

מכונות חשמל והנע ר.

להנדסאים – הנדסת חשמל

הנחיות לבחינה

מועד הבחינה :
קיץ תשפ"ה – 2025 – מועד א'
מספר השאלון : 97161, 90619

מספר ת"ז
מספר מחברת

- א. משך הבחינה: ארבע שעות.
- ב. מבנה השאלון: בשאלון זה שמונה שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד, ערך כל שאלה 20 נקודות. סה"כ: 100 נקודות.
- ג. חומר עזר: מחשבון (אין להשתמש במחשבו כף יד או במחשבון עם תקשורת חיצונית). מותר לשימוש: קלסר אחד בלבד עם חומר ההרצאות. אין להוציא דפים מהקלסר. שני ספרי לימוד.
- 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!

יש לענות על חמש שאלות בלבד, ערך כל שאלה 20 נקודות.

שאלה 1:

נתון גנרטור DC בעל עירור זר. נתונים נקובים של הגנרטור:

$$U_n = 240V, I_n = 50A, R_a = 0.15\Omega, n_n = 1500rpm$$

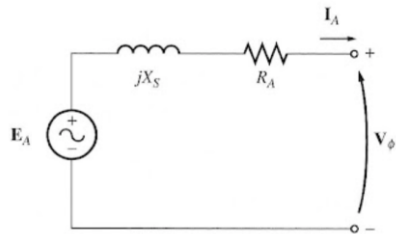
הפסדי מכניים נקובים 600W, הפסדי ברזל נקובים 900W.

- (8 נק') א. חשבו את נצילות הגנרטור במצב עבודה נקוב.
- (4 נק') ב. חשבו את הכא"מ במצב עבודה נקוב.
- (3 נק') ג. הכא"מ נשאר נקוב אבל זרם העומס השתנה ל-20A. חשבו את מתח המוצא של הגנרטור במצב זה.
- (5 נק') ד. הסבירו איך ניתן להתגבר על הנטייה לירידת המתח במוצא הגנרטור כתוצאה מהגדלת העומס, כך שמתח היציאה לא ירד.

שאלה 2:

נתון גנרטור סינכרוני בעל סטטור מחובר בכוכב. הנתונים הנקובים של הגנרטור:

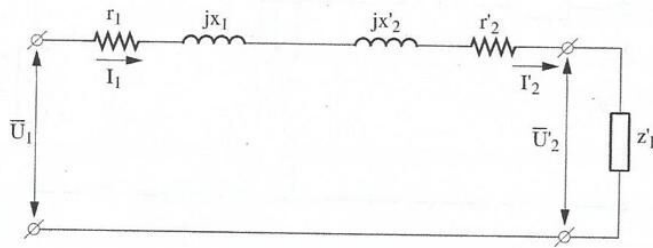
הספק 10MVA, מתח שלוב 13.8 kV, $X_s = 6.5\Omega$, $R_A = 0.3\Omega$, הפסדים מכניים 70kW, הפסדי ליבה 40kW.



- במתח נקוב, הגנרטור מספק עומס של 7.5MW עם גורם הספק 0.8 מפגר. עבור נקודת עבודה זאת:
- (8 נק') א. חשבו את הכא"מ הפאזי של הגנרטור.
 - (5 נק') ב. חשבו את נצילות הגנרטור.
 - (7 נק') ג. ציירו דיאגרמה פאזורית של הגנרטור.

שאלה 3:

באיור מתואר מעגל תמורה של שנאי חד מופעי. ניתן להזניח את ענף המגנט.



הנתונים הנקובים של השנאי הם: $S_n=6kVA$, $230/115V$.

פרמטרי מעגל התמורה הם: $r_1=0.3\Omega$, $x_1=1.7\Omega$, $r_2'=0.2\Omega$, $x_2'=1.2\Omega$.

השנאי מוזן במתח נקוב ומועמס בזרם שווה לזרם הנקוב של השנאי ($I_2=I_{2n}$).

גורם ההספק בעומס נע בין 0.85 מפגר לבין 1.

(7 נק') א. חשבו את המתח על פני העומס עבור כל אחד משני גורמי ההספק.

(7 נק') ב. חשבו את נצילות השנאי בכל אחד משני מצבי הקיצון לעיל (שני גורמי ההספק). (אפשר להניח שגורם

ההספק זהה בשתי צידי השנאי).

(6 נק') ג. שרטטו דיאגרמה וקטורית של קבוצת חיבורים- כוכב/משולש 5.

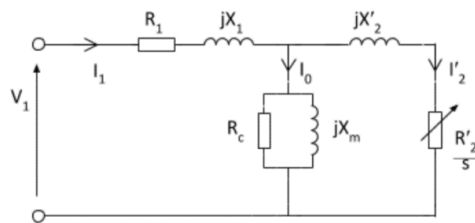
שאלה 4:

מנוע השראה תלת פאזי בעל 4 זוגות קטבים מוזן מווסת מהירות. הווסת שומר על יחס מתח/תדר קבוע. סטטור

המנוע מחובר במשולש.

להלן הנתונים נקובים של המנוע:

$X_{eq}=X_1+X_2'=2.2\Omega$, $R_2'=0.4\Omega$, $R_1=0.5\Omega$, $n=1445rpm$, $f_n=50Hz$, $U_n=400V$, $P_n=15kW$



(4 נק') א. חשבו את גורם החליקה במצב עבודה נקוב.

(5 נק') ב. חשבו את מתח הכניסה של המנוע כאשר הממיר מזין את המנוע בתדר של 25Hz.

(5 נק') ג. בתדר של 25Hz המנוע מסתובב במהירות 700 סל"ד. חשבו את גורם החליקה ואת המומנט של המנוע

במצב זה.

(6 נק') ד. הממיר מזין מנוע בתדר מאוד נמוך (לדוגמא 5Hz) עם יחס מתח/תדר קבוע. הסבירו איך זה

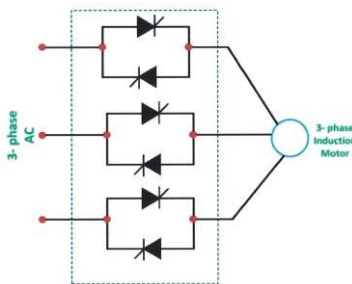
משפיע על המומנט של המנוע.

שאלה 5:

- נתון מנוע DC בעל עירור זר. זרם העירור נשאר קבוע בכל מצבי הפעולה של המנוע. הנתונים הנקובים של המנוע:
- מתח ההזנה של המנוע $240V$, המהירות היא 1800 סל"ד, זרם $60A$, והספק $12kW$. כמו כן נתון $R_a = 0.2\Omega$.
- (3 נק') א. חשבו את הכא"מ במצב עבודה נקוב.
- (4 נק') ב. חשבו את המומנט במצב עבודה נקוב.
- (6 נק') ג. מתח הזנה של המנוע ירד ל- $180V$ וזרם המנוע נשאר זרם נקוב. חשבו את מהירות המנוע במצב זה?
- (7 נק') ד. תארו באיזה שיטות ניתן לווסת מהירות של מנוע DC.

שאלה 6:

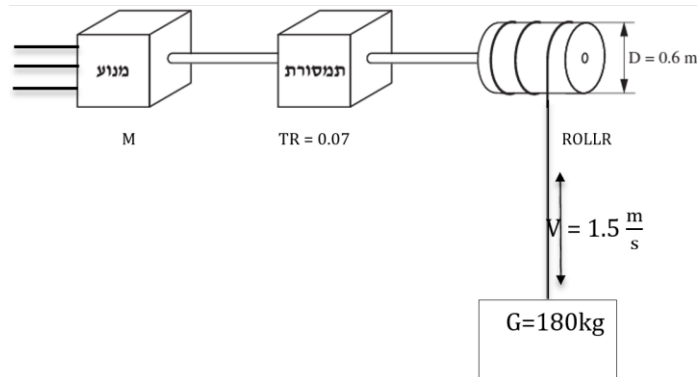
- נתון המעגל הבא שמזין מנוע השראה (סטטור מחובר במשולש). נתונים נקובים של המנוע:
- הספק $15kW$, מתח הזנה $400V$, תדר $50Hz$, 4 קטבים, מקדם הספק 0.86 מפגר, נצילות 91% .



- (8 נק') א. הסבירו את עיקרון פעולה של המעגל הזה.
- (4 נק') ב. חשבו את המומנט הנקוב של המנוע.
- (4 נק') ג. חשבו את זרם הסטטור הנקוב.
- (4 נק') ד. מהירות המנוע אחרי התנעה מלאה 1460 סל"ד.
- חשבו את גורם החליקה בעומס הנתון.

שאלה 7:

האיור מתאר מערכת הנעה חשמלית הכוללת מנוע השראה תלת-פאזי עם 8 קטבים המחובר לרשת תלת-פאזית של 400V, תדר 50Hz. סלילי הסטטור של המנוע מחוברים במשולש. המערכת כוללת גם תמסורת, גליל, ועומס המחובר לגליל.

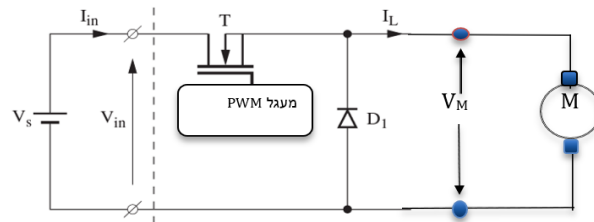


בהנחה שההפסדים המכניים במנוע זניחים:

- (6 נק') א. חשבו את מהירות סיבוב המנוע ואת המומנט המתפתח על צירו.
- (8 נק') ב. חשבו את הפסדי הנחשת ברוטור.
- (6 נק') ג. במצב העבודה המתואר המנוע צורך זרם של 5.9A מהרשת ובגורם הספק 0.82 מפגר. חשבו את נצילותו של המנוע במצב זה.

שאלה 8:

באיור מתואר מעגל PWM השולט על ממיר DC/DC המזין מנוע לזרם ישר עם עירור זר. נתוני המנוע הנקובים הם: נצילות 80%, הספק 1000W, מהירות 400rpm, $R_a=0.2\Omega$. כמו כן נתון $V_s=250V$.



הממיר מייצר פולסים לפי: $t_{on}=0.8\text{sec}$, $t_{off}=0.2\text{sec}$ והמנוע עובד במצב עבודה נקוב.

(6 נק') א. חשבו את זרם העוגן.

(7 נק') ב. חשבו את הכא"מ של מנוע ואת המומנט.

(7 נק') ג. המנוע מוזן ממעגל זה מסתובב במהירות קבועה ומפתח מומנט קבוע. ברגע מסוים, כתוצאה מתקלה, הטרנזיסטור T נפתח (במצב off) ונשאר פתוח באופן קבוע. הסבירו מה יקרה למהירות המנוע אחרי התרחשות התקלה וציירו את המהירות כתלות בזמן.

בהצלחה!

© כל הזכויות שמורות למה"ט

מכונות חשמל והנע ר. להנדסאים – הנדסת חשמל מחונ

מבחן 90619, 97161 קיץ תשפ"ה – 2025 – מועד א'

שאלה	סעיף	ניקוד	מטרת שאלה	הערכה ב-%
1	א	8	חישוב נצילות	תשובה נכונה 100%
	ב	4	חישוב כא"מ	תשובה נכונה 100%
	ג	4	חישוב מתח יציאה	תשובה נכונה 100%
	ד	5	שאלה תאורטית	תשובה נכונה 100%
2	א	8	חישוב כא"מ	תשובה נכונה 100%
	ב	5	חישוב נצילות	תשובה נכונה 100%
	ג	8	שרטט דיאגרמה וקטורית	תשובה נכונה 100%
3	א	8	חישוב מתח	תשובה נכונה 100%
	ב	7	חישוב נצילות	תשובה נכונה 100%
	ג	6	שרטט קבוצת חיבורים	תשובה נכונה 100%
4	א	4	חישוב גורם חליקה	תשובה נכונה 100%
	ב	4	חישוב מתח מוצא	תשובה נכונה 100%
	ג	4	חישוב גורם חליקה	תשובה נכונה 100%
	ד	8	שאלה תאורטית	תשובה נכונה 100%
5	א	3	חישוב כא"מ	תשובה נכונה 100%
	ב	4	חישוב מומנט	תשובה נכונה 100%
	ג	6	חישוב מהירות	תשובה נכונה 100%
	ד	7	שאלה תאורטית	תשובה נכונה 100%

תשובה נכונה 100%	שאלה תאורטית	8	א	6
תשובה נכונה 100%	חישוב מומנט	4	ב	
תשובה נכונה 100%	חישוב זרם	4	ג	
תשובה נכונה 100%	חישוב חליקה	4	ד	
תשובה נכונה 100%	חישוב מהירות	6	א	7
תשובה נכונה 100%	חישוב הפסדי נחושת	8	ב	
תשובה נכונה 100%	חישוב נצילות	6	ג	
תשובה נכונה 100%	חישוב זרם	6	א	8
תשובה נכונה 100%	חישוב כא"מ	5	ב	
תשובה נכונה 100%	שאלה תאורטית	9	ג	