

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

## מגמת הנדסת חשמל בקרה ואנרגיה

תכנית לימודים במקצוע

# מעבדת פיקוד ובקרים בני-תכנות

סמל מקצוע 33.9106

כיתה י"ג

טבת תשס"ז (ינואר 2007)

מהדורה להערות

## תכנית הלימודים במקצוע מעבדת פיקוד ובקרים בני-תכנות – 72 שעות

### כיתה י"ג

#### הנחיות לביצוע

הניסויים בתכנית מתחלקים ל-4 קטגוריות: ניסויים במעגלי פיקוד המבוצעים באמצעות ממסרים ובאמצעות בקרים בני-תכנות, ניסויים המבוצעים באמצעות בקרים בני-תכנות, ניסוי המבוצע באמצעות אביזרים פנאומטיים וניסויים המבוצעים באמצעות תוכנת HMI ובקר מתוכנת. הזמן הדרוש לביצוע של חלק מהניסויים הוא כפול מהזמן הדרוש לביצוע לניסוי "רגיל", בתחילת ניסוי כזה מופיע הכיתוב "ניסוי כפול". המעגלים יכללו, בין השאר, נורות לסימון פעולה תקינה של המערכת, ונורת לסימון תקלה (עומס יתר).

#### **א. ניסויים במעגלי פיקוד הממומשים באמצעות ממסרים ובקרים בני-תכנות**

#### הנחיות

6 הניסויים הבאים מתחלקים, למעשה, ל-3 כאשר בכל זוג ניסויים מבוצעת פעילות זהה. ההבדל בכל זוג ניסויים הוא שבניסוי הראשון (אי-זוגי) ממומש הניסוי באמצעות ממסרים, ובניסוי השני (זוגי) ממומש הניסוי באמצעות בקר בר-תכנות.

#### **ניסוי 1: מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת מופעי בשתי כיווני סיבוב – פעולה מחזורית אוטומטית**

#### (ניסוי כפול) באמצעות ממסרים

- 1.1 הפעלת מנוע למעבר אוטומטי מכיוון סיבוב אחד לכיוון שני על-פי הדרישות הבאות:
  - א. ההפעלה והפסקה באמצעות לחצני הפעל/הפסק. החלפת כיוון התנועה נעשית על-ידי לחצני סוף מסלול, בהשגחה של 1 שנייה בין כיוון סיבוב אחד לכיוון סיבוב שני.
  - ב. הפעלה והפסקה באמצעות לחצני הפעל/הפסק. זמן התנועה, לכל כיוון, נקבע באמצעות השגחה של 3 שניות, וזמן ההשגחה בין כיוון סיבוב אחד למשנהו הוא שנייה.
- 1.2 תכנון מעגל הכוח (חד קווי).
- 1.3 תכנון מעגל הפיקוד בהתאם לדרישות בסעיף 1.1.
- 1.4 הרכבת המעגלים בעמדת פיקוד המכילות תעלות חיווט ואת האביזרים הבאים: אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה (לחצני הפעל/הפסק, חיישנים, מפסקי סוף מסלול, טיימרים, אביזרי הגנה).
- 1.5 הפעלה ובדיקה של המערכת. איתור ותיקון תקלות.

## ניסוי 2: מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת מופעי בשתי כיווני סיבוב - פעולה מחזורית אוטומטית

### באמצעות בקר בר-תכנות

- 2.1 הפעלת מנוע למעבר אוטומטי מכיוון סיבוב אחד לכיוון שני על-פי הדרישות הבאות:
  - א. על-ידי לחצני סוף מסלול, בהשהיה של 1 שנייה בין כיוון סיבוב אחד לכיוון סיבוב שני.
  - ב. זמן התנועה, לכל כיוון, נקבע באמצעות השהייה של 3 שניות, וזמן ההשהיה בין כיוון סיבוב אחד למשנהו הוא שנייה. (ראו בנספח דיאגרמת זמנים אפשרית).
- 2.2 תכנון מעגל הכוח (חד קווי).
- 2.3 תכנון דיאגרמת סולם וכתובת תכנית לבקר בר-תכנות בהתאם לדרישות בסעיף 2.1.
- 2.4 הרכבת המעגלים בעמדת פיקוד המכילות תעלות חיווט ואת האביזרים הבאים: אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה (לחצני הפעל/הפסק, חיישנים, מפסקי סוף מסלול, טיימרים, אביזרי הגנה).
- 2.5 הפעלה ובדיקה של המערכת. איתור ותיקון תקלות.

## ניסוי 3: מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי בהתנעה כוכב-משולש לשני כיווני סיבוב

### (ניסוי כפול) באמצעות ממסרים

- 3.1 התנעת מנוע תלת-מופעי בשיטת כוכב-משולש. תכנון מעגל פיקוד בהתאם לדרישות הבאות:
  - א. בחירת כיוון סיבוב ידנית והתנעת המנוע בשיטת כוכב-משולש.
  - ב. התנעת המנוע בשיטת כוכב-משולש, הפיכת כיוון סיבוב אוטומטית בכל התנעה.
- 3.2 תכנון מעגל הכוח (חד קווי).
- 3.3 תכנון מעגל הפיקוד בהתאם לדרישות בסעיף 3.1.
- 3.4 הרכבת המעגלים בעמדת פיקוד המכילות תעלות חיווט ואת האביזרים הבאים: אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה (לחצני הפעל/הפסק, חיישנים, מפסקי סוף מסלול, טיימרים, אביזרי הגנה).
- 3.5 הפעלה ובדיקה של המערכת. איתור ותיקון תקלות.

## ניסוי 4: מעגל פיקוד להפעלת מנוע תלת-מופעי בהתנעה כוכב-משולש לשני כיווני סיבוב

### באמצעות בקר בר-תכנות

- 4.1 התנעת מנוע תלת-מופעי בשיטת כוכב-משולש. תכנון מעגל פיקוד בהתאם לדרישות הבאות:
  - א. בחירת כיוון סיבוב ידנית והתנעת המנוע בשיטת כוכב-משולש.
  - ב. התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש, הפיכת כיוון סיבוב אוטומטית בכל התנעה.
- 4.2 תכנון מעגל הכוח (חד קווי).
- 4.3 תכנון דיאגרמת סולם וכתובת תכנית לבקר בר-תכנות בהתאם לדרישות בסעיף 4.1.
- 4.4 הרכבת המעגלים בעמדת פיקוד המכילות תעלות חיווט ואת האביזרים הבאים: אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה (לחצני הפעל/הפסק, חיישנים, מפסקי סוף מסלול, טיימרים, אביזרי הגנה).
- 4.5 הפעלה ובדיקה של המערכת. איתור ותיקון תקלות.

**ניסוי 5: הפעלת מנוע תלת-מופעי בשתי מהירויות ובשני כיווני סיבוב, מעבר אוטומטי בין**

**המהירות הנמוכה למהירות הגבוהה**

**באמצעות ממסרים**

- 5.1 תכנון מעגל פיקוד למנוע תלת-מופעי בהתאם לדרישות הבאות:  
א. בחירת כיוון סיבוב ידנית.  
ב. חיבור המנוע ישירות לרשת.  
ג. מעבר אוטומטי בין המהירות הנמוכה לגבוהה לאחר זמן שהייה מתאים, או בהתאם למצב חיישן מתאים (סוג המנוע לפי בחירת ביה"ס).
- 5.2 תכנון מעגל הכוח (חד קווי).  
5.3 תכנון מעגל הפיקוד בהתאם לדרישות בסעיף 5.1.  
5.4 הרכבת המעגלים בעמדת פיקוד המכילות תעלות חיווט ואת האביזרים הבאים: אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה (לחצני הפעל/הפסק, חיישנים, מפסקי סוף מסלול, טיימרים, אביזרי הגנה).  
5.5 הפעלה ובדיקה של המערכת. איתור ותיקון תקלות.

**ניסוי 6: הפעלת מנוע תלת-מופעי בשתי מהירויות ובשני כיווני סיבוב, מעבר אוטומטי בין**

**המהירות הנמוכה למהירות הגבוהה**

**באמצעות בקר בר-תכנות**

- 6.1 תכנון מעגל פיקוד למנוע תלת-מופעי בהתאם לדרישות הבאות:  
א. בחירת כיוון סיבוב ידנית.  
ב. חיבור המנוע ישירות לרשת.  
ג. מעבר אוטומטי בין המהירות הנמוכה לגבוהה לאחר זמן שהייה מתאים, או בהתאם למצב חיישן מתאים (סוג המנוע לפי בחירת ביה"ס).
- 6.2 תכנון מעגל הכוח (חד קווי).  
6.3 תכנון מעגל הפיקוד, דיאגרמת סולם, בהתאם לדרישות בסעיף 6.1.  
6.4 הרכבת המעגלים בעמדת פיקוד המכילות תעלות חיווט ואת האביזרים הבאים: אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה (לחצני הפעל/הפסק, חיישנים, מפסקי סוף מסלול, טיימרים, אביזרי הגנה).  
6.5 הפעלה ובדיקה של המערכת. איתור ותיקון תקלות.

## ב. ניסויים במעגלי פיקוד הממומשים באמצעות רכיבים אלקטרופנאומטיים ובקרים בני-תכנות

ניסוי 7: מימוש מעגל פיקוד באמצעות רכיבים אלקטרופנאומטיים ובקר בר-תכנות\*

(ניסוי כפול)

- 7.1 תכנון של המעגלים האלקטרופנאומטיים על-פי הדרישות הבאות:
- הפעלת בוכנה אחת A- A+.
  - הפעלת שתי בוכנות A- B+ B- A+.
  - הפעלת שתי בוכנות A- השהיה B- A+ B+.
  - הפעלת שתי בוכנות A- השהיה B+ השהיה B- A+.
- 7.2 תכנון דיאגרמת סולם בהתאם לדרישות בסעיף 7.1.
- 7.3 הרכבת המעגלים בעמדות פיקוד באמצעות רכיבים פנאומטיים, לחצני הפעלה, מפסקי גבול, אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
- 7.4 הפעלה ובדיקה של המעגלים. איתור תקלות ותיקונן.
- רשות: סרטוט דיאגרמת החצים של שלושת המעגלים האלקטרופנאומטיים.

## ג. ניסויים במעגלי פיקוד הממומשים באמצעות בקרים בני-תכנות

ניסוי 8: הפעלה מותנית של צרכנים

- 8.1 הרכבת מערכת הכוללת 4 התקני מבוא ושלושה צרכנים.
- 8.2 תכנון מערכת (דיאגרמת סולם) ותכנות הבקר להפעלת המערכת על-פי הדרישות הבאות:
- צרכן אחד מופעל כאשר מופעל התקן מבוא כלשהו.
  - שני צרכנים מופעלים כאשר מופעלים 2 התקני מבוא כלשהם.
  - שלושה צרכנים מופעלים כאשר מופעלים שלושה התקני מבוא כלשהם.
  - כאשר ארבעת התקני המבוא מופעלים – מופעלים שלושת הצרכנים, אחד לאחר השני: כאשר הצרכן הראשון מופעל מיידית הצרכן השני מופעל לאחר 30 שניות, והצרכן השלישי לאחר 60 שניות.
- 8.3 בניית והפעלת המערכת, בדיקת פעולת המערכת.

ניסוי 9: הפעלת צרכן על-פי קוד 4 ספרתי

- 9.1 הרכבת מערכת המורכבת מצרכן ומערכת התראה המחוברת ללוח מקשים.
- 9.2 תכנון מערכת (דיאגרמת סולם) ותכנות בקר להפעלת מערכת על פי הדרישות הבאות:
- כדי להפעיל את הצרכן יש להקליד קוד ידוע בן 4 ספרות.
  - כאשר מוקלד קוד שגוי פעמיים ברציפות במשך זמן נתון מופעלת מערכת התראה.
- 9.3 בניית והפעלת המערכת, בדיקת פעולת המערכת.

\* ניתן לבצע ניסוי זה גם בהדמיה

### **ניסוי 10: הפעלת מתקן לשטיפת מכוניות\***

המתקן כולל: לחצני הפעל/הפסק, חיישן לזיהוי המצאות רכב במתקן ולזיהוי ממדיו, מנועים להנעת מסילות להנעת מכונית, מנועים לסיבוב מברשות, ברז חשמלי להתזת מים, ברז חשמלי להתזת סבון ומנועים להפעלת מתקן יבוש.

10.1 תכנון מערכת (דיאגרמת סולם) ותכנות בקר להפעלת המערכת לפי הדרישות הבאות:

- א. תיאור הדרישות מהתהליך השטיפה.
- ב. הגדרת מבואות ומוצאים בבקר המתוכנת.
- ג. תכנון דיאגרמת הסולם.
- ד. בניית המערכת, הפעלתה ובדיקת פעולתה.

הערה: במידה ואין בביה"ס רכיבים להרכבת המתקן הדרוש ניתן לבצע ניסוי ברמת מורכבות דומה.

### **ניסוי 11: הפעלת מערכת מנייה המונה מוצרים על סרט נע**

- 11.1 הרכבת מערכת הכוללת רכיב מנייה וסרט נע.
- 11.2 תכנון מערכת (דיאגרמת סולם) ותכנות בקר להפעלת מערכת על פי הדרישות הבאות:
  - א. הפעלה והפסקה של תנועת הסרט הנע משני מקומות.
  - ב. אפשרות להחלפת כיוון תנועת הסרט.
  - ג. תנועת הסרט הנע נפסקת כאשר ערך המנייה מגיע למספר שנקבע מראש
  - ד. בזמן תקלה תופסק תנועת הסרט הנע.
- 11.3 בניית והפעלת המערכת, בדיקת פעולת המערכת.

הערה: במידה ואין בביה"ס סרט נע ניתן לבצע ניסוי ברמת מורכבות דומה.

### **ניסוי 12: שימוש במבוא התקבילי (אנלוגי) של בקר בר-תכנות**

- 12.1 הכרת השימוש במבוא האנלוגי של הבקר.
- 12.2 הרכבת מערכת הכוללת שלושה צרכנים ורכיב תקבילי המחובר למבוא התקבילי של הבקר.
- 12.3 תכנון דיאגרמת סולם להפעלת מערכת פיקוד להפעלת צרכנים על-פי הדרישות הבאות:
  - א. כאשר הרכיב התקבילי במצב א' הצרכנים אינם פועלים.
  - ב. כאשר הרכיב התקבילי במצב ב' פועל צרכן אחד.
  - ג. כאשר הרכיב התקבילי במצב ג' פועלים 2 צרכנים.
  - ד. כאשר הרכיב התקבילי במצב ג' פועלים 3 צרכנים.
- 12.4 תכנות הבקר, הפעלת ובדיקת פעולת המערכת.

---

\* ניתן לבצע ניסוי זה גם בהדמיה

## ד. ניסויים במעגלי פיקוד הממומשים באמצעות בקרים בני-תכנות ותכנת HMI

### ניסוי 13: הכרת תוכנת HMI

- 13.1 הפעלת תוכנת HMI, הכרת תפריטי התוכנה והגדרת ערוץ תקשורת בין התוכנה (מחשב) לבין הבקר המתוכנת (communication driver).
- 13.2 הכרת מאפייני ערוץ התקשורת (232-RS)
- 14.3 הגדרת משתנים בתוכנה, משתנה וירטואלי (DUMMY) ומשתני בקר, וקישורם למשתנים בבקר המתוכנת.
- 13.4 הגדרת תגים (TAGS) מסוג דיסקרטי (דו מצבי) ומסוג אנלוגי (רציף).
- 13.5 הכרת סוגי הנתונים שניתן להגדיר בתג אנלוגי (BCD, 16 ביט, 32 ביט, FLOATING POINT). בדיקת תקשורת בין התגים המוגדרים לבין הבקר.
- 13.6 קריאת מבואות הבקר והפעלת ממסרי המוצא בבקר מתוך תוכנת הממשק.

### ניסוי 14: הכרת כלי עריכה וציור

- 14.1 הכרת כלי הציור והעריכה (IMAGE) – אופן בניית ציורים ומסכים, ביצוע ציורי רקע (ציורים סטטיים) וציורי אנימציה (ציורים דינמיים).
- 14.2 הכרת סוגי הפונקציות הדינמיות, שינוי צבע לציור, שינוי צורה, שינוי מקום וגודל, שינוי עמודה (בר-גרף), צג ספרתי. קישור הפונקציה הדינמית למשתנה בבקר בר-תכנות.
- 14.3 הכרת הכלים להזנת נתונים לבקר וביצוע הפעלות (TRIGGER).

### ניסוי 15: הכרת כלי עיבוד נתונים

- 15.1 יצירת גרפים בזמן אמת- גרף המציג נתון תקבילי ממבוא תקבילי, או נתון של קוצב זמן זמן מנייה.
- 15.2 בניית התראות (ALARMS) – הגדרת התראה והצגתה על גבי המסך: הגדרת התראה בהתאם למשתנה בתוכנת הממשק, בניית חלונות התראה להצגת הודעות תקלה (ALARMS), אישור ההתראות, מיון התראות לפי משפחות.

### ניסוי 16: יישום מסכם

- 16.1 כתיבת תכנית ליישום מסכם הכוללת תכנית לבקר בר-תכנות ולמסך מפעיל. מסך המפעיל יציג, בהדמיה, את התהליך המוגדר בתוכנית הבקר, ויאפשר לבצע הפעלה של התהליך באמצעות המחשב.