

## Испит из Теорије електричних кола

Испит се ради **самостално** без литературе 120 минута. Подебљани бројеви у загради представљају број поена додељен делу задатка или питању. Није дозвољено напуштање сале 60 минута од почетка испита. Писати искључиво **хемијском** оловком. Дозвољена је употреба математичког подсетника и свих врста калкулатора. Одговоре на питања уписати у одговарајуће правоугаонике, учртати у дијаграме или заокружити понуђене одговоре. Предаје се само овај папир који мора да потпише студент и који мора бити оверен од дежурног. Попунити податке о кандидату у следећој табели. У колону К уписати број поена са колоквијума. (Може се користити вежбања за рад али се она не предаје.) Срећан рад!

Индекс год./број	Презиме и име										Одсек
	П1	П2	П3	П4	П5	П6	П7	31	32		
					Поени	У.	К.	Σ		Оцена	

Предметни наставници: др *Дејан Тошић*, др *Милка Потребих*, редовни професори

### Питања

**П1 (3)** Шта је фактор виших хармоника (High-harmonics' factor)?

(а)  $\sqrt{(U^{(1)})^2 + (U^{(2)})^2 + (U^{(3)})^2} + L / U^{(0)}$ ,

**(б)**  $\sqrt{(U^{(2)})^2 + (U^{(3)})^2 + (U^{(4)})^2} + L / U^{(1)}$ ,

(в)  $U^{(1)} / \sqrt{(U^{(1)})^2 + (U^{(2)})^2 + (U^{(3)})^2} + L$ ,

(г)  $U^{(1)} / \sqrt{(U^{(2)})^2 + (U^{(3)})^2 + (U^{(4)})^2} + L$ .

(д)  $\sqrt{(U^{(1)})^2 + (U^{(2)})^2 + (U^{(3)})^2} + L / U^{(1)}$ .

**П2 (6)** Колика је ефективна вредност устаљеног напона  $u$ ?  $U > 0$ ,

$$u = 2U + \sqrt{2}U \sin(\omega t) - 2U \cos(\omega t + \frac{\pi}{4}) + 2U \sin(3\omega t)$$

(а)  $\sqrt{2}U$ , (б)  $2U$ , (в)  $2\sqrt{11}U$ , **(г)  $\sqrt{11}U$** ,

(д)  $11U$ , (ђ)  $\sqrt{10}U$ .

**П3** Трансфер функција електричног филтра

$$\text{је } \underline{H}(s) = k \frac{as}{s^2 + abs + a^2}, \quad a > 0, \quad 0 < b < 1,$$

$k \neq 0$ .

Како гласи одговарајући одскочни одзив (индициона функција) и његов домен (област дефинисаности) по времену?

**(5)** Одскочни одзив је

(а)  $A \sin(0.5a\sqrt{4-b^2}t) \mathcal{G}(t)$ ,

(б)  $A \exp(-0.5abt) \cos(0.5a\sqrt{4-b^2}t) \mathcal{G}(t)$ ,

**(в)**  $A \exp(-0.5abt) \sin(0.5a\sqrt{4-b^2}t) \mathcal{G}(t)$ ,

(г)  $A \cos(0.5a\sqrt{4-b^2}t) \mathcal{G}(t)$ ,

(д)  $A \exp(-0.5abt) \mathcal{G}(t)$ ;  $A = 2k / \sqrt{4-b^2}$ .

**(1)** Домен је

(а)  $t < 0$ , (б)  $t \leq 0$ , (в)  $t \geq 0$ , (г)  $t > 0$

**(д)**  $-\infty < t < \infty$ , (ђ)  $-2/(ab) < t < \infty$ ,

(е)  $2/(ab) < t < \infty$ , (ж)  $2/(a\sqrt{4-b^2}) < t < \infty$ .

**П4** STP 600 MHz CAT7 LAN (Shielded Twisted Pair, Local Area Network) кабл за повезивање сервера 10 Gb Ethernet рачунарске мреже, дужине 100 m, је моделован као идеалан вод без губитака чији су примарни параметри  $C' = 43 \text{ pF/m}$ ,  $L' = 415 \text{ nH/m}$ .

(3) Колико је карактеристична импеданса овог вода?

- (a)  $50\Omega$ , (б)  $98\Omega$ , (в)  $50\sqrt{2}\Omega$ , (г)  $75\Omega$ ,  
(д)  $196\Omega$ , (ђ)  $600\Omega$ , (е)  $300\Omega$ .

(3) Колико је кашњење овог вода?

- (a)  $5\text{ ns}$ , (б)  $422\text{ ns}$ , (в)  $844\text{ ns}$ , (г)  $4.22\text{ }\mu\text{s}$ ,  
(д)  $84.4\text{ ps}$ , (ђ)  $0.422\text{ ns}$ , (е)  $1\text{ ms}$ .

П5 (5) Колике су учестаности амплитудске антирезонанције  $\omega$  идеалног вода, отвореног на излазном крају, чије је кашњење  $\tau$ ?

- (a)  $k/\tau$ , (б)  $k/(\tau\pi)$ , (в)  $k\pi/\tau$ , (г)  $\pi(k-0.5)/\tau$ ,  
(д)  $\pi(k+0.5)/\tau$ , (ђ)  $\omega = k\tau$ ; за  $k = 0,1,2,3,\dots$

П6 (3) У уравнотеженом трофазном електричном колу са једним трофазним генератором је дошло до квара тако да су се почетне фазе свих електромоторних сила генератора смањиле за један проценат.

Да ли је коло и даље уравнотежено?

- (a) Не (б) Да

П7 Аналогни електронски интегратор (Miller integrator) има познате параметре  $R_1, C_2,$

$G_2, R_2 = 1/G_2, R_3,$  и  $u_{C2}(t_0^-) = U_0, t_0 = 0,$

$u_g(t) = U\vartheta(t)$ . Одредити трансфер функцију

(уопштену преносну комплексну функцију електричног кола)  $\underline{H}(\underline{s}) = \underline{V}_2(\underline{s})/\underline{U}_g(\underline{s}),$

напон  $v_2(t)$  и његов домен.

напон  $v_2(t)$  и његов домен.

(3) Трансфер функција  $\underline{H}(\underline{s})$  је

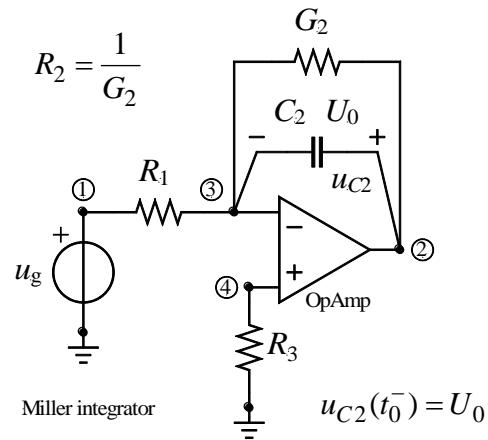
- (a)  $1/(R_3(G_2 + C_2\underline{s}))$ , (б)  $1/(R_1(G_2 + C_2\underline{s}))$ ,  
(в)  $-1/(R_1(G_2 + C_2\underline{s}))$ , (г)  $-\underline{s}/(R_1(G_2 + C_2\underline{s}))$ ,  
(д)  $-(G_2 + C_2\underline{s})/R_1$ , (ђ)  $R_1/(G_2 + C_2\underline{s})$ .

(3) Напон  $v_2(t)$  и његов домен су

- (a)  $(1 - e^{-t/(R_2C_2)})U\vartheta(t)/(R_1/R_2) - U_0e^{-t/(R_2C_2)}$ ,  
(б)  $(R_1/R_2)(1 - e^{-t/(R_2C_2)})U\vartheta(t) + U_0e^{-t/(R_2C_2)}$ ,  
(в)  $-(1 - e^{-t/(R_2C_2)})U\vartheta(t)/(R_1/R_2) + U_0e^{-t/(R_2C_2)}$ ,  
(г)  $-(1 - e^{-t/(R_2C_2)})U\vartheta(t)/(R_1/R_2)$ ,  
(ђ)  $-(1 - e^{-tC_2R_2})U\vartheta(t)/(R_1/R_2) + U_0e^{-tC_2R_2}$ .

(1) Домен је

- (a)  $t < 0$ , (б)  $t \leq t_0$ , (в)  $t \geq t_0$ , (г)  $t > 0$ ,  
(д)  $-\infty < t < \infty$ , (ђ)  $-1/(R_2C_2) < t < \infty$ .



### Задатак 1

KHN-реализација филтра (Kerwin-Huelsman-Newcomb, state-variable biquad, UAF42) има познате параметре и  $R_1 = R, R_2 = 0.5R,$

$R_4 = 2R, R_3 = R_5 = R_7 = R,$

$C_6 = C_8 = \sqrt{2}/(R\Omega)$ . Познати су реални

параметри  $R, \Omega > 0$ . Одредити трансфер

функцију (уопштену преносну комплексну

функцију електричног кола, трансмитансу

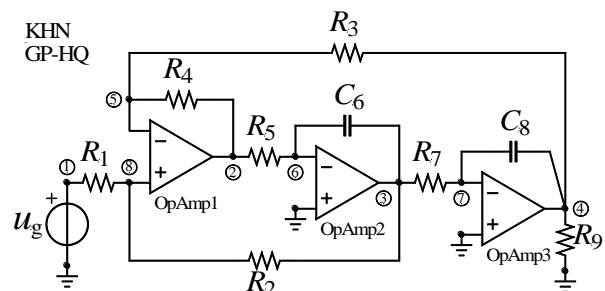
напона)  $\underline{H}(\underline{s}) = \underline{V}_2(\underline{s})/\underline{U}_g(\underline{s})$ , њене нуле и

полове, амплитудски одзив  $A(\omega)$ , пропусни

опсег 3 dB, његову горњу и доњу граничну

учестаност. Како изгледа скица амплитудске

карактеристике?



(3) Трансфер функција  $\underline{H}(\underline{s})$  је

- (a)  $\Omega^2/(\underline{s}^2 + \Omega^2)$ ,  
(б)  $\Omega^2/(\underline{s}^2 + 2\sqrt{2}\Omega\underline{s} + \Omega^2)$   
(в)  $0.5\underline{s}^2/(\underline{s}^2 + \sqrt{2}\Omega\underline{s} + \Omega^2)$ ,  
(г)  $\underline{s}^2/(\underline{s}^2 + \sqrt{2}\Omega\underline{s} + \Omega^2)$ ,

(д)  $0.5s\Omega / (s^2 + \sqrt{2}\Omega s + \Omega^2)$ .

(ђ)  $(s^2 + \Omega^2) / (s^2 + \sqrt{2}\Omega s + \Omega^2)$ .

(1) Нуле  $s_z$  су

(а) {} нема нула, **(б) {0,0}**, (в)  $\{\pm j\Omega\}$ ,

(г)  $\{(-1 \pm j)\Omega / \sqrt{2}\}$ , (д)  $\{(-1 \pm j)\Omega\}$ ,

**(ђ) {0,0} двострука нула у нули.**

(1) Полови  $s_p$  су

(а) {} нема полове, (б) {0}, (в)  $\{\pm j\Omega\}$ ,

**(г)  $\{(-1 \pm j)\Omega / \sqrt{2}\}$** , (ђ)  $\{(1 \pm j)\Omega / \sqrt{2}\}$ ,

(д)  $\{(-1 \pm j)\Omega\}$ .

(1) Амплитудски одзив је

(а)  $1 / \sqrt{\omega^4 + \Omega^4}$ ,

(б)  $\omega / \sqrt{\omega^2 + \Omega^2}$ ,

(в)  $2 / \sqrt{\omega^4 + \Omega^4}$ ,

**(г)  $\omega^2 / \sqrt{\omega^4 + \Omega^4}$** ,

(д)  $2\Omega^2 / \sqrt{\omega^4 + \Omega^4}$ ,

(ђ)  $\Omega^2 / \sqrt{\omega^4 + \Omega^4}$ ,

(е)  $0.5\omega^2 / \sqrt{\omega^4 + \Omega^4}$ .

Пропусни опсег 3 dB је  $\omega_1 \leq \omega \leq \omega_2$

(2) доња гранична учестаност  $\omega_1$

(а) 0, (б)  $\Omega / \sqrt{2}$ , **(в)  $\Omega$** , (г)  $\sqrt{2}\Omega$ , (д)  $2\Omega$ ,

(ђ)  $\Omega/2$ , (е)  $+\infty$ .

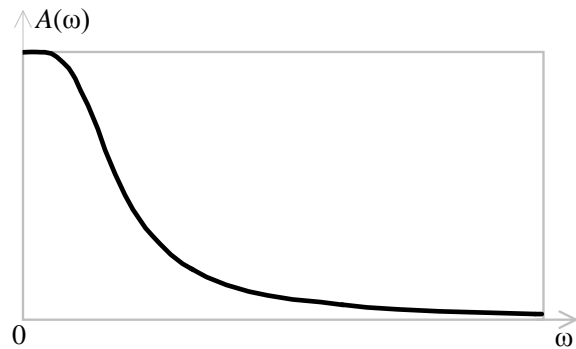
(2) горња гранична учестаност  $\omega_2$ ,

(а) 0, (б)  $\Omega / \sqrt{2}$ , (в)  $\Omega$ , (г)  $\sqrt{2}\Omega$ , (д)  $2\Omega$ ,

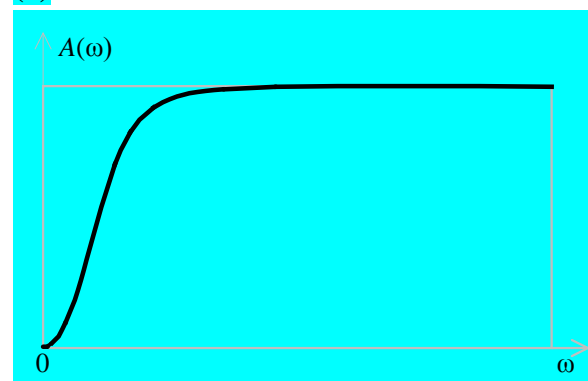
(ђ)  $\Omega/2$ , **(е)  $+\infty$** .

(2) Амплитудска карактеристика је

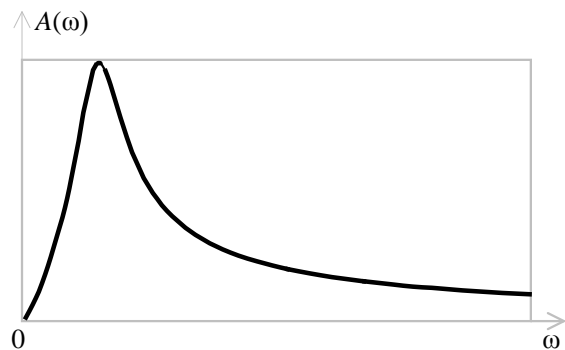
(а)



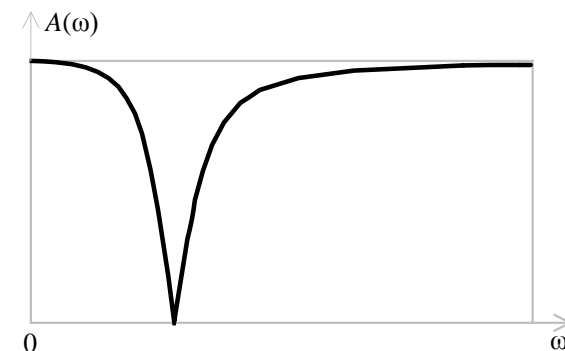
**(б)**



(в)

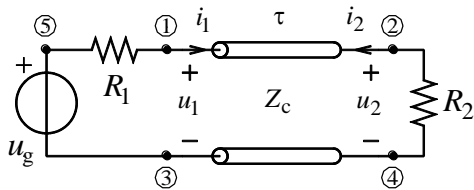
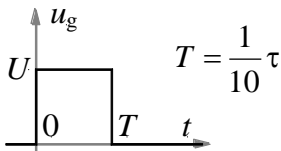


(г)



### Задатак 2

Идеалан вод дужине  $D$  има примарне параметре  $C'$  и  $L'$ . Вод је без почетне енергије,  $R_1 = Z_c$ ,  $R_2 = Z_c/2$ , а побуда је позната. Одредити излазни напон вода  $u_2(t)$ , његов домен, улазни напон вода  $u_1(t)$  и његов домен. Како изгледа скица напона  $u_1(t)$  и  $u_2(t)$  за  $-\tau < t < 3\tau$  ако је побуда дата на слици.



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

(3) Излазни напон  $u_2(t)$  је

- (a)  $u_g(t - \tau)/3$ ,
- (б)  $u_g(t)/3$ ,
- (в)  $u_g(t + \tau)/3$ ,
- (г)  $3u_g(t - \tau)$ ,
- (д)  $-u_g(t - \tau)/3$ ,
- (ђ)  $u_g(t - 2\tau)/3$ .

(1) Домен је

- (a)  $t < 0$ , (б)  $t \leq 0$ , (в)  $t \geq 0$ , (г)  $t > 0$ ,
- (д)  $-\infty < t < \infty$ , (ђ)  $-\tau < t < \infty$ , (е)  $\tau < t < \infty$ ,
- (ж)  $2\tau < t < \infty$ , (з)  $-2\tau < t < \infty$ .

(3) Улазни напон  $u_1(t)$  је

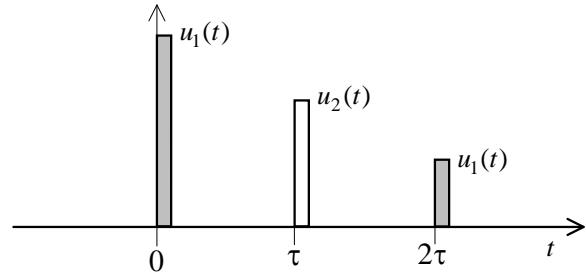
- (a)  $0.5u_g(t) - u_g(t - \tau)/6$ ,
- (б)  $-0.5u_g(t) - u_g(t - 2\tau)/6$ ,
- (в)  $0.5u_g(t) + u_g(t - \tau)/6$ ,
- (г)  $u_g(t) - u_g(t - 2\tau)/6$ ,
- (д)  $0.5u_g(t) - u_g(t - 2\tau)/6$ ,
- (ђ)  $0.5u_g(t - 2\tau) + u_g(t + 2\tau)/6$ .

(1) Домен је

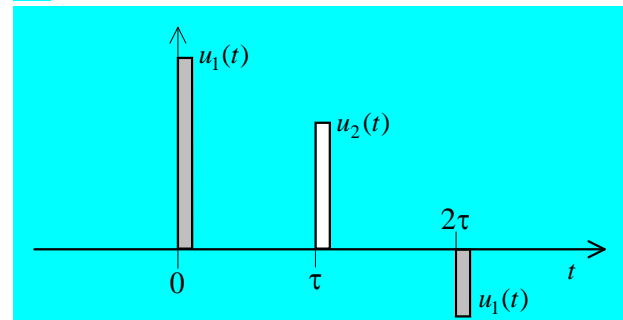
- (a)  $t < 0$ , (б)  $t \leq 0$ , (в)  $t \geq 0$ , (г)  $t > 0$ ,
- (д)  $-\infty < t < \infty$ , (ђ)  $-\tau < t < \infty$ , (е)  $\tau < t < \infty$ ,
- (ж)  $2\tau < t < \infty$ , (з)  $-2\tau < t < \infty$ .

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

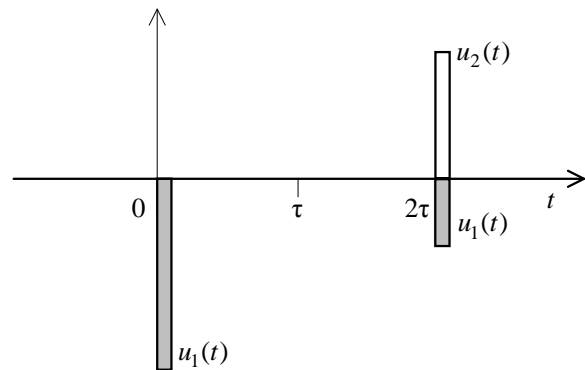
(a)



(б)



(в)



(г)

