GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: אביב 2026 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. ענו על חמש מבין השאלות 1-8, ערך כל שאלה 20 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. 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. $I_{AB} = 74.27\angle -25.34^\circ\,\text{A}$, $I_{BC} = 39.57\angle -14.84^\circ\,\text{A}$,
$I_{CD} = 20.65\angle -26.79^\circ\,\text{A}$, $I_{ED} = 37.12\angle -31.07^\circ\,\text{A}$ (מ-E אל D),
$I_{CG} = 19.84\angle -2.40^\circ\,\text{A}$, $I_{GH} = 15\angle -31.79^\circ\,\text{A}$

ב. בקו הראשי נקודת חלוקת הזרמים היא D ($U_D = 395.25\,\text{V}$); המתח המזערי ברשת כולה בנקודה H: $U_H = 391.31\,\text{V}$

ג. $\Delta P_{CGH} = 164.8\,\text{W}$ ($67.85\,\text{W}$ בקטע CG ועוד $96.98\,\text{W}$ בקטע GH)

שאלה 2

א. $L_{AB} \approx 20.72\,\text{km}$

ב. ללא הסליל: $\bar{I}_K = 54.13\angle -60^\circ\,\text{A}$ (מהפאזה T לאדמה, מקדים את U_T ב- 90°); עם הסליל זרם התקלה השיורי $5.41\angle 120^\circ\,\text{A}$; $L_P = 0.741\,\text{H}$

ג. משולש המתחים נשאר, האדמה עוברת לקודקוד T: $U'_R = 24\angle 60^\circ\,\text{kV}$, $U'_S = 24\angle 0^\circ\,\text{kV}$, $U_N = 13.86\angle 30^\circ\,\text{kV}$; $I_{CR} = 31.25\angle 150^\circ$, $I_{CS} = 31.25\angle 90^\circ$, סכומם $54.13\angle 120^\circ\,\text{A}$, וזרם הסליל $59.54\angle -60^\circ\,\text{A}$ בכיוון ההפוך

ד. יתרונות: זרם תקלה לאדמה קטן מאוד, כיבוי עצמי של קשת, אפשר להמשיך לספק חשמל בזמן תקלה חד מופעית, מתחי מגע וצעד קטנים, פחות נזק. חסרונות: מתח הפאזות התקינות עולה פי $\sqrt{3}$ (בידוד למתח שלוב), זיהוי ומיקום התקלה קשה, צריך לכוונן את הסליל לפי אורך הרשת, תהודה ומתחי יתר

שאלה 3

א. $U_B \approx 411.4\,\text{V}$

ב. דרגה $n = -2$ ($U_1 = 20.9\,\text{kV}$); אז $U_B \approx 415.4\,\text{V}$ ו- $U_D \approx 404\,\text{V}$

ג. בהספק צרכנים קבוע הזרם קטן פי 1.025 וההפסדים קטנים פי 1.025^2 : ירידה של כ- 4.8% (בקטעים BC ו-CD: מ- $8.27\,\text{kW}$ ל- $7.87\,\text{kW}$)

שאלה 4

א. $I_n \approx 67.9\,\text{A}$; מפסק אוטומטי $80\,\text{A}$ בעל אופיין D

ב. $I_Z \geq 119\,\text{A}$ לפני מקדמי התיקון: כבל $4 \times 25\,\text{mm}^2$ נחושת N2XY

ג. כן: $I_r = 200\,\text{A} \leq I'_Z \approx 244\,\text{A}$ (הגנה מפני העמסת יתר), ובזרם $2\,\text{kA}$ ($10I_r$) המפסק מנתק לכל היותר תוך כ- $20\,\text{s}$, פחות מ- $46\,\text{s}$ שהכבל עומד בהם

ד. האופיין של CB_1 (D80) כולו משמאל ומתחת לאופיין של CB_0 ($I_r = 200\,\text{A}$, מגנטי מ- 2 - $2.5\,\text{kA}$); סלקטיביות מלאה עד סף הניתוק המגנטי של CB_0 ; לזרמים גבוהים יותר נדרש השהיה ב- CB_0

שאלה 5

א. $R_{L1} = R_{L2} \approx 2.01\,\text{m}\Omega$

ב. $I_K \approx 23.70\,\text{kA}$, $R_k/X_k = 0.241$, $K_{sh} \approx 1.46$, $i_{sh} \approx 48.9\,\text{kA}$

ג. $I_A \approx 11.85\,\text{kA}$; כושר ניתוק: CB_1 ו- CB_2 לפחות $23.7\,\text{kA}$ (תקני $25\,\text{kA}$), A לפחות $11.85\,\text{kA}$ (תקני $15\,\text{kA}$)

ד. $i_R(0.007) \approx 36.8\,\text{kA}$ (במצב הנתון, A פתוח)

שאלה 6

א. 5 שורות של 9 גופים: מרחק $5\,\text{m}$ בין מרכזי גופים בשני הכיוונים, $2.5\,\text{m}$ מהקירות

ב. $\phi_0 \approx 30525\,\text{lm}$ לגוף, $I \approx 4858\,\text{cd}$

ג. נורות $250\,\text{W}$; $P = 11.25\,\text{kW}$, $S = 11.72\,\text{kVA}$, $I = 16.9\,\text{A}$; מבטח ראשי $3 \times 20\,\text{A}$; 9 מעגלים חד מופעיים (3 לכל מופע) של 5 גופים, $5.66\,\text{A}$ כל אחד, מא"ז $10\,\text{A}$ ומוליכי נחושת $3 \times 1.5\,\text{mm}^2$

שאלה 7

א. $600\,\text{kW}$ בשעות 00-06 ו-18-24, $1200\,\text{kW}$ בשעות 06-10 ו-14-18, $2000\,\text{kW}$ בשעות 10-14

ב. $Q_C \approx 387.5\,\text{kVAr}$, השקעה ≈ 31000 ש"ח, חיסכון $\approx 5976\,\text{kWh}$ = ≈ 3585 ש"ח לשנה; החזר תוך כ- 8.65 שנים

ג. מעל $855\,\text{kVA}$ כדאי שני שנאים: להפעיל את השנאי השני בין 06:00 ל-18:00 (עומס 1304 - $2174\,\text{kVA}$), ובשאר השעות ($652\,\text{kVA}$) שנאי אחד

שאלה 8

א. תשובה 1

ב. תשובה 4 ($40\,\text{A}$)

ג. תשובה 2

ד. תשובה 2

ה. תשובה 2 ($22\,\text{kV} \pm 5\%$)

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