

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

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

תכנית הלימודים במקצוע

מערכות ספרתיות

סמל מקצוע: 11.002

עדכון: יולי 2018

תוכן העניינים

חלוקת השעות ללימודי מערכות ספרתיות נתונה בטבלה להלן:

סה"כ			כיתה י"א		כיתה י'		שם המקצוע
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
3	1	2	0	0	1	2	מערכות ספרתיות

תכנית הלימודים במקצוע

מערכות ספרתיות - לימודים עיוניים – 60 שעות

- 1. שיטות ספירה**.....4
- 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 בינארי (2), ובסיס הקסדצימלי (16)
- 1.3 הצגת מספרים שליליים
- א. הצגת מספר שלילי בשיטת המשלים ל-1 ובשיטת המשלים ל-2
- 1.4 חיבור וחיסור בבסיס בינארי.
- 1.5 ייצוג מספרים עשרוניים בקוד BCD
- 2. מושגי יסוד בלוגיקה**.....2
- 2.1 מושג הפסוק הבסיסי והפסוק המורכב
- 2.2 מושג האמת והשקר
- 2.3 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. עקרון הדואליות
- 3.4 כללי צמצום
- 3.5 כללי דה-מורגן
- 3.6 פעולות בוליאניות נוספות: NOR, NAND, XOR, XNOR. הצגת הסמלים של שערים אלו
- א. יצירת פונקציות בוליאניות
- ב. פישוט פונקציות בוליאניות באמצעות כללי האלגברה הבוליאנית

- 4. פונקציות בוליאניות ופישוטן**.....6
- 4.1 צורות קנוניות של פונקציות בוליאניות: סכום של מכפלות, ייצוג מספרי של פונקציות קנוניות
- 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. תכנון ומימוש מערכות צירופים**8
- 5.1 מימוש בעזרת שערים לוגיים בסיסיים
- 5.2 ניתוח מערכות צירופים המורכבות משערים שונים. פישוטן על-ידי שימוש בכללי האלגברה הבוליאנית ומפות קרנו. מימוש המערכות המפושטות
- 5.3 ניתוח פעולות מערכת צירופים במישור הזמן. התווית צורות גלים של אותות מוצא בתלות באותות מבוא נתונים
- 6. מסכמים ומשווים**4
- 6.1 מסכמים
- 6.1.1 מסכם למחצה (HA)
- 6.1.2 מסכם מלא (FA)
- 6.1.3 מסכם לשני מספרים בני שתי סיביות
- 6.1.4 טבלאות אמת של מסכם למחצה ומסכם מלא
- 6.2 משווים
- 6.2.1 משווה לסיבית אחת
- 6.2.2 טבלת אמת של משווה לסיבית אחת
- 7. תכנון ומימוש של מערכות צירופים שימושיות**6
- 7.1 מרבבים (Multiplexers) ומפלגים (DeMultiplexers)
- 7.2 מפענחים (Decoders), מפענחי תצוגה, מקודדים (Encoders)
- 7.3 מימוש פונקציות בוליאניות באמצעות מרבבים ומפלגים
- 7.4 מימוש מערכת צירופית לדוגמה מימוש של משווה
- 8. מערכות עקיבה**4

- 8.1 מושגי יסוד במערכות עקיבה:
- א. מודל בסיסי של מערכת עקיבה, תיאור של מערכת עקיבה כמכונת מצבים
- ב. מערכות סינכרוניות ואסינכרוניות
- ג. ההבדל בין מערכות סינכרוניות ואסינכרוניות
- 9. התקני זיכרון - דלגלים (Flip-Flop)** 8
- 9.1 מושג הזיכרון
- 9.2 עקרון פעולתם של דלגלים
- 9.3 סוגי דלגלים: FF-FF, T-FF, D-FF, JK-SR וטבלאות מצבים
- 9.4 דרבון קצה חיובי וקצה שלילי
- 9.5 מבואות ישירים לדלגלים
- 9.7 הכרת רכיבים מוכללים של דלגלים – תוך שימוש בדפי נתונים
- 9.6 תאור וניתוח פעולת הדלגלים באמצעות דיאגרמות זמנים.
- 10. אוגרים** 4
- 10.1 אוגרים מקביליים
- 10.2 טבלאות מעקב ודיאגרמות זמנים של אוגר הזזה מקבילי-טורי
- 10.3 טבלאות מעקב ודיאגרמות זמנים של אוגר טורי ומקבילי
- 11. מונים** 8
- 11.1 סיווג מונים, המונה כמכונת מצבים
- 11.2 מונה אסינכרוני – מונה מעלה ומונה מטה
- 11.4 טבלאות מעקב ודיאגרמות זמנים של מונה אסינכרוני.
- 11.5 מונים סינכרוניים: מונה מעלה עם נשא, מונה מטה, מונה עם טעינה מקבילית, מונה בעל מחזור השונה מ- 2^N

תכנית הלימודים במקצוע

מערכות ספרתיות - לימודים התנסותיים – 30 שעות

כללי

ההתנסות תכלול הן ניסויים מובנים סטנדרטיים והן פרויקטים.

מערכות ספרתיות (כיתה י' - 30 שעות)

הניסויים יבוצעו חלקם באמצעות צב"ד ממשי (ספקי-כוח, מבניות, מכשירי מדידה ורכיבים חשמליים), חלקם באמצעות תוכנת הדמיה וחלקם באמצעות רכיבים מתכנתים. במקרה שלא נכתב אחרת, הכוונה לביצוע בצב"ד ממשי.

רשימת הניסויים:

ניסוי 1: הכרת שערים מסוג AND, OR, NOT, NAND, NOR, XOR (הניסוי ייערך הן בחומרה והן בהדמיה)

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

ניסוי 2: תכנון ומימוש מערכות צירופיות באמצעות שערים לוגיים

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

ניסוי 3: מרבבים ומפלגים הניסוי ייערך 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 מררב
- ב. חיבור המררב לפי התכנון
- ג. בדיקת תפקוד המררב 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 4: התקני זיכרון

- הניסוי ייערך הן בחומרה 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

ניסוי 5: תיכון חומרה - משווה לסיבית אחת

1. היכרות עם מערכת תיכון חומרה ושימוש בעורך גרפי
2. הכרה וביצוע פעולת הידור והדמיה
3. צריבת רכיב ובדיקה

פרויקטונים מערכתיים – יכולים להתבצע בחומרה או ברכיב מיתכנת.

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- 60 דקות
 - תכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
 - השעון מורה דקות ושניות
 - אפשרות לכיוון הזמן ההתחלתי
 - אפשרות לשעון מעורר
4. בקרת רמזור
 - לתכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
 - אפשרות הרחבה – רמזור לכלי רכב ורמזור הולכי רגל.