GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 מועד ב'
סמל השאלון: 97003
קובץ: תשובות סופיות

מכטרוניקה

הנדסת מכונות · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: חלק א' (80 נקודות) - שאלות פתוחות: יש לענות על ארבע מתוך שמונה שאלות, לפי הפירוט הבא: בנושא רכיבים ומתמרים (שאלות 1-3): יש לענות על שאלה אחת חובה. בנושא מערכות בקרה (שאלות 4-6): יש לענות על שאלה אחת חובה. בנושא בקרים מתוכנתים וממשק אדם מכונה (שאלות 7-8): יש לענות על שאלה אחת חובה. שאלה אחת לבחירה חופשית מתוך כלל הפרקים. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - שאלות נכון או לא נכון: 10 שאלות חובה, ערך כל שאלה 2 נקודות. סך הכול 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון מדעי (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. שלושה ספרי לימוד. 3. קלסר אחד. 4. נוסחאון שחולק במכללה, ללא פתרונות. 5. כלי סרטוט.

ד. הוראות מיוחדות: 1. יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה ולוודא שהן מובנות. 2. יש להשאיר את העמוד הראשון במחברת הבחינה ריק. בסיום הבחינה יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות תיבדקנה לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. 3. יש לכתוב את התשובות במחברת הבחינה בעט בלבד ובכתב יד ברור. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת מספר הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליה קו כדי שלא תיבדק. 6. יש להציג פתרון מלא ומנומק הכולל חישובים לפי הצורך. הצגת תשובה סופית ללא שלבי הפתרון לא תזכה בניקוד. 7. אם לדעתכם חסר בשאלה נתון, יש לציין זאת ולהוסיף נתון מתאים שיאפשר לכם להמשיך בפתרון השאלה. נמקו את הבחירה.

השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

תשובות סופיות

שאלה 1

א. LVDT הוא מתמר העתק (מיקום) קווי: שנאי הפרשי עם סליל ראשוני, שני סלילים משניים וליבה נעה, שמתח המוצא שלו יחסי להעתק של הליבה מהמרכז. פירוש האותיות: Linear Variable Differential Transformer.

ב. כדי ששני המתחים המושרים יהיו בהפרש מופע של 180° ויופחתו זה מזה. כך מתח המוצא הוא ההפרש ביניהם: אפס כשהליבה במרכז, גודל שיחסי להעתק כשהליבה זזה, ומופע שמראה לאיזה כיוון היא זזה.

ג. יתרונות: (1) אין מגע ואין חיכוך בין הליבה לסלילים, ולכן אין בלאי ואורך החיים ארוך; (2) רגישות וכושר הבחנה גבוהים מאוד, עם ליניאריות טובה. חסרונות: (1) דרוש מתח הזנה חילופין ומעגל אלקטרוני שמעבד את אות המוצא; (2) המתמר רגיש לשדות מגנטיים חיצוניים ולשינויי טמפרטורה, ותחום המדידה שלו מוגבל.

ד. (1) מקצרים את הנקודות E ו-D (שני הקצוות הפנימיים, שאינם מסומנים בנקודה).

(2) בין הנקודות F ו-C (שני הקצוות החיצוניים, המסומנים בנקודה).

ה. $V_{out} = V_{CD} - V_{EF} = 1.07\,\text{mV}$ (הליבה מוסטת לכיוון הסליל C-D).

שאלה 2

א. פני החיישן הם קבל פתוח שיוצר שדה אלקטרוסטטי, והקבל הוא חלק ממתנד. גוף שמתקרב מגדיל את הקיבול ומשנה את תנודות המתנד. המתנד מייצר את אות החילופין שתלוי בקיבול; המיישר הופך אותו למתח חד-כיווני; המסנן מחליק אותו למתח ישר נקי; מעגל המיתוג משווה את המתח לסף ומפעיל או מפסיק את מוצא החיישן.

ב. (1) $d \approx 0.893\,\text{mm}$

(2) $E \approx 3.11\ \frac{\text{mN}}{\text{C}}$

(3) כן. באופיין, במרחק של כ- $0.9\,\text{mm}$ השדה הוא כ- $1.7\ \frac{\text{mN}}{\text{C}}$, ובמרחק $0.3\,\text{mm}$ הוא כ- $3.1\ \frac{\text{mN}}{\text{C}}$, כמו בחישוב.

ג. $C \approx 6.24 \cdot 10^{-14}\,\text{F} = 0.0624\,\text{pF}$

שאלה 3

א. מקור הזרם מעביר זרם קבוע I_s דרך החיישן R_{pt}, שהתנגדותו גדלה ליניארית עם הטמפרטורה, ולכן המתח $V_{Rpt} = I_s \cdot R_{pt}$ יחסי לטמפרטורה. מגבר השרת, בחיבור לא מהפך, מגביר את המתח פי $1 + \frac{R_2}{R_1}$, וממיר ה- A/D הופך את V_{out} למספר בינארי ביחס ל- V_{ref}.

ב. $R_2 \approx 3.42\,\text{k}\Omega$

ג. 8 סיביות. צעד הממיר הוא $\frac{12}{2^8} = 46.9\,\text{mV}$, שהם כ- 1.6°C (ב-7 סיביות הצעד הוא כ- 3.1°C, וזה לא מספיק).

שאלה 4

א. $G_f(s) = \frac{5}{s^2+7\cdot s+10}$

ב. $\omega_n = \sqrt{10} \approx 3.162 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$, $\xi \approx 1.107$ (ריסון יתר).

ג. $C(s) = \frac{20}{s\cdot(s^2+7\cdot s+10)} = \frac{20}{s^3+7\cdot s^2+10\cdot s}$

שאלה 5

א. בקר PD (Proportional Derivative) הוא בקר שהתפוקה שלו מגיבה גם לגודל השגיאה וגם לקצב השינוי שלה: $p(t) = P_0 + K_P \cdot e(t) + K_P \cdot K_D \cdot \frac{de(t)}{dt}$. האיבר $K_P \cdot e(t)$ הוא החלק היחסי (P), האיבר $K_P \cdot K_D \cdot \frac{de(t)}{dt}$ הוא החלק הנגזרתי (D), ו- P_0 היא תפוקת הבקר כשהשגיאה אפס.

ב. לפני $t = 0$: $p = 25\%$. ברגע $t = 0$ קפיצה ל- 30.33% , ועלייה בקו ישר עד 34.33% ברגע $t = 3$. שם קפיצה ל- 29% , וערך קבוע עד $t = 6$. שם קפיצה ל- 21% , וירידה בקו ישר עד 17% ברגע $t = 8$. שם קפיצה חזרה ל- 25% .

שאלה 6

א. $G(s) = \frac{1}{s^2+6\cdot s+8}$

ב. $s^4 + 8\cdot s^3 + 21\cdot s^2 + 22\cdot s + (K+8) = 0$

ג. $-8 < K < 42.19$ (במדויק: $-8 < K < 42.1875$).

שאלה 7

א. $G = (\bar{A} + B + C)\cdot D\cdot(\bar{B} + \bar{C}) + E\cdot G + \bar{D}\cdot K$

ב. (1) מונה מעלה (CTU - Count Up). במערכת זו מונים מכוניות (CARS).

(2) איור ב1: תחילת הספירה, $CV = 0$, עוד לא נספרה אף מכונית. איור ב2: במהלך הספירה, נספרו עד כה 28 מכוניות מתוך 72. איור ב3: סוף הספירה, נספרו 72 מכוניות ($CV = PV$), והמוצא Q (end of count) מופעל.

(3) PV - Preset Value: הערך המכוון של המונה, כלומר מספר המניות שאליו המונה צריך להגיע (כאן 72). כשהערך הנוכחי CV מגיע ל-PV, המוצא Q מופעל.

שאלה 8

א. המשתנה result שומר את הפרש המפלסים בין שני המכלים, ביחידות המספריות של כרטיס הקלט. ההפרש מחושב תמיד כערך הגדול פחות הערך הקטן, ולכן הוא חיובי.

ב. value הוא ערך הסף להפעלת ההתראה: המספר שמתאים, ביחידות של כרטיס הקלט, להפרש מפלסים של 40 ס"מ. $value = \frac{0.4}{10} \cdot 2^{10} = 40.96 \approx 41$.

ג. (1) $L1 = 512$

(2) $L2 \approx 522$ (החישוב המדויק: 522.24)

(3) $result = L2 - L1 = 522 - 512 = 10$

שאלה 9

לא נכון. לפי האופיין, בקצב סיבוב של $600\,\text{r.p.m.}$ מתח המוצא הוא $V_{tg} = 12\,\text{V}$, ולא $13\,\text{V}$.

שאלה 10

נכון. המגבר A2 פועל כמשווה: כשהמתח בהדק החיובי גדול מהמתח בהדק השלילי, המוצא שלו עולה לרוויה חיובית (כ- $12\,\text{V}$), סליל הממסר מקבל זרם, המגע S נסגר והמנורה נדלקת.

שאלה 11

לא נכון. זהו מגבר לא מהפך, וההגבר שלו הוא $A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{5}{5} = 2$.

שאלה 12

לא נכון. המתח המזערי במוצא (צעד אחד של הממיר) הוא $\frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{12}{2^8} = 46.875\,\text{mV}$, ולא $1.25\,\text{V}$.

שאלה 13

לא נכון. $P = I^2 \cdot R = 0.05^2 \cdot 10000 = 25\,\text{W}$, ולא $500\,\text{W}$.

שאלה 14

נכון. פקודה א' (Divide): $C = \frac{A}{B} = \frac{12}{3} = 4$. פקודה ב' (Subtract): $D = A - C = 12 - 4 = 8$.

שאלה 15

לא נכון. לחיצה על Start מדליקה את המנורה (עם החזקה עצמית), והקוצב מכבה אותה 15 שניות אחרי שחרור הלחצן. כלומר כל לחיצה מדליקה את המנורה למשך 15 שניות, ולא מכבה אותה.

שאלה 16

לא נכון. האופיין ליניארי, מ-0 ב- $0\,\text{V}$ עד 4095 ב- $12\,\text{V}$, ולכן ב- $6\,\text{V}$ הערך הוא $\frac{6}{12}\cdot 4095 = 2047.5$, כלומר כ-2047, ולא 2000.

שאלה 17

נכון. למלבן 2 נכנס אות תקבילי (הכניסה V_{in}), ויוצאים ממנו שמונה קווים ספרתיים, D0 עד D7. זהו ממיר A/D בעל 8 סיביות.

שאלה 18

נכון. מהאיור $F = (A + C)\cdot B$, והביטוי שבהיגד מצטמצם לאותה פונקציה: $\bar{A}BC + AB\bar{C} + ABC = B\cdot(A + C)$.

כל מבחני מה"ט עם פתרונות מלאים: www.guyai.co.il/mahat