

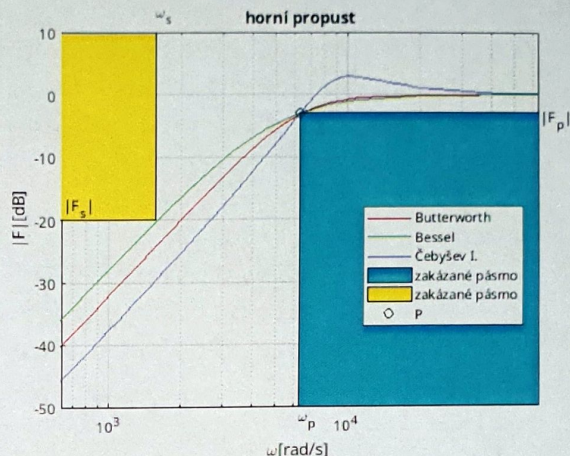
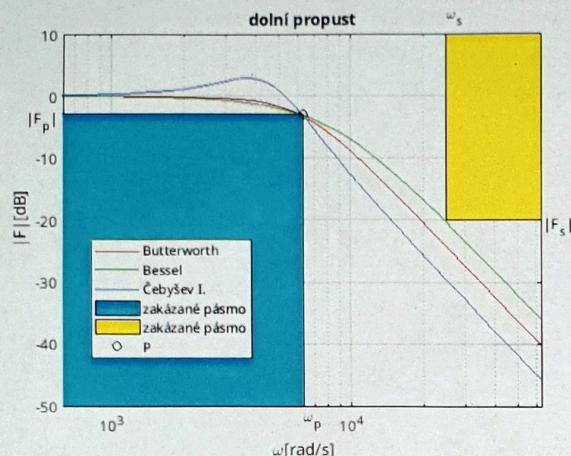
Úloha 1. FREKVENČNÍ FILTR

TPŘRS 2022

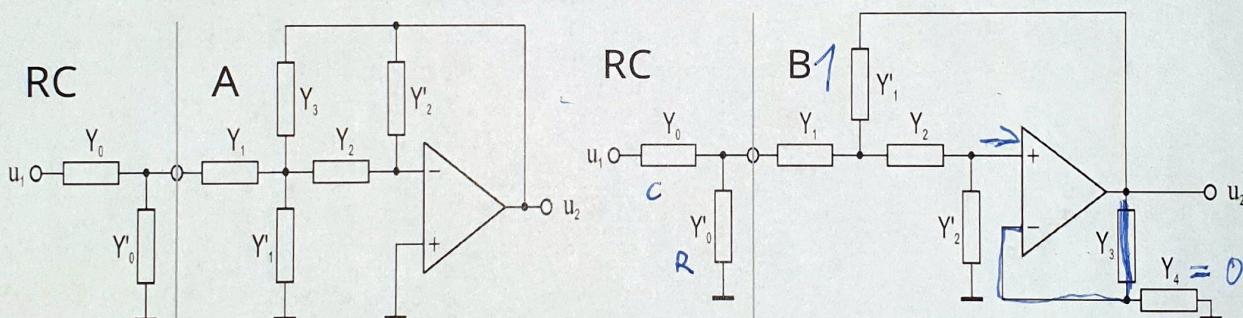
- Navrhněte co nejjednodušší¹ přenosovou funkci² frekvenčního filtru typu (dolní propust / horní propust) dle prototypu (Bessel / Butterworth / Čebyšev I.), která bude vyhovovat následující mezní amplitudové frekvenční charakteristice a jejíž amplitudová frekvenční charakteristika bude procházet bodem P. U filtru Čebyšev zvolte zvlnění 3 dB.

DP: $\omega_p = 1 \text{ kHz} \cdot 2\pi$; $\omega_s = 4 \text{ kHz} \cdot 2\pi$; $|F_p| = -3 \text{ dB}$; $|F_s| = -20 \text{ dB}$; $|F(0)| = 0 \text{ dB}$

HP: $\omega_p = 1 \text{ kHz} \cdot 2\pi$; $\omega_s = 250 \text{ Hz} \cdot 2\pi$; $|F_p| = -3 \text{ dB}$; $|F_s| = -20 \text{ dB}$; $|F(\infty)| = 0 \text{ dB}$



- V rámci zadaného schématu (A/B) určete typy a hodnoty obecných dvojpólů aktivní RC operační sítě.³



- Určete typy a hodnoty obecných dvojpólů pasivního RC článku Y_0, Y'_0 stejného typu a ω_p jako u aktivní sítě.⁴
- Odvoďte a spočítejte frekvenční přenos navrženého obvodového řešení filtru (bez i s přidávaným RC článkem). Porovnejte logaritmické frekvenční charakteristiky spočtených přenosů s frekvenčními charakteristikami navržených teoretických přenosů.
- Realizujte obvodová řešení na částečně univerzální desce plošných spojů. Potřebné hodnoty součástek sestavte sériově-paralelní kombinací standardizovaných hodnot R a C. Výsledné hodnoty ověřte měřením vybraných součástek.

¹Použijte příkazy Matlabu: buttord nebo cheb1ord (pro bessel neexistuje - použít buttord).

²Použijte příkazy Matlabu: buttap/besselap/cheb1ap (prototypy); zp2tf,tf (způsob zápisu); lp2lp/lp2hp (posuv/posuv a převrácení); bode.

³Při výpočtech vycházejte z porovnání řešení přenosu napětí el. obvodu a Laplaceova přenosu frekvenčního filtru s požadovanými vlastnostmi z přednáškových materiálů. Pro DP volte rezistory 10 kΩ. Pro HP volte kondenzátory 33,2 nF. Vypočtené součástky volte z řady E48.

⁴Při výpočtech vycházejte z Wikipedie pro integrační článek a derivační článek.

6. Změřte logaritmickou amplitudovou frekvenční charakteristiku filtru (bez i s přidavným RC článkem) metodou postupného měření amplitudy procházejícího sinusového signálu s proměnnou frekvencí. Frekvence volte v rozsahu $50\text{ Hz} - 20\text{ kHz}$ v logaritmické řadě s preferencí okolí ω_p .⁵ Porovnejte naměřené frekvenční charakteristiky obou variant s charakteristikami z předchozích bodů.
7. Změřte fázové zpoždění filtrace sinusového signálu na frekvenci 1 kHz . Porovnejte naměřené hodnoty obou variant s fázovými charakteristikami z bodu 4.
8. Zhodnoťte vliv filtrace na tvar obdélníkového signálu o frekvenci 1 kHz .
9. Změřte logaritmickou amplitudovou frekvenční charakteristiku filtru (bez i s přidavným RC článkem) metodou poměru amplitudových spekter výstupního signálu a vstupního signálu typu bílý šum.⁶ Porovnejte naměřené frekvenční charakteristiky obou variant s charakteristikami přenosů z předchozích bodů.

Příklad zpracování v Matlabu:

```

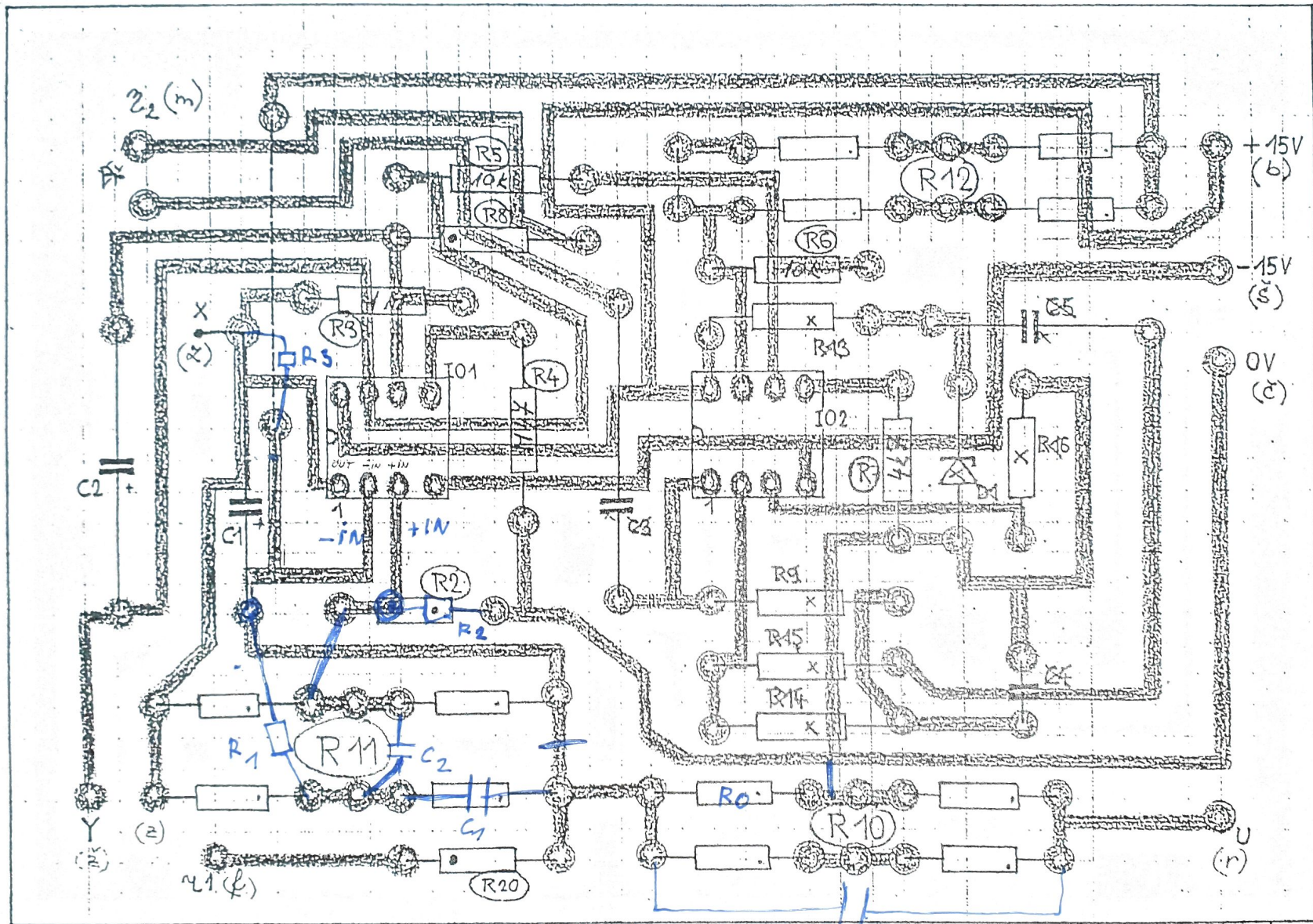
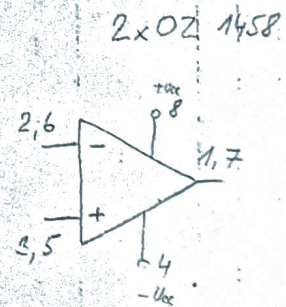
window = hamming(1024);
while (i+1023)<length(vstup)
    IN = IN + abs(fft(vstup(i:i+1023).*window));
    OUT=OUT + abs(fft(vystup(i:i+1023).*window));
    i = i + 512;
end
LAFCH = 20*log10(OUT(1:513)) - 20*log10(IN(1:513));
frekvencni_osa = (0:512)/512*frekvence_vzorkovani/2;
semilogx(frekvencni_osa*2*pi,LAFCH)

```

10. Změřte přechodovou charakteristiku filtru (bez i s přidavným RC článkem) metodou vybuzení filtru napěťovým skokem $0 - 1\text{ V}$. Porovnejte naměřené charakteristiky obou variant s přechodovými charakteristikami spočtených přenosů.

⁵50, 100, 200, 500, 800, 900, 1000, 1100, 1200, 1500, 2000, 5000, 10000, 20000 Hz

⁶Změřte alespoň 10^5 vzorků, maximálně 10^6 . Vzorkovací frekvence by měla být alespoň 50 kHz .



$$C_0 = 33,62 \text{ nF}$$

$$C_1 = 33,97 \text{ nF}$$

$$C_2 = 33,46 \text{ nF}$$

$$R_0 = 4,725 \text{ k}\Omega$$

$$R_1 = 1,2840 \text{ k}\Omega$$

$$R_2 = 8,799 \text{ k}\Omega$$

C_0

STRANA SOUČÁSTEK!