

פתרון מוצע לבחינת משה"ח מערכות בקרה ותקשורת ה'- 711913

מועד אביב תשע"ט, חודש אפריל שנה 2019
 מחברים: עדן עופר וקראפט רמי -מכללת אורט הרמלין נתניה

פרק א'- מערכות בקרה

שאלה מס' 1

סעיף א

$$\theta[G] = -180^\circ \quad \omega_\pi = 6.3 \left(\frac{RAD}{SEC} \right)$$

$$20\log G_{\omega_\pi} = 10 \text{ dB}$$

$$\Delta A = -10 \text{ dB} \quad \text{עודף הגבר}$$

$$\omega_c = 10.1 \frac{RAD}{SEC}$$

$$\varphi_{\omega_c} = -240^\circ$$

$$\Delta\varphi = \varphi_{\omega_c} + 180^\circ = -60^\circ \quad \text{עודף מופע}$$

במערכת שלפנינו $\Delta\varphi$ עודף מופע שלילי ΔA עודף הגבר שלילי
 לכן המערכת לא יציבה

סעיף ב

לפי גרפי בודה

$$G = \frac{10}{(0.25S + 1)^2(0.1S + 1)^2}$$

$$G = \frac{16000}{S^4 + 28S^3 + 116S^2 + 1120S + 1600}$$

סעיף ג

מעוניינים לקבל ΔA עודף הגבר 30dB
 לצורך כך יש להשתמש בגורם K_c הכופל את G_{ω_π}
 $20\log(K_c * G_{\omega_\pi}) = -30\text{dB}$
 $20\log(K_c * G_{\omega_\pi}) = 20\log K_c + 20\log G_{\omega_\pi}$
 $20\log K_c = -40\text{dB}$ לכן $20\log G_{\omega_\pi} = 10 \text{ dB}$
 $K_c = 0.01$ מכאן מתקבל

שאלה מס' 2

$$\begin{aligned}
 K_{GH} &= \frac{5(s+1)}{s(s+2)(s+4)} \\
 K_p &= \lim_{s \rightarrow 0} KGH \\
 K_p &= \infty \\
 K_v &= \lim_{s \rightarrow 0} s * KGH \\
 K_v &= \lim_{s \rightarrow 0} s * KGH \\
 K_v &= \lim_{s \rightarrow 0} \left(\frac{s * 5(s+1)}{s(s+2)(s+4)} \right) \\
 K_v &= \frac{5}{8} = 0.625 \\
 K_a &= \lim_{s \rightarrow 0} s^2 * KGH \\
 K_a &= 0 \\
 K_a &= \lim_{s \rightarrow 0} s^2 \frac{5(s+1)}{s(s+2)(s+4)} = 0
 \end{aligned}$$

סעיף ב

לפי טבלת חישוב שגיאה

$$\begin{aligned}
 e_{\infty} &= \frac{r_1}{1 + K_p} \\
 e_{\infty} &= 0 \\
 e_{\infty} &= \frac{r_2}{K_v} \\
 e_{\infty} &= \frac{1}{0.625} = 1.6 \\
 e_{\infty} &= \frac{2\sqrt{3}}{K_a} = \infty
 \end{aligned}$$

סעיף ג

המערכת יציבה מכיוון שאפסים וקטבים נמצאים בצד שמאל של מישור S

סעיף ד

המערכת אינה יכולה לשמש לבקרת מהירות מכיוון שבזמן בקרת מהירות יש מצבים של תאוצה והמערכת אינה יכולה לעשות בקרה במצב תאוצה מכיוון ש $K_a = 0$ ונוצרת שגיאה אינסופית.

שאלה מס' 3

מערכת מסדר שני שבה תנודות מיוצגת ע"י הביטוי

$$G = \frac{K \omega_n^2}{S^2 + 2\xi\omega_n S + \omega_n^2}$$

לפנינו מערכת שבה

$$G = \frac{1}{S^2 + 1}$$

סעיף א מכיון ש $\omega_n^2 = 1$ גם $\omega_n = \frac{1 \text{ RAD}}{\text{SEC}}$

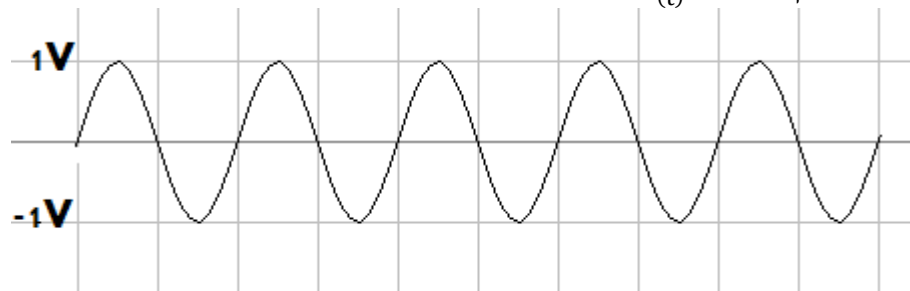
סעיף ב

במערכת שלנו $\xi = 0$ מכיון שהביטוי $2\xi\omega_n = 0$

חישוב תגובת מוצא לאות כניסה ה"לם $R = 1$

1. $C_s = G_s \cdot 1 = \frac{1}{s^2 + 1}$ לפי שורה 11 בטבלת לפלס מתקבל $C_t = \sin \omega t$

לכן $C(t) = \sin t$



חישוב תגובת מוצא לאות כניסה יחידת מדרגה

סעיף ג

$$R = \frac{1}{s} \quad .2$$

$$C(s) = G(s) \cdot R$$

$$C(s) = G(s) \cdot \frac{1}{s} = \frac{1}{s(s^2 + 1)}$$

לפי שורה 15 בטבלת לפלס כאשר $\omega = 1$

$$C(t) = 1 - \cos t$$

שאלה מס' 4

סעיף א

מערכת הבקרה המתוארת באיור א כוללת שני אפסים ושני קטבים הנמצאים בחצי המישור השמאלי של מישור S. כתוצאה תגובה לאות מבוא הים תהיה תגובה יציבה. איור ב מתאר אות שאינו יציב. אות תגובה שגדלה עם הזמן ללא גבולות לכן איור ב אינו מתאר אות תגובה השייך למערכת המתוארת באיור א.

סעיף ב

על פי איור ג

$$G = \frac{1}{(S + 10)(S + 2)(S + 5)}$$

$$KGH = \frac{1}{S^3 + 8S^2 + 17S + 10}$$

נקודות חיתוך עם ציר דמיוני מתקבלות מטבלת ראוט.

אפשר בשאלה שלנו לקבל נקודות חיתוך גם בעזרת

$$S^3 + 8S^2 + 17S + 10 + K = 0 \quad \text{משוואה אופינית}$$

$$S = j\omega \quad \text{נציב}$$

$$-j\omega^3 - 8\omega^2 + 17j\omega + 10 + K = 0$$

$$-j\omega^3 + 17j\omega = 0 \quad \text{השוואת חלק מדומה לאפס}$$

$$\omega^2 = 17 \quad \text{מתקבל} \quad \text{ערך } \omega \text{ נותן נקודת חיתוך עם ציר מדומה}$$

$$\omega = 4.123 \frac{\text{RAD}}{\text{SEC}}$$

מציאת K על ידי השוואת חלק ממשי לאפס

$$-8\omega^2 + 10 + K = 0$$

$$-8 * 17 + 10 + K = 0$$

$$K = 126$$

ערכו של K נבדק גם בעזרת טבלת ראוט

פרק ב' - תקשורת ב'
שאלה 5
נתונים:

$$\begin{aligned} P_L &= 2\text{mw} \\ L_{sf} &= 14\text{db} \\ \beta &= 5\text{db/km} \\ L_{fd} &= 6\text{db} \\ L &= 2\text{km} \\ P_d &= -30\text{dbm} \end{aligned}$$

פתרון:

$$\begin{aligned} \text{LOSSt} &= L_{sf} + \beta \times L + L_{fd} \\ \text{LOSSt} &= 14 + 5 \times 2 + 6 = 30\text{db} \\ P_L &= 10\log(2\text{mw}/1\text{mw}) = 3\text{db} \\ \text{PR} &= P_L - \text{LOSSt} = 3\text{dbm} - 30\text{db} = -27\text{dbm} \\ L_m &= \text{PR} - P_d \\ L_m &= -27\text{dbm} - (-30\text{dbm}) = 3\text{db} \end{aligned}$$

שאלה 6

$$\begin{aligned} M=4 \text{ מס' אשכולות } N=7 \text{ מס' תאים באשכול } 1/N=1/7 \text{ מקדם שימוש חוזר } A=29 \text{ כמות התעבורה כוללת של תא לפי טבלה} \\ A_u = (\lambda \times H)/3600 = (2 \times 3 \times 60)/3600 = 0.1\text{Erl} \text{ כמות תעבורה שמייצר מנוי בשעה:} \\ U = A/A_u = 29/0.1 = 290 \text{ מספר מנויים בתא:} \end{aligned}$$

-דרגת שרות, קובעת את ההסתברות לחסימת שיחה. כאשר מקטינים את GOS האחוז ובהנחה שמספר הערוצים לא משתנה, למעשה הקטינו את כמות התעבורה בתא וע"י כך מבטיחים שרות טוב יותר.

שאלה 7

תקשורת לוויינית - שטח כיסוי רחב, אין צורך בהשקעה בתשתית ותחנות ממסר
 - יקר ותלוי במזג האוויר
תקשורת קרקעית - השקעה חד פעמית מאפשרת לשרת עשרות שנים
 - לא גמישה לשינויים טופוגרפיים

FDM - מרבב בשיטת X

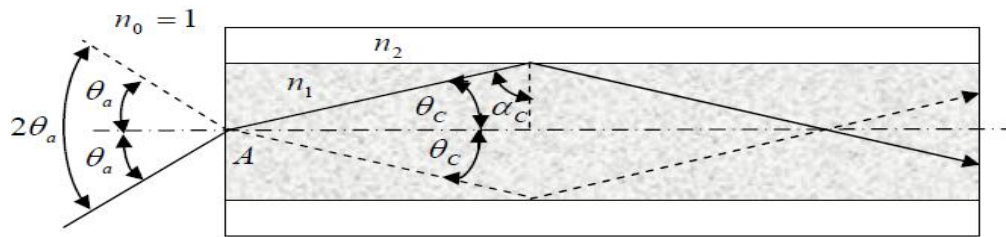
ניתן להשתמש בתשתית של זוג שזור או כבל מסוכך כפי שמשתמשים חברות תשתית כגון בזק או כבלים ולספק שרות אינטרנט

תחנת ממסר משמש לוויין- ממסר לווייני
 Satellite Transponder

ערוץ שידור מתחנת קרקע אל לוויין Uplink
 ערוץ שידור מלוויין אל תחנת הקרקע Downlink

שאלה 8

(א) זווית התקדמות האור בתוך סיב חייבת להיות שווה או קטנה מזווית קריטית



$$\theta_c = \sin^{-1} \left(\frac{n_2}{n_1} \right)$$

$$\theta_c = \arcsin(n_2/n_1) = \arcsin(1.36/1.4) = 76.27$$

$$\text{N.A.} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} \quad \text{N.A.} = 0.33$$

(ב) מפתח נומרי

$$\text{N.A.} = \sin \theta_a$$

גודל זה מגדיר מפתח נומרי
- זווית הקליטה $2\theta_a$

$$\Delta = \frac{n_1 - n_2}{n_1} \quad \text{מהירות האור בריק (באוויר)}$$

(ג)

$$\Delta t = (n_1 \times L \times \Delta) / C = (1.4 \times 5000 \times 0.0286) / 3 \times 10^8 = 6.66 \times 10^{-7} \text{ sec}$$

$$\lambda_1 = \lambda / n_1 = 900 \text{ nm} / 1.4 = 0.64 \mu\text{m} \quad V_1 = C / n_1 = 3 \times 10^8 / 1.4 = 214.29 \times 10^6 \text{ m/s}$$

(ד)

