GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2024 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 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 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. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת. 5. תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים מוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות. 6. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או של נתון המופיע בגוף השאלה. 7. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי. 8. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה, לא תזכה בניקוד כלל. 9. 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 בעירור זר הם: כא"מ נקוב $250\,\mathrm{V}$, מהירות נקובה 300 סל"ד, סך ההפסדים של המנוע במצב עבודה נקוב $300\,\mathrm{W}$, $R_a = 0.5\,\Omega$. הפסדי נחושת במצב עבודה נקוב מהווים 30% מסך הפסדי ההספק בעבודה הנקובה של המנוע.

עבור מצב עבודה נקוב, חשבו את:

א. זרם עוגן הנקוב של המנוע.

(7 נקודות)

ב. מתח הזנה של המנוע.

(6 נקודות)

ג. נצילות המנוע.

(7 נקודות)

2. נתון גנרטור סינכרוני עם סטטור מחובר בכוכב. נתונים נקובים של המנוע:

הספק נקוב $1000\,\mathrm{kVA}$, מתח נקוב (שלוב) $6.6\,\mathrm{kV}$, $X_s = 15\,\Omega$ (לפאזה), $R_a = 1\,\Omega$ (לפאזה), $\cos\varphi_n = 0.85$ מפגר,

הפסדים מכניים נקובים $10\,\mathrm{kW}$, הפסדי ליבה נקובים $5\,\mathrm{kW}$.

במצב עבודה נקוב, חשבו את:

א. כא"מ של הגנרטור.

(7 נקודות)

ב. הספק מוצא של הגנרטור.

(5 נקודות)

ג. נצילות של הגנרטור.

(8 נקודות)

3. נתון מנוע השראה תלת פאזי בעל 4 קטבים. למנוע הנתונים הבאים:

מהירות נקובה $1{,}440$ סל"ד, הספק נקוב $12063.71\,\mathrm{W}$, $\frac{T_{Max}}{T_n} = 3$, תדר הזנה $50\,\mathrm{Hz}$.

א. חשבו את גורם החליקה במצב של מומנט מקסימלי.

(8 נקודות)

ב. חשבו את המומנט המקסימלי.

(4 נקודות)

ג. חשבו את המהירות שבה מסתובב המנוע כאשר המנוע מעומס במומנט של $90\,\mathrm{Nm}$.

(8 נקודות)

4. מנוע השראה תלת פאזי בעל 4 קטבים מוזן מווסת מהירות. טווח התדרים של וסת מהירות זה הוא:

$$0 < f < 200\,\text{Hz}$$.

א. הסבירו איך ווסת מהירות שולט על המהירות של המנוע. תפרטו.

(6 נקודות)

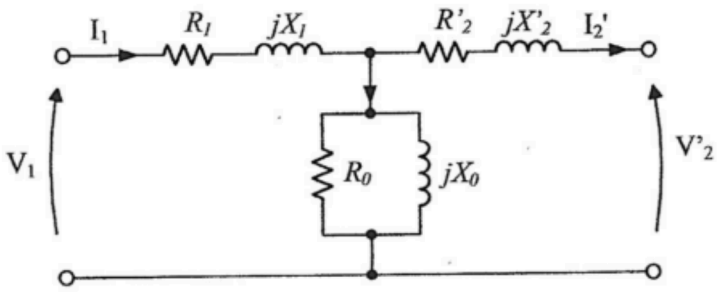
ב. הסבירו את המבנה העקרוני של ווסת מהירות (מאיזה חלקים עיקריים הוא מורכב).

(8 נקודות)

ג. חשבו את טווח המהירויות של המנוע שמוזן מווסת המהירות הנתון.

(8 נקודות)

5. באיור לשאלה 5 מוצג מעגל תמורה של שנאי חד פאזי $220/110\,\text{V}$:



נתוני השנאי:

$$R_1 = 0.2\,\Omega, R_2 = 0.05\,\Omega, X_1 = 0.4\,\Omega, X_2 = 0.1\,\Omega, R_0 = 2\,\text{k}\Omega, X_0 = 500\,\Omega$$

בצידו המשני של השנאי מחובר עומס של $4\,\text{kW}$ עם גורם הספק $\cos\varphi = 0.8$ מפגר ונמדד עליו מתח של $110\,\text{V}$.

חשבו עבור העומס הנתון את:

א. מרכיבי עכבת הרוטור המשוקפים לצד ראשוני: R_2', X_2' .

(6 נקודות)

ב. הזרם בצד המשני של השנאי: I_2 .

(6 נקודות)

ג. מפל המתח על הענף המקבילי (על R_0, X_0).

(8 נקודות)

6. נתון מנוע השראה תלת פאזי עם סטטור מחובר בכוכב שמוזן מווסת מהירות.

נתונים נקובים של המנוע: הספק נקוב $30\,\text{kW}$, נצילות נקובה 90% , מתח נקוב (שלוב) $400\,\text{V}$,

כא"מ נקוב $200\angle 5^\circ\,\text{V}$ לפאזה, תדר נקוב $50\,\text{Hz}$, $\cos\varphi = 0.8$ מפגר, 4 קטבים.

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

א. חשבו את עכבת הכניסה של המנוע (לפאזה אחד).

(10 נקודות)

ב. חשבו את הפסדי נחושת של המנוע במצב עבודה נקוב.

(5 נקודות)

ג. ווסת מהירות מספק למנוע מתח בתדר $40\,\text{Hz}$ וגורם החליקה הוא 4% .
עבור תנאי עבודה זה, חשבו את מהירות המנוע.

(5 נקודות)

7. נתון גנרטור סינכרוני עם סטטור מחובר בכוכב. נתונים נקובים של המנוע:
הספק נקוב $100\,\text{MVA}$, מתח נקוב (שלוב) $13.8\,\text{kV}$, $X_s = 0.165\,\Omega$ (לפאזה), R_a
זניח, $\cos\varphi_n = 0.8$ מפגר.
חשבו את:

א. כא"מ של הגנרטור במצב עבודה נקוב.

(7 נקודות)

ב. העומס של הגנרטור יורד ב- 50% בהשואה לעומס הנקוב. הכא"מ, גורם ההספק ו- X_s נשארים ללא שינוי (נקובים). חשבו את מתח המוצא של הגנרטור במצב עבודה זה.

(7 נקודות)

ג. חשבו את גודל השינוי הדרוש בזרם העירור (באחוזים) על מנת שהמתח ביציאת המנוע ישאר נקוב אחרי ירידת העומס ב- 50% . הניחו שהגנרטור עובד באיזור הליניארי של ענף המיגנוט.
(בסעיף זה הכא"מ כן משתנה).

(6 נקודות)

8. נתונים 3 שנאים תלת פאזיים בעלי אותה קבוצת חיבורים מחוברים במקביל ומזינים עומס של $1000\,\text{kVA}$.
נתוני השנאים הם:
שנאי 1: $S_{1n} = 300\,\text{kVA}$
שנאי 2: $S_{2n} = 500\,\text{kVA}$, $U_k = 6\%$
שנאי 3: $S_{3n} = 200\,\text{kVA}$, $U_k = 4\%$

א. חשבו את $U_k\%$ של שנאי 1 כאשר יודעים שהשנאי מעומס ב- $250\,\text{kVA}$.

(10 נקודות)

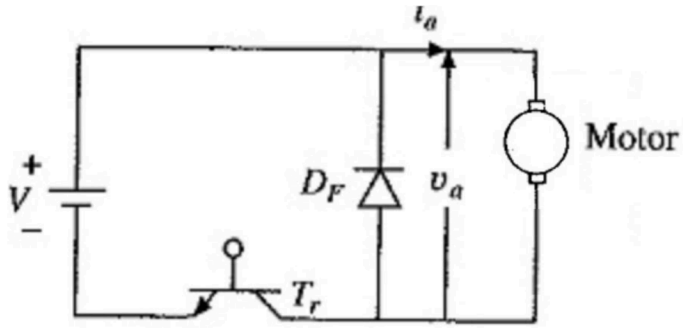
ב. חשבו את חלוקת ההספקים עבור השנאים 1 ו- 3.

(6 נקודות)

ג. האם מצב חלוקת ההספקים תקין? נמקו.

(8 נקודות)

9. באיור לשאלה 9 נתון מנוע DC שמוזן ממעגל chopper עם duty cycle של מיתוג: $D = 0.6$,
מתח הזנה $V = 100\,\text{V}$.



נתוני המנוע:

$R_a = 1\,\Omega$, כא"מ $40\,\text{V}$.

חשבו את:

א. **זרם המנוע.**

(8 נקודות)

ב. **חשבו את נצילות המנוע (ניתן להזניח את כל ההפסדים למעט הפסדי נחושת).**

(8 נקודות)

ג. **הסבירו לאיזה מטרה משתמשים במברשות במנוע** DC .

(4 נקודות)

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