

מגמת הנדסת חשמל

מקצוע התמחות

מערכות הספק, פיקוד ובקרה

תכנית הלימודים במקצוע

מתקני חשמל ומערכות הספק

סמל מקצוע: 33.103

חלוקת השעות ללימודי המקצוע מתקני חשמל ומערכות הספק המומלצת נתונה להלן:

סה"כ			כיתה י"ב		כיתה י"א		שם המקצוע
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
4	2	2	2	2			מתקני חשמל ומערכות הספק

רציונל

המקצוע מתקני חשמל ומערכות הספק כולל לימודים עיוניים והתנסויות, מקצוע זה מהווה את מהות העבודה של החשמלאי בכל אחת מרמות הרישוי השונות. הלימודים מתחילים בתיאור כללי של מערכות הספק, הכרה של מבנה רשתות חשמל ושיטות ההשנה שלהם, החשיבות של הגנות חשמל והגנות נגד התחשמלות. הלימודים התיאורטיים מלווים בלימודים מעשיים בהם מתנסה התלמיד החל מהתקנות ביתיות ובהמשך במימוש מעגלי פיקוד בדומה לתעשייה.

מתקני חשמל ומערכות הספק לימודים עיוניים – כיתה יב

תכנים

שעות	נושא
4	פרק 1: מערכות הספק: מבט כללי
4	פרק 2: שיטות הזנה
4	פרק 3: מבנה רשתות
16	פרק 4: הגנות במערכות הספק
16	פרק 5: הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול
16	פרק 6: תאורה חשמלית
60	סה"כ שעות:

1 מערכות הספק: מבט כללי ----- 4

1.1 הסיבות להעדפת השימוש באנרגיה חשמלית על פני אנרגיות אחרות (מכנית, תרמית, וכיו"ב).

1.2 מבנה מערכת החשמל

1.1.1 תרשים עקרוני של מערכת החשמל: תחנות כוח, תחנות מיתוג, תחנות השנאה, רשת, צרכנים.

1.1.2 סקירה של מבנה מערכת החשמל:

א. תחנות כוח: סוגים (הידרו-חשמלית, תרמית, גרעינית, סולרית, תחנת רוח), עקרון הפעולה, יתרונות וחסרונות.

ב. תחנת מיתוג: ייעודה ומיקומה במערכת החשמל.

ג. תחנת השנאה (תחנת משנה): ייעודה ומיקומה במערכת החשמל.

ד. הרשת: ייעודה וצורתיה (רשת עילית, רשת תת-קרקעית).

ה. רמות מתחים בישראל: מתח-על (400 kV), מתח עליון (161 kV, 110 kV), מתח גבוה (33 kV, 22 kV, 12.6 kV, 6.3 kV), מתח נמוך (400 V)

2. שיטות הזנה ----- 4

2.1 הזנת צרכנים מן הרשת

- 2.1.1 רשת עם מקור מתח אחד, צרן בודד או כמה צרכנים, אספקה מכיוון אחד.
- 2.1.2 רשת עם מקור מתח אחד, צרן בודד או כמה צרכנים, אספקה משני כיוונים.

2.2 הזנה בתחומי הצרן

- 2.2.1 חיבור של כל צרן ישירות ללוח הראשי.
- 2.2.2 חיבור של כל צרן ללוח משנה ודרכו ללוח הראשי.
- 2.2.3 חיבור של כל צרן לקו ראשי, המחובר ללוח הראשי.

3. מבנה רשתות ----- 4

3.1 רשת עילית

- 3.1.1 המרכיבים של רשת עילית: עמודים, מבודדים, מוליכים.
- 3.1.2 מוליכים:
 - א. תכונות של החומרים שמהם עשויים מוליכי הרשת (נחושת, חמרן, חמרן פלדה): מוליכות, חוזק מכני, משקל, עמידה בתנאי אקלים, מחיר.
 - ב. מבנה המוליכים: מלא, שזור.
 - ג. התלות של העמסת מוליכי הרשת בטמפרטורה המרבית המותרת ובטמפרטורת הסביבה.
 - ד. השוואה בין רשתות העשויות מוליכי נחושת ובין רשתות העשויות מוליכי חמרן.

3.2 רשת תת-קרקעית

- 3.2.1 המרכיבים של רשת תת-קרקעית: כבל, תעלה, מדפים
- 3.2.2 כבלים:
 - א. המבנה של כבלים תת-קרקעיים: גידים, בידוד, מעטפת.
 - ב. סימול תקני של מבנה כבלים:
(XLPE) N2XY, NYA, NYY, NYBY, NAYY, NAYBY,
 - ג. התלות של העמסת כבל במספר הכבלים בתעלה, בסידור הכבלים ובטמפרטורת הסביבה.

4. הגנות במערכות הספק ----- 16

4.1 מקור התקלות במערכות הספק

- 4.1.1 קצר: מהות הקצר ותוצאותיו (דינמיות ותרמיות), שיעורי זרם קצר, השפעת מיקום הקצר על שיעור זרם הקצר.
- 4.1.2 זרם יתר: הגורמים והתוצאות.
- 4.1.3 חוסר מופע: מהות התקלה ותוצאותיה.
- 4.1.4 עקרונות הפעולה של אמצעי ההגנה:
- 4.1.5 עקרון הפעולה של הגנה תרמית: התכה, דו-מתכת.
- 4.1.6 הגנה מגנטית: עקרון הפעולה של הגנה מגנטית, השימוש בהתקן אלקטרומגנטי כהגנה מפני זרם קצר.

4.2 הנתיך

- 4.2.1 תפקיד הנתיך: עיקר ההגנה מפני זרם קצר. יכולת ההגנה מפני זרם יתר.
- 4.2.2 אופייני הפעולה של נתיכים: מהיר, רגיל, איטי (מושהה).
- 4.2.3 מיון הנתיכים לפי המבנה העקרוני שלהם ולפי שדה השימוש בהם: נתיך מתברג (קונטיננטלי), נתיך תעשייתי – נתיך בעל כושר ניתוק גבוה (HRC), נתיכים זעירים למכשירים.
- 4.2.4 השפעת הטמפרטורה החיצונית על מהירות התגובה של נתיך.

4.3 מפסק אוטומטי מגנטי תרמי (מאמ"ת)

- 4.3.1 תפקיד המאמ"ת: הגנה מפני זרם קצר (הגנה מגנטית), והגנה מפני זרם יתר (הגנה תרמית – חישת חום).
- 4.3.2 המבנה העקרוני של המאמ"ת.
- 4.3.3 אופייני הפעולה של מאמ"תים מסוג: A, B, C, ומשמעותם.
- 4.3.4 מבנה המאמ"ת לפי סוג הזינה (זרם ישר, זרם חילופין).
- 4.3.5 מבנה של מתנע מגנטו טרמי – PKZM תכנות ואופיינים
- 4.3.6 השימוש במאמ"תים במערכות תלת-מופעיות: שימוש בשלושה מאמ"תים חד-מופעיים המגושרים ביניהם ושימוש במאמ"ת תלת-מופע. יתרונות וחסרונות.
- 4.3.7 מפסק חצי אוטומטי מתכונן למנועים
- 4.4 ברירות (סלקטיביות) בין אמצעי הגנה
 - 4.4.1 הגדרת המושג ברירות בין הגנות.
 - 4.4.2 מימוש הברירות בין נתיכים.
 - 4.4.3 מימוש הברירות בין נתיכים ומאמ"ת.
 - 4.4.4 מימוש הברירות בין מאמ"תים.
- 4.5 ממסר לחוסר מופע: מבנה עקרוני, עקרון הפעולה, שדה השימוש.

5. הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול ----- 16

הערה: פרק זה מופיע גם ביחידת הלימוד "בטיחות במתקני חשמל"

- 5.1 התחשמלות: סיבותיה ותוצאותיה.
- 5.2 הגדרה והכרה של מושגי יסוד:
 - א. חישמול, התחשמלות
 - ב. מתח תקלה, מתח מגע, מתח צעד.
 - ג. שיטה, הארקה, קו, מבטח, מעגל, קצר, לולאת תקלה, אלקטרודה, נקודת אפס.
 - ד. משמעות האותיות I, T, S, C, N בשיטות החיבור להארקה.
- 5.3 הארקות שיטה בזרם ישר ובזרם חילופין.
- 5.4 עקרונות ההגנה:
 - א. ניתוק מהיר של הגוף המחושמל מן המקור של מתח הזינה.
 - ב. שימוש במתח בטיחות.
 - ג. מניעת הסגירה של לולאת התקלה באמצעות גוף האדם.
- 5.5 איפוס : מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של האיפוס.
- 5.6 הארקות הגנה: מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של הארקות הגנה, התנגדות האלקטרודה ועכבת לולאת התקלה.
- 5.7 הארקות יסוד ומרכיביה.
- 5.8 זינה צפה: מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של זינה צפה.
- 5.9 מפסק מגן (מפסק פחת לזרם דלף): מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של ממסר הפחת, תחום השימוש.
- 5.10 מתח נמוך מאוד (מתח בטיחות): עקרון השיטה, תחום השימוש.
- 5.11 הפרד מגן (שנאי מבדל): מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של שיטת הפרד מגן, תחום השימוש.
- 5.12 בידוד מגן (בידוד כפול): מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של שיטת בידוד כפול, תחום השימוש.

6. תאורה חשמלית ----- 16

- 6.1 מושגי יסוד בתאורה חשמלית: שטף אור, נצילות אורית, אורך חיים, חשיבותה של תאורה נכונה ומתאימה ליעדה.
- 6.2 נורות פריקה בגז:
עקרון הפעולה, המבנה, התכונות המיוחדות, הגדלים האופייניים, מעגל החיבורים, מקום השימוש בנורות: כספית, כספית אור מעורב, נתרן, ניאון.
- 6.3 נורות פלואורסנטיות:
עקרון הפעולה, המבנה, הסוגים, התכונות, שיטות ההצתה, מעגלי החיבורים, תחומי השימוש של נורות פלואורסנטיות רגילות, תחומי השימוש של נורות פלואורסנטיות קומפקטיות, ושל נורות PL
- 6.4 נורות LED וסוגיהן: תכונות, יתרונות וחסרונות.
- 6.5 התייעלות אנרגטית.

מתקני חשמל ומערכות הספק לימודים התנסותיים

כיתה יב – 60 שעות

כללי

* הניסויים יבוצעו במעבדה באמצעות צב"ד ממשי (ספקי כוח, מכשירי מדידה, וכיו"ב), מכונות חשמל (מנועים, גנרטורים, שנאים). השנאים יהיו בהספק של 500 VA לפחות.

כל אחד מן הניסויים יכלול:

1. רקע תיאורטי (דוח מכין)
2. הרכבת מעגל הניסוי
3. ביצוע המדידות הנדרשות
4. ניתוח התוצאות: חישובים, בדיקת התוצאות המעשיות מול הערכים התיאורטיים, בניית אופיינים, .

מומלץ שמשך הביצוע של כל אחד מן הניסויים יהיה כ 5 שעות.

התקנת מעגלים ביתיים (20)

יש לבצע לפחות 4 מתוך 6 הניסויים המופיעים

מטרות:

- א. הכרה של כללי הבטיחות וכללי העזרה הראשונה.
- ב. ביצוע המעגלים על גבי לוח התקנות הכולל צנרת ואביזרים מתאימים.
- ג. הכנת תרשימי המעגלים.
- ד. הכרת התקנים וההוראות המחייבים בביצוע המעגלים.

ניסוי מס' 1

מעגל חשמלי הכולל בית תקע, מפסק חד-קוטבי ומפסק כפול המאפשרים הדלקה של שלוש נורות הממוקמות במקומות שונים.

ניסוי מס' 2

מעגל חשמלי הכולל שני מפסקים מחלפים המאפשרים הדלקה בו-זמנית של נורת ליבון ונורת פלורסנט הממוקמות במקומות שונים (כולל הרכבת החלקים של נורת הפלורסנט).

ניסוי מס' 3

מעגל חשמלי המאפשר הדלקה בו-זמנית באמצעות ממסר צעד של שתי נורות הממוקמות במקומות שונים.

ניסוי מס' 4

מעגל חשמלי המאפשר הדלקה בו-זמנית משלושה לחצנים של שלוש נורות הממוקמות במקומות שונים, באמצעות אוטומט חדר מדרגות; כולל מפסק עקיפה.

ניסוי מס' 5

מעגל להפעלת דוד חשמלי לחימום מים, עם אפשרות למיתוג בעזרת "קוצב זמן מחזורי".

ניסוי מס' 6

חיווט לוח ביתי, הכולל: מאמ"ת ראשי, ממסר פחת, שעון שבת עם מפסק עקיפה, שישה מאמ"תים למעגלים סופיים.

2. מעגלי פיקוד עם ממסרים (40)

יש לבצע 7 מתוך 10 הניסויים המופיעים

מטרות:

- א. הכרת האביזרים והציוד השימושים במעגלי פיקוד: ממסרים לסוגיהם השונים, אביזרי הגנה, אביזרי בקרה, קוצבי זמן, אביזרי מיתוג, מנועים.
- ב. הכרת התרשימים של מעגלי העומס ומעגלי הפיקוד.
- ג. ביצוע המעגלים בעמדות פיקוד המכילות תעלות חיווט ואביזרים; כל המעגלים יכללו אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
- ד. הפעלה של המעגלים ויכולת לאתר בהם תקלות על-פי תרשים זרימה.
- ה. הכרת התקנים וההוראות המחייבים בביצוע המעגלים.

ניסוי מס' 1

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי ממקום אחד. הגנת מנוע תעשה באמצעות "מפסק להגנת מנוע".

- א. הפעלה רגעית
- ב. הפעלה קבועה

ניסוי מס' 2

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי הפעלה קבועה או רגעית משני מקומות (ארבעה לחצנים). הברירה בין הפעלה קבועה או רגעית תעשה על ידי ממסר עזר או מפסק בורר. הגנת מנוע תעשה באמצעות "מפסק להגנת מנוע"

ניסוי מס' 3

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, קבועה או רגעית. ההפעלה תתבצע עם אותם לחצני הפעלה ומספק בורר, כולל יחידת "חיגור מכני" ו"מפסק הגנה למנוע".

ניסוי מס' 4

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת מופעי, זמן קצוב לאחר מתן פקודת הפעלה (השהייה בהפעלה). הפסקת פעולת המנוע, זמן קצוב לאחר מתן פקודת הפסקה (השהייה בהפסקה). הגנת המנוע תעשה באמצעות "מפסק הגנה למנוע".

ניסוי מס' 5

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת מופעי בשלשה מצבים:

1. הפעלה רגעית.

2. הפעלה קבועה.

3. הפעלה לאחר השהייה.

השימוש יתבצע באמצעות לחצן הפעלה אחד ומפסק בורר מצבים. הגנת המנוע תעשה באמצעות "מפסק הגנה למנוע". יש להוסיף ממסר לחוסר פאזה (מופע).

ניסוי מס' 6

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי בשתי מגמות סיבוב (שער חשמלי), בשילוב עם מפסקי גבול; המעבר מכיוון אחד לכיוון השני יתבצע באמצעות השהיית זמן. הגנת המנוע תעשה באמצעות "מפסק הגנה למנוע".

ניסוי מס' 6

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי בהתנעת כוכב/משולש. הגנת המנוע תעשה באמצעות "מפסק הגנה למנוע".

ניסוי מס' 7

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות (דלנדר). המעבר בין המהירות הנמוכה למהירות הגבוהה תתבצע בצורה אוטומטית לאחר זמן קצוב. הגנת מנוע תעשה באמצעות "מפסק להגנת מנוע".

ניסוי מס' 8

מעגל פיקוד להפעלה עוקבת של שני מנועים תלת-מופעיים, הפעלה בסדר עולה והפסקה בסדר יורד.
א. באמצעות לחצנים
ב. בהפעלה אוטומטית.
הגנת המנועים תעשה באמצעות "מפסקי הגנה למנוע".

ניסוי מס' 9

מעגל פיקוד להפעלה עוקבת של שלושה מנועים תלת-מופעיים, הפעלה בסדר עולה לפי זמן וההפסקה זמן קצוב לאחר תחילת פעולת המנוע השלישי. הגנת המנועים תעשה באמצעות "מפסקי הגנה למנוע".

ניסוי מס' 10

מעגל פיקוד להפעלת מנוע חד-מופע ב שתי מגמות סיבוב. לאחר הפסקת החשמל, תתאפשר פעולת המנוע רק לאותו כיוון אליו הסתובב המנוע לפני הפסקה. הגנת המנוע תעשה באמצעות "מפסק הגנה למנוע".