

Extras Drehstrom

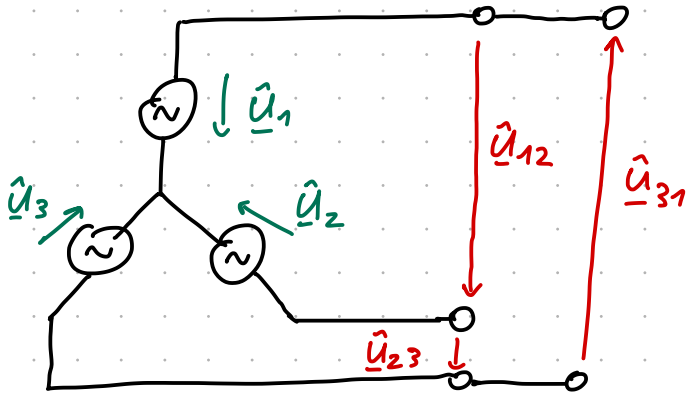
Marvin Steinkellner
n.ethz.ch/~msteinkel

Ich zeige euch hier alle 4 Fälle wie ihr die **Quellenspannungen umwandeln** könnt. Manchmal sind sie explizit gefragt aber oft **helfen** sie einfach **sehr** beim **Berechnen der Ströme und Scheinleistung**. Ihr müsst die nächsten 8 Seiten nicht auswendig lernen aber das Vorgehen solltet ihr **in der Lernphase praktisch im Schlaf können**. Dann kann euch die Drehstromaufgabe nicht mehr gross überraschen.

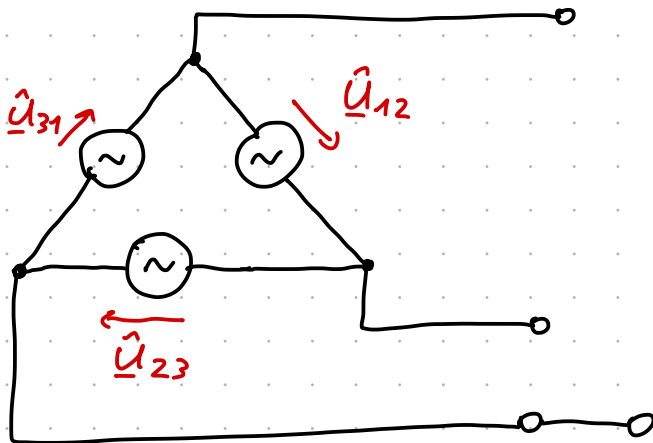
Siehe nächste Seite

1.1 Stern $\rightarrow$ Dreieck Fall 1

Gegeben: $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$

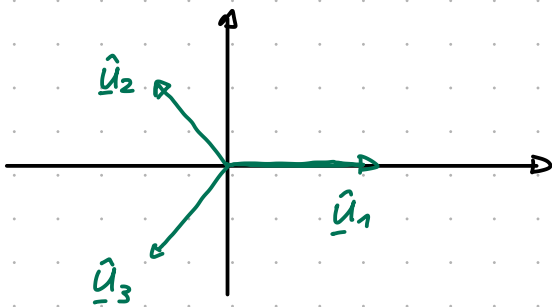


Wir wollen: $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$

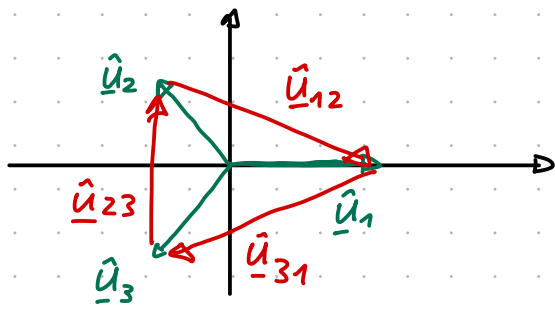


Vorgehen:

1.) Zeigerdiagramm von $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$

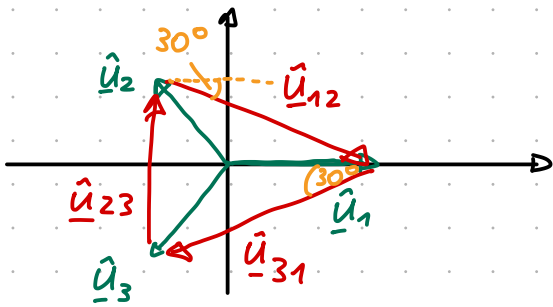


2. Zeichne $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$ mit Maschenregeln



$$\begin{aligned}\underline{\hat{u}}_{12} &= \underline{\hat{u}}_1 - \underline{\hat{u}}_2 \\ \underline{\hat{u}}_{23} &= \underline{\hat{u}}_2 - \underline{\hat{u}}_3 \\ \underline{\hat{u}}_{31} &= \underline{\hat{u}}_3 - \underline{\hat{u}}_1\end{aligned} \quad \left. \vphantom{\begin{aligned}\underline{\hat{u}}_{12} &= \underline{\hat{u}}_1 - \underline{\hat{u}}_2 \\ \underline{\hat{u}}_{23} &= \underline{\hat{u}}_2 - \underline{\hat{u}}_3 \\ \underline{\hat{u}}_{31} &= \underline{\hat{u}}_3 - \underline{\hat{u}}_1\end{aligned}} \right\} \text{(daher die Namen } \underline{\hat{u}}_{12}, \underline{\hat{u}}_{23}, \underline{\hat{u}}_{31} \text{)}$$

3. Zeichne 30° Winkel ein



4. $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$ aus dem Diagramm „ablesen“

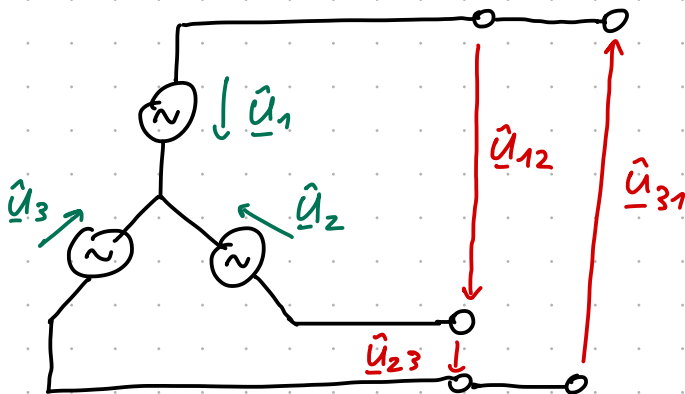
- Wir sehen die Zeiger $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$ sind länger
- $\underline{\hat{u}}_{12}$ hat Phase -30°
- $\underline{\hat{u}}_{23}$ hat Phase $+90^\circ$
- $\underline{\hat{u}}_{31}$ hat Phase $30^\circ + 180^\circ = 210^\circ$

$$\Rightarrow \begin{cases} \underline{\hat{u}}_{12} = \sqrt{3} \underline{\hat{u}} e^{-j30^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{23} = \sqrt{3} \underline{\hat{u}} e^{j90^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{31} = \sqrt{3} \underline{\hat{u}} e^{j210^\circ} \end{cases}$$

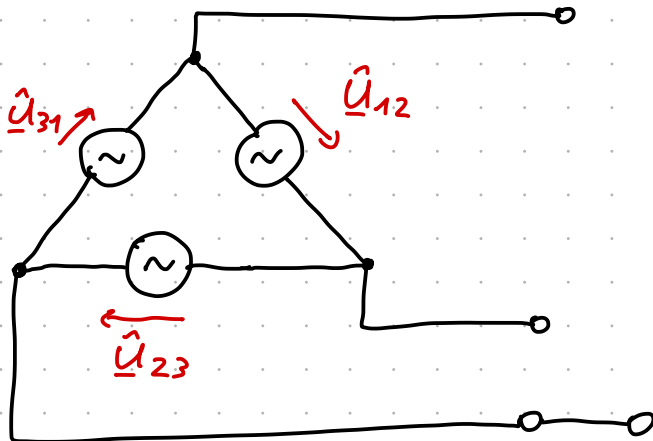
$\sqrt{3}$

1.2 Stern $\rightarrow$ Dreieck Fall 1

gegeben: $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$

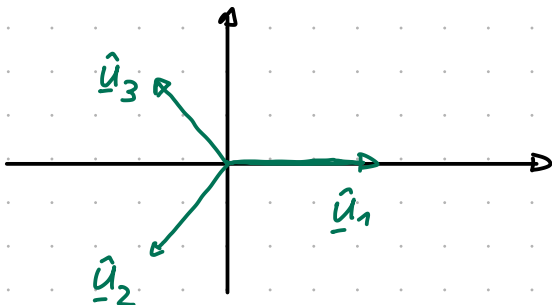


Wir wollen: $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$

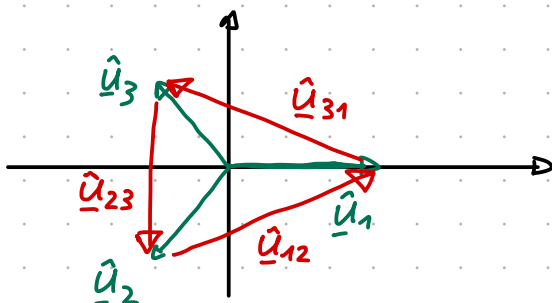


Vorgehen:

1.) Zeigerdiagramm von $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$

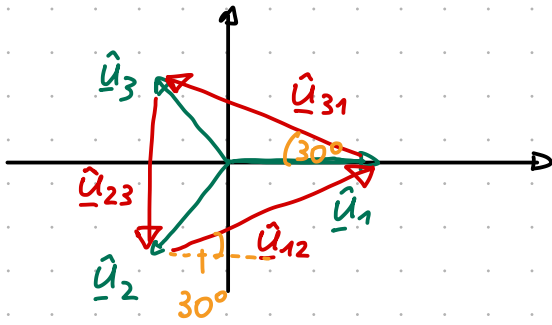


2. Zeichne $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$ mit Maschenregeln



$$\left. \begin{aligned} \underline{\hat{u}}_{12} &= \underline{\hat{u}}_1 - \underline{\hat{u}}_2 \\ \underline{\hat{u}}_{23} &= \underline{\hat{u}}_2 - \underline{\hat{u}}_3 \\ \underline{\hat{u}}_{31} &= \underline{\hat{u}}_3 - \underline{\hat{u}}_1 \end{aligned} \right\} \begin{array}{l} \text{Maschenregeln} \\ \text{bleiben gleich,} \\ \text{Zeigerdiagramm nicht} \end{array}$$

3. Zeichne 30° Winkel ein



4. $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$ aus dem Diagramm „ablesen“

- Wir sehen die Zeiger $\underline{\hat{u}}_{12}$, $\underline{\hat{u}}_{23}$, $\underline{\hat{u}}_{31}$ sind länger
 - $\underline{\hat{u}}_{12}$ hat Phase $+30^\circ$
 - $\underline{\hat{u}}_{23}$ hat Phase -90°
 - $\underline{\hat{u}}_{31}$ hat Phase $180^\circ - 30^\circ = 150^\circ$
- Blue arrows indicate phase differences: -120° from $+30^\circ$ to -90° , and -120° from -90° to 150° .

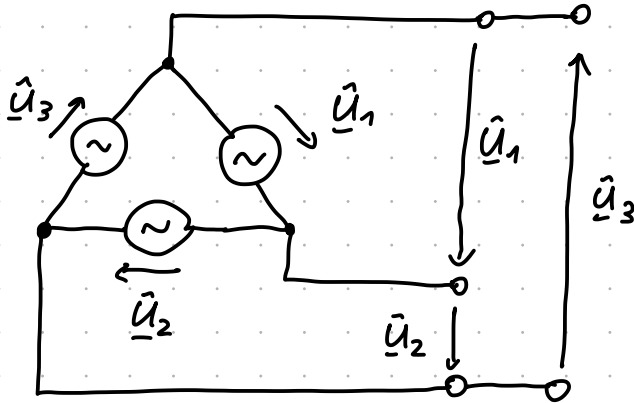
$$\Rightarrow \begin{cases} \underline{\hat{u}}_{12} = \sqrt{3} \hat{u} e^{j30^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{23} = \sqrt{3} \hat{u} e^{-j90^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{31} = \sqrt{3} \hat{u} e^{j150^\circ} \end{cases}$$

A red arrow points from the $\sqrt{3}$ term in the equations to the $\sqrt{3}$ term in the text below.

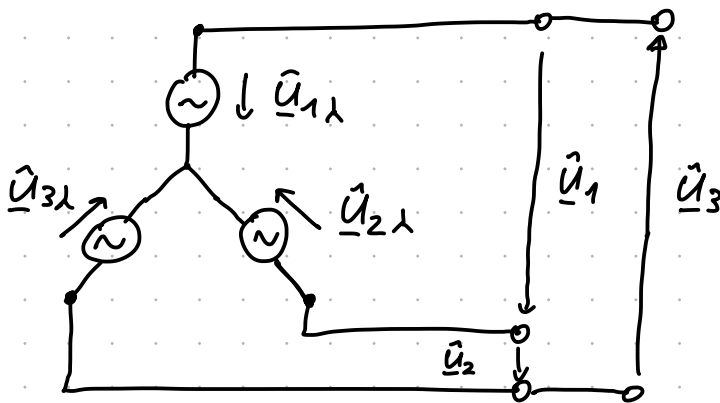
(„das Drehstromsystem dreht also in die andere Richtung“)

2.1 Dreieck $\rightarrow$ Stern Fall 1

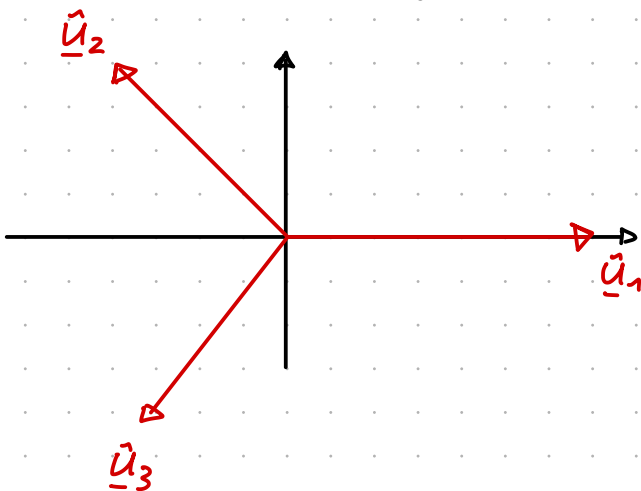
Gegeben: $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$



Wir suchen $\underline{\hat{u}}_{1\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{2\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{3\lambda}$ sodass:



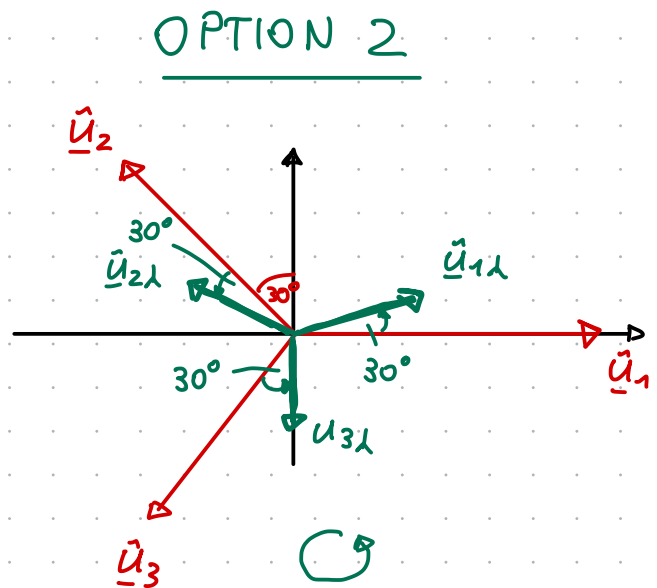
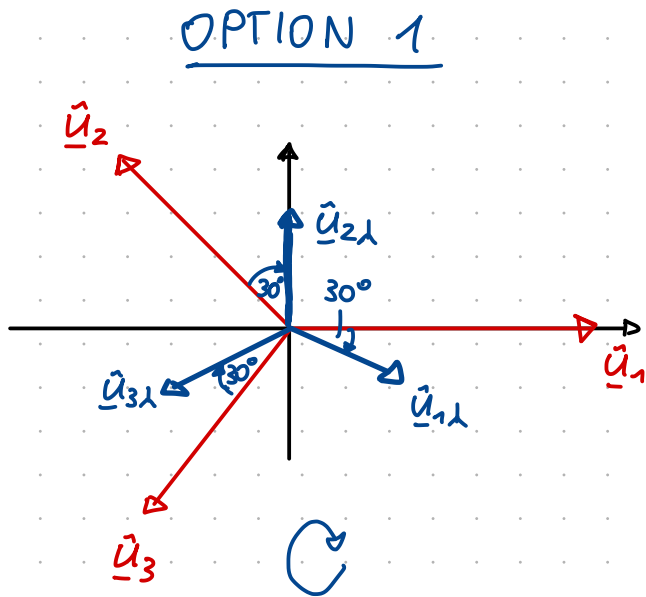
1. Zeichne $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$
im Zeigerdiagramm



2. Wir wissen $\underline{\hat{u}}_{1\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{2\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{3\lambda}$ werden kürzer sein und sie sind $\pm 30^\circ$ von den gegebenen Spannungen verschoben.

ABER wir sind uns nicht sicher, ob $+30^\circ$ oder -30°

$\Rightarrow$ Probiere beide Optionen:



Welche stimmt nun?

$\rightarrow$ überprüfe eine Maschenregel!

$$\text{z. B. } \underline{\hat{u}}_1 \stackrel{!}{=} \underline{\hat{u}}_{1\lambda} - \underline{\hat{u}}_{2\lambda}$$

(Ich habe die Längen nicht perfekt gezeichnet aber achte auf die Winkel)

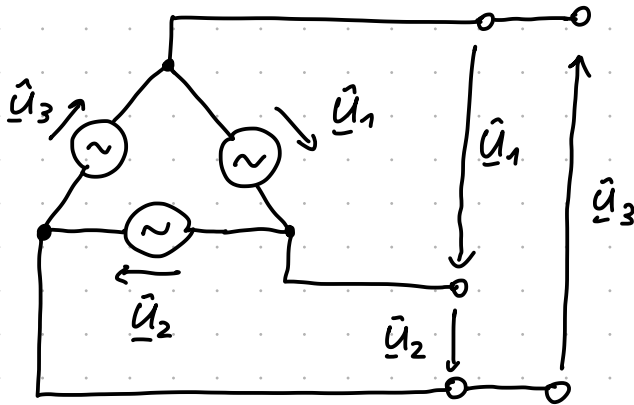
$\Rightarrow$ nur OPTION 2 kann stimmen!

3. $\underline{\hat{u}}_{1\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{2\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{3\lambda}$ aus dem Zeigerdiagramm ablesen

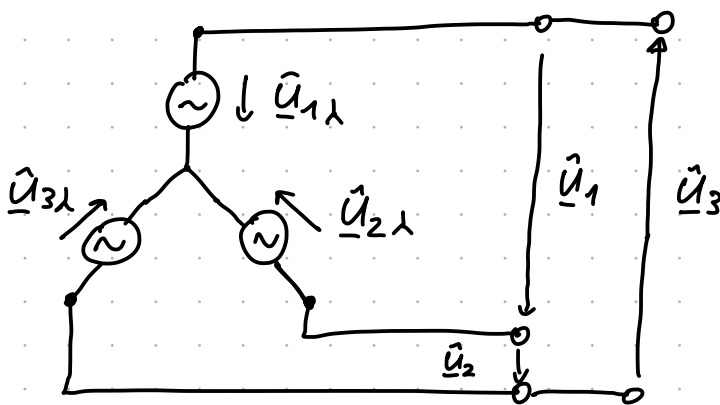
$$\Rightarrow \begin{cases} \underline{\hat{u}}_{1\lambda} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} e^{j30^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{2\lambda} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} e^{j150^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{3\lambda} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} e^{-j90^\circ} \end{cases}$$

2.2 Dreieck $\rightarrow$ Stern Fall 2

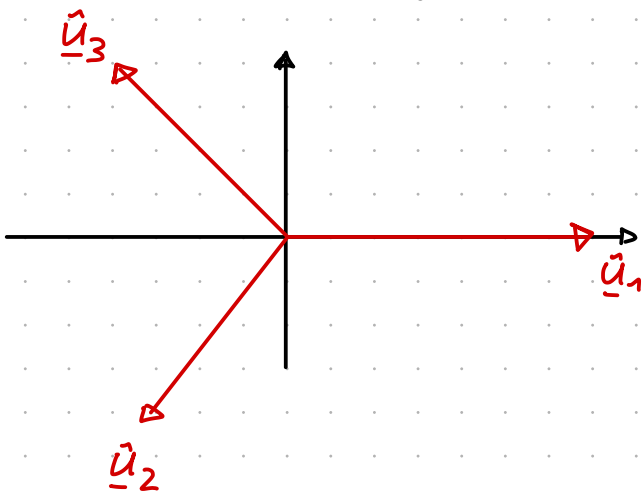
Gegeben: $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$



Wir suchen $\underline{\hat{u}}_{1\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{2\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{3\lambda}$ sodass:



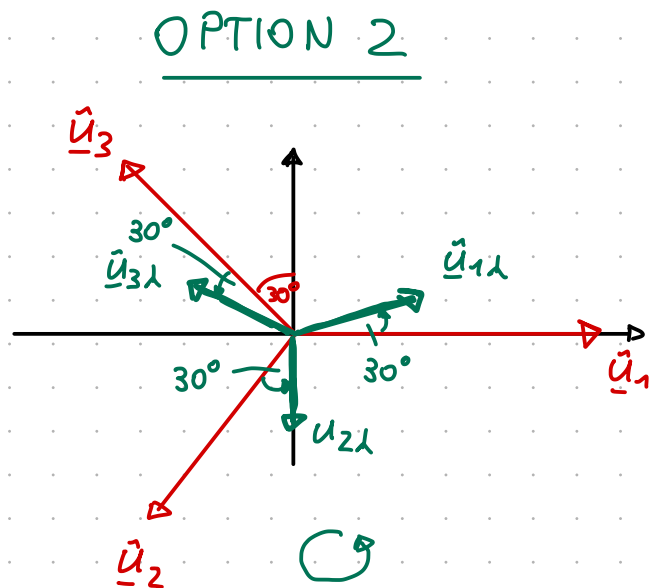
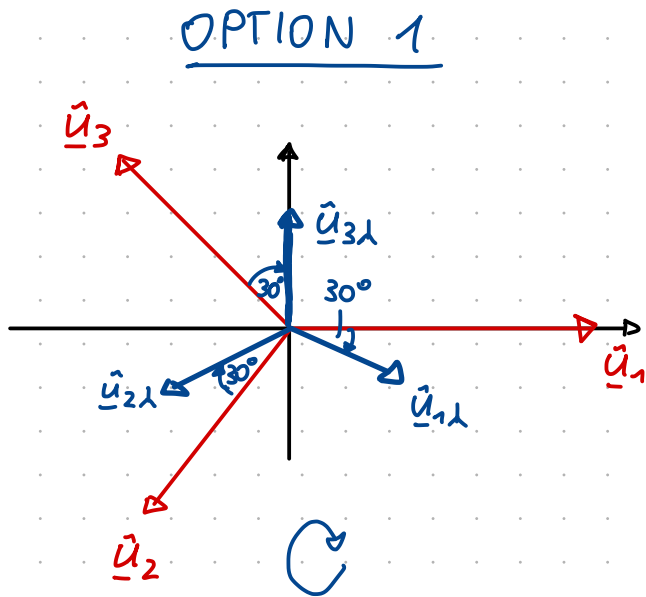
1. Zeichne $\underline{\hat{u}}_1 = \hat{u} e^{j0^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_2 = \hat{u} e^{-j120^\circ}$; $\underline{\hat{u}}_3 = \hat{u} e^{+j120^\circ}$
im Zeigerdiagramm



2. Wir wissen $\underline{\hat{u}}_{1\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{2\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{3\lambda}$ werden kürzer sein und sie sind $\pm 30^\circ$ von den gegebenen Spannungen verschoben.

ABER wir sind uns nicht sicher, ob $+30^\circ$ oder -30°

$\Rightarrow$ Probiere beide Optionen:



Welche stimmt nun?

$\rightarrow$ überprüfe eine Maschenregel!

$$\text{z. B. } \underline{\hat{u}}_1 \stackrel{!}{=} \underline{\hat{u}}_{1\lambda} - \underline{\hat{u}}_{2\lambda}$$

(Ich habe die Längen nicht perfekt gezeichnet aber achte auf die Winkel)

$\Rightarrow$ nur OPTION 1 kann stimmen!

3. $\underline{\hat{u}}_{1\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{2\lambda}$, $\underline{\hat{u}}_{3\lambda}$ aus dem Zeigerdiagramm ablesen

$$\Rightarrow \begin{cases} \underline{\hat{u}}_{1\lambda} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} e^{-j30^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{2\lambda} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} e^{-j150^\circ} \\ \underline{\hat{u}}_{3\lambda} = \frac{\hat{u}}{\sqrt{3}} e^{j90^\circ} \end{cases}$$