

מדינת ישראל

משרד החינוך, התרבות והספורט

סוג הבחינה : בגרות לבתי ספר על יסודיים

מועד הבחינה : קיץ תשפ"ב, 2022

סמל השאלון : 848201

מערכות פיקוד ובקרה ג'

(שתי יחידות לימוד) השלמה לחמש יחידות לימוד

הוראות לנבחן

- א. **משך הבחינה :** שלוש שעות
- ב. **מבנה השאלון ומפתח הערכה :** בשאלון שלושה פרקים ובהם **תשע** שאלות.
יש לענות על **חמש** שאלות בלבד, **שאלה אחת לפחות**
מן הפרק הראשון ו**שאלה אחת לפחות** מן הפרק השני.
לכל שאלה - **20** נקודות. סך הכול - **100** נקודות.
- ג. **חומר עזר מותר לשימוש :** מחשבון, וכן כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר
- ד. **הוראות מיוחדות :**
 1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. **לא תהיה התייחסות לשאלות עודפות.**
 2. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
 3. הקפד לרשום את תשובותיך **אך ורק בעט.**
 4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
 5. כתוב את תשובותיך בכתב יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
 6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון השאלה שבחרת, הינך רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
 7. בכתיבת פתרונות לתרגילים חישוביים, קבלת מרב הנקודות מותנת בהשלמת כל המהלכים שלהלן, בסדר בו הם רשומים:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה (כל הערכים ביחידות המתאימות).
 - * פתרון (אפשרי באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, ביחד עם יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות לנבחנות ונבחנים כאחד.

ב ה צ ל ח ה !

השאלות

בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם תשע שאלות. יש לענות על חמש שאלות בלבד, שאלה אחת לפחות מן הפרק הראשון ושאלה אחת לפחות מן הפרק השני.

פרק ראשון: מערכות הספק

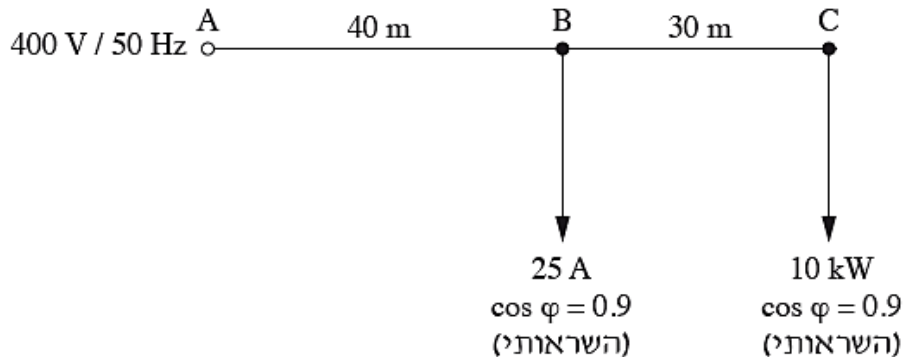
ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 1 – 4 (לכל שאלה 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתונה רשת חשמלית תלת-מופעית, המוזנת בצידה האחד במתח $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$.

מוליכי הרשת עשויים מנחושת $\left[\gamma = 57 \frac{\text{m}}{\Omega \cdot \text{mm}^2} \right]$, והיגב ההשראותי שלהם – זניח.

שטח-החתך האחיד של מוליכי הרשת הוא 10 mm^2 .



איור לשאלה 1

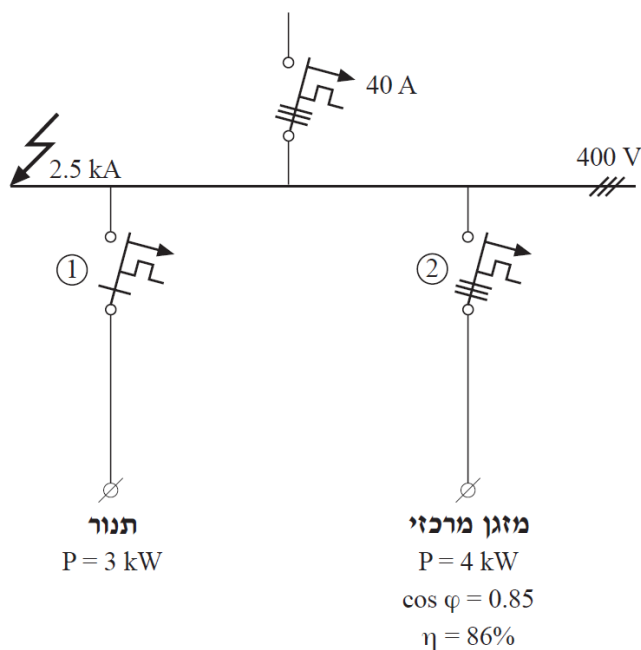
א. חשב את הזרם בקטע A-B.

ב. חשב את המתח בנקודה C.

ג. חשב את הפסדי ההספק הממשיים ברשת.

שאלה 2

- א. רשום את שמות ההגנות במא"ז (מפסק אוטומטי זעיר), והסבר את תפקידה של כל אחת מהן.
- ב. סרטט את האופיין זרם-זמן של מא"ז, וציין על-גבי האופיין את אזור הפעולה של כל אחת מן ההגנות.
- ג. ציין את שלושת המאפיינים החשמליים (הנתונים הטכניים) של מא"ז.
- ד. באיור לשאלה 2, נתון תרשים של לוח הזנה למתקן חשמלי. זרם הקצר המרבי בפסי הצבירה הוא 2.5 kA.



איור לשאלה 2

קבע את ערכו של כל אחד משלושת המאפיינים החשמליים של המא"זים המסומנים במספרים 1 ו-2.

שאלה 3

ללוח חשמל, המוזן במתח תלת-מופעי $400 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$, מחוברים שני מנועים תלת-מופעיים M_1

ו- M_2 שנתונייהם הנקובים הם:

$$M_1: \quad P = 15 \text{ HP} ; \quad U = 400 \text{ V} ; \quad \cos \phi = 0.85 ; \quad \eta = 0.82$$

$$M_2: \quad P = 10 \text{ kW} ; \quad U = 400 \text{ V} ; \quad \cos \phi = 0.8 ; \quad \eta = 0.87$$

א. חשב את הזרם הנצרך על-ידי כל אחד מן המנועים.

ב. חשב את ההספק של סוללת הקבלים שצריך לחבר בלוח החשמל, על-מנת לשפר את מקדם

ההספק הכולל ל-0.92.

ג. חשב את הזרם בכניסה ללוח החשמל אחרי שיפור מקדם ההספק.

שאלה 4

מעוניינים לתכנן קו הזנה ללוח חשמל, המזין שישה מנועים תלת-מופעיים זהים שנתונייהם הם:

$$P = 4 \text{ kW} , \quad U = 400 \text{ V} , \quad f = 50 \text{ Hz} , \quad \frac{I_{st}}{I_n} = 6.5 , \quad \cos \phi = 0.8 , \quad \eta = 85\%$$

מקדם הביקוש של קבוצת המנועים הוא 0.8

א. חשב את הזרם הנקוב, את זרם הכיול התרמי ואת זרם הכיול המגנטי של המפסק המגן על כל מנוע.

ב. חשב את הזרם הנקוב של המפסק הראשי בקו ההזנה של לוח החשמל הראשי.

ג. להגנה על המנועים משתמשים במפסקים בעלי כיול תרמי וכיול מגנטי.

המפסק הראשי הוא מפסק אוטומטי זעיר מדגם C.

בחר את הזרם הנקוב של המפסק הראשי ואת הזרם הנקוב של המפסקים להגנה על המנועים

מבין הערכים: $10 \text{ A} , 16 \text{ A} , 25 \text{ A} , 32 \text{ A} , 40 \text{ A} , 50 \text{ A} , 63 \text{ A} , 80 \text{ A}$

וסרטט, במערכת צירים אחת, תיאור עקרוני של עקומות הניתוק (עקומות זרם-זמן) של שני

סוגי המפסקים' כך שתתקיים ביניהם סלקטיביות.

פרק שני: המרת אנרגיה**ענה על שאלה אחת לפחות מבין השאלות 5 – 8 (לכל שאלה 20 נקודות).****שאלה 5**להלן התוצאות שהתקבלו בניסויים בשנאי חד-מופעי אידיאלי בתנאים **נקובים** :בניסוי ריקם: $U_o = 1500 \text{ V}$; $P_o = 200 \text{ W}$; $I_o = 0.5 \text{ A}$ בניסוי קצר: $U_k = 50 \text{ V}$; $I_k = 10 \text{ A}$; $\cos \phi_k = 0.85$ א. חשב את ההספק המדומה הנקוב של השנאי (S_n).

ב. חשב את נצילות השנאי כאשר הוא מועמס ב- 90% מההספק המדומה הנקוב ובמקדם הספק של 0.85 .

ג. חשב את הפרמטרים R_k , X_k , R_{Fe} , X_μ של השנאי.**שאלה 6**

נתוניו הנקובים של מנוע השראה תלת-מופעי, שסליליו מחוברים בחיבור משולש, הם:

$$5.5 \text{ kW}, 400 \text{ V}, 50 \text{ Hz}, 960 \text{ r.p.m.}, \cos \phi = 0.88, \eta = 84\%, \frac{M_k}{M_n} = 2.2$$

א. קבע את המהירות הסינכרונית של המנוע, וחשב את מספר זוגות הקטבים.

ב. חשב את מקדם ההחלקה של המנוע כאשר הוא עובד בעומס נקוב.

ג. חשב את מקדם ההחלקה הקריטי של המנוע.

ד. חשב את זרם ההזנה הנקוב של המנוע.

שאלה 7

נתוניו הנקובים של מנוע לזרם ישר בעירור טורי הם:

$$P = 10 \text{ kW} ; \quad U = 300 \text{ V} ; \quad n = 1500 \text{ r.p.m.} ; \quad \eta = 82\%$$

ההתנגדות הכוללת של סליל הרוטור וסליל העירור היא 0.5Ω .

- א. חשב את הזרם במנוע.
- ב. חשב את המומנט הנקוב של המנוע.
- ג. נתון כי הזרם במנוע הוא 30 A .
1. חשב את הכא"מ המושרה ברוטור במקרה הזה
2. הנח כי אופיין המיגנט של המנוע הוא ליניארי, וחשב את מהירות הסיבוב של המנוע במקרה הזה.

שאלה 8

נתוניו הנקובים של מנוע לזרם ישר בעירור מקבילי הם: 10 kW , 250 V , 1200 r.p.m. , $\eta = 85\%$

התנגדות סליל הרוטור היא $R_a = 0.25 \Omega$, והתנגדות סליל העירור היא $R_e = 100 \Omega$. המנוע עובד בתנאים נקובים.

- א. חשב את הכ.א.מ בסליל הרוטור.
- ב. חשב את ההספק האלקטרו-מגנטי של המנוע.
- ג. חשב את הפסדי הנחושת בסליל הרוטור ואת הפסדי הנחושת בסליל העירור.
- ד. חשב את הפסדי ההספק הקבועים (הפסדי ברזל והפסדי חיכוך).

פרק שלישי: בקרה ומערכות ממוחשבות

(לשאלה 20 נקודות).

שאלה 9

לחנייה פרטית יש שער חשמלי, הנע לאורך מסילה. מערכת ההפעלה של השער, המבוקרת על-ידי בקר מתוכנת, כוללת את הרכיבים האלה:

- מנוע חשמלי
- שני מגענים
- לחצן עצירה (STOP)
- לחצני הפעלה (הזזה ימינה – START1, הזזה שמאלה – START2)
- מפסקי סוף-מסלול
- שתי נוריות-סימון (ירוקה — השער בתנועה, ואדומה — השער נייח)

א. הגדר את כניסות המערכת ואת יציאותיה.

ב. סרטט דיאגרמת סולם חשמלית המתארת את הפעלת השער.

הערה: ענה על שאלה זו בהתאם לבקר המתוכנת שלמדת.

ב ה צ ל ח ה !