GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד ב'
סמל השאלון: 97161
שם התלמיד/ה: _____

מכונות חשמל והנע

הנדסת חשמל · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שמונה שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד, ערך כל שאלה 20 נקודות. סה"כ: 100 נקודות.

ג. חומר עזר מותר בשימוש: 1. מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). 2. קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. 3. שני ספרי לימוד. אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבונים בין הנבחנים.

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 המבחן יש לרשום בעמוד זה את מספרי התשובות לבדיקה. התשובות ייבדקו לפי סדר כתיבתן בעמוד זה. לא ייבדקו תשובות עודפות. 3. יש לכתוב את התשובות בעט בלבד, בכתב יד ברור. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 4. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר קו על הכתוב כדי שלא ייבדק. 5. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת. 6. תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים המוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות. 7. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או של נתון המופיע בגוף השאלה. 8. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי. 9. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה, לא תזכה בניקוד כלל. 10. אם להערכתכם חסר נתון או יש נתון שגוי בשאלה, עליכם לציין זאת במפורש במחברת הבחינה ולבחור ערך מתאים שיאפשר להמשיך בפתרון השאלה. חובה להסביר ולנמק את הבחירה.

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

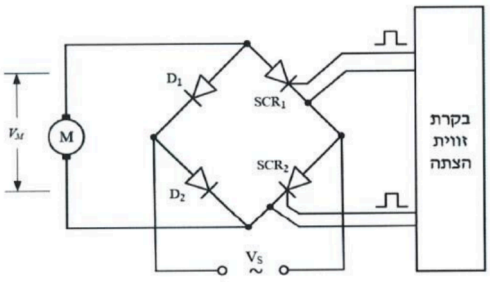
בהצלחה!

השאלות

1. נתוני מנוע DC (עירור זר) המוזן ממעגל הבא:

נתוני המנוע במצב עבודה נקוב:

- זרם המנוע: $20\,\text{A}$
- מהירות: 1500 סל"ד
- מתח הזנה: $V_s = 220\,\text{V}$
- התנגדות העוגן: $R_a = 0.5\,\Omega$
- זווית הצתה של הטריסטורים: 45°



א. הסבר את עקרון הפעולה של המעגל.

(6 נקודות)

ב. חשב את מתח המנוע.

(5 נקודות)

ג. בנקודת עבודה מסוימת, ידוע שכא"מ של המנוע הוא $200\,\text{V}$. חשב את מהירות המנוע בנקודת עבודה זו.

(9 נקודות)

2. נתון גנרטור DC עם עירור זר:

- כא"מ נקוב: $230\,\text{V}$
- מהירות נקובה: 1500 סל"ד
- הפסדים מכניים וברזל נקובים: $200\,\text{W}$
- מתח העירור: $230\,\text{V}$
- $R_a = 0.2\,\Omega$, $R_f = 100\,\Omega$

הגנרטור עובד במצב עבודה נקוב ומזין עומס של $5\,\Omega$.

א. חשב את מתח היציאה של הגנרטור.

(6 נקודות)

ב. חשב את נצילות הגנרטור.

(10 נקודות)

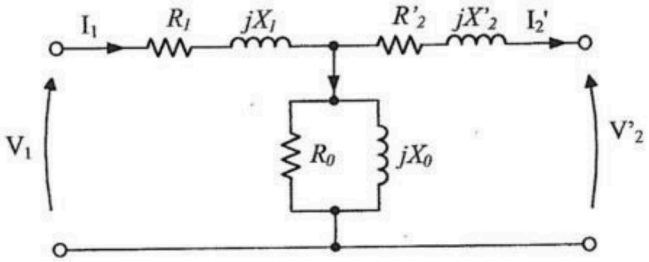
ג. חשב את מתח המוצא של הגנרטור במצב ריקם.

(4 נקודות)

3. נתון שנאי חד-פאזי בעל הספק נקוב של $1\,\text{kVA}$ ומתחים נקובים של $220\,\text{V}/110\,\text{V}$.

באופן הבא מתואר מעגל התמורה המדויק של השאלה:

נתוני מעגל התמורה הם: $U_1 = 220\,\text{V}$, $R_1 = 0.2\,\Omega$, $X_1 = 0.4\,\Omega$, $R'_2 = 0.1\,\Omega$, $I_0 = 0.5\angle -50^\circ\,\text{A}$, $X'_2 = 0.3\,\Omega$



א. בצד המשני של השנאי מחובר עומס הצורך זרם של $10\,\text{A}$ בגורם הספק 0.8 (מפגר). עבור עומס זה, חשב את מתח המוצא של השנאי.

(10 נקודות)

ב. חשב את הפסדי הנחושת בשנאי.

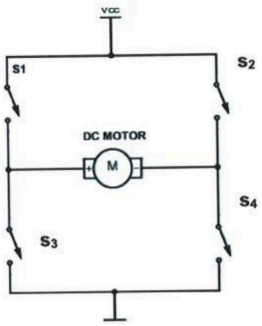
(5 נקודות)

ג. תאר שיטות לקירור שנאים.

(5 נקודות)

4. נתון המעגל הבא:

המפסקים במעגל הם קונטקטורים אלקטרו-מכניים.



א. הסבר את עקרון הפעולה של המעגל.

(7 נקודות)

ב. סרטט את טבלת המצבים של המעגל. בטבלה יש לציין את המצבים האפשריים של המפסקים ואת השפעת כל מצב על המנוע.

(8 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ג. בהינתן שמתח ההזנה למנוע DC הוא $240\,\text{V}$, $R_a = 0.5\,\Omega$, וזרם המנוע $20\,\text{A}$ - חשב את הכא"מ של המנוע במצב עבודה זה.

(5 נקודות)

5. נתון גנרטור סינכרוני מחובר בכוכב עם הנתונים הנקובים הבאים:
מתח קו $11\,\text{kV}$, הספק $50\,\text{MVA}$, $X_s = 1.2\,\Omega$, $R_a = 0.1\,\Omega$, $\cos\varphi = 0.85$ מפגר.
עבור מצב עבודה נקוב:

א. חשב את זרם העוגן.

(4 נקודות)

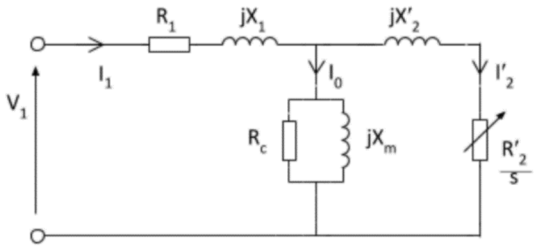
ב. חשב את כא"מ הפאזי של הגנרטור.

(8 נקודות)

ג. מה קורה כאשר גנרטור סינכרוני מאבד את הסנכרון עם הרשת?

(8 נקודות)

6. נתון מנוע השראה מחובר בכוכב, המוזן מווסת מהירות השומר על יחס V/f קבוע.
נתוני המנוע הנקובים:
מתח הזנה $400\,\text{V}$, תדר $50\,\text{Hz}$, מספר זוגות קטבים 2, $R_1 = 0.5\,\Omega$, $R_2' = 0.4\,\Omega$, $X_1 = X_2' = 1.2\,\Omega$.
עכבת ענף המיגנוט (ענף המקבילי) מאוד גבוה וניתן להניח שהיא אינסופית.



א. חשב את מהירות הסינכרונית של המנוע במצב עבודה נקוב.

(3 נקודות)

ב. חשב את תדר הזרם ברוטור במצב עבודה נקוב.

(3 נקודות)

ג. חשב את מהירות המנוע כאשר הווסת מספק מתח בתדר של $40\,\text{Hz}$ וגורם החליקה של 0.033 .

(6 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

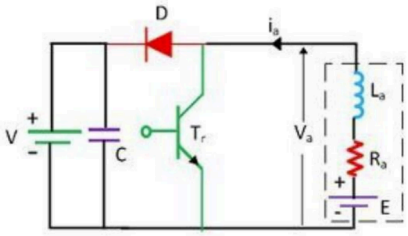
ד. חשב את הפסדי נחושת ברוטור כאשר הווסת מספק מתח בתדר של $40\,\text{Hz}$ וגורם החליקה של 0.033.

(8 נקודות)

7. באיור מתואר מנוע DC (בתוך מלבן מקווקו) עם מערכת אלקטרונית שמאפשרת בלימה רגנרטיבית.

נתוני המערכת:

$D = 0.5,\ R_a = 5\,\Omega,\ E = 70\,\text{V},\ V = 90\,\text{V}$ (D זה Duty cycle של מיתוג), תדר המיתוג הוא $1\,\text{kHz}$.



א. הסבר את עקרון הפעולה של המעגל וציינו באמצעות אילו פרמטרים ניתן לווסת את קצב הבלימה.

(7 נקודות)

ב. חשב את המתח הממוצע ואת הזרם הממוצע של המנוע.

(5 נקודות)

ג. סרטט את צורות המתח V_a ואת הזרם i_a בתלות בזמן.

(על גבי הסרטוט, יש לציין את הערכים של ציר הזמן, של מתח המנוע ושל זרם ממוצע).

(8 נקודות)

8. שלושה שנאים תלת-פאזיים מחוברים במקביל והם בעלי אותה קבוצת חיבורים.

נתוני השנאים הם:

- שנאי 1: $S_{1n} = 100\,\text{kVA}$
- שנאי 2: $S_{2n} = 250\,\text{kVA}$, $U_k = 2\%$
- שנאי 3: $S_{3n} = 500\,\text{kVA}$, $U_k = 3\%$

א. חשב את אחוז ה- U_k של שנאי 1 כאשר ידוע ששנאי 2 מעומס ב- $220\,\text{kVA}$.

(10 נקודות)

ב. באיזה הספק מועמסים שנאים 2,3?

(5 נקודות)

ג. האם מצב חלוקת ההספקים של שלושת השנאים תקין? נמקו.

(5 נקודות)

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