

מגמת הנדסת חשמל

מקצוע התמחות

מערכות הספק, פיקוד ובקרה

תכנית הלימודים במקצוע

פרויקט גמר – מערכות פיקוד ובקרה

סמל מקצוע: 33.106

חלוקת השעות ללימודי המקצוע פרויקט גמר – מערכות פיקוד ובקרה המומלצת נתונה להלן:

סה"כ			כיתה י"ב		כיתה י"א		שם המקצוע
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
5	2	3	2	1		2	פרויקט גמר

עדכון: יולי 2020

מהדורה להערות:

רציונל

המטרה המרכזית של לימודי ההתמחות היא שהלומד יוביל את פרויקט הגמר בתחום ההתמחות שלו על כל שלביו.

- בחירת המתקן (הרעיון)
- שרטוט תרשים של המתקן, והצרכנים השונים.
- שימוש בכלי OFFICE לייעול תהליך התכנון.
- תיעוד התהליך בספר הפרויקט ו/או באתר מלווה.
- מצגת מקצועית ממוקדת ככלי להצגת הפרויקט

המקצוע פרויקט גמר - מערכות פיקוד ובקרה כולל את הנושאים הבאים

פרק 1 – עקרונות עבודה על פרויקטים – אוסף המיומנויות הנדרשות לעבודה על הפרויקט, ופרק 2 – עקרונות בתכנון מערכת הספק – תחום התוכן של הפרויקט. שני פרקים אלו, משותפים לכל החלופות במקצוע ההתמחות במגמה. מטרת פרקים אלו, לתת ללומד את הבסיס המעשי למיומנויות אותם נדרש התלמיד להפגין במהלך העבודה על הפרויקטים במגמה. למרות שפרק 1 רשום כראשון, אין הכוונה ללמד אותו כסיכום היחידה אלא להגדיר במקום אחד את אוסף המיומנויות הנדרשות מהלומד תוך הקצאת משאבי הזמן הנדרשים לכך. מומלץ ללמד את הנושאים שבפרק זה בהתאם להתקדמות הלמידה סביב הפרויקטים כפי שמופיעים בפרק 2.

**במהלך העבודה על הפרויקט מומלץ שכל התלמידים יבצעו לפחות סיור אחד
בתעשייה בדגש לנושאי תת ההתמחות**

פרויקט גמר – מערכות פיקוד ובקרה - לימודים עיוניים - כיתה יא-יב

תכנים

שעות	נושא
20	פרק 1: עקרונות עבודה על פרויקטים
50	פרק 2: עקרונות בתכנון מערכת הספק
20	פרק 3: חלופה I - בקרים ומערכות ממוחשבות
20	פרק 4: חלופה II - מבנה חכם
20	פרק 5: חלופה III - אנרגיות מתחדשות
90	סה"כ שעות לכל אחת מהחלופות

20 שעות

1. עקרונות עבודה על פרויקטים

- 1.1 הצעות ורעיונות לפרויקטים
- 1.2 הנחיות לביצוע עבודת הגמר
 - 1.2.1 הנחיות ללומד העובד כל פרויקט גמר ל"ז, מיקוד האחריות, טיטות מרובות, תיעוד התהליך, תיעוד התוצר
 - 1.2.2 סכמה מלבנית והגדרת מפרט טכני
 - 1.2.3 שלבי ביצוע של הפרויקט
 - 1.2.4 תיעוד עבודה במסגרת פרויקטים.
- 1.3 כלי הערכה של הפרויקט
 - 1.3.1 מחוונים הבנויים יחד עם הלומד ככלי הערכה לתהליך הלמידה.
 - 1.3.2 קביעת המיומנויות והידע המקצועי המצופים במסגרת העבודה על הפרויקט.
 - 1.3.3 תכנון מחוונים להערכת הלמידה
- 1.4 שימוש בכלים ממוחשבים לשרטוט מעגלים
 - 1.4.1 שימוש בתוכנה לשרטוט מעגלים לשם שרטוט מעגל החומרה של הפרויקט.
 - 1.4.2 שימוש בכלי סימולציה לביצוע סימולציה מלאה או חלקית למעגלי הפרויקט.
- 1.5 מיומנויות באיתור ותיקון תקלות בחומרה ובתוכנה
- 1.6 כתיבת מפרט טכני

50 שעות

2. עקרונות בתכנון של מערכת הספק

- 2.1 שלבי התכנון:
 - 2.1.1 השגת הנתונים הדרושים, וריכוזם.
 - 2.1.2 תרשים הפריסה הכללי של המערכת.
 - 2.1.3 תרשים החיבורים העקרוני של המערכת.
 - 2.1.4 תכנון המערכת בין מקור הזינה ובין הצרכן: בחירה של המוליכים/כבלים, המובילים, ההגנות, אמצעי המיתוג, וכיו"ב.
 - 2.1.5 תרשים החיבורים המלא של המערכת.
 - 2.1.6 מפרט טכני וכתב כמויות של המערכת.
- 2.2 מעגלים ביתיים ומעגלים תעשייתיים:
 - 2.2.1 סמלים גרפיים בתרשימים של מתקני חשמל.
 - 2.2.2 הכרה של עקרון הפעולה, של המבנה ושל השימוש של האביזרים הביתיים: בית תקע, מפסק חד-קטבי, מפסק כפול, מפסק מחלף, מפסק דו-קטבי, לחצן, אוטומט חדר מדרגות, ממסר צעד, זמזם, שעון שבת.
 - 2.2.3 הכרת התרשימים (העקרוניים) שבהם משולבים האביזרים שפורטו בסעיף הקודם.

- 2.3 הגנות בפני התחשמלות 4 שעות
- 2.3.1 מבנה הארקת יסוד לרבות שרטוט הארקת יסוד של דירת מגרים.
פס השוואת פוטנציאלים: סימון, תפקיד, חיבור לאפס, לפס הארקות ולטבעת הגישור של היסודות. יציאות של פסי חיבור בצידי המבנה.
- 2.3.2 הגנת ממסר פחת.
סוגי ממסרים. גודל זרמים, נקוב, דליפה.
- 2.3.3 מעגל התחשמלות.
הבנת המושג זרם זליגה. זרם הפעלת מבטח, התנגדות מעגל הארקה.
(מעגל התחשמלות בצורה אומית בלבד). תאור המעגל הזרמים וההתנגדויות.
- 2.4 מוליכים בידוד והתקנה 4 שעות
- 2.4.1 הכרת סוגי מוליכים, סוגי בידוד, הכרת כבלים, מבנה כבל צבעי גידים ומוליכים.
- 2.4.2 הכרת מוליכים וכבלים דוגמאות מעשיות.
- 2.4.3 סוגי התקנות לכבלים ומוליכים. תעלות, צינורות חשופים וסמויים, התקנה מתחת לאדמה,
- 2.4.4 השפעות סוגי התקנה, השפעת טמפרטורה, השפעת גודל הזרם במוליך.
בחירת מקדמים מתוך טבלאות.
- 2.4.5 בחירת שטח חתך כולל מקדמי תיקון למעגל, על פי זרם עבודה תוך שימוש בטבלאות חוק החשמל.
- 2.5 הגנות בפני זרם יתר וזרם קצר 6 שעות
- 2.5.1 מושגי יסוד: עומס יתר, זרם קצר. הגדרות וכיצד נגרם.
- 2.5.2 הגנה תרמית: מבנה. עקרון פעולה, תחום ההגנה ומה משפיע על ההגנה.
- 2.5.3 הגנה מגנטית: מבנה, עקרון פעולה, תחום ההגנה ומה משפיע על ההגנה.
- 2.5.4 הדגמת חישוב זרם קצר בהתחשבות בהתנגדות המוליכים בלבד ואיפיון כושר ניתוק של המבטח בלוח בהתאם לדרישות.
- 2.6 עקרונות בתכנון מתקן החשמל בדירת מגורים 10 שעות
- 2.6.1 תרשים החיבורים של לוח דירתי.
- 2.6.2 גדלים תקינים של חיבורים מחברת החשמל.
- 2.6.3 הגדרה של מעגל סופי בהתאם לתקנות החשמל.
- 2.6.4 קביעה של מספר המעגלים הסופיים.
- 2.6.5 התקנת מעגלים סופיים בהתאם לתקנות הבטיחות.
- 2.6.6 קביעה של מספר בתי התקע (חיבורי קיר) ומספר נקודות המאור.
- 2.6.7 תכנון מערכת החשמל בדירת מגורים.
- 2.6.8 תכנון לוח דירתי חד-מופעי.
- 2.6.9 תכנון לוח דירתי תלת-מופעי.

- 2.7 נושאים בתכנון מערכות הספק 6 שעות
- 2.7.1 מתווה (דיאגרמה) העמסה: צורת המתווה, המהות והמשמעות של המידע האגור במתווה, אופן בניית המתווה.
- 2.7.2 מקדם הביקוש: מהות המושג, חשיבותו של מקדם הביקוש בתכנון מתקני חשמל, הגורמים המשפיעים על מקדם הביקוש (מספר הצרכנים הפועלים בו-זמנית, וההעמסה).
- 2.7.3 מקדם ההספק ושיפורו
- החשיבות הכלכלית של שיפור מקדם ההספק.
 - דרכי המדידה של מקדם ההספק במערכות תלת-מופעיות:
 - שיטה מעבדתית, שיטה תעשייתית, מד מקדם ההספק.
 - דרכים לשיפור מקדם ההספק.
 - חישוב הספק וקיבוליות של קבלים הדרושים לשיפור מקדם ההספק, בהתאם לדרישות חברת החשמל.
- 2.8 מפלי מתח והפסדי הספק במערכות חשמל 6 שעות
- 2.8.1 הסיבות למפלי מתח, מפלי מתח תקינים.
- חישוב שטח חתך אחיד: לפי הקריטריון של מפל מתח מרבי או לפי הקריטריון של הפסדי הספק מרביים (הזנה ממקור אחד ומקדם הספק אחיד).
- 2.8.2 חישוב מפל המתח והפסדי ההספק כאשר נתון שטח החתך של המוליכים ברשת רדיאלית חד-מופעית ורשת רדיאלית תלת-מופעית בזרם חילופין עם מספר צרכנים.
- 2.9 תכנון תאורה לפי סוגי גופים וצורת המבנה. 6 שעות
- 2.9.1 בחירת גופי תאורה מתוך קטלוג תאורה על פי קריטריונים של כמות אור דרושה. ההגדרה תהיה לפי הספק למ"ר
- 2.9.2 בנית טבלת תאורה שתפרט את סוג גוף התאורה, ההספק הנדרש, הספק של גוף תאורה. מספר הגופים הדרוש ומספר המעגלים בהתאם לחוק.
- 2.9.3 חישוב הספק כולל במקרה של תכנון לוח תאורה או הספק כולל בכל שדהתאורה של חלק מהלוח.

3. בקרים ומערכות ממוחשבות 20 שעות

שלבי התכנון של מערכת המבוססת על בקר מתוכנת:

3.1 המבנה העקרוני של המערכת ופעולתה:

- א. תרשים מלבנים המתארת את חמרת המערכת והחיווטים השונים.
- ב. הגדרת משתנים בעזרת טבלאות: משתני כניסה ומשתני יציאה
- ג. תיאור מילולי של התהליך המבוקר
- ד. תרשים זרימה המתאר את פעולת המערכת
- ה. כתיבת תכנית באמצעות דיאגרמת סולם או שפה עילית.
- ו. תכנון מערכת ההספק.

התכנון יבוצע בתרשים חד-קווי הכולל את הצרכנים, (לדוגמה: מנועים, גופי חימום),

את ההגנות עליהם וחיווי, בשילוב מגעיי הבקר

3.2 חישנים תעשייתיים שבשימוש הפרוייקט - דפי מפרט ועקרון פעולה.

3.3 מאפייני רכיבי הפיקוד שנעשה בהם שימוש,

למשל, ממסרים (אלקטרו מכניים), טרנזיסטורי הספק

3.4 מפעילים תעשייתיים ואפיונם, לדוגמה: ברזים חשמליים, שסתומים חשמליים ומנועים.

3.5 דוגמה ליישום תכנוני - מערכת לשמירת טמפרטורת המים בבריכה.

כאשר טמפרטורת המים יורדת מתחת לטמפרטורה הרצויה, מועברת כמות מים למיכל

החימום. כמות זו מחוממת במיכל לטמפרטורה נדרשת ומוחזרת לבריכה. המערכת תכלול

מיכל חיצוני לבריכה, שמותקנים בו אביזרים אלה: גוף חימום (לצורך חימום המים), ברזי

מילוי, משאבות הורקה, תרמוסטטים ומצופי גובה נזל, וחיוויים על מצב המערכת.

4. בית חכם 20 שעות

4.1 מדוע בית חכם?

4.2 מערכות הבית החכם

4.2.1 קריאת תוכניות חשמל, ותכנון מערכת בית חכם

4.2.2 סימון צרכים בתוכניות אדריכליות ובתוכניות חשמל

4.2.3 הגנות מפני התחשמלות

4.2.4 אינטגרציה בין המערכות השונות ושילובם

4.3 חיישנים בבית החכם שבהם נעשה שימוש

4.4 מערכות חוטיות ומערכות אלחוטיות

4.4.1 ממשק IP לשליטה באמצעות iPad, android

4.4.2 פרוטוקול התקשורת בו נעשה שימוש.

4.5 הדגמת התכנון והמימוש במעבדת "בית חכם"

5. אנרגיה מתחדשת **20 שעות**

מערכת PV ו/או מערכת ST

1. הערכת מידות גודל מערכות האנרגיה הסולארית וגודלן.
2. ארגון תהליך העבודה באתר, הנחיות אופרטיביות.
 - א. הזמנת המערכת.
 - ב. התקנת הרכיבים המכניים של המערכת.
 - ג. התקנת הרכיבים החשמליים של המערכת.
 - ד. אחזקת המערכת.
3. פירוק ומיחזור מערכת האנרגיה הסולארית ורכיביה.
4. מסירת מערכות האנרגיה הסולארית ללקוח.
5. אופטימיזציה של מערכות אנרגיה סולארית.

שלבים פרטניים נוספים (חלק חשמלי)

1. תכנון מערכת ה-PV סקירה בלבד.
2. בניית מבנה תמיכה למערכת PV על הגג.
3. הרכבת מודלי PV.
4. התקנת חיווט והזנה.
5. התקנת ממיר.
6. הגנות DC\AC.

פרויקט גמר – מערכות פיקוד ובקרה - לימודים התנסותיים כיתה יב – 60 שעות

הלימודים ההתנסותיים כוללים לימוד של הכלים הממוחשבים. במקביל ללימוד של הכלים, התלמיד יתרגל / יממש את התכנון של הפרויקט האישי.

לימוד התוכנות הבאות:

1. הכרת תכנת VISIO ו/או תכנת AUTOCAD לביצוע סרטוט אדריכלי, סרטוט לוחות

וסרטוט של פריסת התאורה ופריסת המעגלים והלוחות

1.1 הכרת כלי הציור הבסיסיים: קו, מלבן אליפסה

שימוש במאפייני צורה: גודל, צבע, עובי קו, סיבוב, שיקוף

1.2 שימוש בתבניות מוכנות לסרטוט תרשים אדריכלי של דירה.

1.3 שימוש בכלי המידות והוספת מידות בצורה תיקנית.

1.4 שימוש בשכבות ליצירת סרטוטים ברורים יותר:

תרשים דירה קירות בלבד,

מידות

ריהוט

פריסת מעגלים חשמליים

1.5 יצירת תבניות עבור מפסקים וציוד חשמלי תקני וסרטוט לוחות

2. הכרת ושימוש בתוכנת תאורה כגון: Pro light / Relux לביצוע תכנון תאורה למתקן.

3. שימוש בכלי אופיס

3.1 שימוש ב-WORD עם הדגשים הבאים:

א. שימוש בסגנונות ל: כותרות, כתב רגיל – אחידות בסוג הכתב ובגודל הכתב.

ב. הוספת סימונים מיוחדים כגון: Δ , Ω , $\angle$, γ , $^{\circ}$

ג. שימוש בעורך משוואות ליצירת משוואות. למשל:
$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot \eta}$$

ד. הוספת תוכן עניינים אוטומטי בהתאם לכותרות שהוגדרו.

ה. הוספת כותרת עליונה ותחתונה – הוספת מספרי עמודים.

- ו. התאמת גודל שוליים לפי הצורך ושמירה על שוליים.
 - ז. סגירת המסמך כקובץ PDF
- 3.2 שימוש ב- EXCEL :
- א. שימוש בנוסחה
 - ב. חישובי ביניים וריכוז תוצאות.
 - ג. הצגת גרפים רלוונטיים
 - ד. העברת מידע מ- EXCEL ל- WORD
- 3.3 שימוש בתכנה להכנת מצגות - הצגת הפרויקט