

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים

מועד הבחינה: אביב תשפ"א, 2021

סמל השאלון: 711913

נספחים: א. נספח לשאלה 1

ב. נוסחאון במערכות בקרה

לכיתה י"ד

ג. נוסחאון בתקשורת מחשבים

לכיתה י"ד

ד. מילון מונחים

מערכות תקשורת ובקרה ה'

למתמחים במערכות אלקטרוניות במגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

(כיתה י"ד)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שמונה שאלות.

יש להשיב על ארבע שאלות בלבד.

לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.

ד. הוראות מיוחדות:

- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
- כתוב את כל תשובותיך אך ורק בעט.
- הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
- כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
- אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
- בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:
 - * כתיבת הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * כתיבת התוצאה המתקבלת, ולצדה יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.
- לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.

בשאלון זה 7 עמודים ו-14 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,

אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

המשך מעבר לדף

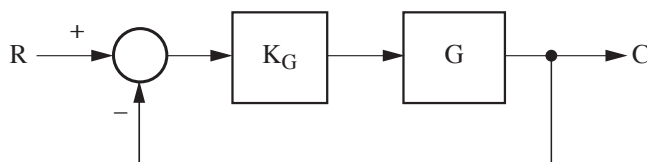
השאלות

ענה על ארבע מבין השאלות 1-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

מערכות בקרה

שאלה 1

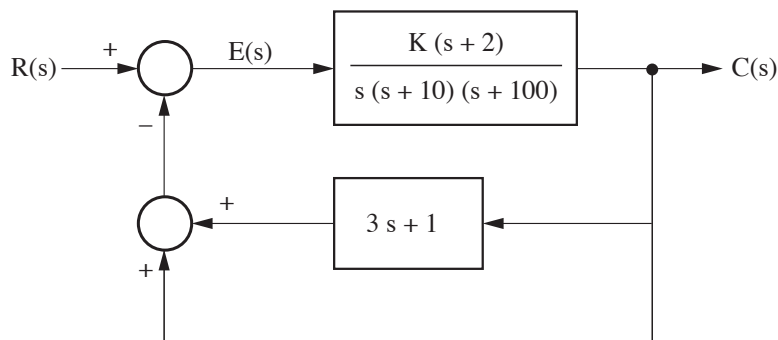
- א. (10 נק') בנספח לשאלה 1 נתונים גרפי בודה בחוג פתוח של מערכת בקרה בעלת משוב יחידה, הפועלת בחוג סגור.
(5 נק') 1. מצא, מתוך הגרפים שבנספח, את עודף ההגבר בקירוב ואת עודף המופע בקירוב של המערכת.
(5 נק') 2. האם מערכת בקרה זו יציבה? נמק את תשובתך.
ב. (8 נק') מצא, מתוך הגרפים שבנספח, את פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה, $G(s)$.
ג. (7 נק') למערכת הבקרה הוסיפו מגבר, K_G , כמתואר באיור לשאלה 1. חשב את ערכו של K_G , שעבורו עודף ההגבר של המערכת יהיה של 30 db.



איור לשאלה 1

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 2

- א. (10 נק') מצא את פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה, $\frac{C}{R}(s)$.
- ב. (7 נק') קבע את סוג המערכת ואת סדר המערכת.
- ג. (5 נק') חשב את שגיאת המערכת במצב המתמיד עבור אות מבוא מסוג שיפוע יחידה, אם ידוע כי $K = 1,000$.
- ד. (3 נק') חשב את תחום הערכים של K , שעבורו המערכת תהיה יציבה.

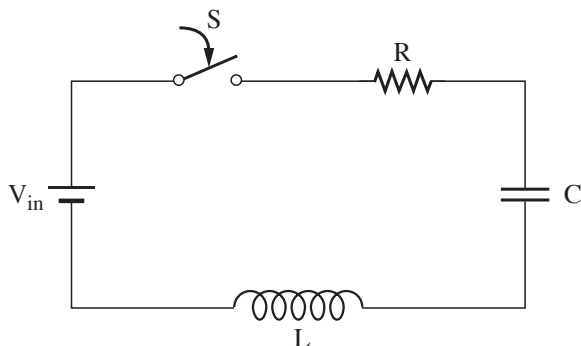
שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל RLC, המורכב מנגד, מסליל ומקבל. המעגל כולל מקור מתח ישר, V_{in} .

נתונים: $V_{in} = 5 \text{ V}$, $L = 0.01 \text{ H}$, $C = 0.01 \text{ F}$, $R = 5 \Omega$

פונקציית התמסורת המתארת את הקשר בין המתח על הקבל ובין מתח המקור היא:

$$\frac{V_C(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1}{LCs^2 + RCs + 1}$$



איור לשאלה 3

המפסק S היה פתוח זמן רב מאוד. בזמן $t = 0$ סוגרים את המפסק.

(5 נק') א. חשב את ההגבר הסטטי (במצב המתמיד) של פונקציית התמסורת.

(5 נק') ב. חשב את התדר הטבעי ואת מקדם הריסון של המעגל.

(5 נק') ג. חשב מה יהיה המתח על-פני הקבל זמן רב לאחר סגירת המפסק.

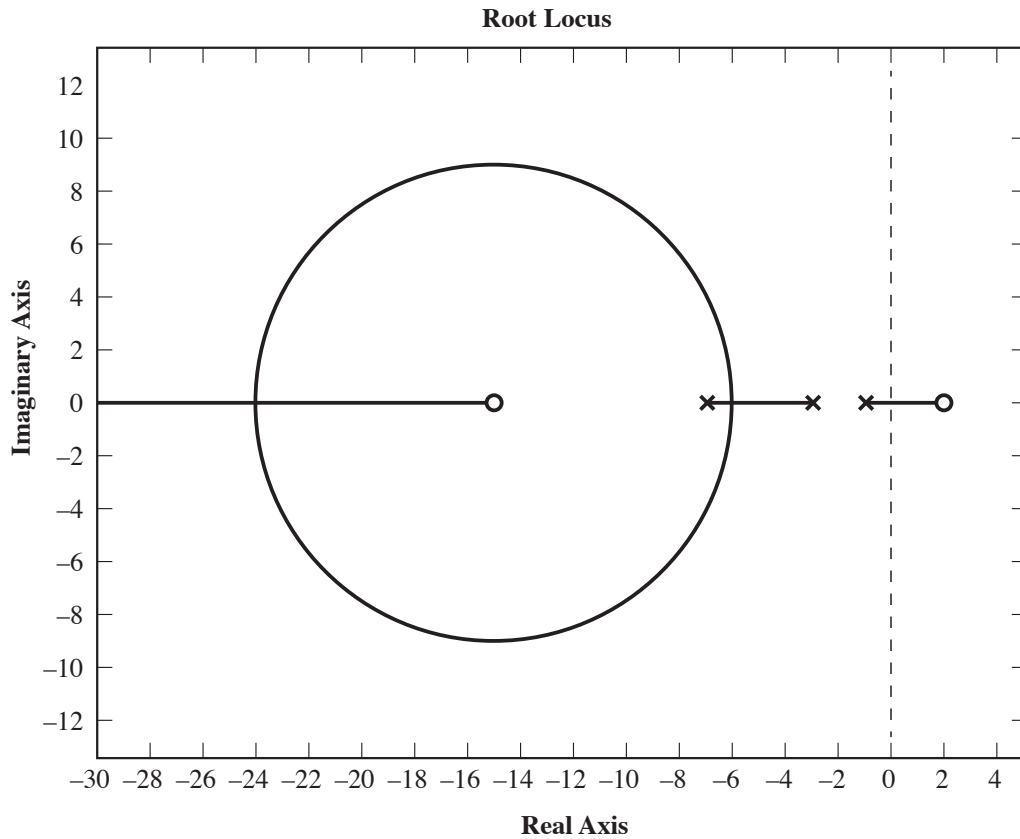
מקטינים את התנגדות הנגד במעגל פי 5.

(5 נק') ד. חשב את ההגבר הסטטי, את מקדם הריסון ואת התדר הטבעי שיתקבלו במעגל החדש.

(5 נק') ה. האם הקטנת ההתנגדות של הנגד פי 5 תשפיע על מקדם הריסון של המעגל ועל אופי התגובה של המעגל לשינוי מדרגה? נמק את תשובתך.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתונה דיאגרמת המג"ש (Root Locus) של מערכת בקרה הפועלת בחוג סגור.



איור לשאלה 4

- א. (10 נק') מצא את פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה.
- ב. (5 נק') האם ייתכן שלמערכת זו יהיה קוטב ב- $(-8 + j8)$? נמק את תשובתך.
- ג. (5 נק') האם מערכת זו תהיה יציבה עבור כל הגבר חיובי? נמק את תשובתך.
- ד. (5 נק') מספקים בכניסה למערכת אות מדרגה. האם ייתכן שתגובת המערכת בחוג סגור תהיה ללא תנודות? נמק את תשובתך.

תקשורת מחשבים

שאלה 5

נתון אות המידע הספרתי 10110111 .

- א. (10 נק') מקודדים את האות בקוד QPSK ומשדרים אותו בקצב של 9,600 באוד (Baud) . מצא את קצב השידור של הסיביות.
- ב. (5 נק') מעוניינים להעביר את האות בערוץ תקשורת בעל יחס אות לרעש של 20 dB . חשב את רוחב הפס המזערי הנדרש בערוץ תקשורת זה.
- ג. (5 נק') סרטט את צורת האות המשודר כפונקצייה של הזמן, כשהוא מקודד בקידוד מנצ'סטר.
- ד. (5 נק') סרטט את צורת האות המשודר כפונקצייה של הזמן, כשהוא מקודד בקידוד 4FSK .

שאלה 6

- א. (10 נק') הסבר כיצד מתבצע סינכרון בין שתי יחידות בתקשורת סינכרונית ובתקשורת אסינכרונית.
- ב. (5 נק') הסבר באיזו שיטת סינכרון עדיף להשתמש לצורך תקשורת בין שתי יחידות המתקשרות ביניהן בקצב גבוה.
- ג. (5 נק') בפרוטוקול RS232 קצב התקשורת בין יחידות והמרחק המרבי ביניהן נמוכים יותר מאשר בפרוטוקול RS485 . הסבר מדוע.
- ד. (5 נק') ציין שני תנאים שצריכים להתקיים כדי שיחידת קצה המחוברת למודם תוכל לשדר בפרוטוקול RS232 .

שאלה 7

- א. (5 נק') ציין שני יתרונות שיש לחיבור של HUB לכניסת USB במחשב.
- ב. (5 נק') מחברים למחשב שלושה התקני USB הניזונים ממתח של 5 V , וצורכים זרמים שונים:
האחד – 50 mA , השני – 580 mA והשלישי – 270 mA . הסבר איזו בעיה תתעורר בעקבות חיבור ההתקנים למחשב, וכיצד אפשר לפתור בעיה זו.
- ג. (5 נק') מהם קצבי העבודה הנתמכים בתקן USB 2.0 ? האם הקצבים שציינת מתייחסים לקצב ההתקן או לקצב ה־USB ?
- ד. (5 נק') הסבר מהו תפקיד ה־DRIVER בחיבור התקן USB למחשב, ובאיזה מקרה נדרש להתקין DRIVER .
- ה. (5 נק') הסבר כיצד תקן USB מטפל בשגיאות בהעברת המידע.

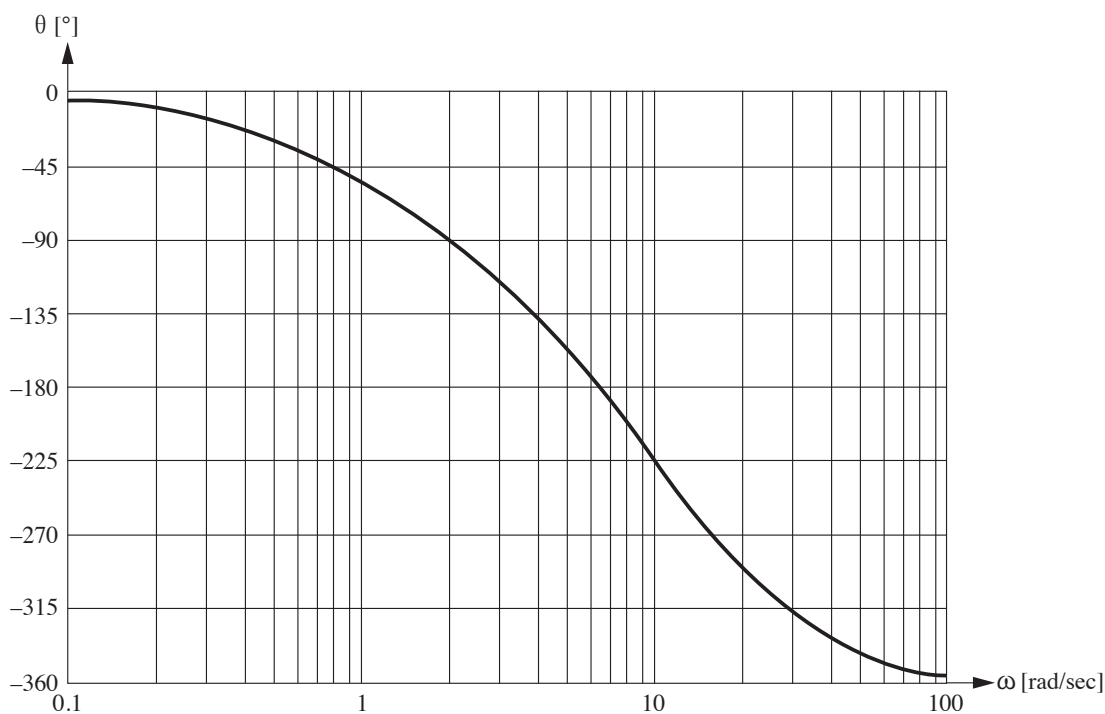
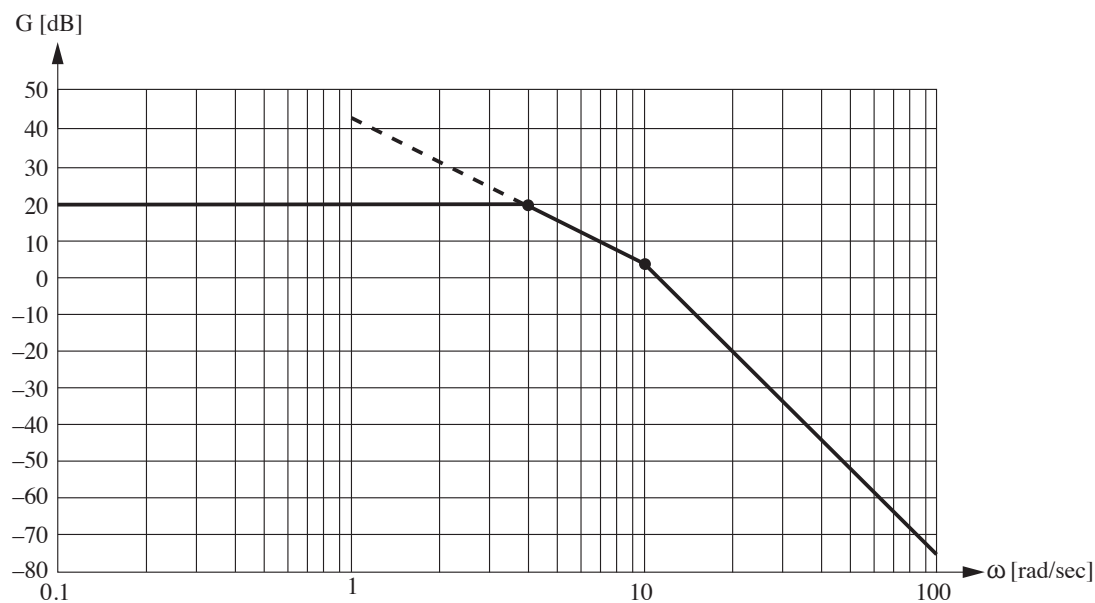
שאלה 8

- א. (10 נק') הסבר את המבנה ואת התפקיד של שדה הדגל (FLAG).
- ב. (5 נק') ציין שני תפקידים של שדה הבקרה (CONTROL).
- ג. (5 נק') הסבר כיצד יוצרים את השדה CRC, וכיצד משתמשים בו לגילוי ולתיקון של שגיאות.
- ד. (5 נק') צד א' שולח מסגרת מידע $I(N_s = 4, F = 0, N_r = 0)$ לצד ב'.
הסבר מה תהיה התגובה של צד ב' במקרים האלה:
(3 נק') 1. המסגרת תקינה ואין לצד ב' מידע לשלוח.
(2 נק') 2. המסגרת שגויה.

בהצלחה!

נספח לשאלה 1

לשאלון 711913, אביב תשפ"א



אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון במערכות בקרה לכיתה י"ד

התמחות מערכות אלקטרוניות

(9 עמודים)

התמרת לפלס

$$\mathcal{L}[f(t)] = \int_0^{\infty} f(t) e^{-st} dt = F(s)$$

הגדרה:

$$\mathcal{L}[D^n f(t)] = s^n F(s) - s^{n-1} f(0) - s^{n-2} Df(0) - \dots - D^{n-1} f(0)$$

המרת נגזרת של פונקצייה:

$$\mathcal{L}\left[\int_0^t f(\tau) d\tau\right] = \frac{1}{s} F(s) + \frac{1}{s} F(0)$$

המרת אינטגרל של פונקצייה:

$$\int_{-\infty}^0 f(\tau) d\tau : t = 0 \text{ זמן } F(0) \text{ הוא ערך האינטגרל}$$

$$\lim_{s \rightarrow 0} sF(s) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$$

משפט הערך הסופי:

$$\lim_{s \rightarrow \infty} sF(s) = \lim_{t \rightarrow 0} f(t)$$

משפט הערך ההתחלתי:

$$A_{q(r-k)} = \left\{ \frac{1}{k!} \frac{d^k}{ds^k} \left[(s-s_q)^r \frac{P(s)}{Q(s)} \right] \right\}_{s_q}$$

פירוק לשברים חלקיים עם קטבים ממשיים:

r – מספר השורשים הכפולים

$k = 0, 1, 2, \dots, r-1$

s_q – השורש

$$F(s) = \frac{20}{(s^2 + 2s + 4)(s + 2)} = \frac{As + B}{s^2 + 2s + 4} + \frac{C}{s + 2}$$

דוגמה לפירוק לשברים חלקיים

עם קוטב מרוכב:

טבלת התמורות לפלס		
	$F(s)$	$f(t)$ $t \geq 0$
1.	1	$u_0(t)$ הלם של יחידה בזמן $t_0 = 0$
2.	$\frac{1}{s}$	1 or $u_{-1}(t)$ מדרגת יחידה המתחילה בזמן $t_0 = 0$
3.	$\frac{1}{s^2}$	$tu_{-1}(t)$ שיפוע של יחידה
4.	$\frac{1}{s^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1}$ חיובי שלם n
5.	$\frac{1}{s} e^{-as}$	$u_{-1}(t-a)$ מדרגת יחידה המתחילה בזמן $t_0 = a$
6.	$\frac{1}{s} (1 - e^{-as})$	$u_{-1}(t) - u_{-1}(t-a)$ דופק ריבועי
7.	$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}
8.	$\frac{1}{(s+a)^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} e^{-at}$ חיובי שלם n
9.	$\frac{1}{s(s+a)}$	$\frac{1}{a} (1 - e^{-at})$
10.	$\frac{1}{s(s+a)(s+b)}$	$\frac{1}{ab} \left[1 - \frac{b}{b-a} e^{-at} + \frac{a}{b-a} e^{-bt} \right]$ $a \neq b$
11.	$\frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$	$\sin(\omega t)$
12.	$\frac{s}{s^2 + \omega^2}$	$\cos(\omega t)$
13.	$\frac{s + \alpha}{s^2 + \omega^2}$	$\frac{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}{\omega} \sin(\omega t + \phi)$ $\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{\alpha}$
14.	$\frac{s \sin \theta + \omega \cos \theta}{s^2 + \omega^2}$	$\sin(\omega t + \theta)$

15.	$\frac{1}{s(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{1}{\omega^2}(1 - \cos \omega t)$	
16.	$\frac{s + \alpha}{s(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{\alpha}{\omega^2} - \frac{\sqrt{\alpha^2 + \omega^2}}{\omega^2} \cos(\omega t + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{\alpha}$
17.	$\frac{1}{(s + a)(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{e^{-at}}{a^2 + \omega^2} + \frac{1}{\omega \sqrt{a^2 + \omega^2}} \sin(\omega t + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{a}$
18.	$\frac{1}{(s + a)^2 + b^2}$	$\frac{1}{b} e^{-at} \sin(bt)$	
19.	$\frac{1}{s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2}$	$\frac{1}{\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2}} e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t)$	
20.	$\frac{s + a}{(s + a)^2 + b^2}$	$e^{-at} \cos(bt)$	
21.	$\frac{s + \alpha}{(s + a)^2 + b^2}$	$\frac{\sqrt{(\alpha - a)^2 + b^2}}{b} e^{-at} \sin(bt + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{b}{\alpha - a}$
22.	$\frac{1}{s[(s + a)^2 + b^2]}$	$\frac{1}{a^2 + b^2} + \frac{1}{b \sqrt{a^2 + b^2}} e^{-at} \sin(bt - \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{b}{-a}$
23.	$\frac{1}{s(s^2 + 2\zeta\omega_n s + \omega_n^2)}$	$\frac{1}{\omega_n^2} - \frac{1}{\omega_n^2 \sqrt{1 - \zeta^2}} e^{-\zeta\omega_n t} \sin(\omega_n \sqrt{1 - \zeta^2} t + \phi)$	$\phi = \cos^{-1} \zeta$

טבלת קבועי-השגיאה למערכת עם משוב יחידה

$$GH(s) = \frac{K \cdot B_1(s)}{s^\ell \cdot B_2(s)}$$

את פונקציית התמסורת בחוג פתוח אפשר לרשום באופן כללי כך:

כאשר: K – הגבר

ℓ – סוג המערכת

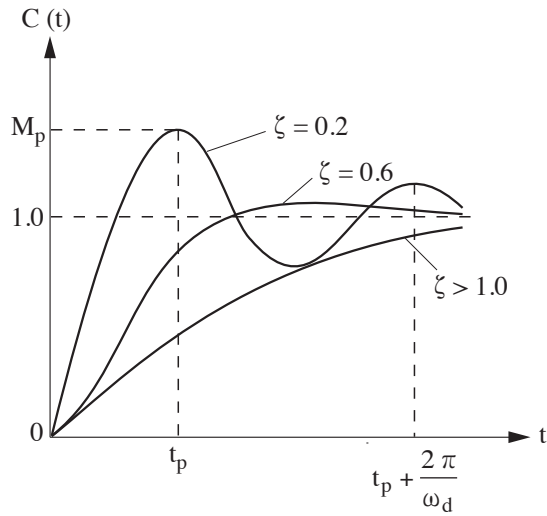
$B_1(s)$, $B_2(s)$ – פולינומים

$$B_1(s) = a_0 \cdot s^m + a_1 \cdot s^{m-1} + \dots + a_{m-1} \cdot s + a_m$$

$$B_2(s) = b_0 \cdot s^n + b_1 \cdot s^{n-1} + \dots + b_{n-1} \cdot s + b_n$$

אות תאוצה $r(t) = r_3 \cdot t^2$		אות מהירות $r(t) = r_2 \cdot t$		אות מדרגה $r(t) = r_1$		מבוא סוג המערכת
שגיאת המצב המתמיד	k_a	שגיאת המצב המתמיד	k_v	שגיאת המצב המתמיד	k_p	
∞	0	∞	0	$\frac{r_1}{1 + k_p}$	$\frac{K \cdot B_1(0)}{B_2(0)}$	סוג 0
∞	0	$\frac{r_2}{k_v}$	$\frac{K \cdot B_1(0)}{B_2(0)}$	0	∞	סוג 1
$\frac{2 \cdot r_3}{k_a}$	$\frac{K \cdot B_1(0)}{B_2(0)}$	0	∞	0	∞	סוג 2

תגובת מערכת מסדר שני, בעלת הגבר סטטי של 1, לאות מבוא של מדרגה יחידה
כפונקצייה של מקדם הריסון



$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} \quad ; \quad M_p = 1 + e^{\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} \quad ; \quad \omega_d = \omega_n \sqrt{1-\zeta^2}$$

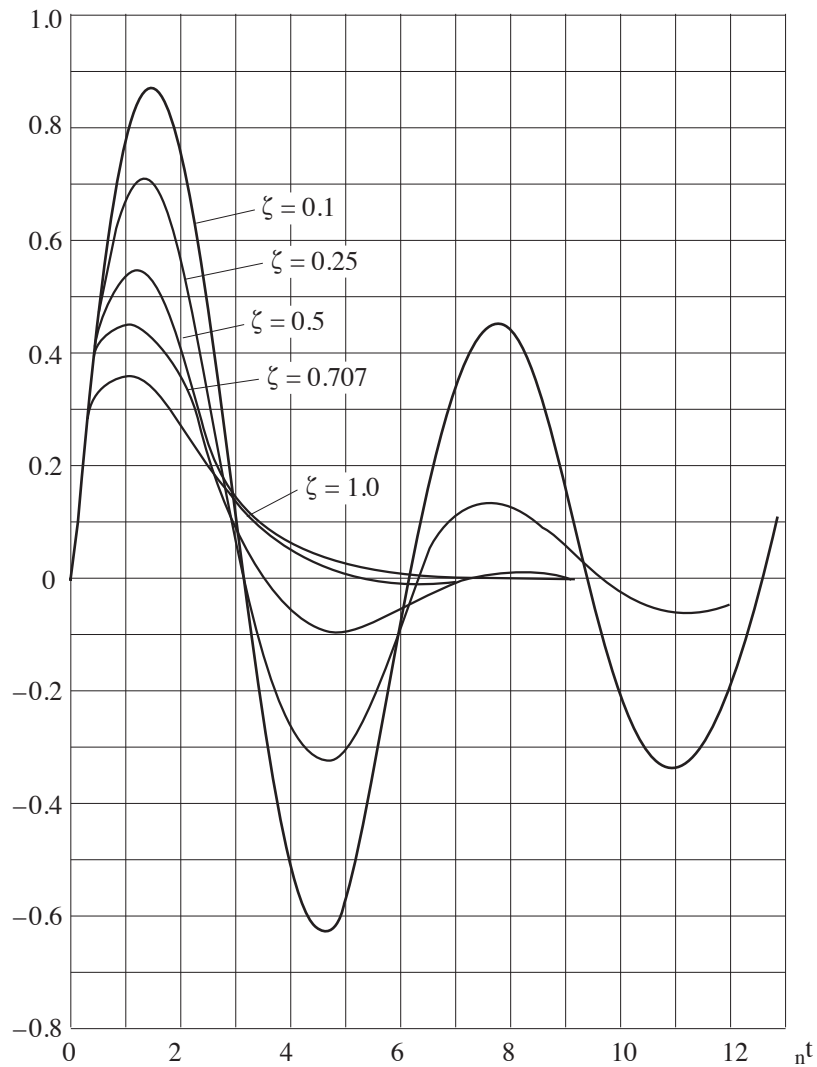
כאשר:

M_p – תגובת היתר המרבית

t_p [sec] – זמן תגובת היתר המרבית

$\omega_d \left[\frac{\text{rad}}{\text{sec}} \right]$ – התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת

תגובת מערכת מסדר שני, בעלת הגבר סטטי של 1, לאות מבוא הלט של יחידה
כפונקציית של מקדם הריסון



טבלת ראוט

המשוואה האופיינית $Q(s)$:

$$Q(s) = b_n s^n + b_{n-1} s^{n-1} + b_{n-2} s^{n-2} + \dots + b_1 s + b_0 = 0$$

s^n	b_n	b_{n-2}	b_{n-4}	b_{n-6}	$\dots$
s^{n-1}	b_{n-1}	b_{n-3}	b_{n-5}	b_{n-7}	$\dots$
s^{n-2}	c_1	c_2	c_3	$\dots$	
s^{n-3}	d_1	d_2	$\dots$		
s^1	j_1				
s^0	k_1				

$$c_1 = \frac{b_{n-1} b_{n-2} - b_n b_{n-3}}{b_{n-1}}$$

$$c_2 = \frac{b_{n-1} b_{n-4} - b_n b_{n-5}}{b_{n-1}}$$

$$c_3 = \frac{b_{n-1} b_{n-6} - b_n b_{n-7}}{b_{n-1}}$$

$$d_1 = \frac{c_1 b_{n-3} - b_{n-1} c_2}{c_1}$$

$$d_2 = \frac{c_1 b_{n-5} - b_{n-1} c_3}{c_1}$$

$$d_3 = \frac{c_1 b_{n-7} - b_{n-1} c_4}{c_1}$$

מג"ש – מקום גאומטרי של שורשים

מרכז האסימפטוטות (נקודת חיתוך עם הציר הממשי):

$$\sigma_o = \frac{\sum_{i=1}^n \operatorname{Re}(p_i) - \sum_{h=1}^w \operatorname{Re}(z_h)}{n-w}$$

(מספר הקטבים)
(מספר האפסים)

זווית האסימפטוטות:

$$\gamma = \frac{(1+2h)180}{n-w} \quad h = 0, 1, 2, \dots, n-w-1$$

נקודות החיתוך עם הציר הממשי x מתקבלות מהתנאי:

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{x-p_i} = \sum_{i=1}^w \frac{1}{x-z_i}$$

(i קוטב - p_i)
(i אפס - z_i)

או מהתנאי: $\frac{dK}{ds} = 0$, כאשר מבודדים את K במשוואה האופיינית: $1 + GH(s) = 0$.

מתוך הנקודות המתקבלות – רק אלו הנמצאות על המג"ש הן נקודות חיתוך עם הציר הממשי x.

נקודות החיתוך עם הציר הדמיוני מתקבלות מטבלת ראוט.

$$\theta_D = 180^\circ + \arg GH' \quad \theta_D - \text{זווית העזיבה של המג"ש מנקודת קוטב/אפס}$$

$$\theta_A = 180^\circ - \arg GH' \quad \theta_A - \text{זווית ההתכנסות של המג"ש מנקודת קוטב/אפס}$$

$\arg GH'$ – הזווית של GH ללא הקוטב/האפס שמחשבים את הזווית שלו.

דיאגרמת בודה

מציאת הגורמים במכנה ובמונה של פונקציית התמסורת בחוג פתוח, מתוך סוגי הגורמים האלה:

$$\begin{array}{lll} 20 \log |j\omega| & 20 \log |(1 + j\omega T)| & 20 \log k \\ 20 \log \frac{1}{|(1 + j\omega T)|} & 20 \log |(1/j\omega)^2| & 20 \log |(1/j\omega)| \end{array}$$

$$20 \log \frac{1}{\left| 1 + 2\xi \frac{j\omega}{\omega_n} + \left(\frac{j\omega}{\omega_n} \right)^2 \right|}$$

סרטוט כל גורם בנפרד, ומציאת השקול מתוך חיבור הגרפים.

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

נוסחאון בתקשורת מחשבים לכיתה י"ד

(3 עמודים)

יחס אות לרעש

- S.N.R [dB] – יחס אות לרעש
- P_s [W] – הספק נושא המידע (Signal)
- P_n [W] – הספק הרעש (Noise)

$$S.N.R = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{P_s}{P_n} \right)$$

משפט שאנון

- C [bps] – קצב המרבי להעברת נתונים בקו תקשורת
- W [Hz] – רוחב הפס של הקו

$$C = W \cdot \log_2 \left(1 + \frac{P_s}{P_n} \right)$$

משפט נייקוויסט

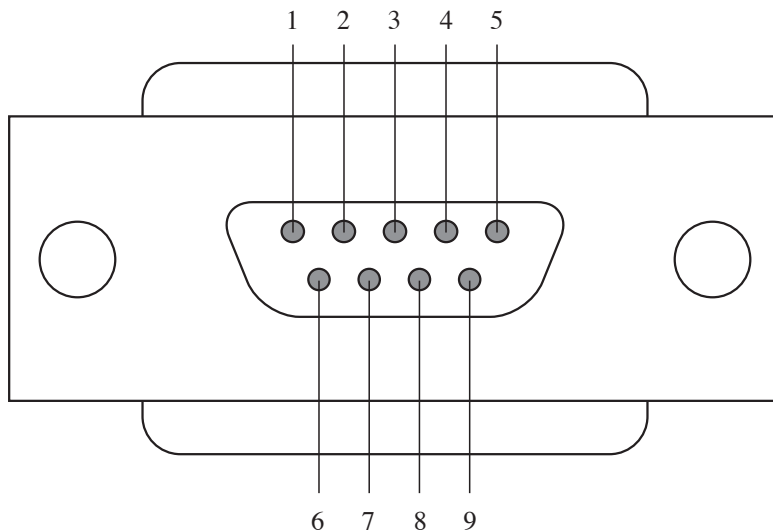
- D [baud] – קצב העברת האות הספרתי
- R [bps] – קצב להעברת נתונים בקו תקשורת
- M – מספר הרמות (בריבוי רמות)
- N – מספר הסיביות המוצפנות

$$D \leq 2W$$

$$R = D \cdot N = D \cdot \log_2 M$$

$$M = 2^N$$

מיפוי הזקים בתקן RS-232



Pin	Signal	Pin	Signal
1	Data Carrier Detect	6	Data Set Ready
2	Received Data	7	Request to Send
3	Transmitted Data	8	Clear to Send
4	Data Terminal Ready	9	Ring Indicator
5	Signal Ground		

מבנה התשדורת ב־USB

SYNC	PID	PS	CRC	EOP
------	-----	----	-----	-----

SYNC = Synchronize

PID = Packet Identification

PS = Packet Specific

CRC = Cyclic Redundancy Check

EOP = End of Packet

סוגי התשדורת ב־USB

Group	PID Value	Packet Identifier
<u>Token</u>	0001	OUT Token
	1001	IN Token
	0101	SOF Token
	1101	SETUP Token
<u>Data</u>	0011	DATA0
	1011	DATA1
<u>Handshake</u>	0010	ACK Handshake
	1010	NAK Handshake
	1110	STALL Handshake
<u>Special</u>	1100	Preamble

מבנה התשדורת ב־SDLC / HDLC

FLAG	ADDRESS	CONTROL	DATA	CRC	FLAG
------	---------	---------	------	-----	------

שלוש התצורות של השדה CONTROL

bits →	0	1	2	3	4	5	6	7
	0	N (S)		P / F		N (R)		

Information Transfer Frame א.

bits →	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	0	S	S	P / F	N (R)		

Supervisory Frame ב.

bits →	0	1	2	3	4	5	6	7
	1	1	M	M	P / F	M	M	M

Management Frame ג.

- N (S) – מספר סידורי של המסגרת המשודרת
- N (R) – מספר סידורי של המסגרת שצריכה להיקלט
- P / F – poll / final bit
- M – פקודה/תגובה של ניהול התקשורת
- S – פקודה/תגובה של מחשב הבקרה

בהצלחה!

נספח: מילון מונחים

לשאלון 711913, אביב תשפ"א

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
input signal	Входной сигнал	إشارة الدخل	אות-מבוא
Bode plots	График Бодэ	مُخطَّطات (بوده)	גרפי בודה
power	Мощность	الطاقة	הספק
open loop	Схема без обратной связи	حلقة مفتوحة	חוג פתוח
velocity unit	Скоростной блок, Блок скорости	وحدة سرعة	יחידת מהירות
acceleration unit	Ускорительный блок	وحدة تسارع	יחידת תאוצה
stable	Устойчивый (стабильный)	مستقر	יציבה
RL – Root Locus	Геометрическое положение корней	المكان الهندسي للجذور	מג"ש – מקום גיאומטרי של שורשים
step unit	Шаговый блок	درجة وحدة	מדרגת יחידה
receiver	Приемник	مُستقبل	מקלט
transmitter	Передатчик	جهاز الإرسال	משדר
unit feedback	Единичная обратная связь	تغذية مرتدة (راجعة) أحادية	משוב יחידה
gain margin	Чрезмерное усиление	زيادة التضخم	עודף הגבר
phase margin	Перефазировка	زيادة الطور	עודף מופע
transmission function	Передаточная функция	دالة النقل	פונקציית תמסורת
error	ошибка	خطأ	שגיאה
substance, medium	Пространство, эфир	وسط	תווך