



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

התמחות: **מכטרוניקה**

מקצוע: **בקרת תהליכים**

כיתה: **י"ג**

גרסה מעודכנת תשע"א 2011

בקרת תהליכים

שעות לימוד: טכנאי 144 שעות
טרימסטרים: א, ב
מבחן חיצוני: מערכות מכטרוניות ט (710921)

א. מבוא

מערכות אוטומטיות מהוות מרכיב חיוני בייעול המתמיד של מכונות ותהליכים פיסיקליים המשפיעים על שגרת החיים של בני האדם. המקצוע בקרת תהלים מציג לסטודנטים בעיות בסיסיות הקשורות לוויסות ולבקרה של תהליכים פיסיקליים המוכרים להם מסביבתם הקרובה, ודרך מובנית לחקירתן ולפתרוןן.

ב. מטרות

- הכרת מושגי היסוד הקשורים למערכות בקרת תהליכים.
- הבנת העקרונות הבסיסיים שעל פיהם פועלות מערכות לבקרת תהליכים.
- הכרה ויישום של שיטות מתמטיות הנדרשות במערכות בקרת תהליכים.
- הכרה ויישום של שיטות לניתוח ביצועים של מערכות בקרת תהליכים.

ג. דרכי הוראה

1. מומלץ במידת האפשר להדגים את העקרונות הפיזיקליים במעבדה.
2. יש להמחיש את תגובתן של מערכות בקרה באמצעות גרפים במישור הזמן.
3. תכנית הלימודים נכתבה בפרקי זמן המתאימים לשבוע הוראה אחד לפי מספר שעות ההוראה השבועיות שבתכנית.

ד. פירוט התכנים (הנושאים)

שעות	נושאי הלימוד
	1 מבוא למערכות בקרה ודיאגרמות מלבנים (48 שעות)
6	1.1 מושגי יסוד: מערכת, מערכת בקרה, אילוף, תגובה, מערכת בקרה בחוג סגור, מערכת בקרה בחוג פתוח
6	1.2 סימונים מוסכמים בדיאגרמת מלבנים: מלבן, חץ, נקודת צומת, נקודת סיכום
6	1.3 תיאור מערכות בקרה הפועלות בחוג סגור ובחוג פתוח באמצעות דיאגרמות מלבנים
6	1.4 כללי הצמצום של דיאגרמת מלבנים: חיבור מלבנים בטור ובמקביל
6	1.5 כללי הצמצום של דיאגרמת מלבנים: הזזת נקודת צומת לפני מלבן, הזזת נקודת צומת אחרי מלבן
6	1.6 כללי הצמצום של דיאגרמת מלבנים: ביטול חוג משוב – חוג סגור עם משוב שלילי
6	1.7 שיטת ההצבה
6	1.8 עקרון הסופרפוזיציה למערכת מרובת כניסות (רשות)
	2 פיגור מסדר ראשון (36 שעות)
6	2.1 הגבר וקבוע הזמן כמאפיינים של פיגור מסדר ראשון
6	2.2 נוסחת תגובת פיגור מסדר ראשון לאילוף מדרגה בזמן. תיאור גרפי של התגובה
6	2.3 מערכת לבקרת מפלס . תגובת מפלס וספיקה יוצאת לאילוף בספיקה נכנסת
6	2.4 מערכת לבקרת טמפרטורה ללא זרימה. תגובת טמפרטורה פנימית לשינוי בהספק החום ובטמפרטורת הסביבה
6	2.5 מערכת לבקרת לחץ . תגובת לחץ במכל לשינוי בלחץ הכניסה
6	2.6 מערכת לבקרת ריכוז . תגובת ריכוז לשינוי בספיקה הנכנסת ובריכוז הנזל הנכנס
	3 מבוא להתמרות לפלס (12 שעות)
6	3.1 התמרת לפלס של פיגור מסדר ראשון התמרת לפלס של אילוף מדרגה התמרת לפלס של תגובת סדר ראשון לאילוף מדרגה

שעות	נושאי הלימוד
6	3.2 משפט הערך הסופי משפט הערך ההתחלתי
	4 מערכות פיגור מסדר שני (24 שעות)
6	4.1 מאפייני פיגור מסדר שני: הגבר סטטי, מקדם ריסון, תדר טבעי
6	4.2 מערכת המורכבת משני פיגורים מסדר ראשון בטור ניתוח כמותי במישור לפלס ניתוח איכותי במישור הזמן
6	4.3 מערכת מסה קפיץ מרסן. תגובת תזוזה לאילוך בהפעלת כוח
6	4.4 מערכת קבל נגד סליל. תגובת מתח על פני כל אחד מן הרכיבים לאילוך במתח המבוא
	5 תגובות מערכות מסדר ראשון ושני עם בקר יחסי (24 שעות)
6	5.1 ניתוח תגובת פיגור מסדר ראשון לאילוך מדרגה בערך רצוי
6	5.2 ניתוח תגובת פיגור מסדר ראשון לאילוך מדרגה בעומס
6	5.3 ניתוח תגובת פיגור מסדר שני לאילוך בערך רצוי
6	5.4 ניתוח תגובת פיגור מסדר שני לאילוך בעומס
144	סה"כ שעות בכיתה י"ג

ה. רשימת מושגים ומילות מפתח

1. מערכת בקרה
2. חוג פתוח
3. חוג סגור
4. מודל מתמטי של מערכת
5. אילוך
6. תגובה בזמן
7. התמרות לפלס
8. משפט ערך סופי, ערך התחלתי
9. דיאגרמת מלבנים
10. הגבר

11. כללי צמצום
12. פיגור מסדר ראשון
13. קבוע זמן
14. פיגור מסדר שני
15. מקדם ריסון
16. תדר תנודות

1. ספרות עזר – ביבליוגרפיה

1. בהיר זאב, **מבוא לבקרה**, הוצאת "מערכות הספק".
2. בהיר זאב ולוי אבי, **בקרת תהליכים**, הוצאת אורט.
3. פויאר אריה, **בקרה לינארית**, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
4. קופייקיס מיכאל, **מערכות בקרה דוגמאות ותרגילים**, הוצאת אורט. ספר מומלץ.