

Villamos kapcsolókészülékek – Házi feladat 6/4

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 ívöltő szerkezettel látták el.

Az ezekben égő ív feszültsége:

a) $u_{iv} = U_{iv} = \text{áll}$, vagy

b) $u_{iv} = m \cdot t$ időfüggvénnyel, vagy

c) olyan időfüggvénnyel írható le, amely állandó meredekséggel csökkenő áramot eredményez.

Mindhárom esetben

- számítsa ki az ívfeszültség időfüggvényének paramétereit és a túlfeszültségtényezőt

(a_u),

- az ívenergiát,

- az I_a átengedett áramot és

grafikonon ábrázolja az áramok és feszültségek időfüggvényeit!

Adatok:

$$U_0 = 240 \text{ V}$$

$$T = 9 \text{ ms}$$

$$I_0 = 12 \text{ kA}$$

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

$$k = 0.5$$

$$t_m = 1.5 \cdot T$$

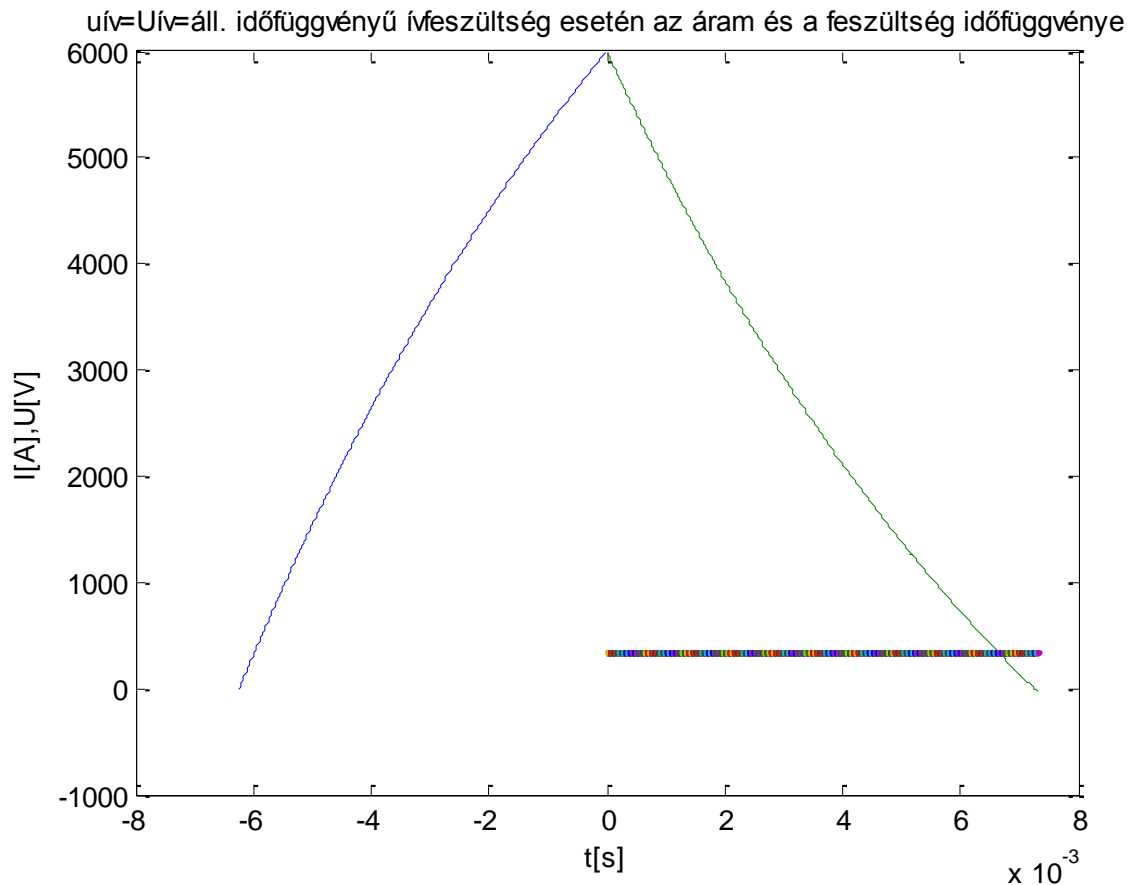
A beadott feladatban az eredményeken kívül az azok kiszámításához felhasznált összefüggéseket és a számítási részeredményeket is közölje!

a.) $u_{iv}=U_{iv}=\text{áll.}$

A feladat megoldásához a Matlab 7.9.0 verzióját használtam. Az alkalmazott parancsok:

```
>>u0=240; %a megadott adatok bevitele
>> i0=12000;
>> T=9*10^-3;
>> k=0.5;
>> iny=k*i0;
>>tm=1.5*T;
>>tny=T*log(1/(1-k));
>>tiv=tm-tny;
>>R=u0/i0;
>>tiv/T;
>>e=exp(-tiv/T); %rövidítés
>>uiv=((-i0+i0*(1-k)*e)*R)/(e-1); %az ívfeszültség
>>a=uiv/u0 %a túlfeszültség tényező
>>t1=-tny:10^-5:0; %t=0-ban nyit a megszakító, ezért a zárlati
áramot t=-tny-től t=0-ig ábrázoltam
>>i1=i0*(1-exp(-(t1+tny)/T)); %a zárlati áram
>>t2=0:10^-5:7.3*10^-3; %t=0-től az ív kialvásig tartó intervallum
megadása
>>iiv=u0/R-uiv/R+(uiv/R-u0*(1-k)/R)*exp(-t2/T); %íváram

>>figure(1) %ábrázolás
>>plot(t1,i1,t2,iiv,t2,uiv)
>>title('uiv=Uiv=áll. időfüggvényű ívfeszültség esetén az áram és a feszültség időfüggvénye')
>>ylabel('I[A],U[V]')
>>xlabel('t[s]')
```



A kék színű görbe a $t=0$ időpontban bekövetkező nyitás előtti áramot ábrázolja, a zöld színű a $t=0$ időponttól a $t=t_{iv}$ időpontig, az ív kialakulásáig ábrázolja az áramot, a konstans görbe pedig az $U_{ív}$ ívfeszültség időfüggvénye.

Az ívenergia kiszámítása Matlab-bal:

-az ívenergiát az $u_{ív} \cdot i_{ív}$ szorzat $t=0$ -tól $t=t_{iv}$ integrálási határokkal történő idő szerinti integrálással kapjuk

```
>> syms t %az integrálási változó megadása
>> int(uiv*(u0/R-uiv/R+(uiv/R-u0*(1-k)/R)*exp(-t/T)),0,tiv); %integrálás 0-tól tiv-ig
ans =
```

```
6.3593e+003 %a Wív ívenergia
```

b.) $u_{ív}=m \cdot t$

A feladat megoldásához használt Matlab parancsok:

```
>> m=(R*(-i0+i0*(1-k)*e))/(T-T*e-tiv)
```

m =

8.1847e+004

>> a2=m*tiv/u0

a2 =

2.4764

Az ívenergia kiszámítása:

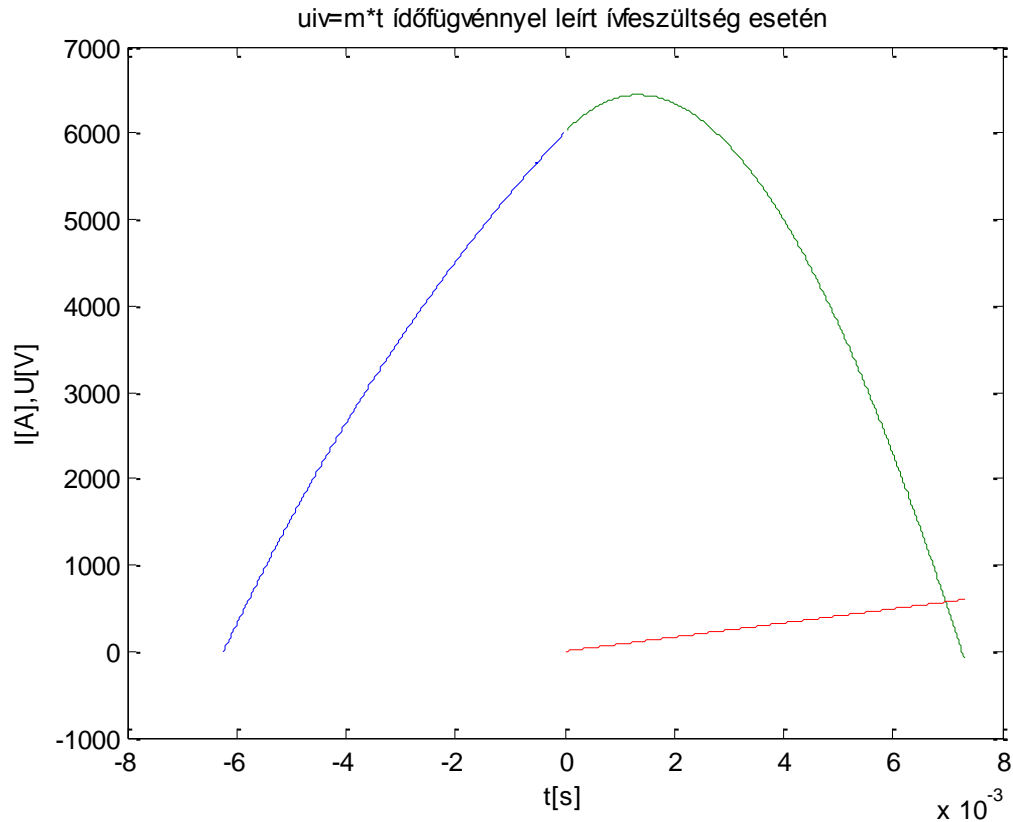
-az előző feladattal azonos számítással

```
>> iiv2=i0+m*(T-t)/R-(i0*(1-k)+m*T/R)*exp(-t/T);      %íváram
>> uiv2=m*t                                             %ív feszültség
>> int(uiv2*iiv2,0,tiv)                                  %integrálás 0-tiv határok között
ans =
```

7.6293e+003 *%az ívenergia*

Az áram és a feszültség ábrázolásához szükséges Matlab utasítások:

```
>>t1=-tny:10^-5:0;                                       %t=0-ban nyit a megszakító, ezért a zárlati
                                                         áramot t=-tny-től t=0-ig ábrázoltam
>>i1=i0*(1-exp(-(t1+tny)/T));                             %a zárlati áram
>>t2=0:10^-5:7.3*10^-3;                                   %t=0-tól az ív kialvásig tartó intervallum
                                                         megadása
>> iiv2=i0+m*(T-t2)/R-(i0*(1-k)+m*T/R)*exp(-t2/T)      %íváram
>> uiv2=m*t2;                                             %ív feszültség
>> figure(2)                                             %ábrázolás
>> plot(t1,i1,t2,iiv2,t2,uiv2)
>> title('uiv=m*t időfüggvénnyel leírt ívfeszültség esetén')
>> xlabel('t[s]')                                       %tengelyek feliratozása
>> ylabel('I[A],U[V]')
```



A kék színű görbe a $t=0$ időpontban bekövetkező nyitás előtti áramot ábrázolja, a zöld színű a $t=0$ időponttól a $t=t_{iv}$ időpontig, az ív kialakulásáig ábrázolja az áramot, a piros görbe pedig az u_{iv} ívfeszültség időfüggvénye.

c.)Állandó meredekséggel csökkenő áram

Az iváram időfüggvényének felírása után a két ismeretlenes egyenletrendszer megoldása

Matlab-bal:

```
>> solve('i0*(1-k)-Uiv3/R+m2*T/R=0','m2')
```

%a 2. egyenlet megoldása m-re

ans =

$(U_{iv3} - R \cdot i_0 + R \cdot i_0 \cdot k) / T$

```
>> m2=(Uiv3 - R*i0 + R*i0*k)/T
```

```
>> solve('i0-Uiv3/R-((1000*Uiv3)/9-40000/3)*tiv/R+((1000*Uiv3)/9-40000/3)*T/R-(i0*(1-k)-Uiv3/R+((1000*Uiv3)/9-40000/3)*T/R)*exp(-tiv/T)=0','Uiv3')
```

%m-et az 1. egyenletbe helyettesítve, annak megoldása Uiv-re

ans =

268.7260 *%az ívfeszültség kezdőértéke*

>> m2=1000*Uiv3/9-40000/3

m2 =

1.6525e+004 *%az ívfeszültség meredeksége*

Az ívenergia meghatározása Matlab-bal:

-az előző két részfeladathoz hasonlóan az ívfeszültség és az íváram 0-tív határok közötti integrálásával

>> iiv3=i0-Uiv3/R-m2*t/R+m2*T/R-(i0*(1-k)-Uiv3/R+m2*T/R)*exp(-t/T) *%az íváram időfüggvénye*

>> uiv3=Uiv3+m2*t *%az ívfeszültség időfüggvénye*

>> int(uiv3*iiv3,0,tiv) *%integrálás*

ans =

6.7256e+003 *%az ívenergia*

Az áram és a feszültség ábrázolása Matlab-bal:

>> uiv3=Uiv3+m2*t2;

>> iiv3=i0-Uiv3/R-m2*t2/R+m2*T/R-(i0*(1-k)-Uiv3/R+m2*T/R)*exp(-t2/T);

%a megfelelő skálázáshoz a t2 paraméterrel megadott áram és feszültség

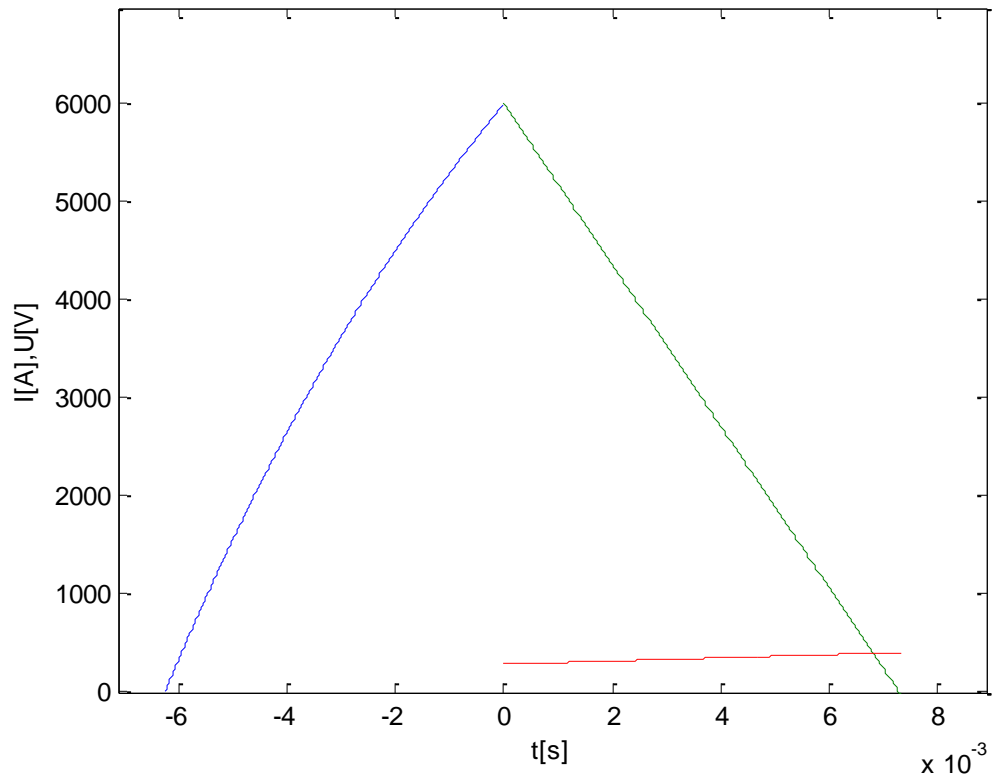
>> plot(t1,i1,t2,iiv3,t2,uiv3) *%ábrázolás*

>> xlabel('t[s]')

>> ylabel('I[A],U[V]')

>> title('Állandó meredekséggel csökkenő áram esetén az áram és feszültség időfüggvénye')

Állandó meredekséggel csökkenő áram esetén az áram és feszültség időfüggvénye



A kék színű görbe a $t=0$ időpontban bekövetkező nyitás előtti áramot ábrázolja, a zöld színű a $t=0$ időponttól a $t=t_{\text{ív}}$ időpontig, az ív kialakulásáig ábrázolja az áramot, a piros görbe pedig az ív feszültség időfüggvénye.