GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 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. חוברת נוסחאות מה"ט המצורפת לשאלון הבחינה 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 סינכרוני המחובר בכוכב. היגב לכל פאזה הוא $R_a = 0.3\,\Omega$, $X_s = 4\,\Omega$.
נתונים נקובים: הספק $10\,\text{MVA}$, מתח $13800\,\text{V}$ (שלוב), הפסדים מכניים+ הפסדי ברזל $150\,\text{kW}$.
זרם העירור הנדרש לייצר מתח נקוב במוצא הגנרטור ללא עומס הוא $80\,\text{A}$.
הגנרטור מזין עומס הצורך את הזרם הנקוב של הגנרטור עם גורם הספק 0.8 מפגר. עבור מצב זה, חשבו את:

א. הכא"מ של הגנרטור.

(7 נקודות)

ב. זרם העירור הדרוש כדי לקבל מתח מוצא נקוב בעומס הנתון (הניחו שעובדים בחלק הליניארי של ענף המיגנוט).

(5 נקודות)

ג. נצילות הגנרטור.

(8 נקודות)

2. נתון מנוע DC בעירור זר. הנתונים הנקובים של המנוע הם:
מתח הזנה $400\,\text{V}$, זרם $150\,\text{A}$, מהירות 1500 סל"ד, הפסדי ברזל + הפסדים מכניים $2500\,\text{W}$, נצילות 90%, וזרם העירור $2\,\text{A}$. כמו כן נתון $R_a = 0.2\,\Omega$.

א. עבור מצב עבודה נקוב, חשבו את ההספק האלקטרו-מגנטי של המנוע P_{em} .

(5 נקודות)

ב. ההפסדים הקבועים של המנוע (הפסדים מכניים+הפסדי ברזל).

(5 נקודות)

ג. חשבו את מהירות הסיבוב בריקם ובמתח נקוב (ניתן להניח קשר ליניארי בין הכא"מ למהירות).

(5 נקודות)

ד. הסבירו את עקרון פעולה של בלימה רגנרטיבית במנוע DC.

(5 נקודות)

3. נתון גנרטור DC בעל עירור זר. הגנרטור עובד בחלק הליניארי של עקום המגנוט. הנתונים הנקובים של הגנרטור:
$U_n = 240\,\text{V}$, $R_a = 0.2\,\Omega$, $n_n = 1500\,\text{rpm}$, הפסדים מכניים $400\,\text{W}$, הפסדי ברזל $600\,\text{W}$.
במצב עבודה נקוב, הגנרטור מספק עומס התנגדותי של $1.6\,\Omega$. חשבו את:

א. הכא"מ.

(5 נקודות)

ב. נצילות הגנרטור.

(7 נקודות)

ג. הגנרטור יצא מנקודת עבודה נקובה ומהירותו ירדה ל- 1350 סל"ד. חשבו את מתח המוצא של הגנרטור במצב זה.

(5 נקודות)

ד. הסבירו מהו תפקיד הקומוטטור במנוע זרם ישר.

(3 נקודות)

4. מנוע השראה תלת פאזי בעל 4 קטבים, מוזן מווסת מהירות.

הנתונים הנקובים של המנוע:

$P_o = 18.5\,\mathrm{kW}$, מהירות 1470 סל"ד, $50\,\mathrm{Hz}$.

הממיר מעלה את תדר למנוע ל- $75\,\mathrm{Hz}$, במתח הזנה $400\,\mathrm{V}$. במצב זה גורם החליקה 2% והומנט הוא 70% מהמומנט הנקוב.

עבור מצב עבודה זה, חשבו את:

א. מהירות המנוע.

(4 נקודות)

ב. ההספק המכני של המנוע. (ניתן להזניח את ההפסדים המכניים).

(6 נקודות)

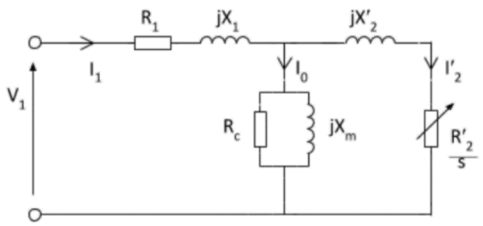
ג. ההפסדים ברוטור.

(5 נקודות)

ד. הסבירו מדוע יש צורך לשלוט גם במתח וגם בתדר של מנוע השראה?

(5 נקודות)

5. נתון מנוע השראה תלת פאזי, 4 קטבים, בחיבור כוכב, המוזן ממתח $400\,\mathrm{V}$ (מתח שלוב). מעגל התמורה של המנוע נתון באיור לשאלה:



להלן פרמטרי סכימת התמורה של המנוע:

$R_1 = 0.6\,\Omega$, $X_1 = 1.2\,\Omega$, $R_2' = 0.4\,\Omega$, $X_2' = 1.8\,\Omega$, R_c מאוד גדול וניתן להזניח אותו, $X_m = 40\,\Omega$.

בעומס מסוים, גורם החליקה של המנוע הוא 4% וההפסדים המכניים $800\,\text{W}$.

עבור מצב עבודה זה חשבו את:

א. מהירות המנוע.

(4 נקודות)

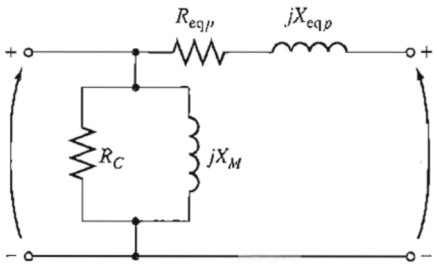
ב. זרם הסטטור הפאזי I_1 .

(8 נקודות)

ג. הספק המוצא של המנוע P_o .

(8 נקודות)

6. נתון שנאי חד פאזי בעל מתח $220\,\text{V}$ בצד הראשוני ו- $110\,\text{V}$ בצד המשני, בעל הספק נקוב של $10\,\text{kVA}$. תדר $50\,\text{Hz}$.



על השנאי בוצעו ניסוי ריקם וניסוי קצר ואלה התוצאות של הניסויים:

$U_{k\%} = 8\%U_{1_n}$, $I_k = I_{1_n}$, $\cos\varphi_k = 0.25$, $U_0 = U_n$, $I_0 = 5\%I_n$, $\cos\varphi_0 = 0.2$.

א. חשבו את התנגדות והיגב הקצר והריקם של השנאי, ואת רכיבי מעגל התמורה של השנאי.

(8 נקודות)

ב. חשבו את נצילות השנאי כאשר הוא מזין עומס הצורך זרם נקוב עם מקדם הספק 0.8 מפגר.

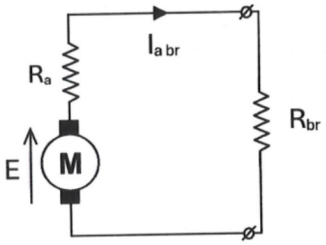
(7 נקודות)

ג. הסבירו איך משפיע עומס התנגדותי לעומת עומס השראי על מפל המתח בשנאי.

(5 נקודות)

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

7. מנוע DC בעירור זר עובר בלימה דינמית ע"י ניתוק ממקור ההזנה וחיבור נגד בלימה כפי שמוצג באיור:



$R_a = 0.3\,\Omega$, $R_{br} = 2.7\,\Omega$, קבוע המנוע $K_m = 0.4$.

המהירות ההתחלתית של המנוע מיד אחרי המעבר למצב בלימה (ברגע $t = 0$) היא 1500 סל"ד.

מיד אחרי מעבר למצב בלימה (ברגע $t = 0$):

א. חשבו את הכא"מ.

(5 נקודות)

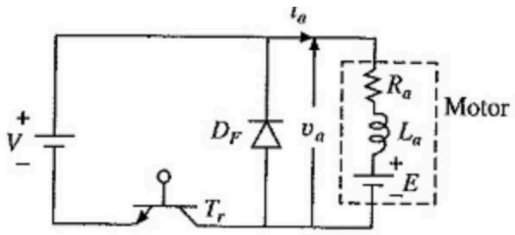
ב. חשבו את זרם העוגן ומומנט המנוע.

(6 נקודות)

ג. הסבירו את עיקרון הבלימה הדינמית- למה המנוע בעצם בולם?

(9 נקודות)

8. מנוע DC בעירור זר מוזן ממעגל ה-chopper שבאיור לשאלה:



המתח הנקוב של המנוע $400\,\mathrm{V}$.

המומנט הנקוב של המנוע $40\,\mathrm{Nm}$ ומהירותו הנקובה 1500 סל"ד.

הנצילות הנקובה 90%, ו- $R_a = 0.5\,\Omega$.

מתח הזנה למעגל ה-chopper הוא $400\,\mathrm{V}$.

א. חשבו את ה-duty cycle הדרוש כדי שהמנוע יקבל מתח הזנה של $400\,\mathrm{V}$.

(3 נקודות)

ב. חשבו את הזרם של המנוע במצב עבודה נקוב.

(8 נקודות)

ג. חשבו את כא"מ המנוע כאשר ה-duty cycle יורד ל-0.75 בעוד מומנט העומס נותר בערכו הנקוב.

(5 נקודות)

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

ד. הסבירו איך משפיע זרם העירור על מהירות המנוע.

(4 נקודות)

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