

מערכות מכטרוניות ט'

(לטכנאי מכונות)

הוראות לנבחן

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שני פרקים ובהם שמונה שאלות. עליך להשיב על שאלה 1 שבפרק הראשון ועל ארבע מבין השאלות 2-8 שבפרק השני. לכל שאלה - 20 נקודות; בסך-הכול - 100 נקודות.

פרק ראשון:	מערכות מכטרוניות	20 נקודות
פרק שני:	בקרת תהליכים ומכשור לבקרה ולאלקטרוניקה תעשייתית	80 נקודות
סך-הכול		100 נקודות

ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון וכל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.

ד. הוראות מיוחדות:

- בטרם תתחיל לענות על השאלות, קרא בעיון את השאלון וודא שההנחיות בדף השער מובנות לך היטב.
 - ענה על השאלות על-פי הסדר הנראה לך.
 - ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות הנוספות.
 - בכל שאלה ניתנו הנתונים לפתרונה. אם לדעתך חסר נתון, הוסף אותו על-פי שיקול דעתך ופתור בעזרתו את השאלה. רשום בתשובתך את הנתון שהוספת.
 - בתשובה על שאלה חישובית, עליך להציג את שלבי הפתרון באופן מפורט ולהסבירם בקצרה. קבלת מֶרֶב הנקודות מותנית במילוי דרישה זו.
 - לנוחותך, לשאלון זה מצורף מילון מונחים בשפות עברית, ערבית, אנגלית ורוסית. תוכל להיעזר בו בעת הצורך.
- בשאלון זה 10 עמודים ושני עמודים של נספח.

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

השאלות

בשאלון זה שני פרקים ובהם שמונה שאלות.

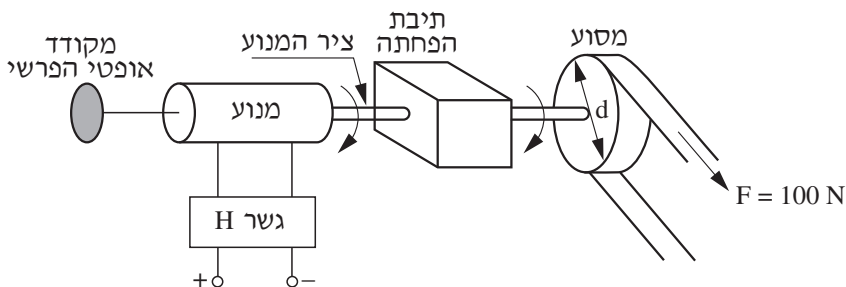
עליך לענות על שאלה 1 שבפרק הראשון (20 נקודות), ועל ארבע מבין השאלות 2-8 שבפרק השני (לכל שאלה – 20 נקודות).

פרק ראשון: מערכות מכטרוניות (20 נקודות)

ענה על שאלה 1 – שאלת חובה.

שאלה 1

באיור א' לשאלה זו מתואר חלק של מערכת לבקרת מהירות תנועה של מסוע.



איור א' לשאלה 1

המסוע מחובר לצייר המנוע דרך תיבת הפחתה.

– יחס התמסורת של תיבת הפחתה הוא 1:8.

– על צייר המנוע מותקן מקודד אופטי הפרשי (Incremental encoder).

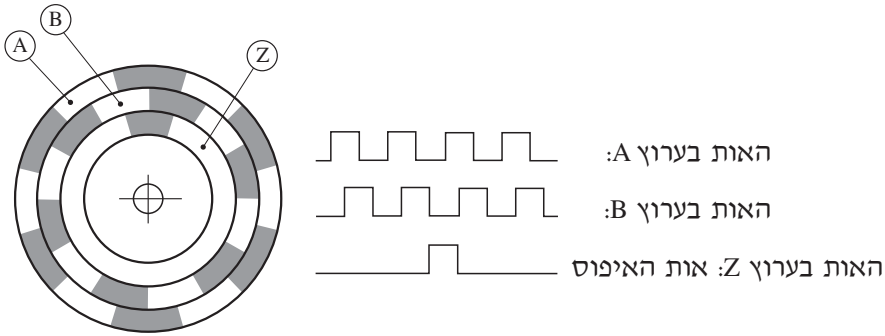
א. – הקוטר של גלגל המסוע: $d = 80 \text{ cm}$

– טווח המהירויות הקוויות שבו יש להניע את המסוע: $2 \frac{\text{m}}{\text{sec}} - 0.4 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$

מהו הטווח של קצב הסיבוב של המנוע ביחידות r.p.m.?

ב. העומס על פני המסוע יוצר בו כוח $F = 100 \text{ N}$, כמתואר באיור א'. מהו המומנט הנדרש סביב ציר המנוע?

ג. באיור ב' לשאלה מתואר מקודד אופטי הפרשי. האיור נועד להמחשה בלבד.



איור ב' לשאלה 1

המקודד כולל שלושה ערוצים:

ערוץ A – לספירה

ערוץ B – לקביעת כיוון סיבוב

ערוץ Z – לקביעת נקודת האפס

המקודד סופר אותות בצורת מילה בינארית בעלת שתי סיביות.

כושר ההבחנה הנדרש במדידת המהירות הוא $0.05 \frac{\text{m}}{\text{sec}}$.

חשב את מספר הדפקים הנדרש במדידת המהירות כדי שיתקבל כושר ההבחנה הזה.

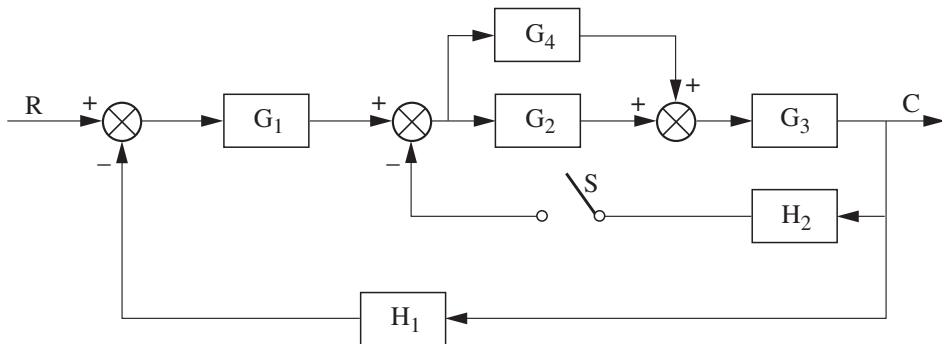
ד. המנוע שמניע את המסוע הוא מנוע זרם ישר. המנוע מוזן ממקור D.C., ומהירותו מווסתת באמצעות גשר טרנזיסטורי מסוג H. סרטט תרשים כללי של גשר H והסבר כיצד משתנה מהירות הסיבוב של המנוע באמצעות הגשר.

פרק שני: בקרת תהליכים ומכשור לבקרה ולאלקטרוניקה תעשייתית (80 נקודות)

ענה על ארבע מבין השאלות 2-8 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 2

באיור לשאלה זו נתון תרשים מלבנים של מערכת בקרה.



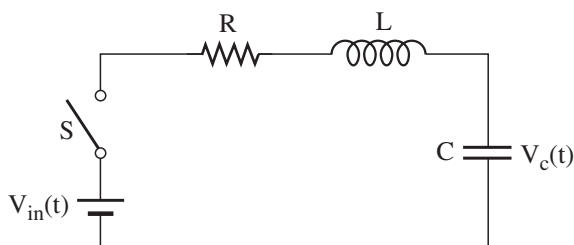
איור לשאלה 2

א. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת: $G_{\text{total}}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$
כאשר המפסק S פתוח.

ב. רשום ביטוי לפונקציית התמסורת: $G_{\text{total}}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$
כאשר המפסק S סגור.

שאלה 3

באיור לשאלה זו מתואר מעגל חשמלי.
המעגל כולל סליל, קבל, נגד, מקור מתח ומפסק S.



איור לשאלה 3

פונקציית התמסורת שמתארת את הקשר בין המתח על הקבל, $V_c(t)$, למתח המקור, $V_{in}(t)$, היא

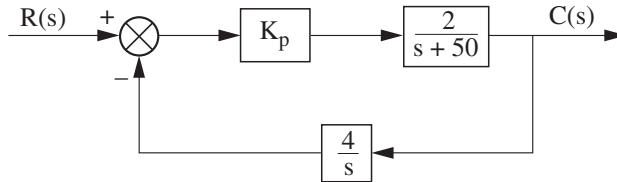
$$\frac{V_c(s)}{V_{in}(s)} = \frac{1}{CLs^2 + CRs + 1}$$

נתונים: $L = 50 \text{ H}$, $C = 4 \text{ F}$, $R = 3 \text{ k}$

- א. חשב את ההגבר הסטטי של המערכת.
- ב. חשב את התדר הטבעי של המערכת.
- ג. חשב את יחס הריסון של המערכת.
- ד. האם המערכת תתנדנד בתגובה לאות כניסת מדרגה? נמק את תשובתך.
- ה. רשום ביטוי ל- $V_c(t)$ כאשר $V_{in}(t)$ הוא אות כניסת מדרגה בגודל 2 V .

שאלה 4

באיור לשאלה זו נתונה דיאגרמת מלבנים של מערכת בקרה הכוללת בקר פרופורציונלי שהגברו K_p .

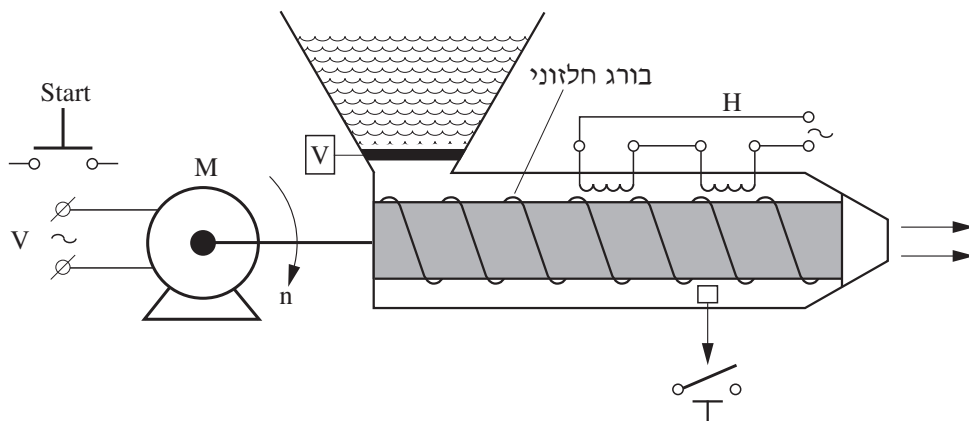


איור לשאלה 4

- א. רשום את פונקציית התמסורת של החוג הסגור: $G_{cl}(s) = \frac{C(s)}{R(s)}$.
- ב. 1. חשב את הגבר הבקר (או את הטווח של הגברי הבקר) שיבטיח שהתדר הטבעי של המערכת יהיה $\omega_n > 10 \frac{\text{rad}}{\text{sec}}$.
2. חשב את הטווח של הגברי הבקר, שיבטיח שיחס הריסון של המערכת יהיה $\xi \geq 0.8$.
- ג. מהו טווח ההגברים שיבטיח את קיום שתי הדרישות המופיעות בסעיף ב' בו־זמנית?

שאלה 5

באיור לשאלה זו מתואר מתקן לעיצוב פלסטיק הכולל בורג חלזוני (extruder).



איור לשאלה 5

חומר הגלם המוצק מותך באמצעות חימום, והחומר הנוזלי ממלא את הבורג החלזוני. במוצא המשפך מותקן ברז סולנואיד V . מנוע M , המופעל באמצעות מגען C_M (לא מופיע באיור), מסובב את הבורג החלזוני. גופי חימום H מחוברים למקור מתח חילופין באמצעות מגען C_H (לא מופיע באיור). המגען C_H מופעל באמצעות חיישן חום T הסוגר את המגע שלו בטמפרטורה מסוימת.

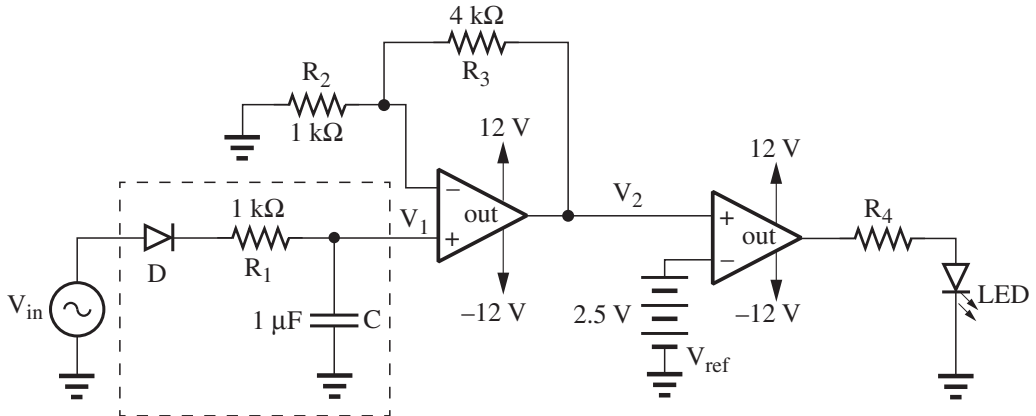
המתקן פועל באמצעות בקר מתוכנת.

שלבי ההפעלה של המתקן:

1. לחיצה על לחצן Start גורמת לחיבור של גופי החימום למקור מתח החילופין.
 2. כאשר הטמפרטורה של חומר הגלם הנוזלי בבורג מגיעה לערך הנדרש, נסגר המגע T של חיישן החום וברז-זמנית מופעל המנוע M .
 3. 10 שניות לאחר התחלת הפעולה של המנוע נפתח ברז הסולנואיד V .
- א. רשום את שמות הכניסות ואת שמות היציאות של הבקר.
- ב. סרטט דיאגרמת סולם, או כתוב תכנית לבקרת הפעולה של המערכת.

שאלה 6

באיור לשאלה זו מתואר מעגל בקרה הכולל מגברי שרת אידיאליים.



איור לשאלה 6

מתח הכניסה למעגל, V_{in} , הוא מתח חילופין בתדר 1 kHz.

תפקיד המעגל הוא להדליק נורת LED כאשר המשרעת של מתח הכניסה (אמפליטודה) גדולה מערך מסוים.

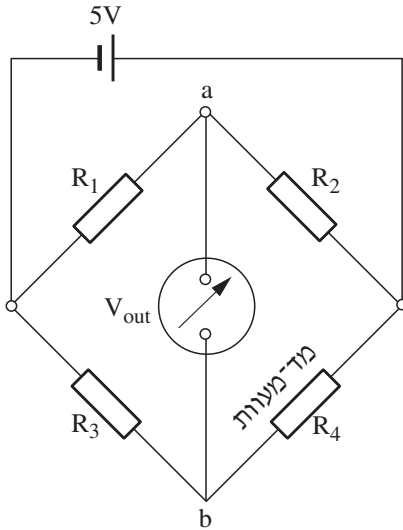
- א. מהו תפקידו של חלק המעגל המסומן באיור בקו מקווקו?
- ב. סרטט שלושה גרפים, זה מתחת לזה, של המתחים v_{in} , v_1 ו- v_2 , כפונקציה של הזמן.
- ג. חשב את המשרעת המינימלית של מתח הכניסה v_{in} , שתגרום לנורת ה-LED במוצא המעגל להידלק.
- ד. נתוני נורת ה-LED:

- המתח על הנורה כאשר היא פולטת אור: $V_{LED} = 1.6 \text{ V}$
- הזרם דרך הנורה כאשר היא פולטת אור: $I_{LED} = 15 \text{ mA}$
- ההתנגדות הנורה כאשר היא מוליכה: $R_{ON} = 100$

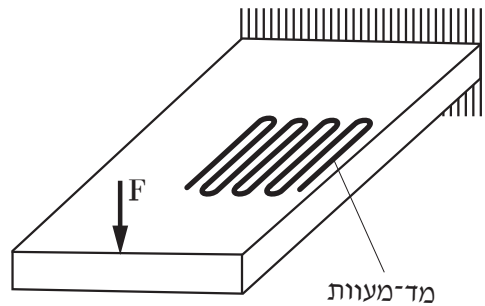
חשב את ההתנגדות המרבית של הנגד R_4 , שתבטיח פעולה תקינה של נורת ה-LED.

שאלה 7

באיור א' לשאלה מתואר מד-מַעֲנוֹת המודבק לקורה רתומה. תפקיד מד-המעוות הוא למדוד את הכוח F הפועל בקצה הקורה, כמתואר באיור.



איור ב' לשאלה 7



איור א' לשאלה 7

באיור ב' לשאלה מתואר מעגל חשמלי של גשר ויטסטון. במעגל משולב מד-מעוות, שההתנגדות החשמלית שלו היא R_4 .

נתון: $R_1 = R_2 = R_3 = 120$

א. כאשר $F = 0$, התנגדות מד-המעוות היא $R_4 = 120$.

כאשר פועל כוח F כלשהו בקצה הקורה, התנגדות מד-המעוות היא $R_4 = 130$.
חשב את מתח המוצא, V_{out} , המסומן באיור ב'.

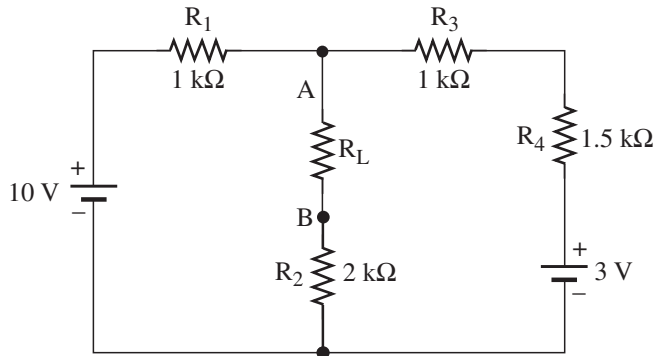
ב. 1. הסבר מדוע שינוי בטמפרטורת הסביבה משפיע על דיוק המדידה של מד-המעוות.

2. אפשר לקזז את השפעת הטמפרטורה על דיוק המדידה על-ידי הוספת מד-מעוות נוסף, "מד-מעוות פסיבי". כיצד יש למקם את מד-המעוות הנוסף: לאורכה של הקורה או לרוחבה? נמק את תשובתך.

3. איזה נגד בגשר ויטסטון יש להחליף במד-המעוות הפסיבי? הסבר כיצד מתקזזת ההשפעה של טמפרטורת הסביבה על-ידי מד-מעוות זה.

שאלה 8

באיור לשאלה זו מתואר מעגל חשמלי.



איור לשאלה 8

א. מנתקים את נגד העומס R_L :

1. חשב את המתח V_{AB} .
2. חשב את ההתנגדות השקולה, R_{AB} , בין הנקודות A ו- B .

ב. מחברים נגד עומס $R_L = 5 \text{ k}$:

1. סרטט מעגל תמורה הכולל מקור מתח V_{AB} , נגד R_{AB} ונגד עומס R_L .
2. חשב את הזרם (גודל וכיוון) דרך נגד העומס.
3. חשב את המתח על פני נגד העומס.

ג. האם כיוון הזרם דרך נגד העומס תלוי בהתנגדות הנגד? נמק את תשובתך.

בהצלחה!

נספח: מילון מונחים (2 עמודים)

לשאלון 710921, אביב תשע"ה

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
step input signal	Сигнал входной ступени	إشارة إدخال تدريجي	אות כניסת מדרגה
spiral screw	Спиральный винт	برغي حلزوني	בורג חלזוני
controller	Регулятор	مُتحكّم	בקר
programmable logical controller	Программируемый регулятор	مُتحكّم مُبرمج	בקר מתוכנת
wheatstone bridge	Мост Вистона	قنطرة وهيتستون	גשר וויטסטון
L.E.D.	Светодиод	ديودا (صمام ثنائي) باعثة للضوء	דיודה פולטת אור
static amplification	Статическое усиление	التضخيم الثابت	הגבר סטטי
sensor	Датчик	مَجَسّ	חיישן
damping ratio	Относительный коэффициент затухания	نسبة التخميد	יחס ריסון
operational amplifier	Операционный усилитель	مُضخّمت تشغيلية	מגבר שרת
contactor	Контактор	قاطع / قواطع	מגען/מגענים
strain gauge	Датчик деформации	مقياس التشوّ	מד מעוות
conveyer	Конвейер	ناقل	מסוע
compensation circuit	Схема компенсации	دائرة التعديل	מעגל תמורה
incremental encoder	Оптический кодер	التشفير البصري	מקודד אופטי
resistor	Резистор	مُقاوَمَة	נגד
inductor	Катушка индуктивности	ملفّ	סליל
track	Канал	قناة	ערוץ

תרגום המונח			המונח
אנגלית	רוסית	ערבית	
transfer function	Передаточная функция	دالة الانتقال	פונקציית תמסורת
natural frequency	Натуральная частота	التردد الطبيعي	תדר טבעי
reduction box	Раздаточная коробка	صندوق التخفيض	תיבת הפחתה
block diagram	Функциональная схема	مخطط المستطيلات	תרשים מלבניים