GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד א'
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 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. $E_n = 200\,\text{V}$ $I_{an} = 25\,\text{A}$ (זרם עוגן)

ב. $n \approx 1948\,\text{rpm}$ ($\omega = 204\,\text{rad/s}$), $P_{Cu} = 320\,\text{W}$

ג. עומס יתר (זרם עוגן גבוה, I^2R), התנעות ובלימות תכופות, עבודה ממושכת במהירות נמוכה עם קירור לקוי, מתח הזנה חריג, בעיות בקומוטטור ובמברשות, הפסדי ליבה ומכניים מוגדלים, וטמפרטורת סביבה גבוהה.

שאלה 2

א. $V_\varphi \approx 216.3\,\text{V}$ (פאזי), $V_L \approx 374.7\,\text{V}$ (שלוב)

ב. $\bar{V}_\varphi = 216.3\angle 0°$ כייחוס; $\bar{I}_A = 2.5\angle -36.87°$; $\bar{I}_A R_A$ מקביל ל- $\bar{I}_A$; $jX_S\bar{I}_A$ מקדים את $\bar{I}_A$ ב- $90°$; $\bar{E}_A = 242.5\angle 6.75°\,\text{V}$ סוגר את המשולש.

ג. $E'_A \approx 271.4\,\text{V}$ (פאזי), $E'_L \approx 470\,\text{V}$ (שלוב), $\delta \approx 12.1°$

שאלה 3

א. $\bar{I}_1 \approx 2.92\angle -36.07°\,\text{A}$ (ביחס ל- $\bar{V}_1 = 220\angle 0°\,\text{V}$)

ב. $\bar{V}_2 \approx 105.8\angle 0.67°\,\text{V}$ (מוחזר לראשוני: $\bar{V}'_2 \approx 211.65\angle 0.67°\,\text{V}$)

ג. להגדלת ההספק הזמין מעבר להספק של שנאי אחד, לאמינות ורציפות אספקה (תחזוקה או תקלה בשנאי אחד), להתאמת מספר השנאים הפועלים לעומס (נצילות), ולהרחבה הדרגתית של המתקן.

שאלה 4

א. $n_s = 900\,\text{rpm}$, $V = 240\,\text{V}$

ב. $n = 873\,\text{rpm}$

ג. כדי לשמור על שטף מגנטי קבוע ($\Phi \propto V/f$): אם מורידים תדר בלי להוריד מתח - רוויה, זרם מגנוט גבוה והתחממות; אם המתח נמוך מדי - שטף חלש ומומנט נמוך. בשטף קבוע המנוע מפתח מומנט נקוב בכל מהירות.

שאלה 5

א. $R_a = 2.1\,\Omega$, $P_{Cu} \approx 47.6\,\text{W}$

ב. $n_0 \approx 1531\,\text{rpm}$

ג. $P_{const} \approx 142.9\,\text{W}$ (הפסדים מכניים)

ד. עומס גדול מחייב מומנט גדול ולכן זרם עוגן גדול ($T = k\Phi I_a$); המפל $I_a R_a$ גדל, הכא"מ $E = U - I_a R_a$ קטן, ובשטף קבוע המהירות $n = \frac{U - I_a R_a}{k\Phi}$ יורדת. כדי לשמור על מהירות צריך להעלות את U.

שאלה 6

א. ממיר תדר AC-DC-AC: מיישר גשר תלת פאזי (D1-D6) הופך את רשת R,S,T למתח DC; הקבל C1 מסנן ומייצב את מתח הביניים (DC link); ממיר מתח (6 מתגים) מייצר בשיטת PWM מתח תלת פאזי a,b,c בתדר ובמתח משתנים לפי V/f קבוע, לשליטה במהירות המנוע.

ב. $I \approx 9.43\,\text{A}$, $n_s = 1500\,\text{rpm}$

ג. הזרם יוכפל בערך: $I \approx 18.9\,\text{A}$, $V = 200\,\text{V}$ (כי ההספק נשמר והמתח ירד לחצי; המומנט כפול מהנקוב - עומס יתר).

שאלה 7

א. הקבל מחובר במקביל לסוללה ומסנן: הוא קולט את פולסי הזרם החדים שמגיעים דרך הדיודה כשהטרנזיסטור נפתח, מחליק את המתח והזרם לסוללה, מייצב את המתח V ומגן על המתג מקפיצות מתח.

ב. בזמן בלימה המנוע עובד כגנרטור והממיר (מגביר) מעביר את האנרגיה הקינטית לסוללה. בהאצה או בנסיעה הסוללה מזינה חזרה את המנוע (דרך ממיר מוריד/ממיר דו כיווני), כך שהאנרגיה שנחסכה בבלימה משמשת להנעה במקום להתבזבז כחום.

ג. $E = 100\,\text{V}$

שאלה 8

א. $U_{k1} \approx 5.18\%$ (בהנחה שהעומס הכולל שווה לסכום ההספקים הנקובים, $850\,\text{kVA}$)

ב. $S_1 = 102\,\text{kVA}$, $S_3 = 528\,\text{kVA}$

ג. לא תקין: שנאי 3 מועמס ב- 105.6% ושנאי 1 ב- 102% (עומס יתר), ושנאי 2 רק ב- 88% ; הסיבה - מתחי קצר שונים (5% , 5.18% , 6%).

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