

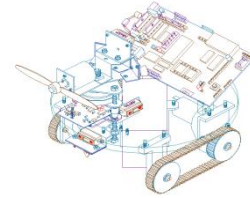
## תכנית לימודים

### במגמת הנדסת מכונות

## מקצוע מוביל: בקרת מערכות הנדסיות

## שנה"ל תשע"ד

עידכון: 04 יוני 2013



## תוכן העניינים

פריסה תלת שנתית של שעות הוראה שבועיות במקצוע בקרת מערכות הנדסיות שגיאה! הסימניה אינה מוגדרת.

מבוא	2
1. לוגיקה ספרתית לכיתה י'	4
2. מבוא למערכות מבוקרות לכיתה יא' ויב'	5
3. פרקי הנדסה ומדע	9
4. רובוטיקה ובקרים	12

## פריסה תלת שנתית של שעות הוראה שבועיות במקצוע בקרת מערכות הנדסיות

סה"כ		י"ב		י"א		י'		שם מקצוע	סמל המקצוע	מקצוע הבחינה	סוג המקצוע
ה	ע	ה	ע	ה	ע	ה	ע				
2	3	1	2	1	1			מבוא למערכות מבוקרות	32.001	32.00	מקצוע מוביל בקרת מערכות הנדסיות
1	2					1	2	לוגיקה ספרתית	32.002		
1	5		2		2	1	1	פרקי הנדסה ומדע	32.003		
3	4	1	2	1	2	1		רובוטיקה ובקרים	32.004		
7	14	2	6	2	4	3	3	סה"כ			
21		8		7		6		סה"כ לכיתה			
630 שעות – 21 ש"ש								סה"כ למקצוע המוביל			

### בחינות בגרות שאלונים וצירופי בחינות – 5 יח"ל מקנה בonus של 25%:

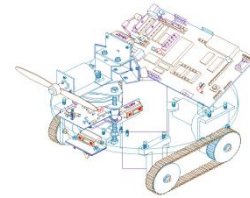
הערות	שם השאלון	יח"ל	סמל שאלון
יש לבצע את שני החלקים באותה שנה.	מבחן משולב	1	838102
משלים ל-3 יח"ל	פרויקט גמר	2	819266
משלים ל-5 יח"ל	שאלון בכתב	2	819203
מיועד לתלמידים מצטיינים במיוחד	עבודת גמר	5	819599

סמל השאלון הראשי הוא 819500 המקנה בonus מועדף של 25% בחישוב ציון הקבלה למוסדות להשכלה גבוהה. הדרך המומלצת והנפוצה ביותר לצבירת היא צירוף השאלונים הנ"ל:

מומלץ: 819500 - 5 יח"ל, מקנה בonus 25% בהרשמה ללימודים גבוהים.  
צירוף השאלונים המומלץ הוא:

כיתה י – 838102, 1 יח"ל, 50% בחינה בכתב ו- 50% בחינה בע"פ  
כיתה יא – 819266, 2 יח"ל, בחינת מעבדה הכוללת מרכיב 40% בכתב  
וכיתה יב – 819203, 2 יח"ל, בחינה בכתב

אפשרי: 819300 - 3 יח"ל  
צירוף השאלונים המומלץ הוא: 838102 ו- 819266.



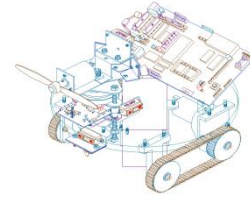
### מבוא:

מטרת המקצוע בקרת מערכות הנדסיות היא לחשוף לפני התלמיד את השיטות שמשתמשים בהן לגרום למכונות שונות לפעול על פי הדרישות. במהלך לימודיו, ירכוש התלמיד כלי חשיבה והבעה שיאפשרו לו להיטיב להבין את אופן פעולתן של מערכות הנדסיות מתוחכמות.

- תכנית לימודים זו מחליפה את קודמתה שנכתבה לפני יותר מעשור.
- התכנית החדשה משמרת את עקרונות היסוד שצוינו בתכנית שקדמה לזו, אך מדגישה את המהפכה שנגרמה בתחום בקרת המכונות עקב שילובן של מערכות מבוססות מחשב ומערכות אלקטרוניות.

### פריסת השעות הכוללת של הנושאים המרכזיים בבקרת מערכות הנדסיות

מס'	נושאים	ע'	ה'	הערות/ תכנים
1.	לוגיקה ספרתית	60	30	משתנה בינארי, פונקציות לוגיות ופישוטן,
2.	מבוא למערכות מבוקרות	90	60	מושגים, דיאגרמת מלבנים, תגובה סטטית של מערכות פיזיקליות, אלגוריתמים לבקרה (תיאורי).
3.	פרקי הנדסה ומדע	150	30	מבוא למערכות הנדסיות, תכונות חומרים סטטיקה ומבנים חומרים הנדסיים תכן הנדסי הכולל גם סרטוט וסיב"מ
4.	רובוטיקה ובקרים	90	90	רובוטיקה, בקרים, מפעילים (חשמליים, פנאומטיים, הידרוליים, מכאניים) וחיישנים.
	סה"כ	420	210	סה"כ - 630 שעות



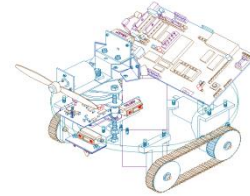
### תכני הלימוד

מקצוע "בקרה במכונות" עוסק במערכות הנדסיות ובשיטות בהן מבקרים את פעולתן. כדי להשיג מטרה זו יש צורך בלימוד הנושאים האלה:

1. **לוגיקה:** לוגיקה משמשת לכתיבת תכניות המבקרות מערכות רבות (בקרים מתוכנתים ומחשבים). במסגרת מקצוע זה מכיר התלמיד את שפת הלוגיקה ומיישם אותה במספר מערכות טכנולוגיות פשוטות.
2. **מבוא למערכות:** בפרק זה רוכש התלמיד את מומחי השפה הדרושים לתיאור מערכות מבוקרות. התלמיד מתנסה בבניית מודל פיסיקלי של מערכת ושילובו במערכת טכנולוגית.
3. **פרקי הנדסה ומדע: פיסיקה ומכניקה הנדסית כבסיס ידע להבנת מערכות.**
4. **רובוטיקה ובקרים:** בפרק זה לומד התלמיד להכיר את רכיבי הבקרה. החיישנים המעבירים מידע לבקר, הבקר והמפעילים המבצעים את פקודות הבקר.
5. **יישומים:** בפרק זה נחלקת אוכלוסיית הלומדים לשתיים:
  - 5.1 תלמידי התמחות מכטרוניקה לומדים במסגרת מעבדתית את תהליך התכן של מערכת משולבת;
  - 5.2 תלמידי התמחות תעופה, תרמודינמיקה טכנית ימית ומערכות ממוחשבות ברכב (אוטו-טק).

יש להדגיש שעל אף החלוקה לנושאים, בקרה במכונות היא חיבורם של כל הנושאים הללו לגוף דעת אחד בתודעת התלמיד. כדי להשיג מטרה זו מומלץ השימוש בכלים האלה:

- בניית תכנית הוראה בית ספרית תלת שנתית שתדגיש בכל נקודת זמן אפשרית את הקשר בין הנושאים השונים.
- להתאים את תכני הלימוד לעולם הלומד ולהתמחות (מכטרוניקה, תעופה, מכונאות ימית, אוטו-טק ועוד).

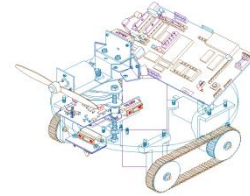


### 1. לוגיקה ספרתית לכיתה י'

לוגיקה היא כלי חשוב בבקרת מכונות. מכונות רבות מבוקרות של ידי מחשבים או בקרים מתוכנתים שתכנותם מבוסס על שימוש בתורת הלוגיקה. מטרת מקצוע זה היא להציג לתלמיד את עקרונות החשיבה הלוגית בהיבט הרחב ואת יישום הלוגיקה בתחומי הטכנולוגיה הן ככלי חשיבה והן ככלי ביצועי.

ה'	ע'	פירוט הנושאים
2	4	1.1 יסודות הלוגיקה: סקירה היסטורית, דיון בבעיה לוגית, הקשר בין לוגיקה וטכנולוגיה
2	4	1.2 משתנה לוגי: משתנה לוגי פשוט, פסוק לוגי
5	10	1.3 פעולות לוגיות יסודיות: < הכרת הפעולות and, or, not תוך שימוש בסמלים אלקטרוניים ומתמטיים < הכרת הפונקציה xor
3	6	1.4 יישום פעולות לוגיות בסיסיות בעזרת מערכת מתגים < חיבור טורי, חיבור מקבילי < מגע רגיל פתוח ומגע רגיל סגור
3	6	1.5 יישום פעולות לוגיות בסיסיות בעזרת שסתומי 3/2 < הבדל בין מיתוג פנימטי וחשמלי < חיבור טורי וחיבור מקבילי < שער not בעזרת שסתום 3/2 < מימוש פונקציות לוגיות בעזרת שסתומים לוגיים
3	6	1.6 ייצוג מערכת של מספר משתנים לוגיים בעזרת טבלת אמת < כיצד בונים טבלת אמת לארבע משתנים < חילוץ פונקציה קנונית מטבלת אמת
4	8	1.7 הצגת כללי הפישוט של אלגברה בוליאנית < הצגת כללים בלי הוכחה < חוקי דה-מורגן יש ללמד נושא זה באופן עקרוני בלבד!
5	10	1.8 פישוט בעזרת מפת קרנו לשלושה ולארבעה משתנים < הצבת טבלת האמת במפה וכללי צמצום < מקרים מיוחדים במפה ודגש על צמצום מקסימלי של הפונקציה < הרחבת פונקציה במפת קרנו < שימוש ב don't care
3	6	1.9 שימוש במערכות שלמות בעזרת שער לוגי אחד < יישום בעזרת שערי nand ו nor
30	60	סה"כ

ספר הלימוד המומלץ להוראת פרק לוגיקה הוא:  
 בקרה במכונות, חלק א - לוגיקה, מאת עודד רייכספלד ודני קלוס הוצאת אורט 2005



## 2. מבוא למערכות מבוקרות לכיתה יא' ויב'

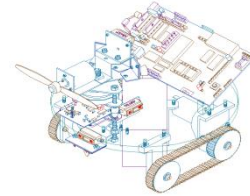
תכנית זו מחולקת לשלושה פרקים:

1. **מבוא לבקרה המציג לפני התלמיד את שפת המערכות המבוקרות**, ייצוג מערכות בקרה בדיאגרמות מלבנים, היכרות עם חיישנים ושיטות בקרה שונות.
2. **היבטים פיזיקליים ומתמטיים בבקרת תהליכים**. בפרק זה לומד התלמיד שכדי לבקר תהליך יש לאפיין אותו מבחינה פיזיקלית מתמטית לצורך חיזוי של תגובת התהליך במצבים שונים.
3. **בקרת תהליכים ממוחשבת**. פרק זה ממחיש שכדי לשלוט במשתנה המבוקר של תהליך (בעזרת מחשב) יש להזין את המחשב באלגוריתם בקרה שיקבע את ערכו של המשתנה המבוקר. במסגרת פרק זה יוצגו אלגוריתמי בקרה שונים באופן איכותי בלבד. מומלץ לממש את האלגוריתמים בסביבה שנלמדה בפרק השני.

את ההתנסות לפרק זה יש לרכז סביב חקר של תהליך מסדר ראשון קלסי שעליו ניתן לבקר בעזרת מחשב. במסגרת הפרק השני יש לחקור תהליך זה חקירה פיזיקלית ובפרק השלישי יש לבחור את אלגוריתם הבקרה המתאים לו.

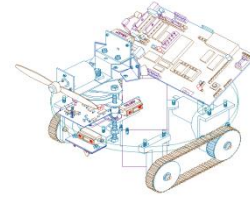
ספרי הלימוד המומלץ להוראת פרק הבקרה הם:  
ללימוד פרק 1 בקרה במכונות, חלק ב', מערכות מיכון עקרוניות מדעיים מאת עודד רייכספלד ודני קלוס, הוצאת אורט 2006  
ללימוד פרקים 2 ו-3 בקרה במכונות, חלק ג', היבטים פיזיקליים ומתמטיים מאת עודד רייכספלד ודני קלוס, הוצאת אורט 2005

ספרי לימוד להרחבה נוספת  
ז' בהיר, ע' לוי בקרת תהליכים בהוצאת אורט.

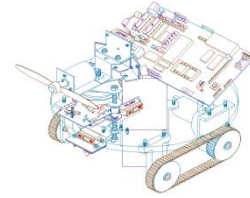


ה'	ע'	2.1 מבוא לבקרה – כיתה יא'
3	3	<b>2.1.1 מבוא למערכות מבוקרות</b> < דוגמאות למערכות מבוקרות בתחומי החברה, הביולוגיה, הכלכלה והטכנולוגיה
3	3	<b>2.1.2 מושג המערכת</b> < מערכת < אות מבוא קלט < אות מוצא פלט < תיאור מערכת בעזרת מלבן אחד ומספר מלבנים (ללא נקודת סיכום)
4	6	<b>2.1.3 דיאגרמות מלבנים</b> < משתנה מבוקר, הפרעה ומשתנה מבקר < משתנים כאותות קלט ופלט במערכות בקרה < הגבר כחס בין שינוי אות מוצא לשינוי באות מבוא < תיאור מערכת בקרה פשוטה כרצף של מספר מלבנים < חיבור הפרעה ומשתנה מבקר בדיאגרמת מלבנים
2	3	<b>2.1.4 חיישנים במערכות בקרה</b> < הגדרת מושגי דיוק בסיסיים בתורת המדידה < שימוש בחיישנים למדידת ערכים פיזיקליים < תחומי מדידה ורוויה של חיישנים
4	3	<b>2.1.5 סוגי חיישנים</b> < חיישנים בעלי אות מוצא דו מצבי < חיישנים בעלי אות מוצא רציף (או דיגיטאלי) < אותות מוצא תקינים של חיישנים
4	3	<b>2.1.6 ייצוג חיישנים כמלבן</b> < חישוב הגבר של חיישן < שימושי חיישנים במערכות בקרה ממוחשבות
4	3	<b>2.1.7 בקרה בחוג פתוח</b> < ייצוג מערכת בקרה בחוג פתוח בדיאגרמת מלבנים < חישוב הגבר המערכת < ייצוג הפרעה במערכת הבקרה
6	3	<b>2.1.8 בקרה בחוג סגור</b> < ייצוג מערכת בקרה בחוג סגור בדיאגרמת מלבנים < חישוב הגבר המערכת < ייצוג הפרעה במערכת הבקרה < היזון קדמי במערכות בקרה
30	30	סה"כ

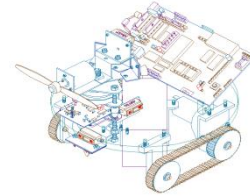




ה'	ע'	2.2 היבטים פיזיקליים ומתמטיים בבקרת תהליכים - כיתה יב
1	3	<p><b>2.2.1 מבוא מתמטי</b></p> <p>◀ הצגת שינוי כנגזרת בזמן (דוגמאות מתחומים שונים)</p> <p>◀ ייצוג מתמטי של נגזרת בזמן <math>\left(\frac{d\theta}{dt}\right)</math></p>
2	6	<p><b>2.2.2 תיאור תהליך נבחר מסדר ראשון בעזרת משוואה דיפרנציאלית</b></p> <p>◀ ציון המשתנים הפיזיקליים ויחידותיהם</p> <p>◀ שימוש בחוקי שימור פיזיקליים לקבלת המשוואה</p>
1	3	<p><b>2.2.3 ניתוח המערכת כאשר החלק הדיפרנציאלי שווה לאפס (סטטי)</b></p> <p>◀ חישוב הגבר של התהליך K</p> <p>◀ סרטוט גרף המראה את התגובה כתלות באילוץ</p> <p>◀ הגבר התהליך כשיפוע הגרף</p>
1	3	<p><b>2.2.4 ניתוח המערכת כאשר החלק הדיפרנציאלי שונה מאפס (דינמי)</b></p> <p>◀ סרטוט גרף המראה את התגובה כתלות בזמן</p>
1	3	<p><b>2.2.5 קבוע הזמן של תהליך (<math>\tau</math>)</b></p> <p>◀ השפעת קבוע הזמן על תהליך</p>
1	3	<p><b>2.2.6 תגובת פיגור מסדר ראשון לאילוץ מדרגה בזמן</b></p> <p>◀ חישובים כמותיים של זמני תגובה וקבועי זמן</p>
8	9	<p><b>2.2.7 ניתוח שתי דוגמאות נוספות (לפחות) למערכות שיש בהן פיגור מסדר ראשון.</b> בסוף פרק זה צריך התלמיד להכיר מערכת לבקרת מפלס ומערכת לבקרת טמפרטורה.</p>
15	30	סה"כ



ה'	ע'	2.3 בקרת תהליכים ממוחשבת – כיתה יב'
2	6	<p><b>2.3.1 בקרת תהליך בחוג פתוח</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ תגובת המערכת ללא הפרעה</li> <li>◀ תגובת המערכת להפרעות שונות</li> <li>◀ קביעת קריטריון מתי בקרה בחוג פתוח מתאימה לתהליך ומתי לא</li> </ul>
1	3	<p><b>2.3.2 מבוא לבקרה בחוג סגור</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ כיצד מחשבים שגיאה</li> <li>◀ חישוב שגיאה בעזרת מחשב וקבלת גרף שגיאה בזמן</li> </ul>
2	6	<p><b>2.3.3 בקרה דו מצבית on-off</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ כתיבת אלגוריתם לבקרה דו מצבית בלא תחום מת</li> <li>◀ כתיבת אלגוריתם בקרה דו מצבים עם תחום מת</li> <li>◀ הקשר בין רוחב תחום המת זמן המחזור ומספר המחזורים</li> </ul>
2	3	<p><b>2.3.4 בקרה יחסית (p)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ הגבר הבקר ותגובה במצב כאשר השגיאה שווה לאפס</li> <li>◀ מימוש אלגוריתם לבקרה יחסית בעזרת מחשב</li> </ul>
3	3	<p><b>2.3.5 שגיאה במצב מתמיד בבקרה יחסית</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ הקטנת השגיאה כתלות בהגדלת הגבר הבקר</li> <li>◀ השפעת הגדלת הגבר הבקר על יציבות המערכת</li> </ul>
3	6	<p><b>2.3.6 בקרת PI כפתרון לבעיית שגיאה במצב מתמיד</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ הכרה של המושג אינטגרל וזמן שחזור</li> <li>◀ מימוש אלגוריתם בקרה PI בעזרת מחשב</li> <li>◀ השפעת הבקרה האינטגרלית על המערכת</li> </ul>
2	3	<p><b>2.3.7 בקרת PID</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>◀ מימוש אלגוריתם בקרה PID</li> </ul>
<b>15</b>	<b>30</b>	<b>סה"כ</b>



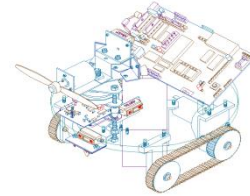
### 3. פרקי הנדסה ומדע

תכנית לימודים המחולקת לשני חלקים: מבוא לתכן הנדסי ממוחשב לכיתה י' מקנה את יסודות השפה של תכן הנדסי ומאפשר לתלמידים בחירה בשאלות של סרטוט בשאלון 838102. החלק השני: מערכות הינע מכניות חושף את התלמידים בכיתה י' למערכות מגוונות ולנושאים שונים בתחומי חומרים, סטטיקה, תורת החוזק ומכלולים מכניים. חלק זה מאפשר לתלמידים לענות על שאלות מפרקי הנדסה ומדע בשאלון 819266 ומהווה בסיס להמשך הפרק לקראת שאלון 819203.

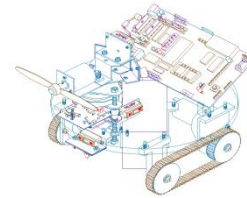
**ספרי הלימוד המומלצים להוראת נושא פרקי הנדסה ומדע הוא:**  
 החומר הכוח והחוזק, ר. יחיאב, י. דופלט, ש. כהן וי. פישביין, הוצאת אורט 2002  
 חוזק על אופנים, ירון דופלט, שאול גלר ורון אייזנברג, הוצאת אורט 2003  
 מבוא לתכנון ולהנדסה מאת שאול גלר וחיים קרופקו, הוצאת אורט 2003

**ספרים נוספים:**  
 סטטיקה וחוזק חומרים, יהואש אלפירוביץ, הוצאת אורט 2007

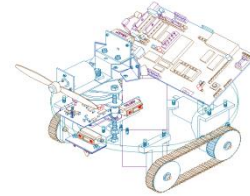
ה'	ע'	3.1. מבוא לתכן הנדסי באמצעות מחשב - כיתה י'
	30	3.1.1. סרטוט - כיתה י'
	6	יסודות גאומטריה תיאורית
	6	היטלים של גופים
	6	איזומטריה
	6	חתכים
	6	הרכבות
30		3.1.2. סיב"מ (סרטוט בעזרת מחשב) - כיתה י'
5		יסודות תכן פרמטרי ואיפיוני Feature design
5		כלים של סקיצות
5		בניית חלקים בעזרת Features
5		הפקת סרטוטים
5		הרכבות של מכלולים
5		סכמות
30	30	סה"כ



ה'	ע'	3.2. מבוא לתכנון מערכות הנדסיות – כיתה יא'
	10	3.2.1. מבוא למערכות הנדסיות
	2	← הגדרה ומיון של מערכת הנדסיות (דוגמאות של מערכות מכניות, שימושים)
	2	← עקרונות תיכון של מערכת הנדסית מבחינת מאפיינים, חומרים, מבנה וכוחות
	2	← תכונות פיסיקליות של חומרים: מסה, צפיפות, מוליכות, אופטיות
	2	← תכונות מכניות של חומרים: קשיות, אלסטיות, פלסטיות, חוזק, קשר עיבור – מאמץ
	1	← תנאי עבודה, בטיחות, אורך חיים, עמידות בחום, אמינות
	50	3.2.2. סטטיקה ומבוא לתורת החוזק
	10	← כוחות ומומנטים,
	5	← שיווי משקל כוחות ודיאגרמות במבנים פשוטים
	5	← חוקי הוק ויאנג,
	5	← מאמץ כניעה, מקדם בטיחות ומאמץ מותר, קריטריוני תכן: חוזק חומרים וכשל.
	5	← מתיחה ולחיצה
	5	← מעיכה וגזירה
	15	← חישובי חוזק בפינים, שגמים, מסמרות
	60	סה"כ



ה'	ע'	3.1 מבוא לתכנון מערכות הנדסיות – כיתה יב'
	50	3.1.1. חוזק חומרים ופרקי מכונות
	12 13 5 10 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>← פיתול וכפיפה,</li> <li>← חישובי חוזק בגלים וסרנים</li> <li>← מאפייני מערכות להעברת תנועה: תנועה קווית וסיבובית, מהירות ותאוצה</li> <li>← ממסדות רצועה וגלגלי שיניים</li> <li>← ברגים וקפיצים</li> </ul>
	10	3.1.2. חומרים הנדסיים
	1 1 1 1 1 1 1 1 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>← תכונות כימיות - תאימות, קורוזיה, חימצון</li> <li>← תכונות תרמיות - מוליכות חום, התפשטות תרמית, טמפ' היתוך, חום סגולי, חום כמוס</li> <li>← תכונות חשמליות ומגנטיות - הולכה, התנגדות חשמלית, מגנטיות, מתח פריצה</li> <li>← תכונות טכנולוגיות – שביבות, רתיכות, חשילות, ערגול, כפיפות, אקוסטיות</li> <li>← סגסוגות - מבנה בסיסי, מיון מתכת לפי תפקוד / שימוש, דוגמאות במערכות הנעה</li> <li>← חומרים מורכבים, קרמיים</li> <li>← מבנים תרמוסטי ותרמופלסטי, אלסטומרים, מיון ושימושים, דוגמאות במערכות הנעה</li> <li>← מבוא לתהליכי ייצור (יציקה, עיצוב פלסטי, עיבודים שונים)</li> </ul>
	60	סה"כ



### 4. רובוטיקה ובקרים

#### רציונל

מערכות מיכון כוללות בקרים, חיישנים ומפעילים שונים. תפקיד איש המערכות ההנדסיות המתקדמות הוא לצרף את הרכיבים הללו (שרובם נקנו "מהמדף") למערכת פועלת אחת. לשם כך עליו להכיר את תכונות הרכיבים ואת דרכי שילובם במערכת. מקצוע זה מהווה המשך של תכנית הלימודים שנלמדה בכיתה י'. הרכיבים השונים מוצגים בו כרכיבי מדף המתאימים למצבים מסוימים או פתרון בעיות מסוימות. מבנה הרכיב ואופן הפעולה שלו מתוארים בעזרת קשרי הקלט והפלט שלו עם שאר רכיבי המערכת.

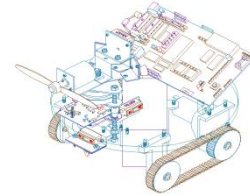
#### סביבת הלמידה

למקצוע זה צד מעשי חזק, ולכן יש צורך בהתנסות. מעבדת הבקרה צריכה לכלול את המערכות האלה:

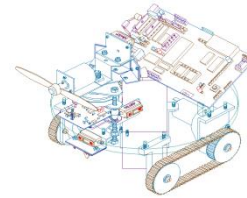
- מערכות פנאומטיות
- מערכות הידראוליות
- מערכות הכוללות הינע חשמלי
- בקרים מתוכנתים או תוכנות הדמיה
- תוכנות HMI ומחשבים
- רובוטים

בחלק הראשון של התכנית יוחדו השיעורים העיוניים ליצירת תשתית השפה הדרושה להבנת פעולתן של מערכות. שיעורי ההתנסות יתמקדו בעבודה עם בקרים מתוכנתים ויצירת מסך HMI פשוטים. לאחר שמסיימים את פרק היסודות במישור העיוני, יש להקפיד על לימוד מקביל של הנושאים במעבדה ובכיתה. במסגרת שיעורי ההתנסות (ובדוגמאות שיינתנו בשיעורים העיוניים) יש להרבות בדוגמאות מתחומי הרובוטיקה ומערכות מתקדמות.

**ספר הלימוד המומלץ להוראת הפרק רובוטיקה ובקרים הוא**  
בקרה במכונות, חלק ב' מערכות מיכון – עקרונות מדעיים מאת עודד רייכספלד ודני קלוס,  
הוצאת אורט 2006

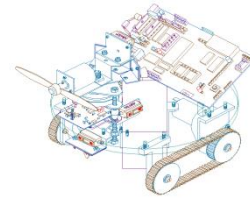


ה'	ע'	4.1. מבוא לרובוטיקה – פרויקטון בכיתה י'
3		<p><b>4.1.1. הבעיה והצורך:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; מה היא הבעיה שהפרויקט יפתור? ; על איזה צורך המערכת עונה?</li> <li>&lt; מדוע הפרויקט חשוב? מה הוא קהל היעד של המערכת?</li> <li>&lt; מה חייב להיות בפרויקט? ; מה רצוי שיהיה בפרויקט?</li> <li>&lt; מה תהיה התועלת שתפיק החברה ממערכת זו?</li> <li>&lt; אילו נזקים ייגרמו לחברה ממערכת זו?</li> </ul>
5		<p><b>4.1.2. איסוף מידע:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; האם יש בנמצא מערכות דומות? ; כיצד מערכות אלו פועלות?</li> <li>&lt; מה תהיה מידת השימוש של המערכת? (סקר שוק)</li> <li>&lt; מה הם העקרונות הטכנולוגיים והמדעיים שיש להכיר כדי להמשיך בפרויקט?</li> </ul>
5		<p><b>4.1.3. הצגת פתרונות אפשריים:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; כיצד תיפתר הבעיה ברמה עקרונית? (שלושה פתרונות שונים ברמה מערכתית ובלא בחירת רכיבים)</li> <li>&lt; מה הם היתרונות והחסרונות של כל אחד מהפתרונות המוצעים?</li> <li>&lt; האם יש פתרונות נוספים לבעיה המבוססים על הפתרונות שהוצעו והדיון שהתקיים בכיתה?</li> </ul>
5		<p><b>4.1.4. בחירת פתרון מנומק:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; מדוע כדאי לבחור פתרון מסוים? ; כיצד לממש את הפתרון?</li> <li>&lt; כיצד תפעל המערכת? (ברמה מעמיקה יותר מאשר בשלב הקודם).</li> </ul>
5		<p><b>4.1.5. מימוש הפתרון:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; מהם רכיבי ה"מדף" הדרושים למימוש את הפתרון?</li> <li>&lt; האם יש לפתח רכיבים שאינם קיימים?</li> <li>&lt; האם יש לייצר רכיבים שאינם קיימים?</li> <li>&lt; האם נתוני הרכיבים מתאימים לדרישות? (משקל, מחיר וכדומה).</li> </ul>
5		<p><b>4.1.6. משוב והערכה:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; האם המערכת עומדת בדרישות שהוצבו בהתחלה?</li> <li>&lt; אילו שיפורים ושינויים כדאי לבצע במערכת?</li> </ul>
30		סה"כ



ה'	ע'	4.2. הנושא: רכיבים ומפעילים יא'
2	4	<b>4.2.1. תמסורות הספק בתעשייה</b> < תמסורת מכנית < תמסורת חשמלית < תמסורת פנאומטית < תמסורת הידראולית
5	10	<b>4.2.2. תכונות זורמים ומושגי יסוד</b> < צפיפות, משקל סגולי וחוק ארכימדס < צמיגות < דחיסות < ספיקה < לחץ < חוק פסקל
5	10	<b>4.2.3. תכונות זורמים המשך:</b> < משוואת רציפות < משוואת ברנולי
4	8	<b>4.2.4. מבנה מערכת כוח פנאומטית</b> < המרת אנרגיה מכאנית לפוטנציאלית < סוגי מדחסים < הגנות ובקרה על המערכת
4	8	<b>4.2.5. מפעילים פנימטיים</b> < צילינדר חד פעולתית ודו פעולתית < מנוע פנימטי < תיאור רכיבים בעזרת סמל
5	10	<b>4.2.6. רכיבי בקרת הספק חשמליים</b> < ממסר, טרנזיסטור הספק < אפנון תדר pwm
5	10	<b>4.2.7. פיקוד במערכות פנימטיות</b> < פיקוד ידני < פיקוד פנימטי < פיקוד כפול
30	60	סה"כ





ה'	ע'	4.3. הנושא: רכיבים ומפעילים יב'
2	4	<b>4.3.1. מבנה מערכת כוח הידראולית</b> < המרת אנרגיה מכאנית לפוטנציאלית < סוגי משאבות < הגנות ובקרה
3	5	<b>4.3.2. מפעילים הידרוליים</b> < צילינדר חד פעולתי ודו פעולתי < מנוע הידרולי < תיאור רכיבים בעזרת סמל < בקרה על מפעילים בעזרת בקר מתוכנת
2	3	<b>4.3.3. שסתומים לבקרת כיוון</b> 1.1 שסתומים הידרוליים ופנימטיים
3	4	<b>4.3.4. שסתומים לבקרת הספק: לחץ וספיקה</b>
3	8	<b>4.3.5. חיישנים במערכות מיכון</b> < חיישני מיקום נקודתיים ואנלוגיים < חיישני מהירות ותאוצה וחיישני כוח מסוגים שונים < חיישנים בעלי אות מוצא חשמלי, פנימטי, הידרולי ומכני < העברת מידע מחיישנים לבקר מתוכנת
3	12	<b>4.3.6. מערכות הידרוליות</b> < פיקוד הידרולי < פיקוד חשמלי בעזרת בקר מתוכנת < חישובי כוח ומהירות במערכות הידרוליות
3	5	<b>4.3.7. מפעילים חשמליים</b> < סולנואיד < מנועי AC, DC ; מנועי צעד Step motor < בקרה על מפעילים בעזרת בקר מתוכנת
3	10	<b>4.3.8. מערכות הינע חשמלי</b> < פיקוד על מנועים ac, dc, step < פיקוד אנלוגי, פרופילי תנועה < הצורך ב driver ובמונה מהיר לביצוע בקרה
8	9	<b>4.3.9. בקרים מתוכנתים</b> < יישום עקרונות בקרה באמצעות בקרים מתוכנתים ברובוטיקה
30	60	<b>סה"כ</b>