GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2025 מועד א'
סמל השאלון: 97162
קובץ: תשובות סופיות

מערכות הספק ומתקני חשמל

הנדסת חשמל · הנדסאים

הוראות

א. משך הבחינה: ארבע שעות.

ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: יש לענות על חמש שאלות מתוך השאלות 1-9. ערך כל שאלה – 20 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 המוצבים 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, עליכם לציין זאת במפורש במחברת הבחינה, ולבחור ערך מתאים שיאפשר לכם 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. $16\,\text{mm}^2$ נחושת (כבל $5 \times 16\,\text{mm}^2$)

ב. לפחות $25\,\text{cm}$ מתחת לפני הקרקע, לכל אורך הכבל

ג. איפוס – TN-C-S; לולאת התקלה: מופע השנאי ← מוליך המופע ← הגוף המחושמל ← מוליך הארקה ← פס הארקות בפילר ← מוליך ה-PEN ← נקודת הכוכב של השנאי

ד. $Z_{loop} \le 1.15\,\Omega$

ה. כ-9.7 שנים

שאלה 2

א. $I_k'' \approx 6.28\,\text{kA}$, $i_p \approx 16.0\,\text{kA}$

ב. $I_k \approx 42.3\,\text{kA}$

ג. $X_L \approx 10.94\,\text{m}\Omega$, $L \approx 34.8\,\mu\text{H}$

ד. לפחות $42.3\,\text{kA}$ – נבחר מפסק בעל כושר ניתוק $50\,\text{kA}$

ה. עם המשרן היחס X/R גדל (מכ-20 לכ-56), ולכן הרכיב הלא-מחזורי דועך לאט יותר (קבוע זמן כ-180 ms לעומת כ-63 ms) ומקדם ההלם גדל, אף שגודל זרם הקצר קטן

שאלה 3

א. $I_{AB} = 0$; $I_{BC} = 77\angle -23.07^\circ\,\text{A}$; $I_{CD} \approx 196\angle -36.57^\circ\,\text{A}$ (בכניסה מהרשת כולל צרכן D: $230.8\angle -34.0^\circ\,\text{A}$)

ב. $Q_C \approx 32.1\,\text{kVAr}$ (זרם קבלים כ-$46.3\,\text{A}$)

ג. $\Delta P \approx 2.65\,\text{kW}$

ד. $U_A \approx 416.5\,\text{V}$

ה. בדיקה בידי חשמלאי-בודק בעל רישיון מתאים לפני ההפעלה הראשונה ולאחר כל שינוי, ובדיקה תקופתית אחת ל-5 שנים לפחות; בגנרטור לאספקה חלופית לוח החיבורים נבדק לפני ההפעלה הראשונה גם בידי בעלת הרשת

שאלה 4

א. $I_B \approx 613.7\,\text{A}$ ← מפסק $630\,\text{A}$

ב. 5 כבלים מקבילים, כל אחד בחתך $240\,\text{mm}^2$ אלומיניום (סה"כ $1200\,\text{mm}^2$ למופע); מפל המתח כ-1.1%

ג. $Q_C \approx 98.4\,\text{kVAr}$

ד. $P_G \approx 552.5\,\text{kW}$

שאלה 5

א. הארקת הגנה (TT) עם מפסק מגן (ממסר פחת); התנגדות האלקטרודה ביחס למסה הכללית של האדמה - לא יותר מ- $5\,\Omega$ (במתקן $0.5\,\Omega$ - תקין)

ב. $\bar{I}_N \approx 128.5\angle -167.8^\circ\,\text{A}$

ג. $\cos\varphi \approx 0.596$ (השראתי)

ד. $U_{Z2} = 230\,\text{V}$

ה. מפסק מגן (מפסק פחת) ארבע-קוטבי; לא תתבצע הפסקה, כי סכום הזרמים בשנאי הזרם המסכם נשאר אפס (אין זרם דלף), אף שמתחי העומסים משתבשים (כ-337, 64 ו-356 V)

שאלה 6

א. $I_{HV} \approx 57.3\,\text{A}$ ← מפסק $63\,\text{A}$

ב. $I \approx 1116\,\text{A}$ ← מפסק $1250\,\text{A}$

ג. $I_k \approx 10.1\,\text{kA}$; $I^2t \approx 5.1\cdot 10^7\,\text{A}^2\text{s}$; מוליך נחושת של $50\,\text{mm}^2$ לפחות

ד. $Q_C \approx 230.8\,\text{kVAr}$

שאלה 7

א. $I_C \approx 13.57\,\text{A}$

ב. $I_{L1} \approx 23.5\,\text{A}$

ג. $0\,\text{A}$ - שנאי הזרם המסכם במוצא השנאי אינו רואה את זרם התקלה (זרם התקלה עצמו $3I_{C0} \approx 40.7\,\text{A}$ זורם כולו במורד CT_Σ)

ד. $U_{AN} = 20\,\text{kV}$

ה. $V_1 = 110\,\text{V}$

שאלה 8

א. $h \approx 6.31\,\text{m}$

ב. $E_B \approx 12.1\,\text{Lux}$

ג. $P = 50\,\text{W}$

ד. $1.5\,\text{mm}^2$ (כבל $3\times 1.5\,\text{mm}^2$); לפי מפל מתח מספיק $0.65\,\text{mm}^2$

ה. $100\,\text{cm}$ לפחות (מתחת למשטח אספלט המיועד לנסיעה/רכיבה)

שאלה 9

א. $S_{max} \approx 273.8\,\mathrm{kVA}$ **(בין 16:00 ל-18:00)**

ב. $W = 4380\,\mathrm{kWh}$

ג. $\cos\varphi_{avg} \approx 0.883$

ד. $Q_C \approx 19.0\,\mathrm{kVAr}$ **(קבועה, פועלת כל היממה)**

ה. $\cos\varphi \approx 0.775$

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