

## HF 1.

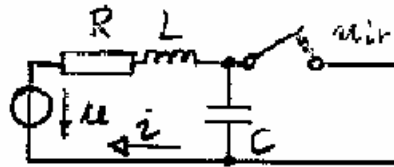
Az ábrán látható kisfeszültségű áramkörben a  $\psi = 1.5$  -nél fellépő zárlati áram  $I_{ny} = 10$  kA értékénél nyitnak az áramkorlátozó megszakító érintkezői, és közöttük  $u_{iv} = \text{sgn}(i(t_{ny})) \cdot (U_{AK} + mt)$  időfüggvénnyel leírható ívfeszültség lép fel.

Mekkora

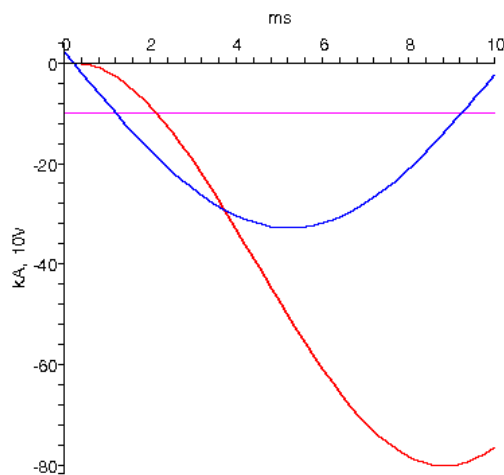
- az  $I_{\hat{a}}$  átengedett áram,
- a megszakító  $t_{m\ddot{u}k}$  működési ideje (a zárlat fellépésétől az áram nullátmenetéig fellépő idő, és
- az  $U_{VT}$  visszatérő feszültség értéke az ívkialvás pillanatában?

Rajzolja fel az időfüggvényeket!

Adatok:  $U = 400/\sqrt{3}$  V  
 $\cos\varphi = 0.3$   
 $L = 30$   $\mu$ H  
 $U_{AK} = 100$  V  
 $m = 3$  kV/ms

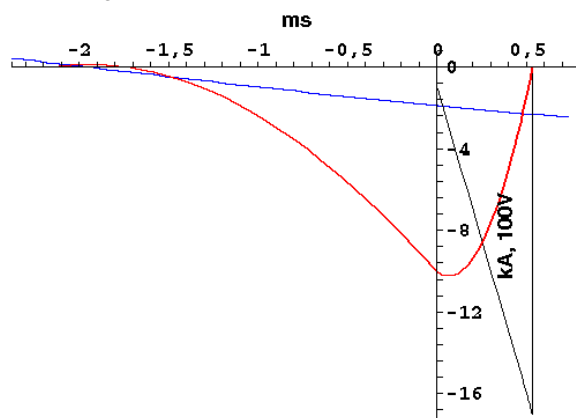


### 1. Zárlati áram és a tápfeszültség időfüggvényének meghatározása



### 2. Érintkező nyitás pillanatának meghatározása ( $t_{ny}$ ) $I_{ny}$ alapján

3. Az íven átfolyó áram időfüggvényének felírása szuperpozícióval ( $t_{ny}$  pillanatban) belép az ívfeszültség.



4. Az átengedett áram meghatározása szélsőérték-számítással

5. Működési idő meghatározása  $i = 0$  helyettesítéssel

6. Visszatérő feszültség meghatározása a működési idő feszültség időfüggvénybe való behelyettesítésével.

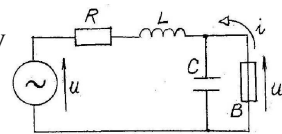
## HF 2.

Az ábrán látható kisfeszültségű áramkörben a  $\psi = 1.36944$  bekapcsolási szöggel meghatározott időpillanatban zárlati áram kezd folyni.

- Mennyi idő ( $t_{olv}$ ) múlva olvad ki az olvadóbiztosító  $A = 10 \text{ mm}^2$  keresztmetszetű, rézből készült olvadó eleme?
- Mekkora az  $I_{olv}$  áram a kiolvadás pillanatában?
- Határozza meg a  $t_{mük}$  működési időt és az ívfeszültséget, ha a kiolvadás után az íven átfolyó áram állandó meredekséggel nyolcad periódus alatt nullára csökken.
- A  $t_{mük}$  idő alatt mekkorára nő az  $A_{sin} = 60 \text{ mm} \times 5 \text{ mm}$  keresztmetszetű csatlakozó rész sín hőmérséklete ( $\theta_{sín}$ )?
- Mekkora lenne a sín hőmérséklete, ha a zárlatot egy általános rendeltetésű (B típusú) megszakító szüntetné meg az áram harmadik nullátmenetében (az érintkezők közti ív árammódosító hatásának figyelembevétele nélkül)?

Rajzolja fel az időfüggvényeket!

$$\begin{aligned}
 U_{eff} &= 400 / \sqrt{3} \text{ V} \\
 \cos\varphi &= 0.2 \\
 I_{zeff} &= 60 \text{ kA} \\
 \theta_k &= 40 \text{ }^\circ\text{C} \\
 \theta_{olv} &= 1083 \text{ }^\circ\text{C} \\
 \rho_{20} &= 1,75 \cdot 10^{-8} \text{ } \Omega\text{m} \\
 c_{20} &= 3,4 \cdot 10^6 \text{ Ws/m}^3\text{C} \\
 \alpha_0 &= 4 \cdot 10^{-3} \text{ 1/C}
 \end{aligned}$$



A stationer zárlati áram effektív értéke:

Az olvadósál és a sín kezdeti hőmérséklete:

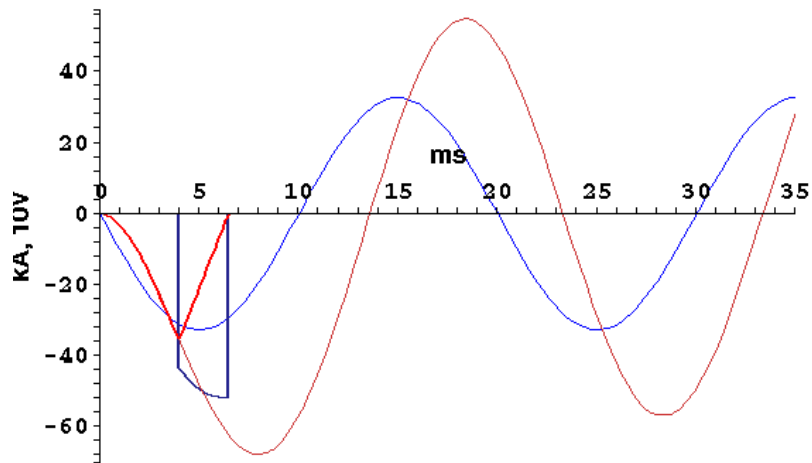
A réz olvadási hőmérséklete:

A réz fajlagos ellenállása  $\theta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on:

A réz fajhője  $\theta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ -on:

A réz hőm. tényezője  $\theta_0 = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ -ra vonatkoztatva:

1. Zárlati áram és a tápfeszültség időfüggvényének meghatározása



2. Kiolvadáshoz szükséges energia meghatározása
3. A zárlati áram Joule-integráljából a kiolvadás időpontjának meghatározása
4. Kiolvadás pillanatában a zárlati (átengedett) áram meghatározása
5. Ívidő és a működési idő meghatározása
6. Íváram időfüggvényének meghatározása
7. Ívfeszültség időfüggvényének meghatározása
8. Működési Joule-integrál kiszámolása, és ebből a sínek melegedésének meghatározása
9. Független zárlati áram 3. nullátmenetének ideje és az ehhez tartozó Joule-integrál meghatározása után a sín hőmérsékletének kiszámítása

### HF 3.

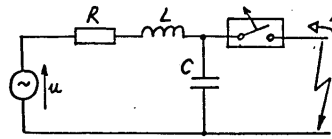
Az ábrán látható áramkörben a megszakító az  $I_{zeff} = 35 \text{ kA}$  értékű kapocszárlati áramot nem tudta megszakítani, mert az ív dielektromosan újragyulladt (Az ív megszakításához szükséges feszültség időfüggvénye  $u_{gy} = U_0 \cdot e^{t/\tau_{iv}}$  alakú). Ideális (ívmentes, de áramnullátmenetben történő) megszakítást feltételezve számítsa ki a visszaszökő feszültség időfüggvényét (a visszatérő feszültség időbeli változásának figyelembevételével), és határozza meg az áramnullátmenettől mérve a visszagyújtás időpontját ( $t_{gy}$ ), valamint adja meg mindkét feszültség következő paramétereit:

- a rárezgési összetevő sajátfrekvenciája ( $f_s$ ),
- a VSF csúcserőteke ( $U_{cs}(t_m)$ ), és az ehhez tartozó idő ( $t_m$ ).

Rajzolja fel az időfüggvényeket! Hűtéssel legalább mekkorára kellett volna csökkenteni az ív időállandóját ( $\tau_{iv}$ ), hogy a megszakítás sikeres legyen?

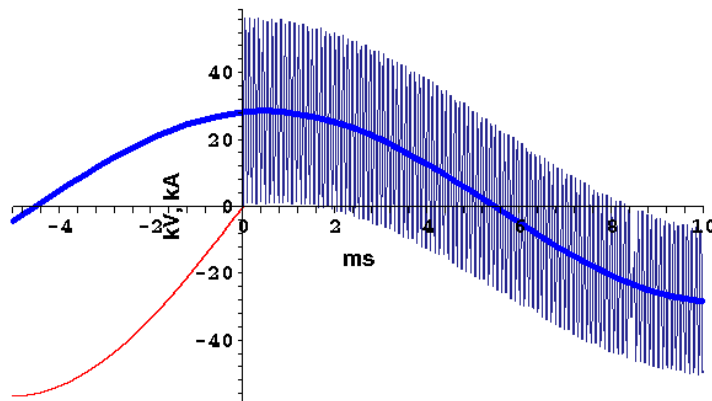
Adatok:

$U_{eff}$	=	$35/\sqrt{3}$	kV
$C$	=	0.16	$\mu\text{F}$
$\cos\varphi$	=	0.2	
$U_0$	=	2	kV
$\tau_{iv}$	=	20	$\mu\text{s}$



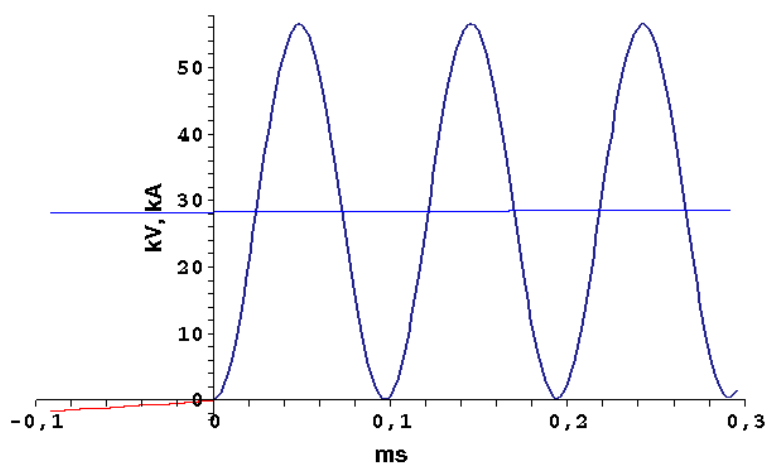
A beadott feladatban az eredményeken kívül az azok kiszámításához felhasznált összefüggéseket és a számítási részeredményeket is közölje!

#### 1. Zárlati áram és a tápfeszültség időfüggvényének meghatározása



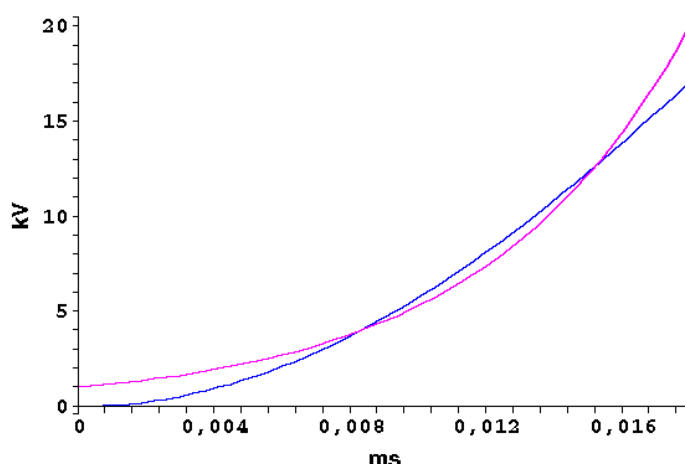
2. Ráregzési összetevő paramétereinek (csillapítás, frekvencia, fázisszög) meghatározása

3. A paraméterek alapján a visszaszökő feszültség időfüggvényének meghatározása

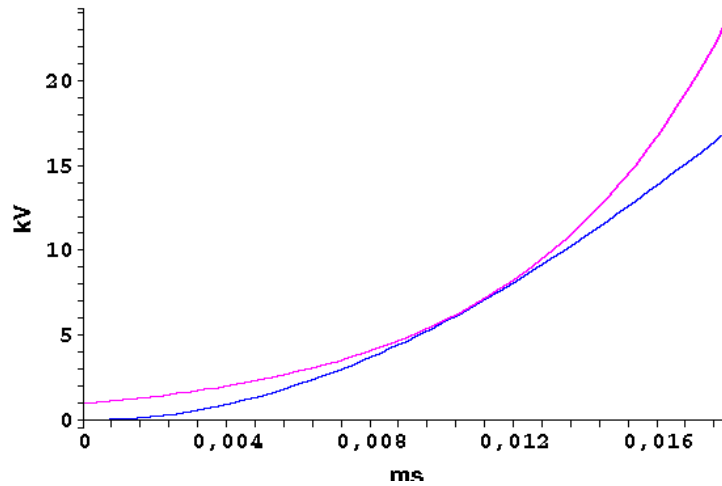


4. Szélsőérték-számítással a visszaszökő feszültség első csúcserkéhet tartozó idő, és a csúcserké kiszámítása

5. A visszagújtás időpontjának kiszámítása az ív újragújtásához szükséges feszültség időfüggvényének ismeretében



6. Iterációs közelítéssel az újragyulladás elkerüléséhez szükséges ív-időállandó meghatározása (közelítő érték is elegendő)



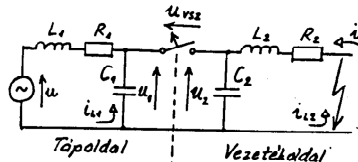
## HF 4.

Az ábrán látható vezeték oldali zárlat  $I_{z\text{eff}} = 20$  kA értékű áramát a megszakító nem tudta megszakítani, mert az ív dielektromosan újragyulladt (az újragyújtáshoz szükséges feszültség időfüggvénye  $u_{gy} = U_0 \cdot e^{t/\tau_{iv}}$  alakú). Ideális (ívmentes, de áramnullátmenetben történő) megszakítást feltételezve számítsa ki a visszaszökő feszültség időfüggvényét (a visszatérő feszültség időbeli változásának figyelembevételével), és határozza meg az áramnullátmenettől mérve a visszagyújtás időpontját ( $t_{gy}$ ), valamint adja meg a visszaszökő feszültség következő paramétereit:

- A rárezgési összetevők sajátfrekvenciái ( $f_{s1}$  és  $f_{s2}$ ),
- a VSF első csúcserőteke ( $U_{1\text{max}}(t_{m1})$ ), és az ehhez tartozó idő ( $t_{m1}$ ).

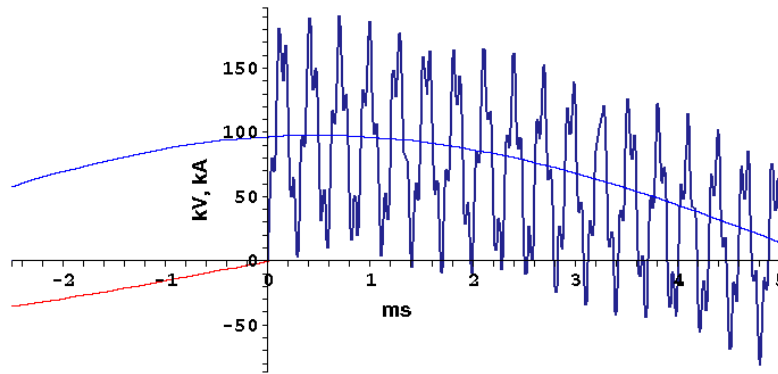
Rajzolja fel az időfüggvényeket! Hűtéssel legalább mekkorára kellett volna csökkenteni az ív időállandóját ( $\tau_{iv}^*$ ), hogy a megszakítás sikeres legyen?

Adatok:	$U_{\text{eff}}$	=	$120/\sqrt{3}$	kV
	$C_1$	=	0.5	$\mu\text{F}$
	$C_2$	=	0.1	$\mu\text{F}$
	$R_1/R_2 = L_1/L_2$	=	3	
	$\cos\varphi$	=	0.2	
	$U_0$	=	2	kV
	$\tau_{iv}$	=	20	$\mu\text{s}$



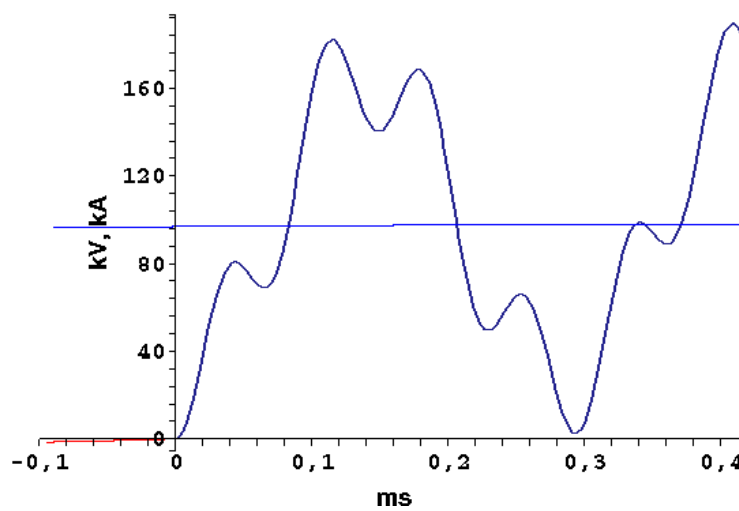
A beadott feladatban az eredményeken kívül az azok kiszámításához felhasznált összefüggéseket és a számítási részeredményeket is közölje!

1. Zárati áram és a tápfeszültség időfüggvényének meghatározása



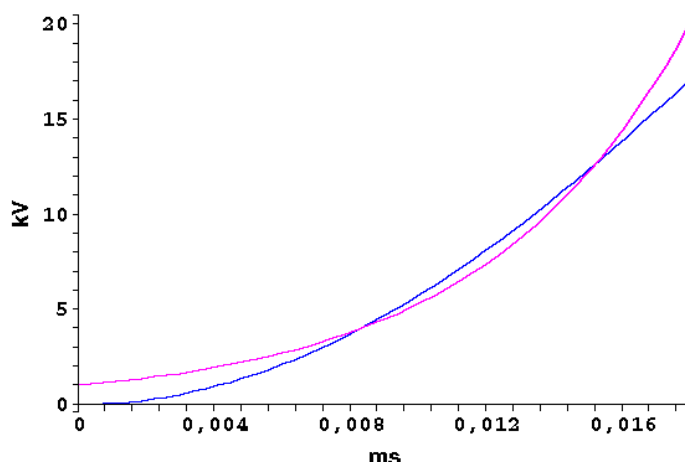
2. Ráregzési összetevő paramétereinek (csillapítás, frekvencia, fázisszög) meghatározása

3. A paraméterek alapján a visszaszökő feszültség időfüggvényének meghatározása

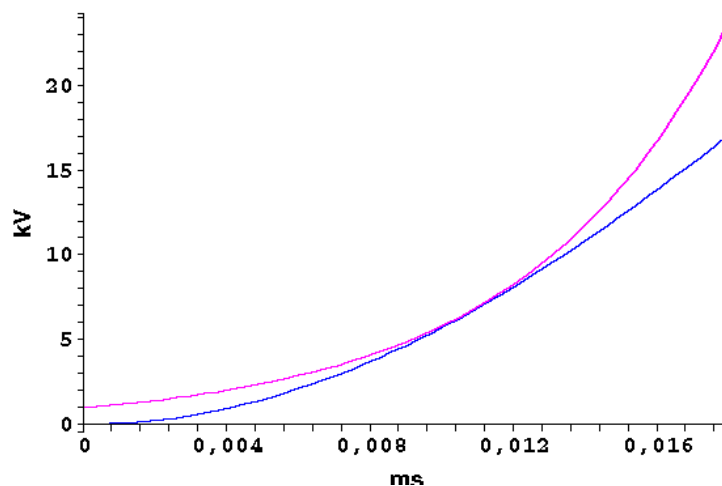


4. Szélsőérték-számítással a visszatérő feszültség első csúcserékéhez tartozó idő, és a csúcserék kiszámítása

5. A visszagyújtás időpontjának kiszámítása az ív újragyújtásához szükséges feszültség időfüggvényének ismeretében



6. Iterációs közelítéssel az újragyulladás elkerüléséhez szükséges ív-időállandó meghatározása (közelítő érték is elegendő)





## HF 5.

A megszakító az ábrán látható áramkörben a kistávolságú szabadvezeteki zárlatot a veszélyes zónában nem tudta megszakítani, mert az ív dielektromosan újragyulladt (az újragyújtáshoz szükséges feszültség időfüggvénye  $u_{gy} = U_0 \cdot e^{t/\tau_{iv}}$  alakú). Ideális (ívmentes, de áramnullátmenetben történő) megszakítást, valamint az áramnullátmenet környéki lineárisan változó áramot és időben állandó visszatérő feszültséget feltételezve számítsa ki

- a visszazökő feszültség időfüggvényét,
- a veszélyes zónának a megszakító kapcsaitól mért  $l_{min}$  és  $l_{max}$  távolsággal megadható kereteit,
- valamint ezen két távolságban a VSF paramétereit ( $f_{01}$ ,  $m_k$ , első csúcsérték),

és rajzolja fel az időfüggvényeket a két határesetben a hullám második visszaverődéséig!

A zárlati áram a megszakító kapcsain:

$$I_{leff} = 25 \quad \text{kA}$$

A zárlati áram a megszakítótól  $\ell = 10$  km távolságnál:

$$I_{leff} = 20 \quad \text{kA}$$

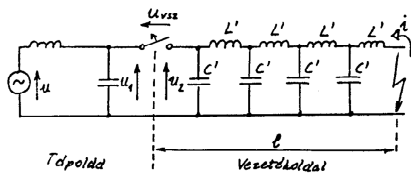
$$U_{eff} = 120 / \sqrt{3} \quad \text{kV}$$

$$C_l = 0.4 \quad \mu\text{F}$$

$$Z = 450 \quad \Omega$$

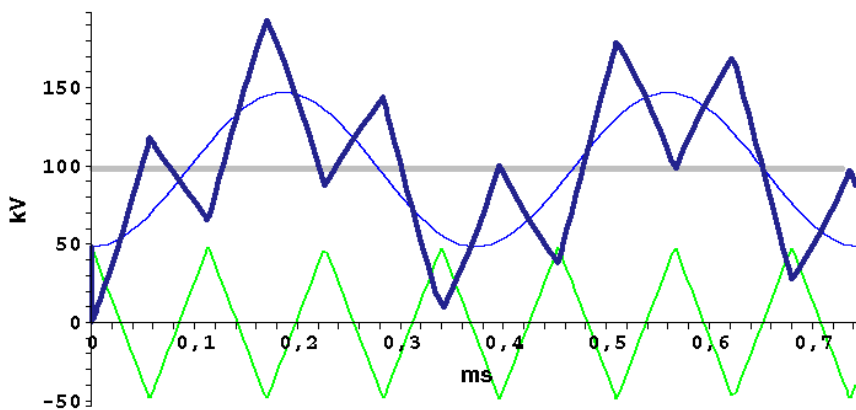
$$U_0 = 5 \quad \text{kV}$$

$$\tau_{iv} = 20 \quad \mu\text{s}$$

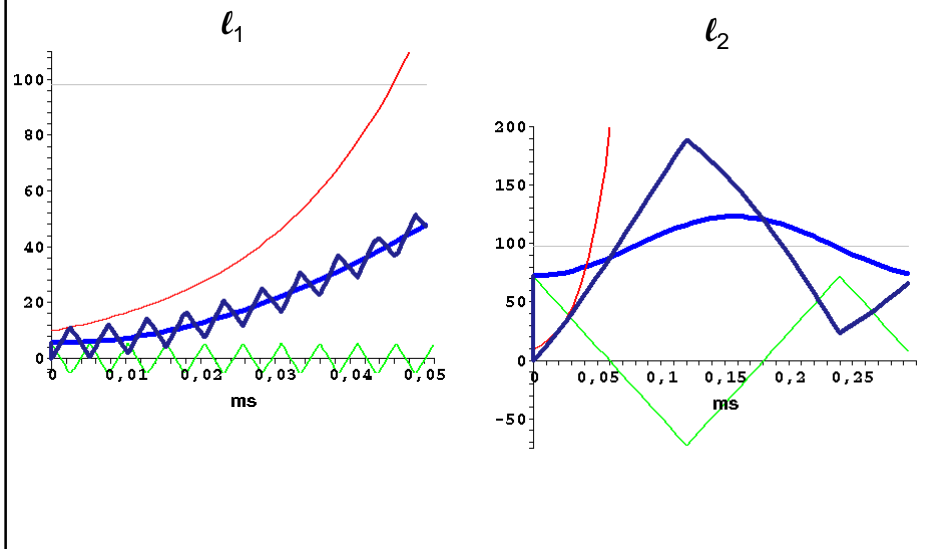


1. Hosszegységre eső induktivitás meghatározása a zárlati áram megadott értékeiből

2. A VSF időfüggvényének meghatározása a zárlat távolságának függvényében



3. Az  $l$  távolság változtatásával megkeresni a VSF és az újragyújtáshoz szükséges feszültség érintési pontjait, amelyek a veszélyes zóna határait jelölik ki (közelítő érték is elegendő).



## HF 6.

Egy egyenáramú gyorsmegszakító érintkezői az  $U_0$  feszültséggel táplált  $T$  időállandójú áramkörben folyó  $I_0$  stacioner értékű zárlati áram  $I_{ny}$  értékénél nyitnak. A működés ideje  $t_m$ . A megszakítót három különböző ívoldó-szerkezettel látták el.

Az ezekben égő ív feszültsége:

- $u_{iv} = U_{iv} = \text{áll}$ , vagy
- $u_{iv} = m \cdot t$  időfüggvénnyel, vagy
- olyan időfüggvénnyel írható le, amely állandó meredekséggel csökkenő áramot eredményez.

Adatok:

$$U_0 = 120 \text{ kV}$$

$$T = 7 \text{ ms}$$

$$I_0 = 5 \text{ kA}$$

$$I_{ny} = k \cdot I_0;$$

$$k = 0.2$$

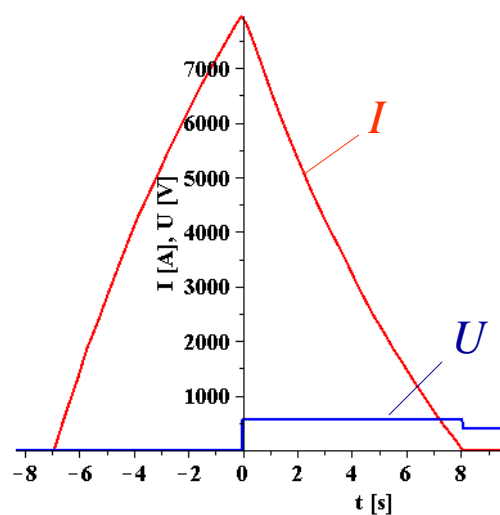
$$t_m = 0.6 \cdot T$$

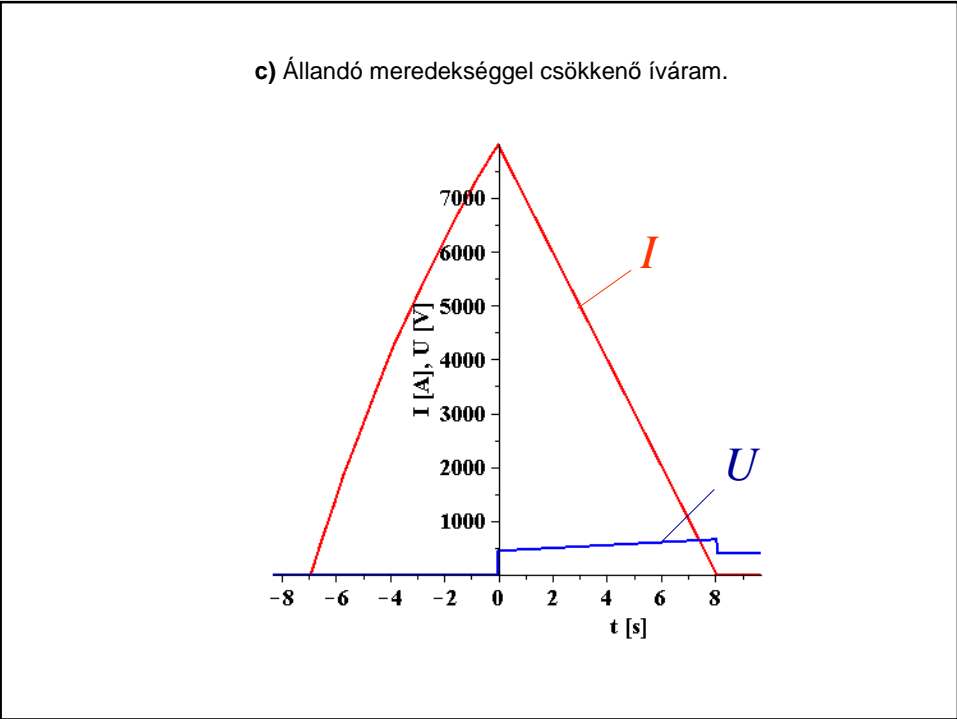
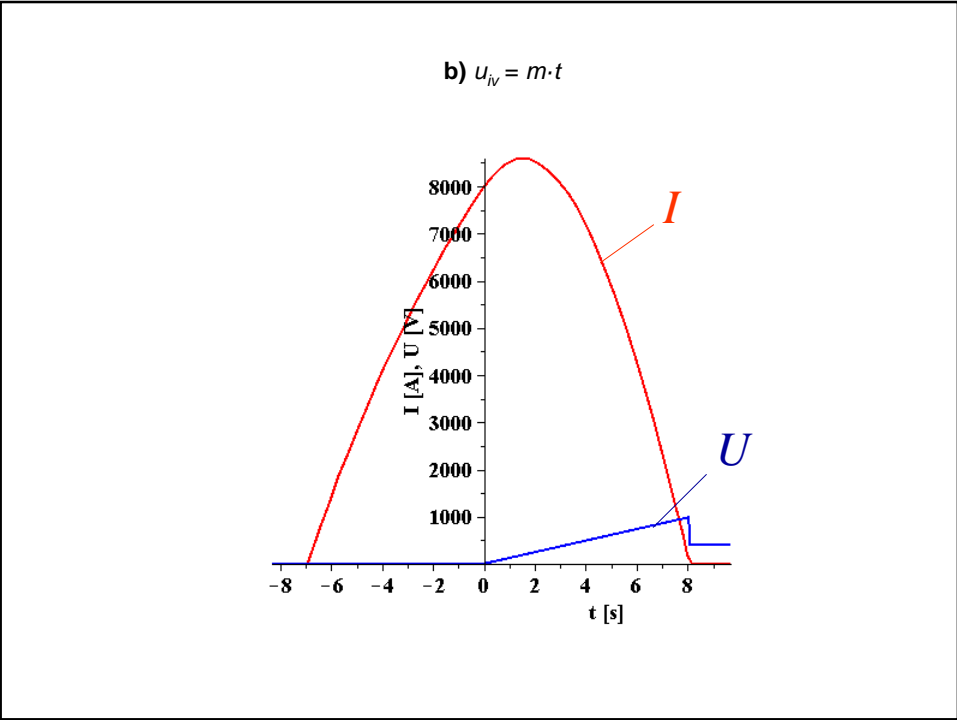
Mindhárom esetben

- számítsa ki az ívfeszültség időfüggvényének paramétereit és a túlfeszültség-tényezőt ( $a_u$ ),
  - az ívenergiát,
  - az  $I_d$  átengedett áramot és
- grafikonon ábrázolja az áramok és feszültségek időfüggvényeit!

1. Zárlati áram időfüggvényéből az érintkezők nyitási pillanatának meghatározása.
2. Íven átfolyó áram időfüggvényének meghatározása szuperpozícióval.
3.  $a_u = U_{ivmax}/U_0$  túlfeszültségtényező meghatározása.
4.  $I_{\dot{a}}$  átengedett áram meghatározása az áram időfüggvényéből szélsőérték számítással.
5. A  $W_{iv}$  ívenergia meghatározása a teljesítménynek az ív kezdetétől az ív kialvásáig történő integrálásával.

a)  $u_{iv} = U_{iv} = \text{áll.}$





## HF 7.

Egy nagyfeszültségű, csillapításmentesnek tekinthető, az  $U = 122.6/\sqrt{3}$  kV feszültség által táplált áramkörben a stacioner kapcsolási áram értéke  $I_{eff} = 66.67$  kA. Az áramkör önfrekvenciája:  $f_{01} = 5$  kHz.

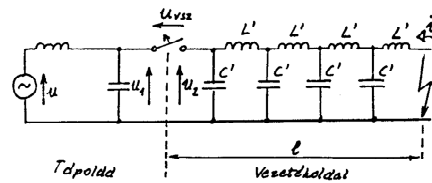
A  $Z = 450 \Omega$  hullámimpedanciájú szabadvezeték bekövetkező két zárlatot a megszakító nem tudta megszüntetni, mert az ív dielektrumosan újragyulladt az  $U_0 = U_{gy} \cdot e^{t/T_{iv}}$  alakú újragyújtó feszültség hatására.

A zárlati áramok értékei:  $I_{eff1} = 40$  kA és  $I_{eff2} = 30$  kA  
 Az újragyújtás idői:  $t_{gy1} = 5 \mu s$  és  $t_{gy2} = 10 \mu s$

Számítsa ki időben állandó visszazökő feszültség feltételezésével

a) Az újragyújtó feszültség paramétereit ( $U_{gy0}$  és  $T_{iv}$ );

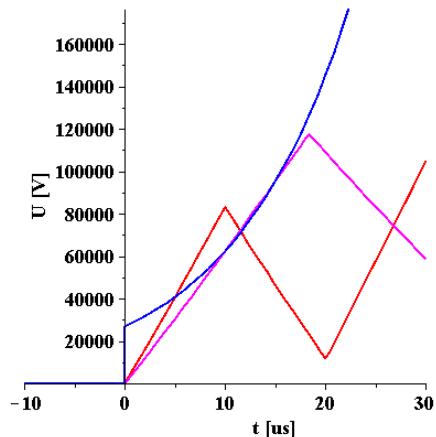
b) A szabadvezeteki zárlatok távolságát  $l_1$  és  $l_2$ .  
 Grafikusan ábrázolja az áramok és a feszültségek időfüggvényeit (A VSF-nek csak az első, növekvő szakaszát elegendő ábrázolni)!



1. Adott zárlati áramokhoz a VSF időfüggvényének meghatározása.

2. A VSF kezdeti  $m_k$  meredekségének és a szabadvezetéken terjedő hullám  $v=3 \cdot 10^8$  m/s sebességnek ismeretében a zárlat helye meghatározható.

3. Az újragyújtási idők ismeretében az újragyújtó feszültség időfüggvényének paramétere kifejezhetőek.



Házi feladat száma	Nagyfesz. K.K	Kisfesz. K.K.	Kisfesz. K.K. Sz. Ü.
1	9-11	7-16, 20-23,	
2	9-11, 112-121	32-34,	28-29, 56-63
3	36-37, 41-46		
4	36-37, 46-48		
5	36-37, 48-51		
6		17, 20-23	38-42
7	36-37, 48-51		