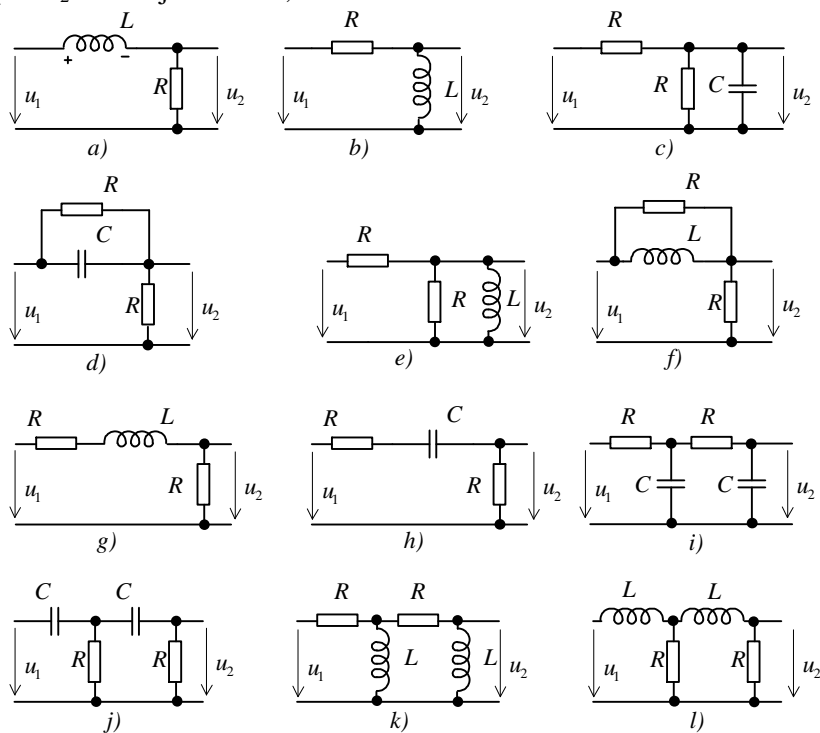


NEŘEŠENÉ PŘÍKLADY

r 2.23. Odvoďte přenosovou funkci obvodů na obr.2.16, je-li vstupem napětí u_1 a výstupem napětí u_2 . Uvažujte $R = 1\Omega$, $L = 1H$ a $C = 1F$.



Obr.2.16. Příklady řešených obvodů.

Ü Výsledky:

$$a) \frac{1}{p+1}, \quad b) \frac{p}{p+1}, \quad c) \frac{1}{p+2}, \quad d) \frac{p+1}{p+2}, \quad e) \frac{p}{2p+1}, \quad f) \frac{p+1}{2p+1}, \quad g) \frac{1}{p+2}, \quad h) \frac{p}{2p+1},$$

$$i) \frac{p+1}{p^2+3p+1}, \quad j) \frac{p(p+1)}{p^2+3p+1}, \quad k) \frac{p(p+1)}{p^2+3p+1}, \quad l) \frac{p+1}{p^2+3p+1}.$$

r 2.24. U obvodů z př.2.23 vypočítejte přenosy napětí při kmitočtech harmonického vstupního signálu 0Hz a ∞ Hz.

Ü Výsledky:

a) $K(0) = 1, K(\infty) = 0$; b) $K(0) = 0, K(\infty) = 1$; c) $K(0) = 0,5, K(\infty) = 0$; d) $K(0) = 0,5, K(\infty) = 1$;
 e) $K(0) = 0, K(\infty) = 0,5$; f) $K(0) = 1, K(\infty) = 0,5$; g) $K(0) = 0,5, K(\infty) = 0$; h) $K(0) = 0, K(\infty) = 0,5$;
 i) $K(0) = 1, K(\infty) = 0$; j) $K(0) = 0, K(\infty) = 1$; k) $K(0) = 0, K(\infty) = 1$; l) $K(0) = 1, K(\infty) = 0$.

r 2.25. Určete typ kmitočtových filtrů z obr.2.16 (DP-dolní propust, HP-horní propust, PP-pásmová propust, PZ-pásmová zadrž).

Ü Výsledky:

a) DP; b) HP; c) DP; d) HP s přenosem 0,5 na nízkých kmitočtech; e) HP; f) DP s přenosem 0,5 na vysokých kmitočtech; g) DP; h) HP; i) DP; j) HP; k) HP; l) DP.

r 2.26. Vypočtěte mezní kmitočty filtrů 1. řádu a) - h) z obr.2.16.

Ü Výsledky:

a) 1rad/s; b) 1rad/s; c) 2rad/s; d) 2rad/s; e) 0,5rad/s; f) 0,5rad/s; g) 2rad/s; h) 0,5rad/s.

r 2.27. Vypočtěte „rezonanční“ kmitočty a činitele jakosti filtrů 2. řádu i) - l) z obr.2.16.

Ü Výsledky:

Všechny filtry mají $\omega_r = 1\text{rad/s}$, $Q = 1/3$.

r 2.28. Vypočtěte fázové posuny mezi výstupním a vstupním napětím j_{21} článků z obr.2.16 na kmitočtu 1rad/s.

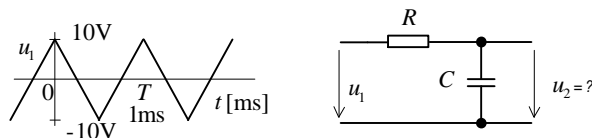
Ü Výsledky:

a) $j_{21} = -45^\circ$; b) $j_{21} = 45^\circ$; c) $j_{21} = -26,6^\circ$; d) $j_{21} = 18,4^\circ$; e) $j_{21} = 26,6^\circ$; f) $j_{21} = -18,4^\circ$; g) $j_{21} = -26,6^\circ$; h) $j_{21} = 26,6^\circ$; i) $j_{21} = -45^\circ$; j) $j_{21} = 45^\circ$; k) $j_{21} = 45^\circ$; l) $j_{21} = -45^\circ$.

r 2.29. Pomocí MATLABu nebo jiného programu nakreslete amplitudové a fázové kmitočtové charakteristiky filtrů z obr.2.16 v rozsahu frekvencí 0,01Hz až 1kHz.

Bez výsledků.

r 2.30. Periodický signál $u_1(t)$ na obrázku se skládá z harmonických složek podle vzorce $u_1(t) = 8,11 \cos \omega t + 9 \cos 3\omega t + 3,242 \cos 5\omega t + 0,165 \cos 7\omega t + 0,1 \cos 9\omega t$ [V], $\omega = 2\pi \cdot 10^3 \text{ rad/s}$.



Obr.2.17. Buzení RC článku periodickým signálem.

Tento signál budí RC článek typu DP o $R = 33\text{k}\Omega$ a $C = 4,7\text{nF}$. Vypočtěte harmonické složky výstupního signálu v periodickém ustáleném stavu.

Ü Výsledek:

$u_2(t) = 5,81 \cos(\omega t - 44,3^\circ) + 2,91 \cos(3\omega t - 71,1^\circ) + 0,046 \cos(5\omega t - 78,4^\circ) + 0,0239 \cos(7\omega t - 81,7^\circ) + 0,0113 \cos(9\omega t - 83,5^\circ)$ [V].

- r 2.31.** RC člunek z př.2.30 je buzen periodickým signálem. Po průchodu článkem je 3.harmonická složka zeslabena o 10dB. Vypočtete opakovací kmitočet vstupního signálu.

Ü Výsledek:

$$f = 3f_m \approx 3,08 \text{ kHz.}$$

- r 2.32.** Navrhněte časovou konstantu RC článku 1.řádu typu HP tak, aby se při průchodu signálu z obr.2.17 choval prakticky jako ideální přenosový člunek.

Ü Výsledek:

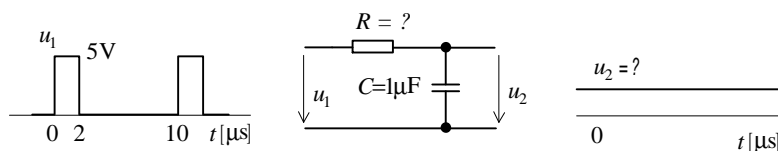
$RC \gg \frac{1}{W} \approx 159 \mu\text{s}$. Čím bude časová konstanta větší než tato hodnota, tím lépe bude přenesena 1.harmonická složka a tím pádem i všechny další harmonické složky vstupního signálu na výstup.

- r 2.33.** Navrhněte časovou konstantu RC článku 1. řádu typu DP tak, aby se při průchodu signálu z obr.2.17 choval prakticky jako ideální přenosový člunek.

Ü Výsledek:

$RC \ll \frac{1}{W} \approx 159 \mu\text{s}$. Kolikrát bude časová konstanta menší než tato hodnota, tolik harmonických vstupního signálu projde na výstup.

- r 2.34.** Navrhněte odpor R tak, aby na výstupu obvodu bylo v ustáleném stavu prakticky konstantní napětí. Vypočtete velikost tohoto napětí.

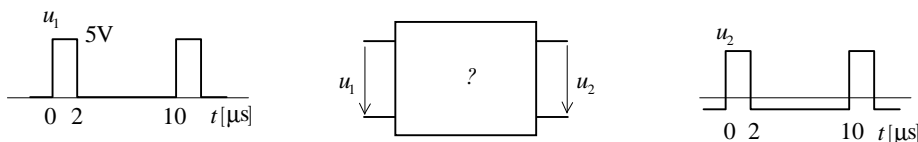


Obr.2.18. Buzení RC článku periodickým signálem.

Ü Výsledek:

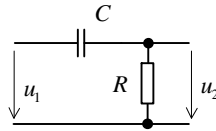
$$R \gg 1,59 \Omega, \quad U_2 = 1 \text{ V.}$$

- r 2.35.** Navrhněte obvod, který by odstranil stejnosměrnou složku vstupního napětí na obrázku, ale zachoval jeho tvar.



Obr.2.19. Obvod odstraňující stejnosměrnou složku signálu.

Ü Výsledek:



Obr.2.20. Hledaný obvod.

$RC \gg \frac{T}{2p} \approx 1,59 \mu\text{s}$. Čím bude časová konstanta větší než toto číslo, tím bude menší lineární zkreslení výstupního signálu.

ř **2.36.** Filtr typu dolní propust je navržen podle a) Butterworthovy, b) Čebyševovy aproximace amplitudové kmitočtové charakteristiky. Jeho přenosová funkce je

$$\text{a) } K(p) = \frac{3,95723 \cdot 10^7}{p^2 + 8,89632 \cdot 10^3 p + 3,95723 \cdot 10^7},$$

$$\text{b) } K(p) = \frac{1,97861 \cdot 10^7}{p^2 + 4,05202 \cdot 10^3 p + 2,79487 \cdot 10^7}.$$

Vypočtěte parametry f_r a Q těchto filtrů.

Ü Výsledky:

a) $f_r \approx 1 \text{ kHz}$, $Q \approx 0,707$, b) $f_r \approx 841,4 \text{ Hz}$, $Q \approx 1,305$.

ř **2.37.** Filtr typu dolní propust je navržen podle a) Caurovy, b) inverzní Čebyševovy aproximace amplitudové kmitočtové charakteristiky. Jeho přenosová funkce je

$$\text{a) } K(p) = \frac{2,08648 \cdot 10^7 + 5,62341 \cdot 10^{-2} p^2}{p^2 + 3,87728 \cdot 10^3 p + 2,94724 \cdot 10^7},$$

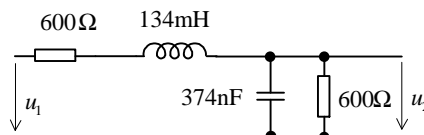
$$\text{b) } K(p) = \frac{4,17297 \cdot 10^7 + 5,62341 \cdot 10^{-2} p^2}{p^2 + 1,87503 \cdot 10^3 p + 4,17297 \cdot 10^7}.$$

Vypočtěte parametry f_r a Q těchto filtrů a kmitočet f_z , při němž dochází k zániku přenosu.

Ü Výsledky:

a) $f_r \approx 864 \text{ Hz}$, $Q \approx 1,4$, $f_z \approx 3,066 \text{ kHz}$, b) $f_r \approx 1,028 \text{ kHz}$, $Q \approx 0,728$, $f_z \approx 4,336 \text{ kHz}$.

ř **2.38.** Vypočtěte přenosovou funkci filtru na obr.2.21.

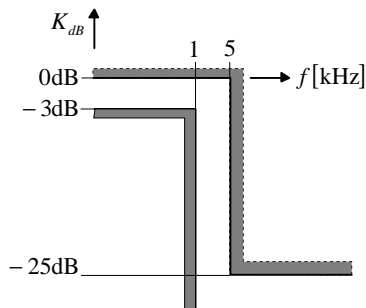


Obr.2.21. Analyzovaný filtr.

Ü Výsledek:

Přenosová funkce z př.2.36 b), avšak poloviční koeficienty v čitateli.

- r 2.39.** Nakreslete pomocí MATLABu nebo jiného programu amplitudové logaritmické kmitočtové charakteristiky filtrů z př.2.36 a 2.37 a zjistěte, které z nich vyhovují tolerančnímu poli na obrázku.



Obr.2.22. Toleranční pole filtru typu dolní propust.

Ü Výsledek:

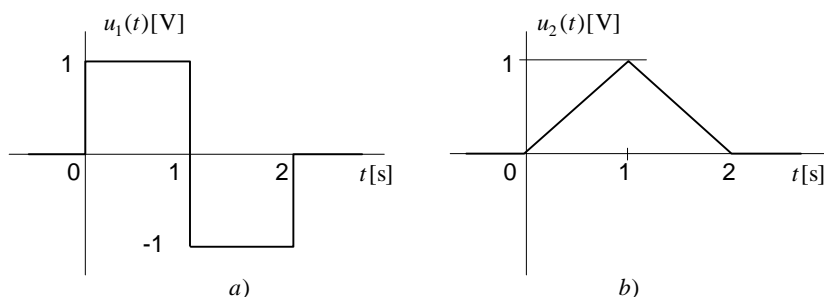
Všechny 4 filtry vyhovují tolerančnímu poli.

- r 2.40.** Elektrický lineární obvod se vstupem $u_1(t)$ a výstupem $u_2(t)$ má komplexní přenos

$$\mathcal{K}(w) = \frac{1}{jw}$$

Obvod je jednorázově vybuzen dvojitým impulsem podle obr.2.23a).

Určete spektrální funkci odezvy. Pomocí výsledku řešeného příkladu 1.68 určete časový průběh odezvy.



Obr.2.23. Příklady jednorázových signálů: a) vstupní, b) výstupní signál integračního článku.

Ü Výsledek:

$$\mathcal{U}_2(w) = \text{sinc}^2\left(\frac{w}{2}\right) e^{-jw} \left[\frac{\text{V}}{\text{Hz}} \right]$$

Časový průběh je na obr.2.23b). Obvod provedl integraci vstupního impulsu.

- r 2.41.** Vypočtete jednostranné spektrální výkonové hustoty energie vstupního a výstupního signálu z př.2.40.

Ü Výsledky:

$$L_{j,1}(w) = \frac{16}{p} \frac{\sin^4(w/2)}{w^2} \left[\frac{\text{J}}{\text{Hz}} \right], \quad L_{j,2}(w) = \frac{16}{p} \frac{\sin^4(w/2)}{w^4} = \frac{L_{j,1}(w)}{w^2} \left[\frac{\text{J}}{\text{Hz}} \right]$$

r 2.42. Srovnajte energie vstupního a výstupního signálu z př.2.40.

ü Výsledek:

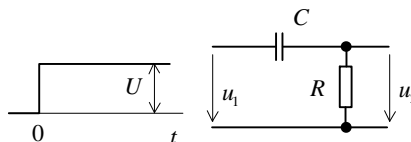
$$W_1 = 2\text{J}, W_2 = \frac{2}{3}\text{J}.$$

r 2.43. Pomocí Matlabu (nebo jiným způsobem) vypočtete energii vstupního a výstupního impulsu z př.2.40 v kmitočtových pásmech: a) (0÷1)Hz, b) (0÷2)Hz, c) (0÷3)Hz, d) (0÷4)Hz, e) (0÷5)Hz, f) (0÷10)Hz, g) (0÷50)Hz, h) (0÷100)Hz. V případě Matlabu použijte funkci QUAD8.

ü Výsledky:

$f[\text{Hz}]$	$W_1 [\text{J}]$ - vstupní impuls	$W_2 [\text{J}]$ - výstupní impuls
0-1	1,7114	0,6647
0-2	1,8503	0,6664
0-3	1,8994	0,6666
0-4	1,9243	
0-5	1,9394	
0-10	1,9696	
0-50	1,9939	
0-100	1,9970	

r 2.44. Článek RC typu horní propust, $R = 10\text{k}\Omega$, $C = 100\text{nF}$ je vybuzen skokovým napětím $u_1(t) = U \underline{1}(t)$, $U = 1\text{V}$.



Obr.2.24. Vybuzení RC článku skokovým napětím.

Vypočtete spektrální funkci odezvy $u_2(t)$ a časový průběh odezvy.
Pomůcka: Pro výpočet odezvy využijte výsledku př.1.58

$$F \left\{ e^{-\frac{t}{T}} \underline{1}(t) \right\} = \frac{t}{1 + j\omega T}.$$

ü Výsledky:

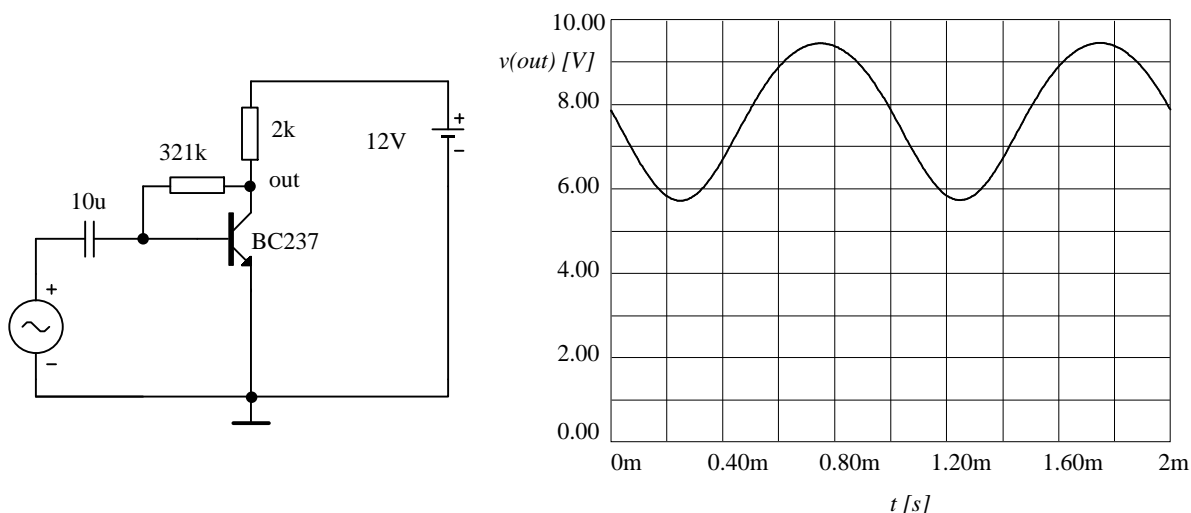
$$\underline{S}_2(\omega) = U \frac{t}{1 + j\omega T} = \frac{1}{1000 + j\omega} \left[\frac{\text{V}}{\text{Hz}} \right],$$

$$s_2(t) = F^{-1} \left\{ U \frac{t}{1 + j\omega T} \right\} = U e^{-\frac{t}{T}} \underline{1}(t) = e^{-1000t} \underline{1}(t) [\text{V}].$$

- r 2.45.** Tranzistorový zesilovač je buzen harmonickým napětím o amplitudě 20mV a frekvenci 1kHz. Osciloskopický obraz výstupního napětí ukazuje na nelineární zkreslení. Spektrální analýzou výstupního napětí byly zjištěny tyto spektrální složky:

$f[\text{Hz}]$	$U[\text{V}]$
0	7,732
1	1,863
2	0,152
3	$8,825 \cdot 10^{-4}$
>3	<1mV

Vypočtete činitel harmonického zkreslení THD zesilovače.



Obr.2.25. Schéma tranzistorového zesilovače a časový průběh napětí kolektoru.

Ü Výsledek:

$$THD \approx \frac{\sqrt{0,152^2 + (8,825 \cdot 10^{-4})^2}}{1,863} \cdot 100 \approx 8,16\%$$

- r 2.46.** Na vstup zesilovače z př.2.45 proniká kromě užitečného signálu z harmonického zdroje i rušení o přibližně harmonickém průběhu a kmitočtu 100kHz. Určete kmitočty harmonických složek výstupního napětí zesilovače.

Ü Výsledky [kHz]:

0, 1, 2, 3, ...
 100, 200, 300, ...
 101, 102, 103, ...
 99, 98, 97, ...
 201, 202, 203, ...
 199, 198, 197, ...
 301, 302, 303, ...
 299, 298, 297, ...

r 2.47. Zesilovač je z př.2.45 je z hlediska přenosu střídavého signálu upraven tak, že paralelně ke kolektorovému odporu je zařazena cívka o indukčnosti 7,9mH a kondenzátor o kapacitě 800nF. Zjistěte, k jakému účelu takto upravený zesilovač může sloužit.

ü Výsledek:

Násobič kmitočtu, násobící koeficient 2.