GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד א'
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 מוצבים 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. נתון גנרטור DC בעל עירור זר. נתונים נקובים של הגנרטור:

$$U_n = 240\,\text{V},\ I_n = 50\,\text{A},\ Ra = 0.15\,\Omega,\ n_n = 1500\,\text{rpm}$$

הפסדי מכניים נקובים $600\,\text{W}$, הפסדי ברזל נקובים $900\,\text{W}$.

א. חשבו את נצילות הגנרטור במצב עבודה נקוב.

(8 נקודות)

ב. חשבו את הכא"מ במצב עבודה נקוב.

(4 נקודות)

ג. הכא"מ נשאר נקוב אבל זרם העומס השתנה ל- $20\,\text{A}$. חשבו את מתח המוצא של הגנרטור במצב זה.

(3 נקודות)

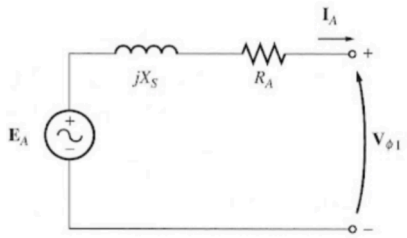
ד. הסבירו איך ניתן להתגבר על הנטייה לירידת המתח במוצא הגנרטור כתוצאה מהגדלת העומס, כך שמתח היציאה לא ירד.

(5 נקודות)

2. נתון גנרטור סינכרוני בעל סטטור מחובר בכוכב. הנתונים הנקובים של הגנרטור:

הספק $10\,\text{MVA}$, מתח שלוב $13.8\,\text{kV}$, $R_A = 0.3\,\Omega$, $X_s = 6.5\,\Omega$, הפסדים מכניים $70\,\text{kW}$, הפסדי ליבה $40\,\text{kW}$.

במתח נקוב, הגנרטור מספק עומס של $7.5\,\text{MW}$ עם גורם הספק 0.8 מפגר. עבור נקודת עבודה זאת:



א. חשבו את הכא"מ הפאזי של הגנרטור.

(8 נקודות)

ב. חשבו את נצילות הגנרטור.

(5 נקודות)

ג. ציירו דיאגרמה פאזורית של הגנרטור.

(7 נקודות)

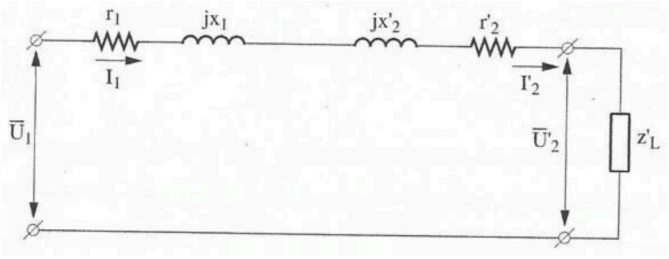
3. באיור מתואר מעגל תמורה של שנאי חד מופעי. ניתן להזניח את ענף המגנוט.

הנתונים הנקובים של השנאי הם: $S_n = 6\,\text{kVA},\ 230/115\,\text{V}$.

פרמטרי מעגל התמורה הם: $r_1 = 0.3\,\Omega,\ x_1 = 1.7\,\Omega,\ r_2' = 0.2\,\Omega,\ x_2' = 1.2\,\Omega$

השנאי מוזן במתח נקוב ומועמס בזרם שווה לזרם הנקוב של השנאי ($I_2 = I_{2n}$).

גורם ההספק בעומס נע בין 0.85 מפגר לבין 1 .



א. חשבו את המתח על פני העומס עבור כל אחד משני גורמי ההספק.

(7 נקודות)

ב. חשבו את נצילות השנאי בכל אחד משני מצבי הקיצון לעיל (שני גורמי ההספק). (אפשר להניח שגורם ההספק זהה בשתי צידי השנאי).

(7 נקודות)

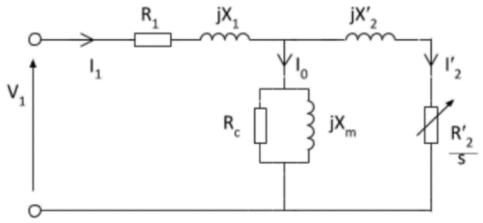
ג. שרטטו דיאגרמה וקטורית של קבוצת חיבורים- כוכב/משולש 5.

(6 נקודות)

4. מנוע השראה תלת פאזי בעל 4 זוגות קטבים מוזן מווסת מהירות. הווסת שומר על יחס מתח/תדר קבוע. סטטור המנוע מחובר במשולש.

להלן הנתונים נקובים של המנוע:

$$P_n = 15\,\text{kW},\ U_n = 400\,\text{V},\ f_n = 50\,\text{Hz},\ n = 1445\,\text{rpm},\ R_1 = 0.5\,\Omega,\ R_2' = 0.4\,\Omega,\ X_{eq} = X_1 + X_2' = 2.2\,\Omega$$



א. חשבו את גורם החליקה במצב עבודה נקוב.

(4 נקודות)

ב. חשבו את מתח הכניסה של המנוע כאשר הממיר מזין את המנוע בתדר של $25\,\text{Hz}$.

(5 נקודות)

ג. בתדר של $25\,\text{Hz}$ המנוע מסתובב במהירות 700 סל"ד. חשבו את גורם החליקה ואת המומנט של המנוע במצב זה.

(5 נקודות)

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

ד. הממיר מזין מנוע בתדר מאוד נמוך (לדוגמא $5\,\text{Hz}$) עם יחס מתח/תדר קבוע. הסבירו איך זה משפיע על המומנט של המנוע.

(6 נקודות)

5. נתון מנוע DC בעל עירור זר. זרם העירור נשאר קבוע בכל מצבי הפעולה של המנוע.

הנתונים הנקובים של המנוע:

מתח ההזנה של המנוע $240\,\text{V}$, המהירות היא 1800 סל"ד, זרם $60\,\text{A}$, והספק $12\,\text{kW}$. כמו כן נתון $R_a = 0.2\,\Omega$.

א. חשבו את הכא"מ במצב עבודה נקוב.

(3 נקודות)

ב. חשבו את המומנט במצב עבודה נקוב.

(4 נקודות)

ג. מתח הזנה של המנוע ירד ל- $180\,\text{V}$ וזרם המנוע נשאר זרם נקוב. חשבו את מהירות המנוע במצב זה?

(6 נקודות)

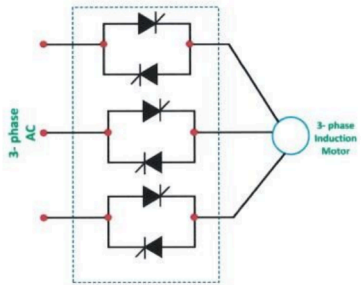
ד. תארו באיזה שיטות ניתן לווסת מהירות של מנוע DC.

(7 נקודות)

6. נתון המעגל הבא שמזין מנוע השראה (סטטור מחובר במשולש).

נתונים נקובים של המנוע:

הספק $15\,\text{kW}$, מתח הזנה $400\,\text{V}$, תדר $50\,\text{Hz}$, 4 קטבים, מקדם הספק 0.86 מפגר, נצילות 91% .



א. הסבירו את עיקרון פעולה של המעגל הזה.

(8 נקודות)

ב. חשבו את המומנט הנקוב של המנוע.

(4 נקודות)

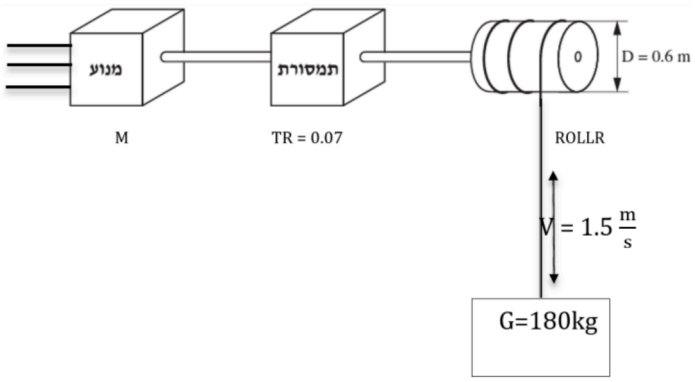
ג. חשבו את זרם הסטטור הנקוב.

(4 נקודות)

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

ד. מהירות המנוע אחרי התנעה מלאה 1460 סל"ד.
חשבו את גורם החליקה בעומס הנתון.
(4 נקודות)

7. האיור מתאר מערכת הנעה חשמלית הכוללת מנוע השראה תלת-פאזי עם 8 קטבים המחובר לרשת תלת-פאזית של $400\,\mathrm{V}$, תדר $50\,\mathrm{Hz}$. סלילי הסטטור של המנוע מחוברים במשולש. המערכת כוללת גם תמסורת, גליל, ועומס המחובר לגליל.
בהנחה שההפסדים המכניים במנוע זניחים:

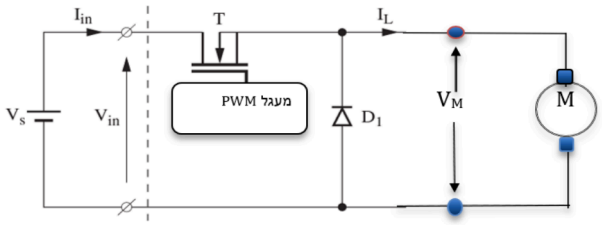


א. חשבו את מהירות סיבוב המנוע ואת המומנט המתפתח על צירו.
(6 נקודות)

ב. חשבו את הפסדי הנחושת ברוטור.
(8 נקודות)

ג. במצב העבודה המתואר המנוע צורך זרם של $5.9\,\mathrm{A}$ מהרשת ובגורם הספק 0.82 מפגר.
חשבו את נצילותו של המנוע במצב זה.
(6 נקודות)

8. באיור מתואר מעגל PWM השולט על ממיר DC/DC המזין מנוע לזרם ישר עם עירור זר.
נתוני המנוע הנקובים הם: נצילות 80%, הספק $1000\,\mathrm{W}$, מהירות $400\,\mathrm{rpm}$, $R_a = 0.2\,\Omega$. כמו כן נתון $V_s = 250\,\mathrm{V}$.



הממיר מייצר פולסים לפי: $t_{on} = 0.8\,\mathrm{sec},\ t_{off} = 0.2\,\mathrm{sec}$ והמנוע עובד במצב עבודה נקוב.

א. חשבו את זרם העוגן.
(6 נקודות)

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

ב. **חשבו את הכא"מ של מנוע ואת המומנט.**

(7 נקודות)

ג. **המנוע מוזן ממעגל זה מסתובב במהירות קבועה ומפתח מומנט קבוע. ברגע מסוים, כתוצאה מתקלה, הטרנזיסטור T נפתח (במצב off) ונשאר פתוח באופן קבוע. הסבירו מה יקרה למהירות המנוע אחרי התרחשות התקלה וציירו את המהירות כתלות בזמן.**

(7 נקודות)

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