

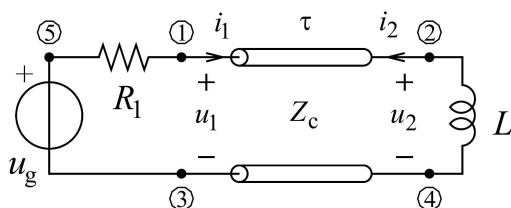
Ел. кола са одсечком идеалног вода затвореног калемом

Figure 1:TeorijaEKola09_idealnVod.jpg

Идеалан вод дужине D има примарне параметре C' и L' . Вод и калем су без почетне енергије, $R_1 = Z_c$, $u_g = U \vartheta(t)$, $U > 0$, L је познато.

Одредити карактеристичну импедансу вода Z_c , кашњење вода τ , напон калема $u_2(t)$, његов домен, улазну струју $i_1(t)$ и њен домен.

Нацртати график напон калема $u_2(t)$. Обележити осе графика, координатни почетак, пресеке и додире графика са осама, и тачке екстремума.



Замена параметара електричног кола

```
(%i1) zamena: [R1=Zc];
```

```
(%o1) [R1=Zc]
```

Вредности параметара електричног кола

```
(%i2) vrednosti:[Zc=50, R1=50, U=1,  
                Tau=0.005, L=50*0.005];
```

```
(%o2) [Zc=50, R1=50, U=1, Tau=0.005, L=0.25]
```

Једначине електричног кола у домену Лапласове трансформације

```
(%i3) jednacine:  
[U1=Zc*I1+Zc*I2*exp(-s*Tau)+U2*exp(-s*Tau),  
 U2=Zc*I2+Zc*I1*exp(-s*Tau)+U1*exp(-s*Tau),  
 Ug=U1+R1*I1,  
 U2=-s*L*I2];
```

```
(%o3) [U1=I2 Zc %e-Tau s+U2 %e-Tau s+I1 Zc, U2=I1 Zc %e-Tau s  
+U1 %e-Tau s+I2 Zc, Ug=U1+I1 R1, U2=-I2 L s]
```

Променљиве електричног кола

```
(%i4) promenljive: [U1, U2, I1, I2];
(%o4) [U1, U2, I1, I2]
```

Налажење променљивих електричног кола

```
(%i5) odziv: linsolve(jednachine, promenljive);
(%o5) [U1 =

$$\frac{(L U_g Z_c s + U_g Z_c^2) e^{2 \tau s} + L U_g Z_c s - U_g Z_c^2}{(Z_c (L s + R_1) + L R_1 s + Z_c^2) e^{2 \tau s} + Z_c (L s + R_1) - L R_1 s - Z_c^2}, U2 =$$


$$\frac{2 L U_g Z_c s e^{\tau s}}{(Z_c (L s + R_1) + L R_1 s + Z_c^2) e^{2 \tau s} + Z_c (L s + R_1) - L R_1 s - Z_c^2}, I1 =$$


$$\frac{(L U_g s + U_g Z_c) e^{2 \tau s} - L U_g s + U_g Z_c}{(Z_c (L s + R_1) + L R_1 s + Z_c^2) e^{2 \tau s} + Z_c (L s + R_1) - L R_1 s - Z_c^2}, I2 =$$


$$- (2 U_g Z_c e^{\tau s}) /$$


$$\left( (Z_c (L s + R_1) + L R_1 s + Z_c^2) e^{2 \tau s} + Z_c (L s + R_1) - L R_1 s - Z_c^2 \right)]$$

```

Комплексни представиници за U1, U2, I1 и I2 у домену
Лапласове трансформације

```
(%i6) U1s: ev(U1, odziv), замена, ratsimp;

$$\frac{e^{-2 \tau s} ((L U_g s + U_g Z_c) e^{2 \tau s} + L U_g s - U_g Z_c)}{2 L s + 2 Z_c}$$

(%o6)
(%i7) U2s: ev(U2, odziv), замена, ratsimp;

$$\frac{L U_g s e^{-\tau s}}{L s + Z_c}$$

(%o7)
(%i8) I1s: ev(I1, odziv), замена, ratsimp;

$$\frac{e^{-2 \tau s} ((L U_g s + U_g Z_c) e^{2 \tau s} - L U_g s + U_g Z_c)}{2 L Z_c s + 2 Z_c^2}$$

(%o8)
(%i9) I2s: ev(I2, odziv), замена, ratsimp;

$$- \frac{U_g e^{-\tau s}}{L s + Z_c}$$

(%o9)
```

Представљање побуде

```
(%i10) pobuda: [Ug=U.laplace(unit_step(t), t, s)];
```

```
(%o10) [Ug= $\frac{U}{s}$ ]
```

```
(%i11) U2p:U2s, pobuda, expand;
```

```
(%o11) 
$$\frac{L U}{L s e^{\tau s} + Z_C e^{\tau s}}$$

```

Напон u_2 у временском домену

```
(%i12) u2:unit_step(t-Tau).ev(ilt(ev(U2p, Tau=0), s,t), t=t-Tau);
```

```
(%o12) 
$$U e^{-\frac{Z_C (t-Tau)}{L}} \text{unit\_step}(t-Tau)$$

```

1 Коришћење макроа COMA –

Control Engineering with Maxima

http://www.austromath.at/daten/maxima/zusatz/Control_Engineering_with_Maxima.pdf

```
(%i13) load(coma);
```

```
coma v.2.1 (Wilhelm Haager, 2019-05-21)
```

```
(%o13)
```

```
C:/maxima-5.44.0/share/maxima/5.44.0/share/contrib/coma/coma.mac
```

Раде апроксимација трансфер функције кашњења

$G(s)=\exp(-sT)$.

У примеру је узет 13. реда.

```
(%i14) Ts:time_delay (Tau,13) $;
```

```
(%i15) U2apx: Ts.ev(U2p, Tau=0) $;
```

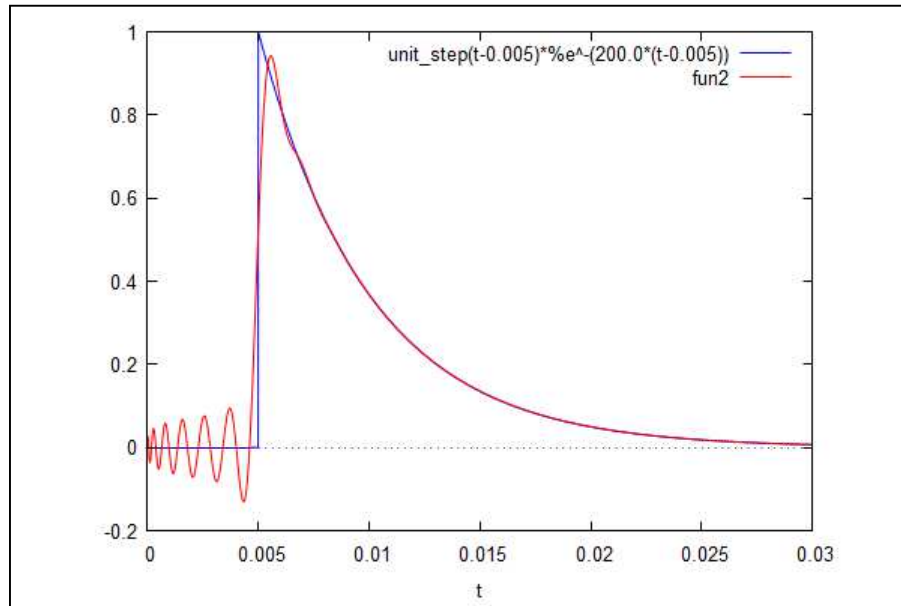
```
(%i16) ev(U2apx,vrednosti) $;
```

```
(%i17) u2apx: nilt(ev(U2apx,vrednosti), s,t) $;
```

Одскочни одзив за напон u_2 и његову апроксимацију

```
(%i18) wxplot2d([ev(u2, vrednosti), u2apx], [t, 0, 0.03]);
```

```
(%t18)
```



```
(%o18)
```