

## מגמת הנדסת חשמל

מקצוע התמחות

### מערכות הספק, פיקוד ובקרה

תכנית הלימודים במקצוע

### בקרה ומערכות ממוחשבות

סמל מקצוע: 33.102

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

סה"כ			כיתה י"ב		כיתה י"א		שם המקצוע
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
4	1	3	1	3			פרויקט גמר

## רציונל

המקצוע בקרה ומערכות ממוחשבות כולל לימודים עיוניים והתנסויות, במקצוע זה התלמיד ילמד ויתנסה בעבודה עם מערכות בקרה ממוחשבות המבוססות על בקר מתוכנת. הלימוד בנוי בצורה הדרגתית, תחילה יכיר התלמיד מהי בקרה בפרט ומהי בקרה ממוחשבת, בהמשך, ילמד את סביבת הפיתוח של הבקר המתוכנת ולבסוף יבצע יישום של הנלמד על מערכת בקרה הכוללת מספר חיישנים ולחצנים שהם אותות המבוא למערכת הבקרה ובמוצאה יחברו ויפעילו נורות חיווי ומנועים דרך מגענים. במקביל למימוש הטכני של המערכת, התלמידים יתנסו בפיתוח מערכת ממשק המתאימה למערכת הבקרה.

## בקרה ומערכות ממוחשבות - לימודים עיוניים - כיתה יב

### תכנים

שעות	נושא
30	פרק 1: מבוא לבקרה ממוחשבת
40	פרק 2: מערכות בקרה מבוססות בקר מתוכנת
20	פרק 3: מערכות ממשק
<b>90</b>	<b>סה"כ שעות:</b>

### 1. מבוא לבקרה ממוחשבת ( 30 )

- 1.1 בקרת תהליך, שליטה וניהול הספק במערכות חשמליות:
  - 1.1.1 תיאור המבנה העקרוני של מערכת באמצעות דיאגרמת מלבנים
  - 1.1.2 דוגמה יישומית למערכת בקרת שליטה וניהול הספק במערכת חשמלית
- 1.2 אלגוריתם תכנוני של בקרה במערכת חשמלית. תיאור בדרכים האלה:
  - 1.2.1 תיאור מילולי של תהליך מבוקר
  - 1.2.2 תיאור גרפי: תרשים זרימה, תרשים בועות
- 1.3 עקרונות בקרה בחוג פתוח ובקרה בחוג סגור
- 1.4 ניהול הבקרה: בקרה בדידה, בקרה רציפה
- 1.5 חישנים תעשייתיים ואיפיונם; לדוגמה: לחץ (מגע) וקירבה (קיבולי, השראתי, אופטי)
- 1.6 רכיבי פיקוד תעשייתיים ואיפיונם: ממסרים (אלקטרו מכניים), טרנזיסטורי הספק
- 1.7 מפעילים תעשייתיים ואיפיונם, לדוגמה: ברזים חשמליים, שסתומים חשמליים ומנועים.
- 1.8 חיווי: תצוגה, התרעה

**2. מערכת בקרה מבוססת בקר מתוכנת ( 40 )**

- 2.1 מבנה עקרוני של מערכת בקרה מבוססת בקר מתוכנת
- 2.2 בקר מתוכנת: מבנה הבקר ואופן פעולתו.  
המאפיינים העיקריים של הבקר המתוכנת  
המבנה העקרוני של הבקר המתוכנת  
עקרון ואופן הפעולה של הבקר
- 2.3 עקרונות התכנות של הבקר המתוכנת
- 2.3.1 קשרים לוגיים בסיסים: NOT, OR, AND
- 2.3.2 פקודות קלט פלט: OUT, IN
- 2.3.3 שפת הוראות / או דיאגרמת סולם
- 2.3.4 ממסרים פנימיים וחיצוניים
- 2.3.5 מונים זמננים: COUNTERS, TIMERS : עקרון הפעולה, שילוב בתכנית ודוגמאות
- 2.3.6 יצירת התניות על-ידי קשרים פשוטים
- 2.4 שלבי הביצוע בכתיבת תכניות לבקרת תהליכים, לפיקוד ושליטה
- א. תיכון: תיאור הבעיה בדרך מילולית או גרפית
- ב. הגדרת משתנים בעזרת טבלאות: משתני כניסה ומשתני יציאה
- ג. תכנית: כתיבת תכנית בדיאגרמה בצורת סולם
- ד. תכנון: תכנון מערכת הספק. התכנון יבוצע בתרשים חד-קווי הכולל את הצרכנים, (לדוגמה: מנועים, גופי חימום), את ההגנות עליהם וחייווי, בשילוב מגעיי הבקר

**דוגמאות ליישום תכנוני:**

(ניתן להביא בפני התלמידים דוגמאות יישומיות שונות מאלו המובאות בהמשך, בתנאי שרמתן ומורכבותן דומה לדוגמאות שבהמשך)

**א. תכנון מערכת בקרה לצביעת מוצרים הכוללת 2 מסועים: אחד לצביעה והשני לייבוש.**

מסוע הייבוש לא יוכל להתחיל בפעולתו לפני סיום הפעולה של מסוע הצביעה. המערכת תכלול לחצנים אלה: לחצני הפעלה, לחצני הפסקה, לחצני הפסקה לזמן חירום, לחצני סוף מסלול.

המערכת תכלול גם נוריות לחיווי פעולה / אי פעולה של כל אחד מחלקי המערכת. לדוגמה: נוריות לחיווי הימצאות צבע במיכל.

**ב. 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 חימום לבריכה, שמותקנים בו אביזרים אלה: גוף חימום (לצורך חימום המים), ברזי מילוי, משאבות הורקה, תרמוסטטים ומצופי גובה נוזל, וחייוויים על מצב המערכת.

ג. מערכת לבקרת שער חשמלי בכניסה לחניון.

המערכת תמנה את מספר כלי הרכיב בחניון ותתריע כאשר החניון מלא. המערכת תכלול מונה מעלה-מטה, מערכת חישה לפתיחת השערים וסגירתם, שער כניסה ושער יציאה. הפתיחה והסגירה של השערים תיעשה על-ידי מנועים שאפשר להפעילם בשני כיוונים. תתאפשר הפעלה ידנית של השערים במקביל להפעלתם באופן אוטומטי. המערכת תכלול חיוויים על מצבה.

( 20 )

3. מערכות ממשק

- 3.1 תיאור המערכות, סוגיהן, הוספת חיוויים, התראות ושליטה
- 3.2 תיאור ממשקים – מכונה-מכונה ומכונה-אדם (HMI)
- 3.3 ייעוד ואיפיון ממשקים
- 3.4 גישות לשליטה, להצגת נתונים ולחיווי
- 3.5 לוח סינאופטי
- 3.6 לוח פיקוד
- 3.7 לוח הפעלה ממוחשב

**בקרה ומערכות ממוחשבות - לימודים התנסותיים**

**כיתה יב – 30 שעות**

**כללי**

ביצוע ניסויים באמצעות בקר מתוכנת, ברכיבים ממשיים (מפעילים וחישנים) ובהדמיה – באמצעות תוכנת הדמיה ממוחשבת  
חלק מן הניסויים יבוצע באמצעות בקר מתוכנת, בשילוב רכיבי קצה ממשיים, וחלק יבוצע בהדמיה באמצעות בקר מתוכנת.  
יש לוודא שכל תלמיד יבצע לפחות 4 מן הניסויים בבקר מעשי, יזין את התכנית באמצעות תכנת, או באמצעות "הורדת" קובץ הפעלה מהבקר למחשב. התלמיד יחבר את מבואות ומוצאי הבקר מפעילים (כגון מנועים) וחישנים (כגון לחצנים, מפסקי סוף מסלול) וחיוויים.  
ביצוע הניסויים ייעשה בהקשר לפעולתן של מערכות תעשייתיות ממשיות. דוגמאות: מערכת אוטומטית לייצור משקאות ומערכת לייצור שימורים.  
בכל אחד מהניסויים הבאים מתוארות הדרישות מהמערכת. בכל ניסוי מצוין אם יש לבצעו בצידו ממשי או בהדמיה. המורה יכול לבחור מערכות דוגמה אחרות לביצוע הניסויים; עליו לשמור רק שהתלמיד יתנסה בנושאים הנדרשים בהיקף הנדרש.

**משרד החינוך**  
**המינהל למדע ולטכנולוגיה**  
**הפיקוח על מגמת הנדסת חשמל**

---

מערכת לייצור משקאות 4 כוללת שני מיכלים המזרימים את תכולתם למיכל ייצור, על-ידי הפעלת ברזים חשמליים. הערבוב במיכל הייצור נעשה באמצעות מנוע חשמלי. שני גופי חימום טבולים בנוזל שבמיכל.

אפשר להזרים את הנוזל המוכן לשלב הבא בייצור על-ידי ברז חשמלי. במערכת מותקנים מצופים, חישני טמפרטורה וחישני זרימה. בלוח הבקרה מותקנות נוריות חיווי שתפקידן להעיד על מצב התהליך ולהתריע בכל פעם שקורית תקלה במערכת.

מערכת ייצור שימורים הכוללת שלושה פסי הרכבה (מסועים) הפועלים ברצף. על הפסים מותקן חישן אופטי המאפשר מנייה של הקופסאות. בכל מסוע מותקנים חישניי מגע (סוף מסלול) ומפסקי בטיחות. המסועים יופעלו בעזרת מנועים חד-פאזיים ותלת-פאזיים. יש אפשרות לשנות את כיוון תנועת המסוע.

במקביל למערכת הפיקוד המופעלת על-ידי הבקר תותקן מערכת ידנית המבוססת על מגעונים.

**ניסויים בעזרת בקר מתוכנת ברכיבים ממשיים ובהדמיה, ובעזרת מערכת הדמיה ממוחשבת**

**ניסוי 1:**

הפעלת מנוע תלת מופעי בשער חשמלי (שני כיוונים), כולל מפסק גבול. תתבצע השהיית זמן במעבר מכיוון אחד לשני ולהפך. הגנת המנוע תעשה באמצעות "מפסק הגנה למנוע".

**ניסוי 2:**

הפעלת מנוע בארבעה מצבים:

1. הפעלה רגעית.
2. הפעלה קבועה.
3. הפעלה לאחר השהייה.
4. הפסקה לאחר השהייה.

כל לחצן הפעלה יהיה נפרד. תקלה של עומס יתר במנוע תגרום להפעלת נורה מהבהבת.

**ניסוי 3:**

הפעלת מנוע, בהתנעת כוכב משולש לשני כיוונים. תקלה של עומס יתר במנוע תגרום להפעלת נורה מהבהבת.

**ניסויים 4 – 6 יבוצעו בהקשר למערכת ייצור משקאות.**

**ניסוי 4 - תהליך בשליטה ידנית – לחצני הפעל-הפסק**

בניסוי זה, הברזים של שני המיכלים צריכים למלא את מיכל הערבוב; לחיצה על הלחצנים המתאימים של המפעיל תקבע כמה זמן הם יפעלו. לחיצה נוספת על המפעיל, לאחר המילוי, תגרום להפעלת מערכת הערבול ואחד משני גופי החימום – למשך הזמן שנקבע על-ידי לחיצת המפעיל. בכל אחד מהשלבים תידלק נורית לחיווי מצב הפעולה. במערכת יותקנו גם נוריות לחיווי תקלה, שתפקידן להעיד על תקינות הפעולה) או אי-תקינות הפעולה (של הברזים, מנוע הערבוב וגופי החימום שהופעלו).

#### ניסוי 5 - תהליך בשליטה ידנית ושילוב אוטומטי – התניות

בניסוי זה תבוצע הפעלה ידנית של ברזי המיכלים והחזקה עצמית שלהם. בהמשך יופעל גוף חימום אחד בלבד) לא ניתן להפעיל את שניהם. (במיכלים מותקנים חישני מצוף שתפקידם להפסיק את פעולת ברזי הריקון כאשר המיכלים מתרוקנים; פעולות הערבול והחימום נמשכות לאחר התרוקנות המיכלים, למשך זמן הנתון לשיקולו של המפעיל).

#### ניסוי 6 - תהליך אוטומטי – יבוצע בעזרת הבקר בהדמיה

בניסוי זה תבוצע הפעלה אוטומטית של שני המיכלים; הפסקת הריקון תיעשה כעבור זמן נתון. שני המיכלים מרוקנים את תכולתם למיכל הערבוב במשך זמן זהה. בהמשך מופעלים שני גופי החימום ותהליך הערבוב במשך זמן נתון. לכל מפעיל תהיה נורית לחיווי מתאימה שתעיד על תקינות פעולתו. בסוף התהליך יועבר תוכן מיכל הערבוב לשלב הבא של הייצור בעזרת ברז ריקון מתאים והתהליך יתחיל מחדש (תהליך מחזורי).

#### ניסויים 7 – 8 יבוצעו בהקשר למערכת ייצור שימורים.

#### ניסוי 7 - הפעלה עוקבת של שלושה מפעילים ורכיב מנייה

בניסוי זה מופעלים שלושה מסועים בזה אחר זה: סיום תנועת המסוע הראשון גורמת להפעלת המסוע השני וסיום פעולת המסוע השני גורמת להפעלת המסוע השלישי. בין הפעלת מסוע אחד למשנהו קיימת השהיית זמן. על המסוע השלישי מותקן חישן אופטי המפעיל את מונה קופסאות השימורים. מערך ההפעלה יכלול אחזקה עצמית, הגנות וחיווים, בכל מסוע מותקן מפסק בטיחות.

#### ניסוי 8 - הפעלה עוקבת של שלושה מפעילים, רכיב מנייה ומערכת חיווים – תבוצע בהדמיה

הפעלת שלושת המסועים בזה אחר זה, בהשהיית זמן; אפשר להפוך את כיוון התנועה של המסועים וכך להניע את קו הייצור לכיוון ההפוך. קיימת אפשרות מנייה בכניסה למערכת וביציאה ממנה, והוספת התרעה על חוסר התאמה במנייה. מערך ההפעלה יכלול אחזקה עצמית, הגנות וחיווים; בכל מסוע מותקן מפסק בטיחות.