

פתרון מתכונת 2 בבקרה – יד – 13.3.09

שאלה 1

.א.

$$\frac{C}{R} = \frac{G}{1+GH} = \frac{\frac{k}{s(s+2)(s+6)}}{1 + \frac{k}{s(s+2)(s+6)}} = \frac{k}{s^3 + 8s^2 + 12s + k}$$

$$\begin{array}{r} s^3 \\ s^2 \\ s^1 \\ s^0 \end{array} \begin{array}{r} 1 \quad 12 \quad 0 \\ 8 \quad k \\ \frac{96-k}{8} \\ k \end{array}$$

$$\frac{96-k}{2} > 0 \Rightarrow k < 96$$

$$k > 0$$

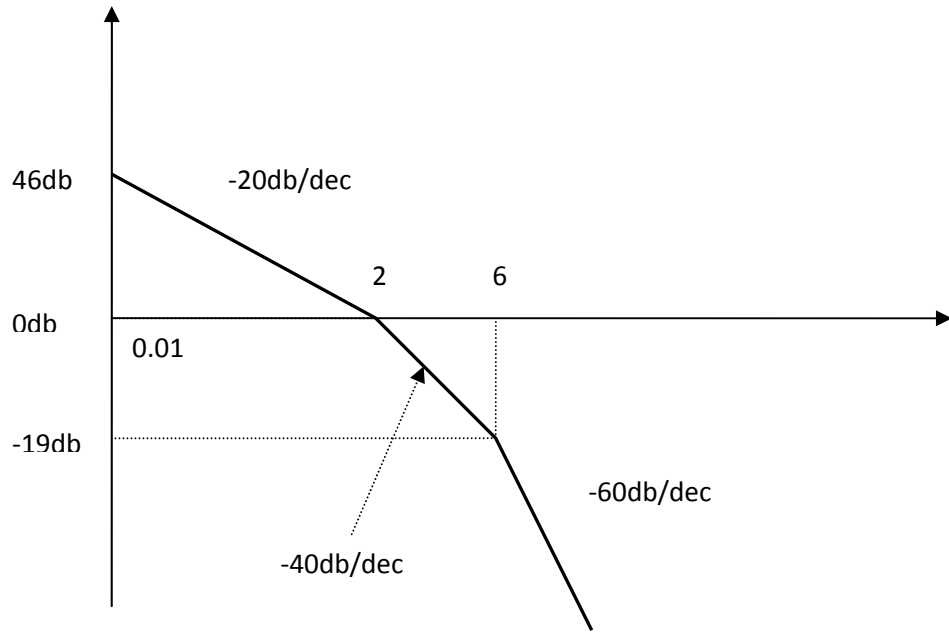
על פי כל התנאים המערכת יציבה עבור: $96 > k > 0$

.ב.

$$GH_{(s)} = \frac{24}{s(s+2)(s+6)}$$

שרטוט גרף אסימפטוטי לפי הפונקציה:

$$\omega = 0.01 \Rightarrow GH_{db} = 20 \log \frac{24}{0.01 \cdot 2 \cdot 6} \approx 46db$$



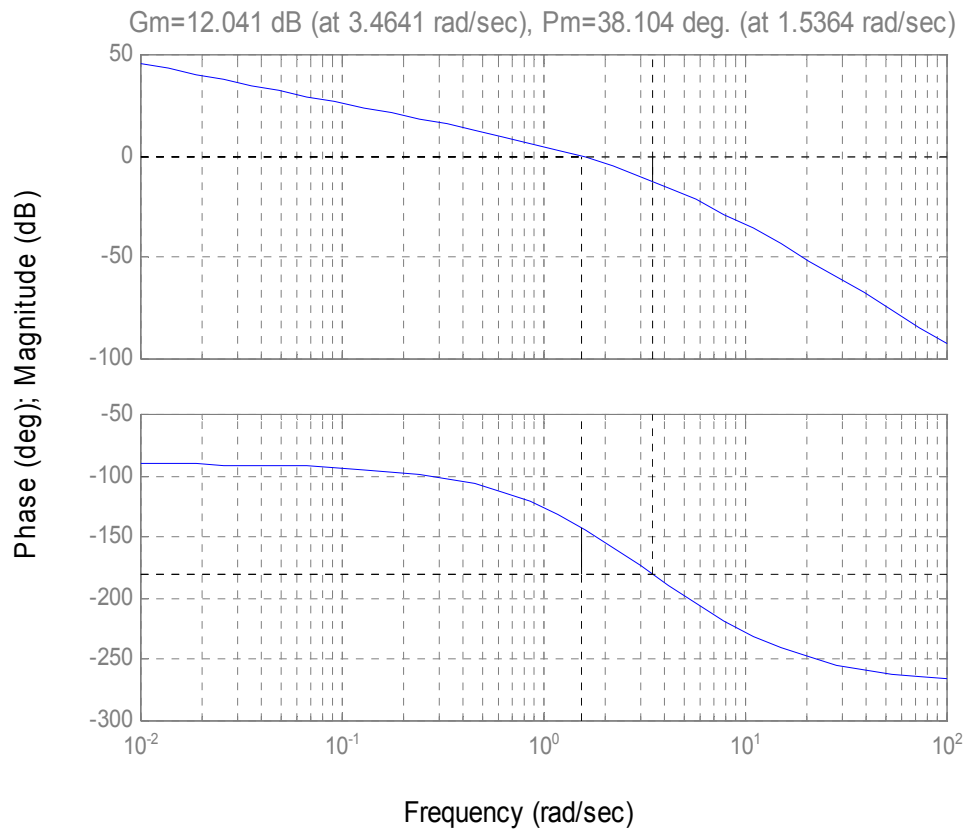
שרטוט גרף מופע לפי הפונקציה הבאה:

$$GH_{(j\omega)} = \frac{24}{(j\omega)(2 + j\omega)(6 + j\omega)}$$

$$\theta_\omega = -90^\circ - \tan^{-1} \frac{\omega}{2} - \tan^{-1} \frac{\omega}{6}$$

ω	0	0.1	0.4	1	$\omega_1 = 1.54$	$\omega_\pi = 3.46$	10	40	100	∞
θ	-90	-93.8	-105	-126	-142	-180	-227	-258	-265	-270
GH					0db	-12db				

Bode Diagrams



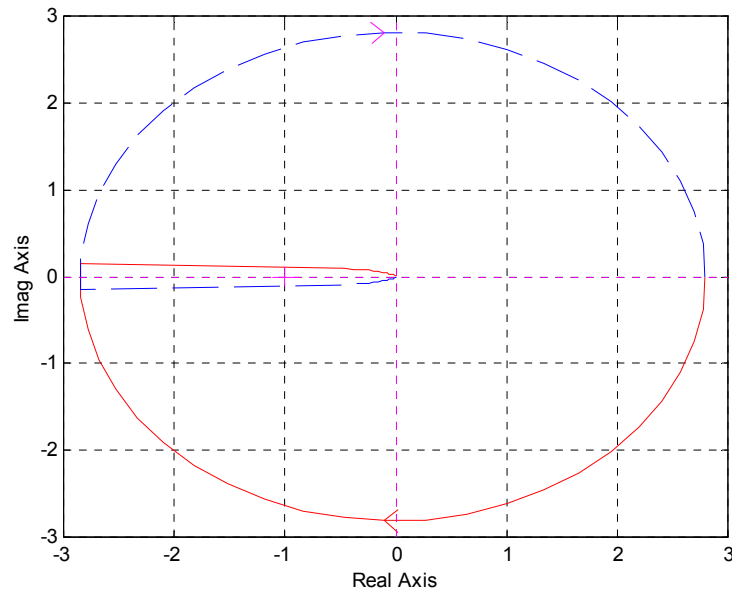
ג.

עודף הגבר: 12db

עודף מופע: 38 מעלות

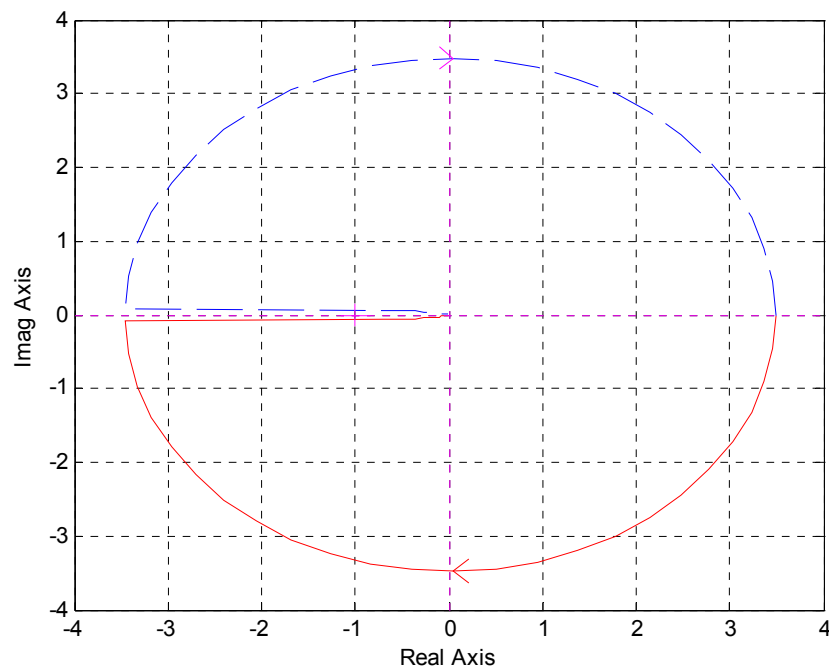
שאלה 2

$$GH_{(s)} = \frac{k}{s^2(s+4)}$$



עבור כל K המערכת אינה יציבה, מספר ההקפות $N=-2$ (כולל מעגל אינסופי).

א. מערכת יציבה, מספר ההקפות 0



ב. בדיקת יציבות לפי ראוט:

$$GH_{(s)} = \frac{k}{s^2(s+40)} \cdot \frac{s+4}{s+40} \Rightarrow \frac{C}{R} = \frac{k(s+4)}{s^4 + 80s^3 + 1600s^2 + ks + 4k}$$

$$P(s) = s^4 + 80s^3 + 1600s^2 + ks + 4k$$

$$s^4 \quad 1 \quad 1600 \quad 4k \quad 0$$

$$s^3 \quad 80 \quad k \quad 0 \quad 0$$

$$s^2 \quad \frac{128000-k}{80} \quad 4k \quad 0$$

$$s^1 \quad a \quad 0$$

$$s^0 \quad 4k$$

$$\frac{128000-k}{80} > 0 \Rightarrow k < 128000$$

$$a = \frac{\frac{128000-k}{80} \cdot k - 320k}{\frac{128000-k}{80}} = \frac{102400k - k^2}{128000 - k} \Rightarrow 0 < k < 102400$$

$$k > 0$$

מהתנאים הנ"ל נקבל יציבות :

$$0 < k < 102400$$

שאלה 3

$$GH_{(s)} = \frac{k(s+10)}{(s+1)(s+4)}$$

א. מספר הענפים = מספר הקטבים = 2

ב. יש אסימפטוטה אחת והיא בזווית 180 מעלות.

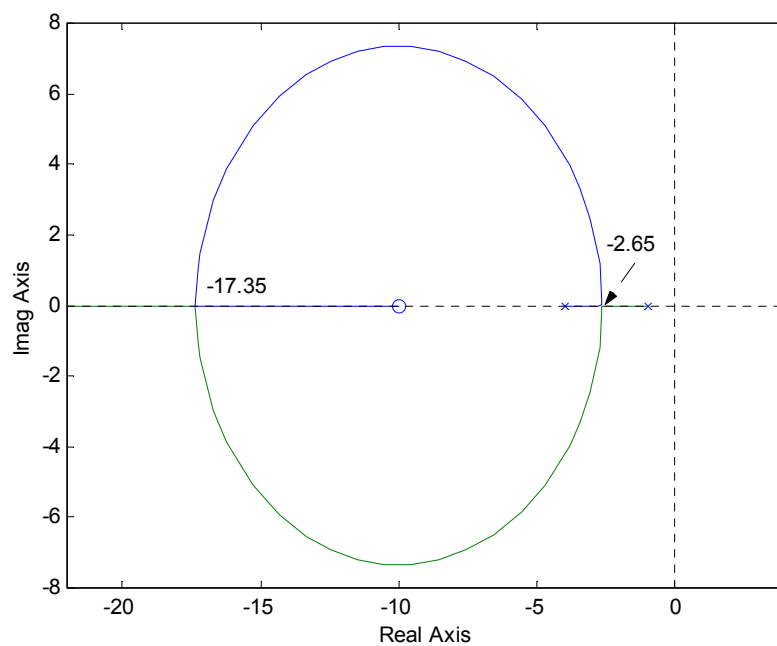
ג. נקודות ההתחלה של הקטבים הן: (-1), (-4) ונקודות סיום: אחד לאפס (-10)

ואחד לאינסוף.

ד. נקודת פגישה:

$$\frac{1}{\sigma_b + 1} + \frac{1}{\sigma_b + 4} = \frac{1}{\sigma_b + 10}$$

$$\frac{(\sigma_b + 4)(\sigma_b + 10) + (\sigma_b + 1)(\sigma_b + 10) - (\sigma_b + 1)(\sigma_b + 4)}{(\sigma_b + 1)(\sigma_b + 4)(\sigma_b + 10)} \Rightarrow \sigma_b = (-2.65), (-17.35)$$



שאלה 4

.א

$$GH_{(s)} = \frac{k}{s(0.1s+3)} = \frac{10k}{s(s+30)}$$

$$\frac{C}{R} = \frac{\frac{10k}{s(s+30)}}{1 + \frac{10k}{s(s+30)}} = \frac{10k}{s(s+30) + 10k} = \frac{10k}{s^2 + 30s + 10k}$$

$$s^2 + 30s + 10k = s^2 + 2\xi\omega_n s + \omega_n^2$$

$$10k = \omega_n^2$$

$$2\xi\omega_n = 30$$

$$\xi = 0.5 \Rightarrow \omega_n = 30 \Rightarrow k = 90$$