

משרד החינוך  
מינהל למדע וטכנולוגיה



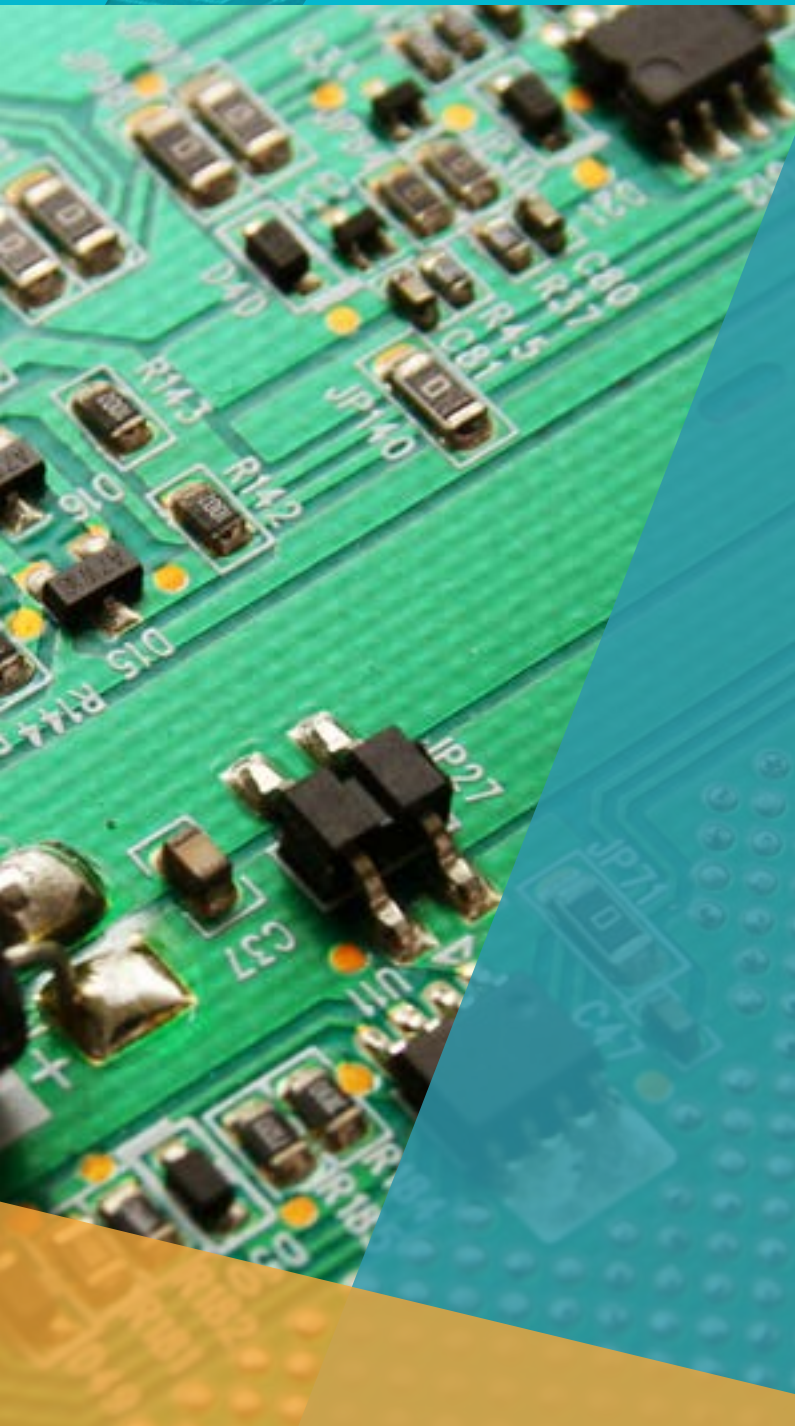
מגמת הנדסת  
אלקטרוניקה ומחשבים

תכנית הלימודים  
במקצוע מוביל –  
אלקטרוניקה ומחשבים  
כיתות י' - יא'



## תוכן עניינים

4.....	מבוא.....
4.....	הבסיס לתוכנית הלימודית.....
5.....	השיקול בחלוקה למקצוע מוביל והתמחות ופירוט החלופות.....
6.....	חברי הוועדה לכתיבת תוכנית הלימודים.....
7.....	חברי ועדת המקצוע.....
8.....	מסגרת השעות בתוכנית הלימודים כללית - מקצוע מוביל.....
8.....	רציונל כללי.....
9.....	מערכות ספרתיות.....
9.....	חלוקת שעות.....
9.....	רציונל.....
9.....	תכנים.....
12.....	מערכות ספרתיות - לימודים התנסותיים.....
12.....	מערכות ספרתיות (כיתה י' - 30 שעות).....
12.....	רשימת הניסויים.....
14.....	מבוא להנדסת אלקטרוניקה.....
14.....	חלוקת שעות.....
14.....	רציונל.....
15.....	יסודות תורת החשמל לימודים עיוניים - כיתה י'.....
15.....	תכנים.....
18.....	אלקטרוניקה תקבילית וספרתית, לימודים עיוניים - כיתה יא'.....
18.....	תכנים.....
21.....	מבוא להנדסת אלקטרוניקה - לימודים התנסותיים.....
21.....	יסודות תורת החשמל (כיתה י' - 30 שעות).....
21.....	כללי.....
22.....	אלקטרוניקה תקבילית וספרתית (כיתה יא' - 60 שעות).....
22.....	כללי.....
22.....	עקרונות מנחים.....
23.....	שלבי העבודה המוצעים לביצוע פרויקטון מערכתי.....



23..... רשימת הניסויים

25..... פרויקטונים מערכתיים

27..... מבוא למערכות משובצות מחשב לכיתה י'

27..... חלוקה לשעות

27..... רציונל

28..... תכנים

31..... יסודות התכנות בשפת C#

31..... חלוקה לשעות

31..... רציונל

31..... תכנים

על פי לקסיקון החינוך וההוראה: "החינוך המקצועי נועד להקנות מיומנויות טכניות והכשרה לחיי עבודה – שליטה בכלים ובמכונות, הכרה של חומרים ותכונותיהם, ידע בתהליכי עיבוד וייצור, נוהלי עבודה, ועוד כיוצא באלה עניינים המכשירים את הלומד להיות עובד יעיל בתחום טכני מסוים. החינוך הטכנולוגי, לעומת זאת, מכשיר את התלמיד לפעול בסביבות עתירות טכנולוגיה המבוססות על מדע ומשתנות תדיר לפי התקדמותו. חינוך זה מבקש להקנות לתלמיד יכולת לנצל את הידע בצורה יעילה על מנת למצוא פתרונות שאפשר וכדאי ליישם".

(יצחק קשתי, מרדכי אריאלי ושמחה שלסקי, לקסיקון החינוך וההוראה, הערך "חינוך מקצועי וטכנולוגי". תל-אביב 1997, עמ' 206-208).

כיום יש בלבול מסוים בין המושגים "חינוך מקצועי" ו"חינוך טכנולוגי", במידה רבה בשל השינויים הטכנולוגיים התכופים. לפיכך ההבחנה בין המושגים כאמור לעיל אינה תמיד תקפה במלואה.

מטרות החינוך היא להוציא מכל התלמידים את הפוטנציאל הגלום בהם, ובתחום הטכנולוגי להכשיר את הלומדים להשתלב בסביבה עתירת טכנולוגיות משתנות עם דגש על הבנת תהליכים טכנולוגיים ומדעיים.

## הבסיס לתוכנית הלימודית

התפיסה המשלבת לימוד עיוני ומעשי היא המובילה בתכנון הלימודים. הידע העיוני מבוסס על בסיס רחב של ידע מדעי הנדסי המאפשר תכלול של רעיונות ומיזוגם למציאת פתרון לבעיה יישומית מעשית.

מכאן שהלומדים במסלול האלקטרוניקה חייבים לשלב במהלך לימודיהם את שני הגורמים ולהתנסות בתהליך החקר המובנה והדינמי המבוסס על חקר מדעי המכיל את השלבים הבאים:

החינוך הטכנולוגי עוסק בהכשרת הלומדים לפעול בסביבה עתירת טכנולוגיה מתוך התבססות על ידע מדעי נרחב והתנסות בכלים מעשיים.

החינוך המקצועי הולך ומתפתח במדינות המפותחות ונחשב לכלי להבטחת תעסוקה לנכנסים לשוק העבודה ולפיתוח היכולת של המדינה להתחרות בשוק העבודה הגלובלי.

החינוך הטכנולוגי מורכב מכמה מסלולים:

- מקצועי-טכנולוגי וריאלי
- תיכוני ועל-תיכוני
- הכשרה מקצועית משולבת בלימודים עיוניים
- הכשרה מקצועית על-תיכונית
- חינוך מקצועי גבוה

התפיסה המרכזית בנוגע לחינוך המקצועי בכללותו מביאה בחשבון שני פרמטרים מרכזיים:

- צורכי המדינה ומשק העבודה במדינה בעידן של תחרות גלובלית
- הצורך של היחידים למצוא עבודה שתאפשר להם להתפרנס בכבוד

מטרת העל במגמה היא לתת ללומד חווית לימוד טכנולוגית מעשירה בסביבת למידה עדכנית בדגש על שלושה עקרונות מרכזיים:

- 1.1 טיפוח לומד בעל הכוונה עצמית.
- 1.2 חינוך לחשיבה במסגרת למידה מבוססת פרויקטים.
- 1.3 טיפוח מיומנויות עבודת צוות.

לתעשייה, לאקדמיה ולחברה המודרנית הדורשת שינויים דינמיים, ובכך להתאים את הלימודים לצרכים העכשוויים והעתידיים של התעשייה והמשק.

מספר יחידות הלימוד	המקצוע	קבוצת הבחירה (קבוצת מקצועות)
5-1 יחידות לימוד	מקצוע "מדעי הטכנולוגיה" או מקצוע מדעי (פיזיקה, כימיה וביולוגיה)	בחירה א'
5-1 יחידות לימוד	מקצוע מוביל (מקצוע ראשי במגמה שבחר התלמיד; למשל במגמת הנדסת מכונות - מקצוע מוביל "בקרה במכונות")	בחירה ב'
5-1 יחידות לימוד	מקצוע התמחות (אחת ההתמחויות מאותה מגמה)	בחירה ג'

מתוך: חוזר מנכ"ל "יישום הרפורמה בחינוך הטכנולוגי בכל מערכת החינוך", ספטמבר 2003.

- 1 תיאור הבעיה
- 2 מציאת חלופות לפתרון
- 3 תכנון בהתבסס על עקרונות מדעיים
- 4 הדמיה ובדיקה
- 5 יישום והפעלה תוך כדי שימוש בכלי ניתוח ומדידה
- 6 ביצוע שינויים ושיפורים

"מקצועות טכנולוגיים והנדסיים הדורשים גם ידע וגם מיומנויות בהפעלת כלים ומערכות טכנולוגיות הם מרכיב חיוני בכלכלת מדינה מודרנית (וכן בתעשיית טכנולוגיה עילית - היי טק). הגישה החינוכית המומלצת והמוכחת היא שמי שעתיד להיות טכנאי יתרגל הבנה והפעלה של כלים ומערכות טכנולוגיות כבר בגיל הנעורים, ולא בשנות ה-20 לחייו. צורך זה מתחדד לנוכח חיוניותם של בעלי מקצועות טכניים בצה"ל. יש חשיבות לכך שהתלמידים יראו במקצועות הטכנולוגיים מקצועות רלוונטיים, חדשניים ובעיקר שימושיים כאמצעי להעמקת לימודי המדעים." (דוח ועדת פרייס - ועדת היגוי עליונה ללימודי מדע וטכנולוגיה, דוח הוועדה לבחינת המגמות והמקצועות הטכנולוגיים, דצמבר 2004).

## השיקול בחלוקה למקצוע מוביל והתמחות ופירוט החלופות

בדוח ועדת הררי שהתכנסה בשנות ה-90 נאמר כי העולם הטכנולוגי המשתנה באופן תכוף מצריך יותר השכלת יסוד והשלמה של ההשכלה המעשית על בסיס מדעי רחב. על כן הוחלט על לימוד המבוסס על מקצוע מוביל שנלמד במהלך שנתיים (י ו-יא) ומוביל להתמחות מעשית הנלמדת בשנת הלימודים האחרונה (יב) ולהרחבה עיונית ומעשית בלימודי תעודה (יג-יד).

המטרה היא לאפשר לבוגרי המסלול השכלה רחבה בתחום האלקטרוניקה המבוסס על מדע ועל יכולת להשתמש בידע באופן פעיל, וכן לוודא הלימה

## חברי הוועדה לכתיבת תוכנית הלימודים

- שלומי אחנין
- גדי הרמן
- משה זזק
- ד"ר פאדל טריף
- רפי אמסלם
- אירנה ליברמן
- אבי חיון
- צבי פופקו
- אבי לופו
- ראובן כלב
- יואל כהן
- אודי לביא
- זאב בנקבצ'ר
- נפתלי אבן חיים

**תאריך אישור של תוכנית הלימודים: 17.07.2016**

## חברי ועדת המקצוע

**ד"ר ראובן חוטובלי**

יו"ר הוועדה

מרצה באקדמיה – אוניברסיטת ת"א ו"אפקה" מכללה אקדמית להנדסה בת"א

[hotoveli@netvision.net.il](mailto:hotoveli@netvision.net.il)

**מר שלומי אחנין**

מפמ"ר חשמל ואלקטרוניקה

[shlomied@education.gov.il](mailto:shlomied@education.gov.il)

**פרופ' משה ברק**

פרופ' להוראת המדעים והטכנולוגיה – אוניברסיטת בן גוריון

[mbarak@bgu.ac.il](mailto:mbarak@bgu.ac.il)

**פרופ' איליה לוין**

פרופ' בבית הספר לחינוך – אוניברסיטת ת"א

[llia1@tauex.tau.ac.il](mailto:llia1@tauex.tau.ac.il)

**ד"ר אבי כהן**

מפמ"ר מדעי המחשב, הנדסת תוכנה, תקשוב וסייבר

[avi@csit.org.il](mailto:avi@csit.org.il)

**מר אבי לופו**

יועץ מפמ"ר

[avilup10@gmail.com](mailto:avilup10@gmail.com)

**ד"ר ברלה דוד**

ראש ביה"ס לחשמל ואלקטרוניקה – "אפקה" מכללה אקדמית להנדסה בת"א

[dberla@bezqint.net](mailto:dberla@bezqint.net)

**מר יוחנן רושו**

מפקח לאלקטרוניקה – משרד החינוך

[yohanano@education.gov.il](mailto:yohanano@education.gov.il)

**גב' אירנה ליברמן**

מנחה לאלקטרוניקה – משרד החינוך, מרצה במכללה טכנולוגית להנדסה ומכללה אקדמית בבאר שבע

[irenalib14@gmail.com](mailto:irenalib14@gmail.com)

**מר משה ז'ז'ק**

מנחה לאלקטרוניקה – משרד החינוך, ורכז מגמה לאלקטרוניקה בביה"ס אורט רבין גן יבנה

[mzezak@gmail.com](mailto:mzezak@gmail.com)

**מר גדי הרמן**

מנחה לאלקטרוניקה – משרד החינוך, מורה במגמות הנדסת אלקטרוניקה ומחשבים ומדעי המחשב במקיף רוגוזין, מגדל העמק

[gadi.herman@gmail.com](mailto:gadi.herman@gmail.com)

**סגן ירון שמואל שרף**

סגן ראש מדור באגף תקשוב

[yaronscherf@gmail.com](mailto:yaronscherf@gmail.com)

**מר יואל כהן**

מורה לאלקטרוניקה בבאר טוביה, דרכא

[yoel6c@gmail.com](mailto:yoel6c@gmail.com)

## מסגרת השעות בתוכנית הלימודים כללית - מקצוע מוביל

מקצוע מוביל אלקטרוניקה ומחשבים\* (11.00)

סה"כ	כיתה י"א		כיתה י'		שם מקצוע	מקצוע הבחינה
	התנסותי	עיוני	התנסותי	עיוני		
3			1	2	מערכות ספרתיות	מקצוע מוביל אלקטרוניקה ומחשבים (11.00)
8	2	3	1	2	מבוא להנדסת אלקטרוניקה	
3			1	2	מבוא למערכות משובצות מחשב	
7	1	2	1	3	יסודות התכנות בשפת C#	
21	3	5	4	9	סה"כ	

\* נושאי הלימוד הנכללים במסגרת 30% הערכה פנימית הם: מערכות ספרתיות (3 ש"ש) ומבוא למערכות משובצות מחשב לכיתה י' (3 ש"ש).

### רציונל כללי

במקצוע זה לומדים התלמידים את הבסיס לעולם הטכנולוגי. כחצי מתוכנית הלימודים במקצוע זה התלמידים לומדים יישומים בתחום החשמל, כמו במקצוע מבוא להנדסת אלקטרוניקה, וכחצי ממנו פיתוח חשיבה אלגוריתמית במסגרת לימודי יסודות התכנות בשפת C#.

התלמידים נבחנים בסוף כיתה י"א בבחינה חיצונית 70% מחומר הלימוד המהווה 3 יח"ל והשלמה ל-5 יח"ל במסגרת לימודי ההשלמה 30% בציון בית הספר.



## מערכות ספרתיות

## חלוקת שעות

חלוקת השעות ללימודי מערכות ספרתיות נתונה בטבלה שלהלן:

שם המקצוע	כיתה י'		כיתה יא'		סה"כ	
	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי	כללי	התנסותי
מערכות ספרתיות	2	1	0	0	3	1

## רציונל

מערכות ספרתיות הוא מקצוע בסיס בתחומים, כמו אלקטרוניקה ספרתית, מערכות מחשבים ורכיבים מתכנתים. בימינו נפוצות מאוד מערכות חישוב אלקטרוניות, והבולטת ביניהן היא המחשב. במערכות אלה החישובים נערכים בשיטת ספירה המכונה שיטה בינרית (Binary System).

שיטה זו מתאימה במיוחד לתיאור התנהגותם של רכיבים אלקטרוניים העשויים להימצא באחד משני מצבים אפשריים בלבד, כגון "זורם זרם ברכיב" או "לא זורם זרם ברכיב".

במסגרת המקצוע התלמידים ילמדו בסיסי ספירה שונים, תיאור, פיתוח ומימוש של מערכות צירופיות, סוגים של רכיבי זיכרון, אוגרים ומונים. תוך כדי למידה התלמידים יבצעו ניסויים בנושאים הרלוונטיים, יתרגלו חומר תיאורטי ויממשו ידע ומיומנויות בבניית פרויקטונים.

## תכנים

## חלוקת שעות לפי פרקים

שעות	נושא
4	פרק 1: שיטות ספירה
2	פרק 2: מושגי יסוד בלוגיקה
8	פרק 3: יסודות האלגברה הבוליאנית
6	פרק 4: פונקציות בוליאניות ופישוטן
8	פרק 5: תכנון ומימוש מערכות צירופים
4	פרק 6: מסכמים ומשוויים
6	פרק 7: תכנון ומימוש של מערכות צירופים שימושיות
4	פרק 8: מערכות עקיבה
8	פרק 9: התקני זיכרון – דלגלים (Flip-Flop)
4	פרק 10: אוגרים
6	פרק 11: מונים
60	סה"כ שעות:

## פרק 1: שיטות ספירה

- 1.1 הצגת מספר עשרוני: פירוק מספר עשרוני נתון לסכום של חזקות בבסיס 10; מקדמים, מקומם והשימוש בהם לתיאור מקוצר של מספר עשרוני
- 1.2 מספרים בבסיס בינרי (2) ובסיס הקסדצימלי (16)
- 1.3 הצגת מספרים שליליים
- 1.4 הצגת מספר שלילי בשיטת המשלים ל-1 ובשיטת המשלים ל-2
- 1.5 חיבור וחסור בבסיס בינרי
- 1.6 ייצוג מספרים עשרוניים בקוד BCD

## סה"כ שעות: 4

## פרק 2: מושגי יסוד בלוגיקה 2

- 2.1 מושג הפסוק הבסיסי והפסוק המורכב
  - 2.2 מושג האמת והשקר
  - 2.3 טבלאות אמת
- סה"כ שעות: 2

## פרק 3: יסודות האלגברה הבוליאנית

- 3.1 מושגי יסוד ופעולות יסודיות של האלגברה הבוליאנית: NOT, AND, OR; הכרת השערים לביצוע פעולות אלו
  - 3.2 ביטויים בוליאניים והסדר לביצוע פעולות בוליאניות; פונקציות בוליאניות
  - 3.3 כללים יסודיים באלגברה הבוליאנית: זהויות בוליאניות, כללים בוליאניים לגבי משתנה אחד; פעולות בין משתנה בוליאני לקבועים בוליאניים; כללים לגבי מספר משתנים בוליאניים; עקרון הדואליות
  - 3.4 כללי צמצום
  - 3.5 כללי דה-מורגן
  - 3.6 פעולות בוליאניות נוספות: NOR, NAND, XOR, XNOR; הצגת הסמלים של שערים אלו;
  - 3.7 יצירת פונקציות בוליאניות
  - 3.8 פישוט פונקציות בוליאניות באמצעות כללי האלגברה הבוליאנית
- סה"כ שעות: 8

## פרק 4: פונקציות בוליאניות ופישוטן

- 4.1 צורות קנוניות של פונקציות בוליאניות: סכום של מכפלות, ייצוג מספרי של פונקציות קנוניות
- 4.2 פישוט פונקציות בוליאניות באמצעות מפות קרנו:
  - ◀ מפות קרנו ל-2, 3 ו-4 משתנים
  - ◀ מיפוי פונקציה שאיננה נתונה בצורתה הקנונית

- ◀ פישוט פונקציות הנתונות כסכום מכפלות
  - ◀ צירופי ברירה
- סה"כ שעות: 6

## פרק 5: תכנון ומימוש מערכות צירופים

- 5.1 מימוש בעזרת שערים לוגיים בסיסיים
  - 5.2 ניתוח מערכות צירופים המורכבות משערים שונים; פישוטן על ידי שימוש בכללי האלגברה הבוליאנית ומפות קרנו; מימוש המערכות המפושטות
  - 5.3 ניתוח פעולות מערכת צירופים במישור הזמן; התוויית צורות גלים של אותות מוצא בתלות באותות מבוא נתונים
- סה"כ שעות: 8

## פרק 6: מסכמים ומשווים

- 6.1 מסכמים
    - ◀ מסכם למחצה (HA)
    - ◀ מסכם מלא (FA)
    - ◀ מסכם לשני מספרים בני שתי סיביות
    - ◀ טבלאות אמת של מסכם למחצה ומסכם מלא
  - 6.2 משווים
    - ◀ משווה לסיבית אחת
    - ◀ טבלת אמת של משווה לסיבית אחת
- סה"כ שעות: 4

## פרק 7: תכנון ומימוש של מערכות צירופים שימושיות

- 7.1 מרבבים (Multiplexers) ומפלגים (DeMultiplexers)
  - 7.2 מפענחים (Decoders), מפענחי תצוגה, מקודדים (Encoders)
  - 7.3 מימוש פונקציות בוליאניות באמצעות מרבבים ומפלגים
  - 7.4 מימוש מערכת צירופית, לדוגמה מימוש של משוואה
- סה"כ שעות: 6**

## פרק 8: מערכות עקיבה

- 8.1 מושגי יסוד במערכות עקיבה:
    - < מודל בסיסי של מערכת עקיבה, תיאור של מערכת עקיבה כמכונת מצבים
    - < מערכות סינכרוניות ואסינכרוניות
    - < ההבדל בין מערכות סינכרוניות ואסינכרוניות
- סה"כ שעות: 4**

## פרק 9: התקני זיכרון - דלגלים [Flip-Flop]

- 9.1 מושג הזיכרון
  - 9.2 עקרון פעולתם של דלגלים
  - 9.3 סוגי דלגלים: SR-FF, JK-FF, D-FF, T-FF וטבלאות מצבים
  - 9.1 דרבון קצה חיובי וקצה שלילי
  - 9.2 מבואות ישירים לדלגלים
  - 9.3 הכרת רכיבים מוכללים של דלגלים תוך כדי שימוש בדפי נתונים
  - 9.4 תיאור וניתוח פעולת הדלגלים באמצעות דיאגרמות זמנים
- סה"כ שעות: 8**

## פרק 10: אוגרים - 4 שעות

- 10.1 אוגרים מקביליים
  - 10.2 טבלאות מעקב ודיאגרמות זמנים של אוגר הזזה מקבילי-טורי
  - 10.3 טבלאות מעקב ודיאגרמות זמנים של אוגר טורי ומקבילי
- סה"כ שעות: 4**

## פרק 11: מונים - 6 שעות

- 11.1 סיווג מונים, המונה כמכונת מצבים
  - 11.2 מונה אסינכרוני - מונה מעלה ומונה מטה
  - 11.3 טבלאות מעקב ודיאגרמות זמנים של מונה אסינכרוני
  - 11.4 מונים סינכרוניים - מונה מעלה עם נשא, מונה מטה, מונה עם טעינה מקבילית, מונה בעל מחזור שונה מ-N2
- סה"כ שעות: 6**

## מערכות ספרתיות – לימודים התנסותיים

ההתנסות תכלול הן ניסויים מובנים סטנדרטיים והן פרויקטים.

### מערכות ספרתיות (כיתה י' – 30 שעות)

הניסויים יבוצעו חלקם באמצעות צב"ד ממשי (ספקי כוח, מבניות, מכשירי מדידה ורכיבים חשמליים), חלקם באמצעות תוכנת הדמיה, וחלקם באמצעות רכיבים מתכנתים. במקרה שלא נכתב אחרת – הכוונה לביצוע בצב"ד ממשי.

### רשימת הניסויים

#### ניסוי מס' 1: הכרת שערים מסוג XOR, NOR, NAND, NOT, OR, AND, [הניסוי ייערך הן בחומרה והן בהדמיה]

- 1.1 הכרת הרכיבים הספרתיים בתוכנת ההדמיה
- 1.2 חיבור מבוא שער NOT לרמות לוגיות באמצעות מתג; חיבור נורית למוצא השער
- 1.3 רישום טבלת האמת של השער והשוואתה עם התיאוריה
- 1.4 חזרה על סעיף א עבור השערים: XOR, NOR, NAND, OR, AND

#### ניסוי מס' 2: תכנון ומימוש מערכות צירופיות באמצעות שערים לוגיים

- 2.1 מימוש פתרון לבעיה לוגית נתונה באמצעות שערים לוגיים
- 2.2 מימוש טבלת אמת נתונה באמצעות שערים לוגיים, במינימום ליטרלים;

2.3 חיבור מתגים ונוריות למעגל הממומש ואימות טבלת האמת הנתונה פשוט מערכת שערים לוגיים נתונה; בניית המערכת הנתונה והמערכת המפושטת,

2.4 ובדיקת טבלאות האמת של שתי המערכות לאימות השוויון ביניהן

#### ניסוי מס' 3: מרבבים ומפלגים – הניסוי ייערך בהדמיה

- 3.1 מרבב 8- ערוצי
  - 3.1.1 חיבור לחצנים למבואות מרבב 8 - ערוצי; חיבור קווי הבקרה של המרבב למתגים; חיבור המוצא לנורית
  - 3.1.2 קביעת מילת בקרה 000 באמצעות המתגים
  - 3.1.3 לחיצה על הלחצנים, לפי הסדר, לבדיקה מי מהם מדליק את הנורית במוצא; רישום התוצאה בטבלת אמת
  - 3.1.4 חזרה על סעיפים 2, 3 עבור מילות הבקרה מ-001 עד 111
- 3.2 מימוש פונקציה בוליאנית באמצעות מרבב
  - 3.2.1 תכנון ומימוש מערכת לוגית נתונה באמצעות מרבב
  - 3.2.2 חיבור המרבב לפי התכנון
  - 3.2.3 בדיקת תפקוד המרבב בהתאם לפונקציה של המערכת הלוגית המקורית
- 3.3 מפלג ל-8 ערוצים
  - 3.3.1 חיבור מבוא המפלג ללחצן, המוצאים – ל-8 נוריות, וקווי הבקרה – למתגים
  - 3.3.2 שינוי מילת הבקרה מ-000 עד 111; לחיצה על הלחצן עבור כל מילת בקרה ומילוי טבלת אמת
- 3.4 מימוש פונקציה בוליאנית באמצעות מפלג
  - 3.4.1 תכנון ומימוש מערכת לוגית נתונה באמצעות מפלג
  - 3.4.2 חיבור המפלג לפי התכנון
  - 3.4.3 בדיקת תפקוד המפלג בהתאם לפונקציה של המערכת הלוגית המקורית

## ניסוי מס' 4: התקני זיכרון – הניסוי ייערך הן בחומרה והן בהדמיה

- 4.1. נועל (Latch) מסוג D
  - 4.1.1. חיבור מבואות הנועל למתגים, ומוצאי – לנוריות
  - 4.1.2. ביצוע נעילה של המידע  $D = 1$ ; שינוי המידע D ויודא שהמוצא לא משתנה (נעול)
  - 4.1.3. חזרה על הפעולה עבור מידע  $D = 0$
- 4.2. דלגלג מסוג D (D-FF)
  - 4.2.1. חיבור מבוא הדלגלג למתג; חיבור מבוא השעון ללחצן, והמוצא – לנורית
  - 4.2.2. בדיקה לפי טבלת האמת של הדלגלג שחל עדכון מידע רק בזמן דרבון על ידי השעון
- 4.3. דלגלג מסוג JK (JK-FF)
  - 4.3.1. חיבור המבואות J, K, S, R של דלגלג JK למתגים; חיבור מבוא השעון ללחצן; חיבור המוצאים לנוריות
  - 4.3.2. חיבור מצב  $S = R = 0$ ; בדיקת הפעולה הסינכרונית (מבוקרת על ידי השעון) של הדלגלג לפי טבלת אמת
  - 4.3.3. בדיקת קביעה (SET) ואיפוס (RESET) באמצעות המתגים S ו-R; וידוא שאין השפעה למבואות האחרים במצבים האלה
  - 4.3.4. הסבת דלגלג JK לדלגלג T באמצעות חיבור המבואות  $J = K = 1$ ; בדיקת פעולת הדלגלג לאישור שכל לחיצה על הדק השעון גורמת להיפוך מצב מוצא הדלגלג

## ניסוי מס' 5: תיכון חומרה – משווה לסיבית אחת

- 5.1. היכרות עם מערכת תיכון חומרה ושימוש בעורך גרפי
- 5.2. הכרה וביצוע פעולת הידור והדמיה
- 5.3. צריבת רכיב ובדיקה

## פרויקטונים מערכתיים – יכולים להתבצע בחומרה או ברכיב מיתכנת

1. אורות רצים
 

מחולל אותות ריבועיים (חיצוני) מחובר למונה טבעתי ומקדם אותו; מוצאי המונה מחוברים לנוריות; כל קידום של המונה מדליק נורית שונה, כך שבכל רגע דולקת רק נורית אחת.
2. מונה מעלה/מטה
 

מקדמים מונה בינרי באמצעות לחצן; מוצא המונה הוא מילה בת 4 סיביות. מילה זו נכנסת למפענח לתצוגת 7 מקטעים. מוצא המפענח מחובר לתצוגת 7 מקטעים. כל לחיצה מקדמת את התצוגה מ-0 עד 9.
3. שעון ל-60 דקות
  - ◁ תכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
  - ◁ השעון מורה דקות ושניות
  - ◁ אפשרות לכיוון הזמן ההתחלתי
  - ◁ אפשרות לשעון מעורר
4. בקרת רמזור
  - ◁ לתכנון ובנייה באמצעות רכיב מיתכנת
  - ◁ אפשרות הרחבה – רמזור לכלי רכב ורמזור להולכי רגל

# מבוא להנדסת אלקטרוניקה

## חלוקת שעות

מבוא להנדסת אלקטרוניקה מורכב משני מקצועות:

- יסודות תורת החשמל - כיתה י' (3 ש"ש)
- אלקטרוניקה תקבילית וספרתית - כיתה י"א' (5 ש"ש)

חלוקת השעות ללימודי מבוא להנדסת אלקטרוניקה בכיתות י' ו-יא נתונה בטבלה שלהלן:

שם המקצוע	כיתה י'		כיתה י"א'		סה"כ	
	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי
מבוא להנדסת אלקטרוניקה	2	1	3	2	5	3
						8

## רציונל

מבוא להנדסת אלקטרוניקה מכיל שני מקצועות: יסודות תורת החשמל – לימודים עיוניים והתנסותיים ואלקטרוניקה תקבילית וספרתית – לימודים עיוניים והתנסותיים. התלמידים ילמדו מושגים בסיסיים בחשמל ואלקטרוניקה, ידעו לחשב פרמטרים של מעגלים חשמליים בצורות חיבור שונות, ירכשו מיומנויות בהרכבת מעגלים חשמליים ואלקטרוניים, ביצוע מדידות וזיהוי תקלות. הכרת מכשירי המדידה והכרת כלי הסימולציה ייעשו תוך כדי ההתנסות. לחלופין – ניתן לבצע פרויקטונים שיחליפו את ביצוע הניסויים, כאשר כל פרויקטון כזה יאגד בתוכו שניים-שלושה ניסויים. פרויקטון מערכתי הוא מערכת שלמה המבצעת תפקיד מעשי מוגדר, כגון בקרת טמפרטורה, מדידת רעש וכיוצא באלה.

# יסודות תורת החשמל לימודים עיוניים

## – כיתה י'

### תכנים

שעות	נושא
3	פרק 1: מטען, כוח ושדה חשמלי
3	פרק 2: המתח החשמלי ומקורות מתח
3	פרק 3: זרם חשמלי
4	פרק 4: התנגדות ומוליכות
3	פרק 5: חוק אום
7	פרק 6: חוק הזרמים וחוק המתחים של קירכהוף
8	פרק 7: מעגל חשמלי טורי, מקבילי ומעורב
6	פרק 8: הספק במעגל חשמלי
5	פרק 9: שיטות לפתרון מעגלים
3	פרק 10: קבל לוחות, טעינה ופריקה
2	פרק 11: השראות עצמית והמשרן
3	פרק 12: זרם חילופין ומושגים בסיסיים באותות מחזוריים
10	פרק 13: פתרון מעגלים בזרם חילופין
60	סה"כ שעות:

### פרק 1 : מטען, כוח ושדה חשמלי

- 1.1 המטען כתכונה בסיסית של החלקיקים היסודיים
  - 1.2 מבנה החומר: האטום ומרכיביו
  - 1.3 הבהרת המושגים גוף טעון וגוף ניטרלי באמצעות מושג המטענים היסודיים
  - 1.4 דיון בשדה הנוצר על ידי מטען נקודתי
- סה"כ שעות: 3**

### פרק 2 : המתח החשמלי ומקורות מתח

- 2.1 הפוטנציאל, הגדרתו ויחידת המדידה שלו במערכת SI
  - 2.2 המתח כהפרש פוטנציאלים ויחידת המדידה שלו
  - 2.3 דיון על הקשר שבין המתח לבין השדה החשמלי
  - 2.4 מקורות מתח
  - 2.5 תא, סוללה ומצבר כמקורות מתח מעשיים
- סה"כ שעות: 3**

### פרק 3: זרם חשמלי

- 3.1 הזרם החשמלי כתנועה מסודרת ומכוונת של חלקיקים טעונים
  - 3.2 השדה החשמלי כגורם לזרם חשמלי
  - 3.3 אלקטרונים חופשיים וזרם חשמלי
  - 3.4 הכיוון המוסכם של הזרם החשמלי
  - 3.5 הגדרת עוצמת הזרם: יחידת המדידה של הזרם במערכת SI
  - 3.6 דוגמאות לשימושים בזרם החשמלי (סקירה)
- סה"כ שעות: 3**

### פרק 4: התנגדות ומוליכות

- 4.1 הגדרת ההתנגדות של מוליך באמצעות מתח וזרם; יחידת המדידה של ההתנגדות במערכת SI
  - 4.2 המוליכות – הגדרתה ויחידותיה
  - 4.3 תלות התנגדות של מוליך בתכונותיו הפיזיקליות ובממדיו ההנדסיים (הגיאומטריים)
  - 4.4 התנגדות סגולית, מוליכות סגולית ויחידותיהן
  - 4.5 בידוד חשמלי – מטרתו וסוגיו
- סה"כ שעות: 4**

## פרק 5: חוק אום

- 5.1 חוק אום ומגבלותיו: חומרים המצייתים לחוק זה
  - 5.2 חישובי זרם, מתח והתנגדות לפי חוק אום
  - 5.3 הבהרת המושג התנגדות אומית
- סה"כ שעות: 3**

## פרק 6: חוק הזרמים וחוק המתחים של קירכהוף

- 6.1 חוק הזרמים: צומת, סימון זרמים נכנסים ויוצאים, ניסוח החוק ומשמעותו הפיזיקלית
  - 6.2 חוק המתחים: ענף וחוג במעגל חשמלי, מפלי מתח במעגל וסימונם, הסבר כמותי ואיכותי של החוק
- סה"כ שעות: 7**

## פרק 7: מעגל חשמלי טורי, מקבילי ומעורב

- 7.1 מעגל חשמלי טורי: התנגדות שקולה בטור, יחסים בין מתחים וזרמים, כלל מחלק המתח, התנגדות הקו ומפל המתח עליו, חיבור נגדים בטור והצורך בו
  - 7.2 מעגל חשמלי מקבילי: התנגדות שקולה במקביל, יחסים בין זרמים והתנגדויות, כלל מחלק הזרם, חיבור נגדים במקביל והצורך בו
- סה"כ שעות: 8**

## פרק 8: הספק במעגל חשמלי

- 8.1 האנרגיה החשמלית ויתרונותיה
- 8.2 ההספק החשמלי ויחידת ההספק

- 8.3 ההספק המתפתח על נגד
  - 8.4 נצילות והפסדי הספק
  - 8.5 חישובי הספק במעגלים שונים
  - 8.6 העברת הספק מרבי לצרכן
- סה"כ שעות: 6**

## פרק 9: שיטות לפתרון מעגלים

שיטת זרמי החוגים: המושג זרם חוג וקבלת משוואות המתחים בחוגים באמצעותו, פתרון המשוואות, הצורות הסטנדרטיות של המשוואות בשיטת זרמי החוגים

**סה"כ שעות: 5**

## פרק 10: קבל לוחות, טעינה ופריקה

- 10.1 קבל לוחות ושדה חשמלי
  - 10.2 קבל לוחות וקיבולו
  - 10.3 טעינת קבל לוחות על ידי סוללה
  - 10.4 השדה החשמלי הנוצר בין לוחות קבל טעון
  - 10.5 חישוב הקיבול של קבל לוחות
- סה"כ שעות: 3**

## פרק 11: השראות עצמית והמשרן

- 11.1 השראות עצמית
  - 11.2 ביטוי הכא"מ (כוח אלקטרו מניע) המושרה בסליל באמצעות הגורמים הבאים:
- ◀ שינוי הזרם בסליל



ההשראות העצמית של הסליל <

המשרן <

סה"כ שעות: 2

## פרק 12: זרם חילופין ומושגים בסיסיים באותות מחזוריים

12.1 יתרונות השימוש בזרם חילופין על פני זרם ישר

12.2 האות הסינוסואידלי כאות מחזורי

12.3 זמן מחזור, תדר ותדר זוויתי

12.4 ערך שיא, ערך שיא לשיא וערך אפקטיבי

סה"כ שעות: 3

## פרק 13: פתרון מעגלים בזרם חילופין

13.1 העכבה: הגדרה, עכבת נגד, משרן וקבל, עכבה של מעגל

13.2 מעגל RL טורי: חישוב המתחים על רכיבי המעגל, כלל מחלק המתח

13.3 מעגל RC טורי: חישוב המתחים על רכיבי המעגל

סה"כ שעות: 10

# אלקטרוניקה תקבילית וספרתית, לימודים עיוניים – כיתה יא'

## תכנים

שעות	נושא
3	פרק 1: אותות ומערכות
18	פרק 2: מגברי שרת
6	פרק 3: חיישנים
3	פרק 4: משוויים
8	פרק 5: דיודות
24	פרק 6: טרנזיסטורים
8	פרק 7: ספקים ומייצבי מתח
10	פרק 8: רשתות HP ו-LP
10	פרק 9: המרת אותות
90	סה"כ שעות:

## פרק 1: אותות ומערכות - 3 שעות

- 1.1 אותות תקביליים: אותות רציפים בזמן, אותות מחזוריים ולא מחזוריים – דוגמאות
- 1.2 אפיון אותות תקביליים מחזוריים: תנופה, מופע, תדר – דוגמאות
- 1.3 אותות ספרתיים: אותות בדידים בזמן, אותות מחזוריים ולא מחזוריים – דוגמאות
- סה"כ שעות: 3

## פרק 2: מגברי שרת - 18 שעות

- 2.1 אפיוני מגבר שרת בחוג פתוח:  
 < סימול סכמטי, הדקי המגבר ותפקידיהם, תכונות מגבר שרת אידיאלי, רוחב פס, התנגדות  
 < מבוא והתנגדות מוצא, מתחי הזנה (הזנה משני מקורות וממקור יחיד), רוויה חיובית ורוויה שלילית
- 2.2 מגבר שרת בחוג פתוח וסגור: משוב שלילי, מושג "האדמה המדומה" (Virtual Ground). יישומים של מגברי שרת אידיאליים:  
 < מגבר הופך מופע: תרשים המעגל, חישוב: הגבר מתח, מתח מוצא, זרמים במעגל, התנגדות מבוא; חישוב מתח מוצא מרבי ללא עיוותים; סרטוט אות המוצא בתלות בזמן בהתאמה לאות מבוא  
 < מגבר לא הופך מופע: תרשים המעגל, חישוב: הגבר מתח, מתח מוצא, זרמים במעגל; חישוב מתח מוצא מרבי ללא עיוותים; סרטוט אות מוצא בתלות בזמן בהתאמה לאות מבוא  
 < מגבר חוצץ (יחידה): תכונות מגבר חוצץ, תרשים המעגל, חישוב הגבר, סרטוט אות מוצא בתלות בזמן בהתאמה לאות המבוא  
 < מגבר מסכם: תרשים המעגל, חישוב מתח המוצא עבור מתחי מבוא שונים, חישוב וסרטוט מתח המוצא כאשר אחד ממתחי המבוא הוא מתח חילופין (AC) והאחר מתח ישר (DC)  
 < מגבר מחסר (מגבר הפרש): תרשים המעגל, חישוב וסרטוט מתח המוצא כאשר אחד ממתחי המבוא הוא מתח חילופין (AC) והאחר מתח ישר (DC)
- 2.3 חישוב הגבר המתח בדציבלים (dB) במעגלים השונים
- 2.4 תרגילים משולבים של מגברי שרת
- 2.5 מגברים רב דרגתיים עם מגברי שרת
- סה"כ שעות: 10

## פרק 3: חיישנים

- 3.1 חיישן חום כגון RTC: אופיין המתאר תלות ההתנגדות בטמפרטורה, מעגלי יישום
- 3.2 חיישני קול, כגון מיקרופון, רמקול – הסבר פעולה
- 3.3 חיישן אור LDR: אופיין המתאר תלות ההתנגדות בעוצמת האור, מעגלי יישום
- סה"כ שעות: 6**

## פרק 4 : משוויים

- 4.1 משווה בחוג פתוח
- 4.2 אופיין מעבר; סרטוט מתח המוצא בתלות במתח המבוא
- 4.3 סרטוט מתח המוצא בתלות בזמן בהתאמה למתח חילופין במבוא
- סה"כ שעות: 3**

## פרק 5: דיודות - 8 שעות

- 5.1 תיאור דיודה כרכיב חד כיווני
- 5.2 סרטוט אופיין זרם-מתח של דיודה מעשית
- 5.3 דיודה אידיאלית, תיאור הדיודה כקצר-נתק
- 5.4 מודל הדיודה באמצעות מקור מתח  $V_{don}$
- 5.5 חישוב נקודת עבודה של דיודה במעגל טורי הכולל מקור מתח, נגד ודיודה
- 5.6 דפ"א (LED); תכונות וחישוב נקודת העבודה של הדיודה
- 5.7 דיודת זנר, אופיין זרם מתח, חישוב נקודת עבודה במעגל חשמלי
- סה"כ שעות: 8**

## פרק 6: טרנזיסטורים - 24 שעות

- 6.1 מבנה ועקרון פעולה של טרנזיסטור דו נושאי (BJT)
- 6.2 חישוב נקודת עבודה של טרנזיסטור בחיבור CE עם מקדם עצמי וסרטוט קו עבודה
- 6.3 סרטוט מעגל תמורה מופשט ( $h_{fe}$ ,  $h_{ie}$ ) של טרנזיסטור לאות חילופין
- 6.4 חישוב הגבר מתח והגבר זרם בחיבור CE
- 6.5 פעולת טרנזיסטור כמתג, בדיקת התנאי לרוויה בטרנזיסטור ( $I_c < I_b$ ), חישוב זרמי הטרנזיסטור ברוויה
- 6.6 הפעלת דפ"א (LED) באמצעות טרנזיסטור הפועל כמתג

**סה"כ שעות: 24**

## פרק 7: ספקים ומייצבי מתח

- 7.1 סרטוט תרשים מלבנים של ספק כוח; סרטוט צורות גלים
- 7.2 הכרת מייצב מתח משולב מסוג 78xx
- סה"כ שעות: 8**

## פרק 8: רשתות HP ו-LP

- 8.1 תגובת רשת מעבירה נמוכים (LP) ורשת מעבירה גבוהים (HP) לאות מדרגה ולדופק
- 8.2 סרטוט מתח המוצא וחישוב ערכיו
- סה"כ שעות: 10**

## פרק 9: המרת אותות

- 9.1 הצורך בהמרת אותות אנלוגיים לספרתיים ולהיפך
  - 9.2 המרת אות ספרתי לאנלוגי; חישוב מתח המוצא בתלות במילת המבוא הספרתית; כושר ההבחנה
  - 9.3 ממיר D/A מסוג רשת סולם נגדים R-2R, חישובים בממיר
  - 9.4 המרת אות אנלוגי לספרתי; חישוב מילת המוצא הספרתית בתלות במתח המבוא התקבילי; חישוב כושר ההבחנה
  - 9.5 ממיר A/D מסוג "מתח מדרגות"
- סה"כ שעות: 10

# מבוא להנדסת אלקטרוניקה – לימודים התנסותיים

## יסודות תורת החשמל (כיתה י' – 30 שעות)

### כללי

הניסויים יבוצעו חלקם באמצעות צב"ד ממשי (ספקי כוח, מכשירי מדידה, מחוללי אותות ורכיבים חשמליים), וחלקם – באמצעות תוכנת הדמיה. במקרה שלא נכתב אחרת, הכוונה לביצוע בצב"ד ממשי. חלק מניסויי הצב"ד כוללים המחשות איכותיות של התופעות והחוקים הקיימים במעגלים מעשיים.

יש לבצע לפחות חמישה מבין הניסויים 1 עד 6.

### ניסוי מס' 1: מכשירי המדידה, חוק אום, סוללות

- 1.1 הסברה והדגמה של אופן תפעולו של ספק כוח
- 1.2 הסברה והדגמה של אופן תפעולו של רב מודד; בעיות דיוק במדידה
- 1.3 מדידת מתח ישר וזרם ישר בין הדקי ספק כוח באמצעות רב מודד
- 1.4 לימוד קודי הסימון של נגדים; אימות הסימון על ידי מדידת ההתנגדות
- 1.5 חוק אום:
  - 1.5.1 המחשה חזותית: חיבור נגד, מד זרם ונורה בטור להדקי ספק כוח; העלאה הדרגתית של מתח הספק והתרשמות חזותית מעליית הזרם במעגל (עוצמת האור בנורה) עם עליית המתח
  - 1.5.2 מדידת אופיין מתח/זרם של הנגד (הנורה נשארת, אך לא נכללת במדידה)
  - 1.6 מדידת מתח סוללה על הדקיה הפתוחים
  - 1.7 מדידת מתח סוללה כאשר הדקיה מחוברים לנורה (עומס)

1.8 חיבור נגד משתנה בין הדקי סוללה; סרטוט אופיין מתח/זרם בין הדקי הסוללה; חישוב ההתנגדות הפנימית של הסוללה

### ניסוי מס' 2A: מדידות במעגל טורי ומקבילי

- 2A.1 חיבור נגד ונורה בטור לספק כוח; הוספת נגד בטור והתרשמות מירידת הזרם (עוצמת האור)
- 2A.2 מדידת ההתנגדות של שני נגדים בטור
- 2A.3 חיבור הצירוף הטורי לספק כוח ומדידת מפל המתח על כל נגד ועל הספק; אישור חוק חלוקת המתח בטור
- 2A.4 חיבור נגד ונורה בטור לספק כוח; הוספת נגד נוסף במקביל לקיים והתרשמות מעליית הזרם הכללי (עוצמת האור)
- 2A.5 מדידת ההתנגדות של שני נגדים במקביל
- 2A.6 חיבור הצירוף המקביל לספק כוח ומדידת הזרם דרך כל נגד ודרך הספק; אישור חוק חלוקת הזרם במקביל

### ניסוי מס' 2B: חיבור נגדים במעורב

- 2B.1 חיבור שלושה נגדים בצורת רשת T: נגד טורי ובהמשכו שני נגדים במקביל; מדידת התנגדות הרשת; אימות על ידי חישוב
- 2B.2 חיבור רשת T לספק כוח; מדידת הזרמים הנכנסים לצומת T והיוצאים ממנה; אימות חוק קירכהוף
- 2B.3 מדידת מפלי המתח בשני החוגים של המעגל; אימות חוק קירכהוף

### ניסוי מס' 3: הכרת תוכנת סימולציה

- 3.1 כניסה לתוכנה ולמשטח העבודה
- 3.2 הנחת רכיבים על המשטח, הזזתם, סיבובם, מתן ערך לרכיבים, מחיקת רכיבים
- 3.3 חיבור רכיבים זה לזה (חיווט)

## ניסוי מס' 6: מעגלי RL טוריים בזרם חילופין

- 6.1 בניית מעגל RL טורי שבו מקור המתח הוא מחולל אותות
- 6.2 מדידת תלות הזרם בתדר וסרטוט גרף מתאים
- 6.3 חישוב תלות העכבה בתדר וסרטוט גרף מתאים
- 6.4 מדידת הפרש המופע בין הזרם במעגל לבין מתח המקור, בתלות בתדר, וסרטוט גרף מתאים

## אלקטרוניקה תקבילית וספרתית (כיתה יא' – 60 שעות)

### כללי

ההתנסות תכלול הן ניסויים מובנים סטנדרטיים והן פרויקטונים.

מקצת הניסויים יעשו בסימולציה.

### עקרונות מנחים

הכרת מכשירי המדידה והכרת כלי הסימולציה יעשו תוך כדי ההתנסות. לחלופין – ניתן לבצע פרויקטונים שיחליפו את ביצוע הניסויים, כאשר כל פרויקטון כזה מאגד בתוכו שניים-שלושה ניסויים.

התלמידים יתבקשו לבצע פרויקטון מערכתי אחד לפחות בהיקף של 10 עד 15 שעות. פרויקטון מערכתי הוא מערכת שלמה המבצעת תפקיד מעשי מוגדר, כגון בקרת טמפרטורה,

- 3.4 חיבור מעגל פשוט: ספק כוח ונגד עומס
- 3.5 הכרת מכשירי המדידה וחיבורם למעגל
- 3.6 הרצת ההדמיה: קריאת מתח/זרם
- 3.7 חיבור מעגל נגדים מעורב וביצוע מדידות מתח וזרם עליו

## ניסוי מס' 4: בדיקת שיטת זרמי החוגים לפתרון מעגלים – הניסוי ייערך הן בחומרה והן בתוכנה

- 4.1 בניית מעגל חשמלי הכולל כמה מקורות מתח ושני חוגים
- 4.2 מדידת מפלי המתח על הנגדים במעגל החשמלי
- 4.3 מדידת זרמי החוגים
- 4.4 אימות שתי משוואות החוגים

## ניסוי מס' 5: מעגלי RC טוריים בזרם חילופין

- 5.1 הכרה והדגמה של מחולל האותות ושל משקף התנודות
- 5.2 בניית מעגל RC טורי שבו מקור המתח הוא מחולל אותות
- 5.3 המחשה קולית: חיבור רמקול במקביל לנגד והתרשמות מהעלייה בעוצמת הקול עם עליית תדר המחולל – רצוי להשתמש ברמקולים של מחשב כדי לא להעמיס את מעגל RC
- 5.4 מדידת תלות הזרם בתדר וסרטוט גרף מתאים
- 5.5 חישוב תלות העכבה בתדר וסרטוט גרף מתאים
- 5.6 מדידת הפרש המופע בין הזרם במעגל לבין מתח המקור, בתלות בתדר, וסרטוט גרף מתאים

מדידת רעש וכיוצא באלה.

הניסויים והפרויקטונים שמים דגש על שימוש במגברי שרת וברכיבים מוכללים.

## שלבי העבודה המוצעים לביצוע פרויקטון מערכתי

- 1 תיאור בעיה
- 2 תכנון מעגל/מערכת ברמה עקרונית (יינתן על ידינו)
- 3 סרטוט מעגל/מערכת באופן מפורט בעזרת תוכנת הדמיה
- 4 הרצת ההדמיה ובדיקה בנקודות שונות במעגל
- 5 חיבור מעגל / מערכת דומה על לוח מודפס / לוח מחורר שעליו מורכבים הרכיבים וההתקנים הבסיסיים. התלמידים יידרשו לחבר (באמצעות מפסקים וחוטי גישור) רק חלקים מסוימים לצורך השלמת המעגל/מערכת. הפעלת המעגל וביצוע מדידות שונות עליו בעזרת מכשור מעבדתי (משקף תנודות, רב מודד, בחון לוגי וכיוצא באלה)
- 6 ביצוע שינויים/שיפורים במעגל/מערכת לפי שאלות והנחיות שיינתנו; כל שינוי/שיפור ניתן לבדיקה בהדמיה, אבל יידרש גם ביצוע מעשי.

## רשימת הניסויים

הערה: פרויקטון תחליפי יכול להתבצע במקום שניים-שלושה ניסויים. הפרויקטונים התחליפיים המוצעים כאן הם בגדר הצעות. מומלץ למורים להציע לתלמידיהם גם פרויקטונים תחליפיים אחרים.

### יש לבצע לפחות:

שניים מבין הניסויים  
שניים מבין הניסויים

א1-2  
א3-4

אחד מבין הניסויים  
אחד מבין הניסויים  
אחד מבין הפרויקטונים המערכתיים

א5-5  
א7  
א1-8

### ניסוי מס' 1A - מגברי שרת הופך מופע

- 1A.1 חיבור מגבר שרת כמגבר הופך מופע
- 1A.2 מדידת הגבר המתח
- 1A.3 מדידת הפרש המופע בין אות המבוא לאות המוצא
- 1A.4 מדידת השפעת שינוי נגד המשוב על הגבר המתח
- 1A.5 מדידת מתח המוצא המרבי ללא עיוותים
- 1A.6 מדידת היענות התדר של המגבר (תוך כדי ציון תדירות מחצית ההספק ורוחב הפס)

### ניסוי מס' 1B - מגבר שרת לא הופך מופע

- 1B.1 חיבור מגבר שרת כמגבר לא הופך מופע
- 1B.2 מדידת הגבר המתח
- 1B.3 מדידת הפרש המופע בין אות המבוא לאות המוצא
- 1B.4 מדידת השפעת שינוי נגד המשוב על הגבר המתח
- 1B.5 הפעלת המגבר כמגבר חוצץ (יחידה); מדידת ההגבר והפרש המופע בין אות המבוא לאות המוצא

### ניסוי מס' 1C - מגבר מסכם

- 1C.1 חיבור מגבר שרת כמגבר מסכם בעל שני מבואות
- 1C.2 מדידת מתח המוצא עבור מתחים ישרים (DC) במבוא
- 1C.3 מדידת מתח המוצא עבור מתח מבוא ישר באחד המבואות (DC) ומתח חילופין (AC) במבוא השני

**ניסוי מס' 1D - מגבר מחסר**

- 1D.1 חיבור מגבר שרת כמגבר מחסר
- 1D.2 מדידת מתח המוצא עבור מתחי מבוא ישרים (DC)
- 1D.3 מדידת מתח המוצא עבור מתח מבוא ישר באחד המבואות ומתח חילופין (AC) במבוא השני

**ניסוי מס' 2A - מגבר שרת משווה**

- 2A.1 חיבור מגבר שרת כמשווה בחוג פתוח
- 2A.2 מדידת מתח המוצא בתלות במתחי מבוא שונים
- 2A.3 סרטוט אות מוצא ומדידתו עבור אות מבוא סינוסי

**ניסוי מס' 2B - שילוב בין מגבר שרת ומעגל לוגי - מישק**

- 2B.1 חיבור מגבר שרת משווה למהפך לוגי והפעלת דפ"א (דיודה פולטת אור - LED)
- 2B.2 חיבור מתח חילופין בתדר נמוך במבוא המשווה להבהוב הדפ"א

**ניסוי מס' 3A - מעגל גילוי חום**

- 3A.1 מדידת התנגדות נגד רגיש לחום עבור טמפרטורות שונות
- 3A.2 שילוב נגד רגיש לחום עם משווה ודפ"א להפעלת הנורית עבור טמפרטורה מסוימת
- 3A.3 שינוי פעולת הגילוי באמצעות שינוי מתח ייחוס

**ניסוי מס' 3B - מעגל גילוי אור**

- 3B.1 מדידת התנגדות נגד רגיש לאור עבור עוצמות אור שונות
- 3B.2 שילוב נגד רגיש לאור עם משווה ודפ"א להפעלת הדיודה עבור עוצמת אור מסוימת

**3B.3 שינוי פעולת הגילוי באמצעות שינוי מתח ייחוס**

**ניסוי מס' 3C - מעגל גילוי קול**

- 3C.1 חיבור מעגל הכולל מיקרופון קיבולי משווה ודפ"א
- 3C.2 הפעלת המעגל באופן שבו תידלק הדפ"א
- 3C.3 שינוי סף הגילוי באמצעות שינוי מתח ייחוס

**ניסוי מס' 4 - דיודות - יישור**

- 4.1 חיבור מעגל יישור חצי גל
- 4.2 מדידת צורות הגל במוצא עבור אות מבוא סינוסואידלי
- 4.3 חיבור מעגל יישור גל שלם (גשר דיודות)
- 4.4 מדידת צורות הגל במוצא עבור אות מבוא סינוסואידלי
- 4.5 בדיקת השפעת שינויים בתנופת אות המבוא על צורת האות המתקבל במוצא

**ניסוי מס' 5A - טרנזיסטור ביפולרי [DC]**

- 5A.1 חיבור מעגל בתצורת פולט משותף (הכולל נגד בסיס ונגד קולט ללא נגד פולט)
- 5A.2 מדידת נקודת עבודה DC עבור נגדי בסיס שונים
- 5A.3 מדידת נקודת העבודה
- 5A.4 מדידת הקשר בין זרם הבסיס לזרם הקולט



## ניסוי מס' 5B - טרנזיסטור ביפולרי כמגבר CE [AC]

- 5B.1 חיבור מעגל בתצורת פולט משותף (כולל שני נגדי ממתח בסיס ונגד קולט)
- 5B.2 מדידת אות המוצא בתלות במתח מבוא סינוסואידלי
- 5B.3 חישוב הגבר המתח
- 5B.4 מדידת הפרש המופע בין אות המבוא לאות המוצא
- 5B.5 מדידת מתח המוצא המרבי ללא עיוותים

## ניסוי מס' 6 - מייצב מתח [ניסוי רשות]

- 6.1 חיבור מייצב מתח מסוג 7805
- 6.2 מדידת מתח מבוא מזערי המבטיח מתח מוצא תקין
- 6.3 מדידת מתח המוצא עבור נגדי עומס שונים

## ניסוי מס' 7 - תגובת רשת מעבירה נמוכים לאות ריבועי

- 7.1 חיבור רשת מעבירה נמוכים (LP) לאות מבוא ריבועי
- 7.2 מדידת אות המוצא עבור  $T < T_c$ ; סרטוט אות המוצא עם ערכי המתחים
- 7.3 מדידת אות המוצא עבור  $T > T_c$ ; סרטוט אות המוצא עם ערכי המתחים

## פרויקטונים מערכתיים

הפרויקטונים שלהלן הם בגדר הצעות. מומלץ למורים להציע לתלמידיהם גם פרויקטונים אחרים, ובלבד שיקיימו את העקרונות המנחים שהוצגו בתחילת הפרק.

- 1 ספק כוח מבוסס על רכיב מוכלל (78XX למשל) עם אפשרות ליצירת מתחים גבוהים ומשתנים בעזרת מגבר שרת ורשת נגדים - למתחים רציפים ובדידים.
- 2 מגבר שמע בעל כמה דרגות, וניתן לשלוט בהגבר כל דרגה בנפרד בקפיצות. אפשרות לשליטה בעוצמה הכוללת; כניסת מיקרופון, מסננים אקטיביים, כניסת רעש לבן, מתנד סינוסי בתדר שמע (מתנד ווין) המשמש לבדיקת המגבר.
- 3 מעגל לבקרת טמפרטורה: גשר עם חיישן טמפרטורה משמש לקבלת מתח יחסי לטמפרטורה. המתח מומר לאות ספרתי, וזה מושווה לשני גבולות הנקבעים ידנית (למשל  $0^{\circ}\text{C}$ - $50^{\circ}\text{C}$ ). חציית הגבולות האלה מפעילה/מפסיקה תנור או מאוורר, כך שהטמפרטורה נשמרת תמיד בין הגבולות שלעיל.
- 4 מד רעש מרבי: רעש אקוסטי מומר בעזרת מיקרופון ומיישר לאות חשמלי. האות הזה נדגם מדי כמה מילישניות ומושווה לדגימה הקודמת; אם רמת האות הנוכחי גבוהה מהקודמת, מקדמים מונה המחובר לתצוגת 7 מקטעים (ספרה בודדת, 0-9).
- 5 מקמ"ש IR ל-4 מטר: מתנד 500 הרץ מפעיל דיודה פולטת אור מדי מחזור. זהו המשדר. המקלט ממיר את האור הנקלט למתח חשמלי בעזרת טרנזיסטור רגיש אור. בעזרת משוואה וחד יציב יוצרים דופק שעון לדלגלג JK. הדלגלג מחליף מצב בכל דופק, כך שהוא מדליק ומכבה נורית עומס עם כל פרץ אור המשודר מהמשדר.
- 6 מיתוג מבוקר קול (למשל מחיאת כפיים): מיקרופון ממיר את פרץ הקול לאות חשמלי. בעזרת משוואה וחד יציב יוצרים דופק בודד. דופק זה מפעיל דלגלג JK, וזה מפעיל ומכבה עומס לסירוגין - להמחשה, מחברים נורית כעומס. ניתן גם למנות את פרצי הקול באמצעות קידום מונה עם כל דופק של החד יציב. המנייה מומחשת בעזרת תצוגת 7 מקטעים.

- 7 בחון לוגי ל-TTL: המתח הנבדק נכנס למשווה חלון שגבולותיו מתאימים להגדרות מצב גבוה ונמוך של לוגיקת TTL. הרכיב 4511 משמש לדחיפת תצוגת 7 מקטעים – כאשר האות הנבדק "נמוך", נדלקת הספרה 0. כאשר האות "גבוה", נדלקת הספרה 1. במצבי ביניים התצוגה כבויה. עבור דפקים במבוא תידלק הספרה 8.
- 8 שימוש בממיר DAC, ADC או שילוב של שניהם.

## מבוא למערכות משובצות מחשב לכיתה י'

### חלוקה לשעות

חלוקת השעות ללימודי מבוא למערכות משובצות מחשב בכיתות י ו-יא נתונה בטבלה להלן:

שם המקצוע	כיתה י'		כיתה יא'		סה"כ	
	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי
מבוא למערכות משובצות מחשב	5	2	2	1	7	3
					10	

### רציונל

תוכנית הלימודים במקצוע במבוא למערכות משובצות מחשב לכיתה י' נכתבה כך שתאפשר לבית הספר לבחור את סביבת פיתוח החומרה שאיתה הוא רוצה ללמד. מדובר בבחירת סביבת פיתוח כדוגמת הסביבות הבאות:

- סביבת הפיתוח לבקרים של Arduino – סביבת כמה מעבדים
- ערכות פיתוח לבקרים ממשפחת 8051
- ערכות פיתוח לבקרים ממשפחת PIC
- עבודה עם כרטיסי Raspberry Pi
- ערכות Netduino

במסגרת הלימודים יתנסו התלמידים בפיתוח עצמאי של תוכניות מחשב לפתרון בעיות שחלקן יוגדרו על ידי המורה, וחלקן ייבחרו על ידי התלמידים. יושם דגש על תהליך הפיתוח ועל תיעוד התוצר והתהליך.

החלופה מבוא למערכות משובצות מחשב לכיתה י' נכתבה כך שתיתן מענה עדכני לטכנולוגיות חדשות תוך כדי מתן דגש על יישום מעשי של טכנולוגיות

המשלבות רכיבי חומרה משובצות מחשב, החל מחיבור רכיבי חומרה למיקרו-בקרים דרך הדקים תקביליים וספרתיים ועד לחיבור רכיבי חומרה דרך פרוטוקולים טוריים. מטרת העל של חלופה זו היא לתת בסיס התנסותי רחב, ככל שניתן, כדי לשמש בסיס לפיתוח עבודת גמר או פרויקט גמר במסגרת לימודי ההתמחות בכיתה י'. רצוי שסביבת הפיתוח בסביבת Embedded לכיתה י' תהיה ערכת הפיתוח Arduino UNO בגלל הפשטות, הזמינות וחומרי ההדרכה וההוראה הזמינים לה, אך כמובן ניתן לבחור בכל ערכת פיתוח המשלבת מיקרו-בקר בר תכנות.

רוב יחידות הלימוד מצריכות שימוש במעבדה בהיקף שאינו אחיד על פני שנת הלימודים. מומלץ להקצות, במידת האפשר, את מעבדת המחשבים גם לשיעורים עיוניים. האפשרות לשלב הדגמה באמצעות המחשב וציוד הקרנה מתאים בשיעור עיוני תסייע רבות ללימוד הנושא.

Embedded C++ הוא שם כולל לכתיבת תוכנה בשפה עילית למיקרו-בקרים. תכנות ב-Embedded C++ מבוסס על תחביר C רגיל, אך שונה ממנו בגלל המאפיינים הייחודיים שיש למיקרו-בקר בהשוואה לתכנות שפת C למחשבי PC.

מטרת התוכנית בכיתה י' היא להכיר ללומדים את הקשר שבין תכנות בשפה עילית לעבודה עם התקני קלט/פלט המחוברים להתקני חומרה ומגיבים להוראות תוכנה. אין בהיקף התוכנית ללמד לעומק את עקרונות התכנות ב-Embedded C++, אלא לתת ללומדים חוויה טכנולוגית המאפשרת חיבור בין עולם התוכנה לעולם החומרה.

על כן חשוב שבשלב זה לא להיכנס לפרטים טכניים ייחודיים לעולם התוכנה ב-Embedded C++, אלא להדגיש שני עקרונות מרכזיים: הראשון – מעבר מתכנות בסביבת C# תחת PC לכתיבת תוכנה Embedded C++ למיקרו-בקר. השני הוא חיבור בין התקני חומרה לתוכנה בסביבת מיקרו-בקרים.

תוכנית לימודים זו נכתבה סביב ערכות הפיתוח של Arduino. ניתן ללמד תוכנית לימודים זו סביב כל ערכת פיתוח המשלבת מיקרו-בקר ותוכנה.

## תכנים

## פרק 2: כתיבה וקריאה מהמפתחים הספרתיים של הבקר

## ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו את סביבת הפיתוח IDE של Arduino תוך כדי התנסות פעילה בכתיבת תוכניות המשתמשות ברכיבי חומרה בסיסיים המתחברים דרך המפתחים הספרתיים למיקרו-בקר.

## ■ תכנים

- 2.1 הכרת המושג מפתח קלט ופלט ספרתי
  - 2.2 הכרת אופן החיבור בין מפתח הבקר לבין נוריות LED, תצוגות SEG-7 ומפסקים תוך כדי הבחנה בין חיבור מבוסס pull up לחיבור pull down
  - 2.3 הכרת המאפיינים החשמליים של מפתחי המיקרו-בקר, כמו מתחי עבודה וזרמים מרביים
  - 2.4 הגדרת מפתח הפלט בתוכנה תוך כדי שימוש בפעולה pinMode
  - 2.5 שימוש בפעולות השהיה, כמו delay, delayMicroseconds, לתיאום בין מהירות העבודה של הבקר להתקני החומרה
  - 2.6 כתיבת תוכנית למיקרו-בקר המשתמשת בהתקני קלט פלט ספרתיים תוך כדי שימוש באוגרים PORTD, DDRD, ו-PIND ובפעולות digitalWrite ו-digitalRead
  - 2.7 שימוש בתקשורת טורית Serial.print ככלי למעקב אחר משתנים ומבואות ספרתיים
- סה"כ שעות: 20

שעות	נושא
15	פרק 1: יסודות התכנות בסביבת מיקרו-בקרים
20	פרק 2: כתיבה וקריאה מהמפתחים הספרתיים של הבקר
15	פרק 3: מבואות ומוצאים תקביליים
10	פרק 4: מיקרו-בקרים
15	פרק 5: פסיקות חומרה ומונים
15	פרק 6: תקשורת טורית UART בין מיקרו-בקר למחשב
90	סה"כ שעות: (60 שעות עיוני ו-30 שעות התנסות)

## פרק 1: יסודות התכנות בסביבת מיקרו-בקרים

## ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו את סביבת הפיתוח IDE של Arduino תוך כדי התנסות פעילה בכתיבת תוכניות המשתמשות בתקשורת הטורית להצגת טקסט על המסך.

## ■ תכנים

- 1.1 הכרת המושג מיקרו-בקר
  - 1.2 היכרות עם מספר לוחות הפיתוח של Arduino
  - 1.3 המפרט הטכני של לוח Arduino UNO
  - 1.4 מאפיינים עיקריים של מיקרו-בקר ATmega 168/328
  - 1.5 הכרת סביבת הפיתוח IDE של Arduino
  - 1.6 מבנה בסיסי של תוכנה הכולל Setup ו-Loop
  - 1.7 שימוש בתקשורת טורית Serial.print לשידור טקסט למסך המסוף (Terminal) בכתיבת הוראות פשוטות
- סה"כ שעות: 15

## פרק 3: מבואות ומוצאים תקביליים

## ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יממשו תוך כדי התנסות פעילה שילוב בין כתיבת תוכניות סביבת הפיתוח IDE של Arduino לבין רכיבי חומרה המתחברים דרך המפתחים התקביליים למיקרו-בקר. יש לחבר את המפתח התקבילי למכשירי המעבדה (סקופ רב מודד) ולהמחיש לתלמידים את הפעולה.

## ■ תכנים

- 3.1 הכרת ההבדל בין מפתח קלט תקבילי לספרתי
- 3.2 היכרות עם התכונות והמאפיינים של מפתחי הקלט התקביליים של מיקרו-בקר ממשפחת Arduino
- 3.3 הכרת אופן החיבור בין מפתח הבקר לבין פוטנציומטר המורכב כמחלק מתח, נגד רגיש לאור LDR, מד טמפרטורה 35LM
- 3.4 חישוב הערך הספרתי של מתח אנלוגי
- 3.5 הכרת המאפיינים האלקטרוניים של המבואות התקביליים: זמן המרה, רזולוציה, מספר סיביות וטווח מתחי ההמרה
- 3.6 הגדרת מאפייני מפתח הקלט בתוכנה תוך כדי שימוש בפעולה analogReference
- 3.7 כתיבת תוכנית למיקרו-בקר המשתמש בהתקני קלט תקביליים תוך כדי שימוש בפעולות analogRead
- 3.8 שימוש בפעולות השהיה, כמו delay, writeMicroseconds, לביצוע השהיות בין דגימות
- 3.9 שימוש בפעולות analogWrite ו-tone להפקת אותות מוצא מחזוריים בתדר
- 3.10 וב-Duty cycle משתנה
- 3.11 שימוש בתקשורת טורית Serial.print ככלי למעקב אחר משתנים ומבואות תקביליים

סה"כ שעות: 15

## פרק 4: מיקרו-בקרים

## ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו את המבנה הפנימי של מיקרו-בקר באופן כללי ואת המבנה הפנימי של מיקרו-בקר ATmega328P.

## ■ תכנים

- 4.1 הכרת המבנה פנימי של מיקרו-בקר ויחידותיו
- 4.2 ארכיטקטורת RISC ((Reduced Instruction Set Computing
- 4.3 המבנה הפנימי של מיקרו-בקר ATmega328P
- 4.4 מבנה האריזה של הבקר
- 4.5 המפרט הטכני של לוח Arduino UNO
- 4.6 הכרת התרשים החשמלי של כרטיס הפיתוח Arduino UNO

סה"כ שעות: 10

## פרק 5: פסיקות חומרה ומונים

## ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יכתבו תוכניות תוך כדי שימוש בפסיקות חומרה חיצוניות ופסיקות מונים.

## ■ תכנים

- 5.1 היכרות עם שיטת הפסיקה
- 5.2 מה ההבדלים בין שיטת הפסיקה לשיטת הסריקה, יתרונות וחסרונות
- 5.3 פסיקות חיצוניות
- 5.4 אופן דרבון הפסיקה החיצונית
- 5.5 כתיבת שגרת פסיקה חיצונית
- 5.6 היכרות עם מונים, שימוש במונה כקוצב זמן וכמונה מאורעות
- 5.7 היכרות עם ספריית Time של Arduino

- 5.8 כתיבת תוכניות לשימוש במונה כקוצב זמן
  - 5.9 כתיבת תוכניות לשימוש במונה כקוצב זמן תוך כדי שימוש בפסיקת מונה
  - 5.10 הכרת שיטת ריבוב TDM (Time Division Multiplexing)
  - 5.11 הכרת פעולת Time Out בכתיבת תוכניות
- סה"כ שעות: 15

## פרק 6: תקשורת טורית UART בין מיקרו-בקר למחשב

### ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו את תקשורת UART, ובאמצעותה יעבירו נתונים בין מיקרו-בקר מבוסס Arduino לבין מחשב PC המריץ תוכנה ב-C#.

### ■ תכנים

- 6.1 לימוד פרוטוקול UART, מבנה הפרוטוקול וקצב תשדורת הנתונים
  - 6.2 כתיבת תוכנה לבקר המבוססת על ספריית Serial וביצוע תקשורת עם מחשב PC לתוכנת מסוף Terminal חיצונית
  - 6.3 כתיבת תוכנה בשפת C# המבוססת על המחלקה SerialPort לשימוש תקשורת בסיסית בין מחשב PC לבקר Arduino באמצעות תקשורת טורית
  - 6.4 כתיבת תוכנה לבקר המבוססת על הספרייה SoftwareSerial וביצוע תקשורת עם מחשב PC לתוכנת מסוף Terminal חיצונית
- סה"כ שעות: 15

## יסודות התכנות בשפת C#

### חלוקה לשעות

חלוקת השעות ללימודי יסודות התכנות בשפת C# בכיתות יו-יא נתונה בטבלה שלהלן:

שם המקצוע	כיתה י'		כיתה יא'		סה"כ	
	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי	עיוני	התנסותי
יסודות התכנות בשפת C#	2	2	2	1	4	3
					7	

### רציונל

רוב יחידות הלימוד מצריכות שימוש במעבדה בהיקף שאינו אחיד על פני שנת הלימודים. מומלץ להקצות, במידת האפשר, את מעבדת המחשבים גם לשיעורים עיוניים. האפשרות לשלב הדגמה באמצעות המחשב וציוד הקרנה מתאים בשיעור עיוני תסייע רבות ללימוד הנושא.

במסגרת הלימודים יתנסו התלמידים בפיתוח עצמאי של תוכניות מחשב לפתרון בעיות שחלקן יוגדרו על ידי המורה וחלקן ייבחרו על ידי התלמידים. יושם דגש על תהליך הפיתוח ועל תיעוד התוצר והתהליך.

תוכנית הלימודים ביסודות התכנות בשפת C# נכתבה כיחידה אחת הכוללת הן את התוכנית לכיתה י' והן את זו לכיתה יא'. תוכנית הלימודים לכיתה י' מסתיימת באמצע בפרק 6: פעולות סטטיות, וממשיכה מנקודה זו בכיתה יא'.

### תכנים

שעות	נושא
10	פרק 1: מבוא
30	פרק 2: מושגי יסוד בתכנות
12	פרק 3: ביצוע מותנה
40	פרק 4: ביצוע חוזר
20	פרק 5: ייצוג טיפוס חדש על ידי מחלקה
24	פרק 6: פעולות סטטיות
12	פרק 7: מחרוזות
16	פרק 8: מבנים סדרתיים - מערך חד ממדי
10	פרק 9: טיפוסים מורכבים
	פרק 10: נושאים מתקדמים
7	List
7	Bitwise
22	פרק 11: נושאי רשות
210	סה"כ שעות:

### פרק 1: מבוא

#### יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו היכרות ראשונית את מקצוע הנדסת מחשבים והשפעתו על תחומי ידע אחרים, ייחשפו לראשונה לחשיבה אלגוריתמית וכתובת תוכניות ויכירו היכרות ראשונית את מושג העצם ותכנות מבוסס עצמים.

#### תכנים

1.1 הדגמת חשיבותו ומקומו של מקצוע הנדסת מחשבים באמצעות דיון באתגרים חישוביים מתחומי ידע שונים

אופרטורים חשבוניים: חיבור, חיסור, כפל, חילוק, שארית	2.8
פעולות מתמטיות בסיסיות: abs, max, min, pow, round, sqrt, random	2.9
ביטויים חשבוניים: סדר קדימויות האופרטורים ותפקיד הסוגריים	2.10
המרה בסיסית בין טיפוסים הנתונים int ו-double	2.11
פעולות ככלי לעידון וחלוקת משימות	2.12
הגדרת וכתובת פעולת עזר (private method)	2.13
הגדרת פרמטרים והעברה לפי ערך (call by value)	2.14
ערך מאוחזר (return value)	2.15
שגיאות לוגיות, שגיאות תחביר, שגיאות בזמן ריצה	2.16
פעולות קלט/פלט פשוטות ושרשור מחרוזות	2.17
טבלת מעקב	2.18
סה"כ שעות: 30	

### פרק 3: ביצוע מותנה

#### יעדים

בפרק זה התלמידים יבינו ביטויים בוליאניים, מושג התנאי, הצורך בביצוע מותנה, מבנה הבקרה if ותפקידם בהקשר הכללי של משימה חישובית ומימושה, ויעמיקו את ההבנה בעבודה עם משתנים.

#### תכנים

טיפוס הנתונים Boolean	3.1
פעולות בוליאניות	3.2
יחסים: שווה, שונה, גדול, קטן, גדול או שווה, קטן או שווה	3.3
בעייתיות השימוש ביחסים == ו-!= בהקשר של ערכים עשרוניים	3.4
פעולות בוליאניות (not, and, or) וטבלאות האמת שלהן	3.5
ביטויים בוליאניים פשוטים, מורכבים וסדר הפעולות הבוליאניות	3.6

הכרת משימות חישוביות פשוטות: ניתוח המשימה, ניסוח אלגוריתמי של פתרון אפשרי	1.2
הכרת המושג שפת תכנות	1.3
הכרת מושג התוכנית: קריאה, כתיבה, הרצה, בדיקה ותיקון תוכניות פשוטות	1.4
מחלקה ופעולת Main כמסגרת בסיסית לכתיבת תוכנית	1.5
הכרת המושג עצם	1.6
קריאה והבנה של ממשק פשוט של מחלקה קיימת לצורך יצירת עצמים וזימון פעולות (methods) על עצמים	1.7
יצירת עצמים באמצעות פקודת new	1.8
זימון וביצוע פעולות על עצמים	1.9
סה"כ שעות: 10	

### פרק 2: מושגי יסוד בתכנות

#### יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו מושגי יסוד בתכנות: משתנים, טיפוסים נתונים, ביטויים חשבוניים, קלט/פלט, חלוקת קוד לפעולות עזר, וימשיכו עבודה עם עצמים ממחלקות מוכנות.

#### תכנים

אלגוריתם	2.1
הכרת המושג משתנה/תכונה	2.2
הכרת המושג מחלקה, תכונות ופעולות	2.3
טיפוסים נתונים בסיסיים: שלם (int), ועשרוני (double)	2.4
תחומי הערכים של טיפוסים הנתונים שלעיל	2.5
פקודות השמה	2.6
הגדרה ואתחול של משתנים	2.7



## פרק 5: ייצוג טיפוס חדש על ידי מחלקה

### ■ יעדים

התלמידים יבינו באופן מעמיק את המחלקה על חלקיה השונים, משלב הגדרת הטיפוס, פעולות בונות, הוספת תכונות ופעולות שונות למחלקה; קביעת הרשאות גישה לחברי המחלקה והתייחסות עצמית (אופרטור this).

### ■ תכנים

- 5.1 הגדרת טיפוס
  - 5.2 פיתוח מחלקה המייצגת טיפוס
  - 5.3 כותרת המחלקה
  - 5.4 תכונות המחלקה
  - 5.5 פעולות בונות
  - 5.6 אופרטור this
  - 5.7 פעולות המחלקה
  - 5.8 הרשאות גישה (Access modifier)
  - 5.9 פעולות מאחזרות
  - 5.10 פעולות קובעות
  - 5.11 פעולות חישוביות (Computational operations)
- סה"כ שעות: 20

3.7 ביצוע מותנה: if

3.8 ביצוע מותנה: if ... else

3.9 תקינות קלט, מסננת קלט פשוטה הכוללת תנאי בלבד  
סה"כ שעות: 12

## פרק 4: ביצוע חוזר

### ■ יעדים

התלמידים יבינו ויממשו אלגוריתמים בסיסיים לביצוע חוזר, יתרגלו ביצוע חוזר ככלי לעידון אלגוריתמים, יבחינו בין כתיבה אלגוריתמית של לולאה לבין מימושה בשפת תכנות, יכירו באופן בסיסי את המושגים נכונות ויעילות של אלגוריתמים, יעמיקו את הידע בכתיבה, תיעוד ותיקון של תוכניות וישתמשו בלולאות לאלגוריתמים המצריכים מנייה או צבירה.

### ■ תכנים

- 4.1 ביצוע חוזר
  - 4.2 לולאת for
  - 4.3 לולאת while
  - 4.4 מסננת קלט עקשנית
  - 4.5 משימות חישוב טיפוסיות: מונים, צוברים, ערכי קיצון
  - 4.6 תנאי סיום
  - 4.7 ביצוע אינסופי
  - 4.8 ניתוח נכונות בעזרת טבלת מעקב
  - 4.9 קינון ושילוב מבני if, for, while
  - 4.10 תיעוד
- סה"כ שעות: 40

**פרק 6: פעולות סטטיות**

**■ יעדים**

התלמידים יכירו באופן מעמיק פעולות, כתיבת פעולות, זימון פעולות העברת פרמטרים מסוגים שונים, החזרת ערך מטיפוסים שונים.

**■ תכנים**

- 6.1 הגדרת תפקיד הפעולות
  - 6.2 פעולות המקבלות פרמטרים
  - 6.3 פעולות המחזירות ערך
  - 6.4 פעולות שאינן מחזירות ערך
  - 6.5 זימון פעולות
  - 6.6 טבלת מעקב
  - 6.7 פעולות המקבלות עצם
  - 6.8 פעולות המחזירות עצם
- סה"כ שעות: 24**

**פרק 7: מחרוזות**

**■ יעדים**

התלמידים יכירו את הטיפוס string, את המחלקה המייצגת את הטיפוס ואוסף הפעולות העשיר הקיים במחלקה.

**■ תכנים**

- 7.1 הגדרה ושימוש בסיסי במחרוזות
- 7.2 המבנה הסידורי לתווים במחרוזת
- 7.3 גישה לתו באמצעות הפעולה [ ]
- 7.4 אופרטור השרשור
- 7.5 המרה למחרוזת
- 7.6 תכונות ופעולות במחרוזות

- < Lengt
- < Equal
- < CompareTo
- < ToLower
- < ToUpper
- < IndexOf
- < Trim

**7.7** ניהול זיכרון עבור מחרוזות  
**סה"כ שעות: 12**

**פרק 8: מבנים סדרתיים - מערך חד ממדי**

**■ יעדים**

התלמידים יכירו מערכים כאוסף לינארי של טיפוסים מאותו סוג, עבודה עם מערכים חד ממדיים (חובה) ודו ממדיים (רשות).

**מעריך חד ממדי**

**■ תכנים**

- 8.1 היכרות עם המושג מערך
- 8.2 הגדרת מערך
- 8.3 גישה למערך
- 8.4 תכונת האורך (Length)
- 8.5 אתחול מערך
- 8.6 ייצוג של מערך בזיכרון
- 8.7 פעולות על איברי המערך
- 8.8 פעולות המקבלות מערך כפרמטר
- 8.9 פעולות המחזירות מערך
- 8.10 מערכי מונים

## פרק 10: נושאים מתקדמים

### A - מערך גנרי (List)

#### ■ יעדים

התלמידים יכירו את טיפוס הנתונים המופשט "רשימה" (List) המשמש כמערך גנרי; יתרגלו עבודה מול שיטות הממשק של List, ישתמשו במערך בעזרת מציינים (אינדקסים).

#### ■ תכנים

- 10A.1 הגדרה גנרית של List
  - 10A.2 ההבדל בין מערך ל-List ואופן ניהול הזיכרון ב-List
  - 10A.3 התכונות Count, Capacity (מספר האיברים וגודל הזיכרון שבשימוש)
  - 10A.4 השיטות Add, Insert, Remove, RemoveAt, Sort, Reverse, IndexOf, BinarySearch
  - 10A.5 דוגמאות לשימוש ב-List
- סה"כ שעות: 7

### B - פעולות על סיביות (Bitwise)

#### ■ יעדים

בפרק זה התלמידים יכירו לעומק ויתרגלו את הפעולות הנדרשות בעבודה עם התקני חומרה – פעולות על סיביות וכן פעולות מיסוך.

#### ■ תכנים

- 10B.1 פעולות על סיביות
  - < (~Not)
  - < (>>) Shift Left
  - < (<<) Shift Right, אריתמטי ולוגי, עם ובלי הרחבת סיבית סימן
  - < (|) Or
  - < (^) Xor

- 8.11 מערכי צוברים
  - 8.12 ניהול זיכרון עבור מערכים
  - 8.13 קביעת אורך מערך על פי משתנה
  - 8.14 לולאת foreach
  - 8.15 מערך עצמים
    - < הגדרת המערך
    - < אתחול העצם
  - 8.16 שימוש בפעולה Copy ממרחב השמות Array System
- סה"כ שעות: 16

## פרק 9: טיפוסים מורכבים

#### ■ יעדים

התלמידים ישפרו את היכולת למידול ומימוש בעיות מורכבות ופישוט הטיפול בטיפוסים שונים בעזרת העמסת פעולות.

#### ■ תכנים

- 9.1 הגדרה של טיפוס מורכב
  - 9.2 ייצוג של טיפוס מורכב
  - 9.3 תרשים UML
  - 9.4 עצמים כערכי תכונות
  - 9.5 מערך עצמים כמשתנה או תכונה
  - 9.6 העמסת פעולות לטיפול בטיפוסים שונים
- סה"כ שעות: 10

- 11A.7 מערך דו ממדי של עצמים
  - 11A.8 לולאת foreach במערך דו ממדי
  - 11A.9 ניהול זיכרון עבור מערך דו ממדי
- סה"כ שעות: 10**

**B- חיפושים ומיונים (פרק רשות)**

**■ תכנים**

- 11B.1 מיון בועות
  - 11B.2 מיון הכנסה
  - 11B.3 חיפוש סדרתי
  - 11B.4 חיפוש בינרי
  - 11B.5 מיזוג מערכים ממיונים
- סה"כ שעות: 12**

- 10B.2 פעולות מיסוך
  - ◁ קריאת הערך של סיבית או מספר סיביות מתוך מילה (ולהתעלם משאר הסיביות)
  - ◁ כתיבת ערך של סיבית או מספר סיביות בתוך מילה (מבלי לשנות את שאר המילה)
- סה"כ שעות: 7**

**פרק 11: נושאי רשות**

הנושאים הבאים הם פרקי רשות מומלצים אך אינם חובה בתוכנית הלימודים. כמו כן השעות המוצעות ללימוד נושאים אלה לא הובאו בחשבון השעות הכללי של תוכנית הלימודים.

**A - מערך דו ממדי (פרק רשות)**

- 11A.1 היכרות עם המושג מערך דו ממדי
- 11A.2 בניית מערך דו ממדי
- 11A.3 פעולות על מערך דו ממדי
  - ◁ הכנסת ערך
  - ◁ גישה לערך
- 11A.4 טבלת מעקב
- 11A.5 סריקות של מערך דו ממדי
  - ◁ שורות
  - ◁ עמודות
  - ◁ אלכסונים
- 11A.6 סריקות מורכבות. לדוגמה:
  - ◁ מעל קו האלכסון
  - ◁ מתחת לקו האלכסון
  - ◁ ועוד