraucher wird bei Dreieckschaltung mit der Strangspannung betrieben.
- Die Strangspannung ist ebenfalls um den Faktor $\sqrt{3}$ grösser als die Leiterspannung.
- Damit wird die Leistung bei der Dreieckschaltung um den Faktor $\sqrt{3} \cdot \sqrt{3} = 3$ grösser als bei der Sternschaltung.

Stern- Dreieck-Anlauf von Drehstrommotoren

- Der Stern-Dreieck-Anlauf wird verwendet um die hohen Ströme beim Anlauf von Elektromotoren mit mehr als 3kW Leistung abzumildern.
- Der Motor wird in zwei Stufen angelassen.
- Stern-Dreieck-Anlaufschalter eines Gartenhäckslers:



Stern- Dreieck-Anlauf von Drehstrommotoren

- Der Stern-Dreieck-Anlauf wird verwendet um die hohen Ströme beim Anlauf von Elektromotoren mit mehr als 3kW Leistung abzumildern.
- Der Motor wird in zwei Stufen angelassen.
- Stern-Dreieck-Anlaufschalter eines Gartenhäckslers:



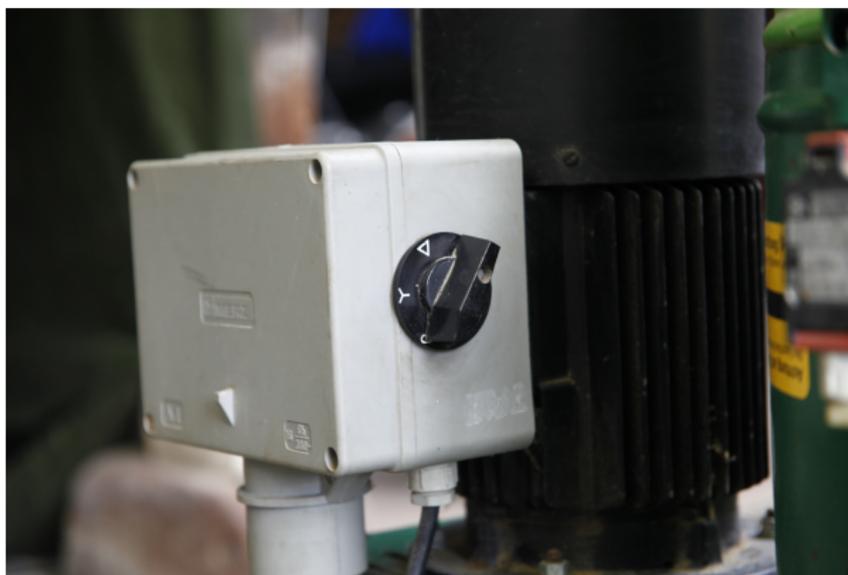
Stern- Dreieck-Anlauf von Drehstrommotoren

- Der Stern-Dreieck-Anlauf wird verwendet um die hohen Ströme beim Anlauf von Elektromotoren mit mehr als 3kW Leistung abzumildern.
- Der Motor wird in zwei Stufen angelassen.
- Stern-Dreieck-Anlaufschalter eines Gartenhäckslers:



Stern- Dreieck-Anlauf von Drehstrommotoren

- Der Stern-Dreieck-Anlauf wird verwendet um die hohen Ströme beim Anlauf von Elektromotoren mit mehr als 3kW Leistung abzumildern.
- Der Motor wird in zwei Stufen angelassen.
- Stern-Dreieck-Anlaufschalter eines Gartenhäckslers:



Ende der Präsentation

**Vielen Dank für's Zuhören
und Mitmachen!**