



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

בניית מכונות

התמחות:

**חשמל אלקטרוניקה
ובקרה**

מקצוע:

י"ד

כיתה:

תשע"א 2011

חשמל אלקטרוניקה ובקרה

שעות לימוד: טכנאי 84 שעות
הנדסאי 204 שעות

טרימסטרים: א, ב, ג*, ד, ה

דרישות קדם: אין

מבחן חיצוני: אין

א. מבוא

- תכנית זו היא המשך תכנית הלימודים שנלמדה בכיתה י"ג.
- החלק הראשון הדן במבוא לבקרה יילמד בטרימסטר ג* בהיקף של 2 ש"ש.
- החלק השני יילמד בטרימסטרים ד ו-ה בהיקף של 4 ש"ש.
- במסגרת החלק הזה של הקורס יכירו הסטודנטים מונחים מתחומי הבקרה תוך שימת לב לראייה של המערכת ורכיביה. הנושאים הנדונים הם:
 - מבוא לבקרה
 - בקרים תעשייתיים
 - תגובה דינמית של מערכות בקרה
 - מערכת בקרה מקרה דוגמה
 - מערכות בקרה מבוקרת מחשב
- יש להקפיד על מתן דוגמאות רלוונטיות לחומר הנלמד בקורס זה מתחום מכונות העיבוד הממוחשבות שהן דוגמה למערכות הכוללות בתוכן מערכות חשמל, אלקטרוניקה ובקרה מורכבות.

ב. מטרות

1. הכרת מושגי יסוד בתחומי החשמל.
2. הכרת מושגי יסוד בתחומי האלקטרוניקה.
3. הכרת מושגי יסוד בתחום הבקרה.

ג. פירוט התכנים (הנושאים)

שעות	נושאי הלימוד
	סבוא לבקרה (24 שעות)
2	1 הכרת מושגי היסוד והגדרתם: מערכת תת מערכת מערכת בקרה
2	2 הגדרת משתנים במערכות בקרה: משתנה מבוקר משתנה מבקר הפרעה
2	3 תיאור מלבני של מערכת בעזרת מלבן קלט ופלט תיאור תהליך מבוקר כמלבן שאות המבוא שלו הוא המשתנה המבקר והמשתנה המבוקר הוא הפלט שלו
2	4 נקודת סיכום בדיאגרמות מלבנים. ייצוג הפרעה בעזרת נקודת סיכום
2	5 ניתוח סטטי של מערכת לבקרת מפלס עם הפרעה של ספיקה נוספת חישוב ההגבר ויחידותיו במקרים שונים
2	6 ניתוח סטטי של מערכת לבקרת טמפרטורה עם הפרעה בטמפרטורת סביבה חישוב ההגבר ויחידותיו במקרים שונים
2	7 ניתוח סטטי של מערכת לבקרת ריכוז עם הפרעה בספיקה הנכנסת חישוב ההגבר ויחידותיו במקרים שונים
2	8 מערכת בקרה בחוג פתוח. מאפייני המערכת, יישומים אופייניים וניתוח תגובת מערכות בקרה בחוג פתוח להפרעות
2	9 חישוב הגבר סטטי של מערכת בקרה בחוג פתוח
2	10 מערכות בקרה בחוג סגור, מאפייני המערכת, יישומים אופייניים וניתוח תגובת מערכות בקרה בחוג סגור לאילוץ בערך רצוי ובהפרעות
2	11 חישוב ההגבר הסטטי של מערכת בקרה בחוג סגור
2	12 חישוב ההגבר הסטטי של מערכת בקרה בחוג סגור

שעות	נושאי הלימוד
בקרים תעשייתיים למערכות בקרה (24 שעות)	
4	13 חזרה על חומר מסמסטר ג* (ראה פירוט)
4	14 בקר מסוג on-off. עקרון הפעולה של הבקר ושימושים אופייניים נוסחת הבקרה ומשמעותה
4	15 בקר מסוג P. עקרון הפעולה של הבקר ושימושים אופייניים נוסחת הבקר ומשמעותה שגיאה במצב מתמיד
4	16 בקר מסוג PI. עקרון הפעולה של הבקר ושימושים אופייניים דיון בשאלה מהו אינטגרל כיצד אינטגרל מסייע לפתרון בעיית שגיאה במצב מתמיד
4	17 בקר מסוג PID עקרון הפעולה של הבקר ושימושים אופייניים דיון בשאלה מהי נגזרת כיצד נגזרת מסייעת לבקר לחזות שגיאות ולספק תיקון מקדים
4	18 היזון קדמי
תגובה דינמית של מערכות בקרה (20 שעות)	
4	19 נוסחת פיגור מסדר ראשון במישור הזמן בלבד הצגת הנוסחה ומאפייניה שימוש בנוסחה למציאת הגבר סטטי, קבוע הזמן, וכן של תגובה בזמן נתון
4	20 תיאור גרפי של תגובת פיגור מסדר ראשון הוצאת נתונים מגרף ובניית גרף על פי הנתונים
4	21 תיאור אופייני של תגובות דינמיות של תהליכים מסדר שני מאפייני המערכת, הגבר, תדר תנודות ומנת ריסון
4	22 תיאור אופייני של תגובות דינמיות של תהליכים מסדר שני תיאור לאילוץ מדרגה יש להסתפק בתיאור גרפי ואיכותי ואין צורך להשתמש בהתמרות לפלס
4	23 השפעת הבקר על יציבות המערכת המבוקרת דוגמאות לצורך מציאת שביל הביניים לכל תהליך בהתאם לצרכים

שעות	נושאי הלימוד
מערכת בקרה מקרה דוגמה case study (24 שעות)	
4	24 תיאור מלבני של מערכת לבקרת מפלס בחוג סגור תיאור רכיבי המערכת וההשפעה ההדדית שיש לכל רכיב על רכיבים אחרים ועל עצמו (ומכאן חוג סגור)
4	25 עקרונות של תורת המדידה – חיישן כמערכת הגדרת המונחים: דיוק, כושר הבחנה, חזרתיות וחשל (היסטרזיס)
4	26 חיישן מפלס עקרון פעולה של ארבעה חיישני מפלס שונים דיון במפרט של חיישן ובמאפייניו השוואה בין ארבעת החיישנים והסבר הסיבות להבדלים
4	27 שסתום ומערכות ויסות הצורך בהגברת הספק של בקר כדי לשלוט בספיקת חומר או אנרגיה דוגמאות מתחומים שונים
4	28 שסתום המערכת עקרון פעולה של שלושה שסתומים שונים לבקרת ספיקת מים הדגש של הדומה והשונה בין השסתומים
4	29 בקר המערכת – השפעת בחירת הבקר על תגובת המערכת (במידת האפשר להדגים בעזרת תוכנת סימולציה או דגם מעבדתי)
מערכות בקרה מבוקרות מחשב (16 שעות)	
4	30 מבנה מערכת מבוקרת מחשב. מבוא לבקרה ספרתית
4	31 שימוש במתמרים A/D ו D/A להמרת אותות בין הסביבה האנלוגית לבקר הספרתית
4	32 שימוש הגבר וכושר הבחנה של מתמרי A/D ו D/A כתלות במספר הסיביות
4	33 אלגוריתמי בקרה מיוחדים: בקרה חוזה, בקרה רובסטית, בקרה לומדת, בקרה מסתגלת. דוגמאות בלבד
4	34 סיכום ותרגול
4	35 סיכום ותרגול
4	36 סיכום ותרגול

ד. דרכי הוראה

1. בזמן הוראת המקצוע יש להדגיש את חשיבות השליטה בשפה (ולא בהכרח בידע).
2. יש להציג דוגמאות רבות ככל האפשר של יישומי עקרונות מערכות הבקרה בזמן הלימוד. יש להראות ולהדגים את רלוונטיות הנושאים הנלמדים לתחום העיסוק ולחיים בכלל.

ה. רשימת מושגים ומילות מפתח

1. מערכת, תת מערכת, מערכת בקרה
2. משתנה, משתנה מבוקר, משתנה מבקר, הפרעה לתהליך
3. דיאגרמת מלבנים, קלט, פלט, נקודת סיכום
4. הגבר סטטי של מערכת בקרה בחוג פתוח
5. הגבר סטטי של מערכת בקרה בחוג סגור
6. בקרים מסוג on-off, בקרי PID בתצורות שונות
7. היזון קדמי
8. חיישנים. דיוק, כושר הבחנה, חזרתיות וחשל
9. שסתומים ומפעילים
10. מתמר A/D ו-D/A
11. בקרה חוזה, בקרה רובסטית, בקרה לומדת ובקרה מתסגלת

ו. ספרי לימוד מומלצים

1. **מערכות בקרה דוגמאות ותרגילים.** מיכאל קופייקיס, הוצאת אורט.
2. **בקרת תהליכים.** בהיר זאב לוי עמי, הוצאת אורט.