

מועד ב' אביב תשע"ח – 2018

נספחים : נוסחאון

תורת החשמל

הנדסאים וטכנאים מוסמכים במגמת הנדסת חשמל – שאלון מספר 90611 ו-93611

הנדסאים וטכנאים מוסמכים במגמת הנדסת אלקטרוניקה – שאלון מספר 90711 ו-93711

הנדסאים במגמת מכשור ובקרה – שאלון מספר 92023

משך הבחינה:

ארבע שעות.

מבנה השאלון

שמונה שאלות בשאלון.

ומפתח הערכה:

עליך לבחור חמש שאלות בלבד ולכתוב את תשובותיך במחברת הבחינה.

כל השאלות שוות בערך. עשרים נקודות לשאלה, ובסך הכול מאה נקודות.

חומר עזר המותר לשימוש:

1 מחשבון פשוט ללא תקשורת חיצונית.

אסור להשתמש לא במחשב נייד ולא בטלפון נייד ולא בכל אמצעי דומה אחר.

2 אסור להעביר בין הנבחנים לא חומר עזר ולא מחשבוני.

הוראות כתיבת התשובות במחברת הבחינה:

1 בעמוד הראשון של מחברת הבחינה יש לרשום את מספרי השאלות שעל מעריך הבחינה לבדוק;

כמות השאלות לא תעלה על זו הנדרשת!

2 את התשובה על השאלות שבסעיפי השאלה, יש להתחיל בעמוד חדש.

יש לרשום בבירור את מספר השאלה בראש העמוד.

3 השימוש במחברת טיוטה אסור בהחלט! יש לסמן קו (אחד) על הכתוב שאינך רוצה שייבדק.

4 אין לאחד סעיפים! את התשובה על כל אחד מסעיפי השאלה עליך לתת בנפרד ולפי סדר הופעתם בשאלון.

5 – תשובה מלאה היא תשובה המנומקת בחישוב או במילים או באיור ובה דיון קצרצר.

– תשובה מלאה על שאלת חישוב היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי לפיו יעשה החישוב,

הערכים מוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.

– כל מספר המוצג בביטוי מתמטי, חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה.

– אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציב את הערכים בביטוי המתמטי.

6 תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה, **לא תזכה בניקוד כלל!**

7 אם לדעתך חסר נתון או אם נתון כלשהו שגוי, מותר לך להניח הנחה סבירה ומנומקת שתאפשר לך לענות

על השאלה.

אסור בהחלט להוציא מחדר הבחינה לא את טופס השאלון ולא את מחברת הבחינה

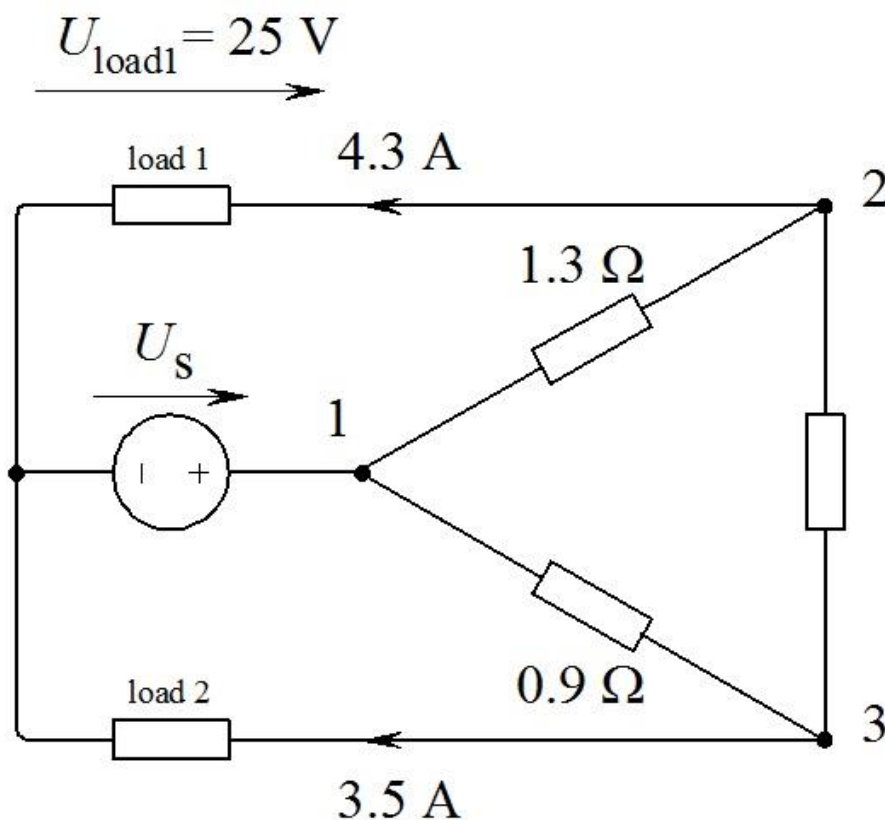
בהצלחה

שאלה 1

שני עומסים חשמליים ניזונים באנרגיה ממקור מתח ישר, כמתואר בתרשים החיבורים שבאיור 1. עוד נתון באיור, זרם צריכת האנרגיה של כל אחד מהעומסים, המתח שבין הדקי העומס load 1, התנגדות המוליך המחבר את צומת 2 עם צומת 1, והתנגדות המוליך המחבר את צומת 3 עם צומת 1.

אורך המוליך המחבר את צומת 2 עם צומת 3, הוא 50 m. שטח החתך של מוליך זה הוא 2.5 mm^2 .

וההתנגדות הסגולית של החומר שממנו עשוי המוליך, היא $0.02 \frac{\Omega \cdot \text{mm}^2}{\text{m}}$.



איור 1

5 נק' א מה הערכים של שלושת ההתנגדויות בחיבור כוכב השקיל לשלושת ההתנגדויות שבאיור, התנגדויות המחברות בחיבור משולש?

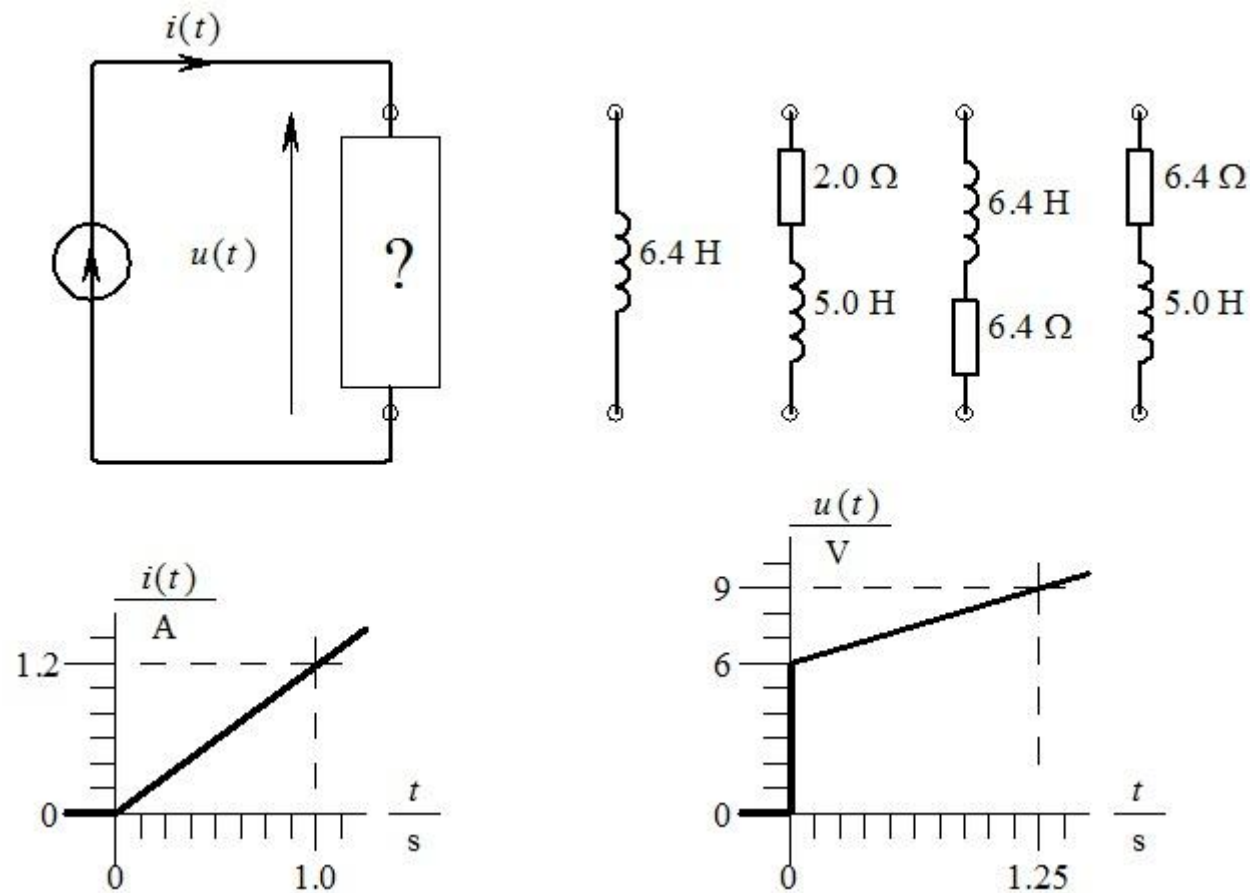
5 נק' ב מה עוצמת הזרם במקור המתח הישר?

5 נק' ג מה הגודל של מתח המקור?

5 נק' ד מה עוצמת הזרם הזורם במוליך המחבר את צומת 2 עם צומת 3 ומה מגמתו (הכיוון שלו)?

שאלה 2

מקור זרם מאלץ בהתקן (המלבן שבתוכו סימן השאלה) את אות הזרם $i(t)$ שבאיור 2. בין הדקי ההתקן נמדד אות המתח $u(t)$ שהוא תגובת ההתקן לאות הזרם. עוד נתונים באיור 2, ארבע אפשרויות לתיאור ההתקן באמצעות רכיבי מעגל חשמלי.



איור 2

- 10 נק' א מהו התיאור הנכון של ההתקן?
חובה לסמוך את התשובה בחישוב
- 5 נק' ב מה הספק הרגעי בהתנגדות ההתקן בזמן $t = 1\text{ s}$?
- 5 נק' ג כמה אנרגיה אגורה בהתקן בזמן $t = 1\text{ s}$?

שאלה 3

התקן חשמלי מחובר למערך תאים אלקטרוכימיים (זרם-ישר) כמתואר באיור 3. עוד מתואר באיור, ייצוג ההתקן באמצעות רכיבי מעגל חשמלי.

כל התאים שבמערך שווים זה לזה.

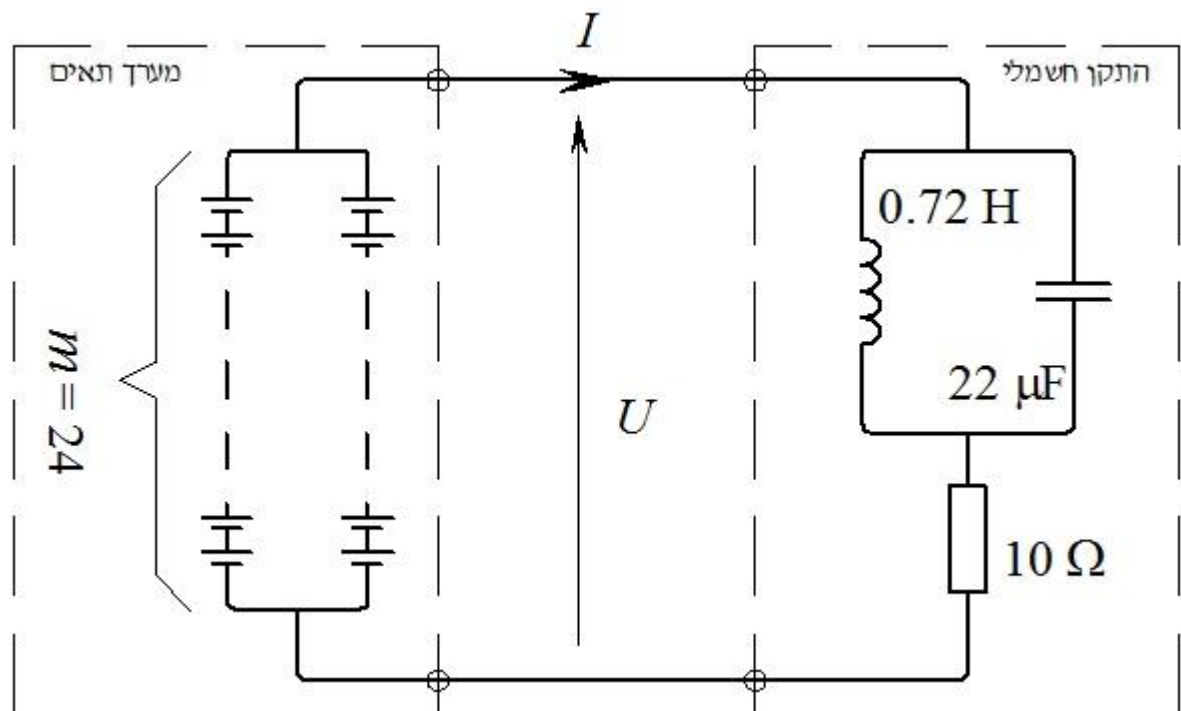
הכוח האלקטרומוטורי (כא"מ) של כל תא הוא 2.14 V וההתנגדות הפנימית של כל תא היא 0.0024Ω .

5 נק' א מה עוצמת הזרם I ומה גודל המתח U , המסומנים באיור?

5 נק' ב האם העברת האנרגיה מהמקור אל העומס החשמלי נעשית בנקודת עבודה שבה ההספק מרבי?

5 נק' ג מה הספק איבודי האנרגיה במערכת?

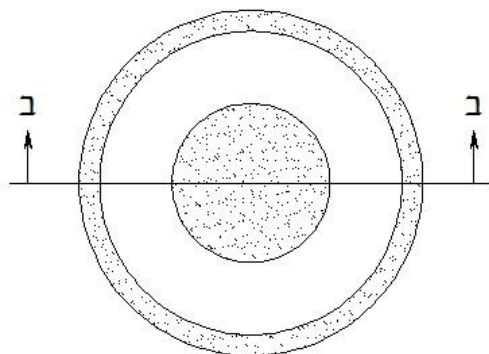
5 נק' ד מה נצילות המערכת?



איור 3

שאלה 4

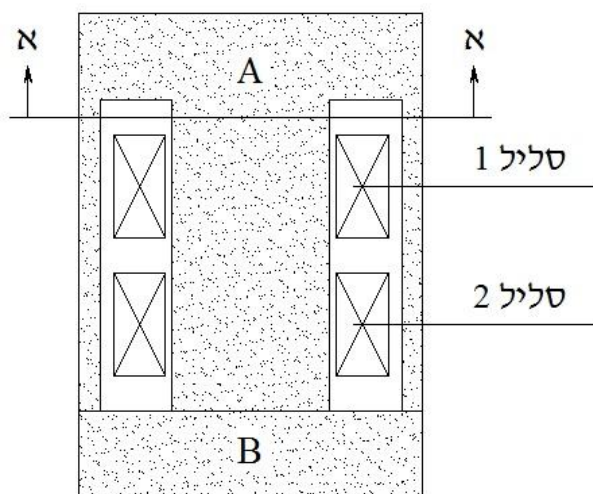
שלושה חלקים באלקטרומגנט גלילי, המתואר באיור 4:
חלק A, סליל 1 וסליל 2.



חלק A-א

בחלק A-א שבאיור, רואים את חתך הליבה (העיגול שבמרכז) שעליה מותקנים הסלילים, וגם רואים את חתך העולה (הטבעת שבהיקף).

בחלק B-ב שבאיור, רואים את שני הסלילים המותקנים על הליבה ואת העולה. הליבה והעולה יחד עשויות חומר פרומגנטי והם מסומנים באות A.



חלק B-ב

החלק המסומן באות B, הוא דיסקה העשויה חומר פרומגנטי. היא צמודה לאלקטרומגנט כי בסליל 1 זורם זרם. במצב זה, אורך חריץ האוויר שבין חלק A לחלק B, אפסי ואין להתחשב בו כלל.

האורך הכולל של מסלול השטף המגנטי, בחלק A ובחלק B יחד, הוא 85mm. שטח החתך של מסלול השטף המגנטי הוא 100 mm^2 והוא אחיד לכל אורך מסלול השטף (שטח החתך של הליבה שווה לשטח החתך של העולה).

החדירות היחסית של חלק A ושל חלק B היא $\mu_r = 700$.

איור 4

8 נק' א כאשר בסליל 2 לא זורם כל זרם ובסליל 1 זורם זרם ישר שעוצמתו $0.11A$,

צפיפות השטף המגנטי בליבה היא $1.1T$. כמה כריכות (מספר שלם) יש בסליל 1?

4 נק' ב כאשר חלק B צמוד לחלק A, מה השראות סליל 1?

5 נק' ג בסליל 2 יש 730 כריכות; מגמת הליפוף בשני הסלילים שווה זו לזו; כאשר חלק B צמוד לחלק A, בסליל 1 זורם זרם ישר של $0.08A$.

מה הזרם הישר שיש להזרים בסליל 2 כדי שצפיפות השטף בליבה תהיה $0.01T$?

3 נק' ד הרחיקו את חלק B מחלק A ומדדו את השראות סליל 1. מצאו שהערך הנמדד קטן מאוד בהשוואה לערך שחושב בשאלה ב. במונחי המעגל המגנטי, מה ההסבר לממצא (הנכון) הזה?

שאלה 5

התקן חשמלי בעל שני הדקים חובר למקור מתח ולשלושה מכשירי מדידה (מד זרם, מד מתח ומד הספק).

במדידה בו בזמן של מאפייני צריכת האנרגיה של ההתקן, התקבלו התוצאות שלהלן.

עוצמת הזרם בהתקן : $I = 7.3 \text{ A}$;

גודל המתח שבין הדקי ההתקן : $U = 117 \text{ V}$;

והספק צריכת האנרגיה בהתקן : $P = 530 \text{ W}$.

מכשירי המדידה הם מכשירים להלכה : אין הם משפיעים על תוצאות המדידה ואין בהוריתם שגיאה כלשהי.

5 נק' א האם תוצאות המדידה מאשרות את הידיעה שמקור המתח הוא מקור זרם חילופים?
עליך לסמוך את התשובה בחישוב מתאים

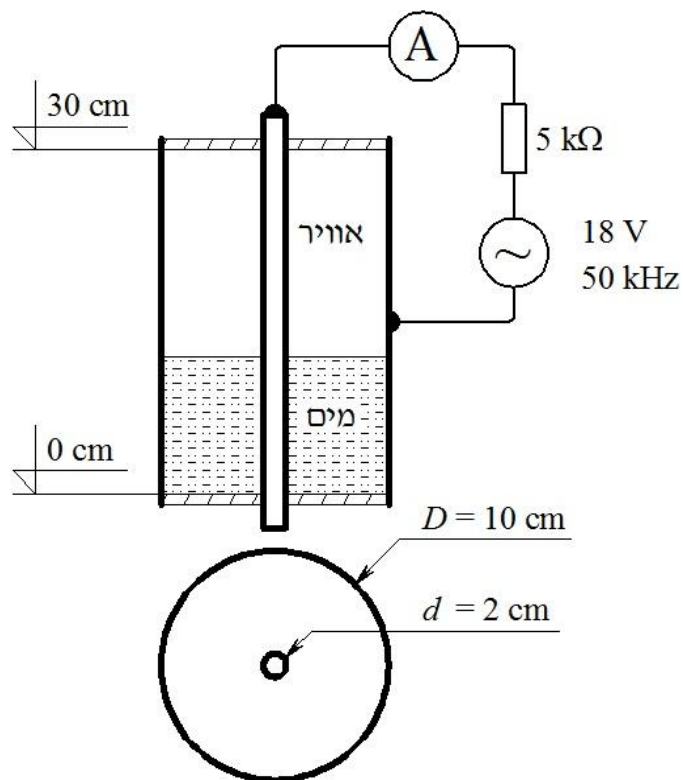
5 נק' ב מהו הגודל של שלושת הספקי צריכת האנרגיה – ממשי, היגבי ונדמה – של ההתקן?

4 נק' ג מה הייצוג של ההתקן באמצעות התנגדות והיגב המחוברים זה לזה בטור?

4 נק' ד מה הייצוג של ההתקן באמצעות התנגדות והיגב המחוברים זה לזה במקביל?

2 נק' ה מהו מכשיר המדידה האלקטרוני שבאמצעותו אפשר יהיה לדעת מה אופי צריכת האנרגיה של ההתקן (השראי או קיבולי) ?

שאלה 6



איור 6

ביסודו ההתקן החשמלי שבאיור 6 הוא קבל גלילי. הקיבול שלו ניתן לשינוי על פי כמות המים והאוויר שבתוכו.

הפרמיטיביות היחסית של המים המזוקקים היא 80 והפרמיטיביות היחסית של האוויר היא 1.

המוליכות החשמלית של המים אפסית ואין להתחשב בה כלל.

מבחינה חשמלית, יש בהתקן שני קבלים גליליים: באחד, מים מזוקקים; ובאחר, אוויר.

2 נק' א מה צורת החיבור החשמלי של שני הקבלים שבהתקן זה אל זה?

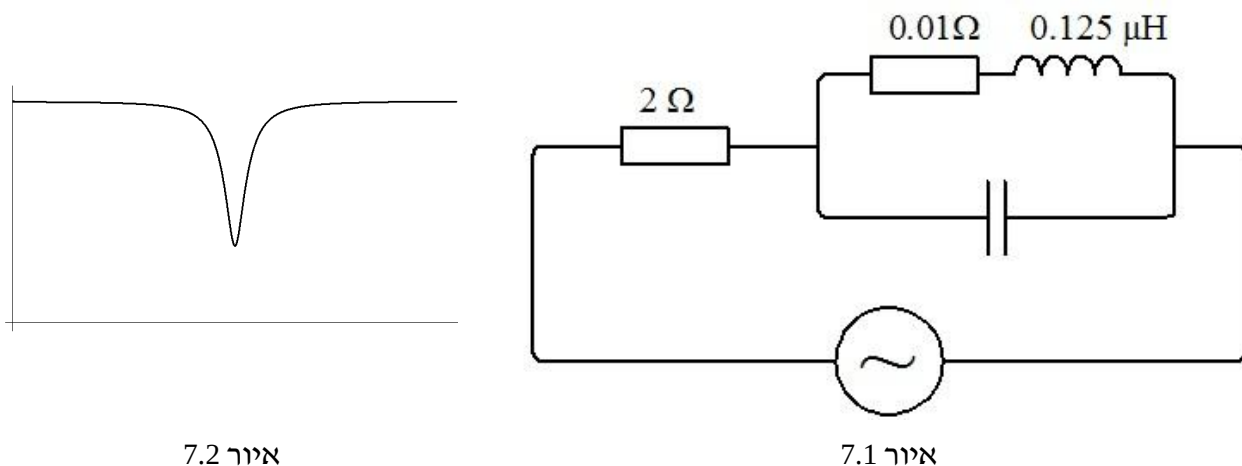
5 נק' ב כמה הוא הקיבול המרבי של ההתקן?

10 נק' ג כאשר כמות האוויר שבהתקן היא שליש נפח ההתקן, מה תהיה עוצמת הזרם בהתנגדות?

3 נק' ד אם יחליפו את מקור המתח במקור מתח בזרם ישר, מה תהיה התשובה על שאלה ג?

שאלה 7

שלושה התקנים – משרן (התנגדות והשראות), קבל ונגד – מחוברים זה לזה על פי תרשים החיבורים שבאיור 7.1. שלושת ההתקנים האלה מחוברים למחולל אות מתח סינוסואידי. הערך היעיל של אות המתח קבוע ועומד על 3V.

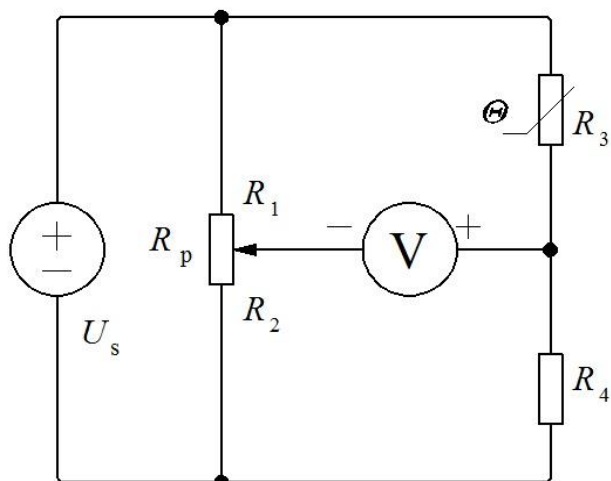


איור 7.2

איור 7.1

- 6 נק' א הקבל שבאיור 7.1, נבחר כך שתדר התנודה הטבעית של המעגל שבו שלושת ההתקנים, יהיה שווה 247.5kHz. מה הגודל של קיבול הקבל?
- 8 נק' ב שלוש נקודות קיצון בקו העקום שבאיור 7.2. שתיים בקצוות ואחת באמצע. בקצה אחד, התדר נמוך מאוד מאוד; בקצה האחר, התדר גבוה מאוד מאוד; ובאמצע, תדר המקור שווה לתדר התנודה הטבעית של המעגל שבו שלושת ההתקנים. מה עוצמת הזרם במחולל האות ומה גודל עכבת המעגל, בשלושת נקודות אלו?
- 3 נק' ג האם הגרף שבאיור 7.2, מתאר את התלות בתדר של עוצמת הזרם במחולל האות או שהוא את התלות של עכבת המעגל בתדר?
- 3 נק' ד מה תחום התדרים, שבו עוצמת הזרם שבקבל גדולה מעוצמת הזרם שבמשרן?

שאלה 8



איור 8

איור 8 הוא תרשים החיבורים של מעגל חשמלי המשמש למדידה עקיפה של טמפרטורה.

המדידה נעשית באמצעות נגד R_3 שהתנגדותו תלויה בטמפרטורה של הגוף שאליו הוא מוצמד.

ההתנגדות הפנימית של מד המתח גדולה מאוד והשפעתה על המדידה אינה מורגשת כלל. שגיאת המדידה של מד המתח, אפסית.

מקור המתח שבמעגל המדידה הוא ספק כוח מיוצב, מתחו קבוע ועומד על $U_s = 7.7 \text{ V}$.

התנגדות הפוטנציומטר $R_p = R_1 + R_2$ היא 1200Ω והתנגדות הנגד R_4 היא 200Ω . הגודל של ההתנגדויות האלה קבוע ואינו תלוי בטמפרטורה כלל.

התלות של התנגדות הנגד R_3 בטמפרטורה מתוארת גרפית בקו ישר לפי

$$R(\theta) = R_{\theta_1} (1 + \alpha_{\theta} (\theta - \theta_1))$$

בטמפרטורה של 20°C התנגדות הנגד R_3 היא 130Ω , וקבוע הטמפרטורה הוא $\alpha_{\theta} = 0.005 \frac{1}{^\circ \text{C}}$

5 נק' א כווננו את מערכת המדידה (הזיזו את זחלן הפוטנציומטר) כך שכאשר טמפרטורת הנגד R_3 היא 20°C , הוריית מד המתח היא 0 V .

$$\text{כמה הוא יחס ההתנגדויות } \frac{R_2}{R_p} ?$$

5 נק' ב הצמידו את הנגד R_3 אל גוף שהטמפרטורה שלו 80°C . מה התנגדותו בטמפרטורה זו?

10 נק' ג מד המתח הוא מד מתח ספרתי שבצג שלו יש ארבע ספרות בלבד. תוצאת המדידה של המתח מוצגת בצג באחת משלושת היחידות ההנדסיות: μV ; mV ; V . מד המתח בנוי כך שהמספר שבצג שלו לעולם אינו מתחיל בספרה אפס. מה תהיה הוריית מד המתח הספרתי כשהנגד R_3 צמוד אל גוף שהטמפרטורה שלו 80°C ?

בהצלחה

© כל הזכויות שמורות למה"ט

מחוויון לשאלון 90711 93611 90711 93711 92023 90611 - תורת החשמל - אביב 2018 מועד ב'

הגריעה באחוזים היא מהניקוד המלא של השאלה ולא ניקוד הסעיף שבשאלה.

גריעה בשל אי-ציות להוראה	תוכן ההוראה	
-10%	אין לאחד סעיפים!	1
-10%	חשבון ללא הצגת הביטוי המתמטי	2
-10%	הצגת תוצאות ביניים ותוצאות סופיות ללא יחידות פיזיקליות	3
-10%	כל מספר המוצב בביטוי מתמטי, חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה.	4
-30%	אי הצבת ערכים בביטוי המתמטי	5
-100%	תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה	6
-30%	אי-נימוק בחירה של נתון חסר או נתון שגוי	7