GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד ב'
סמל השאלון: 97161
קובץ: תשובות סופיות

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. 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. 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 המוצבים 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!

תשובות סופיות

שאלה 1

א. גשר חד-פאזי מבוקר למחצה (שני טריסטורים ושתי דיודות): הטריסטורים מוצתים בזווית α בכל חצי מחזור, הדיודות מוליכות את זרם החזרה ומשמשות גם כנתיב גלגול חופשי, ולכן מתח המנוע חיובי תמיד וערכו הממוצע $\frac{V_m}{\pi}(1+\cos\alpha)$ נשלט על ידי זווית ההצתה.

ב. $V_M \approx 169.1\,\text{V}$

ג. $n \approx 1886\,\text{rpm}$

שאלה 2

א. $V \approx 221.2\,\text{V}$ (בזרם $I_a \approx 44.23\,\text{A}$)

ב. $beta \approx 89.7\%$ (כולל הפסדי העירור $529\,\text{W}$)

ג. $V_0 = 230\,\text{V}$

שאלה 3

א. $V_2' \approx 216.5\,\text{V}$, כלומר מתח המוצא בצד המשני $V_2 \approx 108.2\,\text{V}$

ב. $P_{cu} \approx 8.53\,\text{W}$

ג. קירור טבעי או מאולץ באוויר (AN/AF) בשנאים יבשים; בשנאי שמן: ONAN, ONAF, OFAF/ODAF, ו-OFWF (שמן-מים).

שאלה 4

א. גשר H: סגירת S_1, S_4 מעבירה זרם במנוע בכיוון אחד, וסגירת S_2, S_3 בכיוון ההפוך, כך שמחליפים את קוטביות המתח על העוגן ואת כיוון הסיבוב. אסור לסגור שני מפסקים באותו צד (קצר על ההזנה).

ב. S_1S_4 סגורים: סיבוב קדימה; S_2S_3: סיבוב לאחור; S_1S_2 או S_3S_4: בלימה דינמית; הכול פתוח: עצירה חופשית; S_1S_3 או S_2S_4: קצר על ההזנה (אסור).

ג. $E = 230\,\text{V}$

שאלה 5

א. $I_a \approx 2624\,\text{A}$

ב. $E_f \approx 8615\angle 17.14^\circ\,\text{V}$ (פאזי; מתח קו $\approx 14.92\,\text{kV}$)

ג. הרוטור "מחליק קטבים" (זווית העומס עוברת את 90° ומסתובבת), נוצרים זרמים גבוהים ומתנודדים, תנודות מומנט והספק, חימום ומאמצים מכניים, הפרעות ברשת; ההגנה (out-of-step / loss of field) מנתקת את הגנרטור.

שאלה 6

א. $n_s = 1500\,\text{rpm}$

ב. $f_2 = s \cdot f = 0.033 \cdot 50 = 1.65\,\text{Hz}$ (בהנחה שהחליקה הנקובה 0.033)

ג. $n \approx 1160\,\text{rpm}$

ד. $P_{cu2} \approx 251\,\text{W}$

שאלה 7

א. ממיר מעלה מתח (boost): כש-T_r מוליך העוגן מקוצר והזרם גדל ואוגר אנרגיה ב-L_a; כש-T_r קוצץ הזרם זורם דרך D אל המקור V ומחזיר אליו אנרגיה. ולכן את קצב $I_a = \frac{E-(1-D)V}{R_a}$, הבלימה מווסתים בעיקר ב-D (וגם תלוי ב-E, כלומר במהירות, ב-V וב-R_a).

ב. $\bar{V}_a = 45\,\text{V}$, $I_a = 5\,\text{A}$

ג. V_a: גל מלבני, 0 ב-0 עד $0.5\,\text{ms}$ ו-$90\,\text{V}$ ב-0.5 עד $1\,\text{ms}$ (מחזור $1\,\text{ms}$, ממוצע $45\,\text{V}$). i_a: משולשי, עולה כש-T_r מוליך ויורד כשהוא קוצץ, סביב ממוצע $5\,\text{A}$.

שאלה 8

א. בהנחה שהעומס הכולל $850\,\text{kVA}$: $U_{k1} \approx 0.523\%$

ב. $S_2 = 220\,\text{kVA}$, $S_3 \approx 293.3\,\text{kVA}$ (ושנאי 1: $336.7\,\text{kVA}$)

ג. **לא תקין: שנאי 1 מועמס פי 3.37 מההספק הנקוב בעוד שנאים 2 ו-3 מנוצלים רק ב-88% וב-58.7%; מתחי הקצר שונים מאוד (וגם יחס ההספקים 5 גדול מ-3).**

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