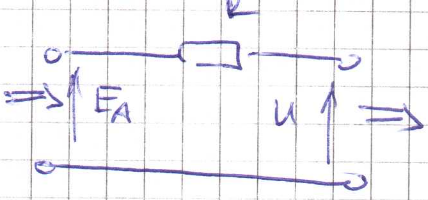
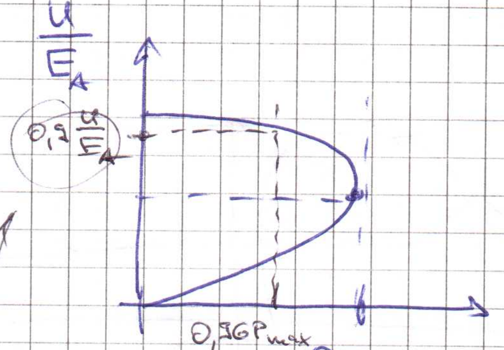
XVI. előadás

2012. IV. 20.

Bingó: fesz.-esés

Ingyenes átvitelnél stabilitási határ, ha egy adottnál nagyobb teljesítményt akarunk átvinni





termikus határ → merre

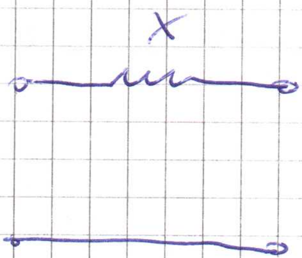
P_{max} : stabilitási határ

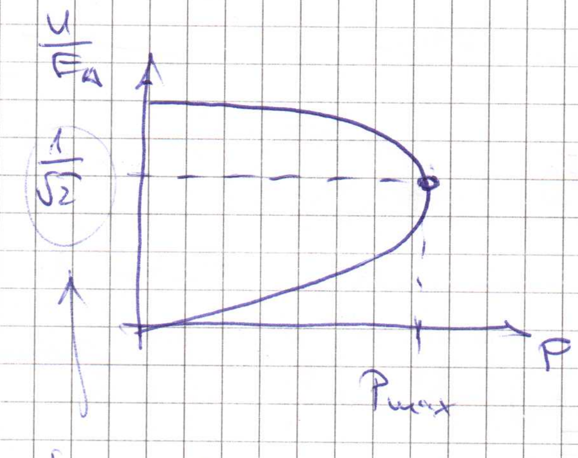
ez még elfogadható feszültség

⇓

ebből ~$0{,}36 \cdot P_{max}$ -ot tudunk átvinni

$$P_{max} = \frac{E_A^2}{4 \cdot R}$$

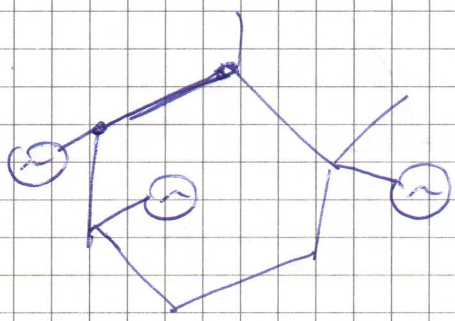




$$P_{max} = \frac{E_A^2}{2X}$$

még ez is elfogadhatatlan.

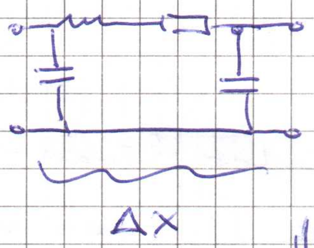
Hurkolt hálózat esete:



Több oldalról is lehet betáplálás.

A távvez. mindkét végén szabályozott (~ konstans) feszültségeket tartunk.

Távvez. modell:

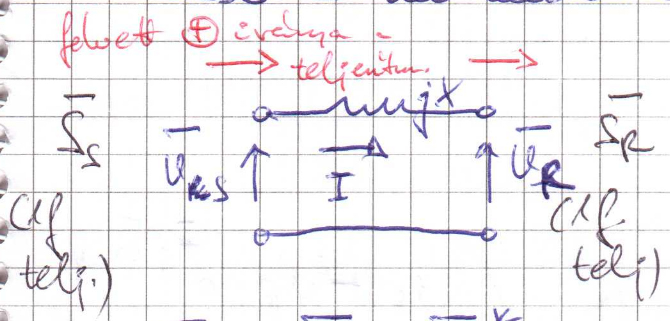


elosztott paraméterű modell

⇓

koncentrált paraméterű modell

Ebből a mi modellünk: R-et és C-t elhanyagoljuk



$\bar{U}_R$-t és $\bar{U}_S$-et szabályozott feszültségnek tekintjük

⇓

konstans

R: receiving

S: sending

$$\bar{S}_S = \bar{U}_S \cdot \bar{I}_S^*$$

↑

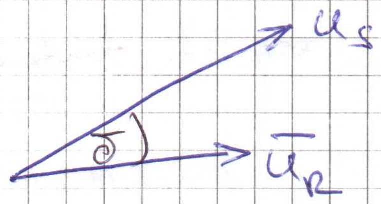
(+) sorrendű modell

↑ van

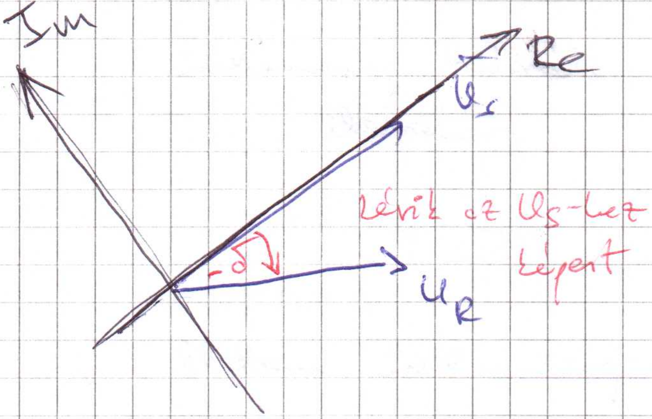
1f teljesítménnyel.

$$\overline{S_R} = \overline{U_R} \cdot \overline{I}^*$$

$$\overline{I} = \frac{\overline{U_S} - \overline{U_R}}{jX}$$ → ezt helyettesítjük



δ: terhelési szög
(minek köze a P-hez)



A koordináta-rendszert az $\overline{U_S}$-hez igazítjuk
↓
ez egy valós szám

Ilyenkor

$\overline{U_S} = U_S$ (egy valós szám, szöge 0°)

$\overline{U_R} = U_R \cdot e^{-j\delta}$: az U_S-hez képest −δ szögű

↑
eff. értéke

Kell: az áram.

$$\overline{S_S} = \overline{U_S} \cdot \overline{I_S}^* = U_S \cdot \left(\frac{U_S - U_R \cdot e^{\mp j\delta}}{jX} \right)^* =$$

*

$$e^{j\delta} = \cos\delta + j \cdot \sin\delta$$

Ebből $e^{-j\delta} = \cos\delta - j\cdot\sin\delta$

Ezeket helyettesítve

$$\bar{S}_S = U_S \cdot \left(\frac{U_S - U_R\cdot\cos\delta + jU_R\cdot\sin\delta}{jX}\right)^* =$$

$$= U_S \cdot \left(\frac{-jU_S + jU_R\cdot\cos\delta + U_R\cdot\sin\delta}{X}\right)^* =$$

A konjugálást elvégezve

$$= U_S \cdot \left(\frac{jU_S - jU_R\cdot\cos\delta + U_R\cdot\sin\delta}{X}\right) =$$

$$= \underbrace{\boxed{\frac{U_S\cdot U_R}{X}\cdot\sin\delta}}_{=P_S} + j\cdot\boxed{\frac{U_S^2 - U_S U_R\cdot\cos\delta}{X}} = Q_S$$

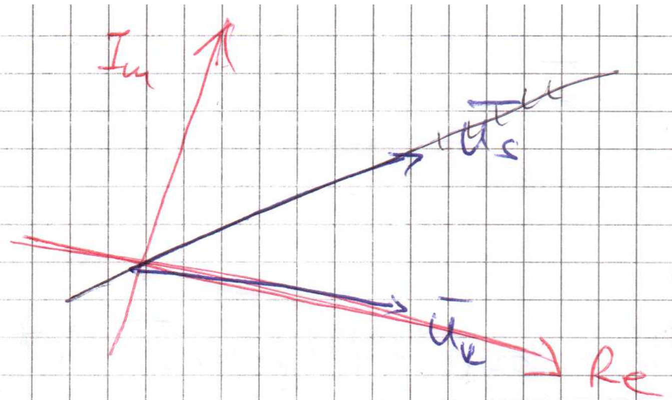
az S oldalon a távvezetékbe befolyó teljesítmény valós és képzetes része

Az R oldali teljesítmény:

$$\cancel{\bar{S}_R = U_R\cdot\left(\frac{U_S\cdot e^{j\delta} - U_R}{jX}\right)^* =}$$

$$= \cancel{U_R\left(U_S\cos\delta +\right.}$$

Ezt egy másik koordináta-rendszerből írjuk fel.



$$\bar U_R = U_R$$

$$\bar U_S = U_S \cdot e^{+j\delta}$$

Ekkor $\bar S_R = U_R \cdot \left(\frac{U_S \cdot e^{j\delta} - U_R}{jX} \right)^* =$

$$= U_R \cdot \left(\frac{-j \cdot U_S \cdot \cos\delta - j^2 \cdot U_S \cdot \sin\delta + jU_R}{X} \right)^*$$

$$= U_R \cdot \left(\frac{jU_S \cdot \cos\delta + U_S \cdot \sin\delta - jU_R}{X} \right) =$$

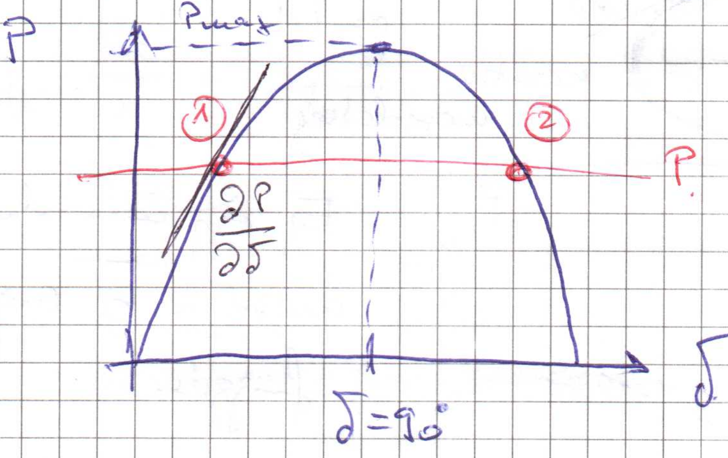
$$= \underbrace{\boxed{\frac{U_S \cdot U_R}{X} \cdot \sin\delta}}_{P_R} + j \cdot \underbrace{\boxed{\frac{U_S U_R \cdot \cos\delta - U_R^2}{X}}}_{Q_R}$$

$P_S = P_R$, mert nincs veszteség $(R=0)$: ami hatásos telj. bemegy, az a túloldalon ki is megy.

Ez a hatásos teljesítmény-átvitel:

$$P = \underbrace{\boxed{\frac{U_S \cdot U_R}{X}}}_{P_{max}} \cdot \sin\delta$$

Az átvitt hatásos teljesítmény függvénye:



2 munkapont van

Vagyis a szögtől függően tudunk teljesítményt átvinni

Ha δ kicsi -> ΔU kicsi -> kisebb az áram -> kisebb a veszteség ugyanakkora teljesítménynél

Ha δ nagy -> ΔU nagy -> nagyobb az áram -> nagyobb a veszteség

↑ Emiatt az ① munkapont lesz stabil, a ② instabil.

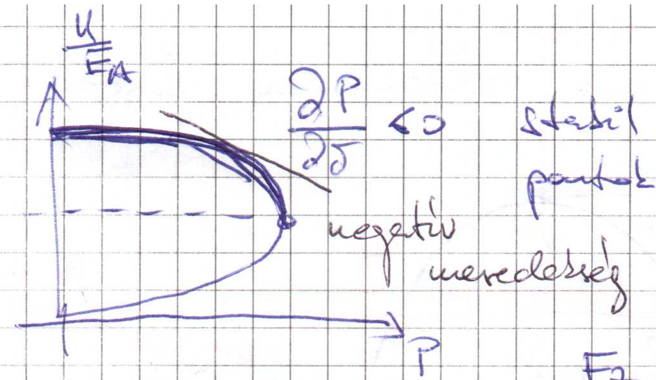
Statikusan akkor stabil a telj. átvitel, ha $\frac{\partial P}{\partial \delta} > 0$ (ezek meredekségek)

↑

létezik dinamikus és tranziens stabilitás is.
Most stacioner állapotról van szó.

Ha nagyon elfordulnak egymástól a szögek, akkor a rendszerek együttjárása nem lehetséges.

Korábban:



↓

Reaktancián keresztül ugyanaz:

$$P_{max} = \frac{E_a^2}{2X}$$

Ez egy más dolog, mint a δ szögtől való függés.

A δ szögenél $P'_{max} = \frac{U_S \cdot U_R}{X} = \frac{E_a^2}{X}$, ha $U_S = U_R$

A teljesítmény-átviteli határ erősebb korlát

$$\left(\frac{E_a^2}{2X} < \frac{E_a^2}{X} \right)$$

A <u>meddőteljesítmény</u>:

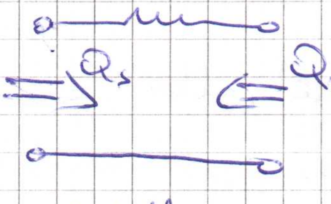
Tfh $|U_S| = |U_R|$

Ekkor $Q_S = \frac{U_S^2}{X} - \frac{U_S^2}{X} \cdot \cos\delta$

$$Q_R = \frac{U_S^2 \cdot \cos\delta}{X} - \frac{U_S^2}{X}$$

ezek egymás (-1)-szeresei

vagyis mindkét oldalról bejön ugyanakkora meddőtelj. ⇒ az X reaktancia meddőigényét mindkét oldal fedezi



$U_S = U_R$ esetben

Ha $U_S > U_R$, akkor

$$Q_S = \frac{U_S^2}{X} - \frac{U_S U_R}{X} \cdot \cos\delta > 0$$

az első tag nagyobb.

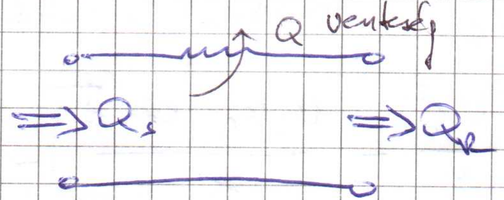
Így meddőtelj. befelé jön a távvezetékbe

$$Q_R = \frac{U_S U_R \cdot \cos\delta}{X} - \frac{U_R^2}{X} > 0$$

a második tag ~~nagyobb~~ kisebb

Ha $\delta \approx 0°$ (kicsi szög), akkor $\cos\delta \approx 1$

Vagyis:

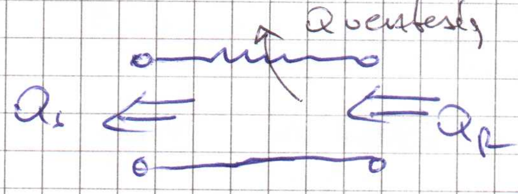


De $Q_S \neq Q_R$, valamennyit X is elfogyaszt

Ha $U_R > U_S$, akkor az előbbiekhez hasonlóan:

$$Q_S = \frac{U_S^2}{X} - \frac{U_S U_R}{X} \cdot \cos\delta < 0, \text{ ha } \delta \approx 0°$$

$$Q_R = \frac{U_S \cdot U_R \cdot \cos\delta}{X} - \frac{U_R^2}{X} < 0$$



Vagyis a két oldal feszültségétől és a szögétől függően van meddőtelj.- áramlás.

A hatásos és a meddő telj. áramlása viszont független egymástól.

A meddőtelj.- veszteség:

$$\Delta \bar{U} = \bar{U}_S - \bar{U}_R$$ fesz. különbség a két oldal között

$$Q_{veszt.} = \frac{|\Delta \bar{U}|^2}{X}$$: a reaktancián eső meddőtelj. veszteség

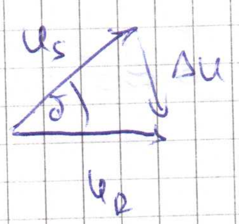
$$Q_{veszt} = Q_S - Q_R$$ alakban is írható

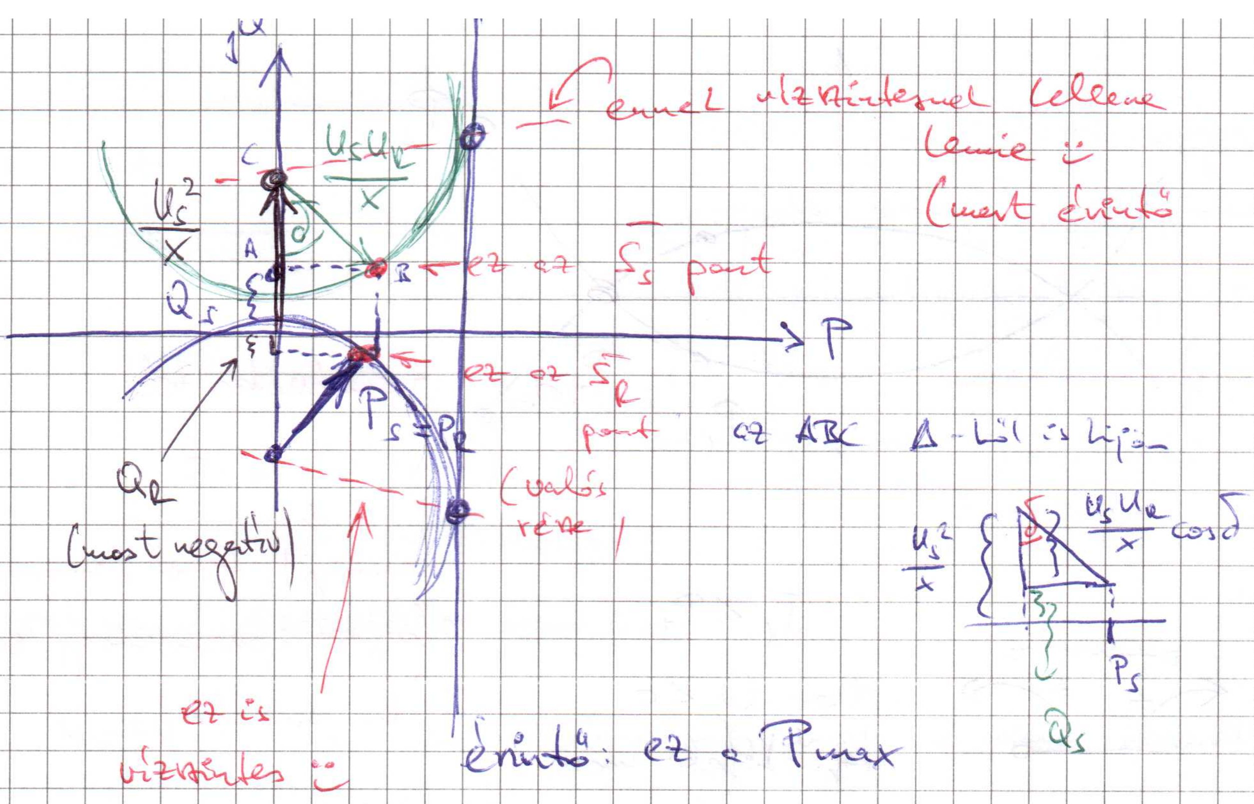
így $$Q_{veszt} = \left(\frac{U_S^2}{X} - \frac{U_S U_R \cos\delta}{X}\right) - \left(\frac{U_S U_R \cos\delta}{X} - \frac{U_R^2}{X}\right)$$

$$= \frac{U_S^2 + U_R^2 - 2 \cdot U_S \cdot U_R \cdot \cos\delta}{X} = \frac{(\Delta \bar{U})^2}{X}$$

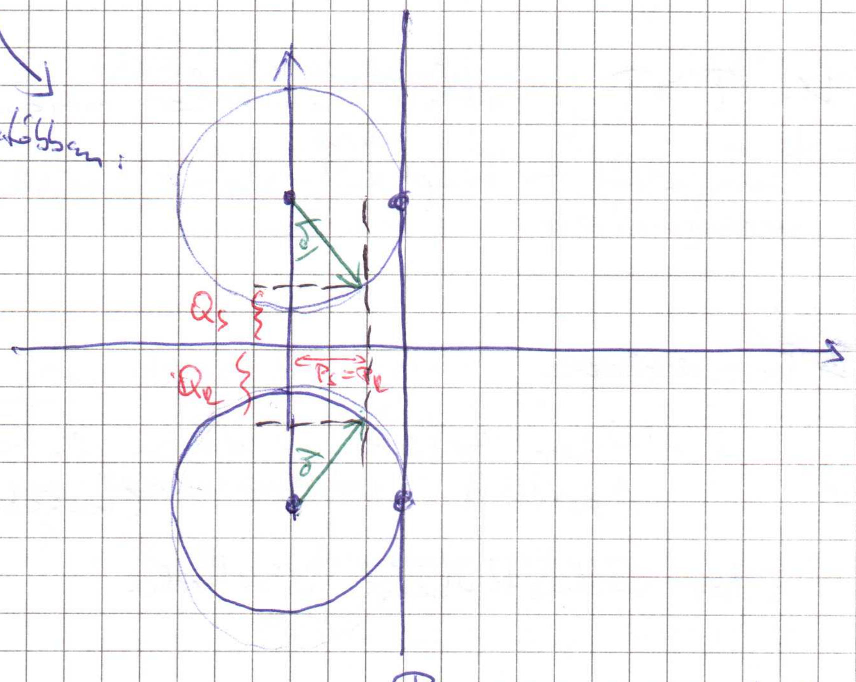
ugyanazt kaptuk.

koszinusztétel





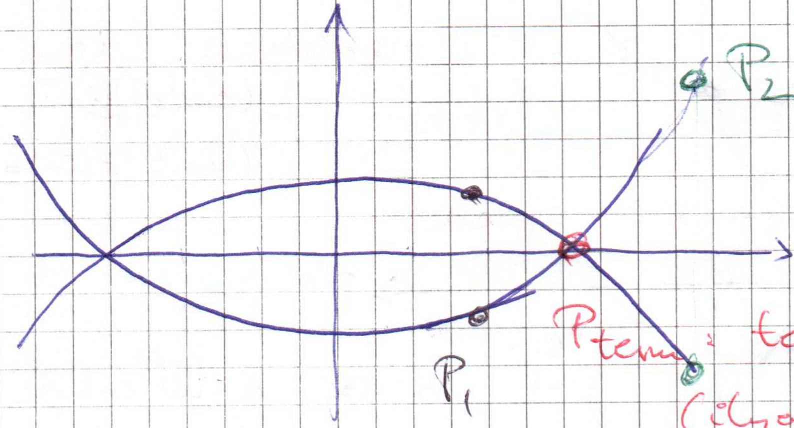
általánosabban:



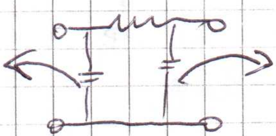
P_{max}: meg átlelő

Ha a kapacitást is figyelembe vesszük a távvezetékek C-jeit, a kapacitások is termelnek meddőt.

Egy spec. pont: ha amennyit termel, amennyit el is nyel. → Pont akkora P-t visz át adott U mellett, hogy a fogyasztott és a termelt ~~medd~~ meddő megegyezik → természetes telj.



P_{term}: természetes telj (ilyenkor $Q=0$
↓
annyit termel, amennyit el-fogyaszt: nem megy se ki, se be meddő).



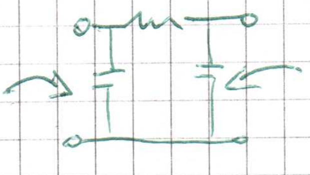
$P_1 < P_t$
akkor $Q < 0$
így kifelé megy
a meddő

~~Q~~ P→

Ha $P > P_t$, akkor meddőt nyom ki magából → kapacitásként viselkedik.

$P_2 > P_t$ esetén

1 oldalon befelé, 2 oldalon is befelé
(pozitív) (negatív)

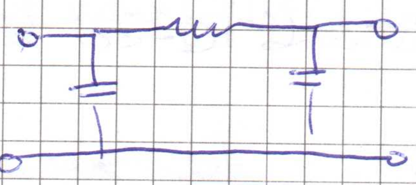


Ekkor induktívként viselkedik

$$P = \frac{U_n^2}{R_0} \quad \text{a term. telj}$$

R_0: hullámellenállás : $R_0 = \sqrt{\frac{L}{C}}$

A távvezeték így termelhet meddőt és → betáplálja a hálózatba. A meddő betáplálása feszültséget emeli, ~~pe...~~



üresen járó távvez. végén nagyobb lehet a feszt, mint a betápnál, mert kapacitív lesz és növeli a feszültséget → Ferranti-hatás.

A túl nagy feszültség nem jó

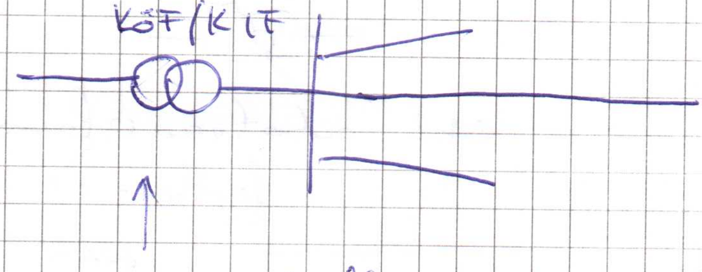
KÖF/KIF-en C-t tesznek, hogy a hiányzó feszültséget megemelje?.

NAF-on söntfojtókat kell használni, ne legyen túl nagy a feszültség.
Gyakorlatban ~50 Mvar

<u>A feszültségszabályozás módszerei</u> (összefoglalás)

- söntkondenzátor: KÖF ill. KIF hálózatokon.
  - KIF: söntkondenzátor
    ~~Kkkkkkk~~ Egy kompakt fénycső pl. kapacitív, sok ilyen meddőt táplál be.

KÖF/KIF

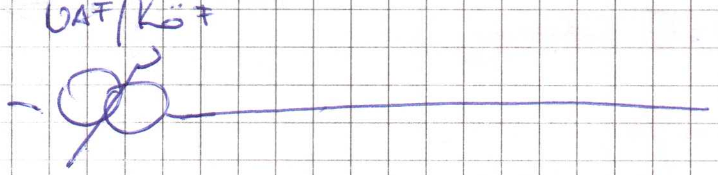


ezeket a trafókat osm névleges és ±3% áttételűek. Az áttétel fix, üzembehelyezéskor lehet ezt a ±3%-ot beállítani. +3%-nál a hálózat elején nagyobb feszt. lesz, mint a fogyasztótól, a végén alacsonyabbat. Ezt jól kell megkorlátozni.

Stabilizálni viszont fázisjavító C-vel lehet csak.

KÖF-ön: söntkondenzátor.

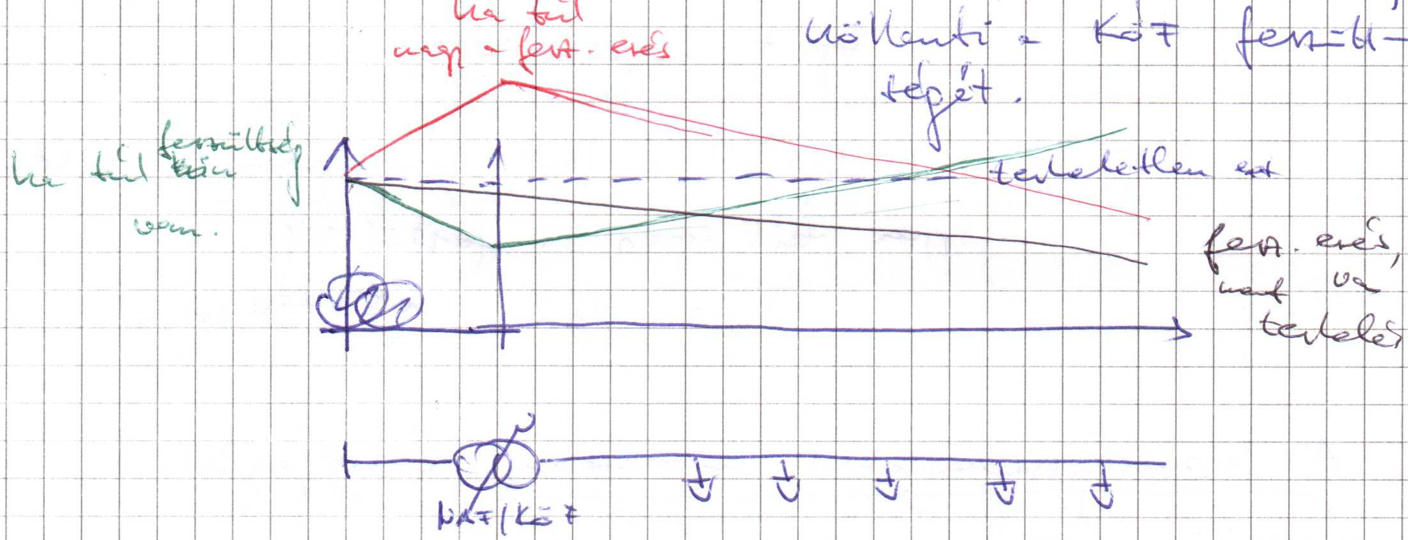
Valamint lehet még:



Terhelés alatt változtatható az áttétel

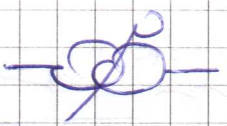
↓

a NAF-hoz képest emeli / csökkenti a KÖF feszültségét.

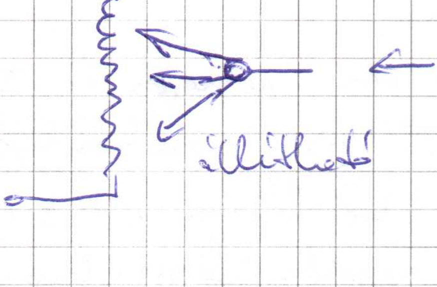


NAF-on:

Itt is vannak szabályozós transzformátorok:



ezek autotranszformátorok: nem fogják le az galvanikusan, hanem a NAF trafót csapolják meg valahol



Lehet söntfojtót használni: 

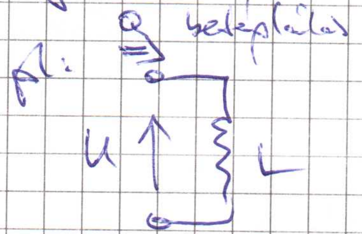
Valamint még egy lehetőség, hogy amikor szinkron-generátorok, és ha alulgerjesztjük (a pólusfeszült-séget csökkentjük) → meddőt fog nyelni.

Túlgerjesztéssel meddőt táplál a hálózatba.

Nagyobb pólusfeszültség változtatásával is lehet a meddőt befolyásolni.

A berendezések mellett a fogyasztóknak van egy feszült-ségfüggő telj. fogyasztási karakterisztikája.

pl.: Q betáplálás



$$Q_L = \frac{U^2}{X_L}$$

Egy nagyobb fogyasztói körzetre ez:

$$Q = Q_0 \cdot \left(\frac{U}{U_0}\right)^{k_{qu}}$$

, ahol $k_{qu} = 3 .. 8$

adott U_0 névleges fesz. mellett

a fesz. növekedésével drasztikusan nő a Q.

A nagy meddőfelvétel vissza-húzza a feszültséget → csökken a meddőfelvétel.

Ez mérséklő hatást jelent.

$Q = Q_0 \cdot \left(\frac{U}{U_0}\right)^{k_{qu}}$ jól közelíthető a Taylor-sorával.

$$\cancel{Q \approx}\ Q(U) \approx Q_0 \cdot \left(\frac{U_0}{U_0}\right)^{k_{qu}} \cdot \left(\frac{U-U_0}{U_0}\right)^0 +$$

$$+\ Q_0 \cdot k_{qu} \cdot \left(\frac{U_0}{U_0}\right)^{k_{qu}-1} \cdot \left(\frac{U-U_0}{U_0}\right) =$$

$$= Q_0 + Q_0 \cdot k_{qu} \cdot \frac{\Delta U}{U_0}$$

Viszont Q nem csak U-tól, hanem f-től is függ, de ez most a feszültségszabályozásnál nem érdekes.