

---

VILLANYSZERELŐ KÉPZÉS

2 0 1 5

# ELEKTROTECHNIKA 5.

HÁROMFÁZISÚ VÁLTAKOZÓ ÁRAM

ÖSSZEÁLLÍTOTTA  
NAGY LÁSZLÓ  
MÉRNÖKTANÁR

---

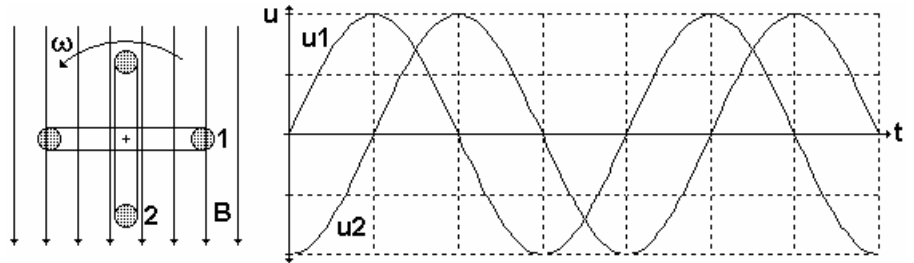
---

Tartalomjegyzék

Nem szimmetrikus többfázisú rendszerek .....	3
Háronfázisú hálózatok.....	3
Csillag kapcsolású energiaforrások .....	3
Háromszög kapcsolású energiaforrások .....	4
Csillagkapcsolású fogyasztók táplálása .....	4
Háromszög kapcsolású fogyasztó táplálása .....	5
A háromfázisú rendszer teljesítménye .....	5

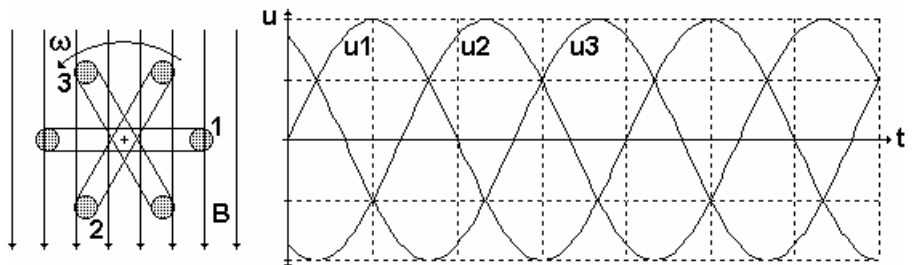
## Nem szimmetrikus többfázisú rendszerek

Az egyfázisú váltakozó áramot egy homogén mágneses térben forgatott, csúszógyűrűkre csatlakozó vezető kerettel lehet előállítani. A többfázisú váltakozó áramot több, közös tengelyen forgatott vezető kerettel lehet előállítani. Az egyes keretekben indukált feszültségek közötti fáziseltérés a keretek közötti szögekkel egyezik meg. A vezető keretek gyakorlatilag a szinkron generátor állórész tekercselései vagy transzformátorok szekunder tekercsei. Nem szimmetrikus a többfázisú rendszer, ha a vezető keretek közötti szögek nem egyenlők. Kétfázisú rendszer nem szimmetrikus mivel az 1 és 2 jelzésű tekercsek között  $90^\circ$ , a 2 és 1 jelzésű tekercsek között  $270^\circ$  a szög. A kétfázisú rendszer gyakorlati alkalmazása: kétfázisú motorok üzemeltetése illetve az egyfázisú motorok indítása.



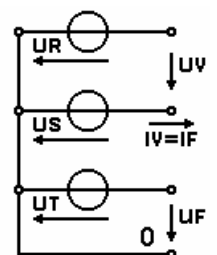
## Háromfázisú hálózatok

Szimmetrikus a többfázisú rendszer, ha az egyes fázisok feszültségei és a vezető keretek között a szögek is azonosak. A háromfázisú rendszer szimmetrikus, mivel a tekercsek között  $360^\circ / 3 = 120^\circ$  a szög. A háromfázisú rendszer jellegzetessége, hogy az indukált feszültségek vektoros eredője bármely időpillanatban nulla. A háromfázisú hálózat alkalmazásának jelentős gazdasági és műszaki előnyei vannak a villamosenergia-iparban. A vezető keretek mint generátorok, működhetnek önállóan vagy valamilyen rendszer szerint összekapcsolva.



## Csillag kapcsolású energiaforrások

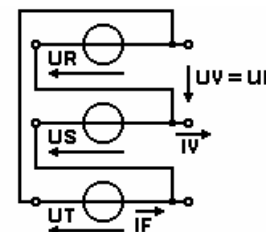
Csillag vagy Y kapcsolás esetén a vezető keretek egyik azonos vége egy csillag vagy nulla pontban közösített, a másik vége a háromfázisú rendszer vonalait hozza létre. A csillagpont kivezetésével ún. négyvezetékes rendszer keletkezik. Az egyes vonalak és a nulla vezető között az  $U_f$  fázisfeszültség az egyes vonalak között az  $U_{uv}$  vonalfeszültség mérhető. A  $120^\circ$ -



os fázis eltérés miatt az  $U_V = \sqrt{3} U_f$  ( fázis 220V, vonal 380V ). Csillagkapcsolás esetén egy vonalon egy generátor árama folyik, tehát  $I_V = I_f$ .

### Háromszög kapcsolású energiaforrások

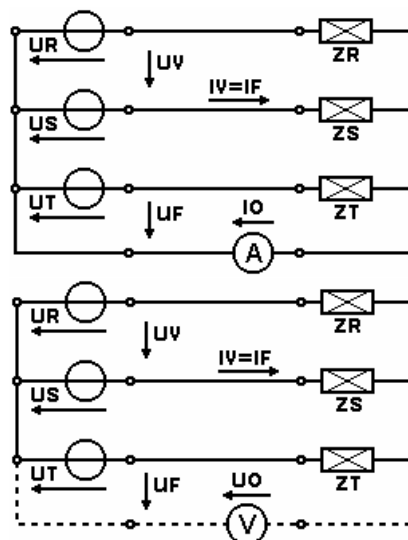
Háromszög vagy  $\Delta$  kapcsolás esetén a keretek kezdetei és végei sorba vannak kapcsolva. A zárt feszültségű hurokban nem jön létre zárlati áram, mivel a fázisfeszültségek vektoros összege minden időpillanatban nulla. A vezető keretek azonos végei hozzák létre a háromvezetékes rendszert. Az egyes vonalak között a fázisok feszültsége mérhető, tehát  $U_V = U_f$ . A vonalon folyó vonaláram két fázisáram vektoros összege. Ha a terhelés szimmetrikus, akkor  $I_V = \sqrt{3} I_f$ .



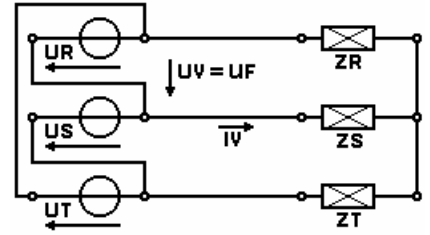
A fogyasztók a generátorokhoz hasonlóan szintén kétféle módon csatlakoztathatók a háromfázisú hálózathoz. C

### Csillagkapcsolású fogyasztók táplálása

Csillag vagy Y kapcsolású terhelés esetén a fogyasztók egyik vége közös, a másik vége a háromfázisú hálózat vonalaira csatlakozik. Csillagkapcsolású táplálás esetén a 0 vezetőre nézve két lehetőség van. A táp és fogyasztó oldali csillagpontok összekötése esetén a szimmetrikus terhelésen kívül, megengedhető az aszimmetrikus terhelés is. A 0 vezetőkön folyó  $I_0$  áram szimmetrikus terheléskor nulla, így elegendő a háromvezetékes táplálás is, aszimmetrikus terheléskor az eltérő vonaláramok vektoros összege. A terhelésre jutó fázisfeszültségek nem függenek a terhelés szimmetriájától. A táp és fogyasztó oldali csillagpontok szakadása esetén kizárólag a szimmetrikus terhelés engedhető meg. A csillagpontok közötti  $U_0$  feszültség, szimmetrikus terheléskor nulla, mert a terhelés oldali csillagpont potenciálja automatikusan beáll a tápoldali csillagpont potenciáljára, aszimmetrikus terheléskor jelentős értéket vehet fel. Ez a fázisfeszültségek rovasára fellépő  $U_0$  feszültség eltolódás a terhelés aszimmetriájától függ, szélső esetben túlterhelést okozhat. A csillagpont eltolódási feszültség Millmann vagy szuperpozíció tétellel határozható meg.

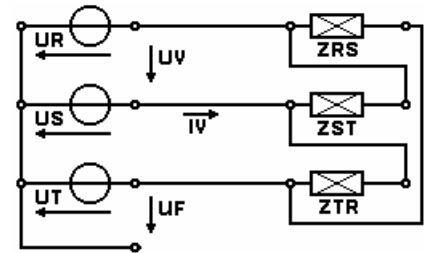


Háromszöghkapcsolású táplálás esetén a vonalakra kapcsolt fogyasztók azonos feszültsége, csak szimmetrikus terheléskor jöhet létre. Ebben az esetben a fogyasztó egy fázisának feszültsége a vonalfeszültség  $\sqrt{3}$ -ad részével, a termelői fázisáram a vonaláram  $\sqrt{3}$ -ad részével, és a fogyasztói fázisáram a vonali árammal egyezik meg.

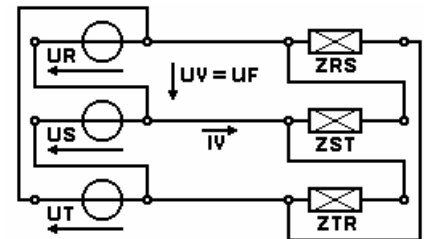


### Háromszög kapcsolású fogyasztó táplálása

Háromszög vagy  $\Delta$  kapcsolású terhelés esetén a fogyasztók soros kapcsolása szintén egy zárt hurkot alkot. A vonalak a fogyasztó egy-egy fázisára kapcsolódnak. Csillagkapcsolású táplálás esetén a 0 vezető nem használható fel. A terhelés szimmetriájára vonatkozóan nincs kikötés. A fogyasztói fázisfeszültség a vonalfeszültséggel, a termelői fázisáram a vonalárammal és szimmetrikus terhelés esetén a fogyasztói fázisáram a vonali áram  $\sqrt{3}$  részével egyezik meg.



Háromszöghkapcsolású táplálás esetén a terhelés aszimmetriájára vonatkozóan szintén nincs kikötés. A fogyasztói fázisfeszültség a termelői fázisfeszültséggel azaz a vonalfeszültséggel azonos. Szimmetrikus terhelés esetén mind a termelői, mind a fogyasztói fázisáram a vonaláram  $\sqrt{3}$  része.



A gyakorlatban minden kapcsolási mód előfordul (pl. aszinkron motorok csillag - háromszög indítása). Egy kapcsolási mód kiválasztását az adott rendszer üzemeltetési feltételei határozzák meg. Ha egy szimmetrikus háromszög-kapcsolású fogyasztót csillagkapcsolásúra alakítunk, akkor a vonali árama harmadára csökken.

### A háromfázisú rendszer teljesítménye

A háromfázisú fogyasztó teljesítményét, három egyfázisú fogyasztó teljesítményeinek összegeként értelmezzük. Ennek megfelelően a teljesítmények:

$$\begin{aligned} S &= U_{R_f} \cdot I_{R_f} + U_{S_f} \cdot I_{S_f} + U_{T_f} \cdot I_{T_f} \\ P &= U_{R_f} \cdot I_{R_f} \cdot \cos \varphi_R + U_{S_f} \cdot I_{S_f} \cdot \cos \varphi_S + U_{T_f} \cdot I_{T_f} \cdot \cos \varphi_T \\ Q &= U_{R_f} \cdot I_{R_f} \cdot \sin \varphi_R + U_{S_f} \cdot I_{S_f} \cdot \sin \varphi_S + U_{T_f} \cdot I_{T_f} \cdot \sin \varphi_T \end{aligned}$$

Szimmetrikus terheléskor a három fázis teljesítménye azonos, ezért:

$$S = 3 \cdot U_f \cdot I_f$$

$$P = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \cos \varphi$$

$$Q = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot \sin \varphi$$

A teljesítmények összefüggései a vonali mennyiségekkel is kifejezhetők, ha figyelembe vesszük, hogy csillagkapcsolásban az  $U_f = U_v / \sqrt{3}$  és az  $I_f = I_v$ , illetve deltakapcsolásban az  $U_f = U_v$  és az  $I_f = I_v / \sqrt{3}$ . A  $3 = \sqrt{3} \cdot \sqrt{3}$  azonosságot alkalmazva, a háromfázisú rendszer teljesítményei szimmetrikus terhelés esetén:

$$S = \sqrt{3} \cdot U_v \cdot I_v$$

$$P = \sqrt{3} \cdot U_v \cdot I_v \cdot \cos \varphi$$

$$Q = \sqrt{3} \cdot U_v \cdot I_v \cdot \sin \varphi$$

\*\*\*