

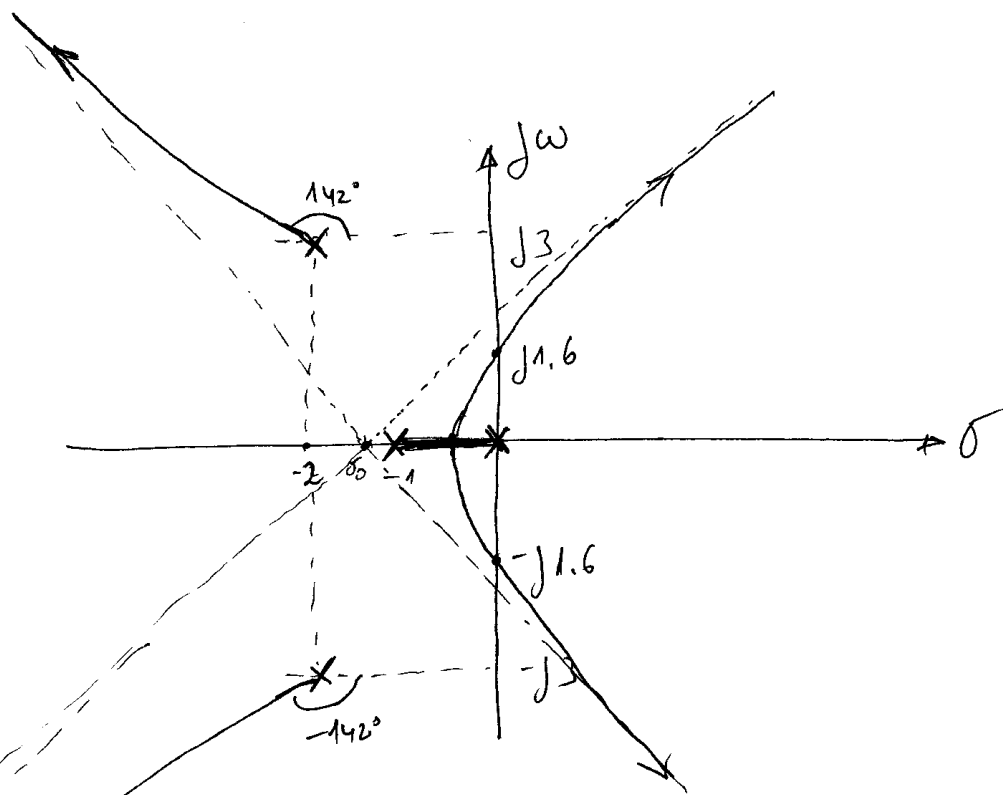
(1)

(09) רצ"ל / מ"מ / כ"ה / 3'

$$G(s) = \frac{K}{s(s+1)(s^2+4s+13)}$$

$$s^2+4s+13=0 \Rightarrow s_{1,2} = \frac{-4 \pm \sqrt{16-52}}{2} = \frac{-4 \pm j6}{2} = -2 \pm j3$$

$$G(s) = \frac{K}{s(s+1)(s+2+j3)(s+2-j3)}$$



$$4 = 2 \cdot 2 \cdot 6 \quad \sigma_0 = \frac{-2-2-1+0}{4} = -1.25$$

$$\beta = \frac{(2k+1)180}{n-l} = \frac{(2k+1)180}{4} = \dots$$

$$\beta = 45^\circ, 135^\circ, 225^\circ, 315^\circ$$

$$\sigma_0 = \frac{\sum \text{Re}(p_i) - \sum \text{Re}(z_i)}{n-l} = \frac{(-2)+(-2)+(-1)+0}{4} = -1.25$$

$$\sigma_0 = -1.25$$

$$\sigma_0 = -0.4$$

(2)

(K > 0)

לפיכך נקבל $s = -2 + j3$ וזוג קרוניים $s = -2 - j3$

$$GH' = \frac{K}{s(s+1)(s+2+j3)} = \frac{K}{(-2+j3)(-2+j3+1)(-2+j3+2+j3)}$$

$$GH' = \frac{K}{(-2+j3)(-1+j3) \cdot j6} = \frac{K \angle 0^\circ}{() \angle 123.7^\circ \cdot () \angle 108.4^\circ \cdot () \angle 90^\circ}$$

$\phi_p = \arg GH' + 180^\circ = -142^\circ$

$$\frac{C}{R} = \frac{\frac{K}{s(s+1)(s^2+4s+13)}}{1 + \frac{K}{s(s+1)(s^2+4s+13)}} = \frac{K}{s(s+1)(s^2+4s+13) + K}$$

נלקח $Q(s) = s^4 + 5s^3 + 17s^2 + 13s + K$

s^4	1	17	K	0
s^3	5	13	0	0
s^2	14.4	K	0	
s^1	$\frac{187.2 - 5K}{14.4}$			
s^0	K			

$187.2 - 5K > 0$

$K < 37.44$

$K > 0$

$0 < K < 37.44$

נקודות היגיון עם ציר הריאלי

עבור s^2 נקבל $K = 37.44$ וציר

$14.4s^2 + 37.44 = 0$

$s = \pm j \sqrt{\frac{37.44}{14.4}} = \pm j 1.6$

3

$\frac{2 \int_{200}^{\infty} \dots}{(e)}$

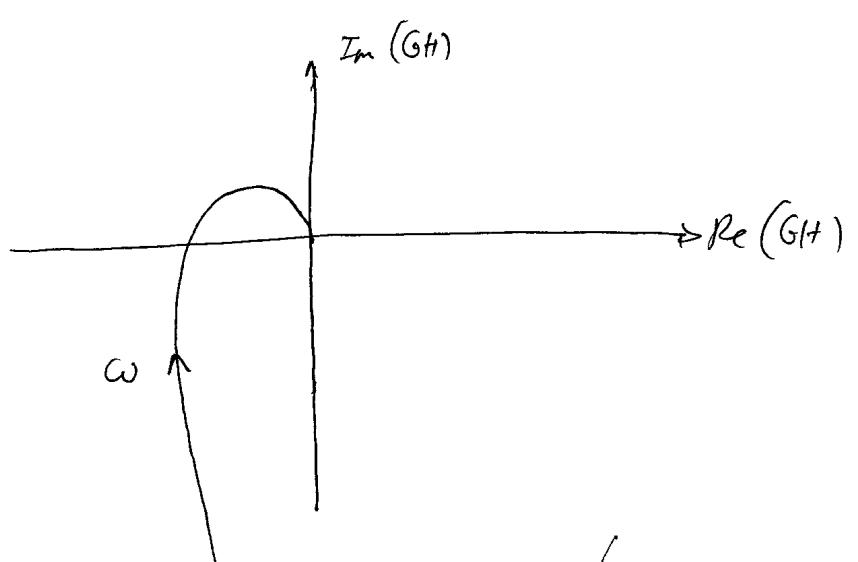
$$GH(s) = \frac{16}{s(s+2)^2}$$

$$GH(j\omega) = \frac{16}{j\omega(2+j\omega)^2}$$

$$|GH| = \frac{16}{\omega(4+\omega^2)}$$

$$\theta = -90^\circ - 2 \tan^{-1} \frac{\omega}{2}$$

ω	0	1	10	100	∞
$ GH $	∞	3,2	0,015	$16 \cdot 10^{-6}$	0
θ	-90°	-143°	-248°	-268°	-270°



ענן יצא או יצאן - יללן 1200

$$\theta = -180^\circ$$

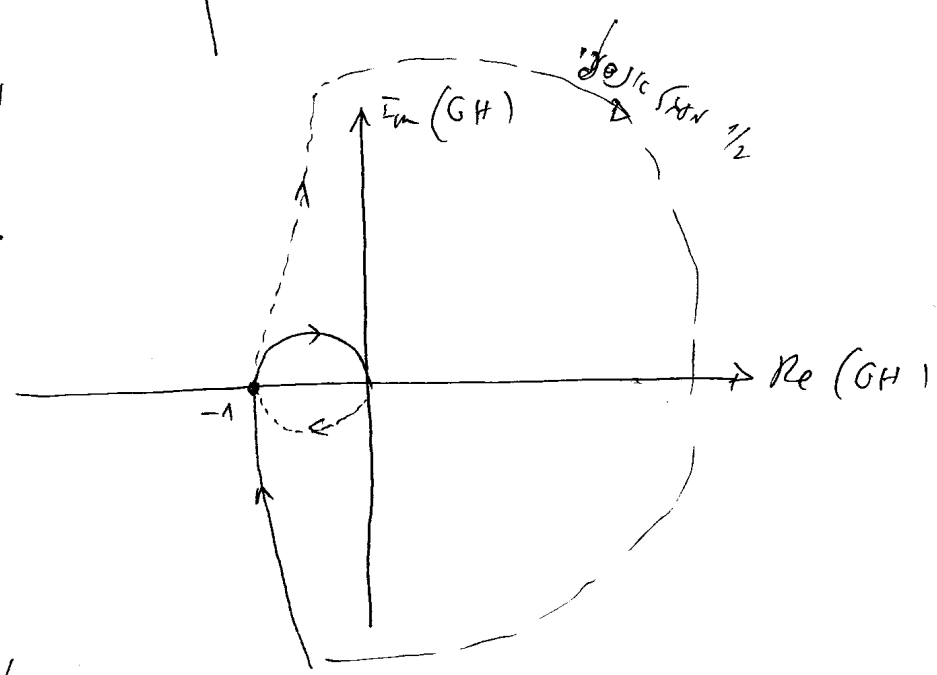
$$-90^\circ - 2 \tan^{-1} \frac{\omega_{\pi}}{2} = -180^\circ$$

$$\frac{\omega_{\pi}}{2} = \tan 45^\circ$$

$$\omega_{\pi} = 2 \frac{\text{rad}}{\text{s}}$$

$$|GH|_{(\omega_{\pi})} = \frac{16}{2(4+4)} = 1$$

17,3, 4, 0, 10, 100



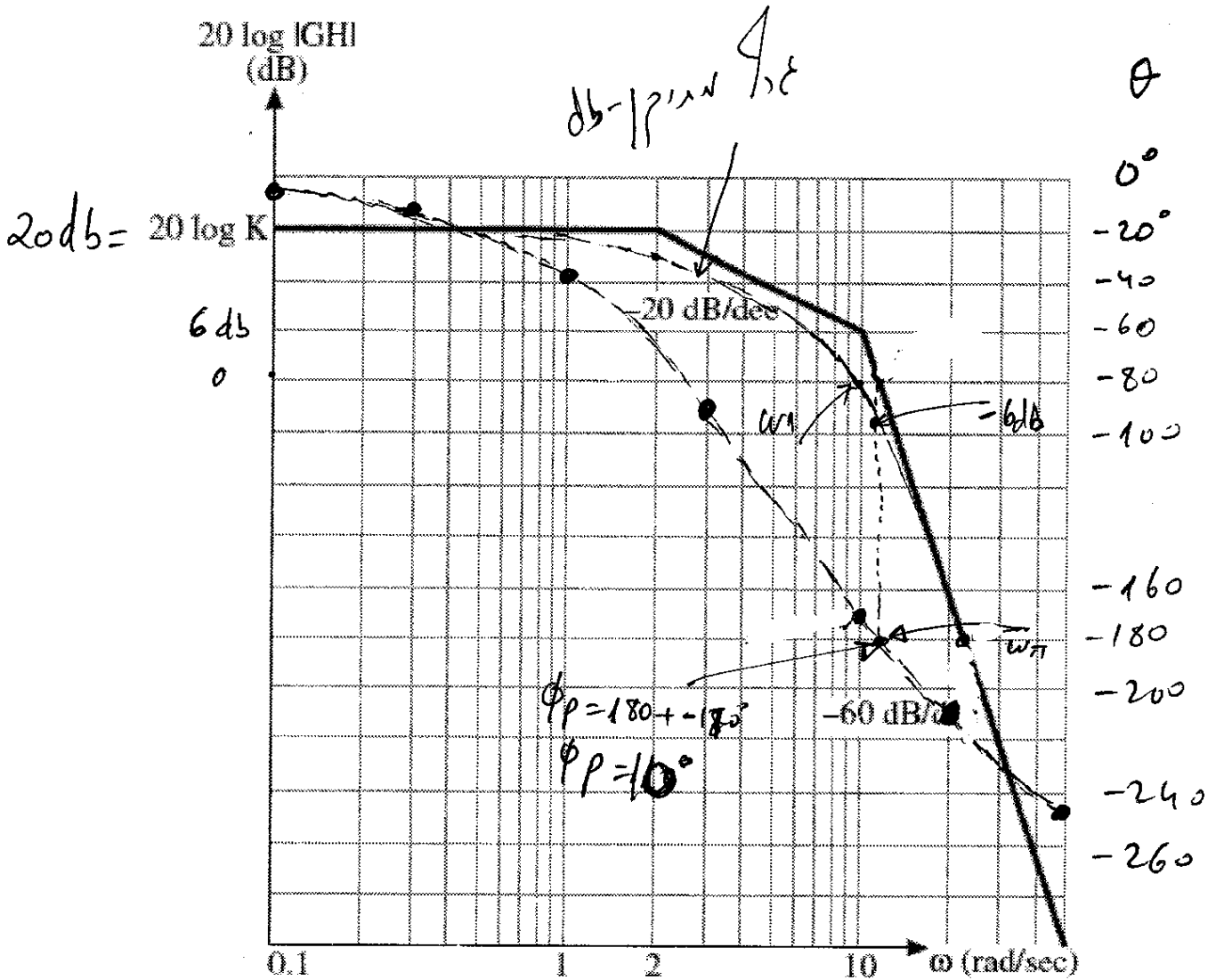
(e)

1 16 odb 7220 6/8 (e)
0° 800N 1/8

4

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון תרשים בודה אסימפטוטי של ההגבר של מערכת בקרה בעלת משוב יחידה.



- א. העתק את הגרף הנתון לדף חצי לוגריתמי והוסף גרף מופע עבור $K=10$
- ב. רשום ביטוי לפונקצית התמסורת GH לפי הגרף הנתון
- ג. מצא עודף הגבר ומופע לפי הגרפים.

5

3

2

$$GH = \frac{K_1}{(s+2)(s+10)^2}$$

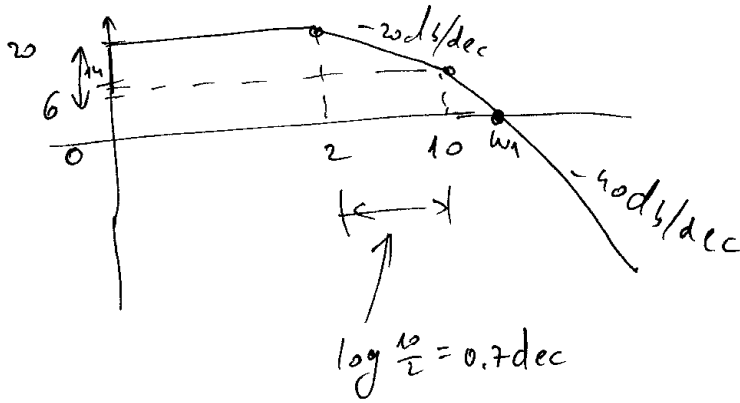
$$20 \log \frac{K_1}{2 \cdot 10^2} = 20 \log 10$$

$$K_1 = 2000$$

$$GH = \frac{2000}{(s+2)(s+10)^2}$$

$$\theta = -\tan^{-1} \frac{\omega}{2} - 2 \tan^{-1} \frac{\omega}{10}$$

ω	0	0.1	0.3	1	3	10	50	200
θ		-4°	-12°	-38°	-90°	-169°	-245°	-211°



$$20 \log \frac{\omega_1}{10} = 6$$

$$\omega_1 = 1.4$$

$\neq 10^\circ$ קטן

סדרה 1/318 סדרה 2/200 @

6dB קטן סדרה

$$y'(t) + 2y(t) = 3e^{-2t} \quad (6)$$

$$y(0) = -1$$

$$s Y(s) - y(0) + 2Y(s) = \frac{3}{s+2}$$

$$Y(s) \cdot (s+2) = \frac{3}{s+2} + (-1)$$

$$Y(s) = \frac{3}{(s+2)^2} - \frac{1}{s+2}$$

$$y(t) = 3te^{-2t} - e^{-2t}$$

$$F(s) = \frac{10}{(s+2)^2 s} = \frac{A}{(s+2)^2} + \frac{B}{s+2} + \frac{C}{s} \quad (7)$$

$$10 = As + Bs(s+2) + C(s+2)^2$$

$$s=0 \Rightarrow 10 = 4C \Rightarrow C = 2,5$$

$$s=-2 \Rightarrow 10 = A \cdot (-2) \Rightarrow A = -5$$

$$s=1 \Rightarrow 10 = (-5) + B \cdot 3 + 2,5 \cdot 3^2 \Rightarrow B = -2,5$$

$$f(t) = -5te^{-2t} - 2,5e^{-2t} + 2,5$$

$$f(t) = 2,5 \left[1 - e^{-2t}(1+2t) \right]$$

(7)

$$\frac{V_o}{V_i}(s) = \frac{\frac{1}{sC}}{\frac{1}{sC} + R + sL} = \frac{1}{s^2LC + sCR + 1}$$

(5)

$$\frac{V_o}{V_i} = \frac{1/LC}{s^2 + s \frac{R}{L} + \frac{1}{LC}}$$

$$Q(s) = s^2 + s \cdot \frac{R}{1 \cdot 10^{-3}} + \frac{1}{10^{-3} \cdot 4 \cdot 10^{-6}}$$

$$= s^2 + 1000R + 250 \cdot 10^6$$

$\zeta = 0.5$ (3)

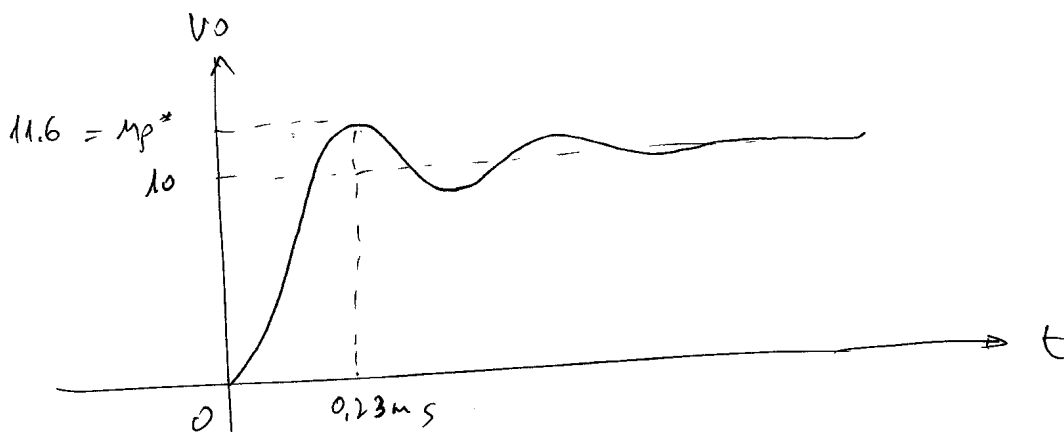
$$= s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2 =$$

$$\left. \begin{aligned} 1000R &= 2 \cdot 0.5 \cdot \omega_n \\ 250 \cdot 10^6 &= \omega_n^2 \end{aligned} \right\} \Rightarrow$$

$$\omega_n = 15811$$

$$R = \frac{\omega_n}{1000} = \frac{15811}{1000}$$

$$R = 15.8 \Omega$$



(6)

3' N > N > 23N

$$\frac{V_o}{V_i} = 1$$

$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}}$$

$$t_p = \frac{\pi}{15811 \sqrt{1-0.5^2}} = 0.23ms$$

$$\text{für } \zeta < 1 \quad M_p = 1 + e^{-\frac{\pi \zeta}{\sqrt{1-\zeta^2}}} = 1.16$$

$$M_p^* = 10 \cdot 1.16 = 11.6$$