GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 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 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.

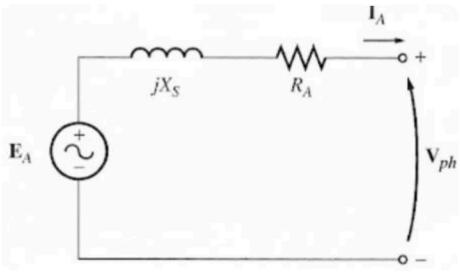
בהצלחה!

השאלות

1. נתון גנרטור סינכרוני מחובר בכוכב, מתח נקוב $13.8\,\text{kV}$ (מתח קו), הספק נקוב $100\,\text{MVA}$, תדר $50\,\text{Hz}$. מקדם הספק של העומס הנקוב הוא 0.85 מפגר.

$R_a = 0.1\,\Omega$, $X_s = 1.2\,\Omega$ (לכל פאזה). הפסדים מכניים נקובים $1.5\,\text{MVA}$ והפסדי ברזל נקובים $1\,\text{MVA}$. מתח העירור הנקוב של הגנרטור $250\,\text{V}$ והתנגדות סליל העירור $R_f = 0.15\,\Omega$.

עבור מצב עבודה נקוב, חשבו את:



א. כא"מ של הגנרטור.

(8 נקודות)

ב. נצילות הגנרטור.

(7 נקודות)

ג. הסבירו מהו תפקיד זרם העירור בגנרטור סינכרוני?

(5 נקודות)

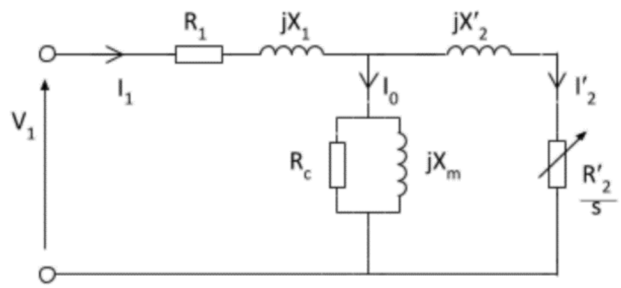
2. מנוע השראה תלת פאזי, חיבור כוכב, בעל 4 קטבים מוזן מווסת מהירות. הווסת שומר על יחס מתח/תדר קבוע.

$R_1 = 0.4\,\Omega,\ R_2' = 0.3\,\Omega$

בתדר של $50\,\text{Hz}$, $X_1 + X_2' = 3.5\,\Omega$. ניתן להזניח את הפסדי ברזל ואת ענף המגנט (אפשר להניח שעכבת ענף המגנט שואפת לאינסוף).

בהתחלת הפעולה מספק הממיר מתח למנוע של $400\,\text{V}$ (מתח קו) בתדר של $50\,\text{Hz}$. אחר כך הממיר מוריד את התדר ל- $35\,\text{Hz}$. גורם החליקה בתדר החדש הוא 0.04.

עבור מצב עבודה שבו הממיר מזין את המנוע בתדר של $35\,\text{Hz}$, חשבו את:



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

א. מתח ההזנה והמהירות הסינכרונית של המנוע בתדר של $35\ \text{Hz}$.

(5 נקודות)

ב. זרם המנוע בתדר של $35\ \text{Hz}$.

(9 נקודות)

ג. המומנט האלקטרו-מגנטי T_{em} שמייצר המנוע בתדר זה.

(6 נקודות)

3. שאלה זאת שמורכבת מ-4 שאלות אמריקאיות. יש לבחור את התשובה הנכונה לכל סעיף ולרשום אותה במחברת הבחינה (לא בשאלון).

3.1. אילו מהפסדי ההספק בשנאי משתנים בהתאם לזרם העומס שזורם דרכו?

1. הפסדי הברזל (הפסדי הליבה).
2. הפסדי הנחושת.
3. הפסדי המגנוט.
4. אף תשובה אינה נכונה.

(5 נקודות)

3.2. בסימון שיטת קירור של שנאי ONAN, מה מייצגת האות השנייה בסימון האות N במקרה זה?

1. את סוג הנוזל הנמצא בתוך השנאי.
2. את סוג השנאי -יבש או שמן.
3. את שיטת הסחרור של הנוזל הפנימי- טבעי.
4. את רמת הבידוד של סלילי השנאי.

(5 נקודות)

3.3. כיצד מתבצעת הדמיה תרמית לצורך מדידת טמפרטורת הליפופים (הנקודה החמה ביותר) בשנאי כוח?

1. על ידי מדידת הטמפרטורה על המעטפת החיצונית של השנאי וביצוע חישוב של טמפרטורת הנקודה החמה ביותר.
2. באמצעות חיישן המודד את הלחץ הפנימי במיכל השמן, הלחץ מומר לטמפרטורה.
3. באמצעות מד טמפרטורה בתוך כיס בשנאי שבתוכו גוף חימום קטן, שמוזן בזרם יחסי לזרם העומס של השנאי.
4. על ידי מדידת הטמפרטורה של השמן באמצעות חיישן מסוג PT100.

(5 נקודות)

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

3.4. מהו תפקידו העיקרי של ממסר הבוכהולץ (Buchholz Relay) המותקן בצינור המחבר בין מיכל השנאי למיכל ההתפשטות?

1. לווסת את זרם העומס הנכנס לשנאי כדי למנוע התחממות יתר של הליבה.
2. להגן על השנאי מפני תקלות פנימיות (כמו קצר או פריקה חשמלית) על ידי זיהוי הצטברות גזים.
3. לשמש כמשאבה אלקטרומגנטית המאיצה את סחרור השמן במערכת הקירור המאולצת.
4. למדוד את רמת הלחות באוויר הנכנס לשנאי דרך נשם הסיליקה-ג'ל.

(5 נקודות)

4. נתון שנאי חד-פאזי מוריד מתח עם יחס השנאה 8, מתח נקוב בצד הראשוני $4800\,\mathrm{V}$.

ביצעו ניסוי קצר בשנאי (הצד המשני מקוצר). במהלך הניסוי הזרם בצד הראשוני היה שווה לזרם הנקוב.

מתח קצר היה 5%, הספק קצר $4\,\mathrm{kW}$, מקדם הספק במהלך ניסוי קצר היה 0.42.

חשבו את:

א. ההספק הנקוב של השנאי.

(8 נקודות)

ב. עכבת הקצר- התנגדות והיגב הקצר.

(8 נקודות)

ג. המתח בצד המשני של השנאי במצב שההדקים שלו פתוחים (המתח בהדקים הפתוחים של הצד המשני)

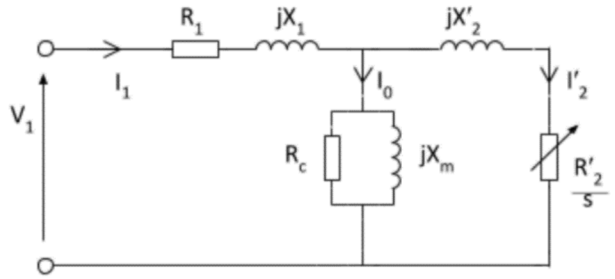
(4 נקודות)

5. נתון מנוע השראה תלת פאזי מחובר בכוכב, בעל 4 קטבים, מוזן ממתח $460\,\mathrm{V}$ (מתח קו).

$$R_1 = 0.25\,\Omega,\ R_2' = 0.2\,\Omega,\ X_1 = 1.2\,\Omega,\ X_2' = 1.2\,\Omega,\ X_m = 35\,\Omega$$

המנוע עובד עם גורם חליקה של 3% ועם הפסדי הספק מכניים $1800\,\mathrm{W}$. הפסדי ברזל זניחים.

עבור מצב עבודה זה, חשבו את:



א. העכבה הפאזית של מנוע.

(8 נקודות)

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

ב. הפסדי נחושת בסטטור.

(5 נקודות)

ג. נצילות המנוע.

(7 נקודות)

6. נתון גנרטור סינכרוני עם סטטור מחובר בכוכב, הספק נקוב $1200\,\text{kVA}$, מתח קו נקוב $11\,\text{kV}$, $R_a = 0.15\,\Omega$,

כא"מ פאזי נקוב $9\,\text{kV}$. הגנרטור מזין עומס נקוב בעל גורם הספק 0.8 מפגר.

חשבו את:

א. היגב הסטטור X_s

(8 נקודות)

ב. ההספק המרבי של הגנרטור.

(8 נקודות)

ג. זווית ההעמסה δ (בסעיף זה בלבד, לצורך חישוב הזווית, ניתן להזניח את ההתנגדות R_a)

(4 נקודות)

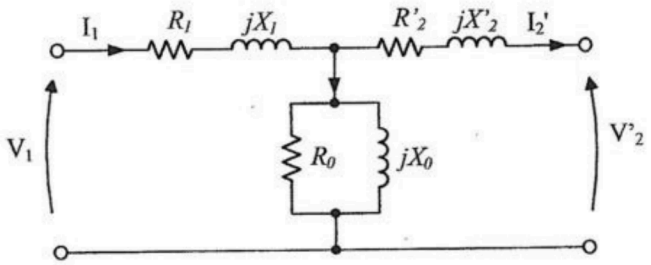
7. נתון שנאי חד פאזי בעל הספק נקוב $3500\,\text{VA}$, מתח ראשוני נקוב $230\,\text{V}$ ומתח משני נקוב $480\,\text{V}$.

$R_1 = 0.5\,\Omega;\ X_1 = 1.2\,\Omega;\ R_2 = 1.8\,\Omega;\ X_2 = 4.5\,\Omega$. (שימו לב שהערכים הנתונים הם של $R_2;\ X_2$ ולא $R_2';\ X_2'$).

ניתן להזניח את ענף המגנוט והפסדי ברזל (העכבה של הענף המגנוט שואפת לאינסוף).

השנאי מוזן בצד הראשוני במתח של $230\,\text{V}$ ומזין עומס שמהווה 70% מהעומס הנקוב של השנאי.

העומס בעל גורם הספק 0.85 מפגר. עבור מצב עבודה זה, יש לחשב בסעיפים א' ו-ב' את:



א. מתח על הדקים של העומס.

(12 נקודות)

ב. נצילות השנאי.

(5 נקודות)

ג. הסבירו מהו התנאי שבו השנאי מגיע לנצילותו המרבית?

(3 נקודות)

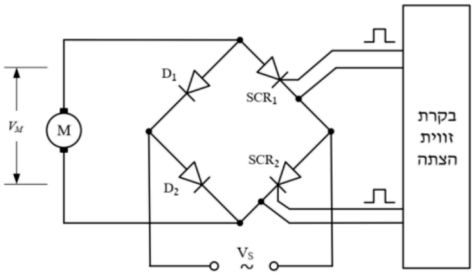
נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

8. נתון מנוע DC בעירור זר מוזן ממעגל הבא:

נתונים נקובים של המנוע: $R_a = 0.5\,\Omega$, זרם נקוב $40\,\text{A}$, מתח נקוב $220\,\text{V}$, מהירות נקובה 1500 סל"ד.

$V_s = 230\,\text{V}$ (RMS), $f = 50\,\text{Hz}$.

עבור מצב שבו תדר $f = 50\,\text{Hz}$, $V_s = 230\,\text{V}$ (RMS), יש לחשב את:



א. מתח המוצא שמזין את המנוע כאשר זווית ההצתה של הטריסטורים היא 45 מעלות.

(5 נקודות)

ב. זווית ההצתה של הטריסטורים השתנתה ל- 75 מעלות. המנוע צורך זרם של $40\,\text{A}$. חשב את מהירות המנוע במצב עבודה זה.

(8 נקודות)

ג. הסבירו את עקרון הפעולה של מעגל זה?

(7 נקודות)

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