

Villamos kapcsolókészülékek

Házi feladat

Várszegi Kristóf
EO8UNJ

A házi feladatot környezettudatosságból repapírra nyomtatom.

Villamos kapcsolókészülékek – Házi feladat

1/6

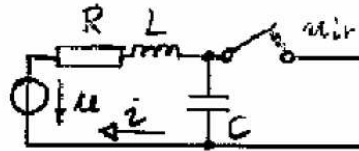
Az ábrán látható kisfeszültségű áramkörben a $\psi = 1.786$ -nél fellépő zárlati áram $I_{ny} = 6$ kA értékénél nyitnak az áramkorlátozó megszakító érintkezői, és közöttük $u_{iv} = \text{sgn}(i(t_{ny})) \cdot (U_{AK} + mt)$ időfüggvénnyel leírható ívfeszültség lép fel.

Mekkora

- az I_a átengedett áram,
- a megszakító $t_{mük}$ 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
 $\cos\varphi = 0.76$
 $L = 30$ μ H
 $U_{AK} = 60$ V
 $m = 0.3$ kV/ms



% Adatok

```
psi = 1.786;
I_ny = 6000; % nyitóáram
U = 400/sqrt(3);
cosphi = 0.76;
L = 30e-6;
U_AK = 60; % ívfeszültséghez
m = 300000; % ívfeszültséghez
```

% Részszámítások

```
w = 2*pi*50; % 314.16 rad/s (körfrekvencia)
phi = acos(cosphi); % 0.7075 rad
tgphi = tan(phi); % 0.8552
Z = w*L/sin(phi); % 0.0145 Ohm (impedancia abszolútértéke)
R = Z*cosphi; % 0.011 Ohm (ellenállás)
tau = L/R; % 2.7 ms (idoállandó)
U0 = U*sqrt(2); % 326.6 V (feszültség csúcsértéke)
I0 = U0/Z; % 22.522 kA (áram csúcsértéke)
```

1. Zárleti áram és a tápfeszültség időfüggvényének meghatározása

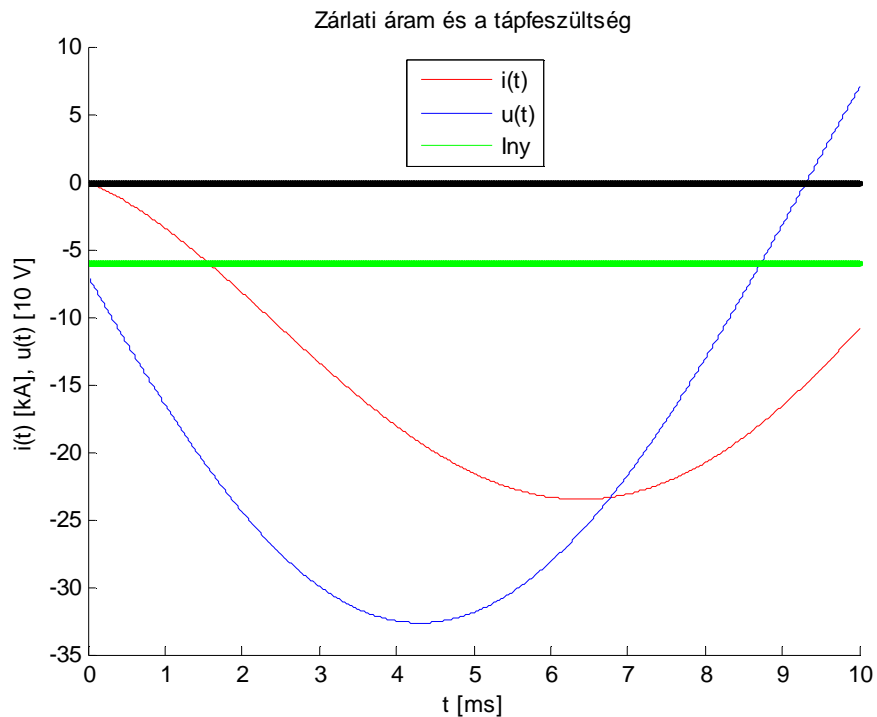
```
t_div = 1e-6; % idoosztás
t2 = 0:t_div:0.01;
u = U0*cos(w*t2+psi);
i = I0*(cos(w*t2+psi-phi)-cos(psi-phi)*exp(-t2/tau));
norm_t = 1e-3; % norm factor of time for graph
norm_u = 10; % norm factor of voltage for graph
norm_i = 1000; % norm factor of current for graph
t_graph = t2/norm_t; % unit: ms
u_graph = u/norm_u; % unit: 10 V
i_graph = i/norm_i; % unit: kA
I_ny_graph = -I_ny/norm_i; % unit: kA

figure(1);
hold on;
plot(t_graph,i_graph,'r',t_graph,u_graph,'b',t_graph,I_ny_graph,'g',t_g
raph,0,'k');
xlabel('t [ms]');
ylabel('i(t) [kA], u(t) [10 V]');
title('Zárleti áram és a tápfeszültség');
legend('i(t)', 'u(t)', 'I_ny', 'Location', 'North');
```

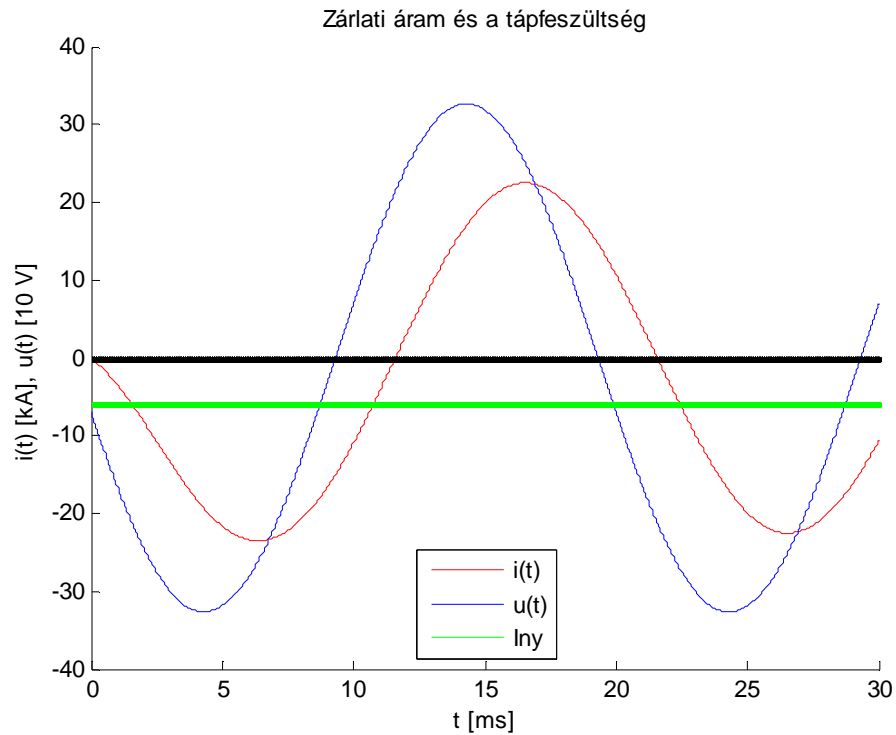
Az időfüggvények:

$$u(t) = 326.6 * \cos(314.16*t + 1.786) \text{ V}$$

$$i_z(t) = 22.522 * (\cos(314.16*t + 1.079) - 0.473*\exp(-t/0.0027)) \text{ A}$$



Több periódussal ábrázolva:

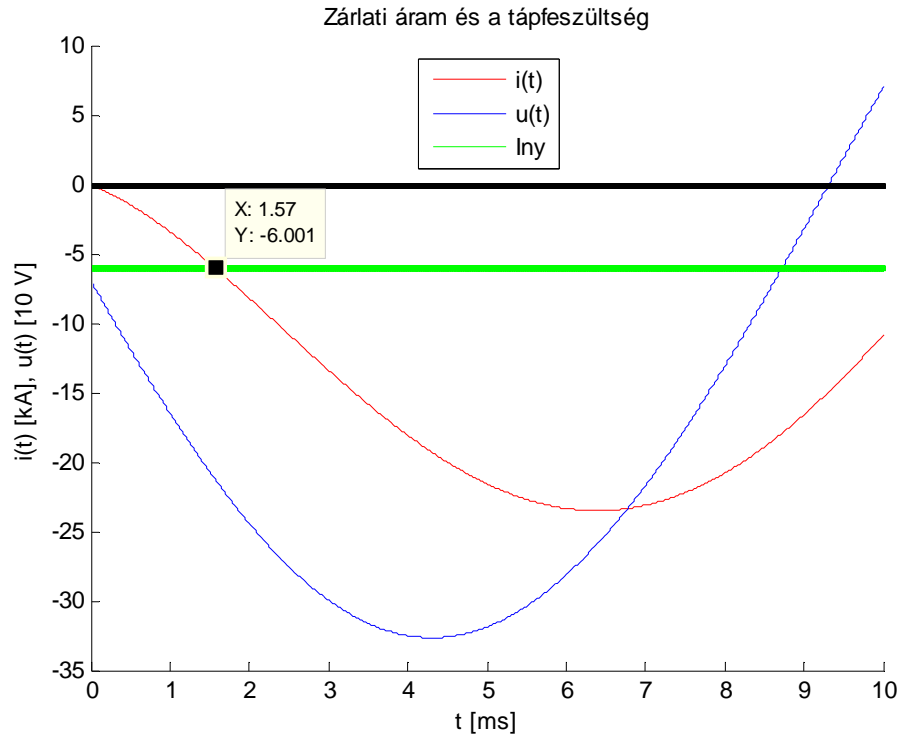


2. Érintkező nyitás pillanatának meghatározása (t_{ny}) I_{ny} alapján

```
i_diff = abs(i - (-I_ny));  
[value, t_ny_index] = min(i_diff);  
t_ny = t_ny_index * t_div;
```

A nyitás időpillanata: $t_{ny} = 1.57$ ms

A grafikonról is leolvasható:



3. Az íven átfolyó áram időfüggvényének felírása szuperpozícióval (tny pillanatban belép az ívfeszültség)

```

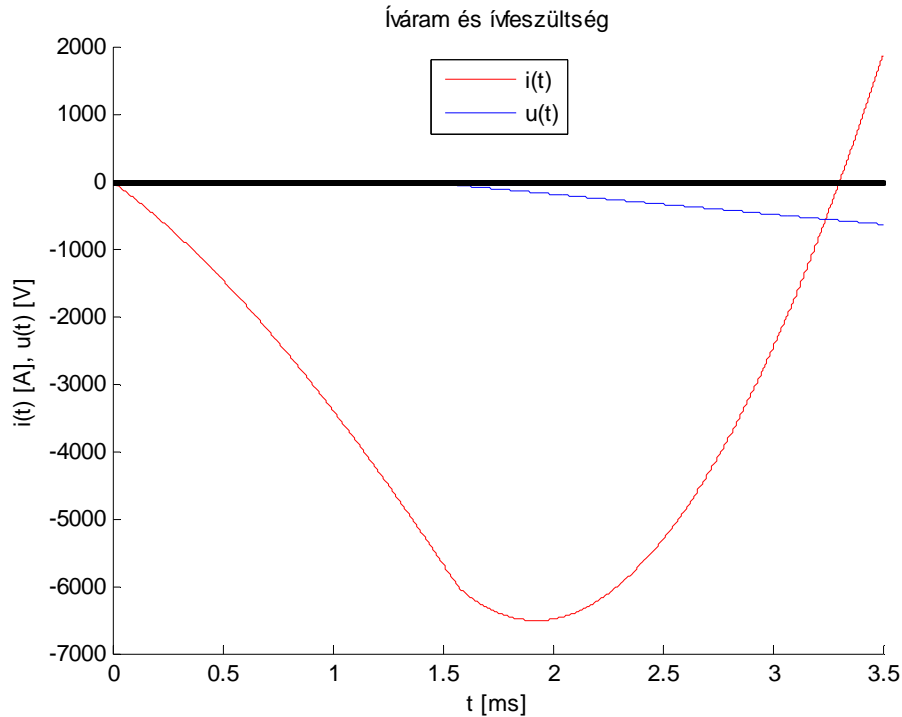
t3 = 0:t_div:0.005;
[value,t_ny_index] = min(abs(t3-t_ny)); % index update
i = I0*(cos(w*t3+psi-phi)-cos(psi-phi)*exp(-t3/tau));
i_tr_1 = (U_AK/R)*(1-exp(-(t3-t_ny)/tau)); % tny-ben indul el
i_tr_2 = (m/R)*((t3-t_ny)-tau*(1-exp(-(t3-t_ny)/tau))); % tny-ben indul
i_tr = i_tr_1+i_tr_2; % teljes tranzien
i_tr(1:t_ny_index-1) = 0; % tny-tol van csak
i_iv = i+i_tr; % teljes áram
u_iv = -(U_AK+m*(t3-t_ny));
u_iv(1:t_ny_index-1) = 0; % ívfesz., tny-tol van csak

figure(2);
hold on;
norm_t = 1e-3; % norm factor of time for graph
norm_u = 1; % norm factor of voltage for graph
norm_i = 1; % norm factor of current for graph
t_graph = t3/norm_t; % ms
i_graph = i_iv/norm_i; % A
u_graph = u_iv/norm_u; % V
plot(t_graph,i_graph,'r',t_graph,u_graph,'b',t_graph,0,'k');
xlabel('t [ms]');
ylabel('i(t) [kA], u(t) [100 V]');
title('Íváram és ívfeszültség');
legend('i(t)', 'u(t)', 'Location', 'North');

```

Az időfüggvények:

$$u_{iv}(t) = -60 - 300000*t \quad [V]$$
$$i_{iv}(t) = i_z(t) + 1(t-0.00157) * 5444*(1 - \exp(-(t-0.00157)/0.0027)) + 27221000*((t-0.00157) - 0.0027*(1 - \exp(-(t-0.00157)/0.0027))) \quad [A] \quad (i_z(t) \text{ ld. 1. pont ; } 1(t) \text{ az egységugrás, mivel az ív tranziense csak } t_{ny}\text{-ben lép be})$$



4. Az átengedett áram meghatározása

```
I_a = min(i_iv);
```

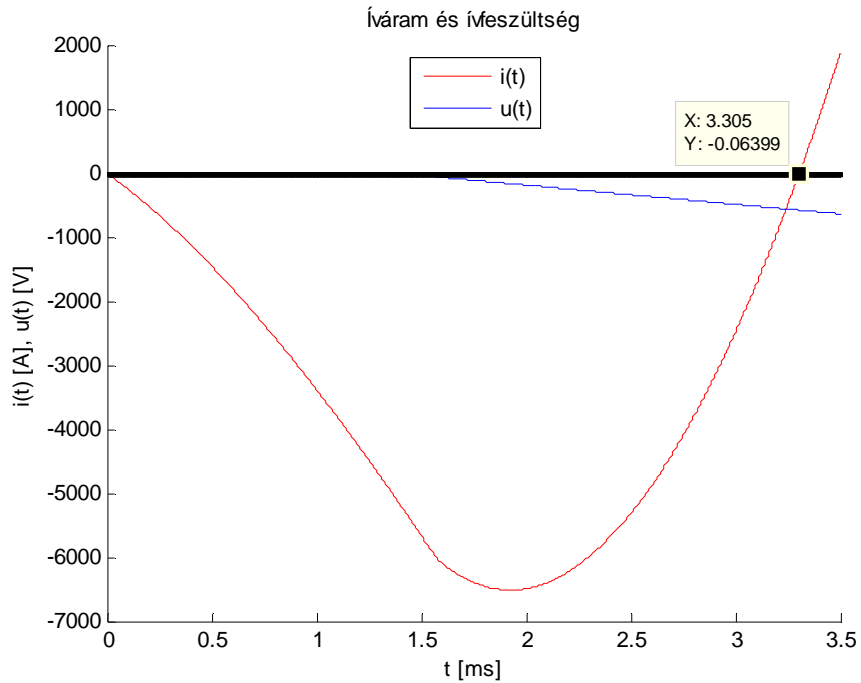
Az átengedett áram: $I_a = -6.512 \text{ kA}$

5. Működési idő meghatározása

```
i_iv_2 = i_iv;  
i_iv_2(1:t_ny_index) = min(i_iv); % kezdeti minimum kiküszöbölése  
[value,t0_index] = min(abs(i_iv_2)); % a 2. minimumot adja így  
t_muk = t0_index*t_div;
```

A működési idő: $t_{mük} = 3.3 \text{ ms}$

A grafikonról is leolvasható :



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

$$U_{VT} = U_0 \cdot \cos(\omega \cdot t_{\text{muk}} + \psi);$$

A visszatérő feszültség : $U_{VT} = -310.33 \text{ V}$

A grafikonról is leolvasható:

