

## מחשוב, בקרה ורובוטיקה ה'

למתמחים במערכות מחשוב ובקרה 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:

- ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר השאלות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
- התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
- רשום 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:

\* 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.

- 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.

◀ המשך מעבר לדף

בהצלחה!

## השאלות

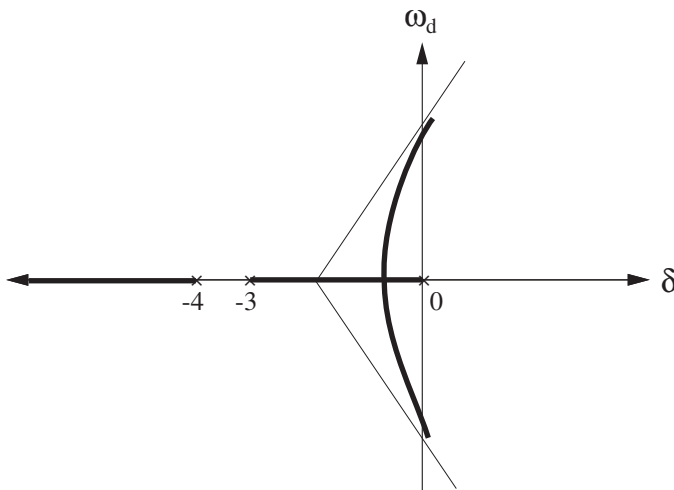
ענה על ארבע מבין השאלות 1-8. עליך לענות על שאלה אחת לפחות מכל פרק.

### פרק ראשון: תורת הבקרה

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

#### שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון המג"ש של מערכת בקרה בעלת משוב יחידה.



#### איור לשאלה 1

- א. רשום ביטוי המתאר את פונקציית התמסורת בחוג פתוח של מערכת הבקרה המתוארת באיור, כפונקצייה של  $K$ .
- ב. מצא את מרכז האסימפטוטות ואת נקודת החיתוך של המג"ש עם הציר הממשי.
- ג. מצא את נקודות המפגש של המג"ש עם הציר המדומה.
- ד. מהו ערכו של  $K$  בנקודות המפגש של המג"ש עם הציר המדומה?

## שאלה 2

פונקציית התמסורת של מערכת בקרה, הפועלת בחוג סגור עם משוב יחידה, היא:

$$\frac{C}{R}(s) = \frac{100}{s^2 + s + 100}$$

- א. מצא את פונקציית התמסורת בחוג פתוח של מערכת הבקרה הזו.
- ב. בנספח לשאלה 2 נתון נייר חצי-לוגריתמי. סרטט עליו תרשימי בודה אסימפטוטיים של ההגבר והמופע של מערכת הבקרה הזו.
- הערה: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח, והדק אותו למחברת הבחינה.**
- ג. מהי מידת יציבותה של המערכת? נמק את תשובתך.
- ד. מקטינים את ההגבר של המערכת. האם תשתפר יציבותה של המערכת?

## שאלה 3

פונקציית התמסורת של מערכת בקרה היא:  $\frac{C}{R}(s) = \frac{s+2}{s^2+2s+5}$ .

ברגע  $t = 0$  מספקים למערכת אות-מבוא של מדרגת יחידה.

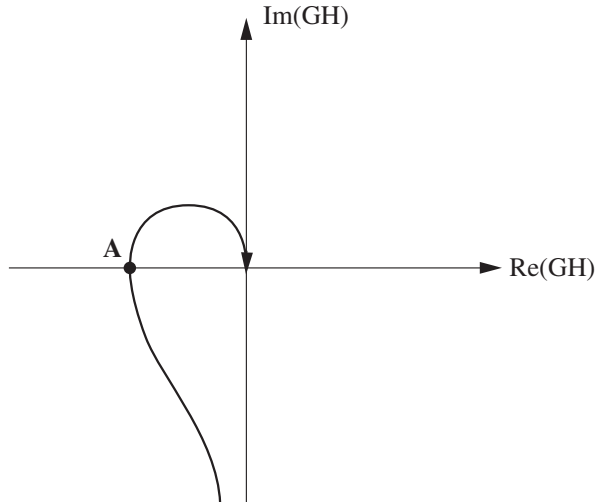
- א. רשום ביטוי המתאר את  $C(s)$  עבור האות הנתון.
- ב. רשום ביטוי המתאר את תגובת המערכת לאות הנתון כפונקצייה של הזמן,  $C(t)$ .
- ג. חשב את תגובת המערכת:

1. בזמן  $t = 0$

2. בזמן  $t = 0.5 \text{ sec}$

#### שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון עקום נייקוויסט של מערכת בקרה **יציבה**, בעלת **משוב יחידה**.



#### איור לשאלה 4

**א.** האם הנקודה A שעל הציר הממשי נמצאת משמאל או מימין לערך  $(-1)$ ? נמק את תשובתך.

**ב.** להלן שני ביטויים:

$$GH(s) = \frac{K}{s(s^2 + 5)} \quad .2$$

$$GH(s) = \frac{K}{(s+2)(s^2 + 5)} \quad .1$$

איזה מבין הביטויים מתאים להיות פונקציית התמסורת בחוג פתוח של מערכת הבקרה הזו? נמק את תשובתך.

**ג.** רשום ביטוי המתאר את פונקציית התמסורת בחוג סגור,  $\frac{C}{R}(s)$ , של מערכת הבקרה הזו.

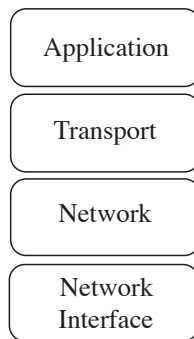
## פרק שני: תקשורת מחשבים

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

### שאלה 5

א. באיור לשאלה 5 נתון תרשים של השכבות במודל TCP / IP .

#### TCP / IP model



#### איור לשאלה 5

ציין תפקיד אחד של כל שכבה במודל TCP / IP .

ב. בהתייחס להעברת נתונים בין מחשבים ברשת תקשורת:

1. הסבר מהי עבודה באצווה (BATCH) ומהי עבודה אינטראקטיבית (ON-LINE) .
2. הסבר מהי תקשורת סינכרונית (SYNCHRONOUS) ומהי תקשורת אסינכרונית (ASYNCHRONOUS) . בתשובתך, ציין את ההבדל ביניהן לגבי סינכרון המידע המועבר מהמסדר למקלט.
3. ציין את ההבדל בין סוגי התקשורת שלהלן, והבא דוגמה מתחום התקשורת לשימוש בכל אחד מהם:

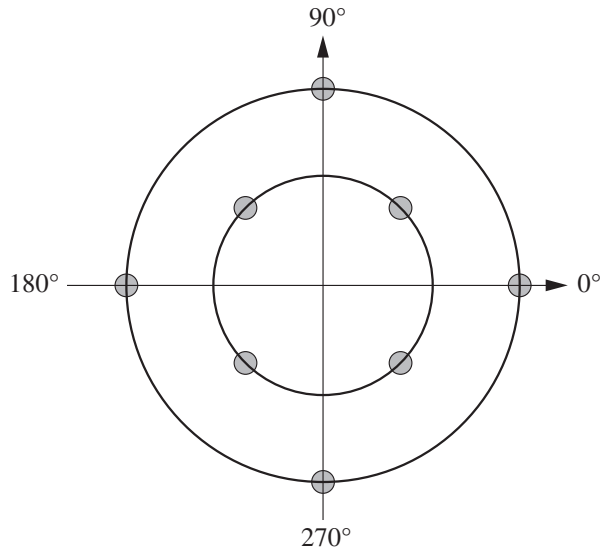
- SIMPLEX

- HALF DUPLEX (HD)

- FULL DUPLEX (FD)

## שאלה 6

באיור לשאלה 6 נתונה דיאגרמה, המתארת את רמות המתח של אות אנלוגי המקודד בשיטת קידוד ספרתית.



## איור לשאלה 6

- א. כמה רמות מתח יש לאות הזה, וכמה סיביות משודרות בכל אחת מן הרמות? נמק את תשובתך.
- ב. הסבר את היתרון של שיטת הקידוד המתוארת באיור על-פני שיטת הקידוד PSK.
- ג. משדרים את האות המוצג באיור בערוץ תקשורת שאינו מושפע מרעשים. חשב את קצב השידור המרבי של האות, אם נתון שרוחב-הפס של הערוץ הוא 250 kHz.

## שאלה 7

- א. הסבר מהי רשת תקשורת מקומית מטיפוס אפיק (BUS). ציין יתרון אחד וחיסרון אחד של הרשת הזו לעומת רשתות בטופולוגיה אחרת.
- ב. הסבר מהי רשת תקשורת מקומית מטיפוס טבעת (RING). ציין יתרון אחד וחיסרון אחד של הרשת הזו לעומת רשתות בטופולוגיה אחרת.
- ג. הסבר מהי שיטת הגישה לרשת תקשורת מקומית לפי תור (שיטת העברת אסימון).
- ד. כיצד מזהה משתמש קצה ברשת מקומית שפנו אליו, וכיצד הוא "יודע" מי פנה אליו? הסבר את תשובתך.

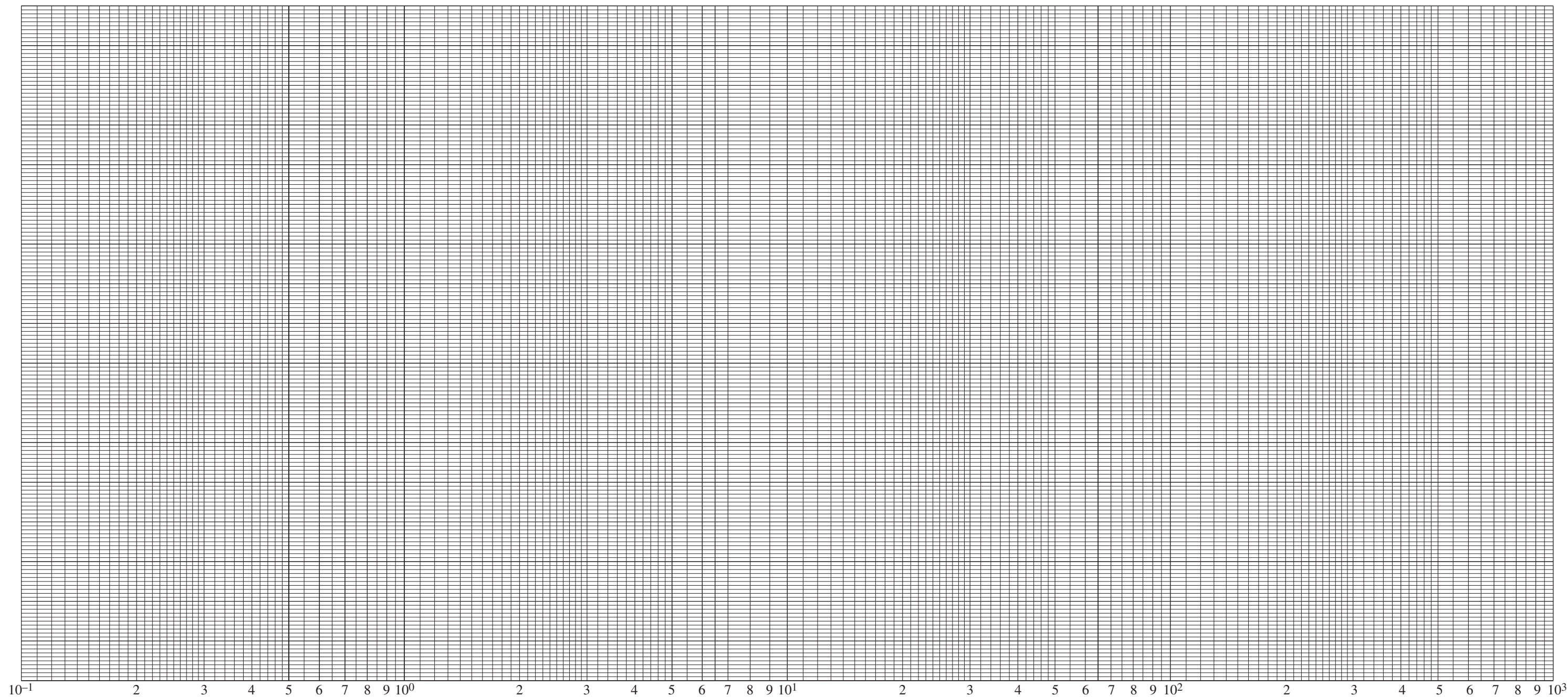
## שאלה 8

- א. ציין את התפקיד של כל אחת מארבע חבילות המידע הבסיסיות בתקן USB : HANDSHAKE, SPECIAL, TOKEN, DATA.
- ב. בטבלה שלהלן מוצגים השדות של חבילת נתונים (Packet) המשודרת בתקן USB.

| השדה      | EOP | CRC5   | ENDP | ADD     | PID      | SYNC           |
|-----------|-----|--------|------|---------|----------|----------------|
| תוכן השדה |     | 5 bits | 0011 | 0010011 | 01101001 | KJKJ....KJKJJK |

- ציין את התפקיד של כל אחד מן השדות בחבילה.
- ציין את סוג החבילה, מי שולח אותה ולמה היא נועדה, בהתאם לתוכני השדות שלה.
- רשום את תוכני השדות של החבילה שתשודר בתגובה לחבילת הנתונים הזו. הנח שאין הפרעות ושגיאות בתהליך התקשורת.

## בהצלחה!



אין להעביר את הנוסחאון  
לנבחן אחר

מקום נוסף להקמת נבחן

## נוסחאון בתורת הבקרה לכיתה י"ד

### התמחות מחשוב ובקרה

(10 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 פונקציה:

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

המרת אינטגרל של פונקציה:

כאשר  $F(0)$  הוא ערך האינטגרל בזמן  $t = 0$ :

$$\int_{-\infty}^0 f(\tau) d\tau$$

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

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

|     |                                                             |                                                                                                                                  |                                          |
|-----|-------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
| 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

את פונקציית התמסורת בחוג פתוח אפשר לרשום באופן כללי כך:  $GH(s) = \frac{K \cdot B_1(s)}{s^\ell \cdot B_2(s)}$

כאשר:  $K$  – הגבר

$\ell$  – סוג המערכת

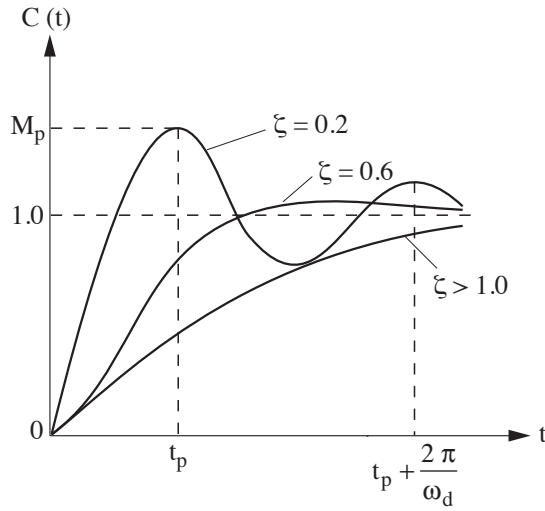
$B_1(s)$ ,  $B_2(s)$  – פולינומים

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

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

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

**תגובת מערכת מסדר שני, בעלת הגבר סטטי של 1, למבוא של מדרגת יחידה**  
**כפונקציה של מקדם הריסון**

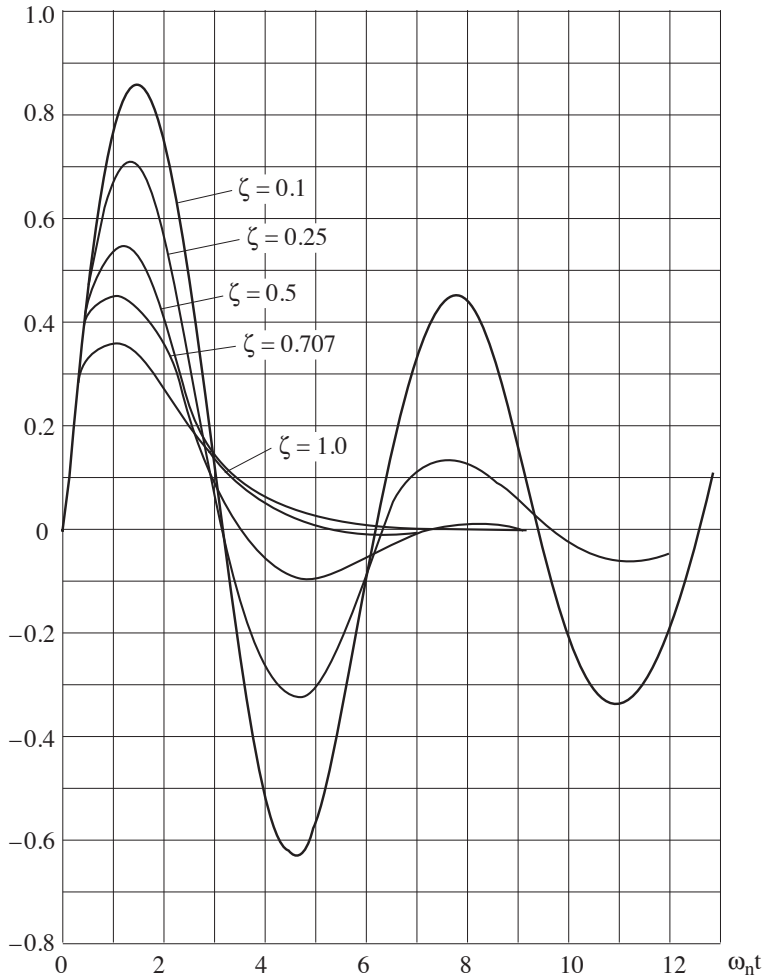


$$t_p = \frac{\pi}{\omega_n \sqrt{1-\zeta^2}} ; M_p = 1 + e^{\frac{-\zeta\pi}{\sqrt{1-\zeta^2}}} ; \omega_d = \omega_n \sqrt{1-\zeta^2}$$

כאשר:

- $M_p$  תגובת היתר המרבית
- $t_p$  [sec] זמן תגובת היתר המרבית
- $\omega_d$  [rad/sec] התדירות הזוויתית של התנודה המרוסנת

**תגובת מערכת מסדר שני, בעלת הגבר סטטי של 1, למבוא הלם 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 גיאומטרי של שורשים

מרכז האסימפטוטות (נקודת חיתוך עם הציר הממשי):

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

$\left( \begin{array}{l} n - \text{מספר הקטבים} \\ w - \text{מספר האפסים} \end{array} \right)$

זוויות 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:

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

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.

$\theta_D = 180^\circ + \arg GH'$  – זווית עזיבה של המ.ג.ש. מנקודת קוטב

$\theta_A = 180^\circ - \arg GH'$  – זווית התכנסות של המ.ג.ש. מנקודת 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:

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

סרטוט כל גורם בנפרד, ומציאת השקול מתוך חיבור הגרפים.

### עקום נייקוויסט

מציאת ערך מוחלט וזווית של פונקציית התמסורת כפונקציה של  $\omega$ , כאשר  $\omega$  משתנה מאפס לאינסוף.

לסרטוט נכון של העקום, יש לבדוק אם האפס מקדים את הקוטב או להיפך.

### קריטריון נייקוויסט:

מספר ההקפות סביב הנקודה  $-1 + j0$  שווה למספר הקטבים במישור הימני של החוג הסגור (אם אין קטבים במישור הימני בחוג הפתוח).

## בקרים

משוואת בקר יחסי P :

$$m_P(t) = K \cdot e(t) + M$$

$m_P$  - מוצא הבקר

$e$  - שגיאה

$M$  - מוצא הבקר עבור  $e = 0$

$K$  - הגבר

התחום היחסי (PB):

$$PB\% = \frac{100}{K}$$

משוואת בקר PI :

$m_{PI}$  - מוצא הבקר PI

$$m_{PI}(t) = K \left( e(t) + R_I \int e(t) dt \right) + M$$

משוואת בקר PID:

$m_{PID}$  - מוצא הבקר PID

$$m_{PID}(t) = K \left( e(t) + R_I \int e(t) dt + R_D \cdot \frac{de(t)}{dt} \right) + M$$

**בהצלחה!**

אין להעביר את הנוסחאון  
לנבחן אחר

מקום למציאת 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)

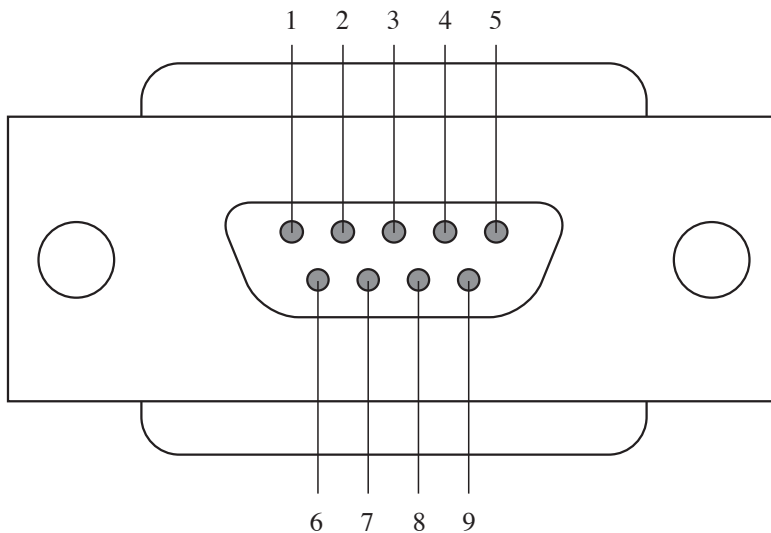
N – מספר הסיביות המוצפנות

$$D \leq 2W$$

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

$$M = 2^N$$

## 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) |       |   | א. Information Transfer Frame |
| bits → | 0 | 1     | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7 |                               |
|        | 1 | 0     | S | S     | P / F |       | N (R) |   | ב. Supervisory Frame          |
| bits → | 0 | 1     | 2 | 3     | 4     | 5     | 6     | 7 |                               |
|        | 1 | 1     | M | M     | P / F |       | M     | M | ג. Management Frame           |

- 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 711923, אביב תשע"ח

| תרגום המונח           |                                 |                            | המונח                          |
|-----------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| אנגלית                | רוסית                           | ערבית                      |                                |
| input signal          | Входной сигнал                  | إشارة الدخل                | אות-מבוא                       |
| Bode plots            | График Бодэ                     | مُخَطَّطات (بوده)          | גרפי בודה                      |
| gain                  | Усиление                        | تضخّم                      | הגבר                           |
| imaginary axis        | Воображаемая ось                | محور تخيّلِيّ              | הציר המדומה                    |
| information packages  | Пакеты данных                   | حزم المعلومات              | חבילות-מידע                    |
| open loop             | Схема без обратной связи        | حلقة مفتوحة                | חוג פתוח                       |
| RL – Root Locus       | Геометрическое положение корней | المكان الهندسي للجذور      | מג"ש – מקום גיאומטרי של שורשים |
| phase                 | Перефазировка                   | طَوْر                      | מופע                           |
| unit feedback         | Единичная обратная связь        | تغذية مرتدة (راجعة) أحادية | משוב יחידה                     |
| Nyquist diagram       | Кривая Найквиста                | رسم نايكويست               | עקום נייקוויסט                 |
| transmission function | Передаточная функция            | دالة النقل                 | פונקציית תמסורת                |
| encoding              | Кодирование                     | تشفير                      | קידוד                          |
| communication network | Сетевые коммуникации            | شبكة اتّصال                | רשת תקשורת                     |
| steady state error    | Ошибка в устоявшемся режиме     | خطأ في حالة الاستقرار      | שגיאה במצב המתמיד              |
| system output         | Выходные данные системы         | إنتاج النظام               | תגובת המערכת                   |