Dimensionierung eines MGK-Hochpass mit gegebenen Werten für Ordnung, Anfangsverstärkung und Grenzfrequenz.
G. Krucker, 15.7.2001

Übersicht:V:\MathCad\EE1.mcd **--- Pfad entsprechend anpassen!! ---**

Vorgaben:

$f_C := 2.1\mathrm{kHz}$ $\quad n := 3$ $\quad C := 1\mathrm{nF}$

$A_{INFdB} := 6.02$ $\quad A_{rdB} := 1$

Berechnungen:

$A_{INF} := 10^{0.05 \cdot A_{INFdB}}$ $\qquad A_{INF} = 2 \times 10^{0}$

$S_{pTP} := \mathrm{tschebyscheff}(n, A_{rdB})$ $\qquad S_{pTP} = \begin{pmatrix} -247.085 \times 10^{-3} + 965.999j \times 10^{-3} \\ -494.171 \times 10^{-3} \\ -247.085 \times 10^{-3} - 965.999j \times 10^{-3} \end{pmatrix}$ Pole des normierten Tschebyscheff Tiefpass berechnen.

$k := 0 .. \mathrm{trunc}\left(\frac{n+1}{2}\right) - 1$

$\Omega_{pTP_k} := \left|S_{pTP_k}\right|$ Normierte Polfrequenz

$\Omega_{pHP_k} := \frac{1}{\Omega_{pTP_k}}$ TP-HP Transformation

$Q_{pHP_k} := \frac{-\Omega_{pTP_k}}{2 \cdot \mathrm{Re}\left(S_{pTP_k}\right)}$ Polgüte

$\Omega_{pHP} = \begin{pmatrix} 1.003 \times 10^{0} \\ 2.024 \times 10^{0} \end{pmatrix}$ $\qquad Q_{pHP} = \begin{pmatrix} 2.018 \times 10^{0} \\ 500 \times 10^{-3} \end{pmatrix}$ Quadratisches Glied / Lineares Glied

Dimensionierungsformeln **MGK Hochpass 2.Ordnung** bei gegebenen Kondensatorwerten C2,C4::

Berechnungen:

$A := -A_{INF}$ $\qquad A = -2 \times 10^{0}$ (negativ, weil Invertierverstärker)

$\Omega_P := \Omega_{pHP_0}$ $\qquad Q_P := Q_{pHP_0}$ $\qquad C_2 := C$ $\qquad C_4 := C$

$C_1 := -A \cdot C_2$ $\qquad C_1 = 2 \times 10^{-9}\,F$

$\omega_C := 2\pi \cdot f_C$

$$R_3 := \frac{1}{\omega_C \cdot \Omega_P \cdot Q_P \cdot \left[C_2 \cdot (1 - A) + C_4\right]} \qquad R_3 = 9.363 \times 10^{3}\,\Omega$$

(Formeln aus der Formelsammlung **Aktive Filter**)

$$R_5 := \frac{Q_P \cdot \left[C_2 \cdot (1 - A) + C_4\right]}{C_2 \cdot C_4 \cdot \omega_C \cdot \Omega_P} \qquad R_5 = 609.88 \times 10^{3}\,\Omega$$

Lineares Glied:

$\Omega_P := \Omega_{pHP_1}$ $\qquad \Omega_P = 2.024 \times 10^{0}$

$$R := \frac{1}{\omega_C \cdot \Omega_P \cdot C} \qquad R = 37.452 \times 10^{3}\,\Omega$$

$C = 1 \times 10^{-9}\,F$

Elementwerte:

$E := E12$ Nach E12 Widerstäne normieren

$R_{3N} := \mathrm{normE}(R_3, E)$ $\qquad R_{3N} = 10 \times 10^{3}\,\Omega$

$R_{5N} := \mathrm{normE}(R_5, E)$ $\qquad R_{5N} = 560 \times 10^{3}\,\Omega$

$R_N := \mathrm{normE}(R, E)$ $\qquad R_N = 39 \times 10^{3}\,\Omega$

$C_{1N} := 2 \cdot C$ $\qquad C_{1N} = 2 \times 10^{-9}\,F$ (Parallelschaltung 2x 1nF)

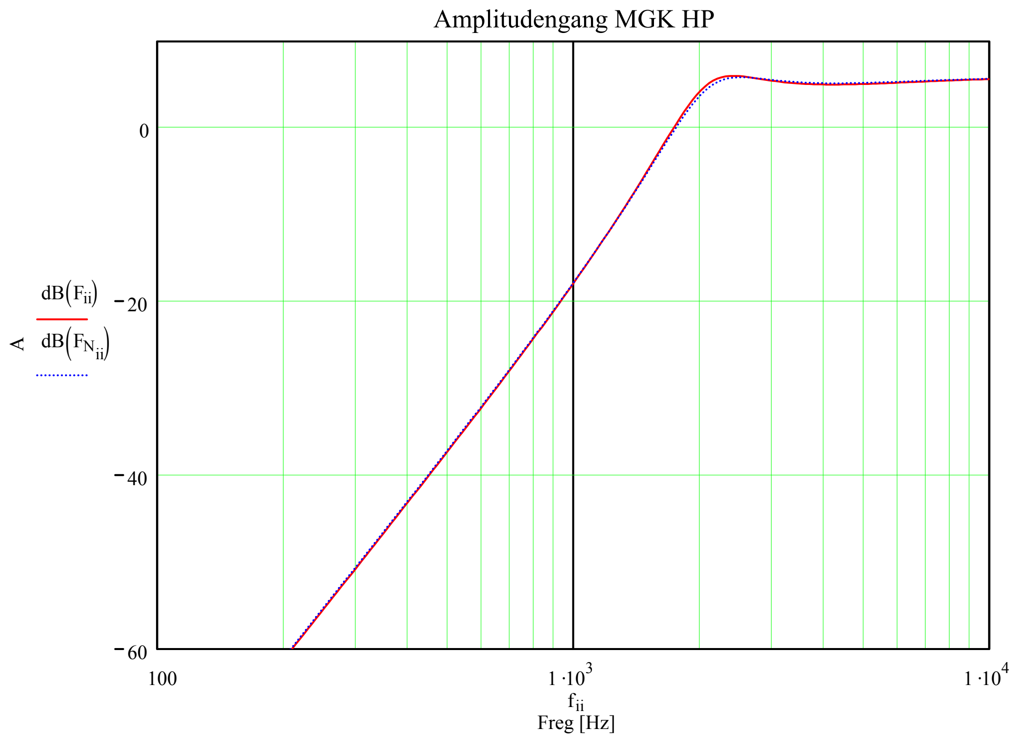
Kontrolle Amplituden und Phasengang:

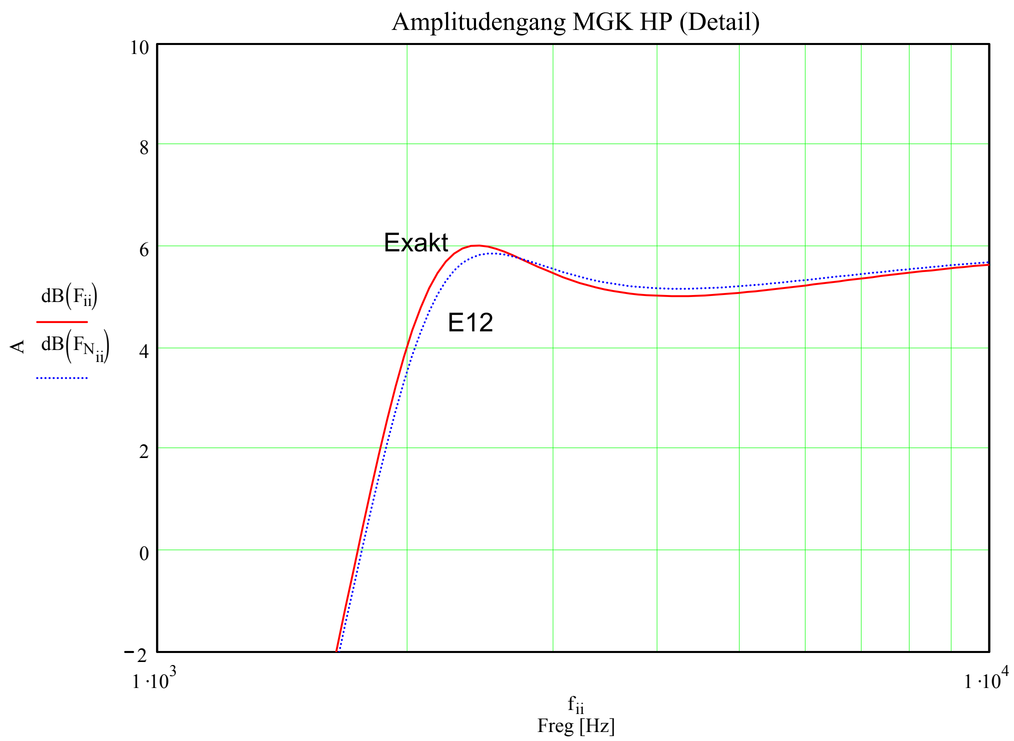
$$G\left(s, C_1, C_2, R_3, C_4, R_5, R, C\right) := \frac{-R_3 \cdot R_5 \cdot C_1 \cdot C_4 \cdot s^2}{R_3 \cdot R_5 \cdot C_2 \cdot C_4 \cdot s^2 + \left(C_1 + C_2 + C_4\right) \cdot R_3 \cdot s + 1} \cdot \frac{R \cdot C \cdot s}{1 + R \cdot C \cdot s}$$

$f := \text{logrange}(100, 10000, 200)\ \text{Hz}$ $\quad$ $ii := 0 .. \text{letzte}(f)$

$F_{ii} := G\left(j \cdot 2\pi \cdot f_{ii}, C_1, C_2, R_3, C_4, R_5, R, C\right)$ Amplitudengang mit exakten Werten

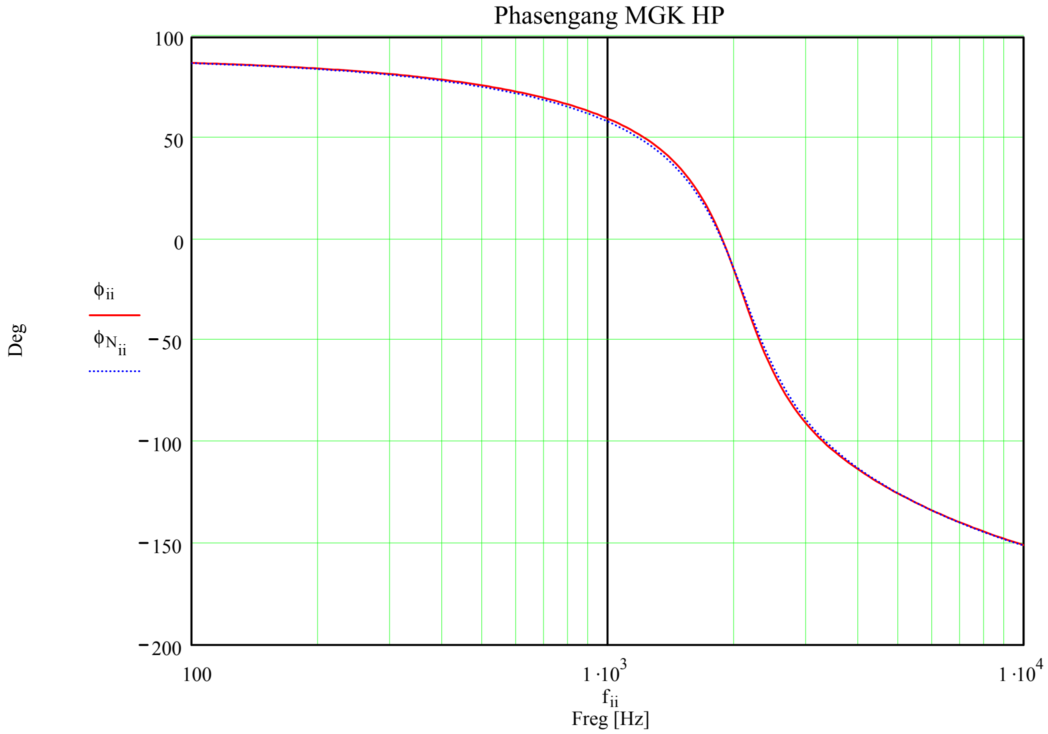
$F_{N_{ii}} := G\left(j \cdot 2\pi \cdot f_{ii}, C_{1N}, C_2, R_{3N}, C_4, R_{5N}, R_N, C\right)$ Amplitudengang mit Normwerten (E12)





$$\phi := \text{phase}(F) \cdot \frac{180}{\pi}$$ Phase exakte Werte

$$\phi_N := \text{phase}(F_N) \cdot \frac{180}{\pi}$$ Phase mit Normwerten



Kontrolle Polgüten und Polfrequenz aus den Elementwerten (nur exakt)

$$A_{INF} := \frac{-C_1}{C_2} \qquad A_{INF} = -2 \times 10^0$$

$$Q_P := \frac{\sqrt{R_3 \cdot R_5 \cdot C_2 \cdot C_4}}{R_3 \cdot (C_1 + C_2 + C_4)} \qquad Q_P = 2.018 \times 10^0$$

$$\Omega_P := \frac{1}{\omega_C} \cdot \frac{1}{\sqrt{R_3 \cdot R_5 \cdot C_2 \cdot C_4}} \qquad \Omega_P = 1.003 \times 10^0$$

$$\text{dB}(G(j \cdot 2\pi \cdot f_C, C_1, C_2, R_3, C_4, R_5, R, C)) = 5.02 \times 10^0$$ Dämpfung bei Grenzfrequenz mit exakten Werten. --> -1dB

$$\text{dB}(G(j \cdot 2\pi \cdot f_C, C_{1N}, C_2, R_{3N}, C_4, R_{5N}, R_N, C)) = 4.55 \times 10^0$$ Dämpfung bei Grenzfrequenz mit Normwerten.

Schema: (mit Normwerten)