

## Електрично кола са одсечком идеалног вода

### Пример анализе коришћењем Лапласове трансформације

#### Задатак 2

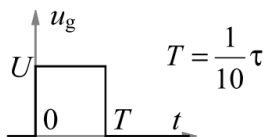
Идеалан вод дужине  $D$  има примарне параметре  $C'$  и  $L'$ . Вод је без почетне енергије,  $R_1 = R_2 = Z_c$ , а побуда је позната.

Одредити

(5) Карактеристичну импедансу вода  $Z_c$ , кашњење вода  $\tau$ , излазни напон  $u_2(t)$  и његов домен,

(5) улазни напон  $u_1(t)$  и његов домен.

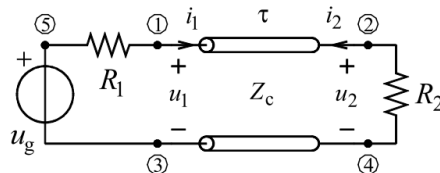
(5) Нацртати напоне  $u_1(t)$  и  $u_2(t)$  за  $-\tau < t < 3\tau$  ако је побуда дата на слици



Обележити осе графика, координатни почетак, пресеке и додире графика са осама, и тачке екстремума.

Карактеристична импеданса вода је

Кашњење вода је



$$\begin{cases} u_1(t) = Z_c i_1(t) + Z_c i_2(t - \tau) + u_2(t - \tau) \\ u_2(t) = Z_c i_2(t) + Z_c i_1(t - \tau) + u_1(t - \tau) \end{cases}$$

Излазни напон  $u_2(t)$  и његов домен су

Улазни напон  $u_1(t)$  и његов домен су

График напона  $u_1(t)$  и  $u_2(t)$  је

## Решавање електричног кола са идеалним одсечком вода коришћењем Лапласове трансформације

Приказ грчких слова

```
[ Tau:='&tau;';  
  τ
```

Увођење претпоставки за параметре електричног кола

```
[ assume (Zc>0 and R1>0 and R2>0 and Tau>0 and T>0)
```

Замена параметара електричног кола

```
[ zamena:={R1=Zc, R2=Zc,  
  Ug=laplace (U*(heaviside (t)-heaviside (t-T)), t, s) }  
  { R1 = Zc, R2 = Zc, Ug = - U ( e-T s / s - 1 / s ) }
```

Вредности параметара електричног кола

```
[ vrednosti:={Zc=50, R1=50, R2=50, T=1e-3, U=1, Tau=5e-3}  
  {R1 = 50, R2 = 50, U = 1, Zc = 50, τ = 0.005, T = 0.001}
```

Једначине електричног кола у домену Лапласове трансформације

```
[ 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=-R2*I2  
  }  
  {Ug = U1 + I1 R1, U1 = I1 Zc + U2 e-τ s + I2 Zc e-τ s, U2 = I2 Zc + U1 e-τ s + I1 Zc e-τ s, U2 = - I2 R2}
```

Променљиве електричног кола

```
[ promenjlive:={U1, I1, U2, I2};  
  {I1, I2, U1, U2}
```

Налажење променљивих електричног кола

```
[ resenje:=linsolve (jednacine, promenjlive);  
  [ I1 =  $\frac{Ug Zc - R2 Ug + R2 Ug e^{2 \tau s} + Ug Zc e^{2 \tau s}}{\sigma_1}$ , I2 =  $-\frac{2 Ug Zc e^{\tau s}}{\sigma_1}$ , U1 =  $\frac{Ug Zc (R2 - Zc + R2 e^{2 \tau s} + Zc e^{2 \tau s})}{\sigma_1}$ ,  
    U2 =  $\frac{2 R2 Ug Zc e^{\tau s}}{\sigma_1}$  ]  
  where  
    σ1 = R1 Zc - R1 R2 + R2 Zc + Zc2 e2 τ s - Zc2 + R1 R2 e2 τ s + R1 Zc e2 τ s + R2 Zc e2 τ s
```

Комплексни представник за напон U1 у домену Лапласове трансформације

```
[ U1|resenje|{R1=Zc, R2=Zc}  
   $\frac{Ug}{2}$ 
```

Комплексни представник за напон U2 у домену Лапласове трансформације

```
U2|resenje|{R1=Zc, R2=Zc}
```

$$\frac{Ug e^{-\tau s}}{2}$$

Напон u1 у временском домену

```
u1(t) := ilaplace(U1|resenje|zamena,s,t)
```

$$\frac{U}{2} - \frac{U \operatorname{heaviside}(t - T)}{2}$$

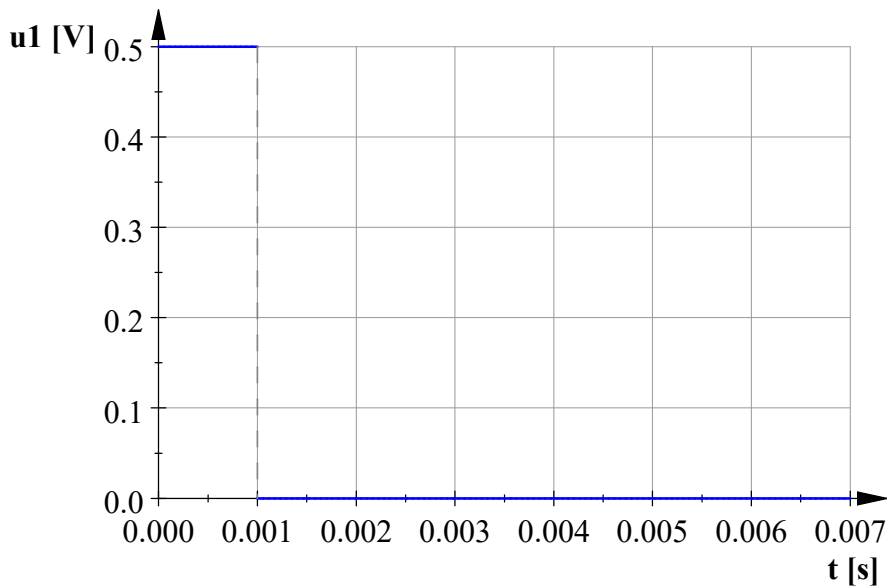
Напон u2 у временском домену

```
u2(t) := ilaplace(U2|resenje|zamena,s,t)
```

$$\frac{U \operatorname{heaviside}(t - \tau)}{2} - \frac{U \operatorname{heaviside}(t - T - \tau)}{2}$$

Приказ напона u1 у функцији времена

```
plotfunc2d(u1(t)|vrednosti, t=0..7e-3,  
Scaling=Automatic,  
  
AxesTitles=["t [s]", "u1 [V]"],  
AxesTitleFont=["Times New Roman", 12, Bold],  
  
GridVisible = TRUE,  
  
TicksLabelFont = ["Times New Roman", 12])
```



Приказ напона u2 у функцији времена

```
plotfunc2d(u2(t)|vrednosti, t=0..7e-3,  
Scaling=Automatic,  
  
AxesTitles=["t [s]", "u2 [V]"],  
AxesTitleFont=["Times New Roman", 12, Bold],  
  
GridVisible = TRUE,  
  
TicksLabelFont = ["Times New Roman", 12])
```

