

Méréstechnika 3. kisZH

A)

Adott egy 5 és 0V közt változó, $D = 50\%$ kitöltési tényezőjű négyszögjel, melynek periódusideje $T = 500\mu s$



1. Határozzuk meg az effektív értékét:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T (5)^2 dt} = \sqrt{\frac{25}{T} \cdot [t]_0^T} = \sqrt{\frac{25}{2}} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3.5355V$$

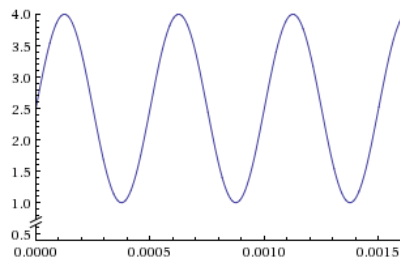
* persze tudhatjuk, hogy négyszögjel effektív értéke $U_{csúcs}/\sqrt{D}$.

2. A jelet egy $B=3kHz$ törésponti frekvenciájú aluláteresztő szűrőn engedjük át. Rajzoljuk fel az így kapott jelet jellegre helyesen:

Határozzuk meg a periodikus jelben előforduló szinuszos komponensek frekvenciáit (fejtsük Fourier-sorba a jelet):

- Egy egyenáramú komponens: $U_0 = 2.5V$
- Alapharmoniku: $f_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{500\mu s} = 2kHz$
- Első felharmonikus: $f_1 = 2 \cdot f_0 = 4kHz$
- ...

A szűrő csak az egyenáramú komponens és az alapharmonikus engedi át. Ezek alapján a jellegre helyes ábra:



* persze ismerhetjük az alapharmonikus pontos amplitúdóját is, amely 2.5V.

3. Az eredeti jelet egy $B_{zaj} = 1MHz$ sávszélességű, $\sigma = 20mV$ szórású fehérzaj terheli. Határozzuk meg a jel/zaj viszonyt:

$$SNR_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P}{P_{zaj}} \right) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{eff}^2}{\sigma_{zaj}^2} \right) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{eff}}{\sigma_{zaj}} \right)$$

$$SNR_{dB} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{3.5355}{0.02} \right) = 44.94dB \cong 45dB$$

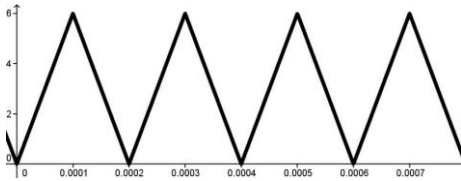
* a szűrő után is meg tudjuk határozni a jel-zaj viszonyt, ekkor a zajnál is a szűrt zajjal kell számolnunk és a jel teljesítményénél is a szűrt jelet kell figyelembe vennünk.

$$(U'_{eff})^2 = 2.5^2 + \left(\frac{2.5}{\sqrt{2}} \right)^2 = 9.375V \text{ és } (\sigma')^2 = \sigma^2 \cdot \frac{B}{B_{zaj}} = 1.2 \cdot 10^{-6}V$$

$$SNR'_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{(U'_{eff})^2}{(\sigma'_{zaj})^2} \right) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{9.375}{1.2 \cdot 10^{-6}} \right) \cong 68.92dB$$

B)

Adott egy 6 és 0V közt változó, háromszögjel, melynek periódusideje $T = 200\mu s$



1. Határozzuk meg az effektív értékét:

$$U_{eff} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^{\frac{T}{2}} \left(\frac{12t}{T}\right)^2 dt + \frac{1}{T} \int_{\frac{T}{2}}^T \left(12 - \frac{12t}{T}\right)^2 dt} = \dots = \sqrt{\frac{36}{3}} = \frac{6}{\sqrt{3}} = 3.464V$$

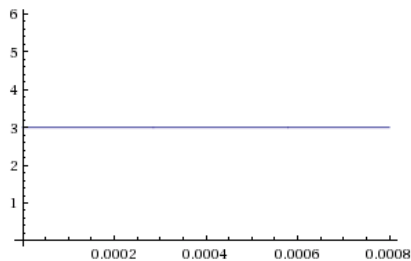
* persze tudhatjuk, hogy háromszögjel effektív értéke $U_{max}/\sqrt{3}$.

2. A jelet egy $B=3kHz$ törésponti frekvenciájú aluláteresztő szűrőn engedjük át. Rajzoljuk fel az így kapott jelet jellegre helyesen:

Határozzuk meg a periodikus jelben előforduló szinuszos komponensek frekvenciáit (fejtsük Fourier-sorba a jelet):

- Egy egyenáramú komponens: $U_0 = 3V$
- Alapharmoniku: $f_0 = \frac{1}{T} = \frac{1}{500\mu s} = 5kHz$
- Első felharmonikus: $f_1 = 2 \cdot f_0 = 10kHz$
- ...

A szűrő csak az egyenáramú komponenst engedi át. Ezek alapján a jellegre helyes ábra:



3. Az eredeti jelet egy $B_{zaj} = 1MHz$ sávszélességű, $\sigma = 30mV$ szórású fehérzaj terheli. Határozzuk meg a jel/zaj viszonyt:

$$SNR_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P}{P_{zaj}} \right) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{eff}^2}{\sigma_{zaj}^2} \right) = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{U_{eff}}{\sigma_{zaj}} \right)$$

$$SNR_{dB} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{3.464}{0.03} \right) \cong 41.25dB$$

* a szűrő után is meg tudjuk határozni a jel-zaj viszonyt, ekkor a zajnál is a szűrt zajjal kell számolnunk és a jel teljesítményénél is a szűrt jelet kell figyelembe vennünk.

$$(U'_{eff})^2 = 3^2 = 9V \text{ és } (\sigma')^2 = \sigma^2 \cdot \frac{B}{B_{zaj}} = 1.8 \cdot 10^{-6}V$$

$$SNR'_{dB} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{(U'_{eff})^2}{(\sigma'_{zaj})^2} \right) = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{9}{1.8 \cdot 10^{-6}} \right) \cong 67dB$$