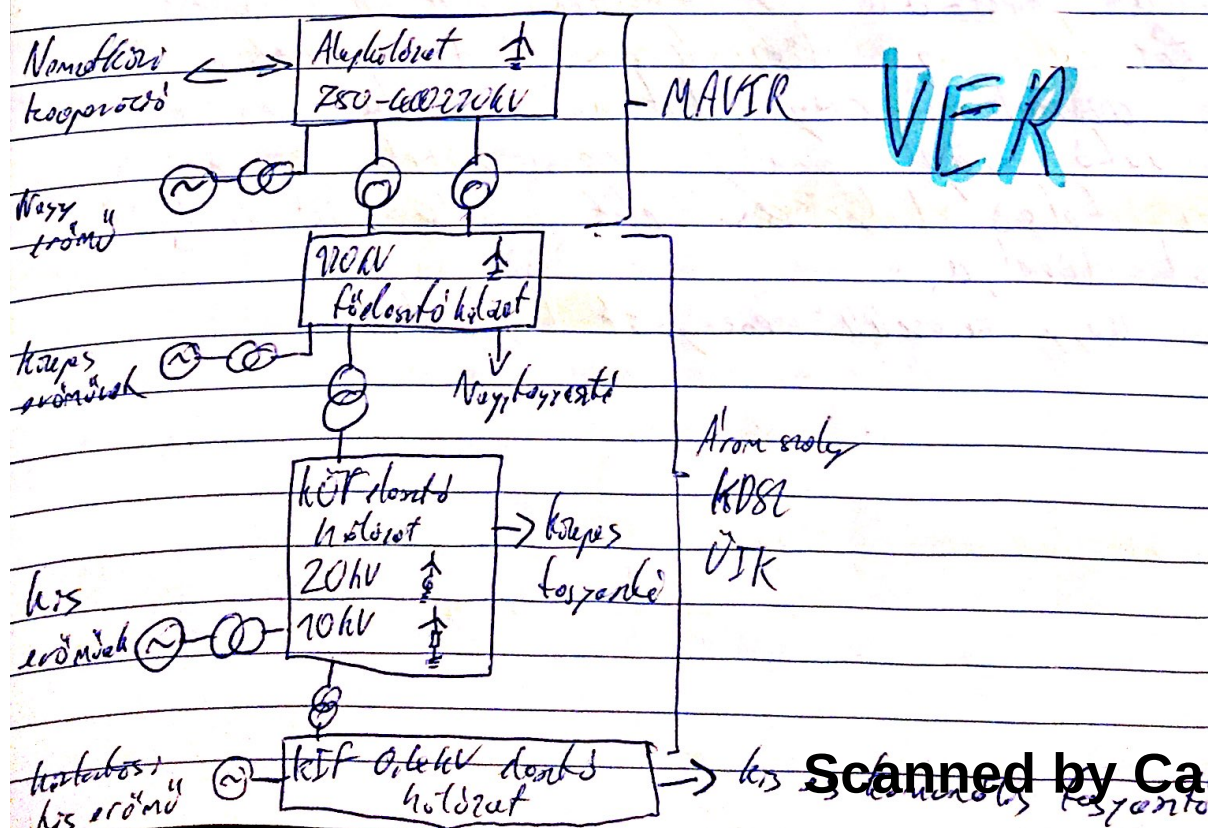
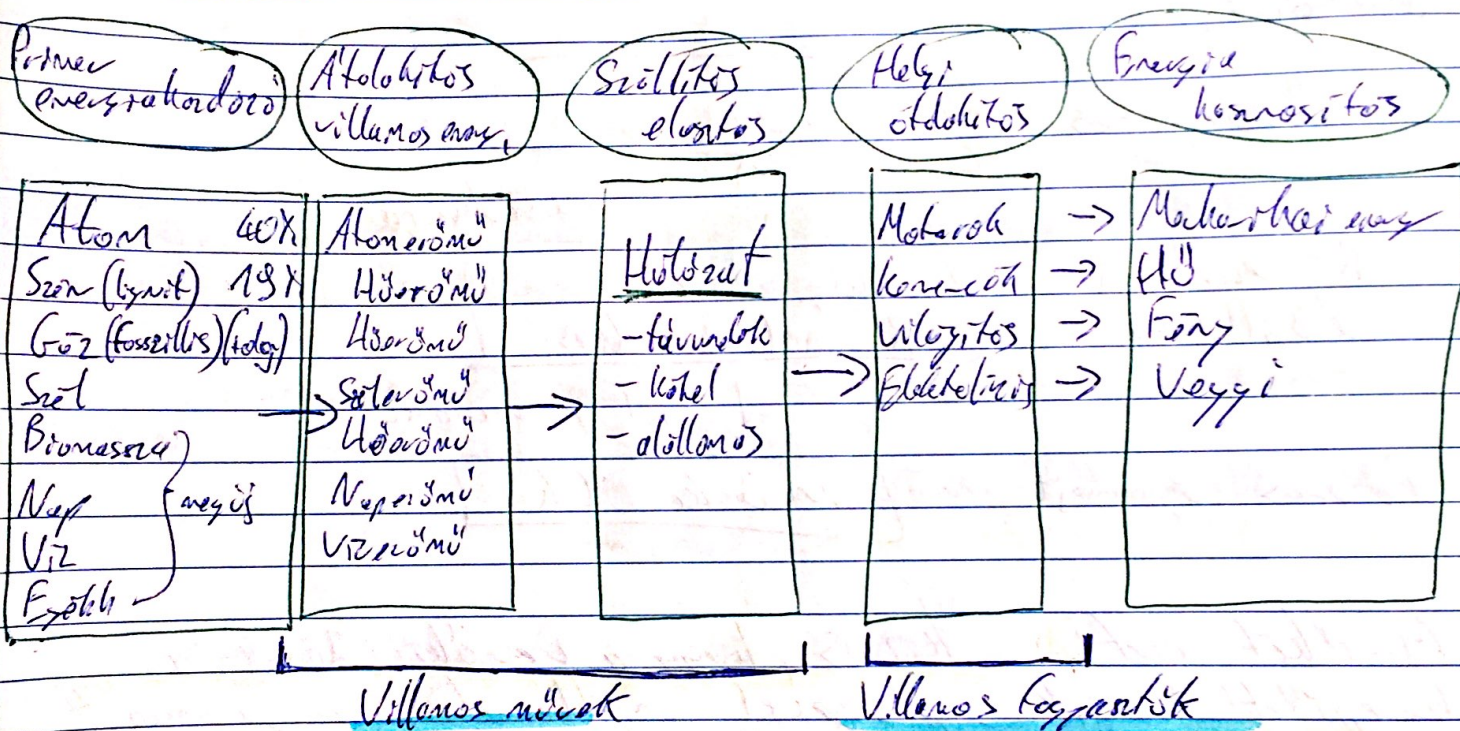


Villomas everywhere Ia

1. A villomosság-ellátás folyamata. A VÉR kialakítása, termelése és szállításának fő feladatai. Kooperáció's villomosság-vezérlés előnye.

A villamos energetika feladata a megtehető minőségű, mennyiségű villamos energia előlítása és hirtel-szoros elszállítása a fogyasztóknak.

Termes Vellenos engren -
A'burkel Felhasnatos

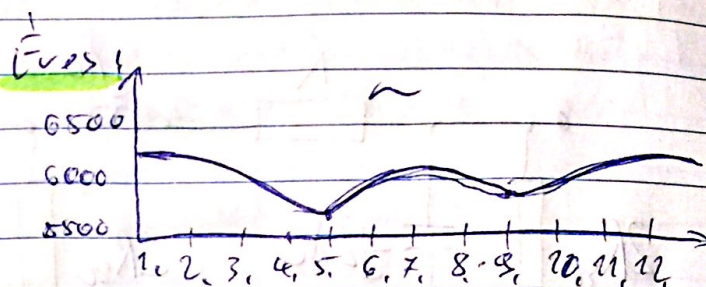
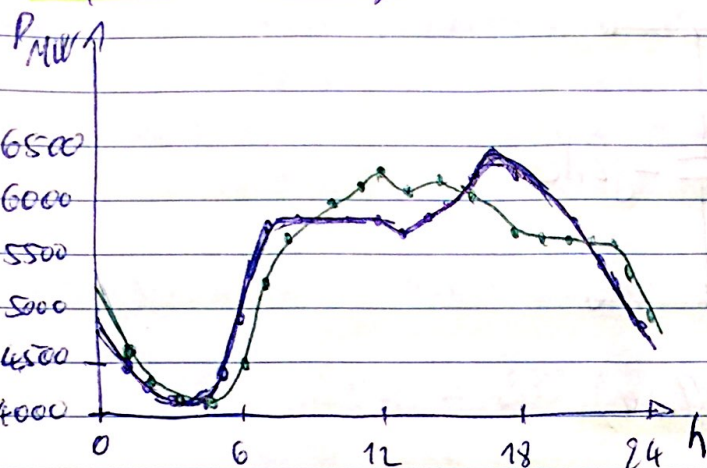


Termelés és fogyasztás jellemző adatai:

Hőerő csúcsértéke: $\sim 6300 \text{ MW}$
Hőerő éves fogyasztás: $\sim 40 \text{ TWh}$
Hőerő beépített léf: $\sim 3000 \text{ MW}$
Esemény termelés: $\sim 4600 \text{ MW}$
Import: $\sim 1800 \text{ MW}$

Pales $\sim 2000 \text{ MW}$
Mótra $\sim 850 \text{ MW}$

Napi terhelési görbe:



Nyári

Téli

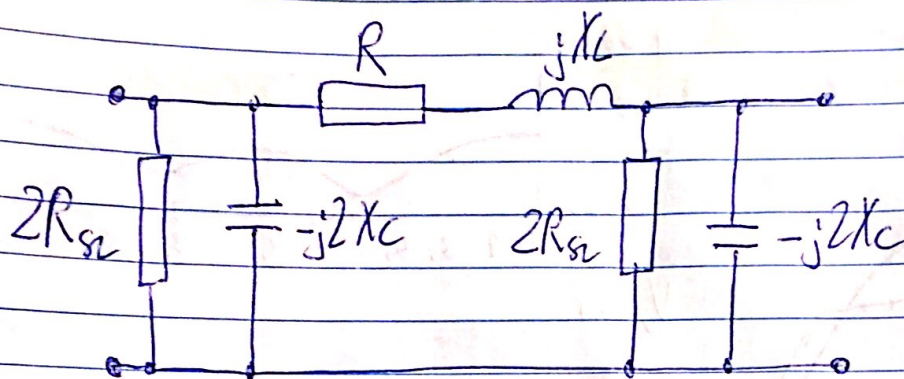
Kezeltetés villamosenergia rendszer létszámának indokai:

- Az éves teljesítmény kihasználás csökkentése
 - csúcsérték csökkentése
 - a terhelés eloszlása gondoskodással
 - nagyobb egyensúlyosságot a rendszerben
- Csökkentés a fogyasztás csökkentésével
 - hőerő
 - hőerő
 - hőerő (hőerőerő hűtőrendszer)
- Villamos energiát nem tudunk tárolni (import, export)

2. Szakelvezdők villamos jellemzőinek számítása

Szakelvezdők: Olyan csúszó vezeték, amely a földtől elszigetelten a vezeték érintés megsebzésének megelőzésére van elhelyezve.

Hosszegységeként egyenesen helyettesítő ábrát lehet használni.



Sorozat R (árvetősodó elhárítása)

A vezeték villamos árammal nem elhárítása öltékennyel nagy áramerősséggel történő áramlás miatt pl. a skin-effektus miatt, amiért az áram a keresztmetszetben az áramsűrűsége nem egyenletes, a vezeték felületén koncentrálódik. Vezeték öltékennyel történő áramlásakor a vezeték felületén a hőmérséklet emelkedik, ami a vezeték ellenállásának növekedését okozza. A vezeték öltékennyel történő áramlásakor a vezeték felületén a hőmérséklet emelkedik, ami a vezeték ellenállásának növekedését okozza.

$$R_{\text{villamos}} = R_{\text{egyen}} \cdot (1 + 7,5 \cdot f^2 \cdot d^4 \cdot 10^{-11}) \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

f : frekvencia d : vezeték átmérője [mm]

$$R_{\text{egyen}} = \rho \frac{l}{A} \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

$$S_{\text{Al}} = \frac{1}{35} \quad S_{\text{Cu}} = \frac{1}{56} \quad S_{\text{Fe}} = \frac{1}{10}$$

Sorozat XL (villamos ellenállás indukcióval)

$$X_L = 0,145 \cdot l_y \frac{\text{GMD}}{\text{GMR}} \left[\frac{\Omega}{\text{km}} \right]$$

GMD (Geometria: vezeték D távolság) fizikailag a vezeték körkörös áramát

$$D_{ab} = D_{ac} = D_{bc} \rightarrow \text{GMD} = D$$

$$D_{ab} \neq D_{ac} \neq D_{bc} \rightarrow \text{GMD} = \sqrt{D_{ab} \cdot D_{ac} \cdot D_{bc}}$$

GMR (Geometrical mean radius)

$$GMR = e^{-\frac{1}{4}r} = 0,778 \cdot r \quad (\text{vékony falú csőretek})$$

Gyakorlatban

$$X_L = 0,4 \frac{\Omega}{\text{km}}$$

Portaszoms R (a szigetelő bevezetési és szűrőjele áramától valamint a földvezető szálak felülete felépítő sugárvonások, az ún. koronaszomszagtól származó ellenállás (R_{sz}))

$$I_{sz} = \frac{U_p}{R_{sz}}$$

$$P_{sz} = \frac{U^2}{R_{sz}}$$

teljes veszteség

Gyakorlatban 110kV szűrés:

$$R_{sz} = 50 \left[\frac{\text{M}\Omega \cdot \text{km}}{\text{fázis}} \right] \rightarrow P_{sz} \approx 300 \left[\frac{\text{W}}{\text{km}} \right]$$

Portaszoms X_c (vezetőkörösök földkapcsolásaitól származó reaktancia)

$$X_c = 0,132 \lg \frac{GMD}{r} \quad [\text{M}\Omega \cdot \text{km}]$$

Sorozatvezeték sorrendje jellemzői.

$$X_{12} = X_{21} = X_{12}$$

$$X_{00} = 3 X_{11}$$

A fázisvezetéknek meggyezik a pozitív és negatív sorrendű impedanciája. A pozitív és negatív sorrendű áramok között a 3 fázisvezetékben folyó áram együttes értéke mindig nulla. Egy fázis áramát csak edzővezeték áll, a visszavezetést mindig a másik két vezeték képviseli. Mágneses térük a három fázisvezeték között: belső, és a körökben körüli külső térük egyaránt helyes.

A zérus sorrendű áram a három fázisvezetékben irányú és nagyságú, mindig azonos, a 3 fázisvezeték, mint egyetlen közös vezeték fogható fel, amely a zérus sorrendű áramhoz csak az előzetes áramot állítja. A visszavezetés: földön, védővezeték vagy nullvezeték - ill. ezek együttesen. A zérus sorrendű áram körüli mágneses tér a három fázisvezeték nagy távolságok is érzékelhető.

3. Hálózati szimmetrikus 3F zórlat számítás: módszer

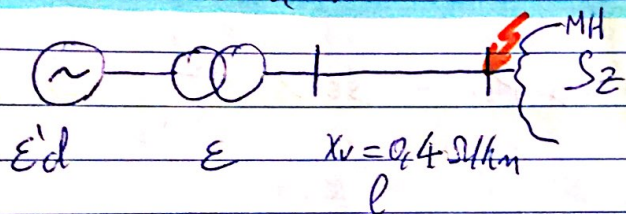
A zórlat: A villamos hálózat olyan hálózata, amelyet a hálózat különböző feszültségi vagy a feszültség és föld vagy földelt nullavonala közötti rövidített felépítés, vagy a vezetőkre összekapcsolódással idézt elő.

A 3F zórlatok adhat a károsítható és berendezési működéshez, illetve károsodásokhoz vezető leggyakoribb zórlati típusokról.

Elhanyagolások:

- a zórlatokat általában feszültség felépítését tekintjük
- a szimmetrikus zórlatokat saját transzformációs egyenletükkel vizsgáljuk (X'd)
- a hálózatiakat figyelembe vesszük.
- a hálózatiakat figyelembe vesszük.

Zórlatszámítás a reaktancia és az áramerősség (X-módszer)



1. Uss számítás: Ismerjük az áramerősséget, a hálózati feszültséget,

2. Hálózati elemek reaktanciáinak meghatározása (az Uss-n)

$$X'_d = \frac{E'd}{100} \cdot \frac{U_{sn}^2}{S_n}$$

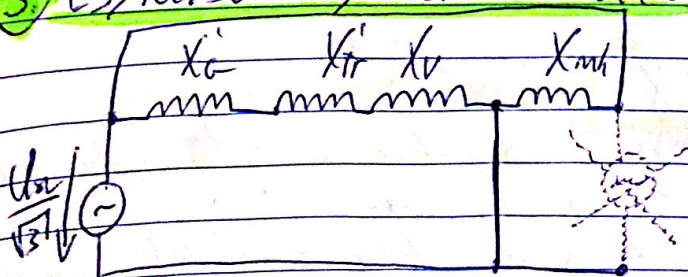
$$X'_{tr} = \frac{E}{100} \cdot \frac{U_{sn}^2}{S_n}$$

$$X_v = X_0 \cdot l \cdot \left(\frac{U_{sn}}{U_n} \right)^2$$

$$X_{mh} = \frac{U_{sn}^2}{S_z}$$

↓ ha nem Uss-on van

3. Egyfázisú helyettesítő ábrák:



4. Xeredő

$$X_e = (X'_d + X'_{tr} + X_v) \oplus X_{mh}$$

5. Zórlati áram és teljesítmény:

$$I_z = \frac{U_{sn}}{\sqrt{3} \cdot X_e}$$

$$S_z = \sqrt{3} \cdot I_z \cdot U_{sn}$$

átszámolás

$$\left(\frac{U_{(ca)}}{U_{(rt)}} \right)^2$$

Zártsorozatos a reaktanciák szorzatához értékekkel (ϵ -módszer)

1. Választunk ki egy S_a teljesítményalapot $\frac{\epsilon}{S} = 0,11$

2. Minden ϵ értéket erre a közös teljesítmény alapra átírjuk

$$\epsilon' = \frac{S_a}{S_n} \cdot \epsilon$$

generátor
terhelő

$$\epsilon' = \frac{100 \cdot S_a \cdot X}{U_n^2}$$

soros terhelő
terhelések

$$\epsilon_{mh}' = \frac{S_a}{S_z} \cdot 100$$

mögöttes kötszert

3. Helyettesítő vázlat

4. ϵ_{er}' megkötőerőssége (vagyis egy n -es X_{n0})

5. Zártsorozatos teljesítmény és áram megkötőerőssége

$$S_z = \frac{100}{\epsilon_{er}'} \cdot S_a$$

$$I_z = \frac{S_z}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$

(mint feladatok számításánál)

Zártsorozatos a hálózati elemek saját zártsorozatos teljesítményével

Csak nyílt, hirtelen nem tartalmazó hálózatokkal alkalmazható (képzőhöz meg lehet mondani az áramirányokat)

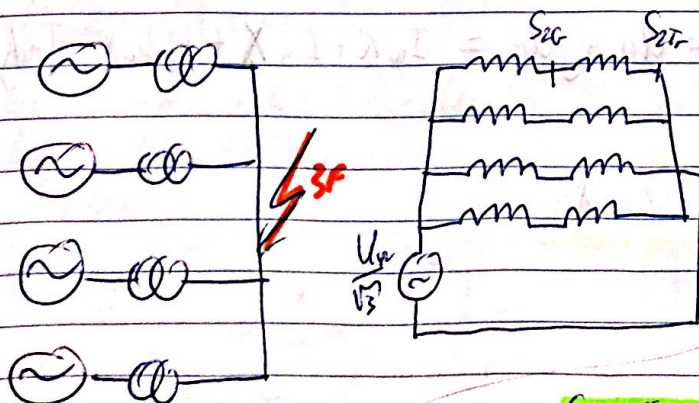
- csak az elem maga költözött a zártsorozatos áramot csokló van lent.

$$S_z = \frac{100}{\epsilon} \cdot S_n$$

generátor
terhelő, terhelő

$$S_z = \frac{U^2}{X}$$

vevők
terhelő, terhelő



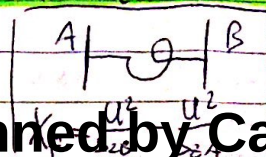
$$S_{z_{hálók}} = S_{zG} \otimes S_{zTr}$$

$$S_{z_{gyűjtőszin}} = 4 \cdot S_{z_{hálók}}$$

soros elemeket $\otimes$
párhuzamos elemeket $+$

áramok
gyűjtőszin

$$I_z = \frac{S_{z_{gyűjtőszin}}}{\sqrt{3} \cdot U_n}$$



114. kisműltetűű vezetékek méretezési szempontjai, súlyos / közhatalos táplált vezetékek méretezése.

kisműltetűű hálózati vezetékek méretezését kötféle módon lehet végezni

- méretezés feszültségesszre (szükséges fesz. esz. ϵ átl. 1-3%)
- méretezés teljesítmény vesztesége (α átl. 5%)

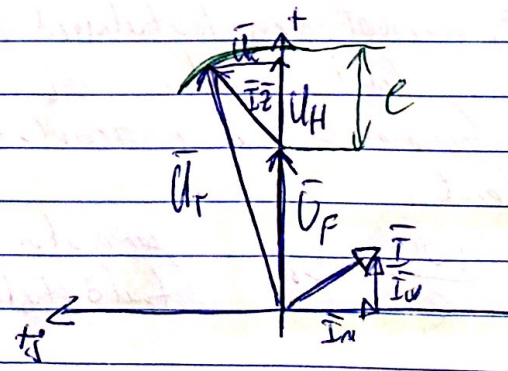
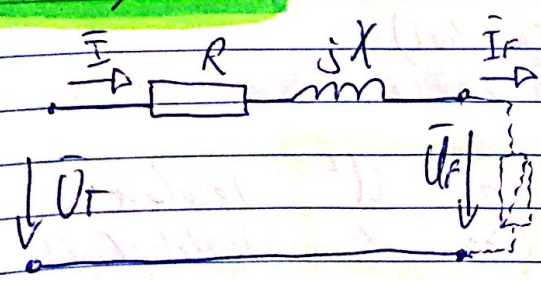
Annak eldöntése, hogy mely méretezési a teljesítmény veszteség alapján célszerű:

$$\begin{array}{c} \uparrow \epsilon \\ \cos \epsilon = 0,8 \\ \downarrow \alpha \end{array}$$

(0,97)

mivel a nagy mértékű fogyasztók hálózati áramát jól kompenzálhatjuk így $\cos \epsilon \approx 0,95$, így a veszteség arányosságtétel alapján fesz. esz. átl. elegendő méretezés. Amennyiben nagyon nagy teljesítményű vezetékek stb. kellőképpen ellenőrizni kell fesz. esz. mivel a veszteség a fogyasztók fesz. nagy sűrűsége miatt lehet

Feszültség esz.:



$$e = |U_T| - |U_F|$$

$$\epsilon = \frac{e}{|U_T|} \cdot 100\%$$

$$\begin{aligned} U_T - U_F &= U_R + jU_L = I_R R + I_m X + j(I_m X - I_R L) = \\ &= I \cdot \bar{e} \end{aligned}$$

$$e \approx U_R = I_R R + I_m X$$

Munkahelyi feszültség esz.:

egy fázis vagy DC

$$e' = \frac{\epsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{2}$$

← 230V
← átl. mért. érték

$$e' = \frac{\epsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

← 400V
← 3 fázis

$$e' = 0,75 \frac{\epsilon}{100} \cdot \frac{U_n}{\sqrt{3}}$$

← 3x400/230

Teljesítmény veszteség:

A vezetékben az átfolyó áram hatására hővé alakuló, veszteség keletkezik amely a hővezetési ellenállástól, a vezeték keresztmetszetétől, a vezeték hosszától függ.

$$V = P_T - P_F$$

$$\alpha = \frac{V}{\epsilon l n} \cdot 100 \% \quad (\text{kb } 5\%)$$

egy vezeték esetén: $V' = I^2 \cdot R$
 Markálható teljesítményvesztés:

egy fázis vagy 0°

$$V' = \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\epsilon l n}{2}$$

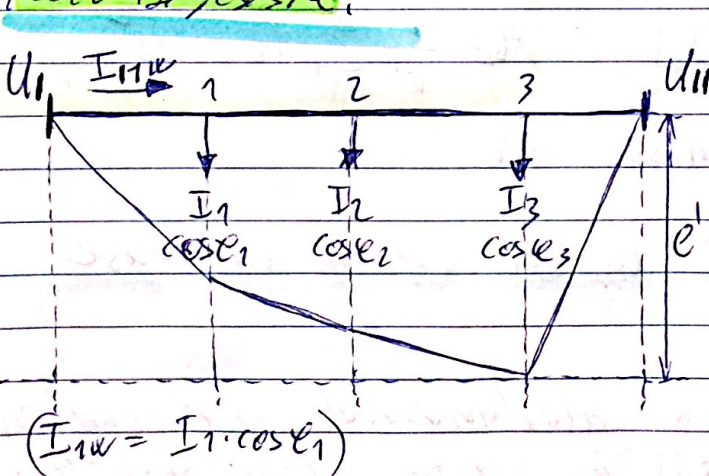
↑
 kétvezeték közötti távolság

körrel fázisú szimmetrikus

$$V' = \frac{\alpha}{100} \cdot \frac{\epsilon l n}{3}$$

↑
 három vezeték közötti távolság

Kétoldaltól azonos feszültséggel táplált vezeték hálójára feszültségviszonyok:



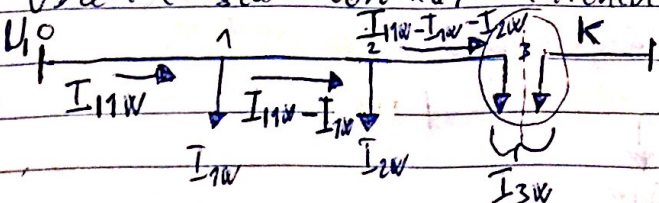
$$U_I = U_{II}$$

$$e' = e'_{11} + e'_{12} + e'_{23} + e'_{311} = 0$$

$$I_{1W} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{iW} \cdot l_{i11}}{l_{111}}$$

II fázisra
 a fázis
 távolság

az áramviszonyokat mindig a levezetett fázisok áramával ellenőrizni kell. A fázisok áram ismeretében a vezeték szakaszainak Kirchhoff I. törvénye alapján megkaphatjuk az áramokat.



3 pontban elhelyeztük mivel mindkét oldaltól azonos a feszültség, ezért a vezeték hálóját mint egy egy oldaltól táplált vezeték

$$A_{S2} = \frac{P}{e'} \sum_{i=1}^n I_{iW} \cdot I_{oi} \quad [\text{mm}^2]$$

az áramok után a hálójuk I_{1W} és I_{2W} de a harmadik azaz I_{23W} nem

Kétoldalról azonos feszültséggel töltött vezeték névleges feszültségvesztésére.

A meddő szakszámokat is ki kell számolnunk, hogy megkaphassuk a helyes szakszámokat

$$I_{km} = I_k \sin \varphi = I_{kw} \cdot \tan \varphi$$

1. csoportból befolyó áram meddő összetevőjét azonos képlet alapján kapjuk

$$I_{1m} = \frac{\sum_{i=1}^n I_{im} \cdot l_{i,1}}{l_{1,1}}$$

felírjuk a meddő eloszlást is, majd összeadjuk az egyes szakszámokat

$$I_{xy} = \sqrt{I_{xyw}^2 + I_{xym}^2}$$

$$U_1 = \frac{\rho}{A} \sum_{k=1}^{NM} l_{(k-1),k} \cdot I_{(k-1),k}^2 \quad [V]$$

$$U_2 = \frac{\rho}{A} \sum_{k=1}^{NM} l_{(k-1),k} \cdot I_{(k-1),k}^2$$

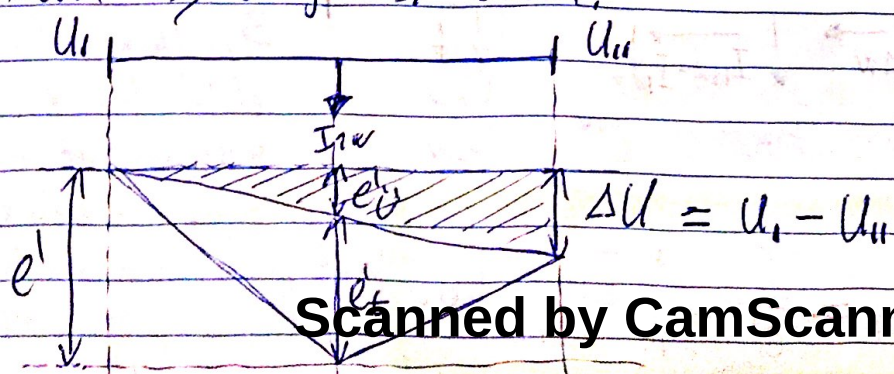
szakszám áram szakszám hossza Δ

Kétoldalról különböző feszültséggel töltött vezeték névleges feszültségvesztése

A vezetéklet a superpozíció elvének alkalmazásával nézetható meg. Első lépésként eltekintünk attól, hogy a töpportok feszültsége különböző és megkérdezzük az árameloszlást mint azonos feszültségű töpport esetén.

Ezután felírjuk újszerűen jó vezetéknek, ahol a potenciál különböztetése miatt megindul egy áram, az áram.

$$I_0 = \frac{U_1 - U_2}{R}$$

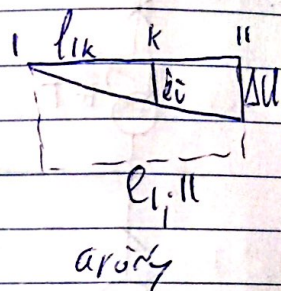


A terhelési áramösszegező és az átesjárési áram superpozíciójával adódó tényleges áramra elmondható, hogy a legnagyobb feszültségű pont felől a terhelési összegezőn kívül az átesjárési áram is betolylik a rendelkezésre, míg a lecsúszott feszültségű töppont felől az átesjárési árammal csökkentett terhelési összegező folyik be.

Visszat a csatlakozás ellenőrzés, nem áll rendelkezésünkre ezért megalapítjuk a két felől toplitott pont (li) helyzet. Kiszámoljuk a két fész. kitérési hely (k) pontra jutó feszültségvesztést és ezen járathatjuk.

$$e'_{li} = \Delta U \cdot \frac{l_{ik}}{l_{i,II}}$$

$$e'_t = e' - e'_{li}$$

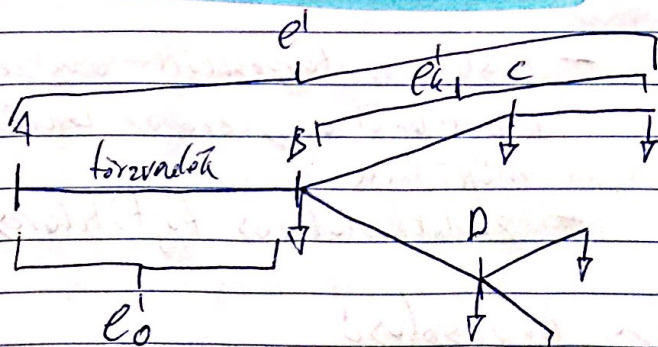


$$A_{si} = \frac{\rho}{e'_t} \sum_{i=1}^{kl} I_{iw} l_{i'}$$

$$\rightarrow R = \frac{\rho \cdot l_{i,II}}{A_n}$$

most már I_{iw} tudatónak ellenőriznünk.

Súlyozás helyénél munkához:



e' megkötés

$$A_{nAB} = \frac{\rho}{e'_t} \sum_i I_{iw} \cdot l_{Ai}$$

$$A_{AB} = \sum_i A_{nAB}$$

$$e'_0 = \frac{\rho}{A_n} \sum I_{AB} \cdot l_{AB}$$

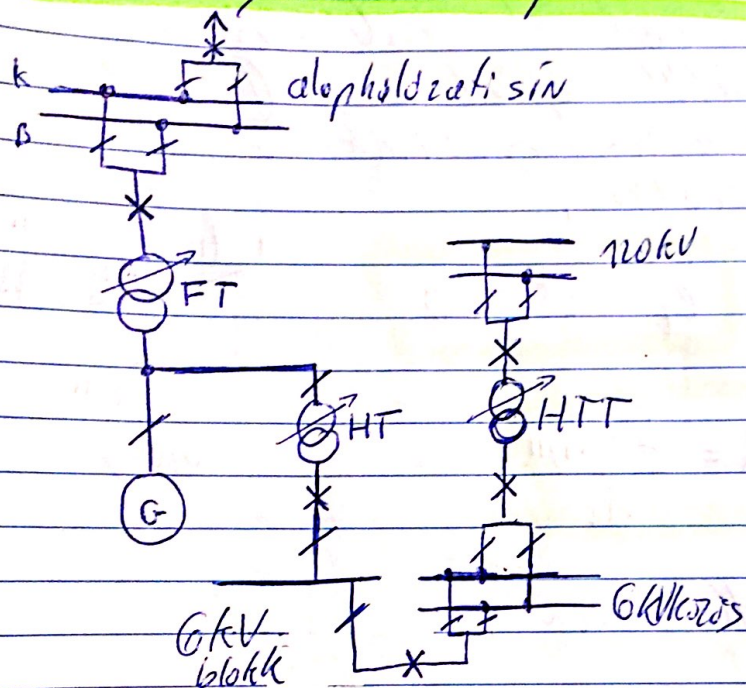
$$e'_{ic} = e' - e'_0$$

$\Rightarrow$ B pontban szétválasztás és helyet ugyan így

5) Erőművek és transzformátor állomások villamos kapcsolási képei, gyűjtőrendszeresek.

Erőművek villamos kapcsolási képei:

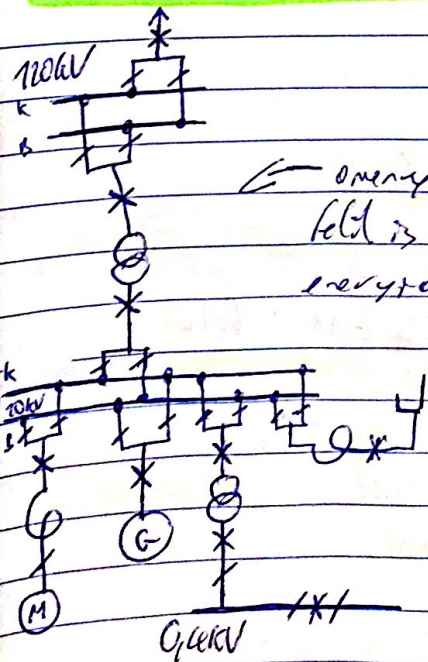
Egyszerű vagy blokk kapcsolású:



Nagy erőművek

- generátor megszakító nélkül csatlakozik a fő traktórhoz
- szűken megszakító nélkül a generátor kapcsolójától vagy a Hővizumi Traktóhoz

Generátor feszültségű gyűjtőrendszer



Iparral (üzem) és a városi erőművek

← onnan az egész rendszer földi és földi villamos energiát termelnek

- közeli nagy fogyasztók analízis közvetlenül a generátor felől működnek
- zárlatkezeléses fajták

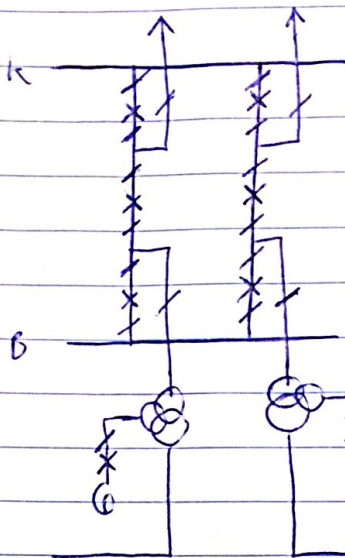
Vegyes kapcsolású

- Nagy energiatartalmú ipari fogyasztók közelében, kedvező adottságú primer energiahely,
- a generátorok sinre onnan a generátorok felől energiát szolgáltatnak a sin fogyasztóknak

Transzformátor ellátások kapcsolási képei és gyűjtőrendszer

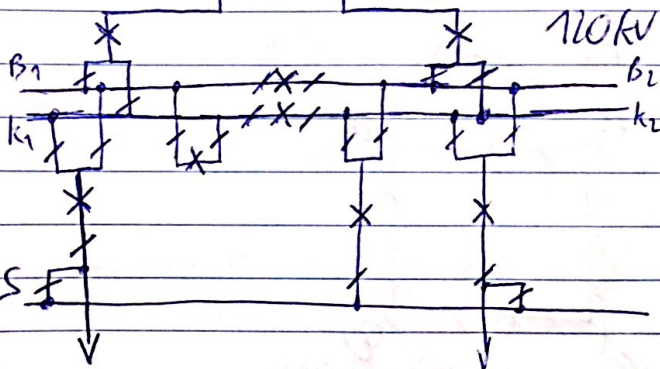
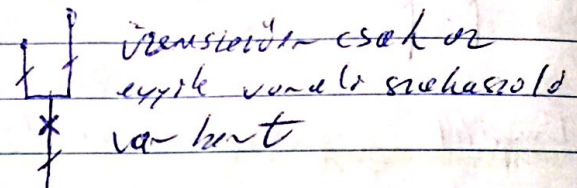
Alaphálózati

például: GÖD 400/120/120kV



400kV mestérszekítős gyűjtőrendszer

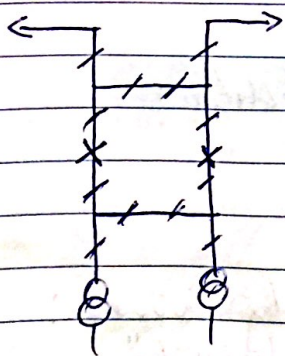
(a segéd és mestérszekítő problémát orvosolja)



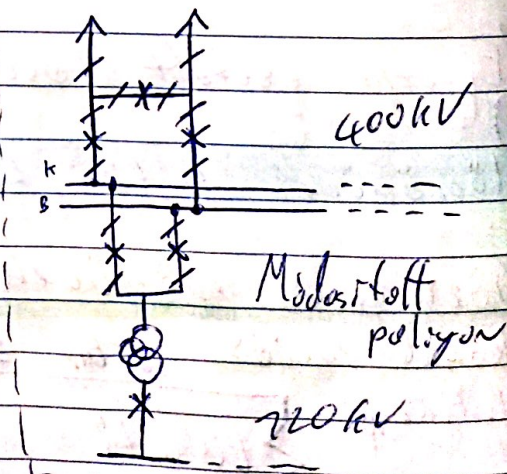
mestérszekítővel osztott kettős gyűjtőrendszer, szinchrizáló mérővel és segédrel, segédrel mérővel

Hőviz 400/120kV

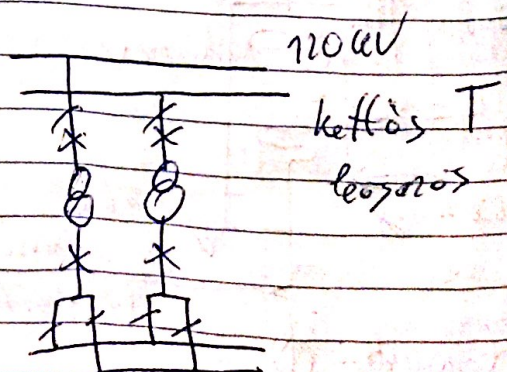
Főelosztó hálózati



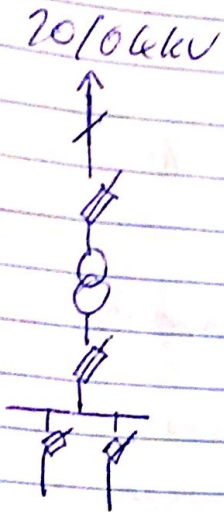
I - kapcsolósú egyszerűsített
Tr állomás,
4 oldali csomópontok
lehetővé mint két oldali
nem tehető meg szerkezet



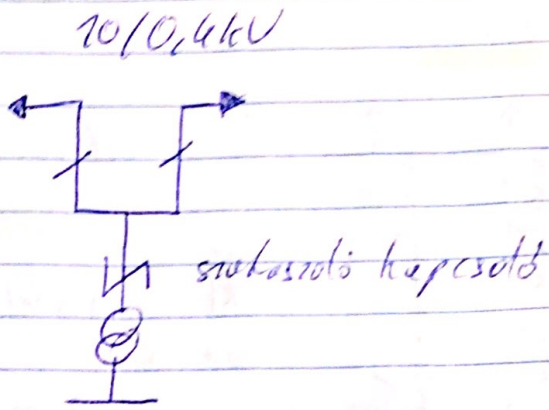
II - kapcsolósú
két fázisú hálózati
normál áramkör csak
az egyik vagy
100% hideg tartalek



kuf / kuf to kōllomoss

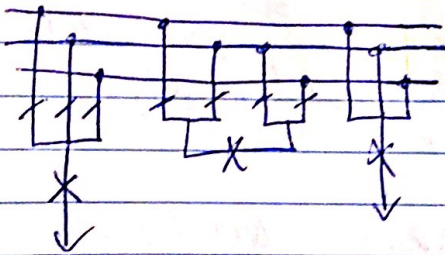


OTR

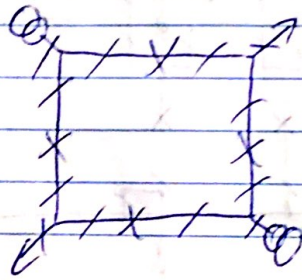


Egyéb gyűjtősein randszék

Hormos gyűjtésiről



Polys-

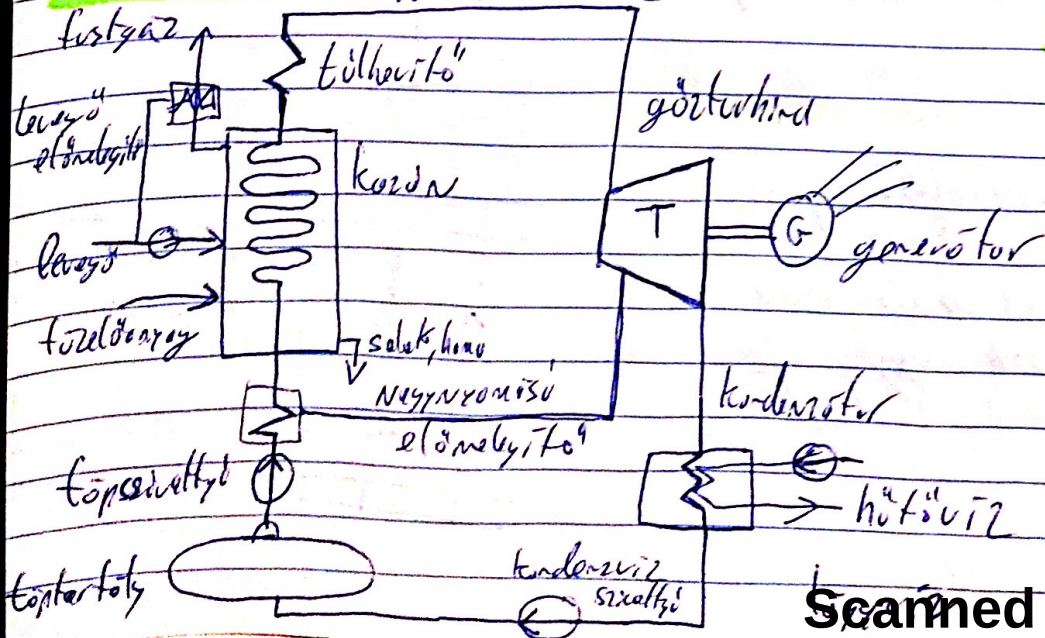


Egyenes osztott osztatlan

⑥ Hőerőművek forrásai, hőleadásai, hőkapcsolási viszonyai:

Görögország erdőművelés

Kondensatoids 165 bar 540°C



Hetősokot vizsgál:

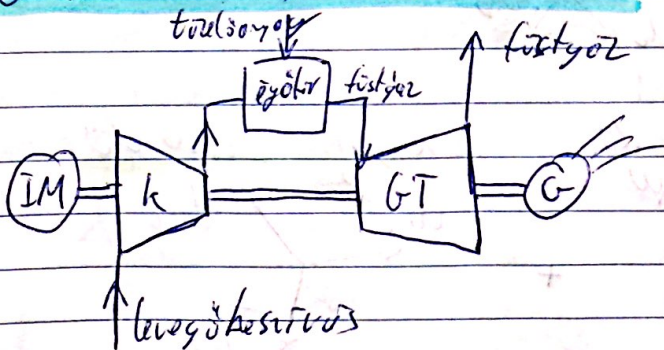
- böyhet^u
- viz elömbg^u fők
- télh^u fők

Ellenanyagosí erőművekben a turbinától közvetlen gőz nem a kondenzátorba jut, hanem a teljes gőzmennyiséget a hőcserélőkhöz kapjuk, amelyek azt részben technológiái, részben fűtési célokra használják fel. A fennelt villamos energia mennyiség a fogyasztók igényelte gőzmennyiségtől függ.

Gőzelektés erőművekben a gőznek csak egy könyadót van a hőcserélőkhöz, a többi a turbinán expandál egyben a kondenzátor anyagig.

A kondenzációs erőművek, a villamosenergia - rendszer legfontosabb erőművei, amelyek teljes egészében a közeli villamosenergia - ellátást szolgálják. Az olyan fűtő gépek hatás fokozata az alap erőművek, közepes költségűek a rendszer tartást segítik, míg a nagy teljesítményű hőerőgépek a csúcserőművek. Az ún. hőszolgáltató erőművek jövedel a hőcserélőkhöz igényelt hőerővel megegyez.

Gőzturbinás erőművek



- türelőanyag földgáz vagy olaj

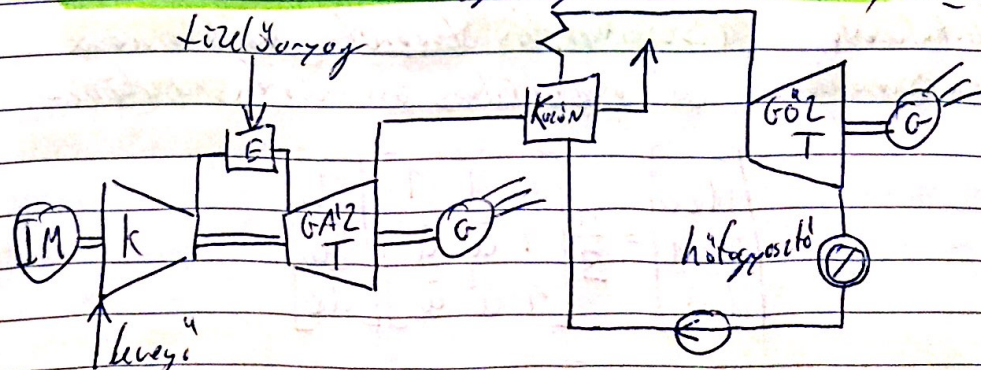
Hőerőszigetelés

= fűtőgáz hője a kondenzátor hőjét előmelegíti

= földi hőerőszigetelés kompresszió

és expandál

Kombinált ciklusú (gőz-gáz hőerőművek)



- csúcserőművek

- gyorsan indítható

- csekély hővesztés

- gőzerőművekkel

- összehasonlítható

- költséghatékony

- fokozatos primerenergia felhasználás

- hatásos energia felhasználás

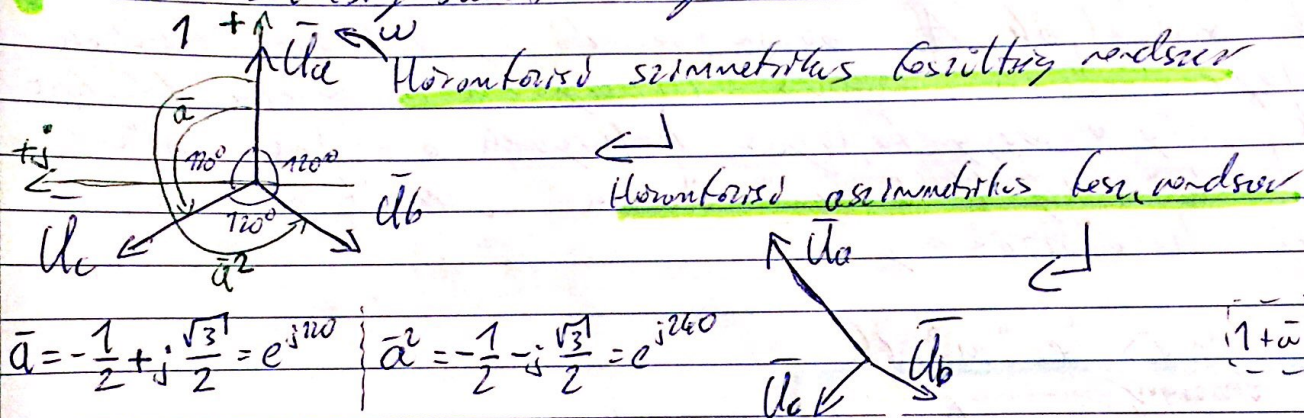
- részelt hőerőszigetelés

(Kisipari Erőmű)

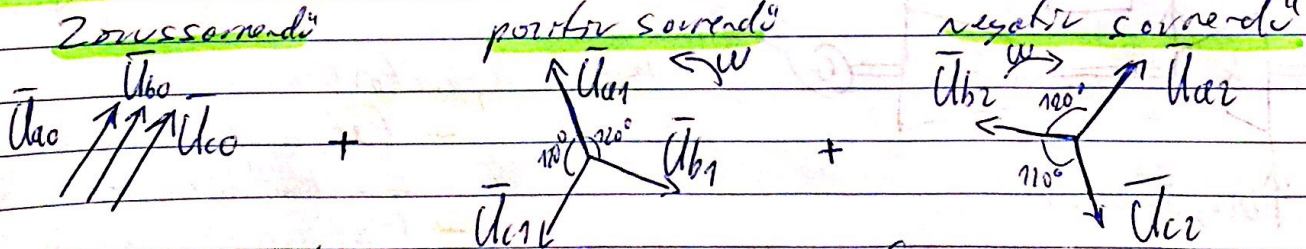
7. Vitezőművek $\bar{a}$, $\bar{a}^2$, $\bar{a}$ és $\bar{a}^2$ jelölés;
 Energy 1. 103-105 VIET 113-116)
 + papír

8. Aszimmetrikus három szimmetrikus módszer, a kétoldali elemek
 sorrendi helyettesítő vektorai, Aszimmetrikus vektorok szimmetrikus.

Aszimmetrikus összetevők módszerének alapelve az a felismerés,
 hogy háromfázisú rendszerben aszimmetrikus háromfázisú fázor
 felbontható három olyan szimmetrikus háromfázisú, szimmetrikus
 fázorrendszerre, amelyek mindegyikében egy fázis
 fázora szükséges, minden negatív fázora a másik kettőé is,



Felbontása szimmetrikus összetevőkre:



Tekintsük az " $\bar{a}$ " fázist referencia fázisnak (fázisnormálisnak)

Aszimmetrikus fázorok megkötöttség, "szimmetrikus összetevők megkötöttség"
 az aszimmetrikus fázorok ismeretében

$$\begin{bmatrix} \bar{U}_a \\ \bar{U}_b \\ \bar{U}_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{U}_{a0} \\ \bar{U}_{a1} \\ \bar{U}_{a2} \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} \bar{U}_{a0} \\ \bar{U}_{a1} \\ \bar{U}_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{U}_a \\ \bar{U}_b \\ \bar{U}_c \end{bmatrix}$$

$$\bar{U}_b = \bar{U}_{a0} + \bar{U}_{a1} + \bar{U}_{a2} = \bar{U}_{a0} + \bar{a}^2 \bar{U}_{a1} + \bar{a} \bar{U}_{a2}$$

$$\bar{U}_{a1} = \frac{\bar{U}_a + \bar{a} \bar{U}_b + \bar{a}^2 \bar{U}_c}{3}$$

("Mennyire kell nagy a irányú fázorok, hogy a kettőzük legyen")

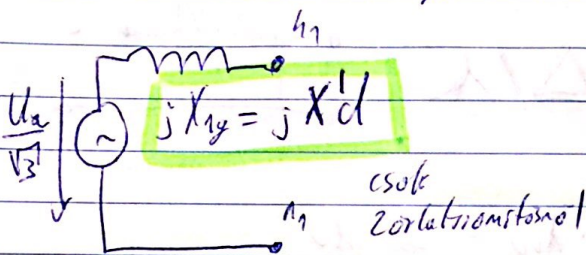
Hőerőátviteli berendezések sorrendi impedanciái

Sorrendi impedancia: hőerőátviteli berendezések sorrendi önmagukban számoltak impedanciája

Szinkron generátor

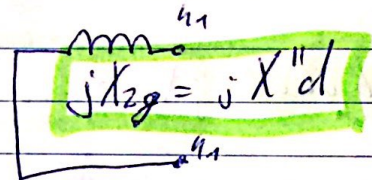
pozitív

transzmisszió hálózathoz való csatlakozás
kiszármaztatás, a rendszer
feszültségének csökkenése



negatív

előretérítés irányművelet
előretérítés miatt a fluxus a terhelés
csökkenése, szubsztitúciós állapot
nem állt elő negatív sorrendi
feszültség!

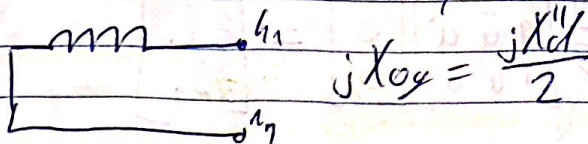


Zeró

előretérítés miatt sorrendi önmagukban
mivel mi-3 hálózati csatlakozás
kiszármaztatás a Δ vagy λ kapcsolás miatt
mivel ke-3 hálózati

λ, Δ $X_0 = \infty$ szerint

előretérítés miatt csak egy hálózati csatlakozás
előretérítés a fluxus, szubsztitúciós állapot



Transzformátor

pozitív és negatív sorrendi impedancia különböző csak a terhelés
van, a fluxus ke-3 hálózati csatlakozás a negatív sorrendi
statikus mágneses mező.

$$jX_{1Tr} = jX_{Tr}$$

pozitív

Van ke-3 hálózati

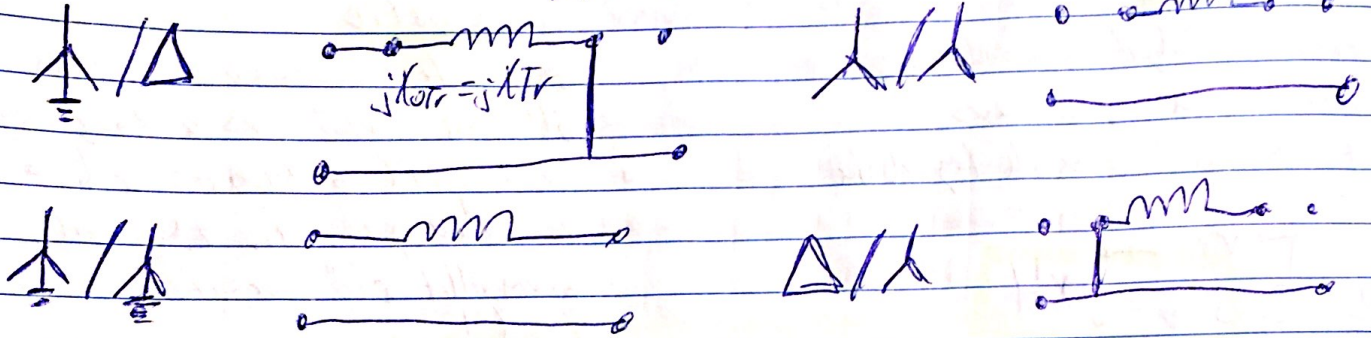
$$jX_{2Tr} = -jX_{Tr}$$

negatív

Zerus

Számítási nagyságú áram csak akkor tud folyni a hálózaton, ha a megfelelő ellátásérték is tud alakulni.

Zeró áram csak olyan hálózaton folyhat, amelynek egyik hálózati csomópontja, vagy végpontja van kötve és a csomópontja földelt.

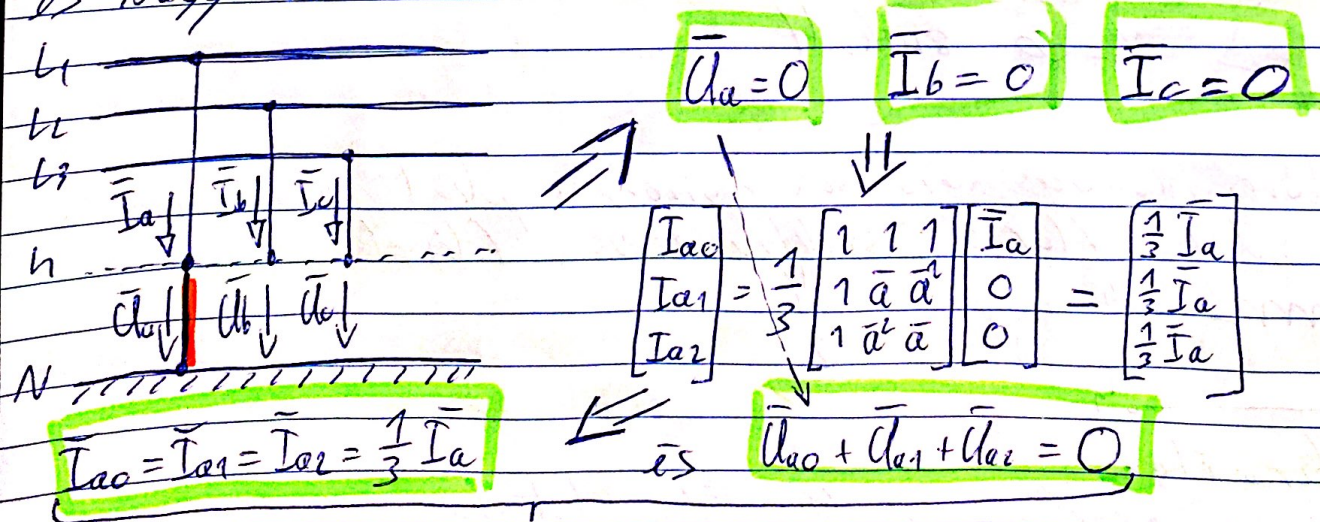


Vonalka/kábel $jX_{m1} = jX_{m2} = jX_v$

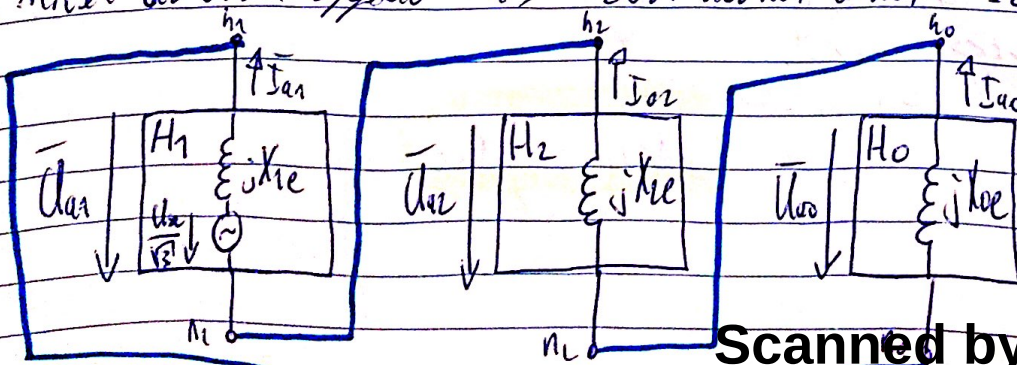
$jX_{v0} = 3jX_v$

FN zéró áramot

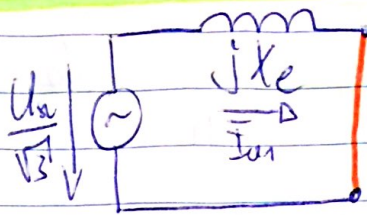
Azon hálózaton ahol a generátorok, transzformátorok csomópontjai impedanciákkal földelték, az egyik fázis föld érintkezéssel az áramkör két impedancián keresztül rövidül, és nagy rövidzárlati áram folyhat.



mivel az áram egyenlő és zéró hálózati áramot ezért H_0, H_1, H_2 sorok



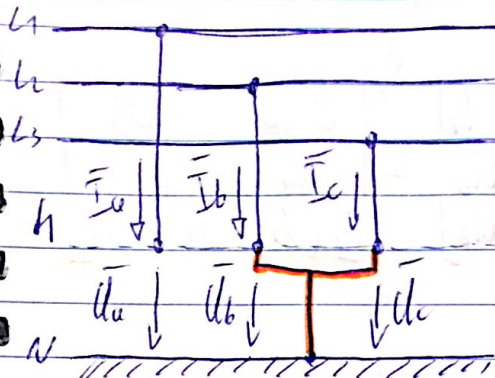
$$jX_e = jX_{e1} + jX_{e2} + jX_{e0}$$



$$\bar{I}_{a1} = \frac{U_{a1}}{\sqrt{3} \cdot jX_e}$$

$$\bar{I}_a = 3\bar{I}_{a1}$$

2FN zörlet számítása



$$\bar{I}_a = 0$$

$$\bar{U}_b = 0$$

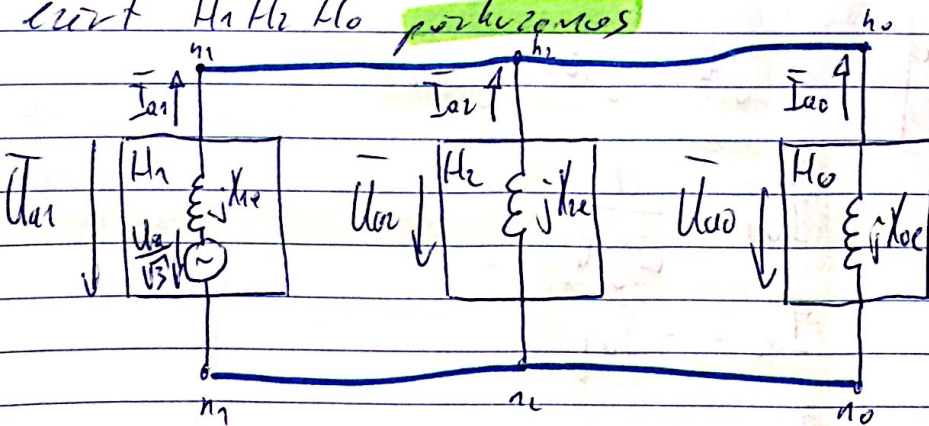
$$\bar{U}_c = 0$$

$$\begin{bmatrix} \bar{U}_{a0} \\ \bar{U}_{a1} \\ \bar{U}_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{U}_a \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \bar{U}_a \\ \frac{1}{3} \bar{U}_a \\ \frac{1}{3} \bar{U}_a \end{bmatrix}$$

$$\bar{U}_{a0} = \bar{U}_{a1} = \bar{U}_{a2} = \frac{1}{3} \bar{U}_a$$

$$\bar{I}_{a0} + \bar{I}_{a1} + \bar{I}_{a2} = 0$$

3 sorrendű fesz. arányos és áram összevétel egy csomópontból történik
azt H₁ H₂ H₀ pórhelyezés

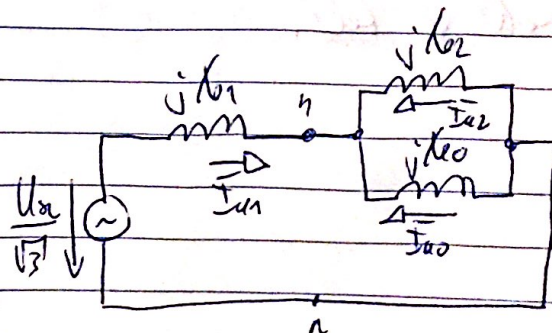


$$jX_e = jX_{e1} + jX_{e2} \oplus jX_{e0}$$

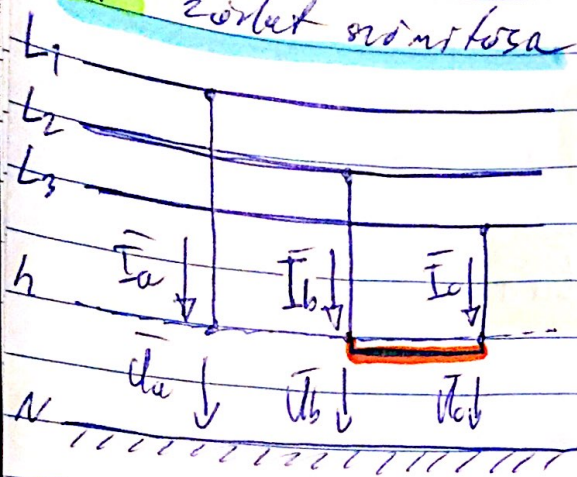
$$\bar{I}_{a1} = \frac{U_{a1}}{\sqrt{3} jX_e}$$

$$\bar{I}_{a2} = -\bar{I}_{a1} \cdot \frac{jX_{e0}}{jX_{e2} + jX_{e0}}$$

$$\bar{I}_{a0} = -\bar{I}_{a1} - \bar{I}_{a2}$$



2F zörlet számítása



$$\bar{I}_a = 0$$

$$\bar{I}_c = -\bar{I}_b$$

$$\bar{U}_b = \bar{U}_c$$

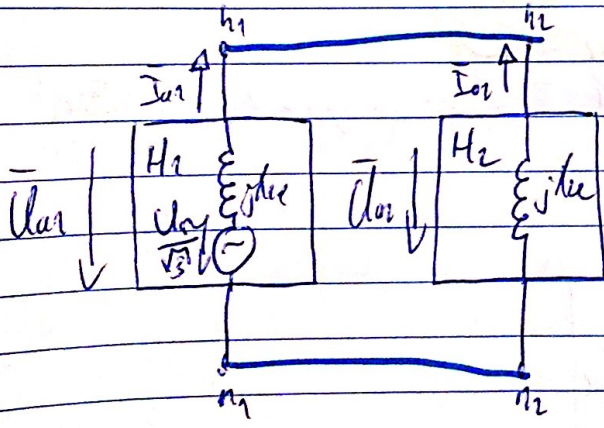
$$\begin{bmatrix} \bar{I}_{a0} \\ \bar{I}_{a1} \\ \bar{I}_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \bar{I}_b \\ -\bar{I}_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \\ \frac{1}{3} \bar{a} \bar{I}_b - \frac{1}{3} \bar{a}^2 \bar{I}_b \\ \frac{1}{3} \bar{a}^2 \bar{I}_b - \frac{1}{3} \bar{a} \bar{I}_b \end{bmatrix}$$

$$\bar{I}_{a0} = 0 \quad \bar{I}_{a1} = -\bar{I}_{a2}$$

$$\begin{bmatrix} 0 \\ \bar{U}_{a1} \\ \bar{U}_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{U}_a \\ \bar{U}_b \\ \bar{U}_b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 \text{ (mert } \bar{I}_{a0} = 0) \\ \frac{1}{3} (\bar{U}_a + \bar{U}_b \bar{a} + \bar{U}_b \bar{a}^2) \\ \frac{1}{3} (\bar{U}_a + \bar{a}^2 \bar{U}_b + \bar{a} \bar{U}_b) \end{bmatrix}$$

$$\bar{U}_{a1} = \bar{U}_{a2}$$

- Nincs visszafordított
- H₁ H₂ pótkörös



$$jX_k = jX_{k1} + jX_{k2}$$

$$\bar{I}_{a1} = \frac{\bar{U}_{a1}}{jX_k}$$

$$\bar{I}_{a2} = -\bar{I}_{a1}$$

$$\bar{I}_{a0} = 0$$

A hálós források feszültségének nagysága a ip forrás feszültségének a fele.

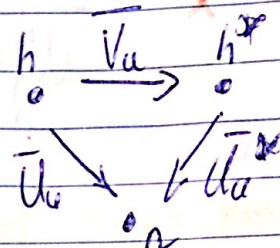
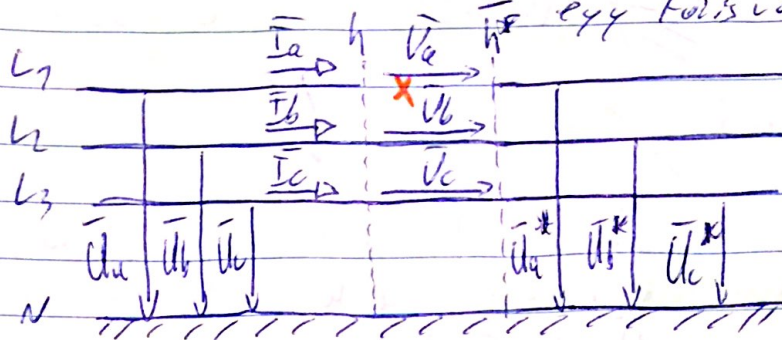
$$\bar{U}_b = -\frac{\bar{U}_a}{2}$$

$$\bar{U}_{a1} = \bar{U}_{a2} = \frac{\bar{U}_a}{2}$$

Sorozat és szimultán hibák és számításuk

1F szakadás

- egy fázisban a kizáróító kioldód
- egy szakadás végleges megsemmisítés
- egy fázisváltakor elszakad



$$\bar{I}_a = 0 \quad \bar{V}_b = 0 \quad \bar{V}_c = 0$$

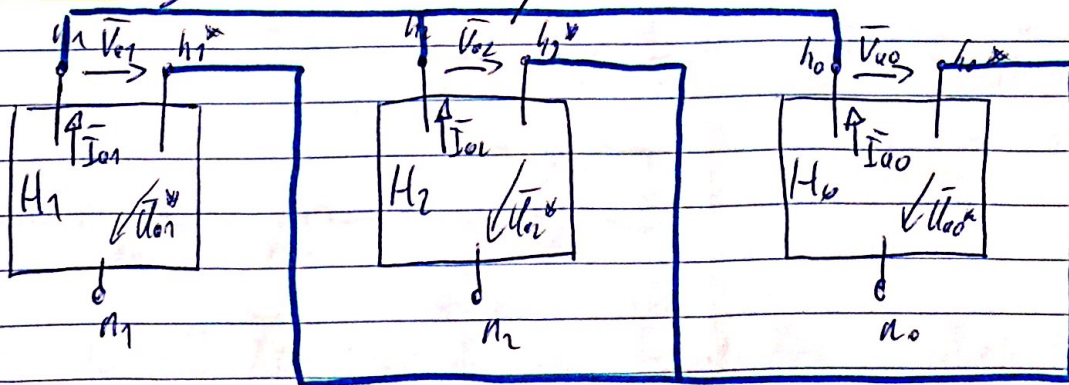
$$\begin{aligned} \bar{V}_a &= \bar{U}_a - \bar{U}_a^* \\ \bar{V}_b &= \bar{U}_b - \bar{U}_b^* \\ \bar{V}_c &= \bar{U}_c - \bar{U}_c^* \end{aligned}$$

$$\begin{bmatrix} \bar{V}_{a0} \\ \bar{V}_{a1} \\ \bar{V}_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{V}_a \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \bar{V}_a \\ \frac{1}{3} \bar{V}_a \\ \frac{1}{3} \bar{V}_a \end{bmatrix} \Rightarrow \bar{V}_{a0} = \bar{V}_{a1} = \bar{V}_{a2} = \frac{1}{3} \bar{V}_a$$

és

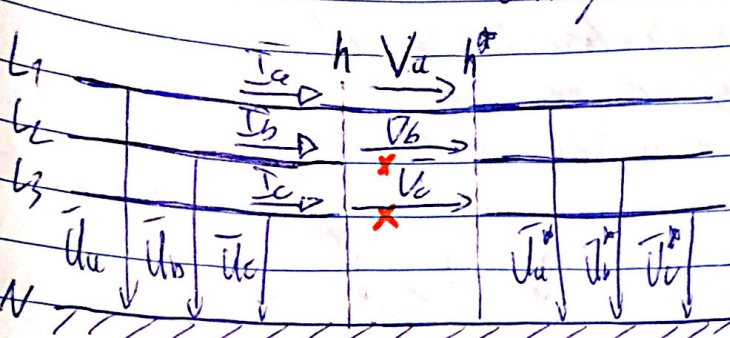
$$\bar{I}_{a0} + \bar{I}_{a1} + \bar{I}_{a2} = 0$$

Azok az összekötők megmaradnak, az áramösszekötőknek pedig a csomóponti törvény teljesül, így a sorrendi hálózatiakat a szakadt végére nézve pörhözmosón kell látni



2F szukadas

ket fozisken a hirtosito kirolad, hirtositoz megvaltoztok
a megvaltoztos sz, a fozisa hirtosito, ket vutoz elrolad



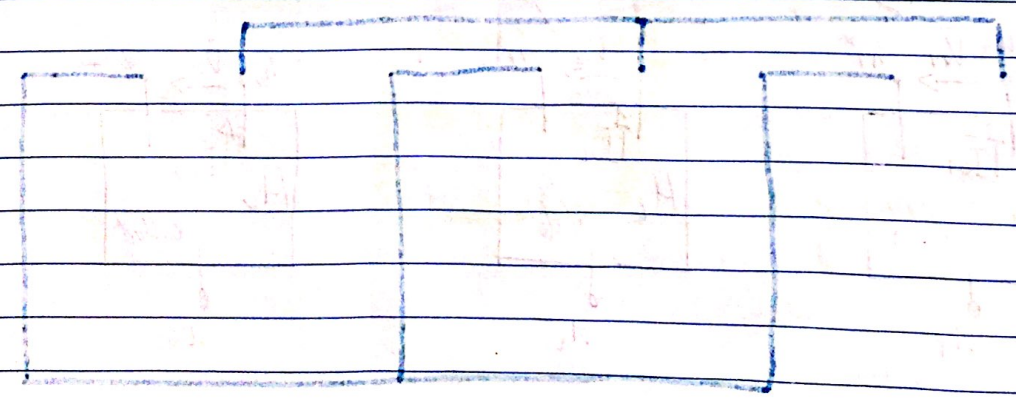
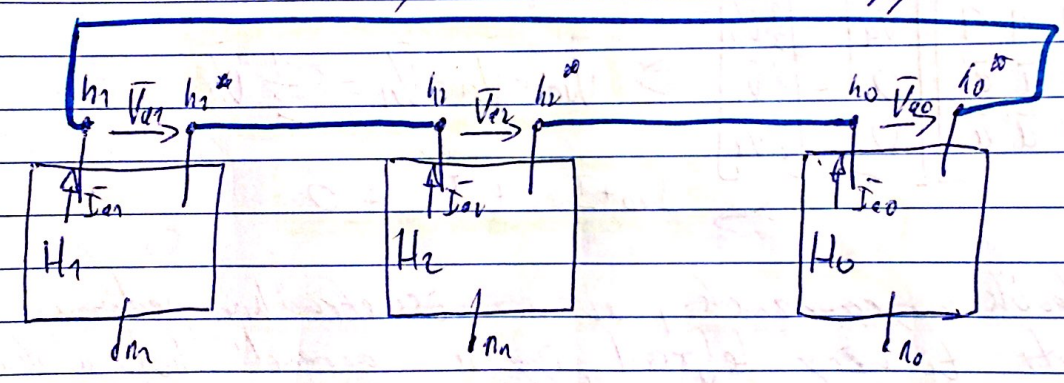
$$\bar{V}_a = 0 \quad \bar{I}_b = 0 \quad \bar{I}_c = 0$$

$$\bar{V}_{a0} + \bar{V}_{a1} + \bar{V}_{a2} = 0$$

$$\bar{I}_{a0} = \bar{I}_{a1} = \bar{I}_{a2} = \frac{1}{3} \bar{I}_a$$

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_{a0} \\ \bar{I}_{a1} \\ \bar{I}_{a2} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{I}_a \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{1}{3} \bar{I}_a \\ \frac{1}{3} \bar{I}_a \\ \frac{1}{3} \bar{I}_a \end{bmatrix}$$

teszre kirolott kiroltoz es az orozok egyenletet az szuk

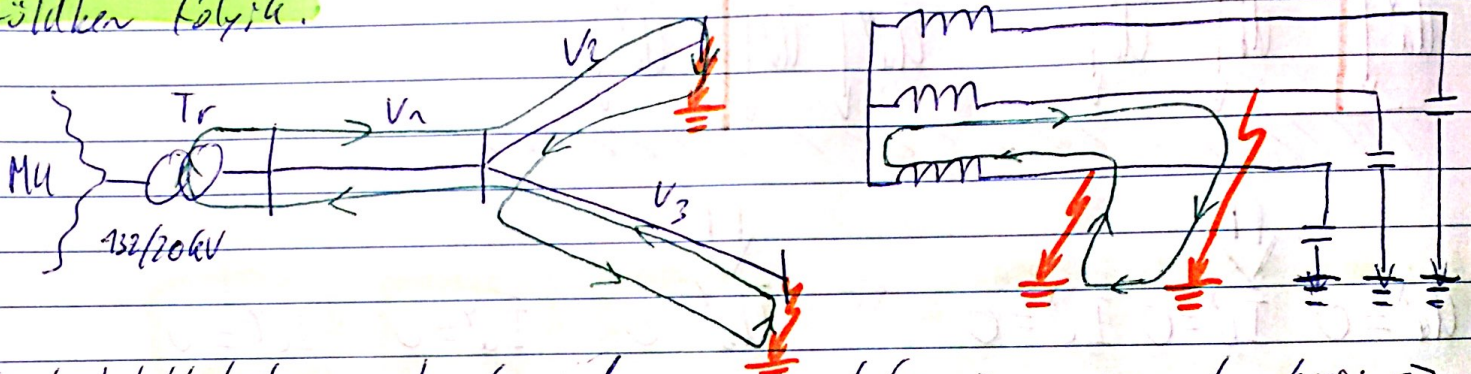


Simultán hiba:

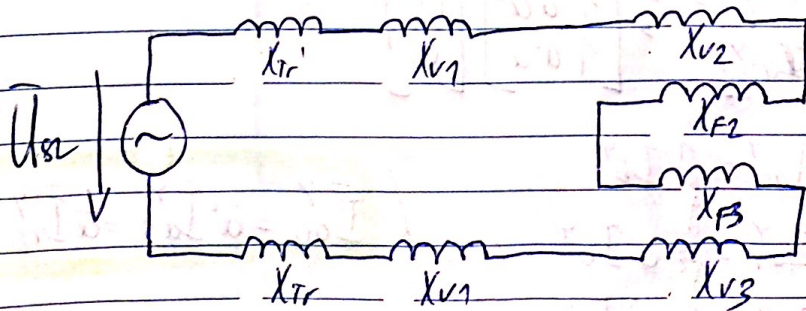
Ha egyidejűleg több hiba keletkezik a hálózatban, akkor az a simultán hibáról beszélünk.

Kettős földzárát 2FF körletű szemléltetése:

A különböző fázisokban fellépő két egyfázisú földzárati hibahely között a zárlati áram - a vezető vonalon át - követve - a földben folyik.



Több hiba bekövetkeztén nagy áramok keletkeznek: zárlati áram viszonylag kicsi $\Rightarrow$ A nagy feszültségűnek tekintett táppontból kiindulva összerakjuk a zárlati áram útja reaktanciáit, az áramot az így nyert egyfázisú áramkörből - amelyet a hálózat két fázisa közötti feszültség, vagyis a vonali fesz. táplál - megkötünk.



$$X_F = 0,3 \, \Omega / \text{km}$$

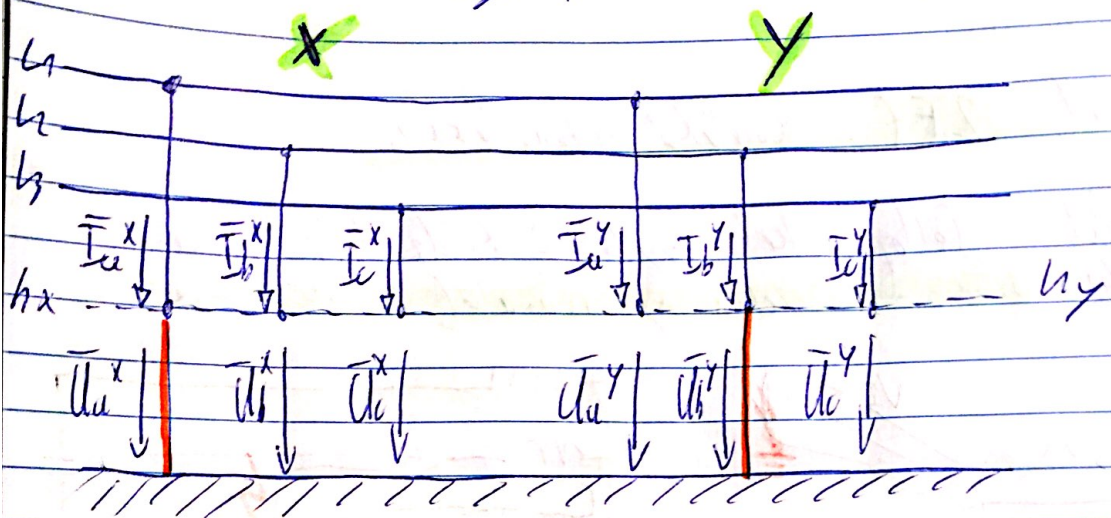
$$X_e = 2 X_{Tr} + 2 X_{v1} + X_{v2} + X_{F2} + X_{F3} + X_{v3}$$

$$I_{2FF} = \frac{U_{gr}}{X_e}$$

$$U_{gr} = 20 \text{ kV} \quad \text{!!! vonali}$$

Kétfázisú földvezeték 2FF számítása

Szigetelt csillagpontos 2FF vezeték az az földszelvény vonalára →
szigetelőtér + igénybevétele → újabb hiba.



$$\bar{U}_a^x = 0 \quad \bar{U}_b^x = 0 \quad \bar{U}_c^x = 0$$

$$\bar{U}_{a0}^x + \bar{U}_{a1}^x + \bar{U}_{a2}^x = 0$$

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_{a0}^x \\ \bar{I}_{a1}^x \\ \bar{I}_{a2}^x \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \bar{I}_a^x \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\bar{I}_{a0}^x = \bar{I}_{a1}^x = \bar{I}_{a2}^x = \frac{1}{3} \bar{I}_a^x$$

$$\bar{U}_b^y = 0 \quad \bar{I}_a^y = 0 \quad \bar{I}_c^y = 0$$

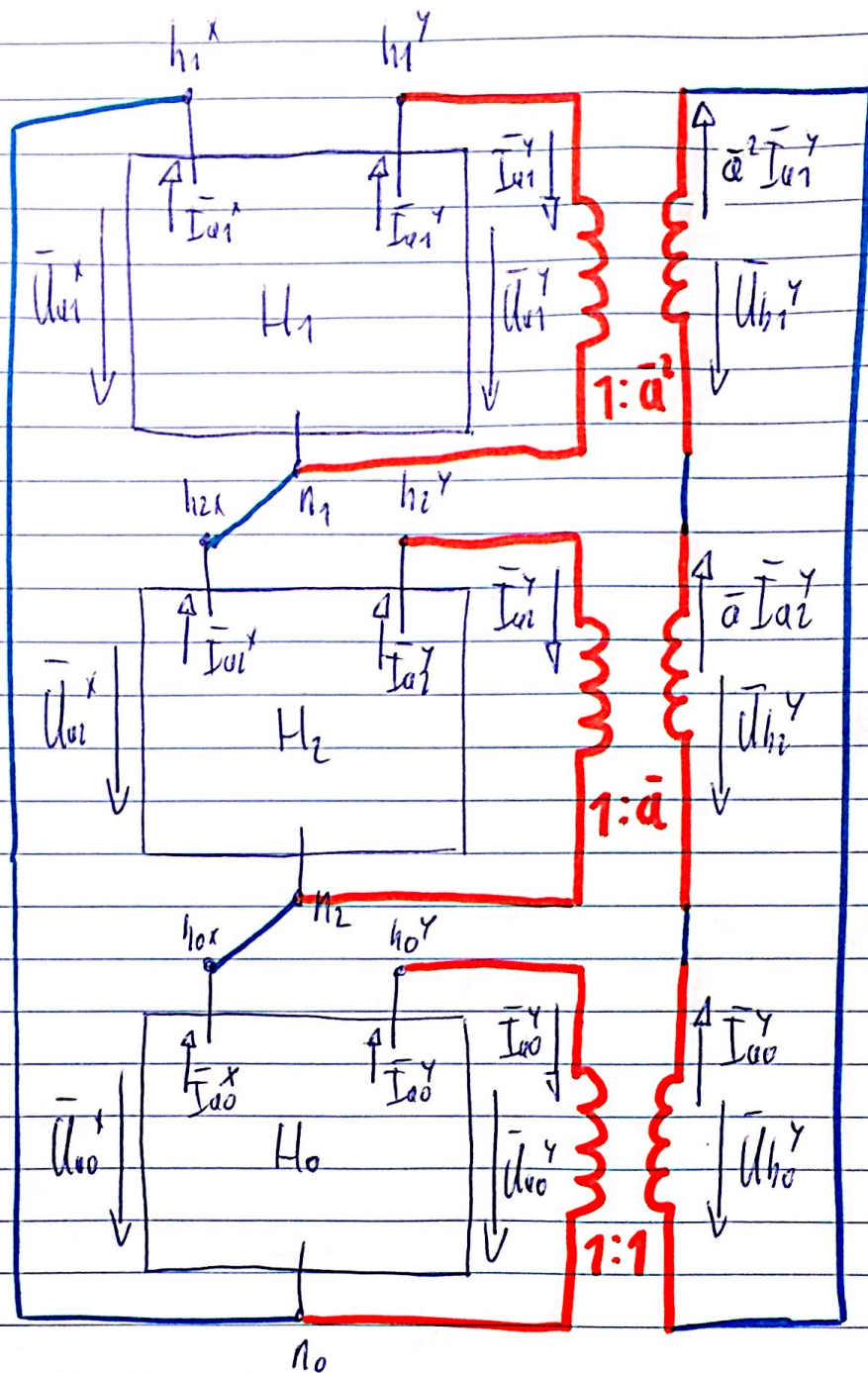
$$\bar{U}_{b0}^y + \bar{U}_{b1}^y + \bar{U}_{b2}^y = 0$$

$$\begin{bmatrix} \bar{I}_{b0}^y \\ \bar{I}_{b1}^y \\ \bar{I}_{b2}^y \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \bar{a} & \bar{a}^2 \\ 1 & \bar{a}^2 & \bar{a} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \bar{I}_b^y \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{aligned} \bar{I}_{b0}^y &= \frac{1}{3} \bar{I}_b^y \\ \bar{I}_{b1}^y &= \frac{1}{3} \bar{a} \bar{I}_b^y \quad / \cdot \bar{a}^2 \\ \bar{I}_{b2}^y &= \frac{1}{3} \bar{a}^2 \bar{I}_b^y \quad / \cdot \bar{a} \end{aligned}$$

$$\bar{I}_{a0}^y = \bar{a}^2 \bar{I}_{a1}^y = \bar{a} \bar{I}_{a2}^y$$

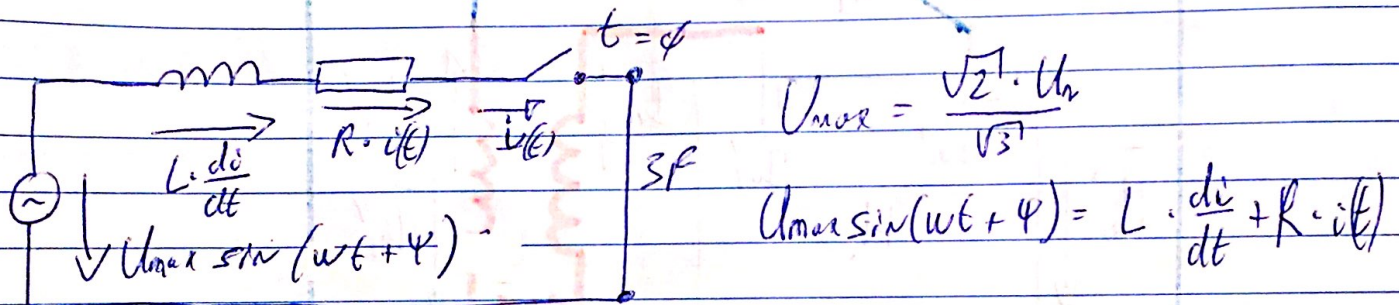
$$\bar{U}_b^y = \bar{U}_{b0}^y + \bar{a}^2 \bar{U}_{b1}^y + \bar{a} \bar{U}_{b2}^y$$



10. Szinkron gép zörletének számítása.

3F kapocszörlet:

- szimmetrikus forgórészű szinkron gépet tekintünk
- a rövidzárás a szinkron fordulattal és a névleges feszültségre gerjesztett árammal jó közelítéssel
- $X \gg R$ nagy generátorok esete
- $\varphi = 90^\circ$ közti fázis eltolás áram lossa arány $\frac{\pi}{2}$
- a forgórész veszteség, ill. a forgórész csillapító hatásának csillapító hatásának vizsgálata.



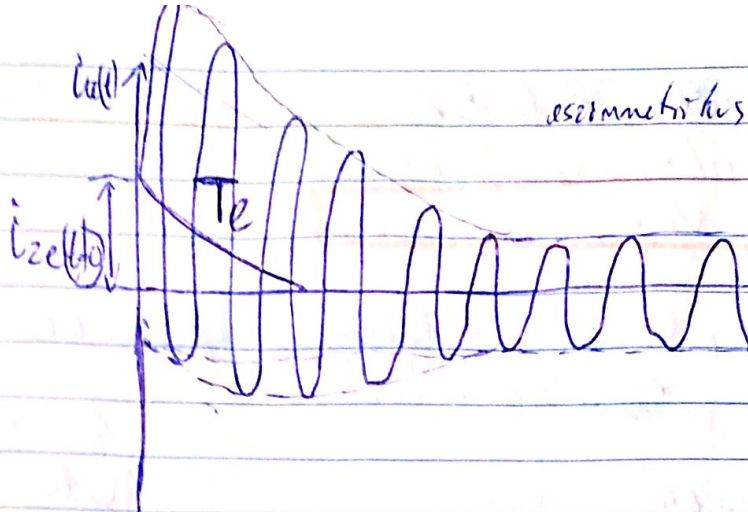
$$i(t) = \underbrace{\frac{U_{max}}{X} \sin(\omega t + \varphi - \psi)}_{i_{szo}(t)} - \underbrace{\frac{U_{max}}{X} e^{-\frac{t}{T_e}} \sin(\psi - \varphi)}_{i_{ze}(t)} \quad \psi = \frac{\pi}{2}$$

ψ a zörletre kapcsolás szinuszosítása

Ha a hirtelen 3F kapocszörlet a fesz. maximális értéknél lép fel, $\psi = \frac{\pi}{2}$, szimmetrikus befolyású zörletű áramról beszélünk. A áram az időtartamára szimmetrikus, és nincs egyenértékű áram.

Ha hirtelen 3F kapocszörlet a fesz. pozitív nullátmeneténél lép fel $\psi = 0$, aszimmetrikus befolyású zörletű áramról beszélünk. A károsult áramkörre szimmetrikus áram és egyenértékű áram. Ez utóbbi egyenlő befolyású feszültség után az aszimmetrikus zörletű áram szimmetrikussá válik és végül a szimmetrikus zörlet állapotába kerül.

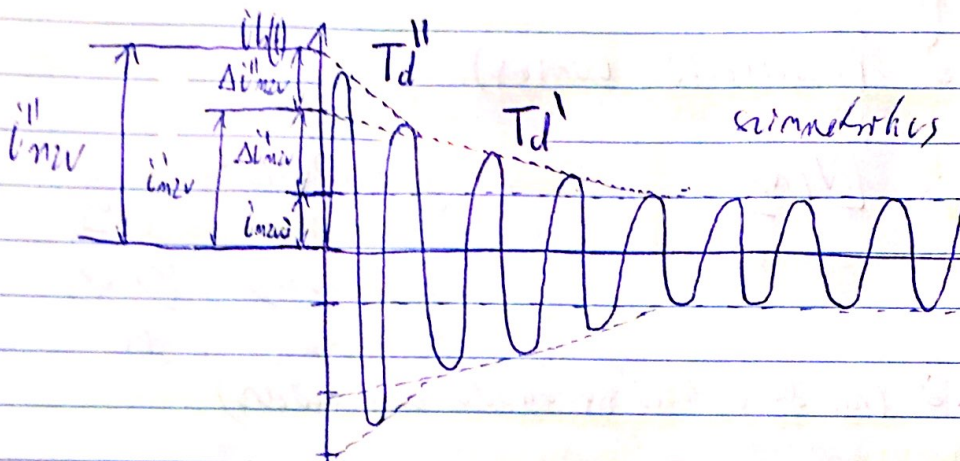
Zörletű áram egész időtartama alatt mindenki tisztában van, ha az egyenlő befolyású szimmetrikus, akkor a másik két fázisban egy aszimmetrikus, ha az a két aszimmetrikus hullámok egyenlő befolyású.



$$T_d'' \approx 0,01 \text{ s}$$

$$T_e \approx 0,1 \text{ s}$$

$$T_d' \approx 1 \text{ s}$$

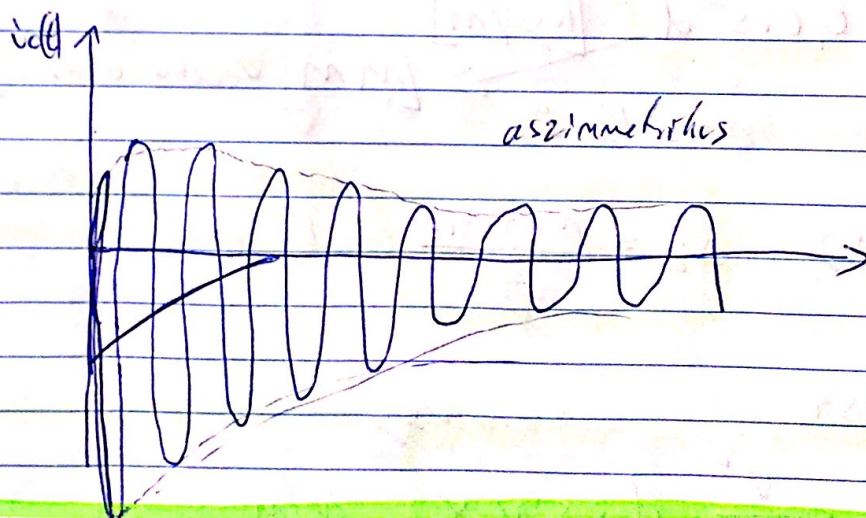


$$\epsilon_d'' \approx 10\%$$

$$\epsilon_d' \approx 20\%$$

$$\epsilon_d \approx 200\%$$

$$X_d = \frac{\epsilon}{100} \cdot \frac{U_n^2}{S_n}$$



$$i_c(t) = \frac{\sqrt{2} U}{\sqrt{S}} \left\{ \left[\left(\frac{1}{X_d''} - \frac{1}{X_d'} \right) e^{-\frac{t}{T_d''}} + \left(\frac{1}{X_d'} - \frac{1}{X_d} \right) e^{-\frac{t}{T_d'}} + \frac{1}{X_d} \right] \sin(\omega t + \psi - \varphi) - \frac{1}{X_d''} e^{-\frac{t}{T_e}} \sin(\psi - \varphi) \right\}$$

12) Szakhatárak kialakítása, szilárdsági számítások (vándoranyagok, alapok, falak, tartószerkezetek, szigetelő és szerkezetek)
 (VE 1 11-146 VEI 78-110)

Sodrozás, Szerkezetek, Oszlop, Földelés, Alapok $\rightarrow$
 Villamosenergetika I jegyzet. !!!

σ_{max} AL 80 N/mm^2
 ALder 80 N/mm^2

Szilárdsági számítások

Vezeték súlya, súlyerő (gravitációs erő)

$$s = m \cdot g = A \cdot \rho \cdot g \quad [\text{N/m}]$$

$g = 10 [\text{m/s}^2]$
 $A = r^2 \pi$ $[\text{m}^2]$
 ρ : sűrűség $[\text{kg/m}^3]$
 m : tömeg $[\text{kg}]$

Pöttekhez zömörös súlyerő (munka közbeni működés során)

$$m_z = 0,325 + 0,025 d \quad [\text{kg/m}]$$

$$z = m_z \cdot g$$

$l = \text{súlyerő}$

$[mm]$ vezeték átmérője

zömörös sűrűség $\rho_z = \frac{m + m_z}{A} \quad \text{kg/m}^3$

Szélterhelés MSZ 151

$$f_{sz} = \alpha \cdot c \cdot \frac{v^2}{1,6} \cdot d \cdot \sin \alpha \quad \text{N/m}$$

0,75

1

átmérő

síknak kétféle felület a szél irányában
 kereszt + szög

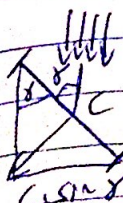
vezeték esetében
 csökkentő tényező

$d > 16 \text{ mm}$

alacsony tényező

kibonygás szöge $\lambda \Rightarrow$

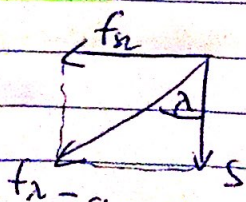
$$\tan \lambda = \frac{f}{s}$$



vetület

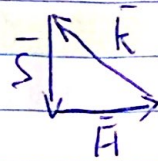
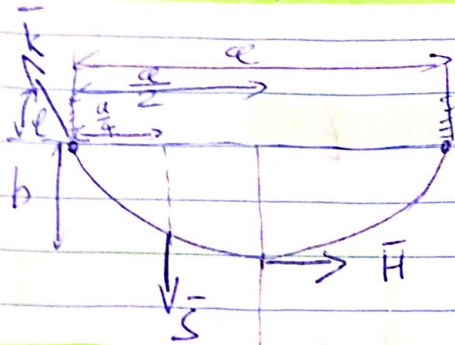
$$f_n = \sqrt{f^2 + s^2}$$

$$\tan \lambda = \frac{g}{\cos \lambda}$$



Áramerő ható zömörös pöttekhez a vezeték sűrűségének
 megváltoztatásával, mely a szélterhelés megváltoztatásával
 egyenértékű számítások.

Vízszintes létfüggesztésű sodrony belsője



$$S = s \frac{a}{4} \quad [N]$$

$$H = G_h \cdot A$$

$$Hb = S \frac{a}{4}$$

$$b = \frac{a^2 \cdot s \cdot \gamma}{8 \cdot G_h}$$

sodronyos belsője $\beta = 100 \frac{b}{a} \%$

$$\beta < 7,5 \%$$

$$G_h = G_{max}$$

$\beta > 7,5 \%$ $b'' = b + \frac{4}{3} \cdot \frac{b^3}{a^2}$

$$G_{zo} = G_{max} - b_z \cdot s_z \cdot \gamma$$

$$b_z = \frac{a^2 \cdot s_z \cdot \gamma}{8 \cdot G_{max}}$$

legnagyobb belsője b_{max}

40°C KFűt
60°C NAP S
-5°C S_z

Vastkék öltözköztetésű VIEL

$$\frac{a^2 \cdot s^2 \cdot \gamma^2}{24 G_h^2} - \frac{a^2 \cdot s_0^2 \cdot \gamma_0^2}{24 G_{h0}^2} = \alpha (t - t_0) + \frac{1}{E} (G_h - G_{h0})$$

lineárisított egyenlet az ártékkel rugalmassági modulus

kiindulási adatok

s_0
 s_z
 t_0
 G_{h0}

adatok $\left. \begin{matrix} s \\ \gamma \end{matrix} \right\} G_h$ eredmény

$$a_{kritikus} = \frac{G_{max}}{\gamma} \cdot \sqrt{\frac{360 \cdot \alpha}{s_z^2 - s^2}}$$

$a > a_{kritikus}$

$t_0 = -5^\circ C$

$s_0 = s_z$

$$a_{kritikus} = a_{cb} \cdot \frac{G_{max}}{s_z \cdot \gamma}$$

$a < a_{kritikus}$

$t_0 = -20^\circ C$

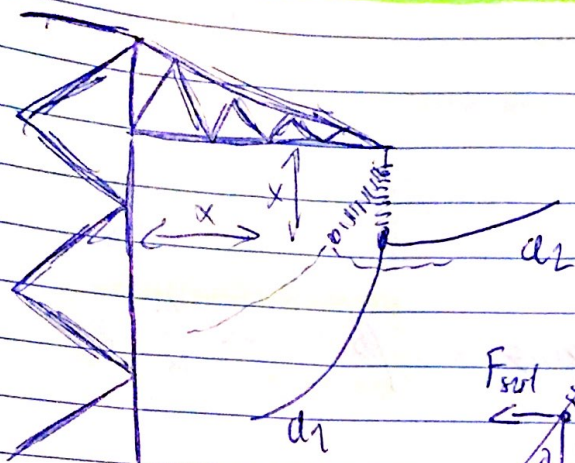
$s_0 = s$ csupán

$a_m \geq a$
 $G_{h0} = G_{max}$

$a_m < a$
 $G_{h0} = G_{max} - b_z \cdot s_z \cdot \gamma$

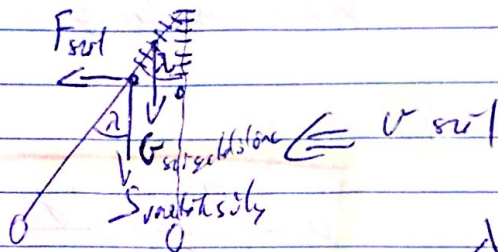
legnagyobb redukált rugalmasság

Függőlegesek kibengése az oszlopcsatlakozáshoz (horizontális)



$$x \approx 0,7 \text{ Ukv [cm]}$$

$$a = \frac{a_1 + a_2}{2}$$



$$\tan \alpha = \frac{F_{\text{sorl}}}{S + \frac{G_{\text{sorl}}}{2}}$$

$$\alpha_{\text{max}} = 50^\circ$$

Vetők összetétele:

$$F_{\text{horl}} = x^2 F_{\text{max}}$$

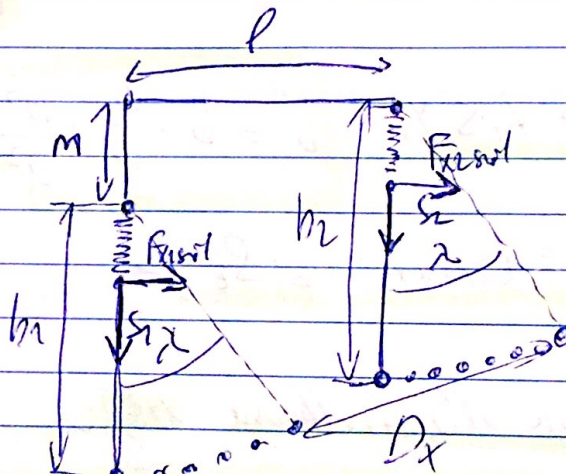
$$\tan \alpha_1 = \frac{F_{\text{horl}}}{S_1}$$

$$F_{\text{horl}} = x^2 \cdot 0,8^2 \cdot F_{\text{max}}$$

$$\tan \alpha_2 = \frac{F_{\text{horl}}}{S_2}$$

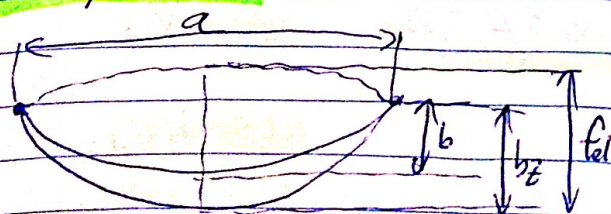
sütörnyék 20%,
csúskáló kiegészítő

$$(x: 0,1 \text{ mm} \dots 1)$$



különböző x értékekkel kiszámolni
meghatározni a legnagyobb
és a legkisebb

Felcsapódás



$$D_{\text{max}} = 0,7 \text{ Ukv [cm]}$$

$$f_{\text{el}} = 0,5 (b_e - b) \frac{z}{S} \text{ [m]}$$

z: vízszintes súlypont

13. kapcsolókendvesek kiszámolási leírata, Gyűjtősinusok

Gyűjtősinus melle

A gyűjtősinus ferrecek általánosan a ümi és a zúrtati megedés alapján választjuk meg a sin keresztmetszetét, majd a ferrecekhez a megedett lyhisekhez, vagy annál valomivel nagyobb értékre veszik fel, és ennek alapján kiszámítjuk a lehetséges legnagyobb zúrtati áram okorta erőhatást, majd a sinpárolt keresztmetszeti ferrecekhez figyelembevételel megedésorrozó a sin mekhanikai ferresek, Utolsó lépésent önnegyzesszámra kell ellenőrizni a gyűjtősinus,

Ferrelő áram elisebse:

35°C környezeti hőmrsékletre és 65°C veretőkőmrséklet

$$I_{üzmi} < I_{meg}$$

$$I_{meg} = k_1 \cdot k_2 \cdot k_3 \cdot I_a$$



jólly hűtés

↓
környezeti hűtés
nem 35°C

↓
felhő

↓
öthető Al (0,9)

(hűtés festessel javítható)



rosszabb hűtés, de jólly mekhanikai szilárdság

eredmény "A" keresztmetszet

Zúrtati ferrelhűtőssz:

Szűksszes keresztmetszet:

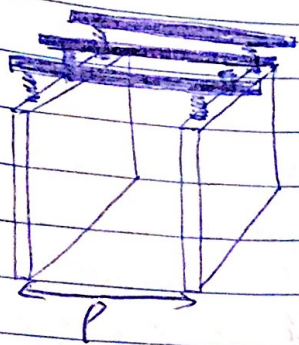
$$A_{min} = B \cdot I_z \cdot \sqrt{t} \quad [mm^2]$$

←
veutőssz ellenőző
ötlető Al 13,5
Cu 9

↓
kA
zúrtati áram
effektív

↓
s
védelem mőködési
ideje

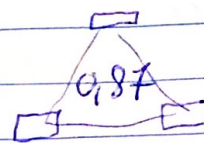
Mechanikai munkács



együttműködés

0,81 0,87 0,81

egyenlő oldalú Δ

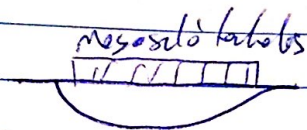
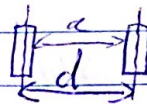


$$F = 0,87 \cdot 0,2 \cdot \frac{I_{\text{ecs}}^2}{d} \cdot p \quad [N]$$

$$I_{\text{ecs}} = 1,8 \cdot \sqrt{2} \cdot I_{\text{eff}} \quad [kA]$$

lehetővé teszi
távolság [mm]

kit. fel. függvénye
pont körüli körre
célra távolsága [mm]



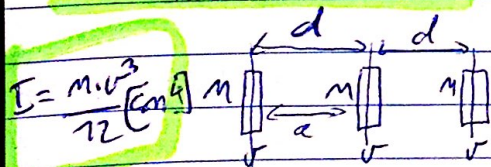
legnagyobb hajlítónyomaték

$$M = \frac{F \cdot p}{12} \quad [Nm]$$

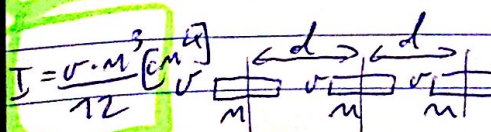
legnagyobb nyomaték helyén
"lelő" reakciók hatálya

$$\sigma = \frac{M}{k} \quad [N/m^2]$$

keresztmetszeti távolság



$$k = \frac{m \cdot v^2}{6} \quad [m^3]$$



$$k = \frac{v \cdot m^2}{6} \quad [m^3]$$

$$\sigma < \sigma_{\text{határ}}$$

Inercia

nyomás → főtávolság főtáv
összegzés

$$n \approx \frac{111}{\rho^2} \cdot \sqrt{\frac{EI}{S}} \quad \left[\frac{1}{s}\right]$$

távolság [cm]

Eredmény, legkisebb

n ne esson

40-60 és 80-110

kör

S: sír egyenlő
hosszok

I: inercia
lehetősége

Kapcsolókezelések készítésének kivételése,

187 - 199 VÉLT