

Villamosenergia-számla Meddőkompenzáció

Villamos energetika / Villamosenergia-rendszerek gyakorlat

Gyakorlatvezető: Dr. Divényi Dániel

Az anyagot összeállították: Dr. Csatár János, Mohos András,
Sinkovics Bálint, Sütő Bence, Táci István



Villamos Művek és Energiaátalakítók Csoport





Tartalom

Távoktatott gyakorlat menete

- Ötven felkészítés**
 - A csatlakozási árak: visszatérő részek árak: árak: árak
 - Működési (gáz) és zavaró árak
- A gyakorlat 1. része: vezetett feladatmegoldás**
 - Működési árak: 100 Ft/kWh
 - Működési árak: 100 Ft/kWh
 - Működési árak: 100 Ft/kWh
- A gyakorlat 2. része: konzultáció, interakció**
 - Működési árak: 100 Ft/kWh
 - Működési árak: 100 Ft/kWh
 - Működési árak: 100 Ft/kWh

1. feladat

Egy háztartás átlagos havi villamosenergia-fogyasztása 270 kWh. A fogyasztás egy részét egy villanybojler adja (azt fogyasztás 50 kWh), amelyre a felhasználó „B” tarifa árbeszámítási szerződést kötött, a fogyasztásának többi részét „A” tarifa szerint fizeti. Az egyetemes szolgáltatás árbeszámítási és kiviteltől függetlenül fel. Határozzuk meg a felhasználó által havonta fizetendő villamosenergia-céltérítési díjat!

- 1) Számítsuk ki a felhasználó energia költségét!
- 2) Számítsuk ki a felhasználó rendszerhasználatból adódó költségét!
- 3) Határozzuk meg a havi végösszeget!

2. feladat

Adott egy közfeszültségű fogyasztó, az egyes időnapokban az alábbi terhelést maximális teljesítményfelvétellel. Határozzuk meg, mennyi a várható teljesítményfelvételi órák éves költsége, ha az előző teljesítményfelvételi órák éves költsége 4000 Ft/kWh, a bekötési teljesítmény pedig:

- a) a legnagyobb havi érték (52,8 kW),
- b) 0 kW,
- c) 40 kW!

3. feladat

Egy közfeszültségű villamosenergia-fogyasztó (házt. nagyszámú mérési rendszerrel) fogyasztó rajon belüli teljesítményfelvételi adatait mutatja a grafikon. Tegyük fel, hogy a felhasználó minden nap a megadott grafikon szerint fogyaszt.

- Határozzuk meg a fogyasztó éves villamosenergia-költségét, ha a fogyasztó a kiegészítő 16 Ft/kWh áron vásárolja az energiát!
- Határozzuk meg a fogyasztó éves működésenergia-költségét! A vasatölcse egyenként 3,85 Ft/kWh (13,1% induktív díjteremtés)!

4. feladat

Hasonlítsuk össze az ipari fogyasztó egyes költségvetéseit! A korábban közlött energia, teljesítmény és működésenergia-költségeket használjuk fel!

Rendszerhasználati díjak	Adók és egyéb díjak
Árúérték díj: 2,4 Ft/kWh	Energia adó: 0,3185 Ft/kWh
Életrészt foglalkoztatás díj: 3,12 Ft/kWh	Pénzeszközök díja: 3,69 Ft/kWh
Életrészt vezeték díj: 3,54 Ft/kWh	ÁFA: 27%
Életrészt áramdíj: 30 500 Ft/év	

- Számítsuk ki a hátrányos helyzetű évi árúérték díjat!
- Mekkora részét képez a teljes költségnek az energia, a rendszerhasználati díjak és az adók és egyéb díjak csoportja?

5. feladat

A fogyasztó legnagyobb induktív meddőteljesítmény igénye 36 kvar.

- Mekkora kapacitású kondenzátorok szükségesek a kompenzációhoz, ha azokat delta kapcsolásban tervezzük üzemeltetni?
- Mekkora kapacitású kondenzátorok szükségesek a kompenzációhoz, ha azokat csillag kapcsolásban tervezzük üzemeltetni?

6. feladat

Tekintsük az alábbi 20 kV-os táplálást, segítsen egy nagy induktív (áramtér) fogyasztóval.

$$P = 0,2 \text{ MW} \quad \cos \phi = 0,8$$

$$P = 0,2 \text{ MW} \quad \cos \phi = 0,8$$

$$P = 0,2 \text{ MW} \quad \cos \phi = 0,8$$

- Számítsuk ki a vezetékben tapasztalható komplex, hatás- és keresztirányú feszültségvesztéseket!
- Számítsuk ki a táppont [S] vórtól feszültségét, ha a fogyasztó minden feszültségvesztés nélkül!
- Számítsuk ki a vezetékben keletkező veszteségeket!

7. feladat

Rajzoljunk fázortriánst a fenti esethez!

$$U = 20 \text{ kV} \quad \cos \phi = 0,8$$

$$P = 0,2 \text{ MW} \quad \cos \phi = 0,8$$

$$P = 0,2 \text{ MW} \quad \cos \phi = 0,8$$

8. feladat

A fogyasztó működésenergia-költségének csökkentése érdekében indukciós kompenzációt (kondenzátorok) telepít a csatlakozási pontjára.

$$r = 0,3 \text{ Ohm} \quad X_L = 20 \text{ Ohm}$$

$$r = 0,4 \text{ Ohm} \quad X_L = 20 \text{ Ohm}$$

$$r = 0,5 \text{ Ohm} \quad X_L = 20 \text{ Ohm}$$

- Mekkora legyen a háromfázisú kondenzátorok teljesítménye, hogy a fogyasztó mértéküljön a működésenergia díjában 50%-os (50%-os) csökkenést érjék el?
- Mekkora az egyes kondenzátorok kapacitív áramerőssége?
- Határozzuk meg a vezetékben a (hosszirányú) feszültségvesztés és a veszteségek mértékét!
- Számítsuk ki a kondenzátorok kapacitív és mérési áramait: milyen és delta-kapcsolásban legyenek?

9. feladat

Rajzoljunk fázortriánst a fenti esethez!



Távoktatott gyakorlat menete

Otthoni felkészülés

- A szükséges elméleti részekből rövid videók állnak rendelkezésre
- Kérdések gyűjtése a zavaró részekből

A gyakorlat 1. része: vezetett feladatmegoldás

- 60 perc a MS Stream videó megtekintésére
- A feladatokat apró lépésekre bontjuk fel
- Az egyes kérdések után pár másodpercnyi időt hagyva a válasz kigondolására
- A feladatcsoportok végén rövid visszajelzést kérünk

A gyakorlat 2. része: konzultáció, interakció

- Otthoni felkészülés és vezetett feladat megoldás közben gyűjtött kérdések megválaszolása
- Online teszt, melyben minden hallgató önmaga oldja meg a **gyakorlathoz kapcsolódó** feladatokat.



Szükséges elméleti ismeretek

- Villamosenergia-számla felépítése
 - Elosztói teljesítménydíj számítása
 - Elosztói meddőenergia-díj számítása
 - Egyetemes szolgáltatás árszabásai
- Hosszirányú feszültségesség
- Meddőkompenzálás

Ha az alapokban nem vagy biztos, nézd meg az előadás anyagot és a gyakorlathoz feltöltött magyarázó videókat!



Villamosenergia-költség számítása

Lakossági fogyasztó

Ipari fogyasztó





1. feladat

Egy háztartás átlagos havi villamosenergia-fogyasztása 270 kWh. A fogyasztás egy részét egy villanybojler adja (havi fogyasztása 60 kWh), amelyre a felhasználó „B” tarifás árszabású szerződést kötött, a fogyasztásának többi részét „A” tarifa szerint fizeti. Az egyetemes szolgáltató árszabásait a következő dián tüntetjük fel. Határozzuk meg a felhasználó által havonta fizetendő villamosenergia-számla végösszegét!

- a) Oldjuk meg a feladatot a „B” tarifa alkalmazása nélkül!
- b) Számítsuk ki, hogy mekkora összeget takarít meg a fogyasztó az éjszakai áram használatával!
 - 1) Számítsuk ki a felhasználó energia költségét!
 - 2) Számítsuk ki a felhasználó rendszerhasználatból adódó költségét!
 - 3) Határozzuk meg a havi végösszeget!





Az egyetemes szolgáltató árszabásai

	Tétel	„A” árszabás	„B” árszabás
Energiadíj	Egyetemes szolgáltatás	(1320 kWh/év alatt:) 12,62 Ft/kWh	9,33 Ft/kWh
		(1320 kWh/év feletti részre:) 13,66 Ft/kWh	
Rendszerhasználati díjak	Átviteli díj	2,4 Ft/kWh	
	Elosztói forgalomfüggő díjak	13,5 Ft/kWh	6,51 Ft/kWh
	Elosztói alapidj	120,5 Ft/csatl.pont/hó	39,5 Ft/csatl.pont/hó
Adók és egyéb tételek	ÁFA	+27%	





Éjszakai áram nélkül

Tétel	„A” árszabás	„B” árszabás
ESZ	12,62 Ft/kWh 13,66 Ft/kWh	9,33 Ft/kWh
ÁRID	2,4 Ft/kWh	
ERHD	13,5 Ft/kWh	6,51 Ft/kWh
EALAP	120,5 Ft/csp/hó	39,5 Ft/csp/hó
ÁFA	+27%	

a) Oldjuk meg a feladatot a „B” tarifa alkalmazása nélkül!

1) Számítsuk ki a felhasználó energiaköltségét!

$$E_{\text{kedv,havi}} = E_{\text{kedv,évi}}/12 = 1320/12 = 110 \text{ kWh}$$

$$E_{\text{norm,havi}} = E_{\text{összes,havi}} - E_{\text{kedv,havi}} = 270 - 110 = 160 \text{ kWh}$$

$$\begin{aligned} K_E &= E_{\text{kedv,havi}} \cdot p_{\text{kedv}}^A + E_{\text{norm,havi}} \cdot p_{\text{norm}}^A = \\ &= 110 \cdot 12,62 + 160 \cdot 13,66 = 3573,8 \text{ Ft} \end{aligned}$$

2) Számítsuk ki a felhasználó rendszerhasználatból adódó költségét!

$$p_{RHD}^A = 2,4 + 13,5 = 15,9 \text{ Ft/kWh}$$

$$\begin{aligned} K_{RHD} &= E_{\text{összes,havi}} \cdot p_{RHD}^A + p_{\text{alap}}^A = \\ &= 270 \text{ kWh} \cdot 15,9 \text{ Ft/kWh} + 120,5 \text{ Ft} = 4413,5 \text{ Ft} \end{aligned}$$

3) Határozzuk meg a végösszeget!

$$\begin{aligned} K_{\text{összes}} &= (K_E + K_{RHD})(1 + \text{ÁFA}/100) \\ &= (3573,8 + 4413,5) \cdot 1,27 \cong 10145 \text{ Ft} \end{aligned}$$





Éjszakai árammal

Tétel	„A” árszabás	„B” árszabás
ESZ	12,62 Ft/kWh 13,66 Ft/kWh	9,33 Ft/kWh
ÁRID	2,4 Ft/kWh	
ERHD	13,5 Ft/kWh	6,51 Ft/kWh
EALAP	120,5 Ft/csp/hó	39,5 Ft/csp/hó
ÁFA	+27%	

b) Számítsuk ki, hogy mekkora összeget takarít meg a fogyasztó az „B” tarifa használatával!

1) Számítsuk ki a felhasználó energia költségét!

$$E_{\text{norm,havi}} = E_{\text{összes,havi}} - E_{\text{kedv,havi}} - E_{\text{bojler,havi}} = \\ = 270 - 110 - 60 = 100 \text{ kWh}$$

$$K_E = E_{\text{kedv,havi}} \cdot p_{\text{kedv}}^A + E_{\text{norm,havi}} \cdot p_{\text{norm}}^A + E_{\text{bojler,havi}} \cdot p^B = \\ = 110 \cdot 12,62 + 100 \cdot 13,66 + 60 \cdot 9,33 = 3314 \text{ Ft}$$

2) Számítsuk ki a felhasználó rendszerhasználatból adódó költségét!

$$p_{RHD}^A = 15,9 \text{ Ft/kWh}, \quad p_{RHD}^B = 2,4 + 6,51 = 8,91 \text{ Ft/kWh}$$

$$K_{RHD} = (E_{\text{összes,havi}} - E_{\text{bojler,havi}}) \cdot p_{RHD}^A + E_{\text{bojler,havi}} \cdot p_{RHD}^B + p_{\text{alap}}^A + p_{\text{alap}}^B = \\ = (270 - 60) \cdot 15,9 + 60 \cdot 8,91 + 120,5 + 39,5 = 4033,6 \text{ Ft}$$

3) Határozzuk meg a havi végösszeget!

$$K_{\text{összes}} = (K_E + K_{RHD})(1 + \text{ÁFA}/100) \\ = (3314 + 4033,6) \cdot 1,27 \cong 9330 \text{ Ft}$$





Összehasonlítás

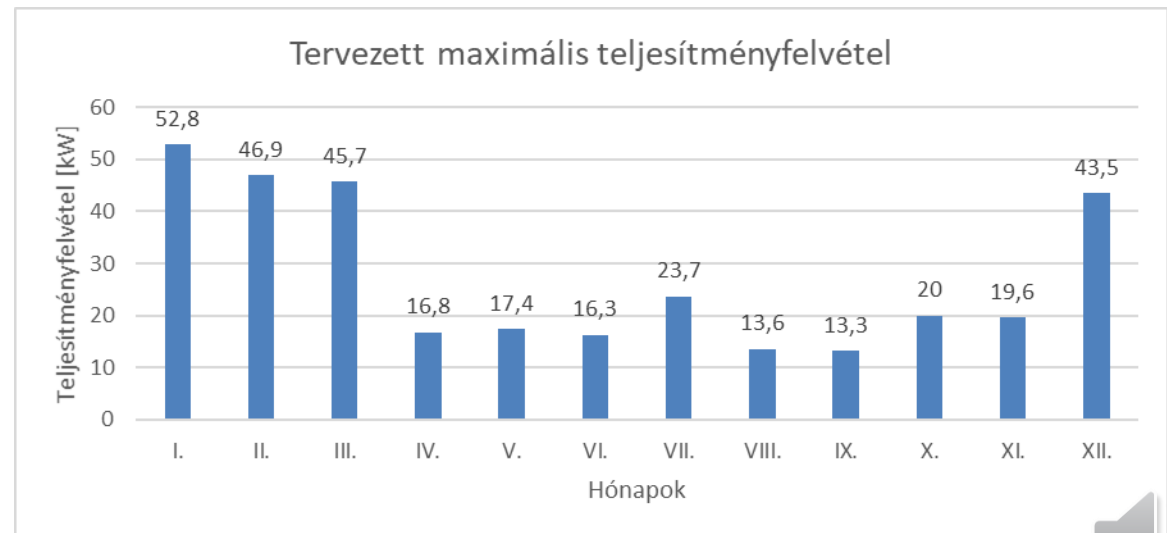
	Normál tarifával	„B” tarifával
Energia díj	3 574 Ft	3 314 Ft
Rendszerhasználati díj	4 414 Ft	4 033 Ft
ÁFA	2 157 Ft	1 984 Ft
	10 145 Ft	9 330 Ft



2. feladat

Adott egy kisfeszültségű fogyasztó, az egyes hónapokban az alábbi tervezett maximális teljesítményfelvétellel. Határozza meg, mennyi a várható teljesítménydíjból adódó éves költség, ha az elosztói teljesítménydíj 8448 Ft/kW/év, a lekötött teljesítmény pedig:

- a) a legnagyobb havi érték (52,8 kW),
- b) 0 kW,
- c) 40 kW!



Maximális teljesítmény lekötése

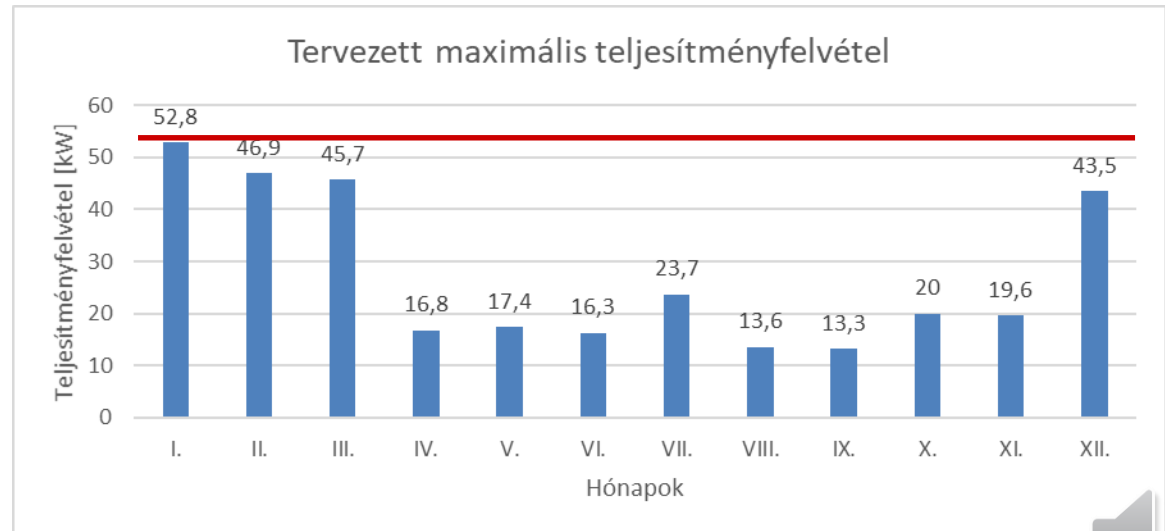
a) A lekötött teljesítmény a legnagyobb havi érték (52,8 kW).

$$K_{\text{éves}}^P = 12 \cdot P_{\text{lekötött}} \cdot \frac{p_{\text{telj}}}{12}$$

$$K_{\text{éves}}^P = P_{\text{lekötött}} \cdot p_{\text{telj}} = 52,8 \text{ kW} \cdot 8448 \text{ Ft/kW/év} \cong 446\,055 \text{ Ft}$$

$$p_{\text{telj}} = 8448 \text{ Ft/kW/év}$$

A fogyasztó a lekötött teljesítmény után az éves díj 1/12-ed részét fizeti minden hónapban, mivel a lekötött értéket a (havi) maximális teljesítménye nem haladja meg.



Teljesítmény lekötés nélkül

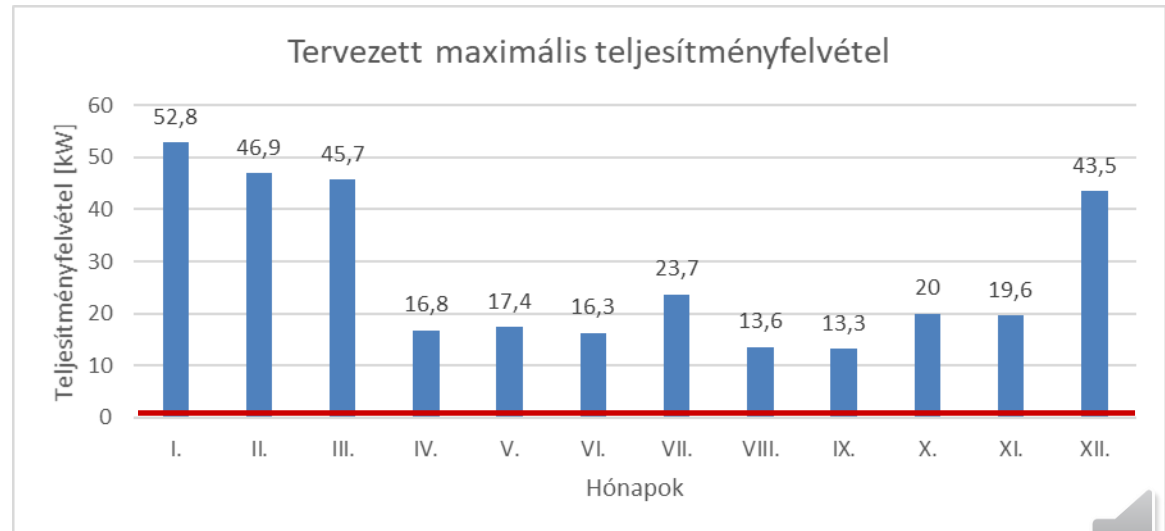
b) A lekötött teljesítmény 0 kW.

$$K_{\text{éves}}^P = \sum_{m=1}^{12} (P_{\text{max},m} - P_{\text{lekötött}}) \cdot p_{\text{telj}}/4 = p_{\text{telj}}/4 \cdot \sum_{m=1}^{12} P_{\text{max},m} =$$

$$K_{\text{éves}}^P = \frac{8448}{4} \text{ Ft/kW/év} \cdot 329,6 \text{ kW} = 696115 \text{ Ft}$$

$$p_{\text{telj}} = 8448 \text{ Ft/kW/év}$$

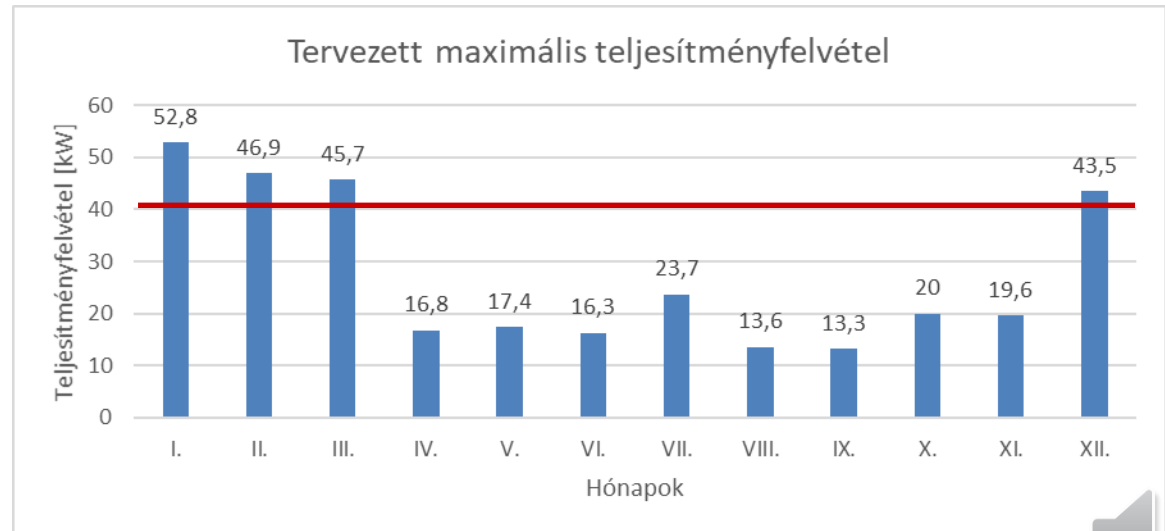
Ha a fogyasztó adott havi maximális teljesítménye meghaladja a lekötött teljesítményt, akkor a „többször” teljesítmény után büntetésként az éves díj 1/4-ed részét (havi díj háromszorosát) fizeti.



Köztes teljesítmény lekötése

c) A lekötött teljesítmény 40 kW.

$$\begin{aligned}
 K_{\text{éves}}^P &= 12 \cdot P_{\text{lekötött}} \cdot p_{\text{telj}}/12 + p_{\text{telj}}/4 \cdot \sum_{m \in \{1,2,3,12\}} (P_{\text{max},m} - P_{\text{lekötött}}) = \\
 &= 12 \cdot 40 \text{ kW} \cdot \frac{8448}{12} \text{ Ft/kW/év} \\
 &\quad + \frac{8448}{4} \text{ Ft/kW/év} \cdot (12,8 + 6,9 + 5,7 + 3,5) \cong 398\,955 \text{ Ft}
 \end{aligned}$$





Összegzés

Stratégia	Éves teljesítménydíj
Maximális teljesítmény lekötése	446 055 Ft
Nincs lekötés (0 kW)	696 115 Ft
40 kW lekötése	398 955 Ft

IMSC feladat:

Határozza meg a minimális költséget eredményező teljesítménylekötést! Ennek során vegye figyelembe a segédvideóban említett, a túllépés előzetes bejelentéséről szóló lehetőséget is.

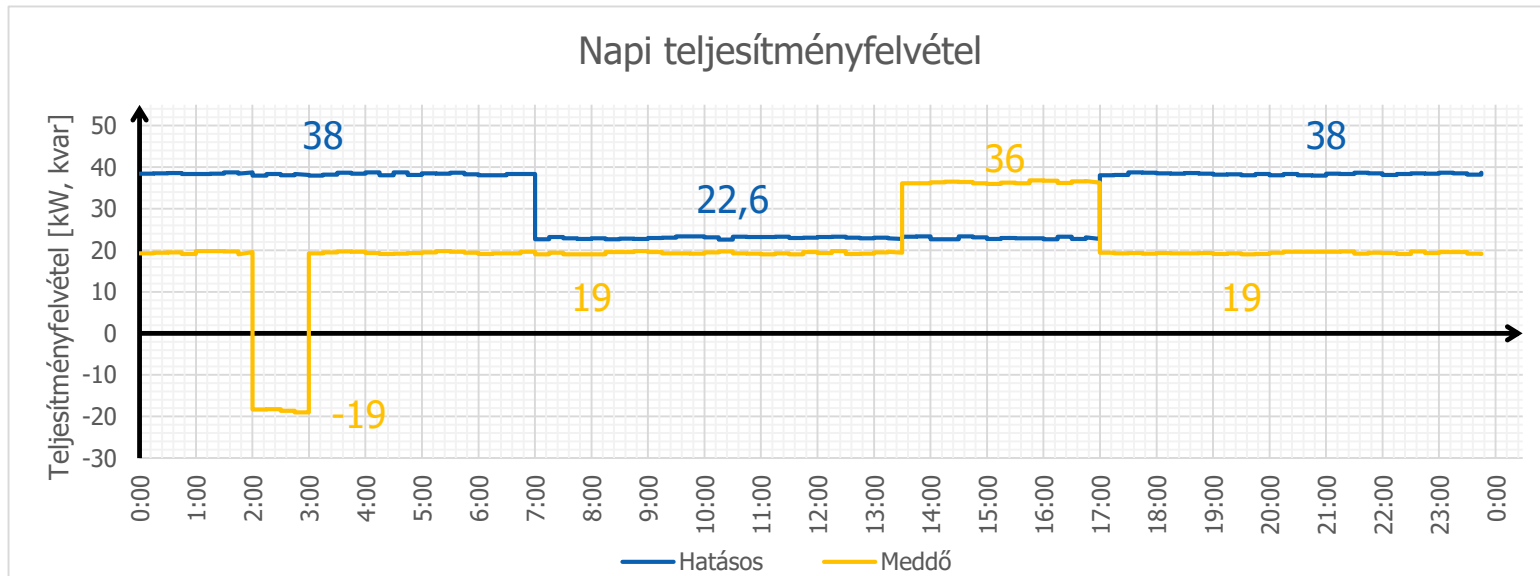




3. feladat

Egy kisfeszültségen vételező idősoros (tehát negyedórás méréssel rendelkező) fogyasztó napon belüli teljesítményfelvételi adatait mutatja a grafikon. Tegyük fel, hogy a felhasználó minden nap a megadott grafikon szerint fogyaszt.

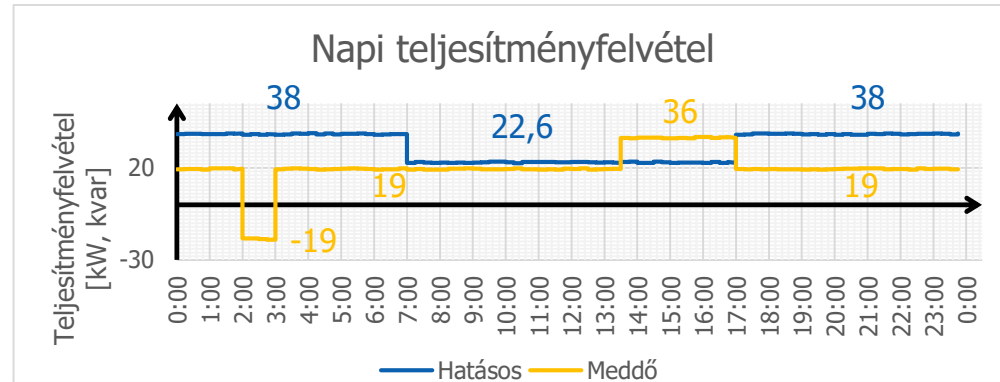
- Határozzuk meg a fogyasztó éves villamosenergia-költségét, ha a fogyasztó a kereskedőjétől 16 Ft/kWh áron vásárolja az energiát!
- Határozzuk meg a fogyasztó éves meddőenergia-költségét! A vonatkozó egységköltség 3,85 Ft /kvarh. (KIF: 25% induktív díjmentes!)





Energiaköltség

- a) Határozzuk meg a fogyasztó éves villamosenergia-költségét, ha a fogyasztó a kereskedőtől 16 Ft/kWh áron vásárolja az energiát!



$$E_P = \int_t P dt = \sum P \Delta t$$

$$E_P = 38 \text{ kW} \cdot 7 \text{ h} + 22,6 \text{ kW} \cdot 10 \text{ h} + 38 \text{ kW} \cdot 7 \text{ h} = 758 \text{ kWh}$$

$$K_E = E_P \cdot p_E$$

$$K_{E,napi} = 758 \text{ kWh} \cdot 16 \text{ Ft/kWh} = 12\,128 \text{ Ft}$$

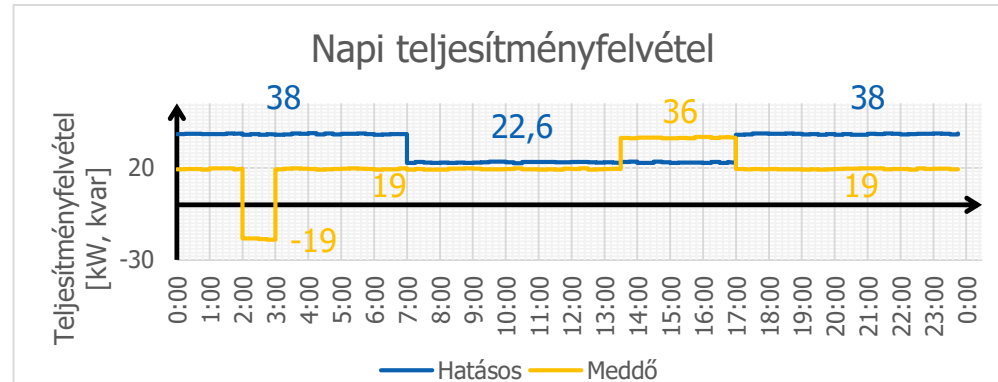
$$K_{E,éves} = 365 \cdot 12\,128 \text{ Ft} = 4\,426\,720 \text{ Ft}$$





Meddő energia

b) Határozzuk meg a fogyasztó éves meddőenergia-költségét!
A vonatkozó díj 3,85 Ft /kvarh.



1) Számítsuk ki az induktív és kapacitív meddő energia napi összegét!

$$E_{Q,ind} = \int_t Q_{poz} dt = \sum Q_{poz} \Delta t$$

$$E_{Q,ind} = 19 \text{ kvar} \cdot (2 \text{ h} + 10,5 \text{ h} + 7 \text{ h}) + 36 \text{ kvar} \cdot 3,5 \text{ h} = 496,5 \text{ kvarh}$$

$$E_{Q,kap} = - \int_t Q_{neg} dt = - \sum Q_{neg} \Delta t$$

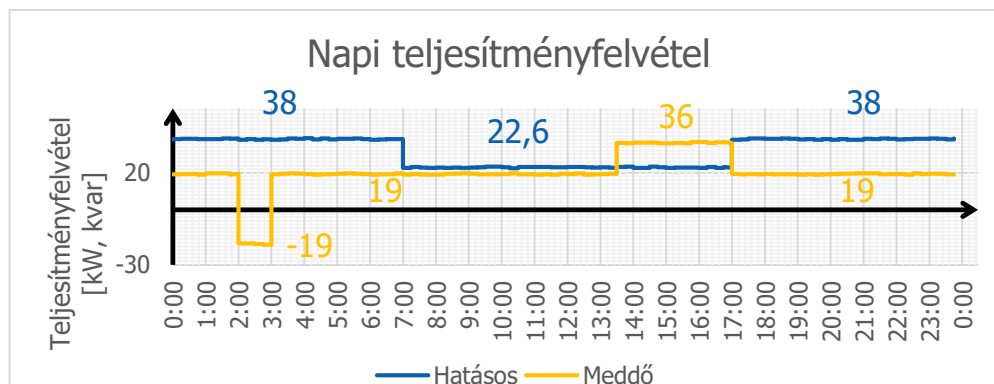
$$E_{Q,kap} = 19 \text{ kvar} \cdot 1 \text{ h} = 19 \text{ kvarh}$$





Napi költség

b) Határozzuk meg a fogyasztó éves meddőenergia-költségét!
A vonatkozó díj 3,85 Ft /kvarh.



$$E_{Q,kap} = 19 \text{ kvarh}$$

2) Számítsuk ki a kapacitív meddő energia költség napi összegét!

$$E_{Q,ind} = 496,5 \text{ kvarh}$$

$$K_{Q,kap} = E_{Q,kap} \cdot p_Q$$

$$E_p = 758 \text{ kWh}$$

$$K_{Q,kap} = 19 \text{ kvarh} \cdot 3,85 \text{ Ft/kvarh} = 92,15 \text{ Ft}$$

$$\text{KIF: } 25\%$$

3) Számítsuk ki az induktív meddő energia költség napi összegét!

$$E_{Q,ind}^{\text{díjmentes}} = E_p \cdot 25\%$$

$$E_{Q,ind}^{\text{díjmentes}} = 758 \text{ kWh} \cdot 0,25 = 189,5 \text{ kvarh}$$

$$K_{Q,ind} = (E_{Q,ind} - E_{Q,ind}^{\text{díjmentes}}) \cdot p_Q$$

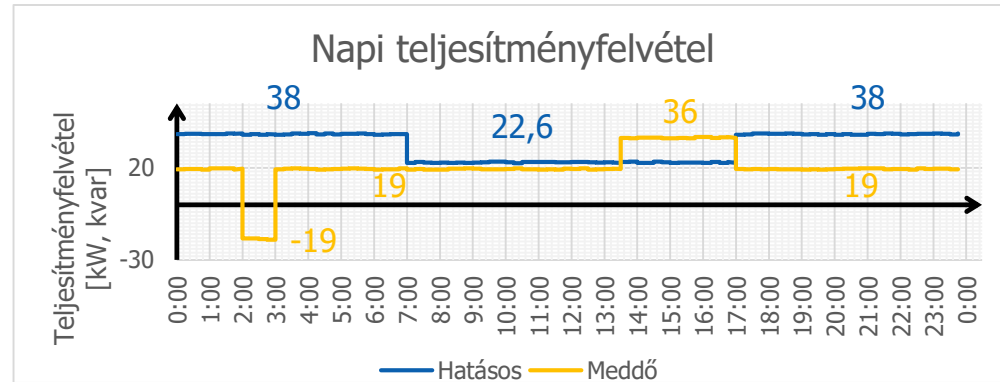
$$K_{Q,ind} = (496,5 - 189,5) \cdot 3,85 \text{ Ft/kvarh} = 1181,95 \text{ Ft}$$





Éves költség

- b) Határozzuk meg a fogyasztó éves meddőenergia-költségét!
A vonatkozó díj 3,85 Ft /kvarh.



$$K_{Q,kap,napi} = 19 \text{ kvarh} \cdot 3,85 \text{ Ft/kvarh} = 92,15 \text{ Ft}$$

$$K_{Q,ind,napi} = (496,5 - 189,5) \cdot 3,85 \text{ Ft/kvarh} = 1181,95 \text{ Ft}$$

- 4) Számítsuk ki az éves meddő energia költséget!

$$K_{Q,éves} = 365 \cdot (92,15 + 1181,95) = 465\,047 \text{ Ft}$$





4. feladat

Hasonlítsuk össze az ipari fogyasztó egyes költségtételeit! A korábban kiszámolt energia, teljesítmény és meddőenergia-költségeket használjuk fel!

Rendszerhasználati díjak	
Átviteli díj	2,4 Ft/kWh
Elosztói forgalmi díj	3,12 Ft/kWh
Elosztói veszteség díj	3,54 Ft/kWh
Elosztói alapidj	35 508 Ft/csp/év

Adók és egyéb tételek	
Energia adó	0,3105 Ft/kWh
Pénzeszközök	3,69 Ft/kWh
ÁFA	27%

- Számítsuk ki a hiányzó tételek éves értékét is!
- Mekkora részét képezi a teljes költségnek az energiadíj, a rendszerhasználati díjak és az adók és egyéb tételek csoportja?



Többi tétel

Rendszerhasználati díjak	
Átviteli díj	2,4 Ft/kWh
Elosztói forgalmi díj	3,12 Ft/kWh
Elosztói veszteség díj	3,54 Ft/kWh
Elosztói alapidj	35 508 Ft/csp/év

Adók és egyéb tételek	
Energia adó	0,3105 Ft/kWh
Pénzeszközök	3,69 Ft/kWh
ÁFA	27%

a) Számítsuk ki a hiányzó tételek éves értékét is!

$$K_{\text{átviteli}} = 2,4 \text{ Ft/kWh} \cdot 758 \text{ kWh} \cdot 365 = 664\,008 \text{ Ft}$$

$$K_{\text{forgalmi}} = 3,12 \text{ Ft/kWh} \cdot 758 \text{ kWh} \cdot 365 = 863\,210 \text{ Ft}$$

$$K_{\text{veszteség}} = 3,54 \text{ Ft/kWh} \cdot 758 \text{ kWh} \cdot 365 = 979\,411 \text{ Ft}$$

$$K_{\text{alap}} = 35\,508 \text{ Ft}$$

$$K_{\text{energiaadó}} = 0,3105 \text{ Ft/kWh} \cdot 758 \text{ kWh} \cdot 365 = 85\,906 \text{ Ft}$$

$$K_{\text{pénzeszközök}} = 3,69 \text{ Ft/kWh} \cdot 758 \text{ kWh} \cdot 365 = 1\,020\,912 \text{ Ft} \leftarrow \text{ÁFA mentes!}$$

$$K_{\text{energia}} = 4\,426\,720 \text{ Ft}, \quad K_{\text{telj}} = 398\,955 \text{ Ft}, \quad K_{\text{meddő}} = 465\,047 \text{ Ft}$$

$$K_{\text{ÁFA}} = 7\,918\,765 \text{ Ft/kWh} \cdot 27\% = 2\,138\,066 \text{ Ft}$$

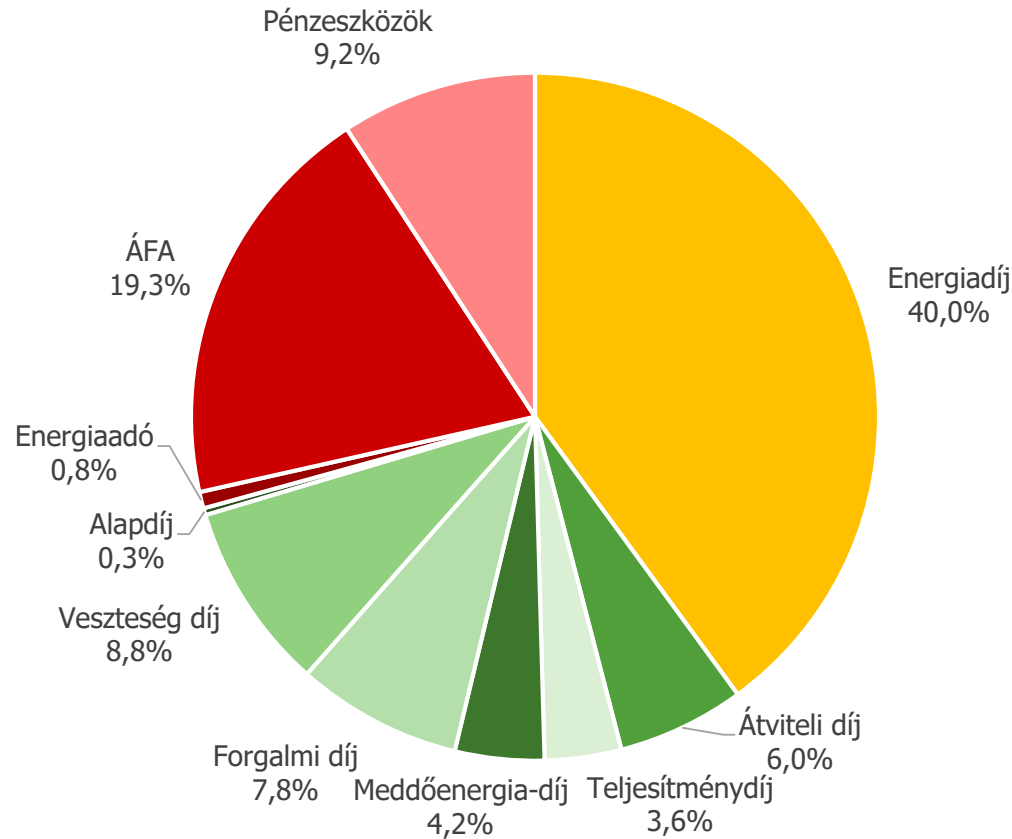


Arányok

Rendszerhasználati díjak	
Átviteli díj	2,4 Ft/kWh
Elosztói forgalmi díj	3,12 Ft/kWh
Elosztói veszteség díj	3,54 Ft/kWh
Elosztói alapidj	35 508 Ft/csp/év

Adók és egyéb tételek	
Energia adó	0,3105 Ft/kWh
Pénzeszközök	3,69 Ft/kWh
ÁFA	27%

b) Mekkora részét képezi a teljes költségnek az energiadíj, a rendszerhasználati díjak és az adók és egyéb tételek csoportja?

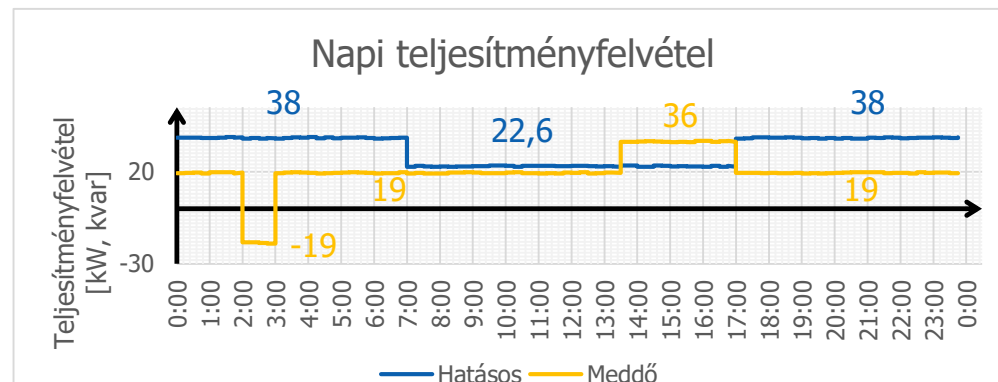




5. feladat

A fogyasztó legnagyobb induktív meddőteljesítmény igénye 36 kvar.

- Mekkora kapacitású kondenzátorok szükségesek a kompenzáláshoz, ha azokat delta kapcsolásban tervezzük üzemeltetni?
- Mekkora kapacitású kondenzátorok szükségesek a kompenzáláshoz, ha azokat csillag kapcsolásban tervezzük üzemeltetni?





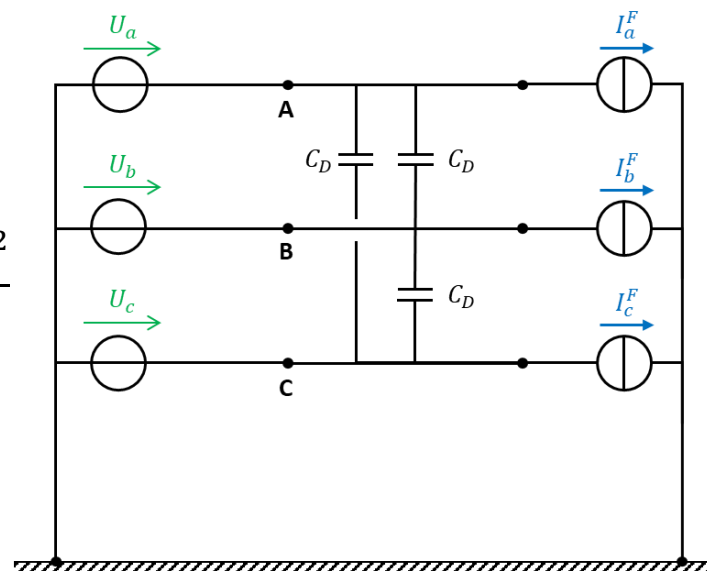
Delta kapcsolású kompenzálás

- a) Mekkora kapacitású kondenzátorok szükségesek a kompenzáláshoz, ha azokat delta kapcsolásban tervezzük üzemeltetni?

$$X_{C_D} = \frac{U_n^2}{Q_{C,1f}} = \frac{U_n^2}{Q_{C,3f}/3} =$$

$$= \frac{(400 \text{ V})^2}{\frac{36 \text{ kvar}}{3}} = 13,33 \Omega$$

$$Z = \frac{U^2}{S}$$



$$C_D = \frac{1}{\omega X_{C_D}} = \frac{1}{2 \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 13,33 \Omega} = 238,9 \mu\text{F}$$

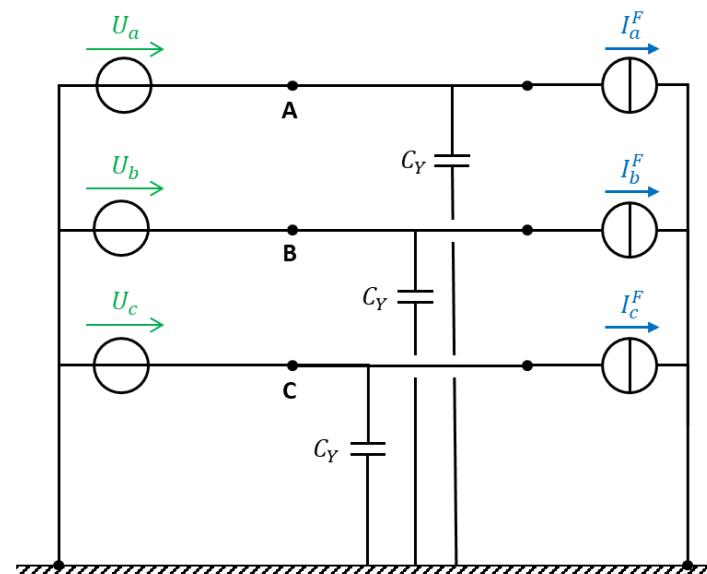




Csillag kapcsolású kompenzálás

- b) Mekkora kapacitású kondenzátorok szükségesek a kompenzáláshoz, ha azokat csillag kapcsolásban tervezzük üzemeltetni?

$$\begin{aligned}
 X_{C_Y} &= \frac{U_{n,f}^2}{Q_{C,1f}} = \frac{(U_n/\sqrt{3})^2}{Q_{C,3f}/3} = \frac{U_n^2}{Q_{C,3f}} \\
 &= \frac{(400/\sqrt{3} \text{ V})^2}{36/3 \text{ kvar}} = \frac{(400 \text{ V})^2}{36 \text{ kvar}} = 4,44 \Omega
 \end{aligned}$$



$$C_Y = \frac{1}{\omega X_{C_Y}} = \frac{1}{2 \cdot 50 \text{ Hz} \cdot 4,44 \Omega} = 716,9 \mu\text{F}$$





Megéri?

Egy 50 kvar teljesítményű berendezés ára:

- Kondenzátor modul : 140 000 Ft
- Automatika : 80 000 Ft

Összesen: 220 000 Ft

A korábban kiszámolt meddőenergia-költség: ~ 465 000 Ft



Feszültségesés és meddőkompenzálás

Teljes, hossz- és keresztirányú feszültség számítása

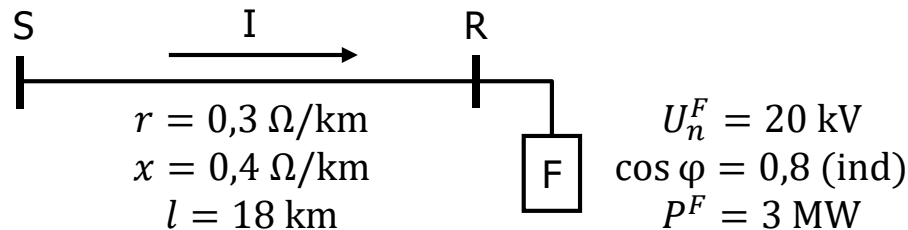
Meddőkompenzálás hatása

Fazorábrák



6. feladat

Tekintsük az alábbi 20 kV-os távvezetékét, végén egy nagy induktív (áramtartó) fogyasztóval.



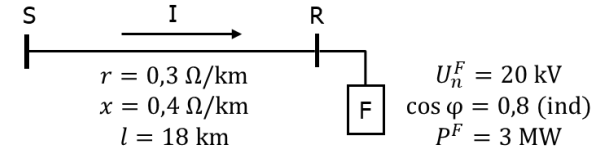
- Számítsuk ki a vezetéken tapasztalható komplex, hossz- és keresztirányú feszültségesés mértékét!
- Számítsuk ki a táppont (S) vonali feszültségét, ha a fogyasztón névleges feszültség esik!
- Számítsuk ki a vezetéken keletkező veszteséget!



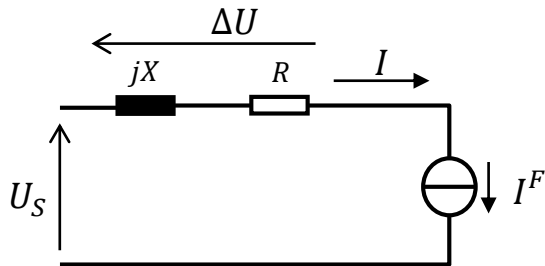


Áramköri modell, névleges áram

a) Számítsuk ki a vezetéken tapasztalható komplex, hossz- és keresztirányú feszültségés mértékét!



1) Rajzoljuk fel az áramkört!



$$R = r \cdot l = 0,3 \Omega/\text{km} \cdot 18 \text{ km} = 5,4 \Omega$$

$$X = x \cdot l = 0,4 \Omega/\text{km} \cdot 18 \text{ km} = 7,2 \Omega$$

2) Határozzuk meg a fogyasztó (névleges) áramát!

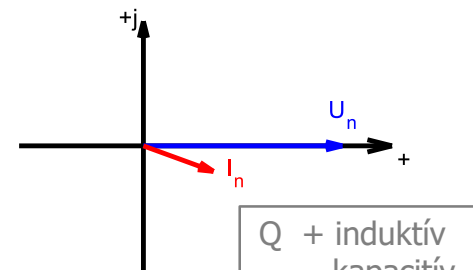
$$I^F = \frac{P^F / \cos \varphi}{\sqrt{3} \cdot U_n} (\cos \varphi - j \sin \varphi)$$

$$\begin{aligned} I^F &= \frac{3000 \text{ kW} / 0,8}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} (0,8 - j0,6) = \\ &= 86,60 - j64,95 \text{ A} = 108,25 e^{-j36,87^\circ} \text{ A} \end{aligned}$$

$$S_n = \sqrt{3} U_n I_n^*$$

$$\rightarrow I_n = \left(\frac{S_n}{\sqrt{3} U_n} \right)^* = \frac{S_n (\cos \varphi + j \sin \varphi)^*}{\sqrt{3} U_n}$$

$$= \frac{S_n}{\sqrt{3} U_n} (\cos \varphi - j \sin \varphi)$$



Q + inductív
- kapacitív

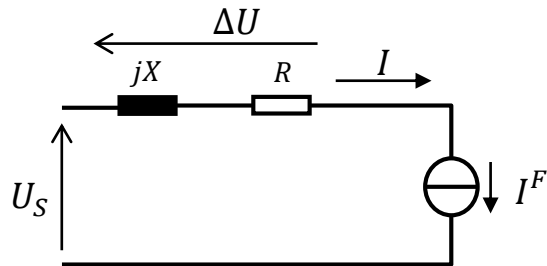
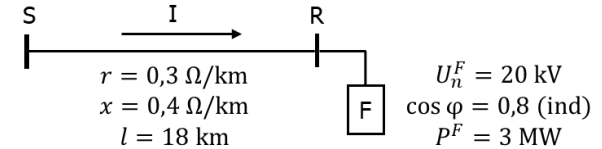
I - inductív
+ kapacitív



Komplex, hossz- és keresztirányú feszültségesés

a) Számítsuk ki a vezetéken tapasztalható komplex, hossz- és keresztirányú feszültségesés mértékét!

3) Számoljuk ki feszültségesés értékét!



$$R = r \cdot l = 0,3 \Omega/\text{km} \cdot 18 \text{ km} = 5,4 \Omega$$

$$X = x \cdot l = 0,4 \Omega/\text{km} \cdot 18 \text{ km} = 7,2 \Omega$$

$$I = I^F = 86,60 - j64,95 \text{ A} = 108,25 e^{-j36,87^\circ} \text{ A}$$

$$\begin{aligned} \overline{\Delta U} &= \bar{Z} \bar{I} = \\ &= (R + jX)(I_w + jI_m) = \\ &= (5,4 + j7,2 \Omega)(86,60 - j64,95 \text{ A}) = 935,3 + j272,8 \text{ V} = 974 e^{j16,26^\circ} \text{ V} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Delta U_h &= RI_w - XI_m = \\ &= 5,4 \Omega \cdot 86,6 \text{ A} - 7,2 \Omega \cdot (-64,95 \text{ A}) = 935,3 \text{ V} \end{aligned}$$

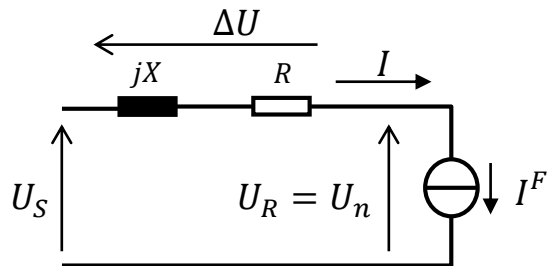
$$\begin{aligned} \Delta U_k &= RI_m + XI_w = \\ &= 5,4 \Omega \cdot (-64,95 \text{ A}) + 7,2 \Omega \cdot 86,6 \text{ A} = 272,8 \text{ V} \end{aligned}$$





Táppoldali feszültség és veszteség

- b) Számítsuk ki a táppont (S) vonali feszültségét, ha a fogyasztón névleges feszültség esik!



$$R = r \cdot l = 0,3 \, \Omega/\text{km} \cdot 18 \, \text{km} = 5,4 \, \Omega$$

$$X = x \cdot l = 0,4 \, \Omega/\text{km} \cdot 18 \, \text{km} = 7,2 \, \Omega$$

$$I = I^F = 86,60 - j64,95 \, \text{A} = 108,25 e^{-j36,87^\circ} \, \text{A}$$

$$\Delta U_h = 935,3 \, \text{V}$$

$$\begin{aligned} U_S &= U_R + \sqrt{3} \cdot \Delta U_h = \\ &= 20000 + \sqrt{3} \cdot 935,3 = 21620 \, \text{V} \end{aligned}$$

- c) Számítsuk ki a vezetéken keletkező veszteséget!

$$\begin{aligned} P_{veszt} &= 3|I|^2 R = \\ &= 3 \cdot (108,25 \, \text{A})^2 \cdot 5,4 \, \Omega = 189,8 \, \text{kW} \end{aligned}$$





7. feladat

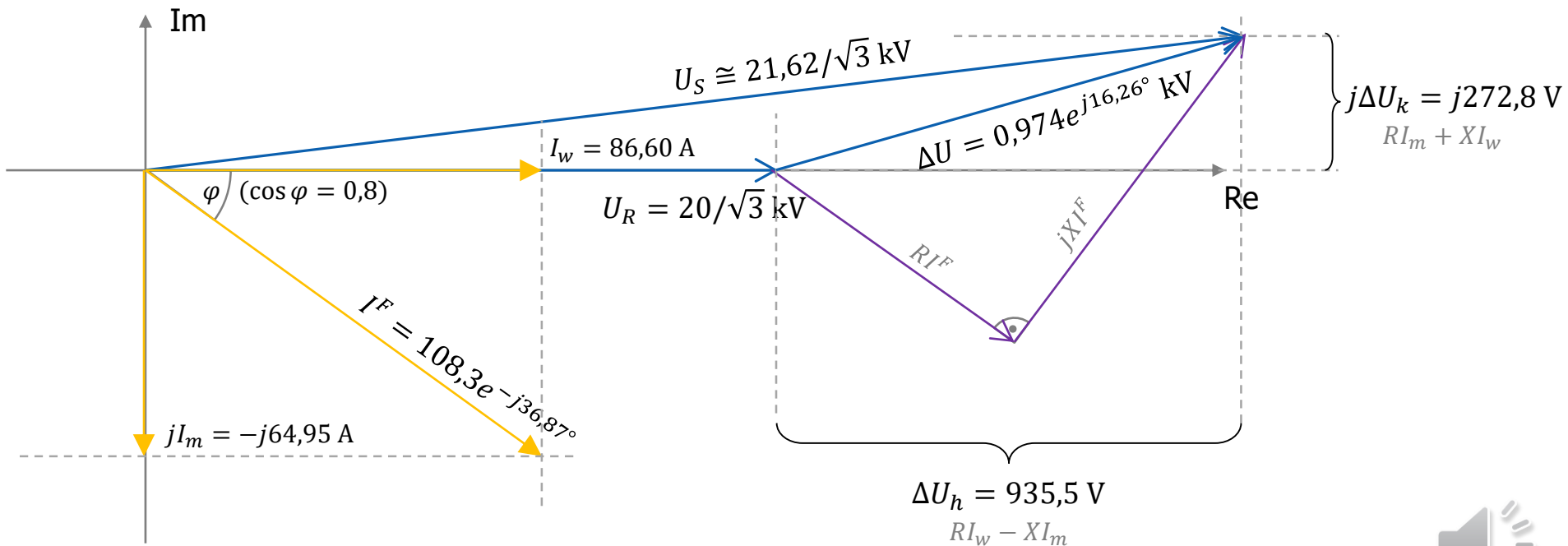
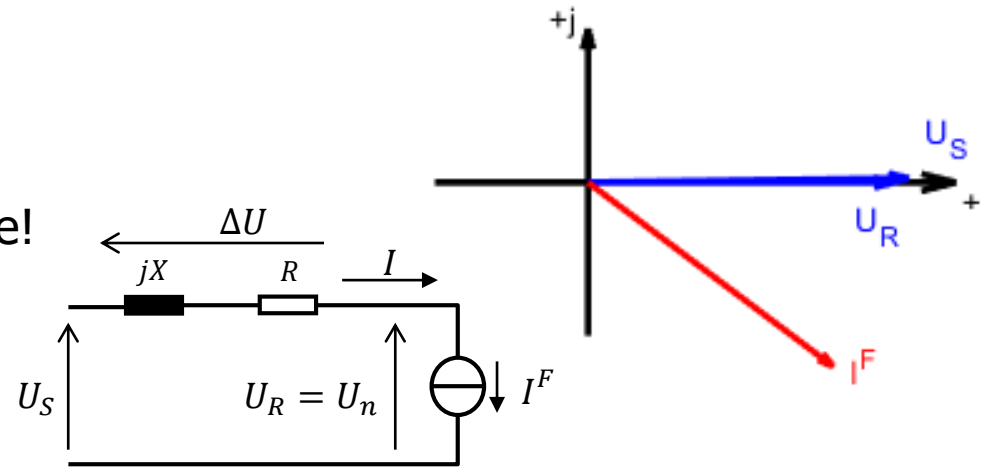
Rajzoljunk fazorábrát a fenti esetre!

$$R = 5,4 \, \Omega, \quad X = 7,2 \, \Omega$$

$$I^F = 86,60 - j64,95 \, \text{A}$$

$$= 108,25 e^{-j36,87^\circ} \, \text{A}$$

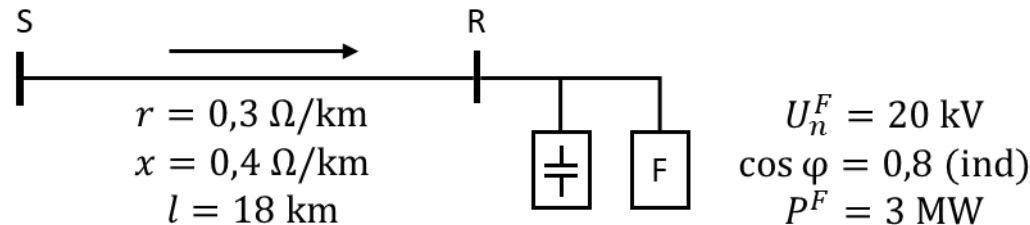
$$\Delta U = 935,3 + j272,8 \, \text{V} = 974 e^{j16,26^\circ} \, \text{V}$$





8. feladat

A fogyasztó meddőenergia-költségének csökkentése érdekében meddőkompenzátort (kondenzátorokat) telepít a csatlakozási pontjára.



- Mekkora legyen a háromfázisú kondenzátortelep teljesítménye, hogy a fogyasztó mentesüljön a meddőenergia-díj fizetése alól? (KÖF: 30%)
- Mekkora az egyes kondenzátortelep kapacitív fázisárama?
- Határozza meg a vezetéken a (hosszirányú) feszültségesést és a vezeték veszteségét!
- Számolja ki a kondenzátorok kapacitását és névleges áramát csillag- és deltakapcsolású telepre is!





Kondenzátortelep méretezése

- a) Mekkora legyen a háromfázisú kondenzátortelep teljesítménye, hogy a fogyasztó mentesüljön a meddőenergia-díj fizetése alól? (KÖF: 30%)

$$Q_n^F = S_n^F \sin \varphi = \frac{P_n^F}{\cos \varphi} \sin \varphi =$$

$$= \frac{3 \text{ MW}}{0,8} \cdot 0,6 = 2,25 \text{ Mvar}$$

$$Q_C = Q_n^F - P_n^F \cdot 30\% =$$

$$= 2,25 \text{ Mvar} - 3 \text{ MW} \cdot 30\% = 1,35 \text{ Mvar}$$

- b) Mekkora a kondenzátortelep kapacitív fázisárama?

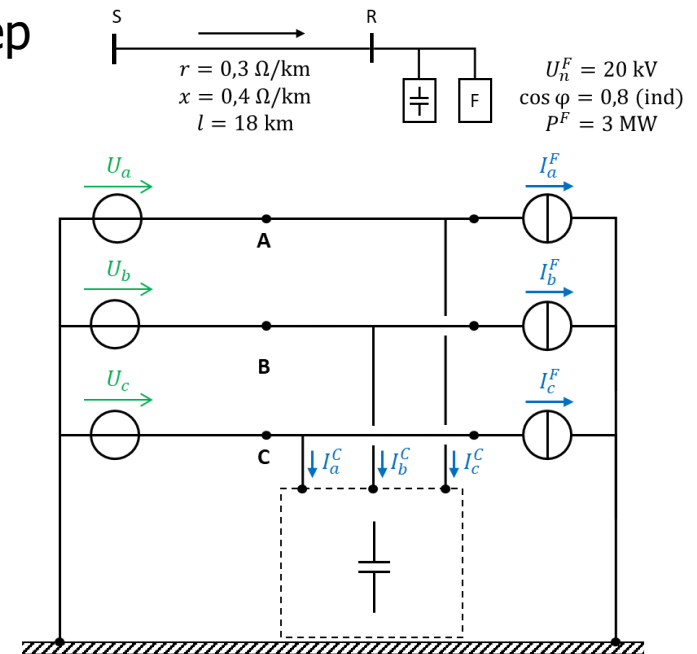
$$|I^C| = \frac{Q_C}{\sqrt{3}U_n} =$$

$$= \frac{1,35 \text{ Mvar}}{\sqrt{3} \cdot 20 \text{ kV}} = 38,97 \text{ A}$$

$$|I^C| = |I_m^F| - 0,3 \cdot I_w^F =$$

$$= 64,95 \text{ A} - 0,3 \cdot 86,60 \text{ A} =$$

$$= 38,97 \text{ A}$$

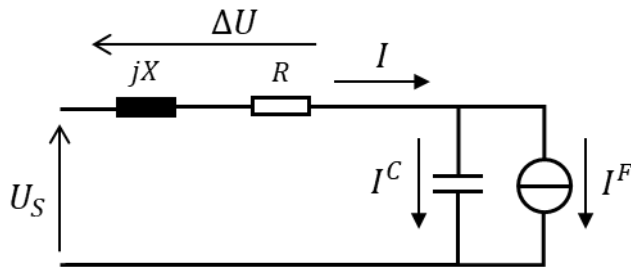




Vezeték árama kompenzálás után

c) Határozza meg a vezetéken a (hosszirányú) feszültségesést és a vezeték veszteségét!

1) Rajzoljuk fel az áramkört!



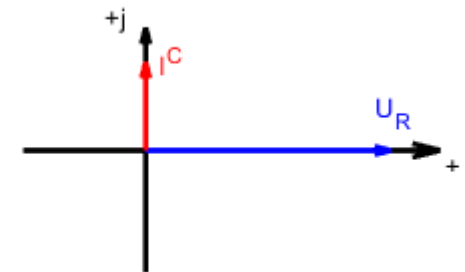
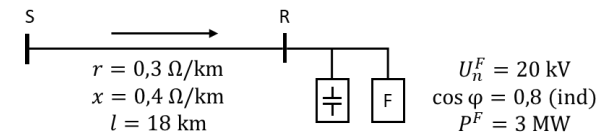
$$R = 5,4 \Omega$$

$$X = 7,2 \Omega$$

$$I^F = 86,60 - j64,95 \text{ A}$$

$$Q_{C,3f} = 1,35 \text{ Mvar}$$

$$|I^C| = 38,97 \text{ A}$$



2) Határozzuk meg a kondenzátor áramának fázisát (irányát)!

$$I^C = \frac{(P_n + jQ_n)^*}{\sqrt{3}U_n} = -\frac{jQ_n}{\sqrt{3}U_n} \xrightarrow{Q_n < 0 \text{ (kapacitív)}} I^C = j38,97 \text{ A}$$

3) Számítsuk ki a vezetéken folyó áramot!

$$I = I^F + I^C = 86,60 - j64,95 + j38,97 \text{ A} = 86,60 - j25,98 \text{ A} = 90,42e^{-16,7^\circ} \text{ A}$$

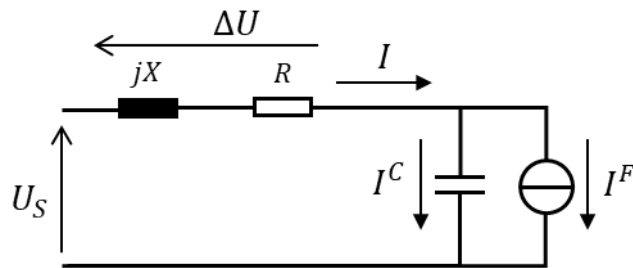
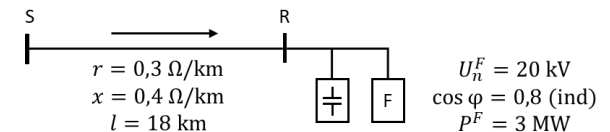
$$I = I_w^F - jI_m^F = I_w^F - j0,3I_w^F = 86,60 - j \cdot 0,3 \cdot 86,60 \text{ A} = 86,60 - j25,98 \text{ A}$$





Feszültségesés és veszteség kompenzálás után

c) Határozza meg a vezetéken a (hosszirányú) feszültségesést és a vezeték veszteségét!



$$R = 5,4 \Omega$$

$$X = 7,2 \Omega$$

$$I^F = 86,60 - j64,95 \text{ A}$$

$$Q_{C,3f} = 1,35 \text{ Mvar}$$

$$I^C = j38,97 \text{ A}$$

$$I = 86,60 - j25,98 \text{ A} = 90,42 e^{-16,7^\circ} \text{ A}$$

4) Határozzuk meg a hosszirányú feszültségesést!

$$\Delta U'_h = RI_w - XI'_m = 5,4 \Omega \cdot 86,60 \text{ A} - 7,2 \Omega \cdot (-25,98 \text{ A}) = 654,71 \text{ V} \quad < \Delta U_h = 935,3 \text{ V}$$

5) Számítsuk ki a vezeték veszteségét!

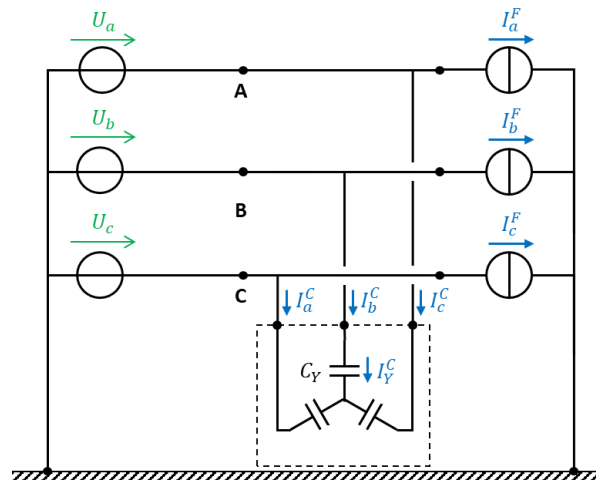
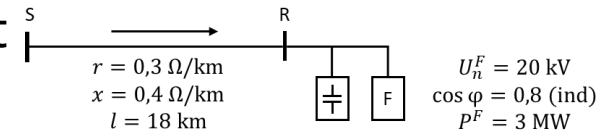
$$P'_{veszt} = 3|I'|^2 R = 3 \cdot (90,42 \text{ A})^2 \cdot 5,4 \Omega = 132,44 \text{ kW} \quad < P_{veszt} = 189,8 \text{ kW}$$





Kondenzátorok kapacitása és árama

d) Számolja ki a kondenzátorok kapacitását és áramát csillag- és deltakapcsolású telepre is!



$$Q_{C,3f} = 1,35 \text{ Mvar}$$

$$I^C = j38,97 \text{ A}$$

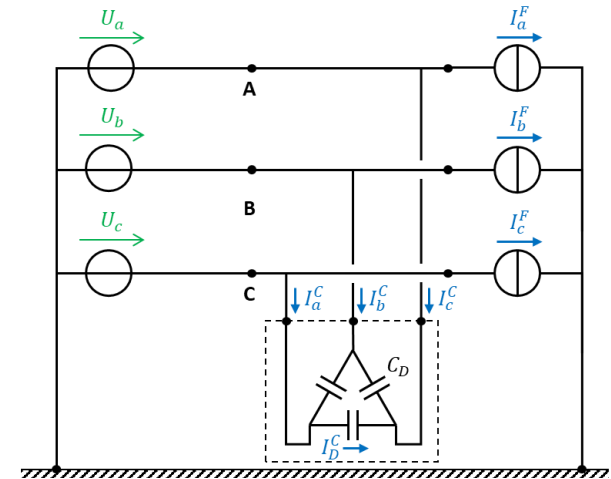
$$X_C = \frac{1}{\omega C}$$

$$Q_C = \frac{U_C^2}{X_C}$$

$$|I_C| = \frac{U_C}{X_C}$$

$$\rightarrow C = \frac{1}{\omega X_C} = \frac{Q_C}{\omega U_C^2}$$

$$\rightarrow |I_C| = U_C \cdot \omega C$$



$$C_Y = \frac{Q_{C,1f}}{\omega U_{n,f}^2} = \frac{1,35 \text{ Mvar}/3}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot \left(\frac{20 \text{ kV}}{\sqrt{3}}\right)^2} = 10,74 \mu\text{F}$$

$$I_Y^C = U_{n,f} \omega C_Y = \frac{20 \text{ kV}}{\sqrt{3}} \cdot 100\pi \cdot 10,74 \mu\text{F} = 38,97 \text{ A}$$

$$C_D = \frac{Q_{C,1f}}{\omega U_n^2} = \frac{1,35 \text{ Mvar}/3}{2\pi \cdot 50 \text{ Hz} \cdot (20 \text{ kV})^2} = 3,58 \mu\text{F}$$

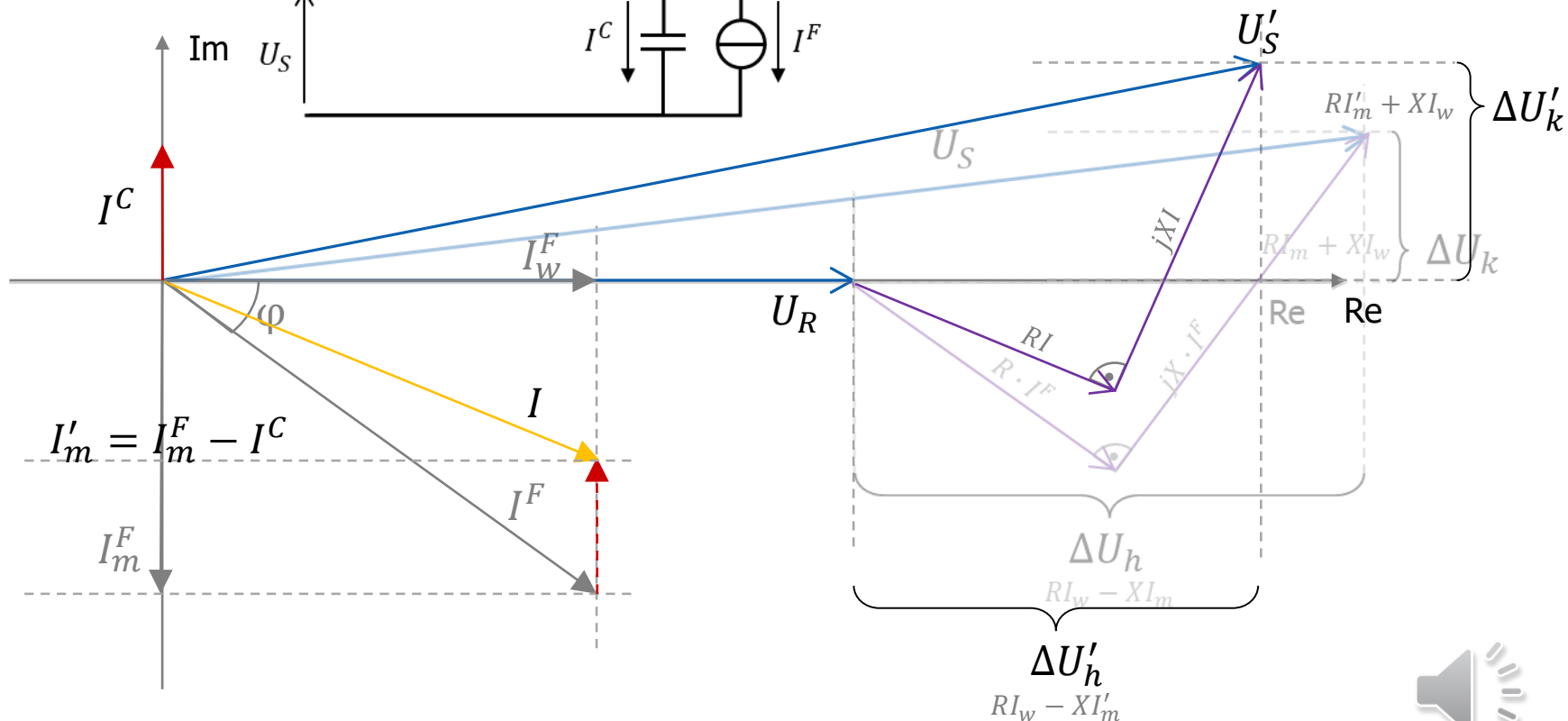
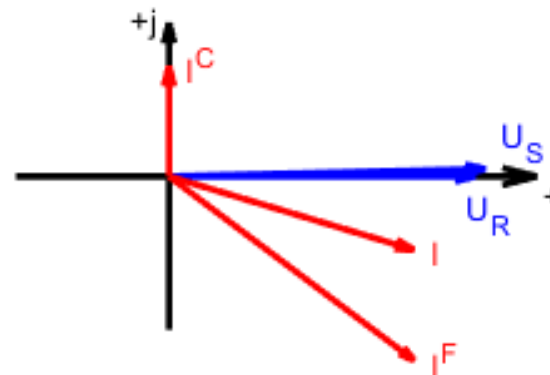
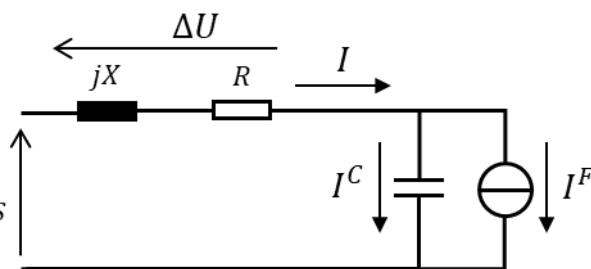
$$I_D^C = U_n \omega C_D = 20 \text{ kV} \cdot 100\pi \cdot 3,58 \mu\text{F} = 22,5 \text{ A}$$





9. feladat

Rajzoljunk fazorábrát a fenti esetre!



Köszönjük a figyelmet!

