

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

תכנית הלימודים במקצוע

מערכות ספרתיות

סמל מקצוע: 11.002

עדכון: פברואר 2014

תוכן העניינים

מערכות ספרתיות לכיתה י' – לימודים עיוניים

מערכות ספרתיות לכיתה י' – לימודים התנסותיים

- [מערכות ספרתיות](#)
- [תיכון רכיבי חומרה](#)

חלוקת השעות ללימודי **מערכות ספרתיות** בכיתה י' נתונה בטבלה להלן:

סה"כ			כיתה י"א		כיתה י'		שם המקצוע
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
4	2	2	0	0	2	2	מערכות ספרתיות

תכנית הלימודים במקצוע
מערכות ספרתיות – לימודים עיוניים

מערכות ספרתיות (עיוני כיתה י' – 60 שעות)

- 1. שיטות ספירה-----5**
- 1.1 הצגת מספר עשרוני : פירוק מספר עשרוני נתון לסכום של חזקות בבסיס 10.
מקדמים, מקומם והשימוש בהם לתיאור מקוצר של מספר עשרוני
- 1.2 מספרים בבסיס בינרי (2), ובסיס הקסדצימלי (16)
- 1.3 הצגת מספרים שליליים
- א. הצגת מספר שלילי בשיטת המשלים ל-1 ובשיטת המשלים ל-2
ב. שימוש בשיטות אלו לחיבור ולחיסור.
1.4 צפנים:
א. הצורך בצפנים
ב. צפנים משקליים: בינארי, BCD ושימושיים
- 2. מושגי יסוד בלוגיקה-----3**
- 2.1 מושג האמת והשקר
- 2.2 טבלאות אמת
- 3. יסודות האלגברה הבוליאנית-----8**
- 3.1 מושגי יסוד ופעולות יסודיות של האלגברה הבוליאנית: NOT, AND, OR. הכרת השערים לביצוע פעולות אלו
- 3.2 ביטויים בוליאניים והסדר לביצוע פעולות בוליאניות. פונקציות בוליאניות
- 3.3 כללים יסודיים באלגברה הבוליאנית: זהויות בוליאניות, כללים בוליאניים לגבי משתנה אחד. פעולות בין משתנה בוליאני לקבועים בוליאניים. כללים לגבי מספר משתנים בוליאניים
- 3.4 כללי צמצום
- 3.5 כללי דה-מורגן
- 3.6 פעולות בוליאניות נוספות: NOR, NAND, XOR. הצגת הסמלים של שערים אלו.

4. פונקציות בוליאניות ופישוטן-----12

4.1 פישוט ביטויים ופונקציות בוליאניות באמצעות כללי האלגברה הבוליאנית:

- א. יצירת פונקציות בוליאניות
- ב. פישוט פונקציות בוליאניות באמצעות כללי האלגברה הבוליאנית
- ג. צורות קנוניות של פונקציות בוליאניות: סכום של מכפלות, ייצוג מספרי של פונקציות, הקשר בין הצורות הקנוניות של פונקציות בוליאניות

4.2 פישוט פונקציות בוליאניות באמצעות מפות קרנו:

- א. מפות קרנו ל-2, 3 ו-4 משתנים
- ב. מיפוי פונקציה שאיננה נתונה בצורתה הקנונית
- ג. פישוט פונקציות הנתונות כסכום מכפלות
- ד. צירופי ברירה

5. מערכות צירופים ואמצעים למימוש-----10

5.1 ייצוג המצבים הלוגיים '0' ו-'1' באמצעות מתח חשמלי. לוגיקה חיובית ולוגיקה שלילת

5.2 תכנון ומימוש מערכות צירופים:

- א. מימוש בעזרת שערים לוגיים בסיסיים
- ב. ניתוח מערכות צירופים המורכבות משערים שונים. פישוטן על-ידי שימוש בכללי האלגברה הבוליאנית ומפות קרנו. מימוש המערכות המפושטות.

6. תכנון ומימוש של מערכות צירופים שימושיות-----12

6.1 מרבבים (Multiplexers) ומפלגים (DeMultiplexers)

6.2 מפענחים (Decoders), מפענחי תצוגה

6.3 מימוש פונקציות בוליאניות באמצעות מרבבים ומפלגים

6.4 ניתוח פעולת מערכת צירופים במישור הזמן. התווית צורות גלים של אותות מוצא בתלות באותות מבוא נתונים.

7. עקיבה התקני זיכרון-----10

7.1 התקני זיכרון – דלגלים (Flip-Flops):

- א. מושג הזיכרון
- ב. הסבר עקרון פעולתם של דלגלים, שימוש בטבלאות מצבים
- ג. הכרת הדלגלים SR, JK, D, T ואופן מימושם באמצעות שערים לוגיים
- ד. חיבור בין שני דלגלים מאותו הסוג
- ה. דרבון קצה חיובי וקצה שלילי.
- ו. ניתוח פעולת דלגלים במישור הזמן. התווית צורות גלים של אותות מוצא בתלות באותות מבוא.
- ז. מבואות ישירים לדלגלים

תכנית הלימודים במקצוע

מערכות ספרתיות – לימודים התנסותיים

כללי

ההתנסות תכלול הן ניסויים מובנים סטנדרטיים והן פרויקטים.

מערכות ספרתיות (כיתה י' – 20 שעות)

הניסויים יבוצעו חלקם באמצעות צב"ד ממשי (ספקי-כוח, מבניות, מכשירי מדידה ורכיבים חשמליים), וחלקם באמצעות תוכנת הדמיה. במקרה שלא נכתב אחרת, הכוונה לביצוע בצב"ד ממשי. כל ניסוי יארך 3 שעות, במפגש אחד.

רשימת הניסויים:

ניסוי 1: הכרת שערים מסוג XOR, NOR, NAND, NOT, OR, AND

הניסוי ייערך הן בחזרה והן בהדמיה

- הכרת הרכיבים הספרתיים בתוכנת ההדמיה
- חיבור מבוא שער NOT לרמות לוגיות באמצעות מתג. חיבור נורית למוצא השער.
- רישום טבלת האמת של השער, והשוואתה עם התיאוריה
- חזרה על סעיף 1 עבור השערים: XOR, NOR, NAND, OR, AND

ניסוי 2: תכנון ומימוש מערכות צירופיות באמצעות שערים לוגיים

- מימוש פתרון לבעיה לוגית נתונה, באמצעות שערים לוגיים
- מימוש טבלת אמת נתונה באמצעות שערים לוגיים, במינימום ליטרלים. חיבור מתגים ונוריות למעגל הממומש ואימות טבלת האמת הנתונה
- פישוט מערכת שערים לוגיים נתונה. בניית המערכת הנתונה והמערכת המפושטת, ובדיקת טבלאות האמת של שתי המערכות, לאימות השוויון ביניהן.

ניסוי 3: מפענחים חיבור מבנית של מפענח BCD לתצוגת שבעה מקטעים. חיבור מתגים

למבוא המפענח.

- בדיקת התאמת התצוגה במוצא למצב המתגים במבוא

ניסוי 4: מרבבים ומפלגים

הניסוי ייערך הן בחזמרה והן בהדמיה

1. מרבב שמונה-ערוצי
א. חיבור לחצנים למבואות מרבב 8_ערוצי. חיבור קווי הבקרה של המרבב למתגים. חיבור המוצא לנורית
ב. קביעת מילת בקרה 000 באמצעות המתגים
ג. לחיצה על הלחצנים, לפי הסדר, לבדיקה מי מהם מדליק את הנורית במוצא. רישום התוצאה בטבלת אמת.
ד. חזרה על סעיפים 2, 3 עבור מילות הבקרה מ-001 עד 111.
2. מימוש פונקציה בוליאנית באמצעות מרבב
א. תכנון מימוש מערכת לוגית נתונה באמצעות מרבב
ב. חיבור המרבב לפי התכנון
ג. בדיקת תפקוד המרבב בהתאם לפונקציה של המערכת הלוגית המקורית
3. מפלג ל-8 ערוצים
א. חיבור מבוא המפלג ללחצן, המוצאים – לשמונה נוריות, וקווי הבקרה – למתגים.
ב. שינוי מילת הבקרה מ-000 עד 111. לחיצה על הלחצן עבור כל מילת בקרה, ומילוי טבלת אמת
4. מימוש פונקציה בוליאנית באמצעות מפלג
א. תכנון מימוש מערכת לוגית נתונה באמצעות מפלג
ב. חיבור המפלג לפי התכנון
ג. בדיקת תפקוד המפלג בהתאם לפונקציה של המערכת הלוגית המקורית

ניסוי 5: התקני זיכרון

הניסוי ייערך הן בחזמרה והן בהדמיה

1. נועל (Latch) מסוג D
א. חיבור מבואות הנועל למתגים, ומוצאיו – לנוריות
ב. ביצוע נעילה של המידע $D = 1$. שינוי המידע D, ווידוא שהמוצא לא משתנה (נעול).
ג. חזרה על הפעולה עבור מידע $D = 0$.
2. דלגלג מסוג D (D-FF)
א. חיבור מבוא הדלגלג למתג. חיבור מבוא השעון ללחצן, והמוצא – לנורית
ב. בדיקה לפי טבלת האמת של הדלגלג, שחל עדכון מידע רק בזמן דרבון על-ידי השעון
3. דלגלג מסוג JK (JK-FF)
א. חיבור המבואות J, K, S, R של דלגלג JK למתגים. חיבור מבוא השעון ללחצן. חיבור המוצאים לנוריות.
ב. חיבור מצב $S = R = 0$. בדיקת הפעולה הסינכרונית (מבוקרת על-ידי השעון) של הדלגלג, לפי טבלת אמת

- ג. בדיקת קביעה (SET) ואיפוס (RESET) באמצעות המתגים S ו-R. ווידוא שאין השפעה למבואות האחרים במצבים האלה.
- ד. הסבת דלגלג JK לדלגלג T באמצעות חיבור המבואות $J = K = 1$. בדיקת פעולת הדלגלג לאישור שכל לחיצה על הדק השעון גורמת להיפוך מצב מוצא הדלגלג

תיכון רכיבי חומרה (כיתה י' – 40 שעות)

כללי

ההתנסות תכלול שני מרכיבים עיקריים:

- א. 10-15 שעות התנסות בשלבי התיכון השונים, החל בסרטוט בעזרת עורך גרפי ועד צריבת הרכיב ובדיקת התאמת תפקודו למתוכנן.
- ב. 2 פרויקטונים (20-25 שעות).

רשימת הניסויים (כשעתיים לניסוי):

1. הכרה עקרונית של השלבים בתהליך התיכון – תכנון גרפי, תכנון יחידת רכיב, הדמיה, צריבת הרכיב, בדיקת תפקוד הרכיב.
2. הכרת העורך הגרפי – תכנון לוגי.
 - א. פתיחת קובץ גרפי
 - ב. הכרות עם ספריית הרכיבים והשערים
 - ג. סרטוט מעגל פשוט
 - ד. שמירת הקובץ הגרפי
3. תכנון היררכי – מלמעלה למטה, מלמטה למעלה.
 - א. סרטוט תת-מעגלים (BOTTOM) ושמירתם כקבצים גרפיים
 - ב. איחוד שני תת-מעגלים למעגל-על (TOP)
 - ג. שמירת מעגל העל
 - ד. איחוד שני מעגלי על למעגל כולל
4. בחירת רכיב (סינתיזה) והידור (קומפילציה)
 - א. בחירת רכיב ותדר עבודה
 - ב. ניפוי שגיאות
 - ג. התאמת חיבורי הרכיב הנבחר למעגל המתוכנן (FITTING)
5. הדמיה (סימולציה)
 - א. הכנת אותות עירור (אותות בדיקה)
 - ב. הדמיה פונקציונלית והדמיית זמנים.
6. צריבת הרכיב
 - א. חיבור הרכיב למוצא המחשב
 - ב. צריבת הרכיב
7. בדיקת תפקוד הרכיב
 - א. תכנון בדיקת התפקוד באמצעות המעגל המסופק על-ידי החברה
 - ב. בדיקת תפקוד הרכיב באמצעות לחצנים, נוריות ומדידת אותות במשקף תנודות חסר כאן כל הפרק על פרויקטונים מערכתיים

פרויקטונים מערכתיים:

1. אורות רצים
 - מחולל אותות ריבועיים (חיצוני) מחובר למונה טבעתי ומקדם אותו. מוצאי המונה מחוברים לנוריות. כל קידום של המונה מדליק נורית שונה, כך שבכל רגע דולקת רק נורית אחת.
2. מונה מעלה/מטה
 - מקדמים מונה בינרי באמצעות לחצן. מוצא המונה הוא מילה בת 4 סיביות. מילה זו נכנסת למפענח לתצוגת 7 מקטעים. מוצא המפענח מחובר לתצוגת 7 מקטעים. כל לחיצה מקדמת את התצוגה, מ- 0 עד 9.
3. שעון ל- 24 שעות
 - לתכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
 - השעון מורה שעות ודקות
 - אפשרות לכיוון השעה
 - אפשרות לשעון מעורר
4. בקרת רמזור
 - לתכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
5. בקרת מכונת כביסה
 - לתכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
6. בקרת מכשיר מיקרוגל
 - לתכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת