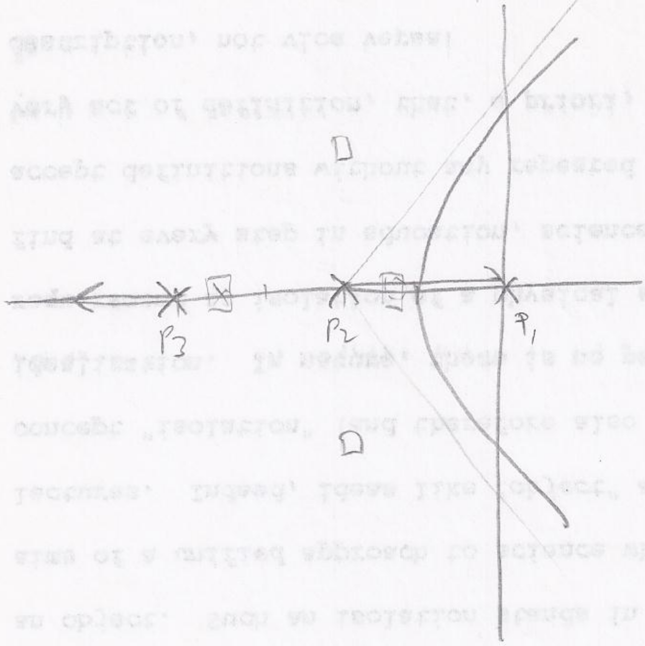
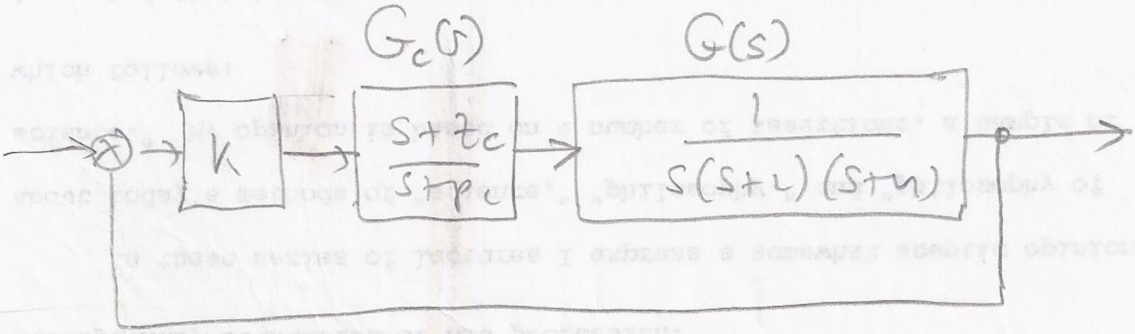
24/5/81

$$GH(s) = \frac{1}{s(s+2)(s+4)}$$



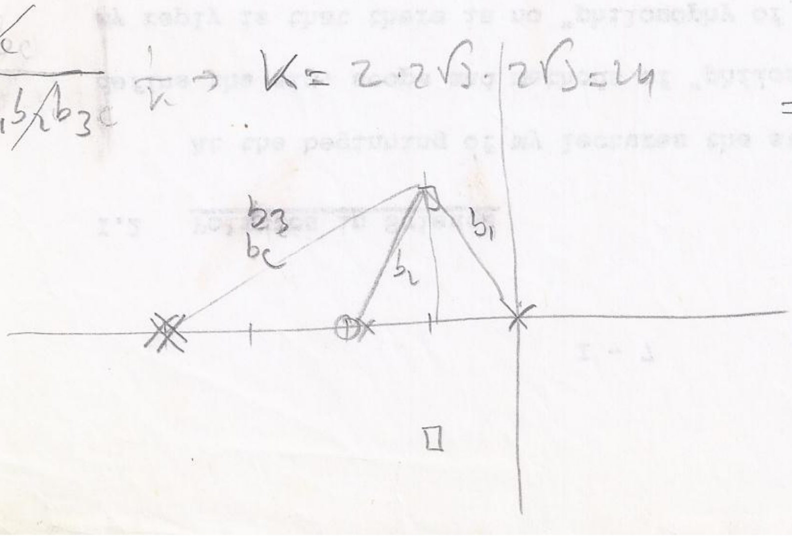
$$s_{1,2} = -1 \pm \sqrt{3}j \quad (1$$



$$\left.\begin{array}{l} z_c = -2 \\ p_c = -4 \end{array}\right\}$$

$$GH'(s) = G_c(s)\,GH(s) = \frac{K(s+2)}{s(s+4)(s+2)(s+4)}$$

$$\frac{a/c}{b_c b_1 b_2 b_3 c} \quad \frac{1}{K} \to K = 2 \cdot 2\sqrt{\;} \cdot 2\sqrt{3} = 24 \qquad = \frac{K}{s(s+4)^2} = \frac{24}{s(s+4)^2}$$



2 :שאלה

$$G_{H} = \frac{k}{s(s+2)(s+4)}$$

דרישות:

1. $k_v = 1$

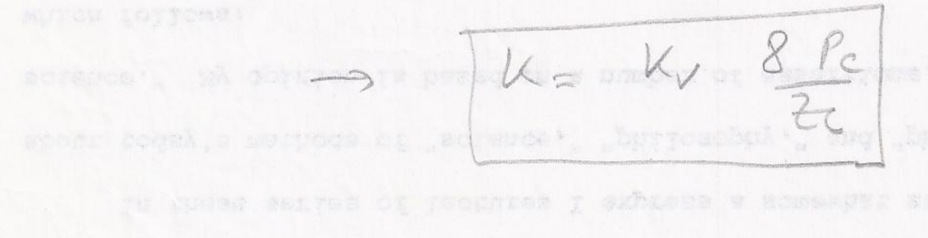
2. $s_{1,2} = -1 \pm \sqrt{3}\,j$

$$\lim_{s\to 0} sG_H(s) = \lim_{s \to 0} k \frac{s+z_c}{s+p_c} \frac{1}{s(s+2)(s+4)} = k \frac{z_c}{8p_c} = k_v$$

$$\longrightarrow \boxed{k = k_v \frac{8p_c}{z_c}}$$

[illegible]:

1



$$\frac{a_c}{b_c b_1 b_2 b_3} = \frac{1}{k} \longrightarrow$$

$$\frac{a_c}{b_c} = \frac{b_1 b_2 b_3}{8k_v} \frac{z_c}{p_c} \longrightarrow \frac{a_c}{b_c} = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2\sqrt{3}}{8 \cdot 1} \frac{z_c}{p_c}$$

$$\frac{a_c}{b_c} = \sqrt{3}\ \frac{z_c}{p_c} \rightarrow \boxed{Q = \sqrt{3}}$$

[illegible] (2)

$$\theta_{zc} - \{\theta_{pc} + \theta_{p_1} + \theta_{p_2} + \theta_{p_3}\} = -180$$

$$(\theta_{zc} - \theta_{pc}) - \{120 + 60 + 30\} = -180$$

$$\Phi_c = -180 + 210 = 390 = 30^\circ$$

$$\boxed{\Phi_c = 30^\circ}$$

$$\alpha = \tan^{-1}\left(\frac{\zeta}{h}\right) - \tan^{-1}\left\{\frac{\sin\Phi_c}{Q - \cos\Phi_c}\right\}$$

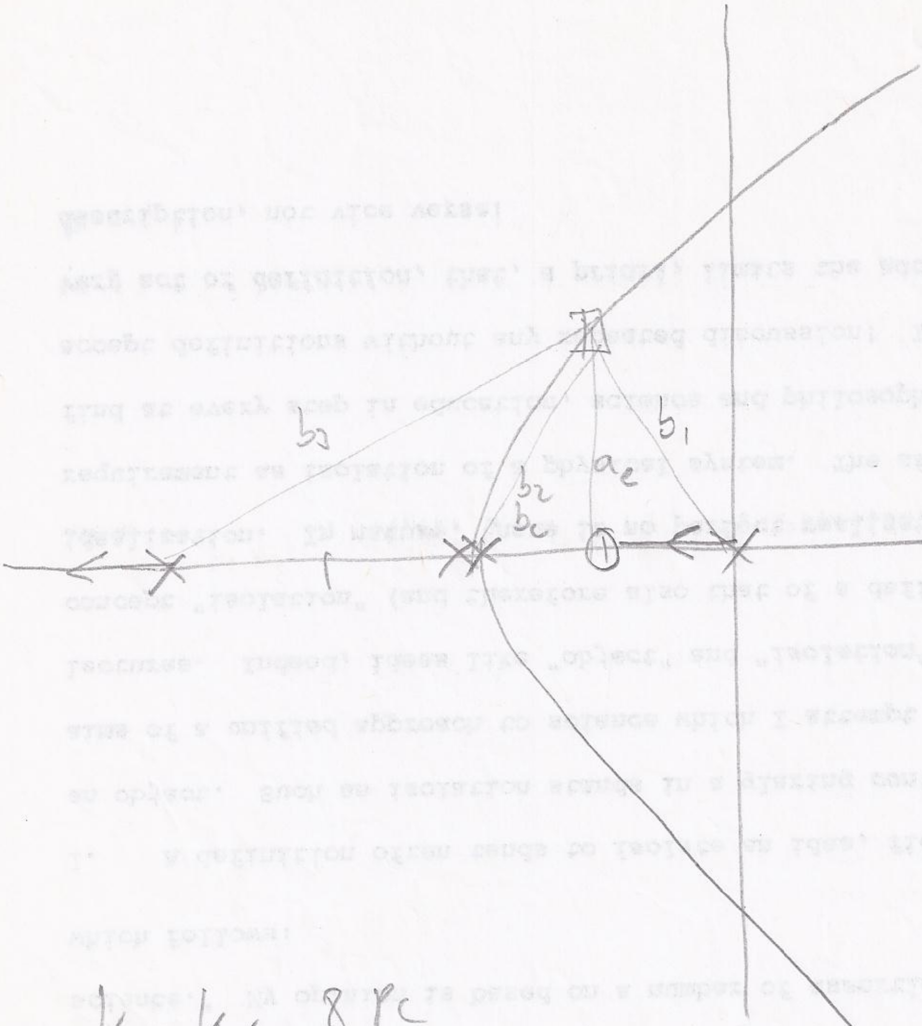
$$\sin\Phi_c = \frac{1}{2} \qquad \tan^{-1}\frac{\zeta}{h} = 30^\circ$$

$$\cos\Phi_c = \frac{1}{2}\sqrt{3}$$

$$\alpha = 30 - \tan^{-1}\left\{\frac{\frac{1}{2}}{\sqrt{3} - \frac{1}{2}\sqrt{3}}\right\}$$

$$\alpha = 30^\circ - \tan^{-1}\left\{\frac{1}{\sqrt{3}}\right\} = 30^\circ - 30^\circ = 0^\circ$$

$$\alpha = 0 \rightarrow \left.\begin{array}{l} z_c = -1 \\ p_c = -2 \end{array}\right\}$$



$k = k_v \, 8 \, \frac{r_c}{\partial c}$

$k = 1 \cdot 8 \cdot \frac{-2}{-1} = 16$ $\boxed{k = 16}$

$\underline{\sigma_0 \; {}^{,}132}$

$\frac{a_c}{b_c \, b_1 \, b_2 \, b_3} = \frac{1}{k} \rightarrow$

$k = \frac{2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2\sqrt{3}}{\sqrt{3}} = 16$ $\boxed{k = 16}$

! ! $p(s_0)\ p'(s_0)$

$$G_H' = 16\,\frac{s+1}{s(s+2)^2(s+4)}$$

$$s^2+2s+4 \;/\; s^4+8s^3+20s^2+32s+16 \;\backslash\; s^2+6s+4$$

$$\frac{s^4+2s^3+4s^2}{6s^3+16s^2+32s}$$

$$\frac{6s^3+12s^2+24s}{4s^2+8s+16}$$

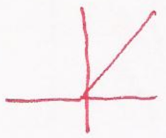
$$\frac{4s^2+8s+16}{0}$$

$$s_{1,2} = \frac{-6\pm\sqrt{36-16}}{2} = -3\pm\sqrt{5} = \begin{matrix}-5.2\\-0.76\end{matrix}$$

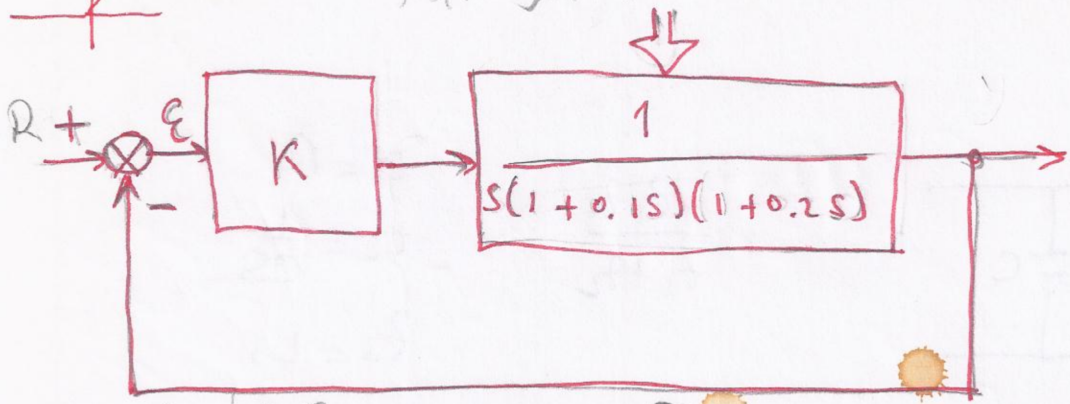
31/12/09

רשתות פיגור

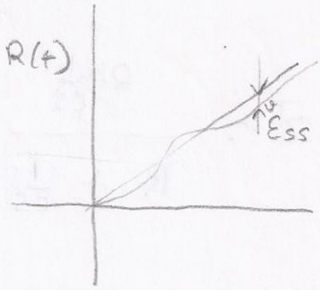
$R(t)=R_0\cdot t\cdot u(t)$



גורם "הפרעה"



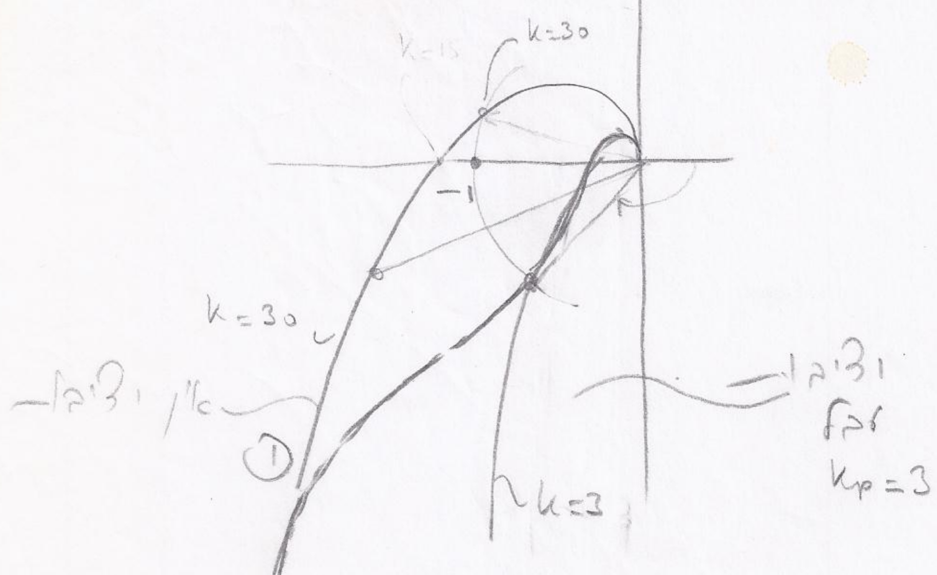
(1) דרישות סטטיות!



$R(t)=R_0 t\ u(t)$

$$\left.\begin{array}{l} \varepsilon_{ss} \le \dfrac{R_0}{30} \rightarrow k_p=\dfrac{R_0}{\varepsilon_{ss}} \ge 30 \\ k_p=\lim\limits_{s\to 0} s\,GH = K \end{array}\right\} \rightarrow K \ge 30$$

(2) דרישות דינמיות P.M.45°

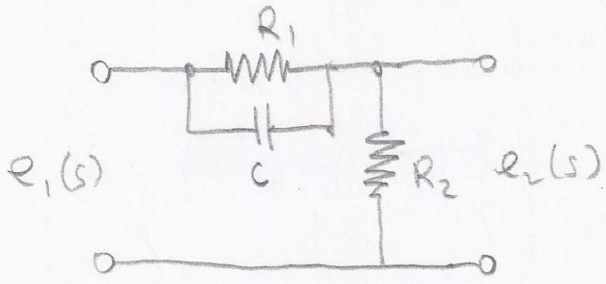


(1) 1. דרישה: $k_p=30$ פוגע ביציבות — כי $k=30$ אין P.M.

(2) 2. מערכת יציבה P.M.45° — $k=3$ לא עומד בדרישה: $k_p=3$

(3) רשת פיגור מאפשר, גם $k_p=30$! P.M.45°

המשך דיון מטיפוס: "קידום פזה" (פסיבי!)



$$\frac{e_2}{e_1}=\frac{R_2}{\left\{\frac{\frac{R_1}{CS}}{R_1+\frac{1}{CS}}+R_2\right\}}=\frac{R_2}{\frac{R_1}{R_1CS+1}+R_2}=\frac{R_2(R_1CS+1)}{R_1+R_2(R_1CS+1)}$$

$$\frac{e_2}{e_1}=\frac{R_2+R_1R_2CS}{(R_1+R_2)+R_1R_2CS}=\frac{R_2}{(R_1+R_2)}\cdot\frac{1+R_1CS}{1+\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}CS}$$

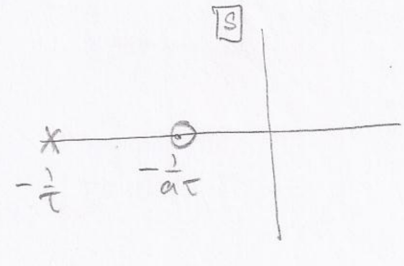
קידום פזה

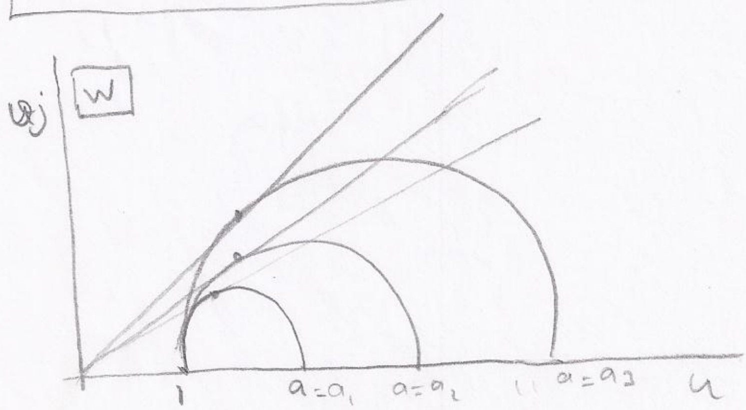
$\boxed{a>1}$

$$a=\frac{R_1+R_2}{R_2}$$

$$\tau=\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}C$$

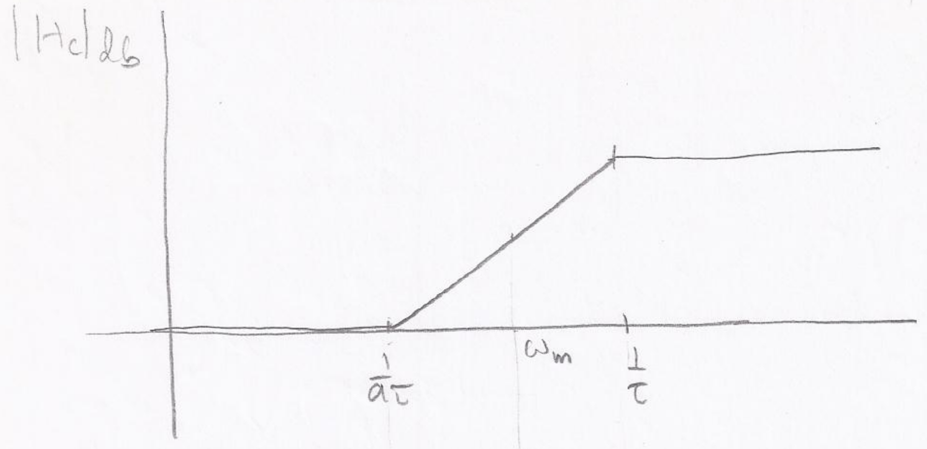
$$H_C(s)=\frac{e_2(s)}{e_1(s)}=\frac{1}{a}\frac{(1+a\tau S)}{(1+\tau S)}$$

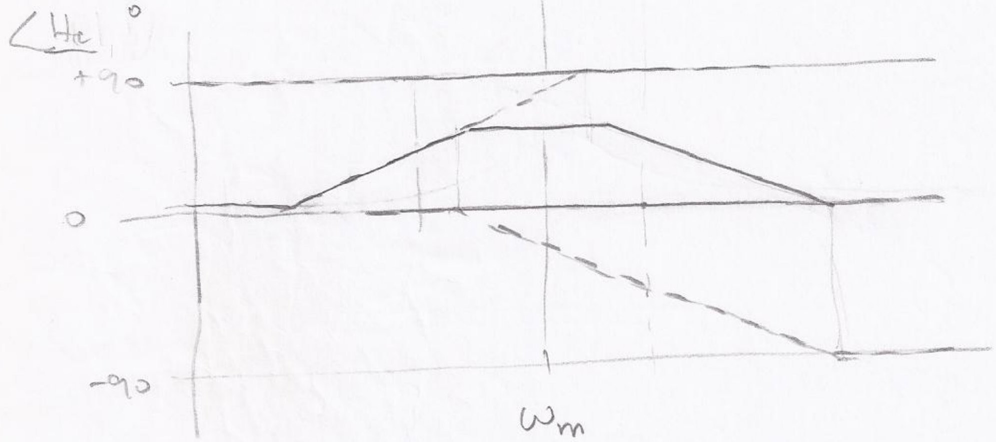




אם a גדל, קידום הפזה גדל!

עקום בודה:





ω_m באמצע בין $\frac{1}{a\tau}$ ו $\frac{1}{\tau}$ על ציר לוג.

$$\left.\begin{aligned} \omega_m &= \frac{1}{a\tau}\,\alpha \\ \frac{1}{\tau} &= \omega_m\,\alpha \end{aligned}\right\} \rightarrow$$

$$\frac{1}{\tau} = \left(\frac{1}{a\tau}\,\alpha\right)\alpha \rightarrow \alpha^2 = a \rightarrow \alpha = \sqrt{a}$$

$$\boxed{\omega_m = \frac{1}{\sqrt{a}\,\tau}}$$

$$\angle \frac{e_2}{e_1} = \underbrace{\tan^{-1}(a\tau\omega)}_{\varphi_1} - \underbrace{\tan^{-1}(\tau\omega)}_{\varphi_2}$$

$$\tan\varphi = \frac{\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2}{1 + tg\,\varphi_1\, tg\,\varphi_2}$$

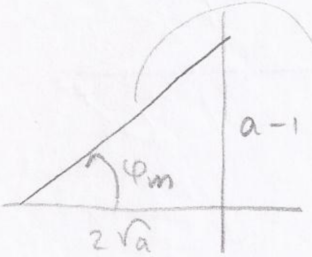
המקסימום קיבלם פזה עבור:

עבור

$$\omega = \omega_m = \frac{1}{\sqrt{a}}\,\frac{1}{\tau}$$

$$\tan\varphi = \frac{a\tau\omega - \tau\omega}{1 + a(\tau\omega)^2}$$

$$\tan\varphi_m = \frac{(a-1)\frac{1}{\sqrt{a}}}{1+1} = \frac{a-1}{2\sqrt{a}}$$

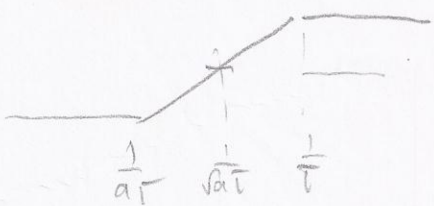


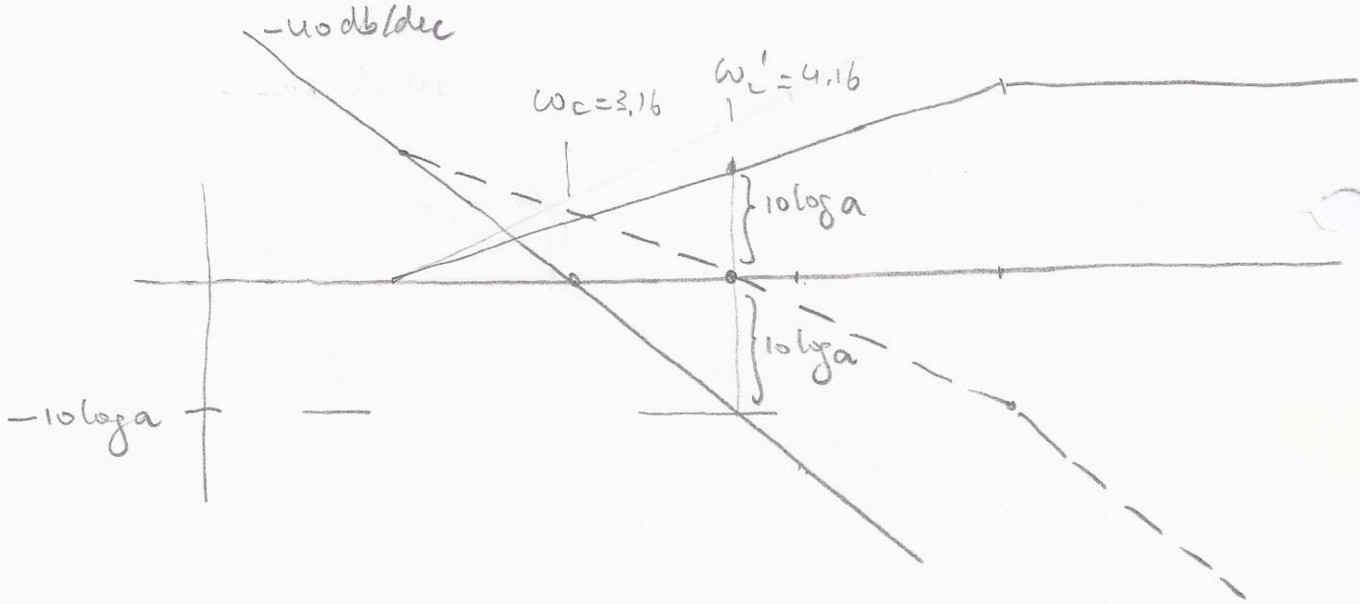
$$\sqrt{(a-1)^2 + 4a} =$$

$$\sqrt{a^2 - 2a + 1 + 4a} = \sqrt{a^2 + 2a + 1} = a+1$$

$$\boxed{\sin\varphi_m = \frac{(a-1)}{(a+1)}}$$

$$\frac{1 + a\tau s}{1 + \tau s}$$




-40db/dec
$\omega_c = 3.16$
$\omega_c' = 4.16$
10loga
10loga
-10loga

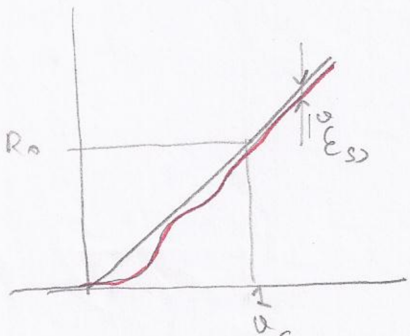
בעיה 3:

נתון:

$$GH(s)=\frac{K}{s(s+1)}$$

דרישה 1: $P.M.\geq 45^\circ$

דרישה 2:



$R(t)=R_0\cdot t\cdot u(t)$

$\varepsilon_{ss}=0.1\,R_0 \rightarrow$

$$K_v \triangleq \frac{R_0}{\varepsilon_{ss}}=10=K_v$$

$$K_v \triangleq \lim_{s\to 0} s\,GH(s)=\lim_{s\to 0}\frac{K}{(s+1)}=K \rightarrow \underline{K=10}$$

$\boxed{K=10 \text{ לא נבחר}}$

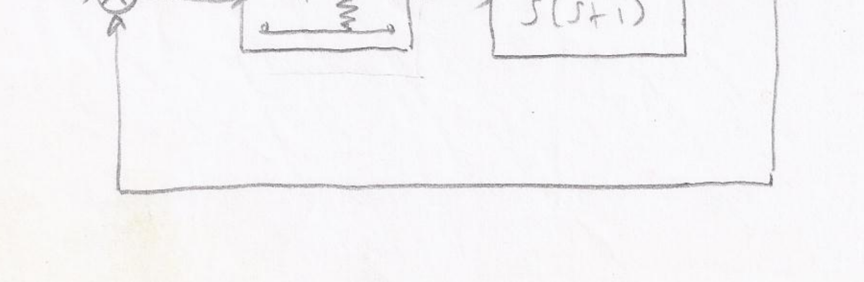
נצייר בד"ה של $GH(s)=\frac{10}{s(s+1)}$ (1)

מקבלים ש $\omega_c=3.16$ (2)

$\Phi.M.=18^\circ$

נכניס רשת הקדמת פזה רק:

$H_c=\frac{(1+Tas)}{1+Ts}$ $\boxed{a>1}$



3 להוסיף רשת קידום כך

עלינו לקדם את הפזה ב- $45-18=27^\circ$

אולם ע"י הוספת פזה ω_c יגדל ל ω_c'

וה .P.M יקטן ואז במקום זה!

כך: **נוסיף** $\Phi_m = 30^\circ$

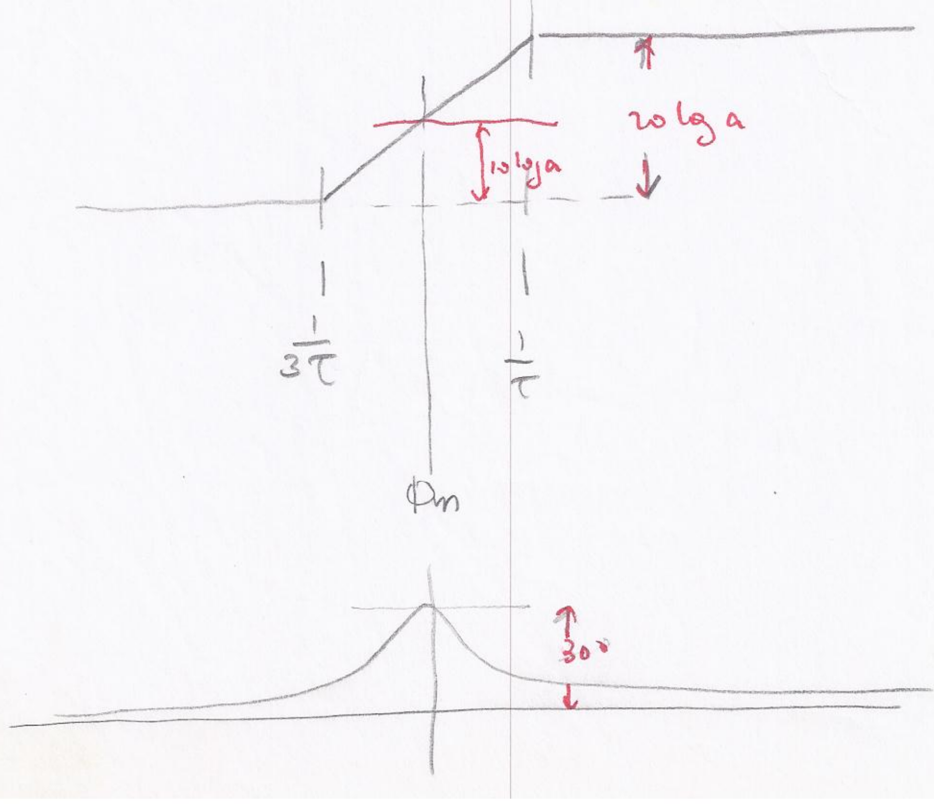
$\sin\Phi_m = \sin 30^\circ = 0.5 = \dfrac{a-1}{a+1} \rightarrow$

$a+1 = 2a-2 \rightarrow$

$\therefore \boxed{a=3}$

וכן: מגביר

$$\frac{e_2}{e_1} = \frac{1+3\tau s}{1+\tau s}$$



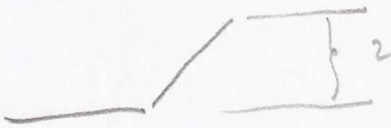
7

4 צריכים למקם את רשת הקידום כך ש- Φ_m במקום של ω_c' (החדש)

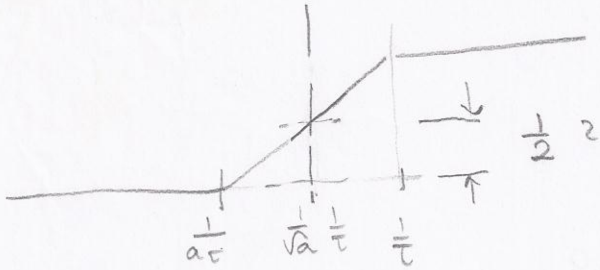
$$\frac{1+a\tau s}{1+\tau s}=1 \quad \leftarrow \quad s=0$$

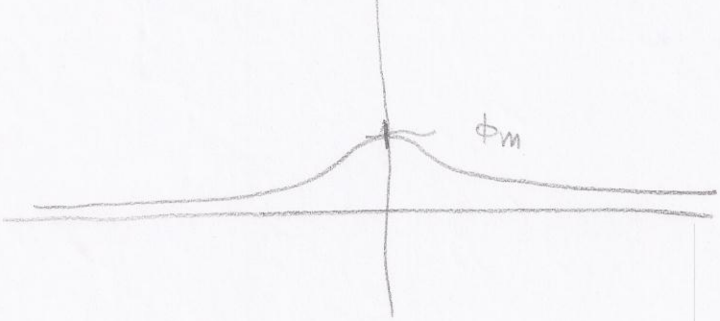
$$\frac{1+a\tau s}{1+\tau s}=a \quad \leftarrow \quad s=\infty$$

a.



b. $\frac{1}{2}\,20\log a = 10\log a$





c. מחפשים על הגרף נקודה שתגובת GH

$-10\log a$

$-10\log 3 = -4.78$ db מהגרף מקבלים

$\omega_c' = \omega = 4.16$

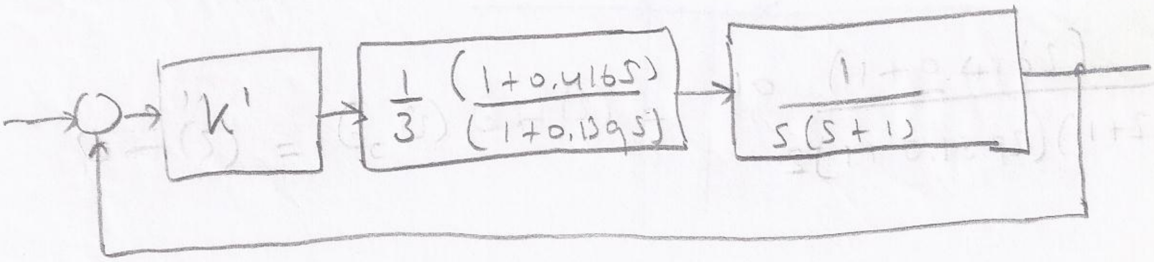
נמצא את τ בעזרת ק:

$$\omega_c' = \omega_m = \frac{1}{\sqrt{a}\,\tau} \rightarrow$$

$$\rightarrow \quad \frac{1}{\tau} = \sqrt{a} \cdot \omega_m = \sqrt{3}\ 4.16 = \underline{\underline{7.2}} \ \text{rad/sec}$$

$$\rightarrow \quad \frac{1}{a\tau} = \underline{\underline{2.4}} \ \text{rad/sec}$$

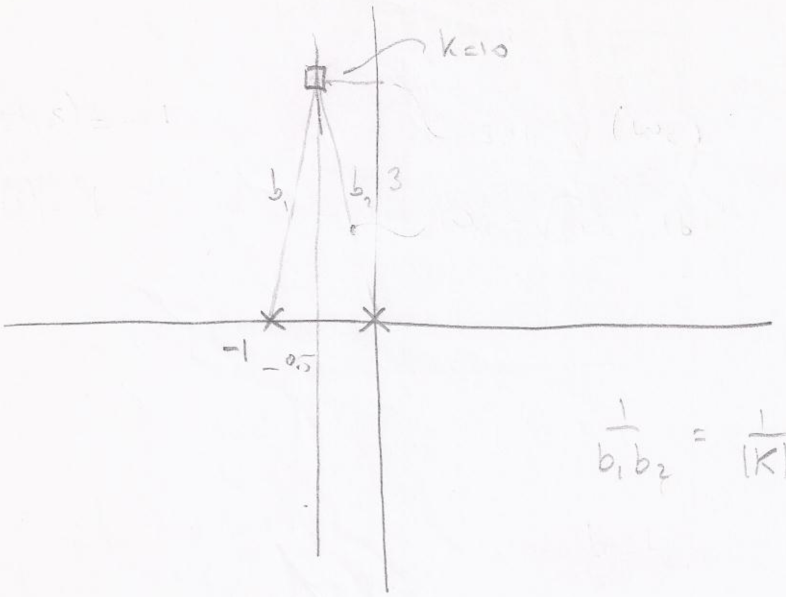
$$\frac{e_2(s)}{e_1(s)} = \frac{1}{a} \frac{(1+a\tau s)}{(1+\tau s)} = \frac{1}{3} \frac{(1+0.416s)}{(1+0.139s)}$$

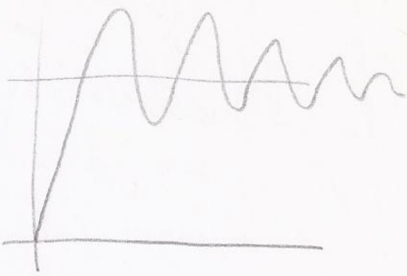


$$K_v = \frac{K'}{a} = 10 \Rightarrow K' = a \cdot 10 = 3 \cdot 10 = 30$$

סוף לכן, רמת ריסון נקבל מ 4.47 ל $6.7.$

[illegible] R.L. ג

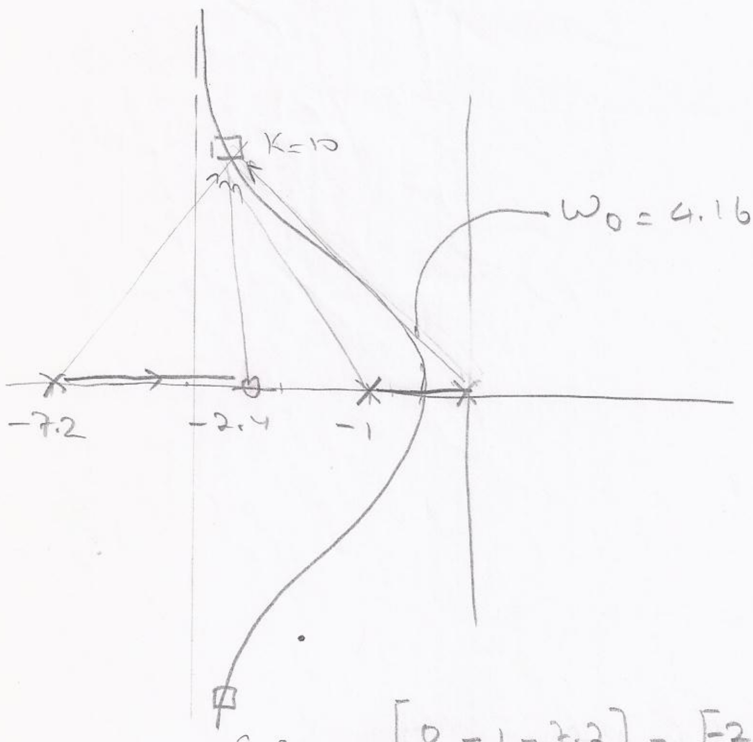


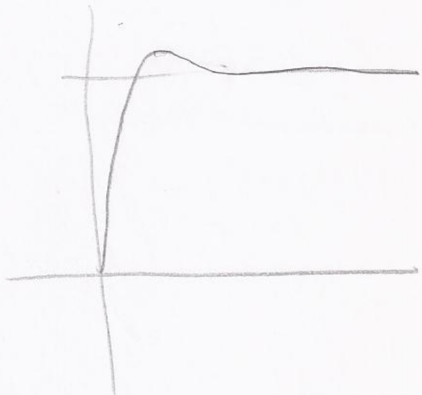


$$\frac{1}{b_1 b_2} = \frac{1}{|K|}$$

$$b_1 b_2 = b^2 = K = 10$$

$$b = \sqrt{10} = 3.16 = \omega_0$$





$$c.g = \frac{[0-1-7.2]-[2.4]}{2} = -2.9$$

תכונות התיקון ע"י קידום פזה ומגבלותיו

במישור התדירות:

1. הגדלת הפזה בתחום התדרים בסביבת ω_c
2. פס גדל עבור אותה יציבות יחסית
3. עבור אותו פס, P.M. גדל
4. רוחב הסרט עולה

מישור הזמן:

1. Overshoot קטן
2. זמן העליה קטן

מגבלות:

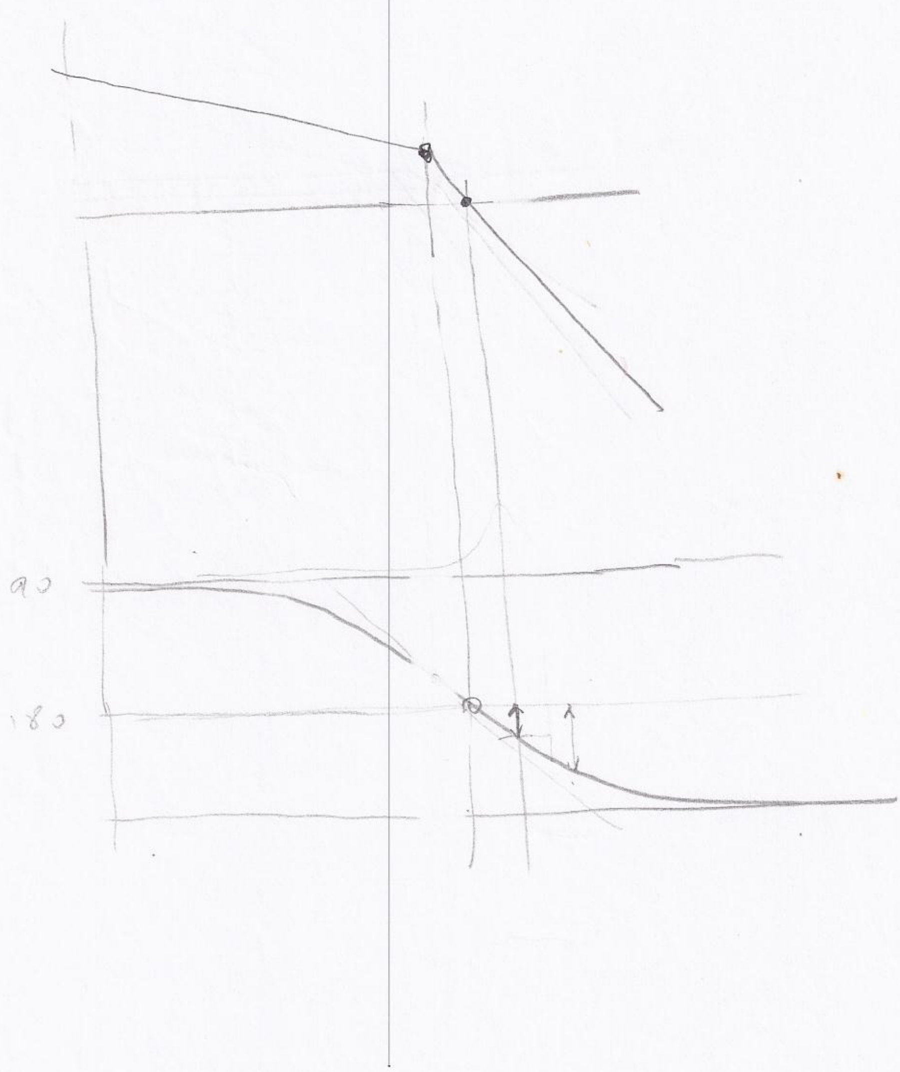
1. אם דרוש Φ_m גדול אזי a גדול
   א. הגבר הכניסה $K' = Ka$ גדול, רעשים
   ב. רוחב סרט גדול מלקט רעשים
2. רשת התיקון דוחף את ω_c ל-ω_c' ואם גדול
   ה-P.M. של המערכת המקורית קטן עם ω
   אם ה-P.M. ~~יורד~~ קטן במהירות רק ω אזי
   a עצום.

<u>מקרים</u>

א). 2 קטבים פשוטים קרוב ל ω_c

ב.) קוטב כפול קרוב ל ω_c

ג.) 2 קטבים קומפלקסיים קרוב ל ω_c



דוגמא:

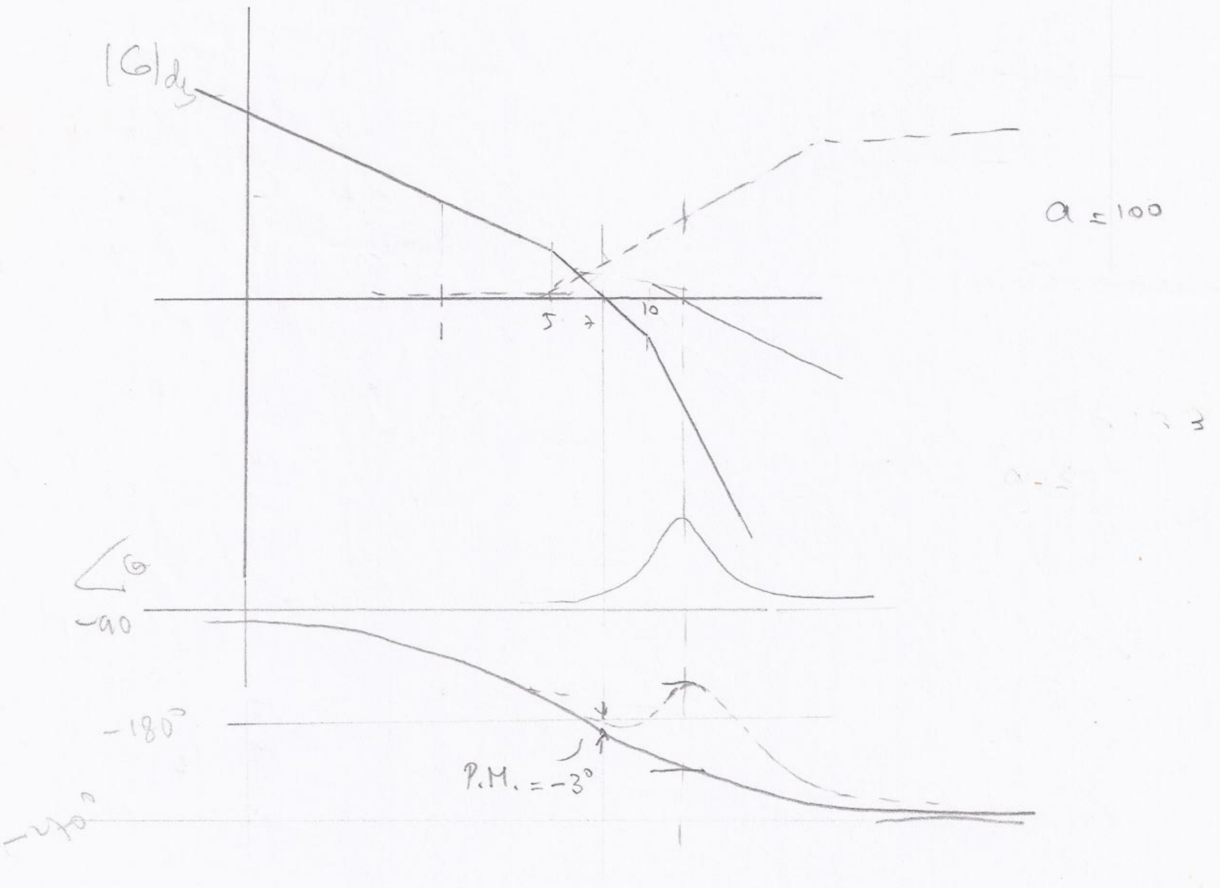
$$G(s) = \frac{K}{s(1+0.2s)(1+0.1s)}$$

דרוש:

$k_v = 10$

P.M. $\geq 40^\circ$

1) $\omega_1 = 5$, $\omega_2 = 10$ G.H. [illegible]



generalley $a_{max} = 15$

קידום פזה

יתרונות:

1. קידום פזה בסביבת ω^* (gain crossover)
2. הגדלת Φ_m
3. מאפשר K_v גדול יותר בלי אובדן PM
4. הגדלת רוחב הסרט

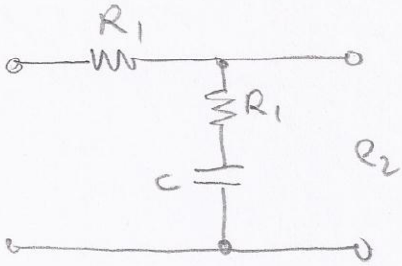
חסרונות:

1. הגברת רעשים בגלל a גדול
2. לא אפקטיבית אם יש ירידת פזה חזקה בסביבת ω^*
3. מקובל לא לבחור $\Phi_{max} > 60^\circ$

$\downarrow$

רשת פיגור פזה

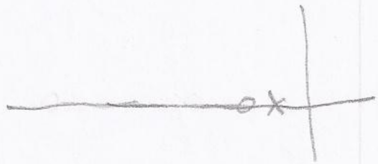
רשת פיגור פזה :



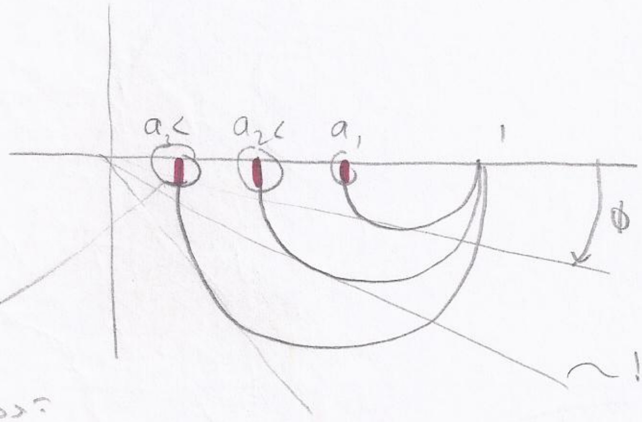
$$a = \frac{R_2}{R_1+R_2}$$

$$aT = R_2 C$$

$$\boxed{a<1}$$

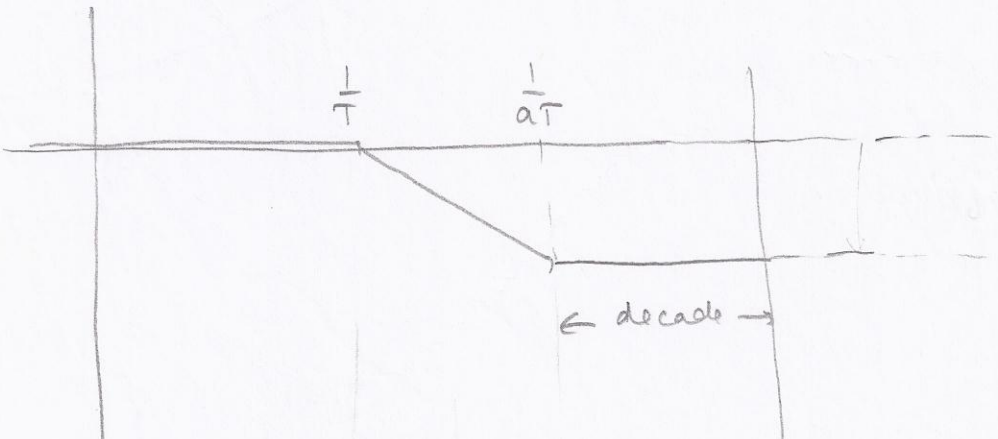


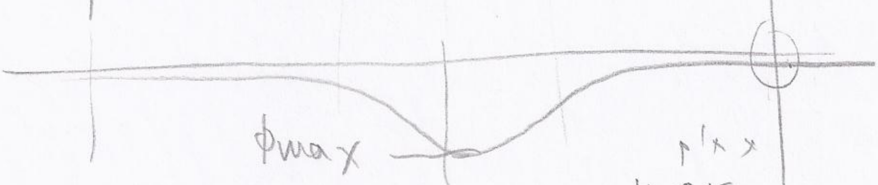
$$H_c = \frac{e_2}{e_1} = \frac{1+aTs}{1+Ts}$$



צמום
המענין
הצמום שבו פיגור
הפזה קטנה.

לא מעניין !





צאום
המענין

דוגמא:

$$G(s) = \frac{K}{s(1+0.1s)(1+0.2s)}$$

דרוש:

$K_v = 30$

$P.M \geq 40^\circ$

1. דרוש: $K_v = 30$ ← $k = 30$

א. בודה של הגבר K: $\frac{30}{s(1+0.1s)(1+0.2s)}$

$\omega_c = 11$ → $\Phi_M = -25^\circ$

2. מציאת $\omega = 3.3$ עבור $\Phi.M = 40^\circ$

3. בחירת $\omega^{*\prime} = 3$ ← $A = 20\,db$ של

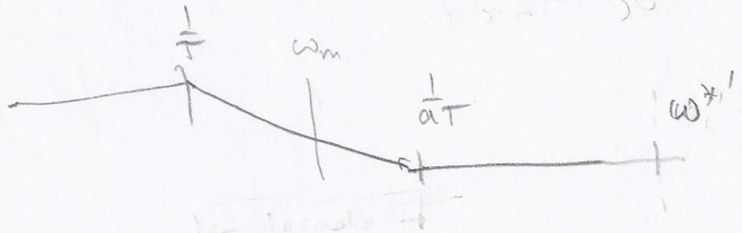
6.

$\omega^{*\prime} = 3$ ב $20\log|GH'| = 0$

$$20\log|GH'| = 20\log|GH| + 20\log a = 20 + 20\log a = 0$$

$\log a = -1$ $\quad \underline{\underline{a = 0.1}}$

פרוש



7. בדרך כלל בוחרים $\frac{1}{aT}$ דקדה מ $\omega^{*\prime}$

$$\boxed{\frac{1}{aT} = \frac{\omega^{*\prime}}{10} = \frac{3}{10} = \underline{\underline{0.3}}}$$

$T = \frac{1}{a\,0.3} = \frac{1}{0.03} = 33.3\ \underline{\underline{sec}}$

$$\boxed{\frac{1}{T} = 0.03}$$

$$\frac{e_2}{e_1} = \frac{1 + aTs}{1 + Ts} = \frac{1 + 3.33\,s}{1 + 33.3\,s}$$

$$G'(s) = G_c(s)\,G(s) = \frac{30\,(1+3.33s)}{s(1+0.1s)(1+0.2s)(1+33.3s)}$$

<u>מסקנות:</u>

1. k_v גדל פי 10 ו Φ.M.

2. ω_c קטן ורוחב הסרט קטן

3. תגובת הזמן יותר איטי