

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

## מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

התמחות מערכות אלקטרוניות  
התמחות מערכות מחשוב ובקרה

תכנית לימודים למקצוע

# מעבדה במיקרומחשבים ובשפה עילית

סמל מקצוע 11.9104

כיתה י"ג

טבת תשס"ז (ינואר 2007)

## תכנית הלימודים במקצוע מעבדה במיקרומחשבים ובשפה עילית - 48 שעות

### כתה י"ג

#### הנחיות לביצוע תכנית הלימודים בהתנסות:

לביצוע תכנית הלימודים בהתנסות אפשר להשתמש במיקרובקרים בעלי רוחב מילה של 8 סיביות. מתוך הניסויים המופיעים בתכנית יש לבצע 10 ניסויים, הניסויים: 1, 5, 8, 9, 12, 13 הם ניסויי חובה. את ארבעת הניסויים הנוספים, שיש לבצע, ניתן לבחור מתוך רשימת ניסויי הרשות שבתכנית.

#### ניסוי 1: הכרת סביבת הפיתוח (חובה)

- א. איתור דפי מפרט של מיקרובקרים: כניסה לאתר חברות המייצרות את המיקרובקר, הורדת דפי מפרט ומאפייני רכיבים. כניסה לאתרים נוספים והורדת נתונים ומידע הקשורים לסביבת העבודה של המיקרובקר ולתיכנותו בשפת C ובשפת הסף\*.
- ב. תרגול כתיבת תוכנית פשוטה בשפת C של המיקרובקר, בצוע שלבי ההידור, הפעלת debugger simulator. יצירת קובץ ריצה והורדתו לערכת היעד.
- ג. חיבור משקף תנודות להדקי המיקרובקר ובדיקת צורות הגלים המופיעות בהם בזמן ריצת התכנית.
- ד. תרגול שיטות לאיתור תקלות וטעויות בחיבורי המיקרובקר ובחיבורי רכיבים אחרים המחוברים אליו בעזרת שימוש בציוד בדיקה מעבדתי.

#### ניסוי 2: העברת נתונים בזכרון

- א. כתיבת תוכנית בשפת C להעתקת 10 מספרים חיוביים מאזור אחד בזיכרון לאזור אחר בזיכרון. התכנית תמומש באמצעות: לולאת for ולולאת do-while.
- ב. כתיבת תוכנית בשפת אסמבלי לבצוע סעיף א'. הרצת התכנית ומעקב אחר מצב האוגרים, והדגלים.

#### ניסוי 3: העברת נתונים בין חלקי המיקרובקר

כתיבת תוכנית בשפת C המעתיקה 10 מספרים דו ספרתיים (בין 0 ל-99) הרשומים בקוד BCD מתוך המיקרובקר לזיכרון הנתונים החיצוני (או ממקטע זיכרון המיקרובקר למקטע זיכרון אחר, או מהמפתחים של הבקר אל הזיכרון). התוכנית מונה כמה מנתונים ערכם גדול מ-20 ומציבה ערך מנייה זה בתא ה-11.

#### ניסוי 4: חיפוש ערכי קיצון בקבוצת נתונים

כתיבת תוכנית בשפת C המחפשת ערכי קיצון, ערך מזערי וערך מרבי, בקבוצה של 10 נתונים השמורים ברצף של תאים בזיכרון. כל הנתונים הם חיוביים ודו-ספרתיים (בין 0 ל-99). ערכי הקיצון המחושבים מוצגים, עם גמר החישוב, בתצוגה (למשל, תצוגת 7 מקטעים דו-ספרתית) במשך כ-3 שניות.

\* אתרים מומלצים: ראו [בנספח לתכנית העיונית](#).

### **ניסוי 5: השוואת יעילות של אלגוריתמים למיון נתונים (חובה)**

קליטת נתונים המאוחסנים בזיכרון המיקרובקר ברצף, אחסונם במערך וסידורם בסדר עולה לפי השיטות הבאות: מיון בשיטת האינדקס, מיון בשיטת בועות.

א. כתיבת שתי תכניות בשפת C המממשות את המיון בשיטת האינדקס ואת המיון בשיטת הבועות.

ב. הרצה של שתי התכניות על מערכים ארוכים והשוואת זמני הביצוע שלהן.

### **ניסוי 6: הפקת גל ריבועי**

כתיבת תכנית בשפת C המפיקה גל ריבועי בתדר 1 kHz בהדק של המיקרובקר. התכנית מאפשרת לשנות את יחס המחזור של הגל הריבועי. השינוי יתבצע על-ידי שינוי זמני ההשהיה בתכנית.

### **ניסוי 7: מניית מספר סיביות שערכן '1' בתא זיכרון**

כתיבת תכנית בשפת הסף המונה את מספר הסיביות שערכן '1' בנתון הנמצא בתא זיכרון כלשו של המיקרובקר. התכנית מציגה את התוצאה בתצוגת כרטיס המיקרובקר. יש לממש את התכנית בשני אופנים:

א. הנתון מאוחסן בזיכרון הפנימי של המיקרובקר.

ב. הנתון מאוחסן בטבלת נתונים חיצונית.

### **ניסוי 8: שימוש במעבד הבוליאני (חובה)**

מימוש פונקציה בוליאנית של 4 משתנים. המשתנים הבינאריים הם הסיביות של נתון הנקלט מאחד ממפתחי הקלט של המיקרובקר. הפונקציה תצומצם תחילה בעזרת כללי האלגברה הבוליאנית, ורק אחר כך תמומש. ערכי הפונקציה יוצאו לאחד ממפתחי הפלט של המיקרובקר.

על הפונקציה לייצג פתרון של בעיה מעשית, לדוגמה: מימוש של מסכם מלא ל-2 סיביות, או מימוש של דיאגרמת סולם המייצגת מערכת להפעלת מנוע, או מימוש של פונקציית רוב (MAJORITY LOGIC) ל-2 מ-4 מבואות. על התוכנית להיות מופעלת בלולאה אינסופית, כאשר מצב המפסקים, המיצגים את המשתנים שבתכנית, ניתן לשינוי בזמן ריצת התכנית וכתוצאה מכך ערך הפונקציה מתעדכן בהתאם במפתח הפלט.

*אופן הביצוע:*

- א. ביצוע בשפת C.
  - ב. הרצת קוד בשפת הסף שנוצר על-ידי המהדיר של שפת C.
  - ג. הרצה באופן ידני על-ידי ה-DEBUGER.
- השוואת יעילות המימוש של שלושת אופני הביצוע.

### **ניסוי 9: הפעלת פסיקה (חובה)**

כתיבת תוכנית לביצוע פסיקה בשפת הסף.

ברקע רצה תכנית ראשית המבצעת אוסף של פעולות קבועות בלולאה אינסופית (כמו למשל, הדלקה וכיבוי, בסדר קבוע, של נוריות המחוברות לאחד ממפתחי הפלט). ברגע שנלחץ מפסק חיצוני המחובר לאחד ממבואות הפסיקה של המיקרובקר, מזומנת תוכנית משנה הגורמת לנוריות להבהוב. לאחר מספר שניות ידוע, מסתיים ביצוע תכנית המשנה וביצוע התכנית הראשית מתחדש, זאת עד ללחיצה הבאה על המפסק החיצוני.

### **ניסוי 10: יצירת גל ריבועי באמצעות הזמנו של המיקרובקר**

הפעלת זמנו (טיימר) של המיקרובקר לשם יצירת גל ריבועי בתדר 1 kHz. מחשבים את הערך המספרי שיש לטעון בזמנו ומפעילים אותו בתדר זה. בכל סיומו זמן (גלישה) מבוצע היפוך מצב של הנתון הקיים בהדק ידוע כלשהו במפתח פלט.

בדיקה, באמצעות משקף התנודות, שהאות המתקבל במוצא הזמנו הוא האות הדרוש במדויק. במידה והאות המתקבל במוצא אינו בהתאם לנדרש, יש לשנות את הערך המספרי הטעון בזמנו.

אופן הביצוע:

ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 11: הפעלת מנגנון "כלב שמירה"**

הפעלת מנגנון "כלב שמירה" (Watch-Dog Timer) במיקרובקר.

יצירת מצב מלאכותי שבו התוכנית הראשית אינה מתפקדת ונדרשת הפעלת המנגנון האמור. לדוגמה, תכנית המבצעת את הפעולות הבאות: מדליקה נוריות בסדר קבוע למשך זמן נתון, למשל 10 שניות. בסיומו הזמנו הנתון נפסקת ריצת הנוריות ומופעל זממו. תפקיד מנגנון "כלב שמירה" לדאוג לכך שבכל מקרה יופעל הזממו בתום זמן ריצת התכנית.

אחת הדרכים ליצירת המנגנון הדרוש היא על-ידי הפעלת זמנו, למשך הזמנו הנתון, הפועל במקביל לריצת התכנית. אם התכנית מסתיימת ללא תקלה מופסקת פעולת הזמנו קודם להפעלת הזממו. אם חלה תקלה כלשהי בפעולת התכנית הראשית וריצתה נעצרת, תופעל פסיקה מתאימה בסיומו פעולת הזמנו והמיקרובקר יופנה לביצוע תכנית חלופית שתגרום להפעלת הזממו.

ניתן לדמות את מצב התקלה על-פי מצבו של מפסק המחובר לאחד מהדקי מפתח קלט של המיקרובקר.

אופן הביצוע:

ביצוע בשפת הסף.

### **ניסוי 12: הפעלת המפתח הטורי - UART (חובה)**

הפעלה של המפתח הטורי (UART) באופן פעולה בסיסי.

כתיבת תכנית הגורמת למפתח הטורי לשדר ברצף, בלולאה אינסופית, את הערכים הבאים:

01H, 55H, FFH, 20H, 00H, השידור נעשה בקצב של 2400 סל"ש.

חיבור מוצא המשדר למשקף התנודות לשם בדיקת הסיביות Start, Stop. מדידת משך זמן השידור של סיביות (Tbit). השוואת הזמנו הנמדד ל-1/2400 שנייה. הסבר של הסיבה הגורמת לכך שהזמנו הנמדד שונה מזה המחושב. שידור תו באורך של 7 סיביות, אליו מצורפת, כסיבית השמינית, סיבית זוגיות (P) (EVEN PARITY). סיבית זו משודרת כ-MSB. יש להשתמש בהוראות BITWISE OPERATIONS לשם מימוש הנדרש.

אופן הביצוע:

א. ביצוע בשפת C.

ב. ביצוע בשפת הסף.

### **ניסוי 13: תקשורת טורית בשיטת Half-Duplex (חובה)**

חיבור של שני מיקרובקרים מאותו סוג באמצעות המפתחים הטוריים שלהם. ביצוע של תקשורת מסוג Half-Duplex ביניהם. יש לשדר את מצב המפסקים המחוברים למפתח קלט של מיקרובקר אחד, למיקרובקר האחר, אשר יציג את הערך שקלט בנוריות המחוברות למפתח הפלט שלו.

*אופן הביצוע:*

א. ביצוע בשפת הסף.

ב. ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 14: קבלת צורות גלים המופיעות בהדקי רכיב הזיכרון**

מדידת צורות הגלים המתקבלות בהדקי רכיב הזיכרון שבמערכת באמצעות משקף תנודות. כתיבת תוכנית הפונה לזיכרון המיקרובקר. התכנית קוראת נתון מתא שכתובותו נתונה וכותבת אותו בחזרה לאותו תא, התכנית רצה בלולאה אינסופית. בזמן הריצה נמדדים האותות שבהדקים הבאים:

$D_0$ ,  $A_0$ ,  $CE$ ,  $R_d$ ,  $W_r$ . יש לדאוג שהמידע המופיע בהדק  $A_0$  יהיה יציב במשך כל זמן הפנייה לזיכרון. הפסקת ריצת התוכנית נעשית על-ידי לחיצה על מפסק חיצוני. התכנית בודקת בכל ריצה את מצבו של המפסק. דרכים נוספות אפשריות להפסקת ריצת התכנית הן באמצעות הפעלת לחצן RST, או באמצעות הפעלת פסיקה.

*אופן הביצוע:*

ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 15 א': בניית מפתח פלט פשוט**

בניית מפתח פלט פשוט ברוחב של 8 סיביות באמצעות נועל מסוג 74373. לרכיב מחוברות נוריות ומחוברת הספקת מתח. מעגל פענוח הכתובת של המפתח יכול להיות ממומש באמצעות מפענח, או באמצעות שערים לוגיים. כתיבת תכנית ליצירת "אורות רצים" באמצעות הדלקה לסרוגין של נוריות המחוברות למפתח הפלט. "ריצת" האור נעשיית לשני כיוונים. שינוי כוון ה"ריצה" נעשה לאחר שבוצעו 8 הזזות של הנוריות. ההשהייה בין ההזזות היא בת 0.5 שנייה.

*אופן הביצוע:*

ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 15 ב': בניית מפתח קלט פשוט**

בניית מפתח קלט פשוט של 8 מפסקים באמצעות חוצץ מסוג-74245. הרכיב מותקן באותה הכתובת שבה מותקן רכיב הפלט בניסוי 15א. יש לכתוב תכנית הרצה בלולאה אינסופית ודוגמת את מבואותיו של רכיב הקלט ומעבירה את המידע הנקלט אל מפתח הפלט, או לתא בזיכרון, או לאוגר. בנוסף התכנית מציגה את המידע הנקלט בתצוגת כרטיס המיקרומחשב (תצוגת שבעה מקטעים, או תצוגת לדים, או תצוגת LCD) כך שכל שינוי במצב מפסקים מופיע מיד בתצוגה.

*אופן הביצוע:*

ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 16: הפעלת ממיר DAC**

הפעלת ממיר DAC הקיים במיקרובקר, או שימוש בממיר חיצוני למיקרובקר. במהלך הניסוי יש ליצור, באמצעות המערכת, אות משולש ואת שן משור. ההמרה מתבצעת בלולאה אינסופית. כדי לממש את הנדרש עם ממיר DAC חיצוני, ניתן להיעזר במפתח הפלט המותקן בניסוי 15 א'.

אופן הביצוע:

ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 17: הפעלת ממיר ADC**

הפעלת ממיר ADC הקיים במיקרובקר, או שימוש בממיר חיצוני למיקרובקר. יש להפעיל את הממיר בלולאת המרה אינסופית. יש לחבר למבוא הממיר מתח ישר הניתן לוויסות, או גל משולש בתדר המאפשר שיחזור איכותי של האות. את תוצאות הדגימות יש לשמור בזיכרון כך שבהמשך התכנית יהיה ניתן לפנות לאזור בזיכרון בו נמצאות תוצאות המדידה ולבצע עליהן ניתוח מתמטי. לדוגמה, חישוב הערך הממוצע של תוצאות המדידה.

אופן הביצוע:

ביצוע בשפת C.

### **ניסוי 18: יצירת מערכת הפועלת בחוג סגור באמצעות הממירים ADC ו-DAC**

הפעלת הממירים ADC ו-DAC יחדיו. המערכת דוגמת באמצעות ה-ADC אות מחזורי כלשהו ומעבירה את המידע הדגום אל ה-DAC. שני האותות יושוו באמצעות שימוש במשקף תנודות. בדיקת השפעת שינוי קצב הדגימה על איכות השחזור.

אופן הביצוע:

ביצוע בשפת C.