

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

תורת הבקרה ומערכות מחשוב ובקרה

סמל מקצוע 11.9202

כיתה י"ג

טבת תשס"ז (ינואר 2007)

תכנית הלימודים במקצוע

תורת הבקרה ומערכות מיחשוב ובקרה – 120 שעות

כיתה י"ג

<u>מס' שעות</u>	<u>ראשי פרקים</u>
9	1. מדידות וחיישנים
36	2. תורת הבקרה
39	3. בקרים
36	4. מערכות בקרה ממוחשבות
סה"כ 120 שעות	

- 1. מדידות וחיישנים 9 ש'**
- 1.1 מאפיינים של מכשירי מדידה והמרה: לינאריות, רגישות, שגיאה יחסית ושגיאה מוחלטת, כושר הבחנה (רזולוציה).
- 1.2 חיישנים המבוססים על עקרון של התנגדות משתנה: RTD, טרמיסטור ומד-מעוות. שילובם של החיישנים בגשר ווינסטון לשם ביצוע מדידה הפרשית לשיפור הרגישות. חישוב נגדי הגשר הדרושים לקבלת לינאריות טובה / רגישות טובה. כיוון האפס, וכיוון תחום המדידה (SPAN). שיטות לקיזוז השפעת תנאי הסביבה על התנגדות המוליכים המחוברים בין הגשר לחיישן.
- 1.3 מתמרים המבוססים על עקרון משדר-מקלט אינפרה אדום (IR): מקודד אופטי, טכומטר אופטי, חישוב התנגדות הנגד המחובר למשדר ולמקלט.
- 2. תורת הבקרה 36 ש'**
- 2.1 הצגת פתרונות של משוואות דיפרנציאליות מסדר ראשון ומסדר, שני בעזרת התמרת לפלס.
- 2.2 הצגת פונקציית התמסורת של מערכת במישור לפלס (מישור S).
- 2.2.1 תיאור מתמטי וגרפי של תגובה בזמן של מערכת לאות מבוא מסוג מדרגה: עבור מערכת מסדר ראשון.
- 2.2.2 עבור מערכת מסדר שני (בתלות במקדם הריסון).
- 2.3 תיאור, באמצעות תרשים מלבנים, בתלות במשתנה S, של מערכות בקרה. פישוט תרשימי מלבנים של מערכות בקרה עם מבוא אחד ומוצא אחד.
- 2.4 הגדרת מושג יציבות במערכות בקרה. הצגת קריטריון ראוט (ROUTH) לבדיקת יציבות.
- 2.5 חישוב תגובת המצב המתמיד של מערכות בקרה, מסדר ראשון ומסדר שני לחיבור אותות מבוא מסוג: הלם, מדרגה, שיפוע. חישוב השגיאה הנוצרת במערכת.
- 2.6 הצגת השפעת ההגבר על: השגיאה, זמן התגובה, יציבות המערכת.
- 3. בקרים 39 ש'**
- 3.1 **בקר מסוג P:** הצגת משוואת הבקר, מעגל למימוש אלקטרוני של הבקר, חישוב תפוקת הבקר, חישוב השגיאה, חישוב התחום היחסי, באחוזים. בדיקת השפעת שינוי ההגבר על ביצועי הבקר, הצגת שגיאת ההיסט (OFFSET).
- 3.2 **בקר מסוג I:** הצגת משוואת הבקר, מעגל למימוש אלקטרוני של הבקר, הצגת אופן שילובו של בקר מסוג I עם בקר מסוג P לשם ביטול השגיאה הנוצרת במצב המתמיד. הצגה גרפית של תפוקת הבקר עבור אות מבוא מסוג מדרגה. זמן החזרה. הצגת משוואת הבקר במישור לפלס וחישוב השגיאה הנוצרת במצב המתמיד עבור אות מבוא מסוג מדרגה, ואות מבוא מסוג שיפוע.

- 3.3 **בקר מסוג D:** הצגת משוואת הבקר, מעגל למימוש אלקטרוני, הצגה גרפית של תפוקת הבקר עבור אות מבוא מסוג מדרגה ואות מבוא מסוג שיפוע, השפעת מאפייני בקר **PID** על מהירות התגובה של מערכת הבקרה, ועל יציבות המערכת.
- 3.4 שיטת זיגלר ניקולס (Zigler Nichols) לכיוון פרמטרי הבקר **PID**.

- 4. מערכות בקרה ממוחשבות** **36 ש'**
- 4.1 הצורך בממירים במערכת בקרה ממוחשבת. ממירים מאות תקבילי לאות ספרתי (A/D). תיאור של ממיר מאות תקבילי לאות ספרתי בשיטת הקרוב המדורג (SUCCESSIVE APPROXIMATION). הצגה של המרת מתח לתדר (V-F). המרה של אות ספרתי לאות תקבילי (D/A), הצגה של ממיר מאות ספרתי לתקבילי בשיטת R-2R.
- 4.2 הצגת השיקולים לבחירת ממיר A/D בהתאם לדרישות מהמערכת: מספר סיביות, זמן המרה, קצב הדגימות, דיוק קבועי הזמן, השפעת אורך המילה הסופי הדרוש עבור ביצוע פעולות: חיבור, חיסור, כפל, חילוק - על דיוק הביצוע.
- 4.3 סרטוט של תרשים זרימה לשם הצגת תהליך של בקרה ממוחשבת דו-מצבית, ובקרה ממוחשבת יחסית.
- מימוש מעגלי בקרת הספק למתח הרשת באמצעות צמד אופטי (MOC) המחובר בין מחשב לטריאק.

ספרות מומלצת

1. **מערכות בקרה ואוטומציה**, פרופ' ד. פסן, הוצאת מכלול (טכניון חיפה).
2. **מערכות משוב ובקרה**, סדרת שאום.
3. **בקרה לינארית**, חלקים א', ב', ג', פרופ' א. פויאר, הוצאת האוניברסיטה הפתוחה.
4. **אלקטרוניקה תעשייתית**, ו. רוזנבלום, הוצאת אורט.
5. **Linear Control System – Convention and Modern**, D'Azzo & Houpis, McGraw-Hill
6. **מבוא לבקרה**, ז. בהיר, הוצאת מערכות הספק.
7. **מערכות בקרה**, ר. יהל ו-ז. בהיר הוצאת או"פ-מטח (2006).