

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

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

תכנית לימודים במקצוע

מעבדת תיב"ס ורכיבים מתכנתים

סמל מקצוע 11.9006

כיתה י"ג

טבת תשס"ז (ינואר 2007)

תכנית הלימודים במקצוע
מעבדת תיב"ם ורכיבים מתכנתים

כיתה י"ג

<u>מס' שעות</u>	ראשי פרקים
6	1. שימוש בתכנת סרטוט מעגלים חשמליים
10	2. פיתוח מעגל אלקטרוני בעזרת רכיב מתכנת
12	3. הכרה ושימוש בתוכנת הדמיה למעגלים אלקטרוניים
20	4. תכנות בסביבת תכנת הדמיה מתמטית

סה"כ 48 שעות

תוכנות וערכות לימוד הדרושות לביצוע הניסויים

- תוכנת סרטוט חשמלי – (לדוגמה תוכנת ORCAD, או דומה לה) .
- ערכת פיתוח לרכיבים ספרתיים מתכנתים הכוללת: כרטיס אלקטרוני, כבל המחבר בין הכרטיס למחשב האישי ותוכנה מתאימה (לדוגמה ערכת הפיתוח המשתמשת בתוכנת MAX+II).
- תוכנת הדמיה למעגלים אלקטרוניים (לדוגמה תוכנת EWB, CircuitMaker או אחרות).
- תוכנת הדמיה מתמטית (לדוגמה MATLAB, או דומה לה).

1. שימוש בתוכנת סרטוט מעגלים חשמליים 6 ש'

- 1.1 הכרת תוכנת הסרטוט, הסבר כיצד ניתן "להוריד" מרשת האינטרנט את גרסת ה DEMO *.
- 1.2 הכרה הגדרות המאפשרות את סרטוט והדפסת המעגל. סרטוט המעגל החשמלי והדפסתו.
- 1.3 תכנון רכיב על-ידי המשתמש (רכיב שאינו קיים בספרית התכנה).

2. פיתוח מעגל אלקטרוני בעזרת רכיב מתכנת 10 ש'

- 2.1 הכרה והפעלה של העורך הגרפי בתוכנת הפיתוח.
- 2.2 הכרת השימוש בספריית הרכיבים של התכנה. תכנון מעגל חשמלי לדוגמה – למשל, מסכם למחצה (HALF ADDER).
- 2.3 הכרת והפעלת המהדיר (COMPILER) של התכנה. תיקון שגיאות הידור. הקצאת הדקים ברכיב המתכנת.
- 2.4 הכרת והפעלת ההדמיה (Simulation). יצירת אות מבוא ואות שעון. יצירת אות מבוא לאימות התכנון. הרצת ההדמיה ואימות התכנון. מדידת זמני השהייה.
- 2.5 סרטוט, בעזרת העורך הגרפי של מעגל מפענח מ-BCD לתצוגת שבעה מקטעים. ביצוע הידור. ביצוע הדמיה לאימות התכנון.
- 2.6 צריבת הרכיב (Device Programming). הכרת עורך הצריבה. צריבת תכנית המפענח מ-BCD לשבעה מקטעים. שינוי והתאמת הקצאת ההדקים לכרטיס האלקטרוני הנתון.

* לביצוע שעורי בית

צריבת הרכיב המתכנת.

חיבור ההדקים המתאימים למפסקים. הפעלת המעגל. בדיקת תקינות.
רשות: מימוש ממיר מ-BCD ל שבעה מקטעים עבור שתי ספרות.

3. הכרה ושימוש בתוכנת הדמיה למעגלים אלקטרוניים 12 ש'

3.1 הכרת סביבת העבודה של תכנת ההדמיה.

א. בנייה (סרטוט) של מעגל מגבר לא הופך מופע, הממומש באמצעות מגבר שרת.
ב. ביצוע מדידות במעגל באמצעות מכשירי המדידה שבתכנה.

3.2 בנייה (סרטוט) של מעגל קטימה הממומש באמצעות דיודות.

א. סרטוט אופייני המעבר $V_o = f(v_i)$ של המעגל.

ב. סרטוט גרף המוצא בתלות בזמן עבור אות מבוא מחזורי.

3.3 בנייה (סרטוט) של מסנן פעיל מסדר שני הממומש באמצעות מגבר שרת.

מדידה של עקום הענות של המסנן.

4. תכנות בסביבת תכנת הדמיה מתמטית 20 ש'

ניסויים 4.1 עד 4.3 הינם ניסויי חובה.

בנוסף יש לבצע שניים מתוך הניסויים 4.4 - 4.7, או את ניסוי 4.8.

4.1 הכרת סביבת העבודה

4.1.1 תכנת מתמטית כמחשבון

א. ביצוע פעולות אריתמטיות פשוטות ומורכבות, כולל פעולות עם מספרים מרוכבים (real, imag, abs, angle, conj).

ב. שימוש בפונקציות מיוחדות כגון: ceil, fix, floor, round, sign.

4.1.2 ייצוג ווקטורים, מטריצות ופעולות מתמטיות ביניהם:

א. הצגת שיטות שונות לאתחול ווקטורים ומטריצות.

ב. מטריצות מיוחדות (ones, zeros) והדגמת השימוש שלהן.

ג. הפעולות האריתמטיות:

$A+B, A-B, A*B, A./B, A./B$

$'A^B, A.^B, A$

(כאשר A, B הן מטריצות, או ווקטורים).

ד. פעולות מיוחדות על מטריצות כגון: חישוב דטרמיננט, היפוך מטריצה,

לכסון מטריצה.

4.2 ייצוגים גרפיים בתכנה מתמטית

4.2.1 הצגת גרפים של לפחות 3 פונקציות מתמטיות שונות, מתוך הרשימה הבאה*:

- פונקציות דו מימדיות $y = f(x)$
- סכום של שני אותות סינוסואידליים
- פונקציה אקספוננציאלית $y = A \cdot e^{-kx}$
- $e^{-kt} \cdot \cos(\omega t)$
- פולינום מסדר כלשהו
- פונקציות היפרבוליות.

4.2.2 שימוש בתפריט עזרה ובתפריט פורמט הגרף (סוג הגרף – נקודות, רציף,

היסטוגרמה, מדרגה, בדיד, ותכונות הגרף - צבע, שמות הצירים וכדומה).

4.2.3 חקר פונקציות – מציאת נקודות מינימום, מקסימום, אסימפטוטות, נקודות חיתוך

עם הצירים ותחומי עלייה וירידה. את החקר יש לבצע על פונקציה אחת, לפחות, ובשתי דרכים:

א. על הגרף המסורטט.

ב. על-ידי ביצוע פעולות מתמטיות על וקטור הערכים של הפונקציה.

ניתן לחקור פונקציות מתוך הרשימה המופיעה בסעיף 4.2.1, או אחרות.

4.3 שימוש בקובצי פקודות של התכנה המתמטית

השימוש בקובצי הפקודות יכול להיות כ-script – אוסף של פקודות שהמחשב מריץ, או כפונקציה המקבלת ארגומנטים ומחזירה ערכים. יש לייצור קובצי פקודות בהתאם למשימות המופיעות ולתעד אותם באופן ברור, כך שגם תלמידים אחרים יוכלו להשתמש בהם. משימות לביצוע:

4.3.1 יצירת אות סינוסואידלי:

כתיבת פונקציה הקולטת את הארגומנטים: משרעת, תדירות, זווית מופע (במעלות) ומספר המחזורים, ומבצעת את הפעולות הבאות:

א. "מחזירה" את הזמנים בהם הפונקציה מתאפסת.

ב. מציגה את גרף האות.

ג. משמיעה את הצליל הנוצר על-ידי האות הסינוסואדלי במשך 2 שניות.

* ניתן לסרטט ולחקור פונקציות אחרות הרלוונטיות לתחומי התוכן בהם עוסק התלמיד

4.3.2 ביצוע פעולות חשבון במספרים מרוכבים:
כתיבת פונקציה הקולטת שני מספרים מרוכבים כארגומנטים, ומבצעת את הפעולות הבאות:

- א. מציגה את המספרים כגרפים בהצגה קרטזית ופולארית.
- ב. מציגה את התוצאות של פעולות החיבור, החיסור, הכפל והחילוק בין שני המספרים כגרפים בהצגה פולארית וקרטזית.
- ג. מציגה את תוצאות הפעולות השונות על גבי מערכת צירים של המישור המרוכב.

4.3.3 אפנון AM / FM (לתלמידי התמחות מערכות אלקטרוניות ומחשבים)
כתיבת פונקציה המקבלת כארגומנטים את הפרמטרים הדרושים לאפנון (f_m, f_c, A_m, A_c) , מקדם אפנון וסוג האפנון (AM או FM).

4.3.4 כפלט מתקבל הגרף, המתאים כאשר בכותרתו מופיע הביטוי המתמטי הרלוונטי.
תגובה דינאמית של מערכת בקרה מסדר שני (לתלמידי התמחות מחשוב ובקרה)

כתיבת פונקציה המקבלת כארגומנטים את הפרמטרים של תגובת מערכת בקרה מסדר שני לאות מדרגה במבואה - תדר טבעי ω_n , ומקדם הריסון ζ הרלוונטי.

4.4 פתרון של רשת חשמלית ליניארית

כתיבת פונקציה לפתירת רשת חשמלית בשיטת זרמי החוגים או מתחי הצמתים, הרשת כוללת, לפחות, 4 חוגים (עבור פתרון בשיטת זרמי חוגים) או, לפחות 4 צמתים (עבור פתרון בשיטת מתחי צמתים).

הפתרון מבוצע באמצעות שיטת קרמר – הן בתכנה המתמטית והן בתוכנת הדמיה לשם השוואת הפתרונות המתקבלים בשתי השיטות.

4.5 עקום בודה, הגבר ומופע של מסנן מסדר ראשון, או של מסנן מסדר שני

4.5.1 כתיבת פונקציה שהקלט שלה הוא פונקציית תמסורת, של מסנן מסדר ראשון, או שני, בתלות בתדר. הפונקציה מחשבת ומציגה את גרף ההגבר של פונקציית התמסורת בתלות בתדר (ערך מוחלט), ואת זווית המופע של המסנן בתלות בתדר (ארגומנט). ציר התדר מוצג בסקלה לוגריתמית וציר ההגבר ב-dB.

רשות: מציאת הקטבים והאפסים של פונקציית התמסורת מתוך הגרף.
4.5.2 מימוש מעגל חשמלי המתאר את פונקציית התמסורת על-ידי מציאת ערכי רכיבי המסנן (סלילים, קבלים, נגדים). ביצוע הדמיה של המעגל והשוואת הפתרון המתקבל בהדמיה לפתרון המתקבל באמצעות התכנה המתמטית.

4.6 מערכות בקרה

הצגת מפת קטבים ואפסים של מערכת במישור S, הצגת התגובה למדרגת יחידה במישור הזמן.

רשות: סרטוט עקום Root – Locus – הקלט לפונקציה יהיה פולינומי המונה והמכנה של פונקצית התמסורת במישור S.

4.7 תקשורת ספרתית – דגימה ושמירה; כימוי וקידוד

כתיבת פונקציה שהקלט שלה הם שני אותות סינשוואידלים. הפונקציה תחשב את סכום האותות ותציג אותו. בהתאמה תציג הפונקציה את האות המתקבל במוצא ה-S&H. הפונקציה תבצע כימוי ל-16 רמות (או 32 רמות), כולל ערכים שליליים, בשיטת ה-קיצוץ, או העגלה ובהמשך קידוד האות לקו והצגתו הגרפית.

4.8 הצגת מערכת באמצעות תרשים גרפי בסביבת תכנת הדמיה מתמטית

(ניסוי כפול)

לצורך הכרת סביבת העבודה והצגת מערכת באמצעות תרשים גרפי, נדרש לבצע 2 מתוך 5 החלופות הבאות:

א. מתוך תורת הרשת:

בדיקת התגובה של רשת RC או RL (מסנן LP, או מסנן HP) ל-2 מתוך האותות הבאים: מדרגה, שיפוע (ramp), ריבועי, סינוס.

בכל אחד מהבדיקות יש להציג על המסך את אות המוצא ואת אות המבוא.

ב. מתוך תחום התקשורת הספרתית:

מימוש והדגמה של 2 שיטות מפתוח מתקדמות, כגון: M-PAM (M מציין את מספר רמות מפתוח), M-PSK, QPSK, QAM.

ג. מתוך תחום התקשורת התקבילית: הדגמת פעולת PLL (תכנון ובניית תרשים מלבנים ובדיקת תקינות המעגל).

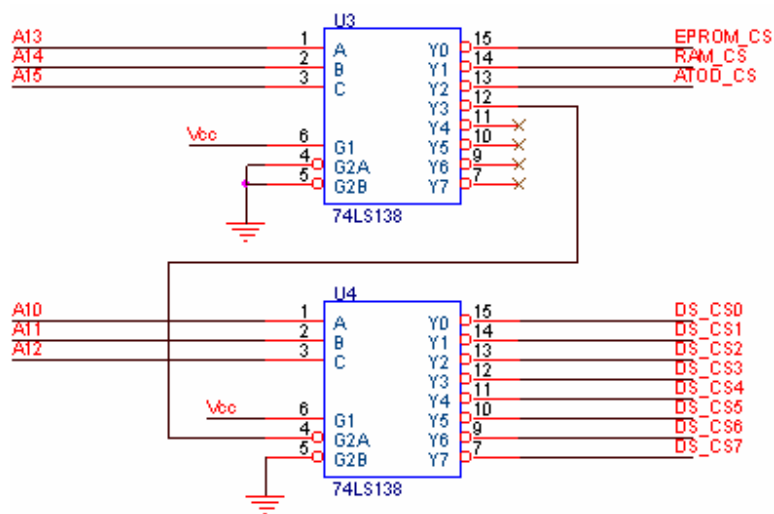
ד. מתוך תחום הבקרה:

1. בדיקת התגובה של מערכת בקרה בחוג סגור הכולל רכיב אחד מסדר שני בחוג הקדומני עבור כניסת אות מדרגה.

2. בדיקת התגובה של מערכת בקרה בחוג סגור הכוללת שני רכיבים מסדר ראשון בעלי פיגור זמן זהה המחברים בטור בחוג הקדומני עבור כניסת אות מדרגה.

דוגמאות פתורות להדגמת השימוש בערכת רכיב מתכנת

מעגל לפענוח כתובות

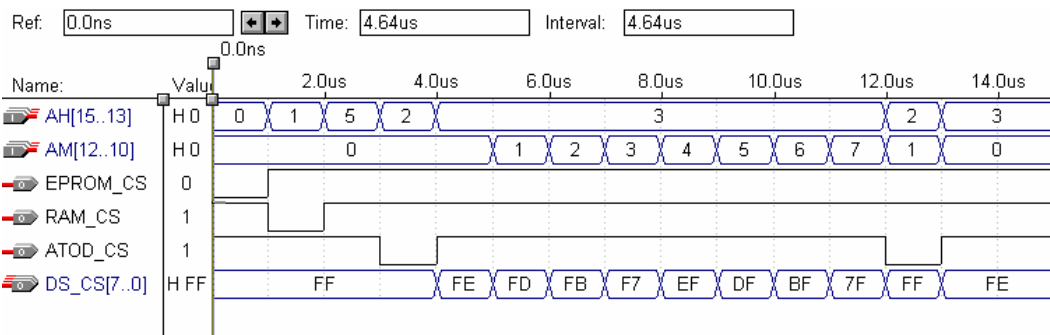
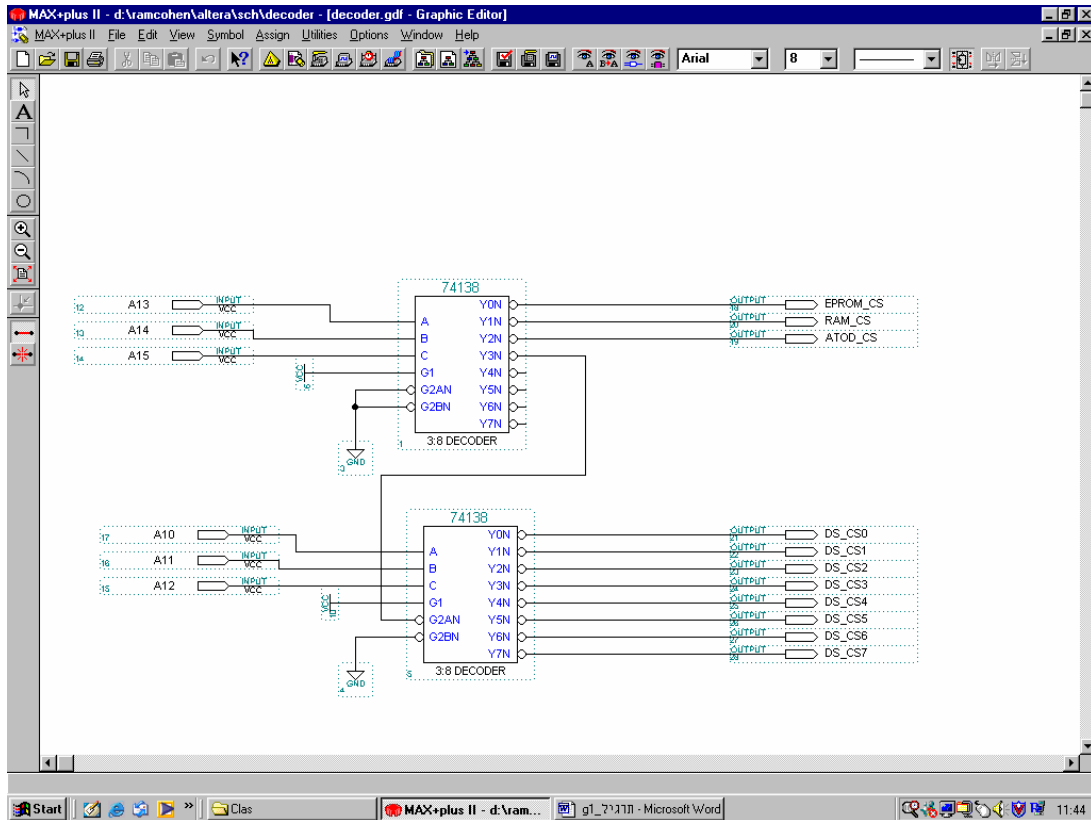


שלבי הניסוי

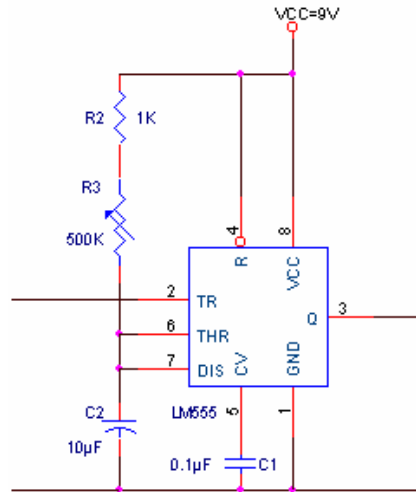
- סרטוט המעגל (קובץ gdf *).
- ביצוע הידור.
- ביצוע הדמיה.
- השוואת תוצאות ההדמיה לדרישות מהמעגל.

בדיקה שתוצאות הסימולציה מתאימים לדרישה.

פתרון: מימוש מעגל לפענוח כתובות



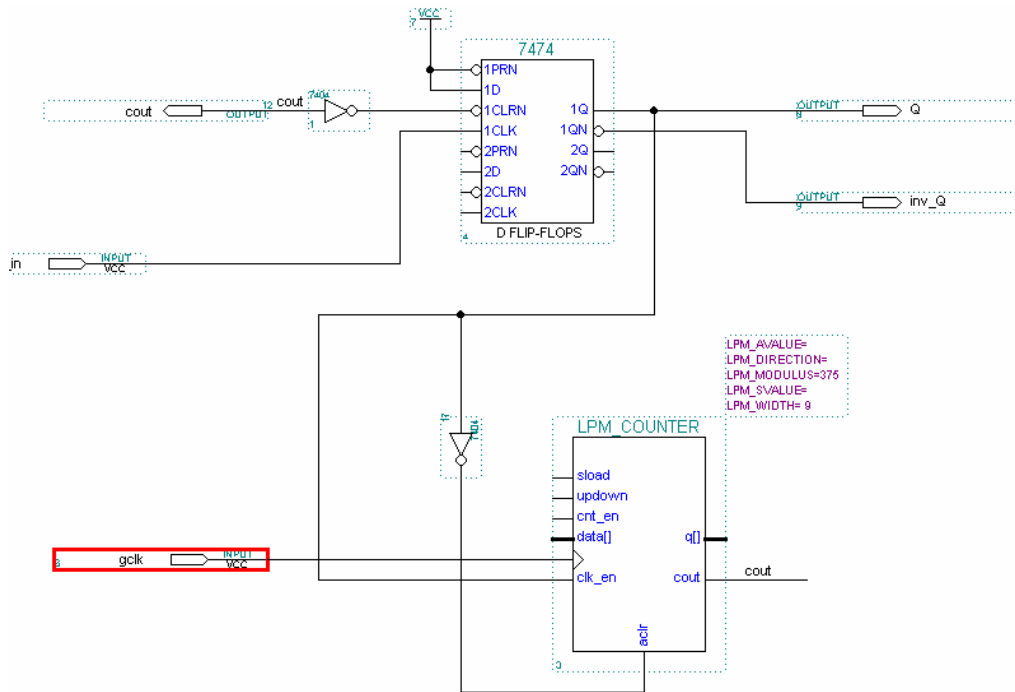
מעגל חד יציב (MONOSTABLE)



שלבי הניסוי

- שימוש במונה כרכיב ספריה PLM- Counter .
- הגדרת רוחב המונה.
- הגדרת טווח המניה (modulus).
- הקצאת ההדקים הנדרשים במונה Counter PLM.
- הגדרת המונה החדש כצלמית (Icon) בספריית הרכיבים לשם שימוש עתידי בו.

פתרון: מימוש מעגל חד יציב



- דופק המתקבל במבוא in של המונה גורם להגדלת ערך המוצא Q ב-1.
- ערך המנייה המרבי הוא 374 (תדר המנייה 375Hz).
- הדופק המתקבל במבוא, לאחר שהמונה הגיע לערך המרבי של המנייה, גורם לאיפוס המונה (משך של 1 שנייה).
- ההדק A_{clr} – reset פעיל בגבוה.
- ערך המוצא C_{out} – עולה ל-"1" בסיום המנייה, ויורד ל-"0" באות השעון (clock) הבא.

