GuyAI
מבית GOOL בגרויות

סוג הבחינה: בחינת גמר ממלכתית
מועד הבחינה: קיץ 2026 מועד א'
סמל השאלון: 97164
שם התלמיד/ה: _____

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 1-6. 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. מהדורה אחרונה של חוק ותקנות בנושא חשמל בהוצאת המוסד לבטיחות ולגיהות. 3. דפי נוסחאות יצורפו לשאלון הבחינה. 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!

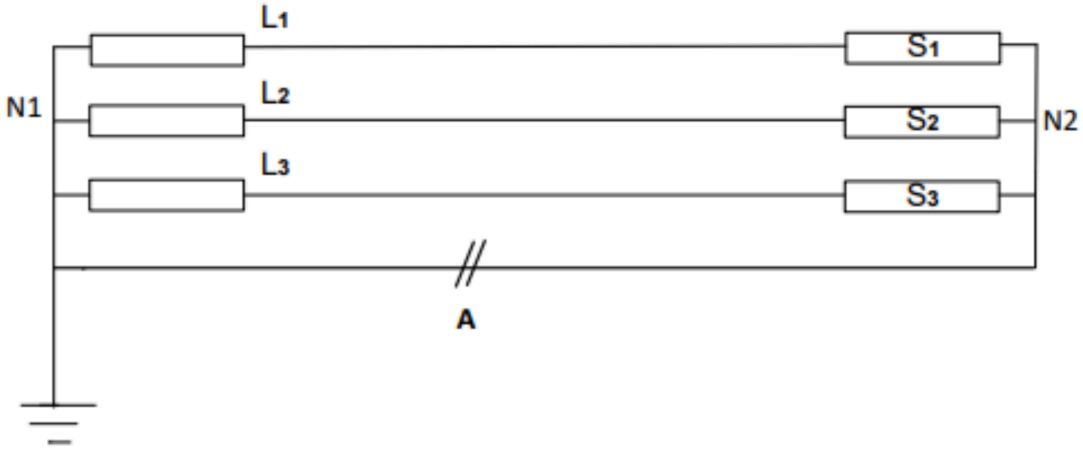
השאלות בשאלון זה מנוסחות בלשון רבים, אף על פי כן על כל תלמידה וכל תלמיד להשיב עליהן באופן אישי.

בהצלחה!

השאלות

1. באיור לשאלה נתונים שלושה עומסים המחוברים בכוכב ללוח הראשי של מתקן חשמלי.
המתח הנקוב של הרשת $400\,\mathrm{V}/50\,\mathrm{Hz}$. עכבת הרשת ניתנת להזנחה.
כל העומסים בעלי אופי השראי.

עומס	הספק מדומה $S\,(\mathrm{kVA})$	מקדם הספק $\cos\varphi$
L_1	55	0.8
L_2	80	0.84
L_3	35	0.75



א. חשב את הזרם במוליך האפס (גודל וזוית)

(10 נקודות)

ב. חשב את המתח בין נקודת $N2$ לאדמה בהנחה שיש נתק במוליך האפס בנקודה A .

(5 נקודות)

ג. חשב את גודל סוללת הקבלים הנדרשת על מנת לשפר את מקדם ההספק ל-0.93.
(הנח שהקבלים מחוברים בכוכב וחשב את הספק הקבלים ואת הקיבוליות).

(5 נקודות)

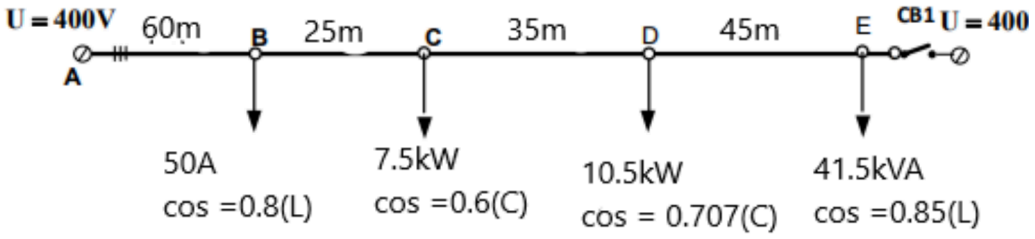
ד. לאחר התקנת הקבלים, הוחלט לשנות את חיבור הקבלים לחיבור משולש, איך משפיע השינוי על ערך מקדם ההספק ברשת?

(5 נקודות)

2. באיור לשאלה מוצגת רשת עם אפשרות להזנת העומסים ממקור אחד או משני מקורות.

מתח נומינלי של הרשת $400\,\mathrm{V}$.

נתוני המוליכים: $\rho = \frac{1}{58}\left[\frac{\Omega\cdot\mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}}\right]$, $X_0 = 0.1\,[\Omega/\mathrm{km}]$



מפסק $CB1$ פתוח

א. חשב את שטח החתך האחיד של מוליכי הרשת, עבור מפל מתח מכסימלי מותר של 3%.

(10 נקודות)

ב. בחר שטח חתך תקני וחשב את איבודי ההספק בקטע AC .

(10 נקודות)

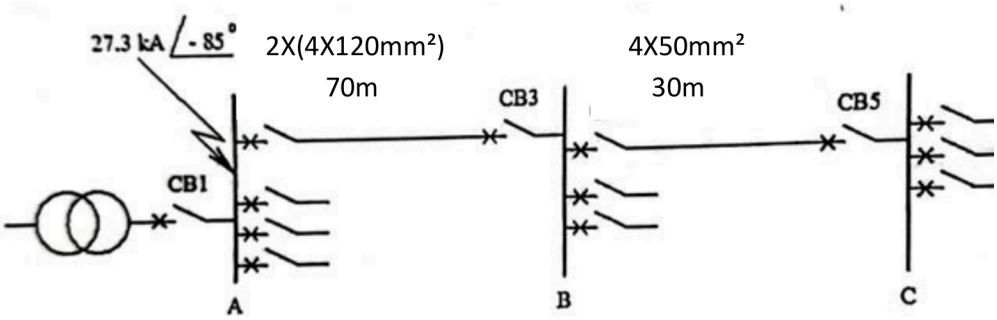
סוגרים את מפסק $CB1$

ג. חשב את הזרם בקטעים השונים על פי שטחי החתך שנבחרו בסעיף ב .

(5 נקודות)

3. מתקן חשמלי מוזן במתח $400\,\mathrm{V}$, השנאי מזין לוח ראשי לוח A , לוח A מזין את לוח B ולוח B מזין את לוח C . שטחי החתך של הכבלים המזינים את הלוחות והמרחקים בין הלוחות מצוינים בתרשים.

על פי נתוני יצרן ההיגב ההשראי של כל הכבלים $X_0 = 0.08\,\Omega/\mathrm{km}$. המוליכים עשויים נחושת $\rho = \frac{1}{58}\left[\frac{\Omega\cdot\mathrm{mm}^2}{\mathrm{m}}\right]$ זרם הקצר במוצא השנאי חושב לפי הנוסחא $I_k = \frac{U}{\sqrt{3}\cdot Z}$ והתקבל ערך של $27.3\angle -85^\circ\,\mathrm{kA}$.



א. מה תהיה עצמת זרם הקצר התלת מופעי המתמיד שיזרום במוליכים אם יתרחש קצר בפסי הצבירה של לוח C .

(10 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ב. כושר הניתוק של כל המפסקים בתרשים הוא $25\,\text{kA}$ האם הם עומדים בתקנות החשמל. ציין על פי איזו תקנה בדקת את התאמתם.

(10 נקודות)

ג. בלוח C התקינו פסי צבירה מנחושת בשטח חתך של 10×60 מ"מ, הפסים מותקנים במאונך, המרחק בין מרכזי פסי הצבירה 10 סמ', והמרחק בין המבודדים 50 סמ'.
האם פסי הצבירה תקינים? הוכח באמצעות חישובים מתאימים.
מאמץ הכפיפה המינימלי המותר לנחושת $\sigma = 1250\,\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$

(5 נקודות)

4. בחדר מכונות של מחסן קירור תעשייתי קיימים העומסים לפי הפירוט בטבלה הבאה:

צרכן	מספר	הספק חשמלי $[\text{kW}]$	מקדם בו זמניות	מקדם ההספק
מדחסים	8	45	0.75	0.84
משאבות	15	10	0.8	0.82
מפוחים	36	2	0.6	0.8
תאורה ושקעים		10	0.5	0.95

א. מהו ההספק הנקוב המינימלי הנדרש מהשנאי המזין את המחסן. (יש להתחשב בהתפתחות עתידית של 10%).ההספקים הנקובים האפשריים של השנאי הם:
$400\,\text{kVA}$, $500\,\text{kVA}$, $630\,\text{kVA}$, $800\,\text{kVA}$, $1000\,\text{kVA}$

(10 נקודות)

ב. בחירת כבל ההזנה מהשנאי ללוח המחסן נעשה לפי ההספק הנקוב של השנאי.
יש להשתמש בכבלים חד גידיים לכל מופע על גבי מגש מחורר, הטמפרטורה האופפת בתוואי ההתקנה היא 45°C . יש להשתמש בכבל מסוג N2XY בשטח חתך של $185\,\text{mm}^2$. כמה כבלים חד גידיים נדרשים לכל מופע?

(10 נקודות)

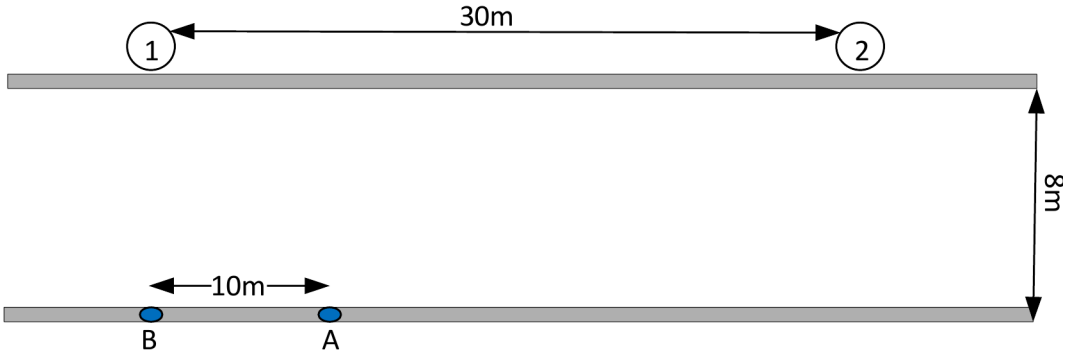
ג. הקבלן שם לב שיש לו במחסן כבלים מסוג NYY , האם ניתן לאשר לו להשתמש בכבלים מסוג NYY אך בשטח חתך ומספר כבלים זהה לכבלים שנבחרו בסעיף ב?
נמקו את תשובתכם באמצעות נתונים.

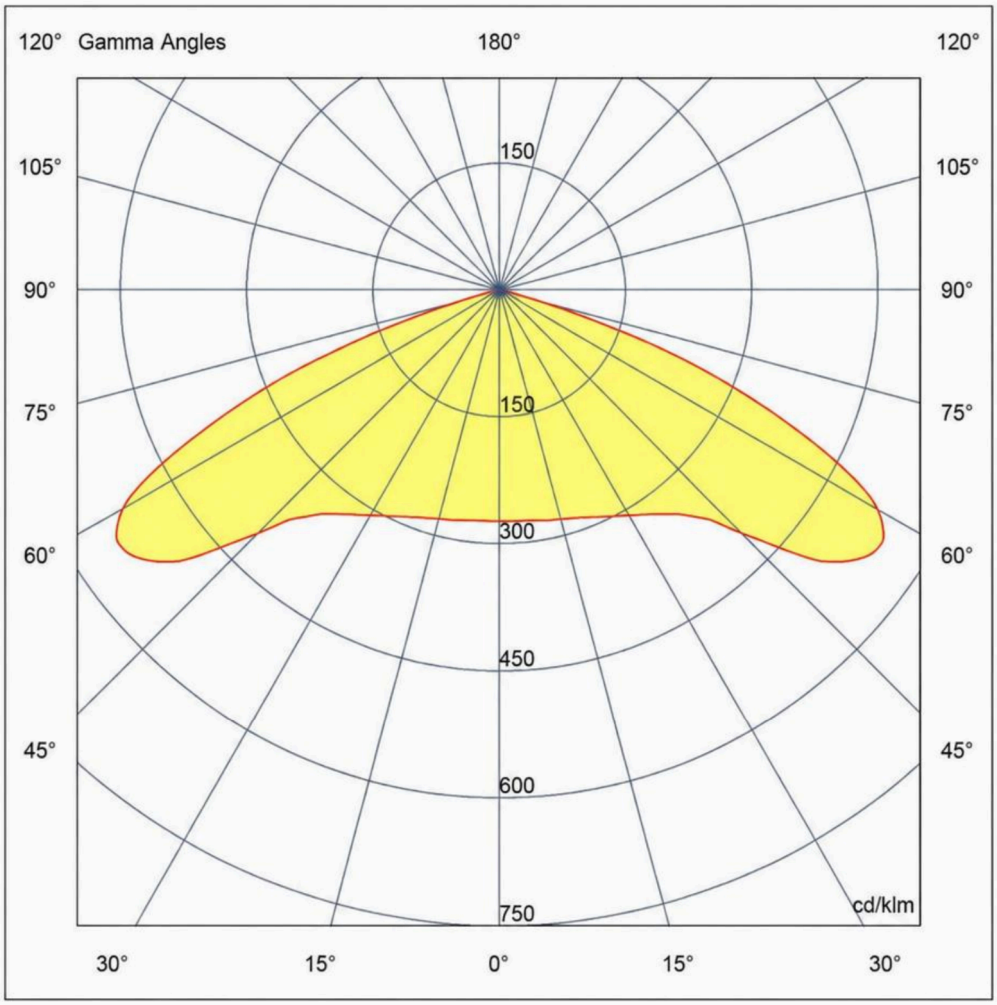
(5 נקודות)

5. באיור א לשאלה 5 מתואר מבט על של מקטע כביש , ומצויינים בו 2 עמודי תאורה. המרחק בין העמודים 30 מ'. רוחב הכביש 8 מ'.

בכל עמוד גוף תאורה שהספקו $210\,[\mathrm{W}]$ ושטף אור של גוף התאורה $\Phi = 27100\,[\mathrm{Lm}]$

באיור ב' לשאלה מופיע העקום הפולרי.





א. חשב את גובהו של עמוד התאורה כך שעוצמת ההארה על פני הכביש מתחת לגוף התאורה תהיה 55 לוקס. אין להתחשב בתרומת העמוד הנוסף.

(10 נקודות)

ב. חשב את עוצמת ההארה בנקודה A הנמצאת בצידו השני של הכביש ובמרחק 10 מ' מנקודה B.

(10 נקודות)

נכתב ונבדק על ידי צוותי GOOL בגרויות ו-GuyAI · www.guyai.co.il

ג. אם ידוע כי לאורך הכביש יש 15 גופי תאורה, גופי התאורה מוזנים באמצעות מעגל תלת מופעי ממרכזיית תאורה הנמצאת בצמוד לגוף הראשון בכביש.
מה שטח החתך הנדרש על פי העמסה מותרת (הכבל עשוי נחושת , בידוד 90° טמון במישרין באדמה, טמפ' סביבה 30°C).
(5 נקודות)

6. א. אחד התנאים לביצוע איפוס הינו קיום הארקת יסוד.
מדוע תנאי זה הכרחי בשיטת האיפוס אך אינו הכרחי בשיטת הארקת הגנה TT?
1. כי בעת ניתוק מוליך הארקה של לוח ראשי מתח המגע יעלה על 50 וולט.
2. כי בעת ניתוק החיבור להארקת היסוד מתח המגע יעלה על 50 וולט.
3. כי בעת ניתוק מוליך האפס בקו הזינה מובטחת השוואת פוטנציאלים.
4. כי בהארקת יסוד אנו מבטיחים זרימת זרם גדולה דרך האדמה.
(5 נקודות)

ב. מהי הטענה הנכונה מבין הבאות לגבי מפסק מגן?
1. מפסק מגן, המגן על הקווים יכול שלא יפסיק את המוליך האפס.
2. מפסק מגן, המגן על המעגלים סופיים חייב להפסיק מהזינה רק את מוליכי המופעים.
3. מפסק מגן חייב להפסיק את מוליכי המופעים, מוליך האפס ומוליך הארקה.
4. מפסק מגן חייב תמיד להפסיק את המוליך האפס.
(5 נקודות)

ג. האם מותר להתקין מוליך ללא מובל בהתקנה סמויה או חשיפה?
1. מותר, פרט למקרה שבו החומר המכסה את המוליך עלול לפגוע בבידוד.
2. אסור, אלא אם מדובר במוליך הארקה או אלקטרודה המותקנים בהתאם לתקנות החשמל הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול.
3. מותר, רק בהתקנה זמנית.
4. מותר, רק במתקנים בהם קיימת אחזקה נאותה ואין סכנה של פגיעה מכנית במוליך.
(5 נקודות)

ד. נתון שנאי:
$S = 630\,\text{kVA}$, $U_k = 6\%$.
חשב את זרם הקצר המתפתח בשנאי בצד המתח הנמוך:
1. $9.1\,\text{kA}$
2. $15.16\,\text{kA}$
3. $8.75\,\text{kA}$
4. $10.5\,\text{kA}$
(5 נקודות)

ה. חשמלאי התקין כבל רב גידי מסוג N2XY בעל ארבעה מוליכים לשם הזנת מנוע תלת מופעי.
צבעי בידוד המוליכים בכבל הם חום, חום כתום, חום שחור וכחול
האם מותר לחשמלאי להשתמש במוליך הכחול כמוליך הארקה?

1. כן. סימון המוליך הכחול כמוליך הארקה מותר בתנאי שיולבש עליו, בכל קצה של הכבל, שרוול מתכווץ בעל צבע צהוב ירוק המהודק לבידוד המקורי.
2. כן. סימון המוליך הכחול כמוליך הארקה מותר תמיד.
3. כן. בתנאי שיותקן במקביל לכבל הזינה מוליך הארקה נוסף בחתך 10 ממ"ר לפחות.
4. לא. אסור להשתמש במוליך כחול בכל מקרה.

(5 נקודות)

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