

מגמת מערכות בקרה ואנרגיה

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

עדכון: מאי 2019

מהדורה להערות:

תכנית הלימודים במקצוע

מתקני חשמל ומערכות הספק

לימודים עיוניים – 60 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 (6.3 kV, 12.6 kV, 22 kV, 33 kV), מתח נמוך (400 V)
2. שיטות הזנה ----- 4
- 2.1 הזנת צרכנים מן הרשת
- 2.1.1 רשת עם מקור מתח אחד, צרכן בודד או כמה צרכנים, אספקה מכיוון אחד.
- 2.1.2 רשת עם מקור מתח אחד, צרכן בודד או כמה צרכנים, אספקה משני כיוונים.
- 2.2 הזנה בתחומי הצרכן
- 2.2.1 חיבור של כל צרכן ישירות ללוח הראשי.
- 2.2.2 חיבור של כל צרכן ללוח משנה ודרכו ללוח הראשי.
- 2.2.3 חיבור של כל צרכן לקו ראשי, המחובר ללוח הראשי.
3. מבנה רשתות ----- 6
- 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.

3.1.3 רשת עילית עם כבלים מבודדים: מבנה עקרוני, שדה השימוש.

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.

3.3 השוואה בין רשתות עיליות ובין רשתות תת-קרקעיות .

3.4 תנאי הסביבה לקביעת סוג הרשת בתוואי הקו.

4. הגנות במערכות הספק ----- 15

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 הנת"ך

- 4.2.1 תפקיד הנת"ך: 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: נת"ך מתברג (קונטיננטלי), נת"ך תעשייתי – נת"ך בעל כושר ניתוק גבוה (HRC), נתיכים זעירים למכשירים.
 - 4.2.4 השפעת הטמפרטורה החיצונית על מהירות התגובה של נת"ך.
- ## 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 תכונות 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. שיטות הגנה מפני התחשמלות ----- 15

- 5.1 ההתחשמלות: 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 הארקת 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 הארקת הגנה: מבנה עקרוני, תרשים חיבורים, עקרון הפעולה של הארקת הגנה, התנגדות האלקטרודה ועכבת לולאת התקלה.
- 5.7 הארקת 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. מקורות אור חשמליים ----- 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.

תכנית הלימודים במקצוע

מתקני חשמל ומערכות הספקה

לימודים התנסותיים 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 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).

משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים
ומגמת מערכות בקרה ואנרגיה

ניסוי מס' 3

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

ניסוי מס' 4

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

ניסוי מס' 5

מעגל להפעלת דוד חשמלי לחימום מים.

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:

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

ניסוי מס' 1

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי ממקום אחד.

ניסוי מס' 2

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי משני מקומות (ארבעה לחצנים).

ניסוי מס' 3

מעגל פיקוד להפעלה קבועה ורגעית של מנוע תלת-מופעי ממקום אחד, כולל הגנה מפני חוסר מופע.

משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה
הפיקוח על מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים
ומגמת מערכות בקרה ואנרגיה

ניסוי מס' 4

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול; ההפעלה באמצעות לחצנים כפולים והמעבר מכיוון סיבוב אחד לכיוון הסיבוב השני הוא דרך מצב השבתה.

ניסוי מס' 5

מעגל פיקוד להפעלת מנוע חד-מופעי בשתי מגמות סיבוב; ההפעלה באמצעות לחצנים כפולים.

ניסוי מס' 6

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי לזמן קצוב עם השהייה בהפעלה.

ניסוי מס' 7

מעגל פיקוד להפעלה עוקבת של שני מנועים תלת-מופעיים:

א. באמצעות לחצנים

ב. בהפעלה אוטומטית.

ניסוי מס' 8

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי בהתנעת כוכב/משולש.

ניסוי מס' 9

מעגל פיקוד להפעלה של 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).

ניסוי מס' 10

מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי עם "עקיפה" של מפסק זרם היתר בזמן ההתנעה.