GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד ב'
סמל השאלון: 97164
קובץ: תשובות סופיות

מערכות הספק ומתקני חשמל לטכנאים

הנדסת חשמל · טכנאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על ארבע שאלות מתוך השאלות 1-7. ערך כל שאלה – 25 נקודות. בסך הכול: 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. מהדורה אחרונה של חוק ותקנות בנושא חשמל בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות. 4. 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. 4. יש להתחיל כל תשובה בעמוד חדש ולציין את מספר השאלה ואת הסעיף. אין צורך להעתיק את השאלה עצמה. 5. טיוטה יש לכתוב במחברת הבחינה בלבד. יש לרשום את המילה "טיוטה" בראש העמוד ולהעביר עליו קו כדי שלא ייבדק. 6. אין לאחד סעיפים! לכל סעיף שבשאלה יש לתת תשובה נפרדת. 7. תשובה מלאה לסעיף של שאלה הכרוך בחישובים היא תשובה שבה מוצג הביטוי המתמטי שלפיו נעשה החישוב, הערכים מוצבים בביטוי, ותוצאת החישוב מוצגת באמצעות מספר ויחידות. 8. כל מספר המוצב בביטוי מתמטי חייב להיות תוצאה של חישוב קודם או נתון המופיע בגוף השאלה. 9. אין השימוש במחשבון פוטר מהצורך להציג את הצבת הערכים בביטוי המתמטי. 10. תשובה שאינה מנומקת או שאין דרך הפתרון מוצגת בה לא תזכה בניקוד כלל. 11. אם להערכתכם חסר נתון או יש נתון שגוי בשאלה, יש 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!

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. $I_B = 33.4\,\text{A}$, מא"ז C40, $I_z \geq 47.1\,\text{A}$, ולכן כבל $5 \times 10\,\text{mm}^2$ (נחושת, XLPE).

ב. כחתך מוליכי הפאזה: $10\,\text{mm}^2$.

ג. לא: $P = 23.15\,\text{kW}$, $I = 35.2\,\text{A} < 40\,\text{A}$, החיבור הקיים מספיק.

ד. עקומה 1: המבטח הראשי (מא"ז C40), עקומה 2: נתיך חח"י. $Z_{s,max} = \frac{230}{400} \approx 0.575\,\Omega$.

ה. לוח חלוקה ביתי לשימוש אנשים רגילים (DBO לפי ת"י 61439 חלק 3), בזרם נקוב של $40\,\text{A}$, עם מבנה סגור, חלקים חיים מוגנים מפני מגע וטבלת מעגלים.

שאלה 2

א. $\bar{S}_{OA} = 107.42 + j11.59$, $\bar{S}_{AB} = 61.42 - j3.53$, $\bar{S}_{CB} = 4.03 - j37.04$ (כלומר P מ-C ל-B, Q מ-B ל-C), $\bar{S}_{DC} = 60.56 - j2.00$, $\bar{S}_{OD} = 116.56 + j55.13$ (ב-kW ו-kVAr).

ב. $A \geq 53.8\,\text{mm}^2$, ולכן חתך מסחרי $70\,\text{mm}^2$.

ג. בנקודה C: $\Delta U = 12.32\,\text{V}$ (3.08%), $U_C \approx 387.7\,\text{V}$.

ד. בנקודות A ו-D (שוות): $I_{k3} \approx 59.3\,\text{kA}$ (במקור אידיאלי).

שאלה 3

א. $\Delta U \approx 9.9\,\text{V}$, ולכן $U_A \approx 390.1\,\text{V}$.

ב. $I_{k3,A} \approx 19.8\,\text{kA}$

ג. זרם ההלם $i_p \approx 38.2\,\text{kA}$ ($\kappa = 1.364$).

ד. למשל: קירות, תקרה ודלתות עמידים באש עם דלת שנפתחת החוצה וננעלת; אוורור מספיק לפיזור חום השנאי; מאצרה לשמן (בשנאי שמן); שילוט אזהרה והגבלת כניסה לבעלי הרשאה; תאורה ותאורת חירום; מעברים ומרחקים מספיקים; הארקה של כל חלקי המתכת.

ה. איפוס (TN) בשני המשטרים: בתקין עם הארקת השיטה של השנאי, ובגיבוי עם הארקת השיטה של הגנרטור.

שאלה 4

א. פס לוח המשנה ← מפסק אוטומטי (הגנת קצר) ← כבל ההזנה ← מגען ראשי K1 וממסר יתרת זרם ← שני כבלים (6 מוליכים) למנוע; מגען כוכב K2 ומגען משולש K3 משולבים ונעולים זה מול זה, עם ממסר זמן.

ב. המנוע מוזן בשני מעגלים של שלושה מוליכים (6 מוליכים ומוליך הגנה) מהמתנע לששת ההדקים; כל מוליך נושא את זרם הליפוף $\frac{I_n}{\sqrt{3}} \approx 49.9\,\text{A}$ ומחושב לפיו; שני הכבלים באותו חתך ובאותו מסלול, וההגנה מפני עומס יתר מכוילת לזרם הליפוף.

ג. $I_n = 86.5\,\text{A}$, מפסק $100\,\text{A}$; $I_z \geq 149.3\,\text{A}$, ולכן כבל אלומיניום XLPE בחתך $70\,\text{mm}^2$.

ד. $\frac{P_{Cu}}{P_{Al}} = \frac{\rho_{Cu}}{\rho_{Al}} = \frac{35}{58} = 0.603$: ההפסדים יקטנו בכ- 40%.

ה. בקצר בהדקי המנוע ($2\text{-}5\,\text{kA}$) הזרם מעל לסף המגנטי של שני ההתקנים; ראשון ינתק המנגנון המגנטי (האלקטרומגנטי) של המתנע התרמו-מגנטי (כ- $5\text{-}10\,\text{ms}$), ומפסק הזרם האוטומטי של מעגל ההזנה (כ- $10\text{-}20\,\text{ms}$ בתחום זה) נשאר גיבוי; ההגנה התרמית לא תספיק לפעול.

שאלה 5

א. $I_{L1} \approx 29.7\,\text{A}$

ב. $\cos\varphi = 0.591$ (השראתי)

ג. $U_{OB} = 0\,\text{V}$ (אין זרם דרך Z_1).

ד. $U_{OE} = \frac{U_{ph}}{2} \approx 115.5\,\text{V}$

ה. X_L עולה ל- $7.54\,\Omega$, ומקדם ההספק יורד מ- 0.591 ל- 0.521. זה שלילי לרשת.

שאלה 6

א. $I_{k3} \approx 35\,\text{kA}$; מפסק בכושר ניתוק $36\,\text{kA}$ לפחות.

ב. $Q_C = 199\,\text{kVAr}$, ולכן 5 סוללות ($200\,\text{kVAr}$).

ג. $I_n = 57.7\,\text{A}$, זרם תכן $1.43I_n = 82.6\,\text{A}$, ולכן $16\,\text{mm}^2$ נחושת.

ד. $S = 1003.5\,\text{kVA}$, $\beta \approx 0.627$ (62.7%)

ה. מעטפת הלוח והדלת מחוברות למוליך ההגנה; הדלת שעליה ציוד חשמלי מחוברת בגשר הארקה גמיש (לא דרך הצירים). עכבת הלולאה נקבעת במדידה (מכשיר לבדיקת לולאת תקלה) או בחישוב, ועליה לקיים $Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$.

שאלה 7

א. $\Phi = 2\pi I \approx 33{,}360\,\text{lm}$, $I \approx 5309\,\text{cd}$

ב. $P \approx 334\,\text{W}$

ג. $E_B \approx 99.6\,\text{lx}$

ד. אזור 1: בתוך $2\,\text{m}$ משפת הבריכה ובגובה $0.8\,\text{m} < 2.5\,\text{m}$. מותר בו רק ציוד במתח נמוך מאוד מבטחתי (עד $12\,\text{V}$ AC) שמקורו מחוץ לאזורים, בדרגת הגנה IPX4 לפחות, בלי בתי תקע ומפסקים.

ה. מתח נמוך מאוד מבטחתי; הפרדה חשמלית (שנאי מבדל לכל גוף); ניתוק אוטומטי עם ממסר פחת $30\,\text{mA}$ (גוף בידוד כפול). בכל מקרה בלי מגע מוליך בין הגוף לחלקי האשנב.

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