GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2024 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 תשע 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 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. הנתונים של מנוע DC בעירור זר הם: מתח נקוב - $300\,\mathrm{V}$, מהירות נקובה - 612 סל"ד, זרם נקוב - $15\,\mathrm{A}$.

הפסדי הנחושת במצב עבודה נקוב הם $300\,\mathrm{W}$ והם מהווים $2/3$ מסך הפסדי הספק בעבודה הנקובה של המנוע.

חשבו את:

א. התנגדות העוגן R_a .

(5 נקודות)

ב. מהירות המנוע במצב עבודה בריקם.

(10 נקודות)

ג. המומנט הנקוב של המנוע.

(5 נקודות)

2. נתון גנרטור סינכרוני עם סטטור מחובר במשולש, שהנתונים שלו הם:

$R_a = 0.5\,\Omega$, $X_s = 5\,\Omega$. במצב ריקם, הכא"מ של הגנרטור הוא $400\,\mathrm{V}$.

א. חשבו את מתח המוצא של הגנרטור במצב ריקם.

(5 נקודות)

ב. חשבו את הכא"מ הנדרש כדי שמתח המוצא של הגנרטור יהיה $380\,\mathrm{V}$ כאשר העומס שמחובר אל הגנרטור צורך $5\angle -30^\circ\,\mathrm{A}$.

(8 נקודות)

ג. בעומס הנתון, הפסדי נחושת הם 50% מסך ההפסדים של הגנרטור.

חשבו את הנצילות של הגנרטור בעומס הנתון.

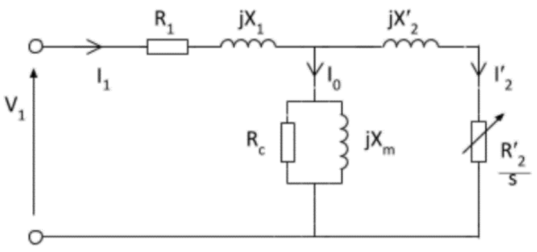
(7 נקודות)

3. מנוע השראה תלת פאזי עם סטטור מחובר בכוכב, הוא בעל הנתונים הבאים:

$U_n = 400\,\mathrm{V}$, $R_1 = 0.2\,\Omega$, $R'_2 = 0.3\,\Omega$, $beta_n = 90\%$, $I_{1n} = 20$, $\cos\varphi_n = 0.8$.

תדר הרשת הוא $50\,\mathrm{Hz}$. בעבודה נקובה, סך הפסדי נחושת מהווים 30% מסך ההפסדים.

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל התמורה של המנוע:



א. חשבו את ההספק הנקוב של המנוע.

(4 נקודות)

ב. חשבו את הזרם ברוטור I_2' .

(9 נקודות)

ג. הסבירו למה מנוע השראה אינו יכול להגיע למהירות סינכרונית.

(7 נקודות)

4. מנוע סינכרוני תלת פאזי בעל שמונה קטבים מוזן מווסת מהירות. היצרן הגדיר את הטווח תקין של מהירויות המנוע בין 0 ל- $3{,}000\,\text{rpm}$.

א. הסבירו איך ווסת המהירות שולט על מהירות המנוע.

(6 נקודות)

ב. הסבירו איך ווסת המהירות שולט על מומנט המנוע.

(6 נקודות)

ג. חשבו את טווח התדרים של וסת המהירות כך שיוכל להבטיח את פעולת המנוע בטווח התקין של המהירויות שלו.

(8 נקודות)

5. נתון מנוע DC בעל עירור זר.

נתוני המנוע הם:

מתח ההזנה של המנוע גם במצב עבודה נקוב וגם במצב עבודה בריקם הוא $220\,\text{V}$, המהירות הנקובה היא 1480 סל"ד, הנצילות הנקובה היא 84%, ההספק הנקוב הוא $5\,\text{kW}$, המהירות בריקם היא 1600 סל"ד.

א. חשבו את התנגדות העוגן R_a .

(10 נקודות)

ב. המנוע מניע מסוע דרך מערכת תמסורת עם יחס תמסורת של $TR = 0.1$ (מהירות המנוע גבוהה פי עשרה ממהירות העומס). מומנט העומס הוא $374\,\text{Nm}$. חשבו את מומנט ומהירות המנוע במצב עבודה זה.

(4 נקודות)

ג. סרטטו את האופיין המכני של המנוע $T = f(n)$.

(6 נקודות)

6. נתון מנוע השראה תלת פאזי בעל ארבעה קטבים. למנוע הנתונים הבאים:

מהירות נקובה 1457 סל"ד, מומנט נקוב $98\,\text{Nm}$, $\frac{T_{Max}}{T_n} = 3.6$, תדר הזנה $50\,\text{Hz}$.

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

א. חשבו את גורם החליקה במצב של מומנט מקסימלי.

(7 נקודות)

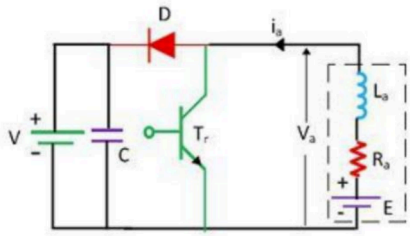
ב. חשבו את המומנט המקסימלי.

(3 נקודות)

ג. חשבו את המהירות שבה מסתובב המנוע כאשר המנוע מעומס במומנט של $110\,\mathrm{Nm}$.

(10 נקודות)

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



א. הסבירו את עקרון הפעולה של המעגל.

(7 נקודות)

ב. סרטטו את צורות המתח V_a ואת הזרם i_a כתלות בזמן.

(7 נקודות)

ג. למערכת יש את הנתונים הבאים: $D = 0.5$, $R_a = 5\,\Omega$, $E = 100\,\mathrm{V}$, $V = 90\,\mathrm{V}$

חשבו את הערך הממוצע של זרם i_a .

(6 נקודות)

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

נתוני השנאים הם:

שנאי 1: $S_{1n} = 100\,\mathrm{kVA}$, $U_k = 4\%$

שנאי 2: $S_{2n} = 250\,\mathrm{kVA}$, $U_k = 6\%$

שנאי 3: $S_{3n} = 500\,\mathrm{kVA}$, $U_k = 4.5\%$

א. חשבו את חלוקת ההספקים בין שלושת השנאים כאשר הם מזינים עומס בעל הספק של $850\,\mathrm{kVA}$.

(6 נקודות)

ב. האם מצב חלוקת ההספקים תקין? נמקו.

(4 נקודות)

ג. מהו ההספק המרבי של עומס שאפשר לחבר לשלושת השנאים כך שאף אחד מהשנאים הפועלים במקביל, לא יפעל במצב של עומס יתר.

(6 נקודות)

ד. כיצד העמסה של שנאי מעל ההספק הנומינלי שלו תשפיע על פעולת השנאי לאורך זמן?

(4 נקודות)

9. למנוע DC יש את הנתונים הבאים:

$$R_a = 2\,\Omega \ , \ n_n = 3000\,\text{rpm} \ , \ P_n = 47\,\text{W} \ , \ U_n = 24\,\text{V}$$

חשבו את:

א. מהירות המנוע בריקם כאשר נתון שמהירות הריקם לא יכולה להיות גבוהה יותר מ-50% של המהירות הנקובה.

(10 נקודות)

ב. המנוע מוזן במתח נקוב ומניע את העומס בעל האופיין הבא: $T_L = 8.1 + k\omega_L$. העומס מסתובב במהירות של $306.3\,\text{rad/sec}$. חשבו את ערכו של k .

(10 נקודות)

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