GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 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 1-8. 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. מהדורה אחרונה של חוק ותקנות בנושא חשמל בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות. 3. דפי נוסחאות יצורפו לשאלון הבחינה. אין להעביר ספרים, חומר עזר 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. $\bar{I}_N \approx 175.8\angle -119.9^\circ\,\text{A}$

ב. $\bar{U}_{N2} \approx 55.3\angle -84.0^\circ\,\text{V}$, כלומר כ- $55\,\text{V}$ בין N_2 לאדמה

ג. $Q_C \approx 45.2\,\text{kVAr}$ (כ- $15.1\,\text{kVAr}$ לכל מופע), $C \approx 900\,\mu\text{F}$ לכל מופע (בכוכב)

ד. ההספק ההיגבי של הקבלים גדל פי 3 (המתח על כל קבל גדל פי $\sqrt{3}$), נוצר קיזוז יתר ומקדם ההספק הופך לקיבולי

ה. $\cos\varphi \approx 0.967$ קיבולי ($Q = -36.1\,\text{kVAr}$)

שאלה 2

א. $J \approx 2.44\,\text{A/mm}^2$; $A_{AB} \approx 49.6$, $A_{BC} \approx 31.5$, $A_{CD} \approx 27.9$, $A_{DE} \approx 24.5\,\text{mm}^2$

ב. AB - 50, BC - 35, CD - 35, DE - $25\,\text{mm}^2$; $\Delta P_{AC} \approx 1.13\,\text{kW}$

ג. $\bar{I}_{AB} \approx 42.8\angle -10.8^\circ$, $\bar{I}_{BC} \approx 22.1\angle 84.7^\circ$ (מ-B ל-C), $\bar{I}_{DC} \approx 11.6\angle -40.7^\circ$ (מ-D ל-C), $\bar{I}_{ED} \approx 25.1\angle 17.6^\circ$ (מ-E ל-D); מהמקור שב-E: $78.6\angle -17.8^\circ\,\text{A}$

ד. יקטן: מכ- $11.2\,\text{V}$ (בנקודה E, 2.8%) לכ- $1.55\,\text{V}$ (בנקודה C, 0.39%)

שאלה 3

א. $\bar{I}_{k,C} \approx 10.94\angle -40.2^\circ\,\text{kA}$

ב. המפסקים בלוח A (CB1 והיציאות) - לא ($27.3 > 25\,\text{kA}$); המפסקים בלוח B (כולל מפסק 4) - כן ($18.3\,\text{kA}$); CB5 והמפסקים בלוח C - כן ($10.9\,\text{kA}$)

ג. תקינים: $i_p \approx 16.2\,\text{kA}$, $\sigma \approx 96.5\,\text{kg/cm}^2 < 1250\,\text{kg/cm}^2$

שאלה 4

א. $R = 1.838\,\Omega$, $X = 5.25\,\Omega$, $C = 3.75\,\mu\text{F}$ ($B = 1.178\,\text{mS}$); בכל זרוע: $0.919 + j2.625\,\Omega$, ובאמצע ענף קיבולי $-j849\,\Omega$

ב. $U_1 \approx 24.44\,\text{kV}$ (שלוב; $14.11\angle 4.34^\circ\,\text{kV}$ מופעי), $\bar{I}_1 \approx 307.1\angle -31.5^\circ\,\text{A}$, $\cos\varphi_1 \approx 0.811$ השראי

ג. $\bar{U}_2 = 12.70\angle 0^\circ$; $+\bar{I}_2\frac{R}{2}$ (במקביל ל- $\bar{I}_2$) $+j\bar{I}_2\frac{X}{2}$ (ניצב); $= \bar{U}_m = 13.42\angle 2.25^\circ$; $+\bar{I}_1\frac{R}{2} + j\bar{I}_1\frac{X}{2} = \bar{U}_1 = 14.11\angle 4.34^\circ\,\text{kV}$ (מופעי)

ד. $\bar{S}_1 \approx 10.54 + j7.61\,\text{MVA}$, $S_1 \approx 13.0\,\text{MVA}$

שאלה 5

א. $S \approx 526.7\,\text{kVA}$, עם 10%: $579.4\,\text{kVA}$ - שנאי $630\,\text{kVA}$

ב. כבלים N2XY $1 \times 185\,\text{mm}^2$ לכל מופע ($I_n = 909.3\,\text{A}$; $2 \cdot 533 \cdot 0.87 = 927.4\,\text{A} \geq 909.3\,\text{A}$, בהנחה שאין הקטנה בגלל קיבוץ)

ג. לא: שני כבלי NYY $185\,\text{mm}^2$ למופע נושאים רק $2 \cdot 427 \cdot 0.79 = 674.7\,\text{A} < 909.3\,\text{A}$ (היו נדרשים 3 למופע)

ד. הארקת הגנה (TT): לולאת L1-PE ($650\,\text{m}\Omega$) גדולה פי 14 מלולאת L1-N ($45\,\text{m}\Omega$) - זרם התקלה לגוף חוזר דרך האדמה ולא דרך מוליך האפס

שאלה 6

א. 4 כבלים במקביל: N2XY $4 \times (3 \times 300 + 150)\,\text{mm}^2$ ($I'_Z \approx 841\,\text{A}$, $\Delta U \approx 1.1\%$)

ב. $\Delta P \approx 4.14\,\text{kW}$

ג. כ- $72{,}100$ ₪ לשנה ($54{,}000$ ₪ ריבית ופחת + $18{,}124$ ₪ אנרגיה)

שאלה 7

א. $I_0 \approx 275\,\text{cd/klm}$, $I = 7452\,\text{cd}$, $h \approx 10\,\text{m}$

ב. $E_A \approx 32.9 + 7.7 \approx 40.5\,\text{lx}$

ג. $10\,\text{mm}^2$ (מפל מתח דורש 6.16, איבודים דורשים $7.35\,\text{mm}^2$)

שאלה 8

א. 3

ב. 1

ג. 2

ד. 4

ה. 1

ו. 2 (4-6, $22{,}550\,\text{V}$)

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