

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

מכונות חשמל והנע להנדסאים – הנדסת חשמל הנחיות לבחינה

- א. משך הבחינה : ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון : בשאלון זה תשע שאלות.
- ומפתח הערכה : יש לענות על חמש שאלות בלבד, ערך כל שאלה 20 נקודות.
- סה"כ : 100 נקודות.
- ג. חומר עזר : מחשבון (אין להשתמש במחשב כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית).
- מוותר לשימוש : קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר.
3. שני ספרי לימוד.
- אין להעביר חומר עזר, ספרים ומחשבוני בין הנבחנים.
- ד. הוראות מיוחדות :
- יש לקרוא בעיון את ההנחיות בדף השער ואת כל שאלות הבחינה, ולוודא שהן מובנות.
 - 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.
 - 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.
 - 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.
 - תשובה מלאה לסעיף שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו ייעשה החישוב, הערכים מוצגים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות.
 - כל מספר המוצג בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או של נתון המופיע בגוף השאלה.
 - אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי.
 - תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה, לא תזכה בניקוד כלל.
 - 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!

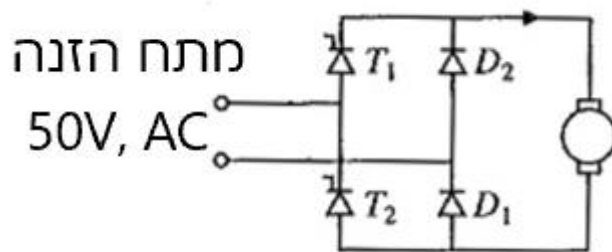
בהצלחה!

שאלה 1:

- הנתונים הנקובים של מנוע DC בעירור זר הם: מהירות נקובה 438.5 rad/sec , הספק נקוב 6200 W , $R_a = 0.5 \Omega$. הפסדי נחושת במצב נקוב הם 100 W והם מהווים $2/3$ מסך הפסדים של המנוע.
- (8 נק') א. חשבו את מתח ההזנה של המנוע במצב עבודה נקוב.
- (5 נק') ב. חשבו את נצילות המנוע במצב עבודה נקוב.
- (7 נק') ג. המומנט של המנוע השתנה ל- 5 Nm . (מתח ההזנה וזרם העירור לא השתנו – נשארו כפי שהיו במצב עבודה נקוב). חשבו את מהירות המנוע עבור המומנט הזה.

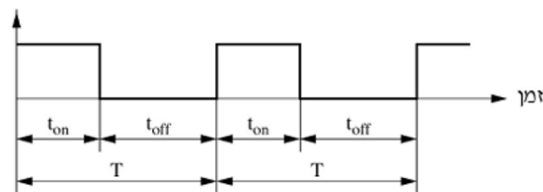
שאלה 2:

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. הטרסטורים T_1, T_2 ממותגים לפי גל בקרה הבאה (גל בקרה זה מגיע ל- gate של כל טריסטור):

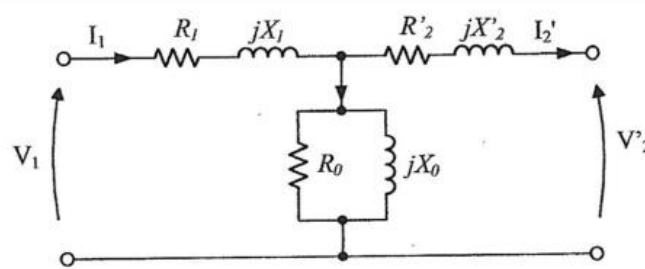


$t_{on} = 5 \text{ msec}$, $T = 10 \text{ msec}$. מתח הזנה של מנוע 50 V (ערך מקסימלי), בתדר של 50 Hz . (ניתן להניח שהמנוע מתנהג כמו סליל גדול).

- (10 נק') א. חשבו את ערך ה- RMS של מתח המנוע.
- (10 נק') ב. סרטטו את גל המתח על פני המנוע עבור מחזור שלם של מתח הזנה.

שאלה 3:

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



$$R_1 = 2\Omega, R_2' = 1\Omega, X_1 = 0.2\Omega, X_2' = 0.2\Omega, R_0 = 1k\Omega, X_0 = 5k\Omega$$

בצידו המשני של השנאי מחובר עומס הצורך 10A בגורם הספק $\cos \varphi = 0.85$ מפגר. מתח ההזנה בראשוני הוא 460V. עבור עומס זה, חשבו את:

- (8 נק') א. הזרם בצד הראשוני של השנאי.
- (7 נק') ב. מתח המוצא של השנאי עבור העומס הזה.
- (5 נק') ג. הפסדי נחושת של השנאי.

שאלה 4:

נתון גנרטור סינכרוני בעל נתונים הבאים:

סטטור מחובר בכוכב. במוצא הגנרטור, לכל פאזה מחובר עומס של $Z_{L-ph} = 5\angle 80^\circ, \Omega$ שצורך זרם

$$I_L = 60\angle -70^\circ, A. \text{ הכא"מ הפאזי של הגנרטור בהעמסה הזאת הוא } 450\angle 0^\circ, V.$$

(אפשר להניח שהגנרטור עובד בחלק הליניארי של אופיין המגנט).

- (8 נק') א. חשבו את התנגדות R_a וההיגב X_s של הגנרטור.
- (6 נק') ב. סרטטו דיאגרמה פאזורית של מתחים והזרם של הגנרטור וציינו על הדיאגרמה את גודל כל אחד מהפאזורים ואת הזוויות המתאימות.
- (6 נק') ג. זרם העירור גדל ב-20%. חשבו את מתח המוצא של הגנרטור במצב זה (העומס לא השתנה).

שאלה 5:

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

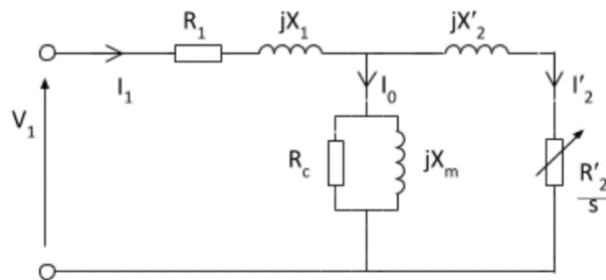
$$R_1 = 0.1\Omega, X_1 = 0.2\Omega, R_2' = 0.08\Omega, X_2' = 0.2\Omega, X_m = 8\Omega$$

הזרם דרך התנגדות R_c זניח.

תדר הרשת שווה ל-50Hz. בנקודת העבודה, המנוע צורך זרם של 50A עם $\cos \varphi = 0.7$ מפגר.

מהירות של המנוע היא 705rpm. מהירות סינכרונית 750rpm.

באיור מתואר מעגל התמורה של המנוע:



איור לשאלה 5

חשבו את:

(8 נק') א. עכבה של פאזת המנוע.

(6 נק') ב. מתח הזנה של מנוע.

(6 נק') ג. הפסדי הנחשת בסטטור.

שאלה 6:

נתונים שלושה שנאים תלת פאזיים בעלי אותה קבוצת חיבורים מחוברים במקביל ומזינים עומס של 1200kVA.

נתוני השנאים הם:

שנאי 1: $S_{1n}=400\text{kVA}$

שנאי 2: $U_k=5\%$, $S_{2n}=300\text{kVA}$

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

(6 נק') א. חשבו את $U_k\%$ של שנאי 1 כאשר יודעים שהשנאי מעומס ב-300kVA.

(6 נק') ב. חשבו את חלוקת ההספקים עבור השנאים 3.

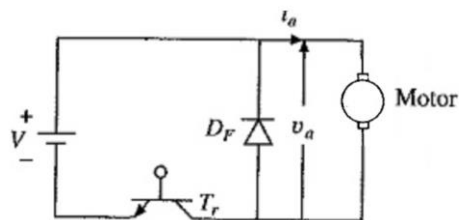
(8 נק') ג. האם מצב חלוקת ההספקים תקין? נמקו.

שאלה 7:

- (6 נק') א. תציינו את סוגי הפסדים בשנאי.
 (7 נק') ב. סרטטו את חיבורי הסלילים של שנאי תלת פאזי עבור חיבור כוכב/כוכב-12, Y/Y-12.
 (7 נק') ג. בצד הראשוני של השנאי החד פאזי בוצע ניסוי קצר (הקצר במשני). מתח שסופק לשנאי במהלך הניסוי היה $600V$, זרם הקצר שנמדד היה $3A$ והספק הקצר שנמדד היה $300W$. חשבו את מרכיבי עכבת הקצר (התנגדות והיגב).

שאלה 8:

מנוע DC בעירור זר מוזן ממעגל chopper הבא :



נתוני המנוע :

- מתח הזנה נקוב $V=300V$, הספק נקוב $500W$, כא"מ בעבודה נקובה $100V$, מהירות נקובה $954.9rpm$.
 נתוני chopper : $D=0.4$ (duty cycle).
 (10 נק') א. תסבירו את עקרון פעולת המעגל chopper.
 (10 נק') ב. חשבו את התנגדות העוון R_a .

שאלה 9:

- למנוע השראה תלת פאזי הנתונים הבאים :
 מתח הזנה $300V$, מהירות נומינלית $1,500$ סל"ד, מהירות סינכרונית $1,700$ סל"ד.
 המומנט המירבי אשר מפתח המנוע : $T_{max}=200Nm$ במהירות של $1,000$ סל"ד.
 חשבו את :
 (7 נק') א. מומנט ההתנעה כאשר מתניעים את המנוע במתחו הנקוב.
 (6 נק') ב. המומנט הנקוב אשר מפתח המנוע.
 (7 נק') ג. הספקו הנקוב של המנוע.

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט