GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
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 שאלת חובה אחת; בנושא מערכות בקרה (שאלות 4-6): יש לענות על שאלת חובה אחת; בנושא בקרים מתוכנתים וממשק אדם מכונה (שאלות 7-8): יש לענות על שאלת חובה אחת; וכמו כן יש לענות על שאלה אחת לבחירה חופשית מבין כלל הפרקים. ערך כל שאלה 20 נקודות. חלק ב' (20 נקודות) - שאלות נכון או לא נכון (שאלות 9-18): 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 מה"ט 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. המעוות ε הוא השינוי היחסי באורך של מד המעוות: ההתארכות חלקי האורך המקורי. הרגישות (Gauge Factor) $G.F.$ היא היחס בין השינוי היחסי בהתנגדות לבין המעוות: פי כמה השינוי היחסי בהתנגדות גדול מהשינוי היחסי באורך. שני הגדלים הם מספרים בלי יחידות.

ב. $\Delta L = 0.003 \cdot L - 0.016$, כאשר L ו- ΔL ב- mm.

ג. $\Delta R = 0.05 \cdot R - 0.08$, כאשר R ו- ΔR ב- Ω.

ד. $\Delta L = 0.041\,\text{mm}$ (לפי הקו $\Delta L = 0.005 \cdot F + 0.007$).

שאלה 2

א. חיישן קירבה אינפרא-אדום מודד מרחק אל עצם בלי מגע, בעזרת אור אינפרא-אדום שהעין לא רואה. דיודה משדרת קרן אור, הקרן מוחזרת מהחפץ, ורכיב קולט קולט את האור המוחזר. המרחק מחושב לפי הפרש הזמן בין הגל המשודר לגל הנקלט: $d = v \cdot \frac{\Delta t}{2}$.

ב. $I_{IR} = -0.333 \cdot d + 125$, כאשר I_{IR} ב- mA ו- d ב- cm.

ג. $V_a = 4.95\,\text{V}$ (זרם החיישן הוא $99\,\text{mA}$).

ד. $d = 81\,\text{cm}$ (ההגבר 2, $V_a = 4.9\,\text{V}$, $I_{IR} = 98\,\text{mA}$).

שאלה 3

א. המגבה פועל לפי חוק פסקל: לחץ שמופעל על נוזל כלוא מועבר בשווה לכל הנוזל. לכן הלחץ מתחת לשתי הבוכנות שווה, $P_1 = P_2$, כלומר $\frac{F_1}{A_1} = \frac{F_2}{A_2}$ ו- $F_1 = \frac{A_1}{A_2} \cdot F_2$. מכיוון ש- $A_2 > A_1$, כוח קטן F_1 מרים משא גדול F_2.

ב. $F_1 = 800\,\text{N}$ (שהם $80\,\text{kgf}$).

ג. $P_3 = 42707.56\,\text{Pa} \approx 42.707 \cdot 10^3\,\text{Pa}$

ד. כ- 6.77%

שאלה 4

א. (1) $V_{out}(s) = \frac{1}{0.12 \cdot s + 1}$

(2) $v_{out}(t) = \frac{1}{0.12} \cdot e^{-\frac{t}{0.12}} = 8.333 \cdot e^{-8.333 \cdot t}$

(3) $v_{out}(50\,\text{msec}) \approx 5.49\,\text{V}$

(4) $v_{out}(t = \infty) = 0$

ב. (1) $V_{out}(s) = \frac{3}{0.12 \cdot s^2 + s}$

(2) $v_{out}(t) = 3 \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{0.12}}\right)$

(3) $v_{out}(80\,\text{msec}) \approx 1.46\,\text{V}$

(4) $v_{out}(t = \infty) = 3$

שאלה 5

א. בקר PD (Proportional Derivative) הוא בקר שהיציאה שלו מגיבה גם לגודל השגיאה (החלק היחסי, P) וגם לקצב השינוי שלה (החלק הנגזר, D). המשוואה:
$p(t) = K_p \cdot e(t) + K_p \cdot K_D \cdot \frac{de(t)}{dt} + P_0$, כאשר $p(t)$ יציאת הבקר, $e(t)$ השגיאה, K_p ההגבר היחסי, K_D ההגבר הנגזר (ביחידות זמן) ו- P_0 יציאת הבקר כשהשגיאה אפס.

ב. $p(0^-) = 36\%$, $p(0^+) = 60\%$, $p(3^-) = 78\%$, $p(3^+) = 54\%$, $p(6^-) = 54\%$, $p(6^+) = 18\%$, $p(8^-) = 0\%$, $p(8^+) = 36\%$. בשרטוט: קפיצה מ-36% ל-60% ב- $t = 0$, עלייה בקו ישר עד 78%, קפיצה ל-54% ב- $t = 3$, קו אופקי עד $t = 6$, קפיצה ל-18%, ירידה בקו ישר עד 0%, וקפיצה חזרה ל-36% ב- $t = 8$.

ג. בקר PID משלב שלוש פעולות בקרה: יחסית (P), אינטגרלית (I) ונגזרת (D). המשוואה:
$p(t) = K_p \cdot e(t) + K_p \cdot K_I \cdot \int_0^t e(t)\,dt + K_p \cdot K_D \cdot \frac{de(t)}{dt} + P_0$. האיבר הראשון הוא החלק היחסי (P), השני החלק האינטגרלי (I), השלישי החלק הנגזר (D), ו- P_0 קבוע.

שאלה 6

א. $G(s) = \frac{C(s)}{R(s)} = \frac{(s+1)^2}{s^4 + 7 \cdot s^3 + 17 \cdot s^2 + 17 \cdot s + (K+6)}$

ב. $s^4 + 7 \cdot s^3 + 17 \cdot s^2 + 17 \cdot s + (K + 6) = 0$

ג. המערכת יציבה עבור $-6 < K < 29.39$.

שאלה 7

א. כרטיסי המבוא מתחלקים לשני סוגים: ספרתיים ותקביליים (אנלוגיים). כרטיס מבוא ספרתי מדווח לבקר על אירועים ועל מצבים לוגיים (0 או 1), למשל מתג פתוח או סגור. כרטיס מבוא תקבילי אוסף מידע כמותי על ערכים במערכת, כמו טמפרטורה, לחץ או מפלס. באיור לשאלה 7 כרטיס המבוא הוא ספרתי.

ב. כרטיסי המוצא מתחלקים לשני סוגים: ספרתיים ותקביליים (אנלוגיים). כרטיס מוצא ספרתי מפעיל או מפסיק את הצרכנים המבוקרים (נורות, מגענים, ברזים חשמליים). כרטיס מוצא תקבילי מאפשר ויסות רציף של משתני הצרכנים, כמו מהירות מנוע או מידת הפתיחה של שסתום. באיור לשאלה 7 כרטיס המוצא הוא ספרתי, מסוג ממסר.

ג. כשמגע של כרטיס המוצא מנתק צרכן השראתי (מנוע, סליל מגען, ברז חשמלי), הסליל מתנגד לשינוי הזרם ומפתח כא"מ נגדי (חוק לנץ). נוצרת קפיצת מתח גבוהה בין המגעים שנפתחים, והיא מתבטאת בקשת חשמלית (ניצוץ) שעוברת ביניהם ושוחקת אותם.

ד. רמה לוגית 1 (מתג סגור): מבואות 2, 6, 8, 12. רמה לוגית 0 (מתג פתוח): מבואות 1, 3, 4, 5, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16.

ה. הממסרים מופעלים במוצאים 3, 6, 8. הממסרים אינם מופעלים במוצאים 1, 2, 4, 5, 7.

שאלה 8

א. $O = A \cdot D + B$

ב. קוצב הזמן מופעל כאשר השער פתוח (C הוא 1) וגם החיישן לא מזהה עצם במסלול השער (B הוא 0): $\overline{B} \cdot C$. כדי שהקוצב יסיים, שני התנאים צריכים להתקיים 10 שניות ברצף.

ג. השער נפתח (E הוא 1) כאשר השער עוד לא פתוח עד הסוף (C הוא 0), וגם מתקיים אחד מאלה: התקבל אות לפתיחה כשהשער סגור ($A \cdot D$), או שהחיישן מזהה עצם במסלול השער (B). מרגע שהמנוע התחיל לפתוח, E מחזיק את עצמו עד שהשער פתוח: $E = (A \cdot D + B + E) \cdot \overline{C}$.

ד. ‏'0'. ברגע שהשער מתחיל להיסגר הוא עוזב את המצב הפתוח, C יורד ל-0, התנאי $\overline{B} \cdot C$ של קוצב הזמן מפסיק להתקיים והקוצב מתאפס. המנוע ממשיך לסגור בזכות ההחזקה העצמית של F.

שאלה 9

לא נכון. המגבר הוא מגבר יחידה (חוצץ), ולכן מתח המוצא שווה למתח המבוא: $V_{out} = V_{in} = 7\,\mathrm{V}$.

שאלה 10

לא נכון. פוטנציומטר (Potentiometer) הוא נגד משתנה, שמשמש כמחלק מתח וכחיישן של מיקום או זווית. הוא לא מודד לחץ אוויר.

שאלה 11

לא נכון. $V_a = 6\,\text{V}$, ולכן $V_b = V_a - V_{ab}$. עם הנתון $V_{ab} = 7.5\,\text{V}$ מתקבל $-1.5\,\text{V}$ (ערך שאינו אפשרי במעגל, כנראה הכוונה ל- $V_{ab} = 0.75\,\text{V}$, ואז $V_b = 5.25\,\text{V}$). בשני המקרים V_b אינו $3.2\,\text{V}$.

שאלה 12

נכון. הרדיוס הוא $r = \frac{d}{2} = 0.8\,\text{m}$, ולכן $\omega = \frac{v}{r} = \frac{1.6}{0.8} = 2\,\frac{\text{rad}}{\text{sec}}$.

שאלה 13

לא נכון. $V_{min} = \frac{V_{ref}}{2^n} = \frac{12}{2^9} = 23.44\,\text{mV}$, ולא $0.96\,\text{V}$.

שאלה 14

נכון. המגע valve מחובר במקביל לתנאי ההפעלה ($level < 1$), ולכן השסתום ממשיך לפעול גם אחרי שהמפלס עלה מעל מטר אחד, עד שהמפלס מגיע ל-3 מטרים.

שאלה 15

לא נכון. קוצב הזמן נותן דופק כל 2 שניות, ולכן אחרי 9 שניות הערך הצבור של המונה הוא 4. 4 אינו גדול מ-5, ולכן A הוא 0 לוגי.

שאלה 16

נכון. בשורה שלושה משתני קלט (A, B, C), וכל אחד מהם יכול להיות 0 או 1, ולכן יש $2^3 = 8$ מצבי קלט אפשריים.

שאלה 17

נכון. פקודה א' מעתיקה את הערך 3 מהמשתנה A למשתנה B, ופקודה ב' מעתיקה את הערך 3 מהמשתנה B למשתנה C.

שאלה 18

לא נכון. הדיאגרמה ממשת את $F = A \cdot B + A \cdot C + B \cdot C$, ולכן $F = 1$ גם בשורות 011, 101 ו-110. בטבלה שבאיור ב' רשום בשורות האלה 0.

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