

סוג הבחינה: גמר לבתי-ספר לטכנאים ולהנדסאים
מועד הבחינה: אביב תשע"ה, 2015
סמל השאלון: 711913
נספחים: א. נספח לשאלה 3
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 שני פרקים, ובהם שמונה שאלות.
יש להשיב על ארבע שאלות בלבד, שאלה אחת לפחות מכל פרק.
לכל שאלה – 25 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.
 - ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון.
 - ד. הוראות מיוחדות:
 1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר השאלות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 2. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
 3. רשום את כל תשובותיך אך ורק בעט.
 4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
 5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה של תשובותיך.
 6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
 7. בכתיבת פתרונות חישוביים, קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר שבו הם רשומים:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, יחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.
 8. לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.
- בשאלון זה 7 עמודים ו-15 עמודי נספחים.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

השאלות

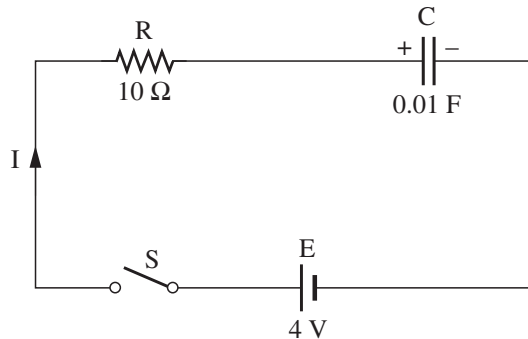
ענה על ארבע מבין השאלות 1-8. עליך לענות על שאלה אחת לפחות מכל פרק.

פרק ראשון: מערכות בקרה

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 1-4 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי. ברגע $t = 0$ סוגרים את המפסק S.



איור לשאלה 1

המתח על הקבל ברגע $t = 0$ הוא $V_C = 1 \text{ V}$.

- א. רשום את המשוואה הדיפרנציאלית המתארת את הזרם I במעגל מרגע סגירת המפסק S.
- ב. חשב את הזרם במעגל כאשר $t = 0$.
- ג. היעזר בהתמרת לפלס, ורשום ביטוי המתאר את הזרם במעגל כפונקציה של הזמן, $I(t)$, מרגע סגירת המפסק.

שאלה 2

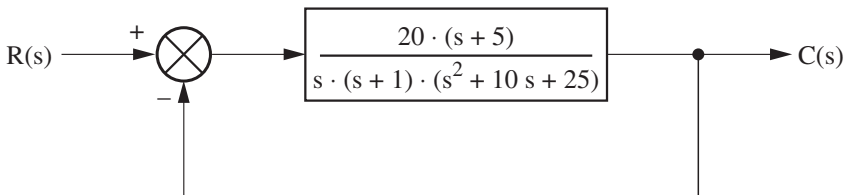
פונקציית התמסורת בחוג פתוח של מערכת בקרה הפועלת בחוג סגור היא:

$$GH(s) = \frac{K}{s \cdot (s+1) \cdot (s+3) \cdot (s+4)}$$

- א. רשום את הקטבים של החוג הפתוח.
- ב. חשב את מרכז האסימפטוטות ואת הזוויות שלהן.
- ג. מצא את ערכיו של K בנקודות החיתוך של המ.ג.ש. עם הציר הדמיוני.
- ד. הראה כי המ.ג.ש. חותך את הציר הממשי בנקודה $s = -3.5$ כאשר $K = \frac{35}{16}$.
- ה. סרטט את המ.ג.ש. של מערכת הבקרה הזו.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה בחוג סגור עם משוב יחידה.

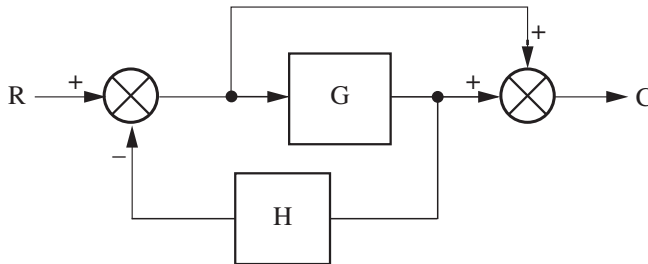


איור לשאלה 3

- א. בנספח לשאלה 3 נתון נייר חצי-לוגריתמי. סרטט עליו, זה מתחת לזה בהתאמה, גרפי בודה אסימפטוטיים של ההגבר ושל המופע של מערכת הבקרה, כפונקציה של התדר הזוויתי, ω .
הערה: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח, והדק אותו למחברתך.
- ב. על-פי הגרפים שסרטטת בתשובתך לסעיף א', קבע מהו ההגבר כאשר $\omega \rightarrow 0$ ומהו המופע כאשר $\omega \rightarrow \infty$.
- ג. ציין את עודף ההגבר ואת עודף המופע של המערכת, וקבע על-פיהם אם המערכת יציבה.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



איור לשאלה 4

- א. בטא את פונקציית התמסורת של מערכת הבקרה הזו $\left(\frac{C}{R}\right)$ באמצעות G ו- H .
- ב. מהו אות המוצא $C(t)$ המתקבל עבור אות-מבוא שיפוע, $R(t) = t$, כאשר המשוב H הוא משוב יחידה?
- ג. נתון: $G(s) = \frac{K}{s \cdot (s+10)^2}$; $H(s) = s+40$.
- מצא את תחום הערכים של K שעבורו מערכת הבקרה הזו תהיה יציבה.

פרק שני: תקשורת מחשבים

ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5-8 (לכל שאלה – 25 נקודות).

שאלה 5

- א. נתון אות-המידע הספרתי 01101001. סרטט במחברתך את צורת האות, ומתחתיה, בהתאמה, את צורת האות כשהוא מקודד בקידוד RZ ואת צורת האות כשהוא מקודד בקידוד מנצ'סטר.

- ב.** 1. הסבר את עקרון הפעולה של רשת תקשורת מקומית הפועלת בשיטת CSMA/CD.
2. במפעל מסוים הוחלט לחבר את כל המשתמשים באמצעות רשת ETHERNET הכוללת רכזת (HUB). הרשת פועלת בשיטת CSMA/CD. כעבור זמן נוספו עובדים חדשים למפעל, וגם הם חוברו לאותה רשת. העובדים החלו להתלונן על קושי בהעברת מידע ברשת. הסבר מדוע ירדו ביצועי הרשת, ומהו הפתרון המועדף לבעיה שנוצרה. נמק את תשובתך.

שאלה 6

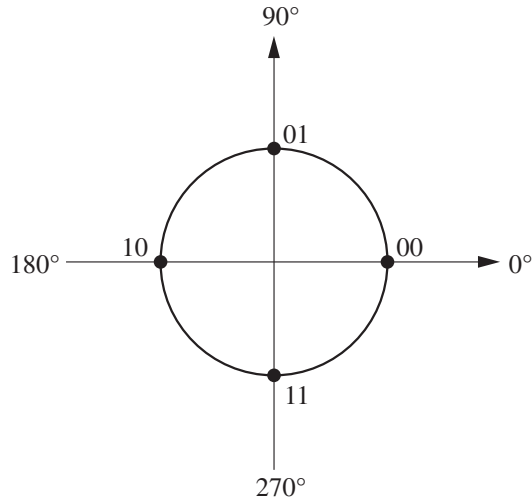
- א.** הסבר את המקורות שלהלן לשגיאות בעת העברת נתונים ספרתיים:
- עיוותי הנחתה (עיוותי משרעת)
 - עיוותי מופע
- ב.** 1. הסבר את השיטה LRC + VRC לגילוי שגיאות בהעברת נתונים.
2. בלוק נתונים שגודלו 9×5 נשלח מהתקן אחד להתקן אחר, ובו **שגיאה בודדת**. לבלוק הנתונים הוסיפו שורה תחתונה ועמודה ימנית של סיביות בקרה.

עמודה \ שורה	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	1	1	0	1	1	0	1	0	1	0
2	0	0	1	0	1	0	1	1	0	0
3	0	1	0	1	0	0	1	1	1	1
4	1	1	1	0	0	1	1	0	0	0
5	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0
0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

- I. ציין את מיקום השגיאה (מספר השורה ומספר העמודה) בבלוק הנתונים.
- II. האם ניתן לתקן את השגיאה? נמק את תשובתך.
- ג.** 1. מהו מיתוג מנות (PACKET SWITCHING)?
2. ציין באיזו שיטת תקשורת (סינכרונית או אסינכרונית) משתמשים במיתוג מנות.

שאלה 7

- א. באיור לשאלה 7 נתון גרף המתאר את עקרון הפעולה של שיטת הקידוד QPSK. הנקודות בגרף מתארות את וקטורי המתח (גודל + זווית) של האות המשודר.



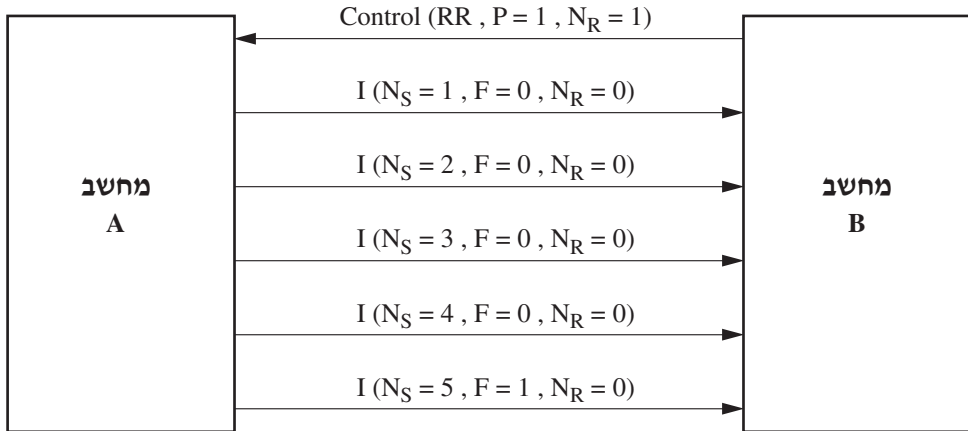
איור לשאלה 7

משדרים את אות המידע הספרתי 0110001101 כשהוא מקודד בשיטה הזו.

- נתון שכל זוג סיביות משודר במשך 5 msec. חשב את:
 - קצב העברת האות הספרתי (ביחידות baud).
 - קצב העברת הסיביות בקו (ביחידות bps).
 - מעוניינים להעביר את האות הזה בקו תקשורת, שרוחב-הפס שלו הוא 4 kHz. הספק הרעש של האות הוא $10 \mu\text{W}$, ויחס האות לרעש שלו הוא 40 dB.
 - חשב את הספק האות.
 - חשב את הקצב המרבי להעברת האות בקו התקשורת על-פי שאנון.
- ב. 1. הסבר את ההבדל בין מפתוח ASK ובין מפתוח PSK בקידוד נתונים.
2. ציין צורך אחד בשילוב בין מפתוח ASK ומפתוח PSK בקידוד נתונים.

שאלה 8

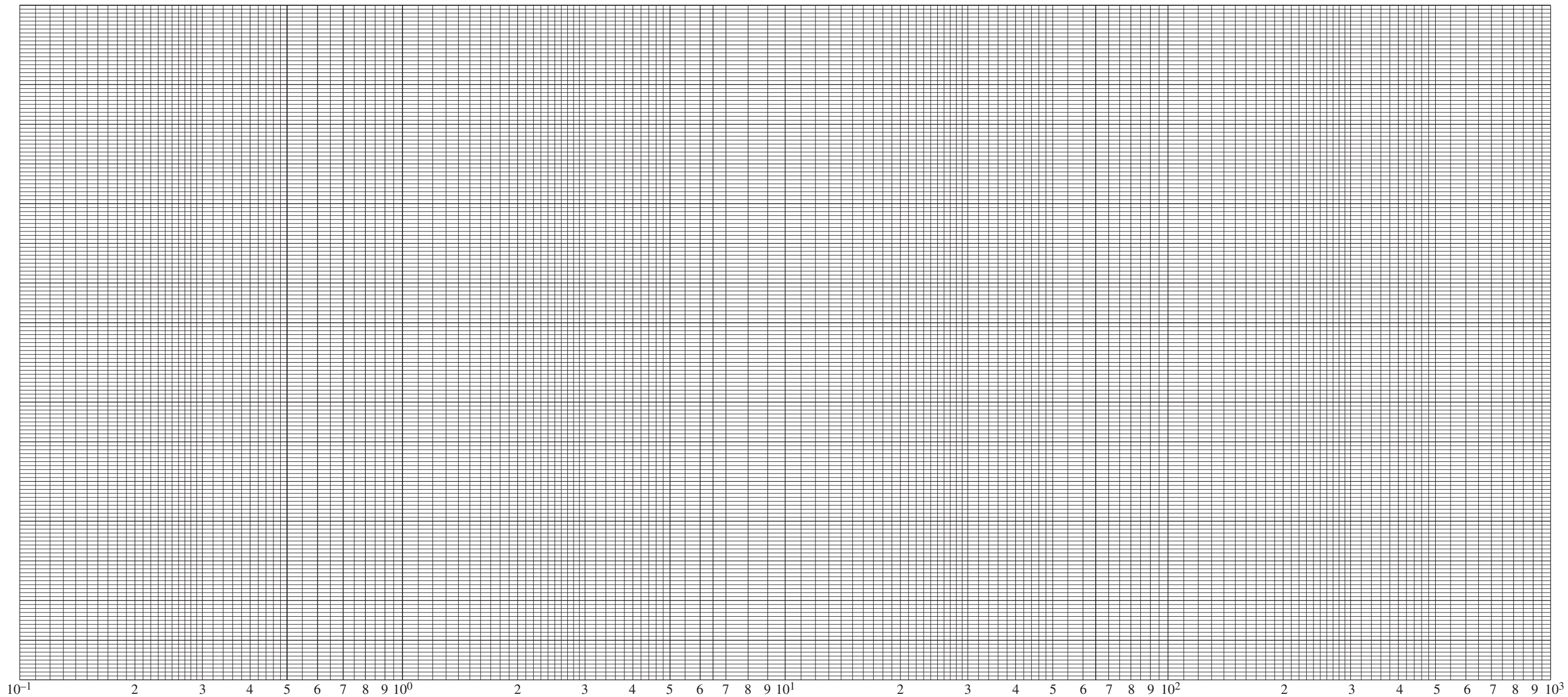
א. באיור לשאלה 8 נתונה סדרה של מסגרות, המועברות בין מחשב A למחשב B בפרוטוקול HDLC / SDLC.



איור לשאלה 8

- האם התחנה הראשית היא מחשב A או מחשב B ? נמק את תשובתך.
 - מהי המסגרת שתשדר התחנה שקלטה את מסגרות-המידע כאשר:
 - אין לה מידע לשידור
 - יש לה מידע לשידור
- התחנה הקולטת זיהתה שגיאה במסגרת-המידע שמספרה 4 **בלבד**.
 - רשום את המסגרת שתשדר התחנה הקולטת עקב כך.
 - רשום את המסגרת שתשדר התחנה המשדרת כתגובה למסגרת ששלחה התחנה הקולטת.
- לאיזו שכבה במודל שבע השכבות (OSI) שייך פרוטוקול HDLC ? נמק את תשובתך.

בהצלחה!



אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום לנכתוב נבחן

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] - הקצב 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] - הקצב להעברת נתונים בקו

תקשורת

M - מספר הרמות

(בריבוי רמות)

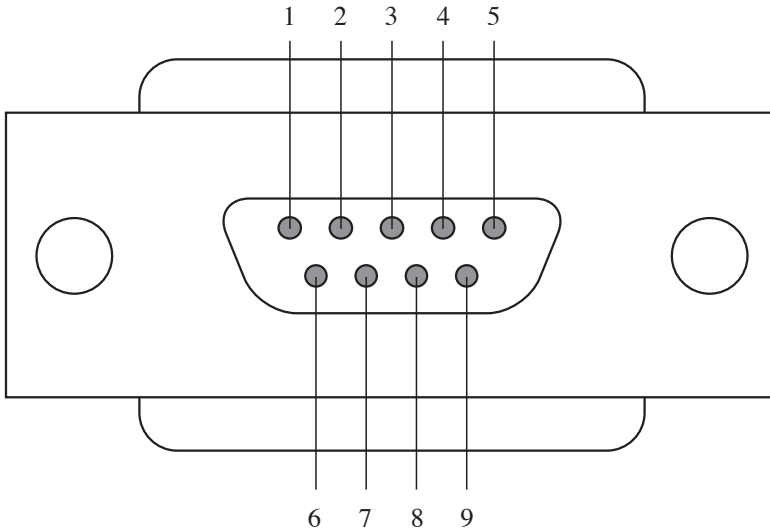
N - מספר הסיביות המוצפנות

$$D \leq 2W$$

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

$$M = 2^N$$

מיפוי הדקים 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!

אין להעביר את הנוסחאון
לנבחן אחר

מקום לנספח בקת נבחן

נוסחאון במערכות בקרה לכיתה י"ד

התמחות מערכות אלקטרוניות

(9 עמודים)

התמרת לפלס

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

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

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

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

משפט הערך הסופי: $\lim_{s \rightarrow 0} sF(s) = \lim_{t \rightarrow \infty} f(t)$

משפט הערך ההתחלתי: $\lim_{s \rightarrow \infty} sF(s) = \lim_{t \rightarrow 0} f(t)$

פירוק לשברים חלקיים עם קטבים ממשיים:
- מספר השורשים הכפולים
 $k = 0, 1, 2, \dots, r-1$

s_q - השורש

דוגמה לפירוק לשברים חלקיים
עם קוטב מרוכב:

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

טבלת התמרות לפלס		
	$F(s)$	$f(t)$ $t \geq 0$
1.	1	$u_0(t)$ הלם של יחידה בזמן $t = 0$
2.	$\frac{1}{s}$	1 or $u_{-1}(t)$ מדרגה של יחידה המתחילה בזמן $t = 0$
3.	$\frac{1}{s^2}$	$tu_{-1}(t)$ שיפוע של יחידה
4.	$\frac{1}{s^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1}$ שלם חיובי n
5.	$\frac{1}{s} e^{-at}$	$u_{-1}(t-a)$ מדרגה של יחידה המתחילה בזמן $t = a$
6.	$\frac{1}{s} (1 - e^{-as})$	$u_{-1}(t) - u_{-1}(t-a)$ דופק ריבועי
7.	$\frac{1}{s+a}$	e^{-at}
8.	$\frac{1}{(s+a)^n}$	$\frac{1}{(n-1)!} t^{n-1} e^{-at}$ שלם חיובי 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.	$\frac{s + \alpha}{s(s^2 + \omega^2)}$	$\frac{\alpha}{\omega^2} - \frac{\sqrt{a^2 + \omega^2}}{\omega^2} \cos(\omega t + \phi)$	$\phi = \tan^{-1} \frac{\omega}{\alpha}$
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

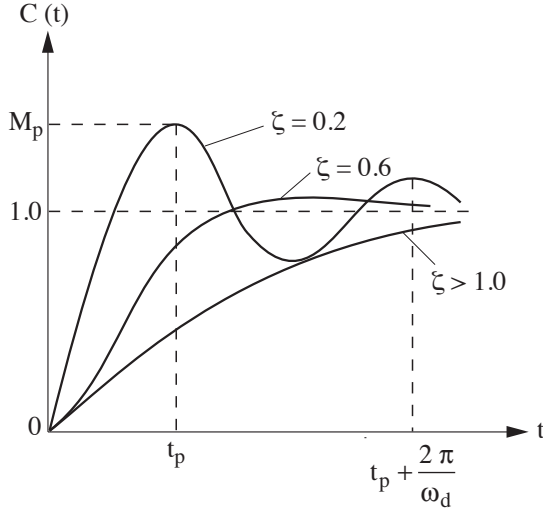
$B_2(s), B_1(s)$ – פולינומים

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

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

יחידת תאוצה $r(t) = r_3 \cdot t^2$		יחידת מהירות $r(t) = r_2 \cdot t$		מדרגת יחידה $r(t) = r_1$		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
כפונקציה של מקדם הריסון**

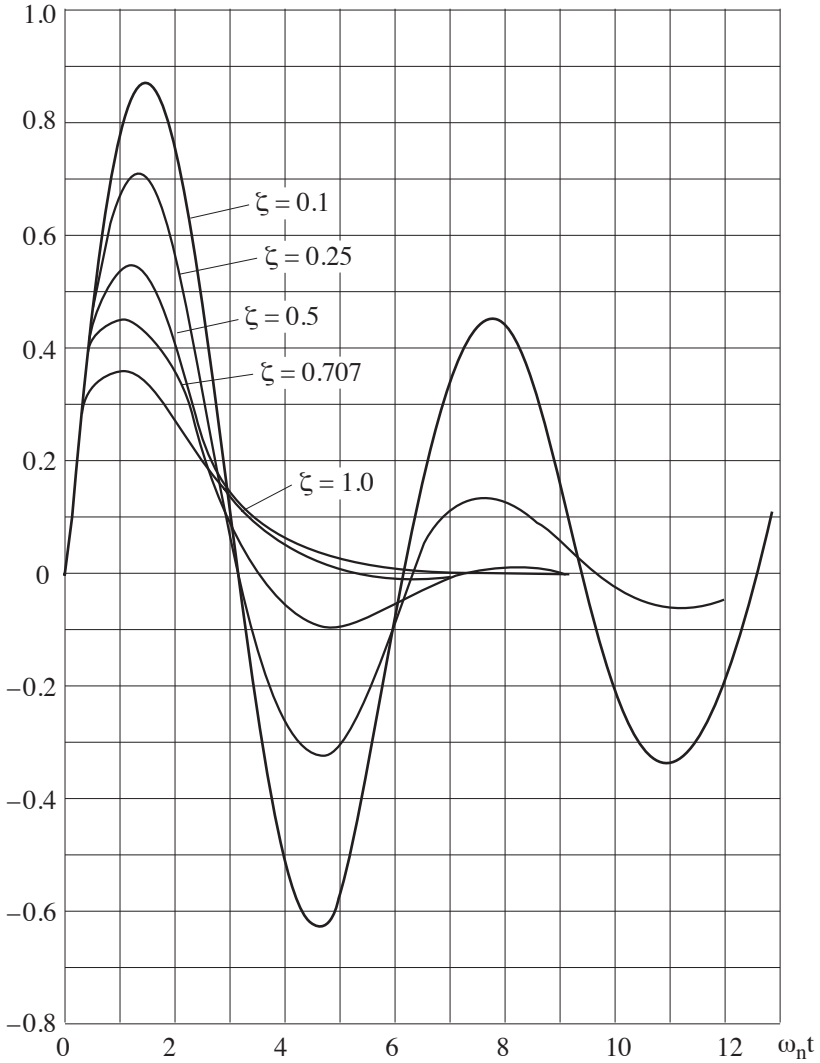


$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\xi^2}} \quad ; \quad M_p = 1 + e^{-\frac{\xi\pi}{\sqrt{1-\xi^2}}} \quad ; \quad \omega_d = \omega_n \sqrt{1-\xi^2}$$

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 הים של יחידה
כפונקציה 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				

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

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

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

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

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

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

מ.ג.ש. - מקום גאומטרי של שורשים

מרכז האסימפטוטות (נקודת חיתוך עם הציר הממשי):

$$\sigma_0 = \frac{\sum_{i=1}^n \operatorname{Re}(p_i) - \sum_{h=1}^w \operatorname{Re}(z_h)}{n - w}$$

(n - מספר הקטבים)
(מספר האפסים - w)

זוויות האסימפטוטות:

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

נקודות החיתוך עם הציר הממשי x מתקבלות מהתנאי:

$$\left(\begin{array}{l} i \text{ קוטב } - p_i \\ i \text{ אפס } - z_i \end{array} \right) \quad \sum_{i=1}^n \frac{1}{x - p_i} = \sum_{i=1}^w \frac{1}{x - z_i}$$

או מהתנאי: $\frac{dK}{ds} = 0$, כאשר מבודדים את K במשוואה האופיינית: $1 + GH(s) = 0$.
מתוך הנקודות המתקבלות - רק אלו הנמצאות על המ.ג.ש. הן נקודות חיתוך עם הציר הממשי x.

נקודות החיתוך עם הציר הדמיוני מתקבלות מטבלת ראוט.

$$\Theta_D = 180^\circ + \arg GH' \quad \Theta_D - \text{זווית העזיבה של המ.ג.ש. מנקודת קוטב/אפס}$$

$$\Theta_A = 180^\circ - \arg GH' \quad \Theta_A - \text{זווית ההתכנסות של המ.ג.ש. מנקודת קוטב/אפס}$$

$\arg GH'$ - 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:

$20 \log j\omega $	$20 \log 1 + j\omega T $	$20 \log k$
$20 \log 1/(1 + j\omega T) $	$20 \log 1/j\omega ^2$	$20 \log 1/j\omega $

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

סרטוט כל גורם בנפרד, ומציאת השקול מתוך חיבור הגרפים.

בהצלחה!

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
slope input signal	Наклонный сигнал	إشارة الانحدار	אות-מבוא שיפוע
data block	Блок данных	كتلة بيانات	בלוק נתונים
error detection	Обнаружение ошибок	اكتشاف الخطأ	גילוי שגיאות
Bode plots	График Бодэ	مُخطَّط استجابة تردد (بوده)	גרפי בודה
imaginary axis	Воображаемая ось	محور تخييلي	הציר הדמיוני
Laplace transformation	Преобразование Лапласа	تحويل لابلاس	התמרת לפלס
close loop	Схема с обратной связью	حلقة مغلقة	חוג סגור
open loop	Схема без обратной связи	حلقة مفتوحة	חוג פתוח
signal to noise ratio	Соотношение сигнал-помеха	نسبة الإشارة إلى الضوضاء	יחס אות לרעש
RL – Root Locus	Геометрическое положение корней	المكان الهندسي للجذور	מ.ג.ש. – מקום גיאומטרי של שורשים
frame	Рамка	إطار	מסגרת
electrical circuit	Электрическая цепь	دائرة كهربائية	מעגל חשמלי
stable system	Устойчивая система(стабильная)	نظام مستقر	מערכת יציבה
switch	Выключатель	مفتاح / مُبدّل	מפסק
unit feedback	Единичная обратная связь	تغذية راجعة (مرتدة) موحدة	משוב יחידה
differential equation	Дифференциальное уравнение	معادلة تفاضلية	משוואה דיפרנציאלית
bits	Биты	بِتات (bits)	סיביות

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
gain margin	Чрезмерное усиление	زيادة التضخم	עודף הגבר
phase margin	Перефазировка	زيادة الطور	עודף מופע
attenuation distortion	Искажение амплитуды	تشوّه التهوين	עיוותי הנחתה (עיוותי משרעת)
phase distortion	искажение Фазовые	تشوّه الطور	עיוותי מופע
transmission function	Передаточная функция	دالة النقل	פונקציית תמסורת
poles	Полюса	أقطاب	קטבים
coding	Кодирование	تشفير	קידוד
transmission rate	Скорость передачи	سرعة النقل	קצב העברה
bandwidth	Ширина полосы пропускания	عرض النطاق الترددي	רוחב פס
local area network	Местная сеть связи	شبكة الاتصال المحليّة	רשת תקשורת מקומית
layer	Уровень	طبقة	שכבה