

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

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים
התמחות מערכות מחשוב ובקרה

תכנית לימודים למקצוע

מערכות מחשוב ובקרה ורובוטיקה

סמל מקצוע 11.9211

כיתה י"ד

כסלו תשס"ז (דצמבר 2006)

מערכות מחשב בקרה ורובוטיקה – 168 שעות

כיתה י"ד

<u>מספר שעות</u>	<u>ראשי פרקים</u>
20	1. עקרונות ההפעלה של בקרי תהליך באמצעות מחשב
16	2. בקרת הספק בשיטת אפנון רוחב הדופק (PWM)
56	3. מערכות בקרה ממוחשבת בזמן אמת
16	4. מבוא לראייה ממוחשבת
60	5. עיבוד אותות ובקרה ספרתית
168	סך-הכול

1. עקרונות ההפעלה של בקרי תהליך באמצעות מחשב 20 שעות

- 1.1 כתיבת אלגוריתם (למשל, באמצעות תרשים זרימה) וכתיבת תכנית בשפה עילית להפעלת בקר דו-מצבי (ON-OFF).
- 1.2 כתיבת אלגוריתם (למשל, באמצעות תרשים זרימה) וכתיבת תכנית בשפה עילית להפעלת בקר יחסי (P).
- 1.3 כתיבת אלגוריתם (למשל, באמצעות תרשים זרימה) וכתיבת תכנית בשפה עילית להפעלת בקר אינטגרלי (I).
- 1.4 הכרת אלגוריתם (למשל, באמצעות תרשים זרימה) וכתיבת תכנית בשפה עילית להפעלת בקר דיפרנציאלי (D).
- 1.5 הכרת אלגוריתמים (למשל, באמצעות תרשים זרימה) וכתיבת תכניות בשפה עילית להפעלת בקרים משולבים מסוג יחסי-אינטגרלי (PI) ויחסי-אינטגרלי-דיפרנציאלי (PID).

2. בקרת הספק 16 שעות

- 2.1 בקרת הספק בשיטת אפנון רוחב הדופק (PWM)
 - 2.1.1 הכרת עקרון הפעולה של בקר הפועל בשיטת אפנון רוחב הדופק.
 - 2.1.2 כתיבת אלגוריתם (למשל, באמצעות תרשים זרימה) וכתיבת תכנית מחשב לשינוי הספק המתפתח בעומס בשיטת אפנון רוחב הדופק.
 - 2.1.3 הכרת מעגלים חשמליים הפועלים בשיטת אפנון רוחב הדופק, להפעלה ולבקרה של מנועים לזרם ישר, למשל, מעגלי H-BRIDGE המבוססים על רכיבים בדידים, או מעגלי H-BRIDGE מוכללים (לדוגמה L293).
- 2.2 בקרת הספק בשיטת בקרת זווית ההצתה
- 2.4 הכרת שיטת השליטה בזווית הצתה לבקרת הספק.
- 2.5 הכרת מעגלים אלקטרוניים לבקרת הספק בשיטת "חציית האפס".
- 2.6 כתיבת תכנית מחשב המזהה את זמן חציית האפס של מתח הרשת. הפלט של התכנית הוא אותות המתאימים ליצירת זווית הצתה רצויה.
- 2.7 הכרת וניתוח של מעגלי השקה (למשל, מצמד אופטי) המאפשרים את החיבור של מוצאי מחשב, או מוצאי מיקרובקר, לרכיבי מיתוג (כדוגמת טריאק) המבקרים מערכות הספק הפועלות במתח רשת.
- 2.8 הכרת אופן הפעולה של רכיבים מוכללים המשמשים לבקרת הספק של עומסים הפועלים במתח הרשת, הכרת רכיבים המאפשרים את חיבור העומס למתח הרשת למשך מספר מחזורים שלמים של המתח, או, לחילופין, למשך מספר שלם של חצי מחזורים.

- 3.1 מבוא למערכות זמן אמת
- 3.1.1 הצגת הבעיה של תיאום הזמנים במערכות בקרה מורכבות (הכוללות מספר תת-מערכות בקרה הפועלות במקביל). לדוגמה, בקרת תנועה של זרוע רובוטית, תהליך המחייב בקרה במקביל של כל מנועי הזרוע.
- 3.2 שיטות לניהול מערכות מרובות משימות בזמן אמת
- 3.2.1 ניהול של משימות ברמת שיעון: קביעת סדר עדיפויות למשימות השונות, ביצוע חלוקת זמנים בין המשימות באמצעות שיעון זמן אמת, ביצוע המשימות במרווחי זמן קבועים בצורה מחזורית.
- 3.2.2 ניהול משימות ברמת בסיס: ביצוע של משימות על-פי קורות אירועים פנימיים, או על-פי קורות אירועים חיצוניים (פסיקות). סדר ביצוע המשימות נקבע על-פי דרישת מצב המשימות (אירוע פנימי) או, על-פי עדיפויות הפסיקה (אירוע חיצוני).
- 3.2.3 הכרת שיטת "פיסות זמן" (Round-Robin) לטיפול במספר משימות המתבצעות במקביל במצב פעיל (runing).
- 3.2.4 הבנת אופן הארגון של הזיכרון/ מחסנית לשם טיפול יעיל במשימות.
- 3.3 הכרת המבנה ואופן הפעולה של רכיב מוכלל הממשש שיעון זמן אמת RTC (לדוגמה DS12887, או דומה) ואופן חיבורו למבואותיו של מיקרובקר ממשפחת 8051.
- 3.4 הצגת שיטות להרחבת מספר המבואות לפסיקה חיצונית למיקרו 8051.
- 3.5 הצגת אופן ההקמה של ערוץ תקשורת טורית בין מיקרובקר למחשב. כתיבת התכנית הנדרשות להפעלת המערכת למיקרובקר ולמחשב בשפת המיקרובקר ובשפת C.
- 3.6 כתיבת תכנית למיקרובקר, או למחשב, לניהול משימות, בזמן אמת, ברמת שיעון. לדוגמה, הפעלה של ארבע נורות בעת ובעונה אחת, כשכל אחת מהן דולקת בעוצמת אור שונה.
- 3.7 כתיבת תכנית למיקרובקר, או למחשב, המבקרת, בזמן אמת, את המהירות של שני מנועים לזרם ישר המסתובבים במהירויות שונות.
- 3.8 כתיבת תכנית למיקרובקר, או למחשב, לבקרת מצב, בזמן אמת, של שני מנועים לזרם ישר בעת ובעונה אחת.
- 3.9 תכנון המעגל הדרוש למימוש מערכת לבקרת מערכת רמזורים רב-צמתית (הגל הירוק) הכוללת, בין השאר, חיישני עומס תנועה, כתיבת תכנית מחשב, או תכנית למיקרובקר, להפעלת המערכת שתוכננה.

16 שעות

4. מבוא לראייה ממוחשבת

- 4.1 עקרון הפעולה והמבנה של מצלמת CCD (שחור/ לבן או צבע).
- 4.2 ספרור תמונה, דגימה וכימוי.
- 4.3 ראייה ממוחשבת ועיבוד תמונה.
 - 4.3.1 שיפור התמונה: סילוק הרעשים, שיפור הניגודיות, זיהוי של קווי קצה ותיקונים גאומטריים.
 - 4.3.2 קיטוע.
 - 4.3.3 הפקת מאפייניים: מאפייני בהירות, מאפייניים צורניים, רגישות המאפייניים לשינויים בתמונה.
 - 4.3.4 סיווג והתאמה של תבניות.
- 4.4 אופן ההתאמה של מערכות הצירים בין הרובוט למצלמה.
- 4.5 שימושי הראייה הממוחשבת במערכות רובוטיות: הנחיית הרובוט, בקרת איכות, זיהוי רכיבים וצורות, זיהוי קוד פסים.

60 שעות

5. עיבוד אותות ובקרה ספרתית

- 5.1 מבוא: תיאור של מערכת בקרה ספרתית באמצעות דיאגרמת מלבנים (למערכת בקרה ספרתית עם דגימות בדידות בזמן).
- 5.2 הצגת עקרונות הבקרה הספרתית.
- 5.3 הצגת שיטות להמרת פונקציות רציפות לסכום של טור אלגברי.
- 5.4 הצגה של התמרת Z, משפטי ההמרה.
- 5.5 הכרת שתי שיטות לפתרון של משוואות דיפרנציאליות בדידות מסדר ראשון: שיטת פתרון בשלבים עוקבים (SEQUENTIAL PROCEDURE). שיטת פתרון באמצעות טורי חזקות (POWER SERIES)
- 5.6 הצגת ההתמרה ההפוכה להתמרת Z, פתרון של משוואה דיפרנציאלית בדידה בשיטת הקונולוציה הבדידה.
- 5.7 הכרת דיאגרמות הסימולציה ותרשימי הזרימה למשוואות דיפרנציאליות מסדר ראשון ומסדר שני.
- 5.8 הכרת הייצוג של מערכת באמצעות משתני מצב.
- 5.9 שימוש בפונקציה כוכבית, מציאת פונקציית הכוכבית של פונקציה נתונה במישור לפלס.
- 5.10 הצגה של תהליכי דגימה ואחזקה: אחזקה מסדר אפס (ZERO-ORDER HOLD).

- 5.11 הצגת תהליכי דגימה ואחזקה: אחזקה מסדר ראשון (FIRST-ORDER HOLD).
- 5.12 תיאור הקשר בין התמרת Z לפונקציית הכוכבית.
- 5.13 חישוב של תגובת מערכות מסדר ראשון ומסדר שני לאות מבוא מסוג מדרגה, באמצעות התמרת Z .
- 5.14 מציאה של פונקציית התמסורת Z מתוך פונקציית התמסורת S .

ספרות מומלצת

1. מערכות בקרה ואוטומציה, פרופסור פסן, הוצאת מכלול, הטכניון, חיפה (1990)
2. מערכות משוב ובקרה, סדרת שאום (1957)
3. בקרה לינארית, חלקים א', ב', ג', פרופסור פויאר, הוצאת מטח ובית-הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה (1980)
4. אלקטרוניקה תעשייתית, וילי רוזנבלום, הוצאת אורט (1982)
5. Linear Control System – Convention and Modern D'Azzo & Houpis, McGraw-Hill (1986)
6. Digital Control System, Philips & Nagle Prentice-Hall. (1984)
7. Real-Time Computer Control, Stuart Bennett Prentice Hall (1988)