

Transmitancję operatorową $G(s)$ filtru do pomiarów infradźwięków można przedstawić w postaci iloczynu:

$$G(s) = A(s) \cdot B(s) \cdot C(s) \cdot D(s) \cdot k$$

lub w postaci rozwiniętej:

$$G(s) = \frac{s^2}{s^2 + 2\xi_1\omega_1 s + \omega_1^2} \cdot \frac{s^2}{s^2 + 2\xi_2\omega_2 s + \omega_2^2} \cdot \frac{\omega_2^2}{s^2 + 2\xi_3\omega_2 s + \omega_2^2} \cdot \frac{\omega_2^2}{s^2 + 2\xi_4\omega_2 s + \omega_2^2}$$

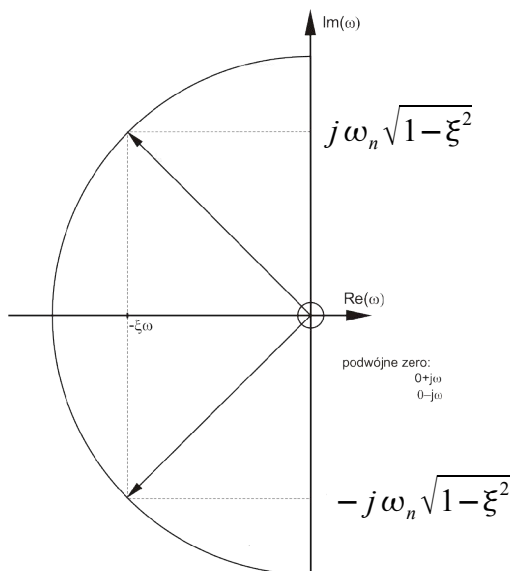
gdzie:

$\omega_n = 2\pi f_n$ - pulsacja drgań własnych nietłumionych

ξ_n - współczynnik tłumienia względnego

k - współczynnik wzmocnienia

Transmitancja $A(s)$, filtr górnoprzepustowy:



$$f_1 = 1\text{Hz}$$

$$\xi_1 = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$\text{stąd: } \sqrt{1-\xi^2} = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

Dokładne wartości biegunów:

$$-\frac{1}{\sqrt{2}} + j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

$$-\frac{1}{\sqrt{2}} - j \cdot \frac{1}{\sqrt{2}}$$

i zer:

$$0 + j0$$

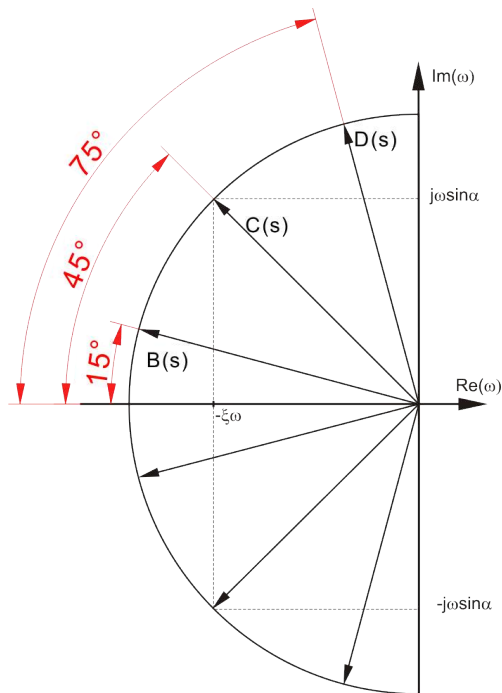
$$0 - j0$$

Wobec tego transmitancja $A(s)$ przyjmie postać:

$$A(s) = \frac{s^2}{s^2 + 2 \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \omega_1 s + \omega_1^2}$$

Opisuje ona górnoprzepustowy filtr Butterwortha o częstotliwości granicznej (-3dB) równej 1Hz. W transmitancji filtru „G” wpływa na przebieg charakterystyki poniżej i w otoczeniu 1Hz.

Współrzędne biegunów transmitancji B(s), C(s) i D(s) przedstawiono na poniższym wykresie (w zespolonej płaszczyźnie częstotliwości).



$$\xi = \cos \alpha,$$

$$\alpha = 15^\circ, 45^\circ, 75^\circ$$

gdzie:

$$\omega_2 = 2\pi f_2$$

$$f_2 = 10^{13/10} = 19,95262315$$

i na przykładzie transmitancji B(s):

$$\text{część rzeczywista: } -10^{13/10} \cos 15^\circ = -19,272754$$

$$\text{część urojona: } \pm j 10^{13/10} \sin 15^\circ = \pm j 5,1641188$$

$$\xi = \cos 15^\circ = 0,965925826$$

Jeśli postąpimy analogicznie z pozostałymi członami, tabela biegunów i zer przybierze postać:

Transmitancja	BIEGUNY (Hz)	ZERA (Hz)	Rodzaj filtru
A(s)	$-10^{0/10} \cos 45^\circ \pm j 10^{0/10} \sin 45^\circ$ $-0,7071067 \pm j 0,707106781$	$0 \pm j0$	górnoprzepustowy Butterwortha, $f_g=1\text{Hz}$
B(s)	$-10^{13/10} \cos 15^\circ \pm j 10^{13/10} \sin 15^\circ$ $-19,272754 \pm j 5,1641188$	$0 \pm j0$	górnoprzepustowy, $f_g=19,95$ o tłumieniu ξ bliskim krytycznemu
C(s)	$-10^{13/10} \cos 45^\circ \pm j 10^{13/10} \sin 45^\circ$ $-14,10863513 \pm j 14,10863513$		dolnoprzepustowy Butterwortha, $f_g=19,95$ Hz
D(s)	$-10^{13/10} \cos 75^\circ \pm j 10^{13/10} \sin 75^\circ$ $-5,1641188 \pm j 19,272754$		dolnoprzepustowy, $f_g=19,95$ Hz, oscylacyjny

Powyższe wartości liczbowe podano w celu porównania z danymi w PN-ISO7196.

Transmitancję wypadkową filtra „G” otrzymamy mnożąc przez siebie poszczególne człony transmitancji. Liniowość w paśmie infradźwiękowym zapewnia poniższa kolejność poszczególnych ogniw filtra:

$$G(s)=[A(s)xC(s)] \times B(s) \times D(s) \times k$$

Iloczyn składników w nawiasie kwadratowym opisuje pasmowy filtr Butterwortha o częstotliwościach granicznych (3dB) 1Hz i $10^{13/10}$ Hz oraz płaskiej charakterystyce przenoszenia i szybkości opadania poza pasmem -12dB/oktawę. Do wyjścia tego filtra należy dołączyć detektor wartości szczytowej. Stałą „k” należy tak dobrać, aby wartość poziomu ciśnienia akustycznego skorygowanego charakterystyką częstotliwościową „G”, dla tonu o częstotliwości 10 Hz była równa wartości nieskorygowanego poziomu ciśnienia akustycznego.