

משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה  
הפיקוח על מגמת הנדסת חשמל

**הנחיות לביצוע**

**עבודת גמר בהיקף 5 יח"ל**

**ופרויקט גמר בהיקף 3 יח"ל**

**במגמת הנדסת חשמל**

**בחטיבה העליונה**

עדכון : אלול תשי"פ (אוגוסט 2020 )

1. כללי..... 2
2. הצעה למפגש פתיחה לקראת תחילת הלמידה סביב פרויקט..... 3
3. הגשת הצעת פרויקט..... 3
4. תהליך ביצוע פרויקט..... 4
5. חוברת הפרויקט..... 5
6. הזמנת בוחנים ותאום מועד בחינות ההגנה..... 6
7. מרכיבי ציון בחינת ההגנה על פרויקט..... 7
  - 7.1 מרכיבי פרויקט גמר בהיקף של 3 יח"ל..... 7
  - 7.2 מרכיבי עבודת גמר בהיקף של 5 יח"ל..... 8
  - 7.3 מפתח ההערכה של פרויקט הגמר..... 10
- נספח א - הנושאים וסדר פרקים מומלץ בכתיבת חוברת פרויקט – 3 יח"ל..... 11
- נספח ב - הנושאים וסדר פרקים מומלץ בכתיבת חוברת פרויקט – 5 יח"ל..... 14
- נספח ג – הצהרת הלומד, אישור מנחה ורכז המגמה..... 17
- נספח ד' – רפלקציה על תהליך ביצוע הפרויקט..... 18
- נספח ה - רשימת ניסויים לבחינה..... 19

## 1. כללי

- 1.1 לצורך פשטות הניסוח, המונח **פרויקט המופיע** במסמך זה מתייחס **לעבודת גמר ולפרויקט גמר** כאחד, אלא אם כן מצויין אחרת.
- 1.2 בסעיפים הבאים מתוארות כלל ההנחיות לביצוע פרויקט שעל התלמיד, הרכז והמנחה לפעול לפיהן לשם ביצוע מלא ותקין של פרויקט.
- 1.3 מטרתו המרכזית של פרויקט היא להביא לידי מימוש את הידע שרכש התלמיד במהלך לימודיו תוך הפגנת יכולתו היישומית.
- 1.4 במהלך ביצוע פרויקט על התלמיד לבצע את פעולות הבאות:
- א. **לכתוב חוברת פרויקט הכוללת:**
- תכנון מתקן חשמל עם גודל חיבור 3x40A לפחות לתלמידי 3 יחידות לימוד  
תכנון מתקן חשמלי עם גודל חיבור 3x80A לפחות לתלמידי 5 יחידות לימוד  
מבנה החוברת מפורט בהמשך.
- ב. **לבצע עבודה מעשית** - אחד משלושת הסעיפים 1.ב, 2.ב, 3.ב.
- 1.ב. לבצע 8 ניסויים בלוחות פיקוד עם ממסרים, ניסויים משולבי בקרים מתוכנתים וניסויים בהמרת אנרגיה
- 2.ב. לבנות דגם מעשי הממחיש את המתקן החשמלי במלואו ו/או התהליכים.
- 3.ב. לבנות בניית דגם עקרוני - לוח הפעלה, כוח ופיקוד הממחיש את עקרונות פעולת המתקן החשמלי / התהליכים
- 1.5 ביצוע פרויקט אינו פוטר את התלמיד מלימוד של כל התכנים המופיעים בתכנית הלימודים של מקצוע ההתמחות.
- 1.6 ביצוע פרויקטים בכיתה:
- א. ביצוע המרכיב של **חוברת פרויקט** בכיתה ייעשה **ביחידים בלבד**.  
ברמה של 3 יח"ל:  
בכיתה המונה פחות מ- 10 תלמידים, כל תלמיד בוחר מתקן ייחודי לתכנון.  
בכיתה המונה לפחות 10 תלמידים, שני תלמידים יכולים לבחור את אותו מתקן לתכנון, כאשר הסרטוט האדריכלי של המתקן שונה, רשימת הצרכנים שונה ולכל תלמיד חוברת פרויקט אישית וייחודית לו.  
ברמה של 5 יח"ל:  
בכיתה המונה פחות מ- 14 תלמידים, כל תלמיד בוחר מתקן ייחודי לתכנון.  
בכיתה המונה לפחות 14 תלמידים. שני תלמידים יכולים לבחור את אותו מתקן לתכנון, כך שבכל מקרה מספר המתקנים השונים לכיתה יהיה לא פחות מ- 14 .
- ב. המרכיב של **דגם מעשי / דגם עקרוני** ניתן לביצוע בזוגות, כאשר פרויקט בזוג צריך להכיל הגדרה ברורה של היקף העבודה וחלוקתה בדגש על ידע ומיומנויות לכל אחד מהלומדים.
- 1.7 פרויקט גמר בהיקף 3 יח"ל - שאלון 848387 לא מחייב אישור של צוות הפיקוח.  
אך מחייב מעקב באתר מוקד מקצוע
- 1.8 עבודת גמר בהיקף 5 יח"ל - שאלון 848589 מחייבת אישור של צוות הפיקוח.

## 2. הצעה למפגש פתיחה לקראת תחילת הלמידה סביב פרויקט

- 2.1 הצגת העקרונות ללמידה מבוססת פרויקטים תוך דגש על מטרות העל:
  - א. טיפוח לומד בעל הכוונה עצמית.
  - ב. חינוך לחשיבה במסגרת למידה מבוססת פרויקטים.
  - ג. טיפוח מיומנויות עבודת צוות.
- 2.2 הצגת דוגמאות לפרויקטים ודיון קצר בשאלה-מה מעניין אותי?
- 2.3 קביעת מטרות הלמידה ובניית מחוונים שיגדירו הצלחה באופן מדויק ומדיד.
- 2.4 קביעת תאריכים לאבני דרך תוך כדי התהליך, כולל תכנון אירוע להצגת התוצרים.
- 2.5 בניית תרבות למידה כיתתית שיתופית, מקדמת ומכבדת.

## 3. הגשת הצעת פרויקט

- 3.1 על התלמיד להגיש **מסמך הצעת פרויקט** המכיל מענה לסעיף 4.1 תכנון וכתובת הצעת פרויקט
- 3.2 יש להגיש את מסמך הצעת הפרויקט שהתלמידים כתבו באמצעות אתר מוקד מקצוע.



- 3.3 על מרכז המגמה למלא את הפרטים הבאים בטופס הממוחשב המופיע עם בחירת הקישור **הזמנת בוחנים/תשובונים**, כמודגש באיור.
  - א. מספר ת.ז. של התלמיד (חובה);
  - ב. שם התלמיד (חובה);
  - ג. כיתה (חובה);
  - ד. נושא (חובה);
  - ה. תאור הנושא (חובה);
  - ו. הערות המורה (חובה לציין את שם התלמיד הנוסף המבצע את תכנון לאותו מתקן).
  - ז. מסמך הצעת הפרויקט שהתלמיד הכין כמסמך PDF אחד. (חובה).
- 3.4 את ההצעות לפרויקט שהתלמידים הכינו יש להגיש עד **למועד שייקבע ע"י מפמ"ר המגמה**
- 3.5 תלמיד **שלא יגיש הצעת פרויקט לא יוכל להבחן בסוף השנה**.

#### 4. תהליך ביצוע פרויקט

ביצוע הפרויקט (חוברת תכנון מתקן ועבודה מעשית) הוא תהליך למידה המתבצע במהלך שנת הלימודים כולה. במהלך ביצוע הפרויקט רוכש ומחזק התלמיד את המיומנויות הבאות: **תקב, תכנון, ניתוח, תיעוד, בניה, עמידה בלוח זמנים ורפלקציה על התהליך ועל התוצאה**. להלן תאור שלבי בניית פרויקט שהקפדה על ביצועם חשוב להפקת המרב מתהליך לימודי זה.

##### 4.1 תכנון וכתובת הצעת פרויקט (תכנון מתקן ועבודה מעשית)

- א. התלמיד, ורק הוא, יבחר את המתקן לתכנון ויקבל על כך אישור ממנחה הפרויקט שלו.
- ב. התלמיד יבקר במתקן דומה למתקן אותו התלמיד מבקש לתכנן.
- ג. התלמיד יתאר במילים את מבנה המתקן ומרכיביו.
- ד. התלמיד ישרטט את תרשים אדריכלי של המתקן (תכנון מתקן) וישרטט תרשים מלבנים של הדגם (במידה ובחר לבנות דגם)

##### 4.2 תיעוד

- א. חלק חשוב בתהליך העבודה הוא תיעוד השלבים השונים של ביצועו. על התלמיד לנהל מסמך תיעוד / יומן פעילות (המשותף לו ולמנחה הפרויקט שלו) ובו יהיה רשום, עבור כל פגישת עבודה (עם המנחה או בלעדיו), את מועדה, מטרתה והפעילות שנעשתה במהלכה.
  - ב. בסיום בניית הדגם, **במידה ובוצע**, יתעד התלמיד, בתמונות ובסרטון, את הדגם בפעולה. תיעוד זה נדרש במקרה של תקלה בדגם בעת בחינת ההגנה. במקרה כזה ניתן יהיה להיעזר בתיעוד זה להצגת פעולה תקינה של הפרויקט.
  - התיעוד הכתוב והמצולם יהווה חלק בלתי נפרד מחוברת הפרויקט (ראה פרק 6 להלן) וישמש את בוחן הפרויקט לצורך הערכת תהליך העבודה.
  - ג. סיכום והפקת לקחים
- בסיום העבודה יתקיים דיון, לשם הפקת לקחים, שבו יקחו חלק הבוחן והתלמיד. על התלמיד לשלב את תוצאות דיון זה בחוברת הפרויקט בפרק "סיכום ולקחים".

## 5. חוברת הפרויקט

חוברת הפרויקט משמשת כמסמך המתעד את תהליך העבודה על הפרויקט. החוברת משקפת את הידע המצטבר של התלמיד כתוצאה מתהליך הלמידה שעבר – משלב הרעיון הבסיסי ועד להשלמת הפרויקט, ואת תהליך העבודה על הפרויקט תוך הדגשת דרכי ההתמודדות של התלמיד עם הקשיים שהופיעו בשלבים השונים של ביצוע הפרויקט.

תיאור מפורט של הנושאים וסדר הפרקים המומלץ, מופיעים בנספח א עבור פרויקט גמר 3 יח"ל ובנספח ב' – עבודת גמר 5 יח"ל.

### 5.1 מבנה של חוברת הפרויקט

i. עמוד כריכה חיצוני/פנימי - ראה איור 5.1

<p><b>(שם ביה"ס + סמל)</b></p> <p><b>&lt;עבודת/פרויקט&gt; גמר</b></p> <p><b>במגמת הנדסת חשמל</b></p> <p><b>בהתמחות מערכות פיקוד ובקרה</b></p> <p><b>(או התמחות אחרת)</b></p> <p><b>סמל שאלון: &lt;סמל שאלון&gt;</b></p> <p><b>&lt;שם העבודה&gt;</b></p> <p><b>שם המגיש: &lt;שם התלמיד&gt;</b></p> <p><b>תעודת זהות: &lt;ת"ז&gt;</b></p> <p><b>בהנחיית: &lt;שם המנחה&gt;</b></p> <p><b>שנה"ל תשפ"א</b></p>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

איור 5.1 : עמוד הכריכה

- ii. הצהרת התלמיד (חתומה ע"י התלמיד והמנחה).
- iii. דף להבעת תודה או לרישום הקדשה כרצון התלמיד (לא חובה).
- iv. הצעת הפרויקט שהתלמיד הכין כמתואר בסעיף 4.1
- v. תוכן עניינים – חלוקה לפרקים, תתי פרקים, טבלאות ואיורים.

- תיעוד שלבי התכנון
- תיעוד מהלך העבודה כולל יומן העבודה.
- סיכום
- רפלקציה אישית
- רשימה ביבליוגרפית / רשימת מקורות:
- נספחים

יש להגיש לעיון הבוחן **שבועיים לפני מועד** הבחינה את מסמך תיעוד הפרויקט **כקובץ PDF אחד** ויחיד דרך ה"שילובית" הכולל את כל הסעיפים המרכיבים את ספר תיעוד הפרויקט.

במעמד הבחינה יש לאפשר לבוחן ולתלמיד גישה מלאה לעמדת מחשב הכוללת את חוברת הפרויקט לעיון **ועותק מודפס אחד** של חוברת הפרויקט.

## **6. הזמנת בוחנים ותאום מועד בחינות ההגנה**

- 6.1 הזמנת בוחנים לבחינה תתבצע דרך ה"שילובית".
- 6.2 כתב המינוי לבוחן יישלח לבית-הספר על-ידי אגף הבחינות.
- 6.3 על רכז המגמה לתאם עם הבוחן את מועד בחינת ההגנה. **אין לקיים את הבחינה לאחר המועד שיקבע מדי שנה על-ידי אגף הבחינות.**
- 6.4 על רכז המגמה לוודא שחוברת הפרויקט, כעותק מודפס או כקובץ PDF יחיד, תגיע לבוחן שבועיים לפחות לפני מועד הבחינה כשהיא מלווה במכתב ממנחה הפרויקט המאשר את ההגשה לבחינה.
- 6.5 חובה לצרף את אישור ההצעה לחוברת הפרויקט.

## 7. מרכיבי ציון בחינת ההגנה על פרויקט

הציון של פרויקט הגמר בנוי משלושה מרכיבים :  
מרכיב 1 - תכנון מתקן חשמלי – משקל הערכה 50%  
מרכיב 2 - עבודה מעשית – משקל הערכה 25%.  
מרכיב 3 – שאלות עיוניות מפרק המרת אנרגיה – משקל הערכה 25%.  
בכל אחד מן המרכיבים קיים שוני בדרישות בין פרויקט ברמת לימוד 3 יח"ל ופרויקט ברמת לימוד 5 יח"ל.

### 7.1 מרכיבי פרויקט גמר בהיקף של 3 יח"ל

#### מרכיב 1- תכנון מתקן חשמלי 3x40A לפחות – משקל הערכה 50%

התכנון יתסס על תוכנית הלימודים ממערכות הספק סמל מקצוע 33.103  
הנושאים וסדר פרקים מומלץ מפורט בנספח א'

#### מרכיב 2 - עבודה מעשית – משקל הערכה 25%.

\* יש לבחור אחת מן האפשרויות 2.1, 2.2 ו-2.3

##### 2.1 בניית דגם:

- א. בניית דגם הממחיש את המתקן החשמלי במלואו ו/או התהליך. הדגם יכול ל:
1. אביזרי מבוא כגון מפסקים, לחצנים, חיישנים מסוגים שונים ועוד.
  2. מפעילים(אביזרי מוצא) כגון מנועים, ברזים, ועוד.
  3. חיווי (נורות סימון, זמזמים וכדומה)
- ב. תהליך הבקרה יכול לפחות 2 יחידות השהייה/זמן ו-1 יחידות מנייה.  
הערה : המערכת תכלול אמצעי הגנה (מבטחים, יתרת זרם וכדומה) מתאימים.  
הבקר בר תכנות יכול לפחות עשר כניסות/יציאות ספרתיות (I/O Digital)

##### 2.2 בניית דגם עקרוני

- א. בניית לוח, מעגל כוח ופיקוד הממחיש את עקרונות פעולת המתקן החשמלי ו/או התהליך  
הדגם יכול ל:
1. אביזרי מבוא כגון מפסקים, לחצנים, חיישנים מסוגים שונים ועוד.
  2. מפעילים(אביזרי מוצא) כגון מנועים, ברזים, ועוד.
  3. חיווי (נורות סימון, זמזמים וכדומה)
- ב. המחשת פעולת המרכיבים של מערכת ללא פעולה מלאה של המערכת/תהליך. לדוגמא,  
מערכת מיזוג אויר תכלול הפעלת מרכיבים חשמליים של מערכת המיזוג ללא ביצוע פעולת מיזוג בפועל.
- ג. תהליך הבקרה יכול לפחות 2 יחידות השהייה/זמן ו-1 יחידות מנייה.  
הערה : המערכת תכלול אמצעי הגנה (מבטחים, יתרת זרם וכדומה) מתאימים.

##### הבקר בר תכנות יכול לפחות 10 I/O Digital

#### 2.3 ניסויים בהמרת אנרגיה ומערכות הספק פיקוד ובקרה

- א. ביצוע אחד מתוך 8 ניסויים, הניסוי ייבחר על פי הגרלה  
ב. רשימת הניסויים מופיעה בנספח ה'

**מרכיב 3 – שאלות עיוניות המרת אנרגיה ובטיחות בחשמל – משקל הערכה 25%.**

- א. טופס השאלון יכלול שאלות בהמרת אנרגיה ושאלות בנושא בטיחות.
- ב. משך השאלון שעה וחצי.
- ג. רמת הקושי של השאלות תתאים לרמת לימוד 3 יח"ל.
- ד. הפרקים בתוכנית הלימודים המרת אנרגיה הכלולים במרכיב העיוני הם:
  - פרק 1 עיקרון של המרת אנרגיה - כל הפרק
  - פרק 2 שנאים
  - סעיפים : 2.1.1, 2.1.2, (א, ב, ג), 2.1.3, (א, ב, ד, ה), 2.1.4.
  - פרק 3 מכונות השראה (אסינכרוניות)
  - סעיפים 3.1.1, 3.1.2, 3.1.4, 3.1.5, 3.3.2, 3.3.3, 3.5.
  - פרק 4 המכונה לזרם ישר
  - סעיפים 4.1.1, 4.1.2, 4.1.3, 4.2

**7.2 מרכיבי עבודת גמר בהיקף של 5 יח"ל**

**מרכיב 1- תכנון מתקן חשמלי 3x80A לפחות – משקל הערכה 50%**

התכנון יתבסס על תוכנית הלימודים ממערכות הספק סמל מקצוע 33.103 הנושאים וסדר פרקים מומלץ מפורט בנספח ב'.

**מרכיב 2 - עבודה מעשית – משקל הערכה 25%.**

\* יש לבחור אחת מן האפשרויות 2.1, 2.2 ו-2.3

**2.1 בניית דגם:**

- א. בניית דגם הממחיש את המתקן החשמלי במלואו ו/או התהליך. הדגם יכלול:
    - 1. אביזרי מבוא כגון מפסקים, לחצנים, חיישנים מסוגים שונים ועוד.
    - 2. מפעילים(אביזרי מוצא) כגון מנועים, ברזים, ועוד.
    - 3. חיווי (נורות סימון, זמזמים וכדומה)
  - ב. תהליך הבקרה יכלול לפחות 3 יחידות השתייה/זמן ו-2 יחידות מנייה.
- הערה** : המערכת תכלול אמצעי הגנה (מבטחים, יתרת זרם וכדומה) מתאימים.

הבקר בר תכנות יכלול לפחות 16 I/O Digital

**2.2 בניית דגם עקרוני**

- א. בניית לוח, מעגל כוח ופיקוד הממחיש את עקרונות פעולת המתקן החשמלי ו/או התהליך הדגם יכלול:
  - 1. אביזרי מבוא כגון מפסקים, לחצנים, חיישנים מסוגים שונים ועוד.
  - 2. מפעילים(אביזרי מוצא) כגון מנועים, ברזים, ועוד.
  - 3. חיווי (נורות סימון, זמזמים וכדומה)



ב. המחשת פעולת המרכיבים של מערכת ללא פעולה מלאה של המערכת/תהליך. לדוגמא, מערכת מיזוג אויר תכלול הפעלת מרכיבים חשמליים של מערכת המיזוג ללא ביצוע פעולת מיזוג בפועל.

ג. תהליך הבקרה יכלול לפחות 3 יחידות השהייה/זמן ו 21 יחידות מנייה.  
**הערה :** המערכת תכלול אמצעי הגנה (מבטחים, יתרת זרם וכדומה) מתאימים.

הבקר בר תכנות יכלול לפחות 16 I/O Digital

### 2.3 ניסויים בהמרת אנרגיה ומערכות הספק פיקוד ובקרה

א. ביצוע אחד מתוך 8 ניסויים, הניסוי ייבחר על פי הגרלה

ב. רשימת הניסויים מופיעה בנספח ה'

### **מרכיב 3 – שאלות עיוניות המרת אנרגיה ובטיחות בחשמל – משקל הערכה 25%.**

א. טופס השאלון יכלול שאלות בהמרת אנרגיה ושאלות בנושא בטיחות.

ב. משך השאלון שעתיים.

ג. רמת הקושי של השאלות תתאים לרמת לימוד 5 יח"ל.

ד. הפרקים בתוכנית הלימודים הכלולים במרכיב העיוני הם :

פרק 1 עיקרון של המרת אנרגיה - כל הפרק

פרק 2 שנאים

פרק 3 מכונות השראה (אסינכרוניות)

פרק 4 המכונה לזרם ישר

### 7.3 מפתח ההערכה של פרויקט הגמר

בטבלה 7.1 להלן מפורטים המרכיבים של בחינת ההגנה על מרכיב 1 - תכנון מתקן חשמלי.

מספר הנקודות לכל מרכיב		פירוט	מרכיב ראשי
פרויקט גמר (3 יח"ל)	עבודת גמר (5 יח"ל)		
ללא ניקוד	10	<u>הצעת הפרויקט</u> הצעת פרויקט מפורטת, שתכלול שרטוט אדריכלי ומיקום צרכנים ולפחות שני פרקים מתוך ספר הפרויקט שהוגשה עד לתאריך 1/1/21 באתר מוקד מקצוע	חוברת העבודה, המערכת ופעולתה, תכנון, בקיאות בנושא הפרויקט 50%
10	ללא ניקוד	<u>אסתטיקה ומבנה כללי</u> דף שער, הצהרת התלמיד, הגדרת הפרויקט, רשימת טבלאות ואיורים, ביבליוגרפיה, נספחים, עימוד, גודל פונט אחיד, שוליים	
15	15	<u>גוף החוברת ואיכות התיעוד</u> שרטוט אדריכלי, שרטוטי לוחות, הסברים, נוסחאות וחישובים יומן עבודה, רפלקציה (5 יח"ל)	
25	25	בקיאות בנושא הפרויקט	
15	10	דגם בנוי עובד / ביצוע ניסוי	
5	10	בקיאות בעקרון פעולת הדגם / ניסוי	דגם / ניסוי במעבדה ביצוע, בקיאות בנושא 25%
5	5	מסמך תיעוד לדגם / דוח מסכם	
25	25	<u>כרטיסיה</u> : 4 שאלות מתוך 6	בקיאות במרכיב העיוני בנושא המרת אנרגיה ובטיחות בחשמל 25%
100	100		סה"כ:

אירנה ליברמן

ממונה (הוראת מגמה – הנדסת חשמל )

מינהל מדע וטכנולוגיה

משרד החינוך

## נספח א - הנושאים וסדר פרקים מומלץ בכתיבת חוברת פרויקט – 3 יח"ל

הנושאים וסדר פרקים מומלץ בכתיבת חוברת פרויקט- תכנון מתקן חשמל 3x40 A לפחות.

### הערות והמלצות כלליות

- א. כל התכנון יבוצע על-פי חוק החשמל החדש החל מ-2014.
- ב. סדר הפרקים צריך להציג את העבודה שנעשתה בצורה ברורה. סדר זה, לא משקף בהכרח את הסדר בו נערכה העבודה בפועל.
- ג. במקרה של מספר חישובים מאותו סוג, מומלץ להציג חישוב של מקרה אחד במפורט, כולל מעגל תמורה ולרכז בטבלה את הנתונים ותוצאות החישוב של שאר המקרים (חישוב מעגלים סופיים)
- ד. כל פרק וכל סעיף צריך לכלול שלושה חלקים: למה? מהי הסיבה לסעיף/פרק זה, למשל, פרוט הסעיפים מחוק החשמל שלפיהם תוכנן.  
איך? פרוט הטבלאות ודוגמת החישובים.  
מה למדנו?, המסקנות מהסעיף.
- ה. הכתיבה הינה כתיבה בסגנון טכני בלבד. (בגוף שלישי).
- ו. חובה למספר את עמודי ספר הפרויקט.
- ז. לנוחותכם, תבנית לחוברת פרויקט מצורפת בקישור

### מבנה החוברת

כל חוברת תכלול את הפריטים הבאים (סדר הפריטים שלהלן הינו גם סדר הופעתם בחוברת): כל החוברת לרבות הכריכה יודפסו בגופן אותיות דפוס

- i. עמוד כריכה חיצוני/פנימי - ראה איור 5.1
- ii. הצהרת התלמיד (חתומה ע"י התלמיד, המנחה והרכז) – ראה דוגמה בנספח ג'
- iii. דף להבעת תודה או לרישום הקדשה כרצון התלמיד (לא חובה).
- iv. הצעת הפרוייקט שהתלמיד הכין כמתואר בסעיף 4.1
- v. תוכן עניינים – חלוקה לפרקים, תתי פרקים, טבלאות ואיורים.

## תוכן החוברת – תיעוד תהליך התכנון - סדר הפרקים

### פרק 1 – מבוא:

פרק זה נועד לתת תאור כללי של העבודה שנעשתה. יש לפרט מהי מהות העבודה, מהם הנתונים הראשוניים (למשל: תכנון מתקן חשמלי של בית מלאכה הכולל משרדים, אולם ייצור, מחסן, תכנון מבנה מגורים הכולל לוח דירת טיפוסית, לוח צרכנים משותפים וכדומה). והדרישות הבסיסיות ומהם האילוצים שהעבודה כפופה להם. בפרק זה אין לפרט נתונים חשמליים.

### פרק 2 – תכנון מעגלים סופיים בהתאם לתקנות החשמל.

א. יש לסמן לפי סמלים תקינים, על גבי התוכנית האדריכלית, את מיקום המכשירים, מכוונות, מתקנים חשמליים, בתי התקע, גופי התאורה, מיקום לוחות החשמל, והצגת כמות כבלים באותה שיטת התקנה.

ב. יש לרכז בטבלאות את כל הפרטים החשמליים הנוגעים למעגלים הסופיים לפי האזורים של המתקן או לפי לוחות החשמל המזינים מעגלים אלו (טבלת נתונים).

ג. תכנון מעגל סופי טיפוסי:

חישוב זרם העבודה  $I_b$ , בחירת מבטח (סוג המבטח וזרם נקוב  $I_n$ ) לפי סוג הצרכן (חובה להשתמש בקטלוג של ציוד מיתוג ולרשום את דגם המבטח) בחירת שטח החתך של המוליכים לפי החומר ממנו עשויים המוליכים, סוג הבידוד, שיטת ההתקנה, טמפרטורת הסביבה ותנאי הסביבה. יש לקבוע את מקדמי תיקון תקינים לצורך חישוב  $I_z$ . יש להציג דוגמת חישוב אחת מפורטת ולרכז בטבלאות את תוצאות החישובים הנוגעים לתכנון מעגלים הסופיים.

### פרק 3 - תכנון וחישוב לוח ראשי ולוחות משנה

סיכום כל ההספקים וחישוב זרם כללי של הלוחות משנה והלוח הראשי. יש להניח מקדם ביקוש או להעריך את המקרה של צריכה גבוהה, בו רוצים שתיגרם הפסקת חשמל עקב העמסת יתר. בחירת מבטח ללוחות משנה ולוח ראשי ובחירת מוליכים.

### פרק 4 - שיפור גורם הספק

פרוט השיטות המקובלות לשיפור גורם ההספק, הסבר לשיקולים בבחירת השיטה בה נקטת. יש לבדוק את הצורך במערכת לשיפור גורם ההספק ואם צריך לחשב את גודל סוללת הקבלים הדרושים לתיקון גורם ההספק. הקבלים המשמשים לשיפור מקדם ההספק נחשבים למעגל סופי.

### פרק 5 – מפלי מתח

יש לשרטט תרשים הזנות חד קווי המתאר את הזנות החשמל מחברת החשמל ללוח הראשי דרך לוחות המשנה עד למכשיר או בית התקע שבקצה המעגל הסופי. יש לחשב את מפל המתח הצפוי בעומס מלא של כל קו זינה ולהשוות לערך המותר. במידת הצורך יש להגדיל את שטח החתך ולחזור על חישוב מפל המתח (חד מופעית או תלת מופעית).

### פרק 6 - בדיקת סלקטיביות בין המבטחים שבלוח

יש להראות דוגמה בפרויקט ליישום סלקטיביות

### **פרק 7 - תכנון מתקן תאורה**

- א. שיקולים בבחירת גופי תאורה ונורות בתאורת פנים, שרטוט הנורות בתרשים האדריכלי.
  - ב. שיקולים בבחירת גופי תאורה ונורות בתאורת חוץ, שרטוט הנורות בתרשים האדריכלי.
- בחירת גופי התאורה יבוצעו מתוך אתרים מוסמכים או קטלוגים.

### **פרק 8 - הגנה בפני התחשמלות**

- א. שיקולים בבחירת אמצעי ההגנה בפני חישמול.
- ב. התאמת תכנון הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול לתקנות החשמל.

### **פרק 9 – שרטוטי לוחות**

- א. שרטוט לוחות משנה ולוח ראשי כולל מכשירי מדידה ובקרה.
- ב. פריסת מעגלים על גבי שרטוט האדריכלי.

#### **הכנת שירטוטים - תנאי הכרחי**

שרטוט הלוח יתבצע על ידי התלמיד. ניתן להשתמש בכל תוכנת שרטוט.  
יש להקפיד בשרטוטי הלוחות על סמלים תקינים

### **פרק 10 – יומן עבודה – מומלץ**

כאן יש לצרף את יומן העבודה כמפורט בסעיף 4.2

### **פרק 11 – סיכום ותובנות**

### **פרק 12 – רפלקציה אישית – מומלץ.**

### **פרק 13 - בבליוגרפיה**

**נספחים**

**נספח ב - הנושאים וסדר פרקים מומלץ בכתיבת חוברת פרויקט – 5 יח"ל**  
הנושאים וסדר פרקים מומלץ בכתיבת חוברת פרויקט- תכנון מתקן חשמל 3x80 A לפחות

### הערות והמלצות כלליות

- א. כל התכנון יבוצע על-פי חוק החשמל החדש החל מ-2014.
- ב. סדר הפרקים צריך להציג את העבודה שנעשתה בצורה ברורה. סדר זה, לא משקף בהכרח את הסדר בו נערכה העבודה בפועל.
- ג. במקרה של מספר חישובים מאותו סוג, מומלץ להציג חישוב של מקרה אחד במפורט, כולל מעגל תמורה ולרכז בטבלה את הנתונים ותוצאות החישוב של שאר המקרים (חישוב מעגלים סופיים)
- ד. כל פרק וכל סעיף צריך לכלול שלושה חלקים: **למה?** מהי הסיבה לסעיף/פרק זה, למשל, פרוט הסעיפים מחוק החשמל שלפיהם תוכן.  
**איך?** פרוט הטבלאות ודוגמת החישובים.  
**מה למדנו?** המסקנות מהסעיף.
- ה. הכתיבה הינה כתיבה בסגנון טכני בלבד. (בגוף שלישי).
- ו. חובה למספר את עמודי ספר הפרויקט.
- ז. לנוחותכם, תבנית לחוברת פרויקט מצורפת בקישור

### מבנה החוברת

- כל חוברת תכלול את הפריטים הבאים (סדר הפריטים שלהלן הינו גם סדר הופעתם בחוברת): כל החוברת לרבות הכריכה יודפסו בגופן אותיות דפוס
- i. עמוד כריכה חיצוני/פנימי - ראה איור 5.1
  - ii. הצהרת התלמיד (חתומה ע"י התלמיד, המנחה והרכז) – ראה דוגמה בנספח ג'.
  - iii. דף להבעת תודה או לרישום הקדשה כרצון התלמיד (לא חובה).
  - iv. הצעת הפרוייקט שהתלמיד הכין כמתואר בסעיף 4.1
  - v. תוכן עניינים – חלוקה לפרקים, תתי פרקים, טבלאות ואיורים.

## תוכן החוברת – תיעוד תהליך התכנון - סדר הפרקים

### פרק 1 – מבוא:

פרק זה נועד לתת תאור כללי של העבודה שנעשתה. יש לפרט מהי מהות העבודה, מהם הנתונים הראשוניים (למשל: תכנון מתקן חשמלי של בית מלאכה הכולל משרדים, אולם ייצור, מחסן, תכנון מבנה מגורים הכולל לוח דירת טיפוסית, לוח צרכנים משותפים וכדומה). והדרישות הבסיסיות ומהם האילוצים שהעבודה כפופה להם. בפרק זה אין לפרט נתונים חשמליים.

### פרק 2 – תכנון מעגלים סופיים בהתאם לתקנות החשמל.

- א. יש לסמן לפי סמלים תקינים, על גבי התוכנית האדריכלית, את מיקום המכשירים, מכוונות, מתקנים חשמליים, בתי התקע, גופי התאורה ומיקום לוחות החשמל
- ב. יש לרכז בטבלאות את כל הפרטים החשמליים הנוגעים למעגלים הסופיים לפי האזורים של המתקן או לפי לוחות החשמל המזינים מעגלים אלו (טבלת נתונים).
- ג. תכנון מעגל סופי טיפוסי:

חישוב זרם העבודה  $I_b$ , בחירת מבטח (סוג המבטח וזרם נקוב  $I_n$ ) לפי סוג הצרכן (רצוי להשתמש בקטלוג של ציוד מיתוג ולרשום את דגם המבטח) בחירת שטח החתך של המוליכים לפי החומר ממנו עשויים המוליכים, סוג הבידוד, שיטת ההתקנה, טמפרטורת הסביבה ותנאי הסביבה. יש לקבוע את מקדמי תיקון תקינים לצורך חישוב  $I_z$ . יש להציג דוגמת חישוב אחת מפורטת ולרכז בטבלאות את תוצאות החישובים הנוגעים לתכנון מעגלים הסופיים.

### פרק 3 - שיקולים בבחירת שיטת התנעה של המנועים המופעים במעגלים הסופיים.

### פרק 4 - תכנון וחישוב לוח ראשי ולוחות משנה

סיכום כל ההספקים וחשוב זרם כללי של הלוחות משנה והלוח הראשי. יש להניח מקדם ביקוש או להעריך את המקרה של צריכה גבוהה, בו רוצים שתיגרם הפסקת חשמל עקב העמסת יתר. בחירת מבטח ללוחות משנה ולוח ראשי ובחירת מוליכים.

### פרק 5 - שיפור גורם הספק

פרוט השיטות המקובלות לשיפור גורם ההספק, הסבר לשיקולים בבחירת השיטה בה נקטת. יש לבדוק את הצורך במערכת לשיפור גורם ההספק ואם צריך לחשב את גודל הקבלים הדרושים לתיקון גורם ההספק. הקבלים המשמשים לשיפור מקדם ההספק נחשבים למעגל סופי.

### פרק 6 – מפלי מתח

יש לשרטט תרשים הזנות חד קווי המתאר את הזנות החשמל מחברת החשמל ללוח הראשי דרך לוחות המשנה עד למכשיר או בית התקע שבקצה המעגל הסופי. יש לחשב את מפל המתח הצפוי בעומס מלא של כל קו זינה ולהשוות לערך המותר. במידת הצורך יש להגדיל את שטח החתך ולחזור על חישוב מפל המתח (חד מופעית או תלת מופעית).

## **פרק 7 – זרמי קצר**

חישוב זרם הקצר הצפוי לפי חוק אוהם בהתחשבות בהתנגדות המוליכים בלבד, ואיפיון כושר ניתוק של המבטחים בלוח, בהתאם לדרישות. (רשות)

## **פרק 8 - בדיקת סלקטיביות בין המבטחים שבלוח**

יש להראות דוגמה בפרויקט ליישום סלקטיביות

## **פרק 9 - תכנון מתקן תאורה**

- א. שיקולים בבחירת גופי תאורה ונורות בתאורת פנים, שרטוט הנורות בתרשים האדריכלי.
  - ב. שיקולים בבחירת גופי תאורה ונורות בתאורת חוץ, שרטוט הנורות בתרשים האדריכלי.
  - ג. מבנה ועקרונות פעולה של הנורות בהתאם לתוכנית הלימודים.
- יש לתת דגש גם על דרגת ה-IP של גופי התאורה. (רשות)
- בחירת גופי התאורה יבוצעו מתוך אתרים מוסמכים או קטלוגים.

## **פרק 10 - הגנה בפני התחשמלות**

- א. שיקולים בבחירת אמצעי ההגנה בפני חישמול.
- ב. התאמת תכנון הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול לתקנות החשמל.

## **פרק 11 – שרטוטי לוחות**

- א. שרטוט לוחות משנה ולוח ראשי כולל מכשירי מדידה ובקרה.
- ב. פריסת מעגלים על גבי שרטוט האדריכלי.

### **הכנת שרטוטים - תנאי הכרחי**

שרטוט הלוח יתבצע על ידי התלמיד. ניתן להשתמש בכל תוכנת שרטוט.  
יש להקפיד בשרטוטי הלוחות על סמלים תקינים

## **פרק 12 - תכנון פיקוד ובקרה**

- א. הצג את תכנון הפיקוד והבקרה על אחד מחלקי המתקן.
- ב. הגדרת הדרישות כולל תרשים מלבני או דיאגרמת זמנים.
- ג. הגדרת כניסות ויציאות עבור הבקר.
- ד. כתיבת דיאגרמת סולם.

## **פרק 13 – יומן עבודה**

כאן יש לצרף את יומן העבודה כמפורט בסעיף 4.2

## **פרק 14 – סיכום ותובנות**

## **פרק 15 – רפלקציה אישית**

## **פרק 16 - בבליוגרפיה**

נספחים



## נספח ג – הצהרת הלומד, אישור מנחה ורכז המגמה

### הצהרת הלומד:

שם בתלמיד: \_\_\_\_\_ מספר ת"ז: \_\_\_\_\_

אני הח"מ, מצהיר בזאת כי פרויקט/עבודת הגמר וספר הפרויקט המצ"ב נעשו על ידי בלבד. הפרויקט מסכם ידע, מיומנות והרגלים שלמדתי במסגרת לימודי ההתמחות במגמה ובאופן עצמאי.

הפרויקט וספר תיעוד הפרויקט נעשו על בסיס ההנחיות שקיבלתי מהמנחה שלי. מקורות המידע בהם השתמשתי לביצוע פרויקט מצוינים ברשימת המקורות שבסוף הספר.

אני מודע לאחריות שהנני מקבל על עצמי על ידי חתימתי על הצהרה זו שכל הנכתב בה אמת.

חתימת התלמיד: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

### אישור מנחה הפרויקט/עבודת הגמר

הריני מאשר שהפרויקט בוצע בהנחייתי, קראתי את ספר הפרויקט ומצאתי כי הוא ראוי להגשה.

שם המנחה: \_\_\_\_\_ חתימה: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

### אישור רכז המגמה

הריני מאשר שדרישות הפרויקט ורמתו מתאימים לדרישות והנחיות משרד החינוך המפורסמים בחוזר המפמ"ר ובאתר המגמה.

שם רכז המגמה: \_\_\_\_\_ חתימה: \_\_\_\_\_ תאריך: \_\_\_\_\_

## נספח ד' – רפלקציה על תהליך ביצוע הפרויקט

// להלן רשימה של שאלות המזמנות חשיבה רפלקטיבית, אתם מוזמנים לבחור מספר שאלות שישמשו אתכם במהלך הכתיבה:

- מאילו דברים נהנית במיוחד בזמן ביצוע הפרויקט ומדוע?
- מאילו דברים לא נהנית בעת ביצוע הפרויקט ומדוע?
- באילו בעיות/קשיים נתקלת תוך כדי ביצוע הפרויקט? ממה נבע הקושי? איך פתרת את הקשיים?
- מה תעשה/י באופן שונה כאשר תעבוד/י בעתיד על פרויקט מסוג זה?
- מה למדת תוך ביצוע הפרויקט על עצמך?
- מהן המיומנויות שרכשת או שדרגת תוך ביצוע הפרויקט?
- מהם היתרונות או חסרונות לגביך בניהול דו שיח מורה - תלמיד תוך ביצוע פרויקט זה?
- כיצד התייחסת למשוב של המורה או העמיתים שלך תוך ביצוע הפרויקט?
- האם העבודה על הפרויקט פתחה בפניך היבטים נוספים בהקשר לחומר הלימוד שנלמד בכיתה, פרט באילו נושאים ולמה?
- כיצד את/ה קושר/ת את נושא הפרויקט לנושאים אחרים שנלמדו בכיתה? תן/י דוגמא. הדוגמא יכולה להיות מהתחום המדעי, טכנולוגי, חברתי וכן מתחום המיומנויות שהשתמשת בהם בפרויקט.
- כיצד את/ה קושר/ת את נושא הפרויקט לחייד הפרטיים?
- האם את/ה מרגישה שהפרויקט גרם לך לשנות את דרך התנהגותך או חשיבתך בתחום בו עוסק הפרויקט? נמק/י.

## נספח ה - רשימת ניסויים לבחינה

### מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

- ניסוי 1 : הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול.
- ניסוי 2 : הפעלת מנוע תלת מופעי - התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש.
- ניסוי 3 : הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות, עם מעבר אוטומטי מן המהירות הנמוכה למהירות הגבוהה (לאחר זמן קצוב).

### בקרה ומערכות ממוחשבות

- ניסוי 4 : הפעלה עוקבת של שלושה מפעילים ורכיב מנייה
- ניסוי 5 : תכנון תהליך של מערכת לייצור משקאות בשליטה ידנית

### המרת אנרגיה

- ניסוי 6 : שנאי חד מופעי
- ניסוי 7 : מנוע השראתי תלת מופעי
- ניסוי 8 : מחולל לזרם ישר בעירור נפרד

## מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

**ניסוי 1:** הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול.

ההפעלה באמצעות לחצנים כפולים והמעבר מכיוון סיבוב אחד לכיוון הסיבוב השני הוא דרך מצב מנוחה.  
(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. לשרטט תרשים מעשי רב קווי של מעגל הכוח.
2. לרשום את הציוד והאביזרים השונים הנדרשים לביצוע הניסוי ולהסביר את מעגל הפיקוד של הניסוי.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי עמדות פיקוד המכילות את תעלות החיווט והאביזרים. המעגל יכלול אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה

## מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

**ניסוי 2: הפעלת מנוע תלת מופעי - התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש.**

המעבר מחיבור כוכב למשולש יעשה באופן אוטומטי.

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. לשרטט תרשים מעשי רב קווי של מעגל הכוח.
2. לרשום את הציווד והאביזרים השונים הנדרשים לביצוע הניסוי ולהסביר את מעגל הפיקוד של הניסוי.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי עמדות פיקוד המכילות את תעלות החיווט והאביזרים. המעגל יכלול אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה

## מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

**ניסוי 3:** הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות, עם מעבר אוטומטי מן המהירות

הנמוכה למהירות הגבוהה (לאחר זמן קצוב).

המנוע יהיה מסוג ליפופים נפרדים או ליפופים משולבים (דלנדר).

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. לשרטט תרשים מעשי רב קווי של מעגל הכוח.
2. לרשום את הציוד והאביזרים השונים הנדרשים לביצוע הניסוי ולהסביר את מעגל הפיקוד של הניסוי.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי עמדות פיקוד המכילות את תעלות החיווט והאביזרים. המעגל יכלול אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה

## בקרה ומערכות ממוחשבות

### ניסוי 4: הפעלה עוקבת של שלושה מפעילים ורכיב מנייה

(ביצוע באמצעות בקר מתוכנת ורכיבים ממשיים)

#### תאור המערכת:

המערכת כוללת שלושה פסי הרכבה (מסועים) הפועלים ברצף. על הפסים מותקן חיישן אופטי המאפשר מנייה של הקופסאות. בכל מסוע מותקנים חיישני מגע (סוף מסלול) ומפסקי בטיחות. המסועים יופעלו בעזרת מנועים חד פאזיים ותלת פאזיים. יש אפשרות לשנות את כיוון תנועת המסוע. במקביל למערכת הפיקוד המופעלת ע"י הבקר תותקן מערכת ידנית המבוססת על מגעונים.

#### תאור המשימה

בניסוי זה מופעלים שלושה מסועים בזה אחר זה: סיום תנועת המסוע הראשון (הפעלת חיישן סוף מסלול) גורמת להפעלת המסוע השני וסיום פעולת המסוע השני גורמת להפעלת המסוע השלישי. בין הפעלת מסוע אחד למשנהו קיימת השהיית זמן. על המסוע השלישי מותקן חיישן אופטי המפעיל את מונה קופסאות השימורים. במערכת יותקנו גם נוריות לחיווי תקלה שתפקידן להעיד על תקינות פעולת כל מרכיבי המערכת. בכל מסוע מותקן מפסק בטיחות.

עליך לבצע את המטלות הבאות:

1. לשרטט תרשים מלבני עבור המטלה הנדרשת.
2. לתכנן דיאגרמת סולם המתאימה לדרישות ההפעלה.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי לוח התקנות הכולל את הבקר והאביזרים הנוספים.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל המותקן באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, דיאגרמת סולם של הבקר תוצאות המדידה, והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !

## בקרה ומערכות ממוחשבות

### ניסוי 5: תכנון תהליך של מערכת לייצור משקאות בשליטה ידנית

(לחצני הפעלה והפסקה)

(ביצוע באמצעות בקר מתוכנת ורכיבים ממשיים)

#### תאור המערכת:

המערכת כוללת שני מיכלים המזרימים את תכולתם למיכל ייצור, ע"י הפעלת ברזים חשמליים. הערבוב במיכל הייצור נעשה באמצעות מנוע חשמלי. שני גופי חימום טבולים בנוזל המיכל. אפשר להזרים את הנוזל המוכן לשלב הבא בייצור ע"י ברז חשמלי. במערכת מותקנים מצופים, חיישני טמפרטורה וחיישני זרימה. בלוח הבקרה מותקנות נוריות חיווי שתפקידן להעיד על מצב התהליך ולהתריע על תקלות במערכת.

#### תאור המשימה

הברזים החשמליים של שני המיכלים מאפשר מעבר נוזלים מהמיכלים למיכל הערבוב. לחיצה על הלחצנים המתאימים של המפעיל תקבע כמה זמן הן יפעלו. לחיצה נוספת של המפעיל, לאחר המילוי, תגרום להפעלה של מערכת הערבול ואחד מגופי החימום למשך זמן קצוב (הנקבע ע"י המפעיל). בכל אחד מהשלבים תדלק נורה לחיווי מצב פעולה. במערכת יותקנו גם נוריות לחיווי תקלה שתפקידן להעיד על תקינות פעולה של הברזים, מנוע הערבוב וגופי החימום שהופעלו.

עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. לשרטט תרשים מלבני עבור המטלה הנדרשת.
2. לתכנן דיאגרמת סולם המתאימה לדרישות ההפעלה.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי לוח התקנות הכולל את הבקר והאביזרים נוספים.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל המותקן באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, דיאגרמת סולם של הבקר, תוצאות המדידה, והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !



## המרת אנרגיה

### ניסוי 6: שנאי חד מופעי

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

**בפעולה בריקם** -עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף השנאי באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. למדוד הספק מתח וזרם במבוא של השנאי ומתח במוצא של השנאי בריקם.
3. על סמך תוצאות המדידה לקבוע את הפסדי הברזל של השנאי ואת יחס התמסורת של השנאי.
4. לחשב את הפרמטרים  $R_{fe}$  ו-  $X_{\mu}$

**בפעולה בקצר** -עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף השנאי באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולהזין את השנאי במתח קצר נומינלי (לקבלת זרם קצר השווה לזרם הנומינלי).
3. למדוד הספק מתח וזרם במבוא של השנאי .
4. על סמך תוצאות המדידה לקבוע את הפסדי הנחושת של השנאי .
5. לחשב את הפרמטרים  $R_k$  ו-  $X_k$
6. לחשב את גורם ההספק בקצר.

בסיום המדידות :

- להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה, החישובים והסקת מסקנות.
- לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !

## המרת אנרגיה

### ניסוי 7: מנוע השראתי תלת מופעי

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות :

בדיקה בריקם:

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף המנוע באמצעות מד התנגדות בידוד.

2. להרכיב את מעגל הניסוי ולמדוד הספק מתח וזרם בריקם.

3. לחשב את רכיבי מעגל התמורה:  $R_{fe}$  ו-  $X_{\mu}$

בקרת מהירות בריקם:

1. למדוד את מהירות המנוע בתלות המתח. לבנות אופיין מתאים.

2. למדוד את מהירות המנוע בתלות בתדירות. לבנות אופיין מתאים.

3. להסביר מהן השיטות המקובלות לצורך בקרת מהירות של מנוע השראה תלת מופעי.

בסיום המדידות:

- להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה, החישובים והסקת מסקנות.
- לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !

## המרת אנרגיה

### ניסוי 8: מחולל לזרם ישר בעירור נפרד

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות :

בדיקה בריקם :

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף המחולל באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולמדוד את מתח העוגן בתלות בזרם העירור בעליית זרם העירור ובירידת זרם העירור. (מהירות המחולל קבועה)
3. לבנות אופיין המתאר את תלות מתח המחולל בזרם עירור בהתאם למדידות שבוצעו בסעיפים 1-2.

בדיקה בעומס :

1. לאמת את התנאים להתעוררות של המחולל.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולמדוד את המתח והזרם בעוגן במס' מצבי העמסה. (כאשר זרם העירור ומהירות המחולל קבועים)
3. לחזור על סעיף 2 כאשר המחולל פועל במהירות שונה.
4. לבנות אופיין המתאר את תלות מתח המחולל בזרם העוגן בהתאם למדידות שבוצעו בסעיפים 1-2 ו-3.

- להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה, החישובים והסקת מסקנות.
- לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !