

מגמת הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים

התמחות

מערכות אלקטרוניות

תכנית הלימודים

מיקרו בקרים

יולי 2026
גרסה 2.01

תוכן עניינים

3	חלוקת שעות.....
3	רציונל לחלופה במיקרו בקרים:.....
4	חלוקת שעות לפי פרקים.....
4	פרק 1: תכנות Embedded C (חזרה על תכנים מתוכנית הלימודים מהמקצוע המוביל).....
5	פרק 2: חומרת הבקר (חזרה על תכנים מתוכנית הלימודים מהמקצוע המוביל).....
5	פרק 3: תקשורת טורית תקן RS-232.....
6	פרק 4: פרוטוקול I^2C \ TWI (2-wire Serial Interface).....
6	פרק 5: פרוטוקול SPI (Serial Peripheral Interface).....
7	פרק 6: עבודה עם רכיבי חומרה ייחודיים לתחום ההתמחות.....
7	פרק 7: עקרונות במערכת בקרה ממוחשבת.....
7	7.1 מבוא למערכות בקרה קלאסית.....
8	7.2 תיאור מערכת בקרה ממוחשבת (המורה יבחר את סוג הבקר, החיישן ומעגל הוויסות)
9	פרק 8: עקרונות תכנון, ניהול והערכת פרויקטים בעידן ה-AI (30 שעות).....

מבוא לתוכנית הלימודים

חלוקת שעות

חלוקת השעות בלימודי ההתמחות בחלופה **מיקרו בקרים** בכיתות י"א ו- י"ב נתונה בטבלה להלן:

סה"כ	י"ב		י"א		שם מקצוע	מקצוע הבחינה
	ה	ע	ה	ע		
כללי					מיקרו בקרים	מערכות אלקטרוניות (11.40)
6		3		3		

הערה: ש"ש אחת מהווה 30 שעות שנתיות.

רציונל לחלופה במיקרו בקרים:

תכנית לימודים זו היא המשכה הישיר של תכנית הלימודים במקצוע **מבוא למערכות משובצות מחשב לכיתה י'** הנלמד במסגרת לימודי המקצוע המוביל.

התוכנית משותפת לחלופות השונות ותפקידה לתת את המענה תיאורטי ליישום עבודות הגמר ופרויקטי הגמר במסגרת לימודי ההתמחות.

תכנית לימוד במיקרו בקרים כוללת שעות עיוניות בלבד כמתן מענה תיאורטי לתרגול שיבצע הלומד במסגרת לימודי ההתנסות במעבדת הפרויקטים.

חלוקת שעות לפי פרקים

נושא	שעות
פרק 1: תכנות Embedded C (חזרה על תכנים מתוכנית הלימודים מהמקצוע המוביל)	10
פרק 2: חומרת הבקר (חזרה על תכנים מתוכנית הלימודים מהמקצוע המוביל)	20
פרק 3: תקשורת טורית תקן RS-232	15
פרק 4: פרוטוקול I ² C \ TWI (2-wire Serial Interface)	20
פרק 5: פרוטוקול SPI (Serial Peripheral Interface)	25
פרק 6: עבודה עם רכיבי חומרה ייחודיים לתחום ההתמחות	30
פרק 7: עקרונות במערכות רובוטיקה ובקרה	30
פרק 8: תיב"ם ותכנון פרויקטים	30
סה"כ שעות:	180

פרק 1: תכנות Embedded C (חזרה על תכנים מתוכנית הלימודים מהמקצוע המוביל)

נושא	שעות
מאפיינים ייחודיים בפיתוח תוכנה בסביבת Embedded C	2
התנסות בכתיבת הכוללות מבני בקרה וביצוע חוזר של פעולות	2
עבודה עם מערכים	2
עבודה עם פונקציות	2
שילוב פונקציות ומערכים בפיתוח תוכנה בסביבת Embedded C	2
סה"כ שעות:	10

פרק 2: חומרת הבקר (חזרה על תכנים מתוכנית הלימודים מהמקצוע המוביל)

נושא	שעות
ארכיטקטורת הבקר	3
כניסות ויציאות של הבקר (זרמי ומתחי כניסה ומוצא, סוגי מוצא)	4
הגדרת מאפייני ממיר A/D (רזולוציה, מתח יחוס, זמן המרה)	2
שליטה על Cycle-Duty בשיטת PWM	2
מונים וטיימרים – השהיות מדויקות, מדידת רוחב פולס, מדידת תדר	4
פסיקות	5
סה"כ שעות:	20

פרק 3: תקשורת טורית תקן RS-232

נושא	שעות
פרוטוקול התקשורת, צורת הסנכרון, מהירויות העברת מידע, מרחק השידור, יתרונות חסרונות. דוגמאות למימוש.	10
חיבור בין שני מחשבים \ בקרים בפרוטוקול זה.	5
סה"כ שעות:	15

פרק 4: פרוטוקול I²C \ TWI (2-wire Serial Interface)

נושא	שעות
פרוטוקול I ² C	10
מאפיינים כלליים, הכרת הפרוטוקול, קצב העבודה של הפרוטוקול פעולת התחלה העברת התשדורת, סיבית Acknowledge וסיבית סיום, הדק SDA ו- SCL -שליחת כתובת לרכיב, פעולת כתיבה ופעולת קריאה מרכיב ה-slave-	
התנסות פעילה בעבודה עם רכיב הפועל בפרוטוקול זה PCF8574 (או כל רכיב אחר)	5
התנסות פעילה בעבודה עם רכיב הפועל בפרוטוקול זה DS1307 (או כל רכיב אחר)	5
סה"כ שעות:	20

פרק 5: פרוטוקול SPI (Serial Peripheral Interface)

נושא	שעות
פרוטוקול SPI	10
רכיב MAX7219	5
מסך גרפי	5
מסך מגע	5
סה"כ שעות:	25

פרק 6: עבודה עם רכיבי חומרה ייחודיים לתחום ההתמחות

בכל חלופה יש לבחור רכיב אחד וללמד אותו במסגרת השעות המוקדשות לפרק זה.
לדוגמה:

- תקשורת בין מערכות אלקטרוניות - ללמד כרטיס תקשורת 445MHz ASK
- אלקטרואופטיקה - ללמד עבודה עם סיבים אופטיים (יחידת שידור ולקליטה)
- הנדסה ביו רפואית (אלקטרוניקה רפואית) - ללמד חיישן גלי מוח
- רובוטיקה - ללמד בקרה PID
- תקשורת מחשבים - ללמד כרטיס Ethernet Shield
- מערכות סלולריות - ללמד כרטיס GSM

נושא	שעות
רקע תיאורטי ועקרונות פיזיקליים של הרכיב	5
תכונות אלקטרוניות של הרכיב אופן חיבור למיקרו-בקר תוך כדי קריאת דפי נתונים רלוונטיים	5
שרטוט מערך החיבורים בין רכיב לבקר	5
כתיבת מחלקה/חקירת מחלקה המטפלת הפעלת הרכיב	5
כתיבת תוכנה המשלבת את המחלקה לתקשורת בין הרכיב לבקר	5
אינטגרציה בין הרכיב הנלמד לרכיב נוסף כמו צג, תצוגה, חיישן אחר..	5
סה"כ שעות:	30

פרק 7: עקרונות במערכת בקרה ממוחשבת

7.1 מבוא למערכות בקרה קלאסית

נושא	שעות
מושגי יסוד בבקרה, בקרה בחוג פתוח ובקרה בחוג סגור – משוב	3
תיאור מערכת בקרה בחוג סגור באמצעות תרשים מלבנים והאותות במערכות: אות רצוי, אות מצוי, הפרעות, מדידה והתמרה, השוואה ושגיאה.	4
דוגמאות למערכות בקרה טכנולוגיות	3
סה"כ שעות:	10

7.2 תיאור מערכת בקרה ממוחשבת (המורה יבחר את סוג הבקר, החיישן ומעגל הוויסות)

שעות	נושא
4	תיאור מערכת בקרה ממוחשבת הכוללת: מעבד, חיישן ומעגל וויסות.
4	בקרת טמפרטורה או אור דו מצבית – קריאת נתון מחיישן אנלוגי באמצעות A/D או חיישן דיגיטלי והפעלה דו מצבית של צרכן חום או אור.
4	בקרת אור או חום בשיטת PWM – קריאה מחיישן אנלוגי באמצעות A/D או חיישן דיגיטלי וויסות צרכן האור או הטמפרטורה באמצעות בקרת PWM.
4	בקרת מהירות מנוע DC בשיטת PWM - קריאת נתוני מהירות המנוע באמצעות אינקודר אופטי או מגנטי ושליטה על מהירות המנוע באמצעות בקרת PWM.
4	בקרת זווית- קריאת נתון מחיישן זווית ושליטה על מנוע סרבו או מנוע צעד.
20	סה"כ שעות:

פרק 8: עקרונות תכנון, ניהול והערכת פרויקטים בעידן ה-AI (30 שעות)

פרק זה הוא החלק המשותף לכלל ההתמחויות במגמה. מטרת הפרק הוא לתת ללומד את הבסיס המעשי למיומנויות אותם נדרש התלמיד להפגין במהלך העבודה על הפרויקטים במגמה.

למרות שפרק זה רשום כאחרון אין הכוונה ללמד אותו כסיכום היחידה אלא להגדיר במקום אחד את אוסף המיומנויות הנדרשות מהלומד תוך הקצאת משאבי הזמן לנדרשים לכך. מומלץ ללמד את הנושאים שבפרק זה בהתאם להתקדמות הלמידה סביב הפרויקטים.

נוכח כניסתם של כלי ה-AI, פיתוח פרויקטים הפך למהיר משמעותית. תפקידו של פרק זה אינו רק להקנות לתלמיד מיומנויות טכניות נלוות, אלא להוות שלד פדגוגי לפיתוח פרויקטים מבוססי בינה מלאכותית, תוך שימת דגש על שקיפות הנדסית, חשיבה ביקורתית, אימות תקינות והבנה עמוקה של הקוד והחומרה שנוצרו בסיוע מכונה. הלימוד של פרק זה יתבצע באופן ספירלי התואם את שלבי התקדמות הפרויקט המעשי בכיתה.

המטרה המרכזית של לימודי ההתמחות היא שהלומד יוביל את פרויקט הגמר בתחום ההתמחות שלו על כל שלביו.

- בחירת הרעיון (סיעור מוחות, איתור חלופות, סקר מה קיים בשוק, שיקולי מחיר וייצור)
- תכנון
- שירטוט
- בניה
- כתיבת קוד התוכנה
- הפעלה
- תיעוד התהליך בספר הפרויקט
- מצגת מקצועית ממוקדת ככלי להצגת הפרויקט

מכאן שמטרת הפרק היא ללמד את אוסף המיומנויות הנדרשות לעבודה על הפרויקט ולא לקחת אותם כתוצר נלווה ללמידת נושאי ההתמחות עצמם.

שעות	נושא
4	הנדסת פרומפטים (Prompt) וחקר חלופות מונחה AI - שימוש בכלי AI לשם סיעור מוחות, איתור חלופות וסקר שוק. - ניסוח שאילתות טכניות מוגדרות היטב לקבלת ארכיטקטורת מערכת אופטימלית מכלי AI. - השוואה בין סוגי רכיבים/טכנולוגיות בהתאם למפרט, בדיקת מאפיינים טכניים ומגבלות פיזיות בשילוב בדגם.
6	תכנון ארכיטקטורת הפרויקט: - פיתוח והמרת תיאור מילולי של פרויקט לתרשים מלבנים פונקציונלי המגדיר בבירור את כיווני זרימת המידע. - שרטוט מעגלים חשמליים מלאים. שימוש בכלי AI או תוכנה לשם אימות חיבורי חומרה ומניעת תקלות. - הבנה הנדסית וטכנולוגית של אופן חיבור הרכיבים לבקר (I2C, SPI, UART) תוך הצלבת הצעות ה-AI ישירות מול דפי הנתונים של הרכיבים.
6	פיתוח תוכנה מודולרית וביקורת קוד מבוססת AI: - כתיבת קוד מבוסס פונקציות ומחלקות ברורות. הפרדה מוחלטת בין שכבת החומרה (דרייברים) לשכבת הלוגיקה של הפרויקט. - קריאה וביקורת קוד (Code Review): פיתוח מיומנות ניתוח של קוד שנוצר על ידי AI. הלומדים ילמדו לבדוק את הקוד, ייעול צריכת זיכרון הבקר ולזהות קטעי קוד לא יעילים כגון שימוש לא נכון ב-Delay לעומת מונים וטיימרים. - שימוש בכלי AI לשם הוספת הערות לקוד (Documenting) - יצירת תוכניות בדיקה ממוקדות (Unit Testing) <u>לכל רכיב בנפרד</u>.
6	מתודולוגיית איתור תקלות (Debugging) במעבדה: - איתור תקלות שיטתי הכולל הבחנה ברורה בין תקלת תוכנה (Software bug) לתקלת חומרה חומרה (Hardware failure). <u>בנייה ובדיקה הדרגתית</u> של המערכת, מנגנון אחד בכל שלב תוך שימוש בתוכנות הדמיה ובדיקות חומרה במקביל.

- ביצוע מדידות מתח, זרם, ואותות תקשורת טורית באמצעות רב-מודד, משקף תנודות ונתח אותות לאימות תקינות חשמלית, תוך הסתמכות על השערות AI תיאורטיות.

4 תיעוד הנדסי, אתיקה טכנולוגית וניהול יומן עבודה משולב AI:

- כתיבת מפרט טכני כחלק מספר הפרויקט: ניסוח המבנה, אופן הפעולה וההיבטים ההנדסיים **לכל רכיב בנפרד**.
- כחלק מאתיקה ושקיפות בעידן ה-AI חלה חובת דיווח ותיעוד בפרק ייעודי בספר הפרויקט המפרט אילו חלקים בקוד ובחומרה פותחו עצמאית, אילו נעזרו ב-AI, ומה היו התיקונים המחשבתיים שהלומדים ביצעו בהצעות ה-AI.
- ניהול יומן עבודה הכולל ניהול שוטף ומדויק של פגישות העבודה, השינויים שנעשו לעומת התכנון המקורי ותיעוד תהליך פתרון התקלות.

4 פרזנטציה הנדסית והיערכות למבחן מסכם ושינויי קוד בזמן אמת:

- יצירת מצגת מקצועית וממוקדת: הכוללת כלי עזר גרפי להצגת הרעיון, הארכיטקטורה, תהליך הפיתוח והלקחים ההנדסיים.
- רפלקציה וסיכום לקחים המתעד יכולת לענות על שאלות חשיבה כגון: "אילו היית מתחיל מחדש, כיצד היית משפר את המערכת והקוד והאם היית מסתמך אחרת על כלי ה-AI?"
- תרגול סימולציות שבהן המנחה מציג ללומדים שינוי דרישות בקוד המערכת, והלומדים נדרשים להסביר בעל פה כיצד ישנו את הלוגיקה (חומרה/תוכנה) כדי לעמוד בדרישה החדשה.