

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

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

התמחות

מערכות אלקטרוניות

תכנית הלימודים בחלופה

מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה

מעודכן ל-
2026

תוכן עניינים

3	מבוא לתוכנית הלימודים.....
3	חלוקת שעות.....
3	רציונל לחלופה מערכות בקרה ממוחשבות ורובטיקה.....
5	חלוקת שעות לפי פרקים.....
	תוכנית לימודים בחלופה מערכות בקרה ממוחשבות ורובטיקה - כיתה יא' ו-יב' - לימודים
5	עיוניים.....
5	פרק 1: מערכות בקרה.....
5	1.1 מבוא למערכות בקרה קלאסית.....
5	1.2 חיישנים במערכות בקרה.....
5	1.3 מפעילים ומעגלי וויסות.....
6	1.4 סוגי בקרה.....
6	פרק 2: מערכות בקרה ממוחשבות.....
6	2.1 הממשק בין המחשב והעולם החיצוני.....
6	2.2 עקרונות שיטות בקרה.....
7	2.3 מימוש אלגוריתם בקרה (נושאים מתקדמים).....
8	פרק 3: רובטיקה.....
8	3.1 מערכות רובטיות.....
8	3.2 חיישנים ברובטיקה.....
9	3.3 מנועים חשמליים.....
9	3.4 דוגמאות למערכות בקרה רובטיות.....
10	פרק 4: התנסות.....

מבוא לתוכנית הלימודים

חלוקת שעות

חלוקת השעות ללימודי ההתמחות בחלופה מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה בכיתות י"א ו- י"ב נתונה בטבלה להלן:

מקצוע הבחינה	שם מקצוע	י"א		י"ב		סה"כ
		ע	ה	ע	ה	כללי
מערכות אלקטרוניות (11.40)	חלופה במערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה	2	1	2	1	6

הערה: ש"ש אחת מהווה 30 שעות שנתיות

רציונל לחלופה מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה

מטרות תוכנית הלימודים במקצוע מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה, הן:

1. לתת ראייה מקיפה ומשלימה על עולם האלקטרוניקה.
2. להביא לידי יישום נושאים שנלמדו בתוכנית הגרעין ובנושאים נוספים "רב תחומים", המכילים בתוכם פרקים במכניקה, בקרה, רובוטיקה אלקטרוניקה ותכנות.
3. להקנות לתלמיד את הידע והמיומנויות הדרושות בתחום, כך שיהיה מסוגל בסוף תהליך הלמידה לממש פרויקט גמר.

התוכנית שמה דגש סביב שני נושאים מרכזיים, בקרה ממוחשבת ועולם הרובוטיקה.

לא רק שנושאים אלה מענייניים ומאפשרים מגוון רחב של פרויקטים, הם גם חלק מרכזי מהעולם האמיתי המתהווה מולנו.

כיום התחומים שתופשים תאוצה רבה הם: רכבים אוטונומיים, בהם משולבים מערכות בקרה מתוחכמות, האינטרנט של הדברים - *IoT*, הכוללת מערכות חיישנים מתחומים שונים, מערכות בקרה לסוגיה ורובוטיקה המתקשרות ביניהן דרך הרשת ועוד.

התוכנית מקיפה מצד אחד את כל הנושאים העקרוניים בהתמחות. אך מאידך היא מאפשרת גמישות וחופש בחירה למורה באמצעים למימוש והמחשת הנושאים.

למורים יש חופש בחירה רחב לשימוש בסוגי חיישנים שונים אנאלוגיים או דיגיטליים, פרוטוקולים לתקשורת עם מודולים בשיטת: RS-232 , spi , i2c שהם בסיס לחיבור חיישנים לבקרים ומשם לרשת. בתחום הרובוטיקה התוכנית מאפשרת התנסות עם מגוון רחב של מפעילים כמו: מנועי DC, מנועי סרבו, מנועי צעד ומגוון חיישנים רלוונטיים לעולם הרובוטיקה.

בתכנית נכלל מרכיב התנסותי משמעותי, לפיו נדרשים התלמידים לבנות מוצר טכנולוגי בתחום הבקרה בסביבת מערכות משובצות מחשב.

בדרך זו בלמידה מבוססת פרויקטים, נטפח למידה משמעותית ונמשוך תלמידים רבים להמשך לימודים טכנולוגיים.

חלוקת שעות לפי פרקים

נושא	עיוני (שעות)	התנסותי (שעות)
פרק 1: מערכות בקרה	20	
פרק 2: מערכות בקרה ממוחשבות	50	
פרק 3: רובוטיקה	50	
סה"כ שעות:	120	60

תוכנית לימודים בחלופה מערכות בקרה ממוחשבות ורובוטיקה - כיתה יא' ו-יב' -
לימודים עיוניים

פרק 1: מערכות בקרה

1.1 מבוא למערכות בקרה קלאסית

נושא זה נלמד בתוכנית הלימודים בנושא במיקרובקרים – פרק 7: עקרונות במערכת בקרה ממוחשבת.

1.2 חיישנים במערכות בקרה

נושא	שעות
חיישנים למדידת טמפרטורה	3
1. חיישן דו מתכת,	
2. חיישן חום התנגדותי טרמיסטור	
3. חיישן טמפרטורה – lm35	
חיישנים למדידת אור	2
1. נגד רגיש לאור – LDR ,	
2. פוטו-טרנזיסטור	
סה"כ שעות:	5

1.3 מפעילים ומעגלי וויסות

נושא	שעות
בקרת הספק בשיטת PWM - מקור מתח DC	2

3	בקרת הספק עם רכיבי SCR ו- TRIAC - מקור מתח AC
5	סה"כ שעות:

1.4 סוגי בקרה

שעות	נושא
2	בקרה דו מצבית - תיאור ודוגמאות
2	בקרה רציפה – תיאור ודוגמאות
6	סוגי בקרה - P, PI, PID – תיאור עקרוני של המערכות ושמושן
10	סה"כ שעות:

פרק 2: מערכות בקרה ממוחשבות

2.1 הממשק בין המחשב והעולם החיצוני

שעות	נושא
2	תיאור מלבני של המערכת הכוללת רכיבי מדידה, רכיבי התמרה, רכיבי הגברה ורכיבי הפעלה.
2	המרת אותות מרכיבי מדידה כמו חיישנים אנלוגיים ופוטנציומטר באמצעות ממיר A/D
2	קריאת נתוני מדידה באמצעות תדר, רוחב פולס
2	קריאת נתוני מדידה באמצעות פרוטוקול תקשורת טורי- RS232, SPI, i2c
2	בקרה של רכיבי הפעלה דו מצבית באמצעות רכיבי מיתוג, כמו ממסר, טרנזיסטור
2	בקרה על רכיב הפעלה רציף באמצעות D/A
3	בקרה על רכיב הפעלה רציף באמצעות בקרת PWM
15	סה"כ שעות:

2.2 עקרונות שיטות בקרה

שעות	נושא
------	------

1	השוואה בין שיטות הבקרה והתאמתם ליישומים שונים
1	אלגוריתם בקרה דו מצבית עם תחום מת
2	אלגוריתם בקרה רציפה
2	אלגוריתם בקרת זווית הצתה
4	אלגוריתם בקרת PID
10	סה"כ שעות:

2.3: מימוש אלגוריתם בקרה (נושאים מתקדמים)

	נושא
	שעות
2	מימוש בתוכנה אלגוריתם בקרה דו מצבית עם תחום מת
3	מימוש בתוכנה אלגוריתם בקרה רציפה
10	מימוש אלגוריתם בתוכנה בקרת PID
10	בקרת PID לשליטה על מנוע DC באמצעות תוכנת MATLAB- SIMULINK
25	סה"כ שעות:

פרק 3: רובוטיקה

3.1 מערכות רובוטיות

שעות	נושא
2	מבוא ומושגים
2	סוגי רובוטים
6	מרכיבי הרובוט
	- מרכיבים מכניים- אבני בניין, צירים, גלגלים, תמסורות - מרכיבים חשמליים ואלקטרוניים- מנועים, בקר, חיישנים - תוכנה
10	סה"כ שעות:

3.2 חיישנים ברובוטיקה

הערה: המורה יבחר מתוך הרשימה 4 חיישנים, חיישן אחד יהיה חיישן אנאלוגי, חיישן נוסף בתקשורת I2C, חיישן בתקשורת SPI וחיישן נוסף בתגובת תדר/רוחב פולס מורה יוכל להוסיף לרשימה עוד חיישנים.

שעות	נושא
	- מפסק/חיישן גבול - חיישן מרחק אולטרסוניק - חיישן מרחק אופטי - חיישן פס - חיישן צבע - מתמרים פוטנציומטרים למדידת זווית - מקודד אופטי - חיישן אפקט HALL - מצפן דיגיטאלי - חיישן גיירו - חיישן תאוצה - חיישן זווית
20	סה"כ שעות:

3.3 מנועים חשמליים

שעות	נושא
2	מנוע DC – מבנה ועיקרון פעולה, בקרת מהירות על יד PWM
2	מנוע צעד – מבנה ועיקרון פעולה, בקרת צעדי המנוע
2	מנוע סרבו- מבנה ועיקרון פעולה, בקרת זווית המנוע
6	סה"כ שעות:

3.4 דוגמאות למערכות בקרה רובוטיות

הערה: המורה יבחר 3 דוגמאות מהרשימה, חלקן תאורטי כמו רחפן וחלקן מעשית

אפשר להוסיף עוד דוגמאות

שעות	נושא
	• בקרה על סיבוב מנוע באמצעות אינקודר. • רובוט עוקב אחרי פס – בקרה דו מצבית עם חיישן אחד, בקרה רציפה עם מספר חיישנים • רובוט עוקב אחרי קיר – בקרה דו מצבית, בקרה רציפה • עקיבה אחרי אובייקט • רובוט עוקב אחרי אור – חיישני אינפרה • גילוי עצם- חיישן מגע, חיישן אופטי, • רובוט נייח – זרוע (מפרקים, מערכת צירים ודרגות חופש) • שמירת איזון Segway – בקרה PID באמצעות חיישני זווית וגיירו • רחפן – עקרון בלבד של הבקרה
14	סה"כ שעות:

פרק 4: התנסות

רשימת ניסויים (המורה יבחר 4 ניסויים, אפשר להוסיף לרשימה)

1. בקרה טמפ' דו מצבית – קריאה מחיישן טמפ' LM35 והפעלת מאורר.
2. בקרה אור דו מצבית – קריאה מחיישן אור LDR והפעלת נורה או LED.
3. בקרה אור רציפה – קריאה מחיישן אור LDR והפעלת נורה באמצעות PWM
4. קריאת נתון מחיישן בכל אחד מהפרוטוקולים- i2c, spi, uart
5. קריאת נתון מחיישן מרחק אנלוגי (כמו GP) או דיגיטלי (אולטרסוניק למשל)
6. בקרת מנוע סרבו באמצעות גויסטיק או חיישן גמיש התנגדותי
7. בקרת על מנוע צעד

רשימת פרויקטונים (המורה יבחר 2 פרויקטונים, אפשר להוסיף לרשימה)

1. רובוט עוקב פס .
2. רובוט עוקב קיר.
3. רובוט עוקב אור .
4. בקרת מהירות מנוע DC באמצעות PWM וחיישן אינקודר.