

Laboratórium 2 felkészülési feladat

Hallgató: Veszelyi Bence Balázs (V3UWB0)

Mérés sorszáma: 9

A PLL hurokszűrőjének átviteli függvénye:

$$F(s) = \frac{1 + sC(R_1 + R_2)}{sR_1C} = \frac{1 + s\tau_1}{s\tau_2},$$

ahol $\tau_1 = C(R_1 + R_2)$ és $\tau_2 = R_1C$.

Paraméterek: $K_d = 1$ [V/rad], $K_v = 6,28$ [k rad/V], $C = 10$ [nF], $R_1 = 4,3$ [kOhm], $R_2 = 11$ [kOhm]

1. Adja meg a PLL hurokerősítésének egyenletét. Rajzolja fel a hurokerősítés törtvonalas Bode-diagramját.
2. Adja meg a PLL zárthurkú átviteli függvényét. Számítsa ki az ω_n pólusfrekvencia, a z csillapítási tényező és ω_B zárthurkú sáv szélesség értékét, majd rajzolja fel a zárthurkú átviteli függvény Bode-diagramját (a Bode-diagramot csak alakra, jellegre helyesen kell meghatározni).
3. A fenti paraméterekkel megvalósított PLL-el egy FM demodulátort alakítottunk ki. Mekkora lehet az FM jel maximális modulációs frekvenciája?
4. A fenti paraméterekkel megvalósított PLL-el egy PM demodulátort alakítottunk ki. Mekkora lehet a PM jel minimális modulációs frekvenciája?
5. A fenti paraméterekkel megvalósított PLL-el egy FSK demodulátort alakítottunk ki. Adja meg a bemenő jel frekvenciájában a maximális frekvenciaugrás értékét. ($\max\{q_e\} < 80^\circ$)

1. Feladat

Adja meg a PLL hurokerősítésének egyenletét. Rajzolja fel a hurokerősítés törtvonalas Bode-diagramját.

A feladat megoldásához teljes mértékben matlabot használtam, amelyben először a hurokszűrő átviteli függvényét, majd a hurokerősítés egyenletét fejeztem ki. Végül diagramokon ábrázoltam.

Matlab kód:

```
kd=1;
kv=6.28*(10^(3));
c=10*(10^(-9));
r1=4.3*(10^(3));
r2=11*(10^(3));

t1=c*(r1+r2);
t2=r1*c;
F= tf([t1 1],[t2 0]);           % F = (1+s*t1)/(s*t2)
VCO=tf(kv,[1 0]);             % VCO = kv/s

G=kd*F*VCO;
bode(G);
```

Részeredményeim:

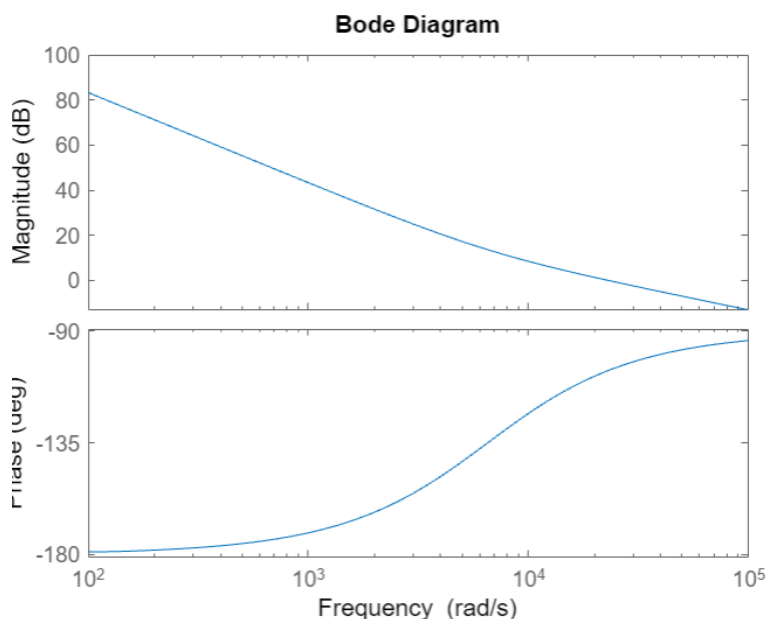
$$t1 = 1.53 \cdot 10^{-4} \text{ s}$$

$$t2 = 4.3 \cdot 10^{-5} \text{ s}$$

$$F(s) = \frac{0.000153 \text{ s} + 1}{4.3 \cdot 10^{-5} \text{ s}}$$

$$G(s) = \frac{0.9608 \text{ s} + 6280}{4.3 \cdot 10^{-5} \text{ s}^2}$$

Ábrázolás:



2. Feladat

Adja meg a PLL zárthurkú átviteli függvényét. Számítsa ki az w_n pólusfrekvencia, a ζ csillapítási tényező és w_B zárthurkú sáv szélesség értékét, majd rajzolja fel a zárthurkú átviteli függvény Bode-diagramját (a Bode-diagramot csak alakra, jellegre helyesen kell meghatározni).

A feladat megoldásához teljes mértékben Matlabot használtam, amelyben először ζ -t, a w_n -t és a w_B -t számoltam ki, majd a PLL zárthurkú átviteli függvényét és végül ábrázoltam.

Matlab kód:

```
kd=1;
kv=6.28*(10^(3));
c=10*(10^(-9));
r1=4.3*(10^(3));
r2=11*(10^(3));
t1=c*(r1+r2);
t2=r1*c;

zeta=(t1/2)*(sqrt((kd*kv)/t2));
wn=sqrt((kd*kv)/t2);
wB=2*zeta*wn;

H=tf([2*zeta*wn wn^2],[1 2*zeta*wn wn^2]);
bode(H);
```

Részeredményeim:

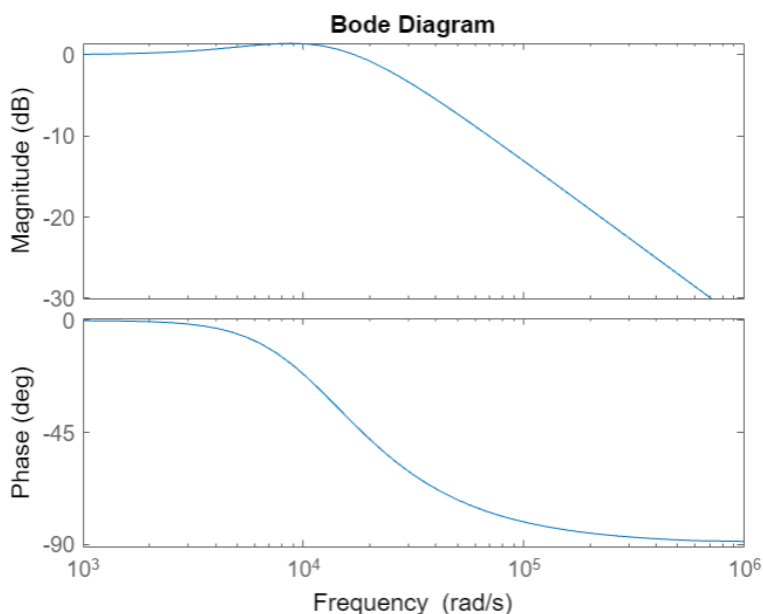
$$\zeta = 0.9245$$

$$w_n = 12085.97 \text{ rad/s}$$

$$w_B = 22346.959 \text{ rad/s}$$

$$H(s) = \frac{2.235e04 \text{ s} + 1.46e08}{s^2 + 2.235e04 \text{ s} + 1.46e08}$$

Ábrázolás:



3. Feladat

A fenti paraméterekkel megvalósított PLL-el egy FM demodulátort alakítottunk ki. Mekkora lehet az FM jel maximális modulációs frekvenciája?

$w_n \geq$ maximális modulációs frekvencia

$$f_{max} = \frac{w_n}{2\pi} = \mathbf{1923.542\ Hz}$$

4. Feladat

A fenti paraméterekkel megvalósított PLL-el egy PM demodulátort alakítottunk ki. Mekkora lehet a PM jel minimális modulációs frekvenciája?

$w_n \leq$ minimális modulációs frekvencia

$$f_{max} = \frac{w_n}{2\pi} = \mathbf{1923.542\ Hz}$$

5. Feladat

A fenti paraméterekkel megvalósított PLL-el egy FSK demodulátort alakítottunk ki. Adja meg a bemenő jel frekvenciájában a maximális frekvenciaugrás értékét. ($\max\{\theta_e\} < 80^\circ$)

$$\max\{\theta_e\} = e^{-1} * \frac{\Delta f}{f_n} < 80^\circ \rightarrow \Delta f = \frac{80^\circ}{360^\circ} * \left(\frac{w_n}{2\pi}\right) * e = \mathbf{1161.94\ Hz}$$