GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2025 מועד ב'
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 1-8. 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 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.

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. $I_b = 93.8\,\text{A}$, מאמ"ת $100\,\text{A}$, $I_Z \geq 129.9\,\text{A}$, ולכן כבל נחושת XLPE בחתך $50\,\text{mm}^2$ ($134\,\text{A}$).

ב. איפוס, הארקת הגנה או מתח נמוך מאוד (לפי התוכנית); במתקן המוגן באיפוס או בהארקת הגנה חובה להתקין מפסק פחת אחד או יותר.

ג. אתר בניה/קרון/מבנה ארעי; מבנה TT שבו ההגנה לא עומדת בתקנות ואי אפשר לאפס; מבנה עם הארקת יסוד שאי אפשר לאפס בו ו-TT לא מתאפשר; גופי תאורה על עמודים מחומר מוליך; מתקנים אחרים שהתיר המנהל.

ד. $\Delta U \approx 11.2\,\text{V}$ (2.8% -כ)

ה. $Z_{loop} \approx 2.54\angle 11.3^\circ\,\Omega$, $I_k \approx 100\,\text{A}$

שאלה 2

א. $I_N \approx 40.7\,\text{A}$

ב. $I_N = 40.7\,\text{A}$; עם מפסק $50\,\text{A}$ הכיוונון הוא $K \approx 0.81$ (כ- $41\,\text{A}$).

ג. $230\,\text{V}$

ד. $R_E \leq 5\,\Omega$; הגנה במפסק מגן כהגנה בלעדית, $I_{\Delta n} \leq 3.28\,\text{A}$.

ה. לא: חלק של מעגל סופי מלוח ראשי אחד לא יימצא בשטח הניזון מלוח ראשי אחר (פרט למעגל במוביל, בהתקנה סמויה, ללא תיבות).

שאלה 3

א. $I_{OA} = 95.7 - j61.1\,\text{A}$ ($113.5\,\text{A}$), $I_{AB} = 9.1 - j5.1\,\text{A}$ ($10.4\,\text{A}$), $I_{CB} = 81.0 - j67.1\,\text{A}$ ($105.2\,\text{A}$), $I_{OC} = 230.0 - j139.3\,\text{A}$ ($268.9\,\text{A}$).

ב. $A \geq 94.6\,\text{mm}^2$, נבחר $95\,\text{mm}^2$.

ג. בנקודה B: $U_B \approx 395.4\,\text{V}$ ($\Delta U = 4.61\,\text{V}$).

ד. ההפסדים יקטנו בכ- 23% ($\Delta P_{new} = 0.77 \cdot \Delta P$).

שאלה 4

א. $S = 606.4\,\text{kVA}$, $I_b = 875.3\,\text{A}$, חיבור $1000\,\text{A}$; גנרטור $287.5\,\text{kVA}$.

ב. איפוס TN-S; החיבור בין פס האפסים לפה"פ בבניין 1 (שבו חדר הטרנספורמציה).

ג. מטר אחד לפחות (בגנרטור עד $50\,\text{kVA}$ מותר $0.6\,\text{m}$ בצד אחד).

ד. לא, אלא אם כן ננקטו כל האמצעים הדרושים למניעת דליפה לתוך החדר.

ה. מפסק אוטומטי בעל הגנה בפני זרם קצר בלבד (ללא הגנת עומס יתר).

שאלה 5

א. דרגה 5 ($20.90\,\text{kV}$): $\beta = 0.604$, $\Delta U = 668\,\text{V}$, $U' \approx 20.77\,\text{kV}$, במתח נמוך כ- $397.6\,\text{V}$.

ב. $Q_C(400\,\text{V}) \approx 206\,\text{kVAr}$, סוללה נקובה ב- $440\,\text{V}$: כ- $249\,\text{kVAr}$; $\beta \approx 0.54$.

ג. $Z_k \approx 8.44\,\text{m}\Omega$, $I_k \approx 30\,\text{kA}$

ד. אספקת חשמל מגנרטור כחלופה מלאה או חלקית לאספקה מרשת של חברת חשמל בשעת הפסקתה.

ה. כן: מערכת ההחלפה בת 4 קטבים (מנתקת גם את ה-N), ולכן נדרשת הארקת שיטה לגנרטור.

שאלה 6

א. כ- $7.66\,\text{V}$ (בין מופעים זהים).

ב. $Z_{eq} \approx 17.7\,\text{m}\Omega$, $I_{k2} \approx 12.4\,\text{kA}$

ג. $I_{k3} \approx 14.3\,\text{kA}$, $\kappa \approx 1.9$, $i_p \approx 38.5\,\text{kA}$

ד. $Z_{eq} \approx 10.4\,\text{m}\Omega$, $I_k \approx 24.4\,\text{kA}$

ה. $f_0 \approx 177.5\,\text{Hz}$ (רחוק מ-50 ו-100 Hz, תקין); $\sigma \approx 2550\,\text{kg/cm}^2 > 2500$, ולכן ההתקנה אינה תקינה מבחינת הכוחות.

שאלה 7

א. זרמי תקלה לאדמה קטנים; המתחים השלובים לא משתנים והאספקה ממשיכה; אין התחממות וכוחות גדולים; תקלה חולפת לאדמה לא גורמת להפסקה.

ב. $P \approx 21.89\,\text{MW}$, $Q \approx 15.95\,\text{MVAr}$, $S_A \approx 27.1\,\text{MVA}$

ג. $I_L = 3I_C + 5 = 71.4\,\text{A}$, $L \approx 0.566\,\text{H}$

ד. $3I_{C2} \approx 30.2\,\text{A}$, $I_{CT2\Sigma} = 5 + 30.2 \approx 35.2\,\text{A}$

ה. $I_R \approx 0.2\,\text{A}$, $R_{iso} \approx 0.88\,\text{M}\Omega \cdot \text{km}$ (כ- 0.9)

שאלה 8

א. $L \approx 20\,\text{m}$

ב. $E_B \approx 16\,\text{lux}$

ג. $\Phi \approx 18850\,\text{lm}$, $P \approx 150.8\,\text{W}$

ד. הארקת הגנה (TT)

ה. $Z \le 0.92\,\Omega$ (ניתוק מגנטי, $10 \cdot I_n$); לניתוק עד 5 שניות: $Z \le 1.39\,\Omega$.

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