

מועד הבחינה :
אביב תשפ"ד – 2024 – מועד א'
מספר השאלון : 90619

מכונות חשמל והנע להנדסאים – הנדסת חשמל הנחיות לבחינה

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח הערכה : בשאלון זה **תשע** שאלות. יש לענות על **חמש** שאלות בלבד, ערך כל שאלה 20 נקודות. **סה"כ: 100 נקודות.**
- ג. חומר עזר מותר לשימוש : 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.
- 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 מוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
7. כל מספר המוצג 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.

חל איסור מוחלט להוציא שאלון או מחברת בחינה מחדר הבחינה!
בהצלחה!

שאלה 1

הנתונים הנומינליים של מנוע DC בעירור זר הם: מתח נקוב $400V$, מהירות נקובה 1440 סל"ד, נצילות נקובה 91% , הספק נקוב $22kW$, $R_a=0.2\Omega$.

בעומס מסוים, כאשר הוא מוזן במתח נקוב, המנוע צורך $48A$. הפסדי ברזל + ההפסדים המכניים של המנוע בעומס הנ"ל הם $1450W$. בתנאי עבודה אלה, חשבו:

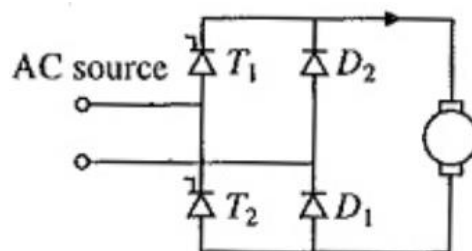
(5 נק') א. את הכא"מ של בעוגן.

(10 נק') ב. את מהירות הסיבוב של המנוע.

(5 נק') ג. את המומנט.

שאלה 2

באיור לשאלה 2 מתואר מנוע DC המוזן ממקור AC ומבוקר באמצעות מיישר גשר:



איור לשאלה 2

גשר המיישר מורכב מ-2 טריסטורים ו-2 דיודות. הטריסטורים מופעלים בזווית הצתה של 90° .

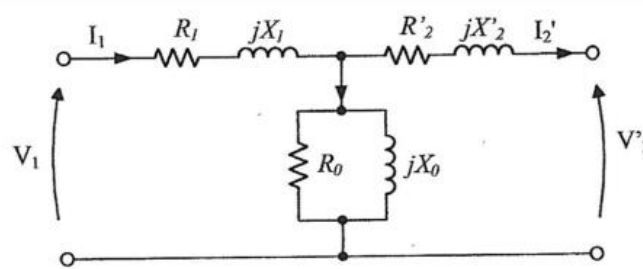
(6 נק') א. סרטטו את גל המתח על פני המנוע עבור מחזור שלם של מתח הזנה.

(6 נק') ב. הסבירו את עקרון הפעולה של המערכת.

(8 נק') ג. בשל תקלה, הטריסטור $T1$ נמצא כל הזמן במצב off. סרטטו את גל המתח המתקבל על פני המנוע עבור מחזור שלם של מתח ההזנה.

שאלה 3

באיור לשאלה 3 מתואר מעגל התמורה של שנאי חד פאזי 460/230V:



איור לשאלה 3

ההספק הנקוב של השנאי הוא 5kVA. $R_1 = 1\Omega$, $R_2' = 0.5\Omega$, $X_1 = 0.5\Omega$, $X_2' = 0.2\Omega$, $R_0 = 2k\Omega$, $X_0 = 500\Omega$.
בצידו המשני של השנאי מחובר עומס הצורך 20A בגורם הספק $\cos \varphi = 0.85$ השראותי.
מתח ההזנה בראשוני הוא 460V.

- (10 נק') א. חשבו את הזרם בצד הראשוני של השנאי עבור עומס זה.
- (6 נק') ב. חשבו את מתח המוצא של השנאי עבור העומס הזה.
- (4 נק') ג. לאיזו מטרה עורכים ניסוי ריקם בשנאי?

שאלה 4

נתון גנרטור סינכרוני בעל נתונים הבאים:
400V מחובר בכוכב, $R_a = 1\Omega$. במצב ריקס, זרם העירור הוא 3A ומתח המוצא הוא 400V.
כאשר הגנרטור מועמס הוא מספק לעומס זרם של 20A במקדם הספק השראותי $\cos \varphi = 0.8$. תחת עומס זה, זרם העירור של הגנרטור הוא 5A ומתח המוצא הוא 400V. (אפשר להניח שהגנרטור עובד בחלק הליניארי של אופיין המגנט).

- (8 נק') א. חשבו את ההיגב X_s של הגנרטור.
- (6 נק') ב. חשבו את נצילות הגנרטור תחת עומס זה אם ידוע כי ההפסדים הקבועים בהעמסה הנ"ל שווים ל-1kW.
- (6 נק') ג. סרטטו דיאגרמה פאזורית של מתחים והזרם של הגנרטור וציינו על הדיאגרמה את גודל כל אחד מהפאזורים ואת הזוויות המתאימות.

שאלה 5

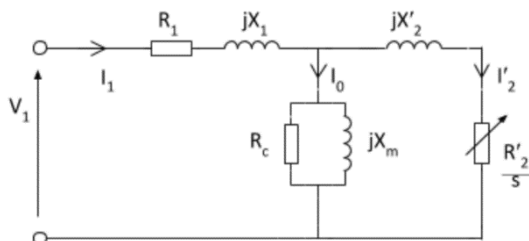
מנוע השראה תלת פאזי בעל שמונה קטבים סטטור מחובר בכוכב, בעל נתונים הבאים :

$$U_n = 400V, R_1 = 0.64\Omega, R'_2 = 0.33\Omega, X_1 = 1.1\Omega, X'_2 = 0.46\Omega, X_m = 26.3\Omega$$

הזרם דרך התנגדות R_c זניח.

תדר הרשת שווה ל- 50Hz.

באיור לשאלה 5 מתואר מעגל התמורה של המנוע :



איור לשאלה 5

(8 נק') א. המנוע פועל בגורם חליקה של 2%. חשבו את זרם הסטטור במצב זה כאשר ידוע כי המנוע מוזן במתח הנקוב.

(4 נק') ב. עבור התנאים של סעיף א, חשבו את מהירות המנוע.

(8 נק') ג. מהירות המנוע השתנתה ל-700 סל"ד. חשבו מהו המתח שבו יש להזין את המנוע אם נתון כי זרם הסטטור נותר ללא שינוי.

שאלה 6

נתונים שלושה שנאים תלת פאזיים בעלי אותה קבוצת חיבורים מחוברים במקביל. נתוני השנאים הם :

שנאי 1 : $U_k=4\%$, $S_{1n}=100kVA$

שנאי 2 : $U_k=6\%$, $S_{2n}=250kVA$

שנאי 3 : $U_k=4.5\%$, $S_{3n}=500kVA$

(6 נק') א. חשבו את חלוקת ההספקים בין שלושת השנאים כאשר הם מזינים עומס בעל הספק של 850kVA.

(4 נק') ב. האם מצב חלוקת ההספקים תקין? נמקו.

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

(4 נק') ד. כיצד העמסה של שנאי מעל ההספק הנומינלי שלו תשפיע על פעולת השנאי לאורך זמן?

שאלה 7

(6 נק') א. מהן 4 שיטות הקירור של השנאים?

(7 נק') ב. סרטטו את חיבורי הסלילים של שנאי תלת פאזי עבור חיבור כוכב/משולש-11, Y/d-11.

(7 נק') ג. בצד הראשוני של השנאי בוצע ניסוי קצר. מתח שסופק לשנאי במהלך הניסוי היה 489V, זרם הקצר שנמדד היה 2.5A והספק הקצר שנמדד היה 240W. חשבו את מרכיבי עכבת הקצר (התנגדות והיגב).

שאלה 8

נתון מנוע DC בעל עירור זר.

נתוני המנוע:

מתח הזנה של המנוע גם במצב עבודה נקוב וגם במצב עבודה בריקס הוא 220V, המהירות הנקובה היא 1480 סל"ד, הנצילות הנקובה היא 84%, ההספק הנקוב הוא 5kW, המהירות בריקס היא 1600 סל"ד.

(10 נק') א. חשבו את התנגדות העוגן Ra.

(4 נק') ב. המנוע מניע מסוע דרך מערכת תמסורת עם יחס תמסורת TR=0.1 (מהירות המנוע גבוהה פי 10 ממהירות העומס). מומנט העומס 374Nm. חשבו את מומנט ומהירות המנוע במצב עבודה זה.

(6 נק') ג. סרטטו את האופיין המכני של המנוע $T=f(n)$.

שאלה 9

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

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

(7 נק') א. חשבו את גורם החליקה במצב של מומנט מקסימלי.

(3 נק') ב. חשבו את המומנט המקסימלי.

(10 נק') ג. חשבו את המהירות שבה מסתובב המנוע כאשר המנוע מעומס במומנט של 110Nm.

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט