



משרד החינוך  
המינהל למדע ולטכנולוגיה

# תכנית לימודים

התמחות: **מכטרוניקה**

מקצוע: **אלקטרוניקה**

כיתה: **י"ג**

עדכון תשע"ב 2012

# אלקטרוניקה

שעות לימוד:	טכנאי – עיוני 168
הנדסאי – עיוני 312 שעות, התנסות 36 שעות (סה"כ 348 שעות)	
טרימסטרים:	א, ב, ג, ד, ה
דרישות קדם:	אין
מבחן חיצוני:	טכנאים – מערכות מכטרוניות א הנדסאים – מערכות מכטרוניות ב

## א. מבוא

- חשמל ואלקטרוניקה הם התשתית להבנת פעולות החומרה האלקטרונית אשר מהווה נדבך מרכזי במערכות מכטרוניות.
- לימוד חשמל והאלקטרוניקה מחייב במידה רבה מחשבה מופשטת, היות שמדובר בתופעות פיזיקאליות (כגון הזרם החשמלי) שאינן נתפסות בחושינו. אנו מודעים להן עקב תופעת לוואי (כגון חימום נגדים).
- הכוונה המרכזית של התכנית היא **שהסטודנט ירגיש ביטחון בהבנת המושגים הבסיסיים** הקשורים לתורת החשמל והאלקטרוניקה. זאת, בלי להעמיק יתר על המידה בנושאים הדורשים כישורים מתמטיים גבוהים, כלומר הדגש הוא על הרחבת בסיס הידע ולא על העמקתו. ההנחה היא שאם ירגיש התלמיד צורך להעמיק, בעזרת ספרות או קורסי עזר, תהיה לו תשתית השפה הנדרשת.
- הקורס כולל את החלקים האלה:
  - הכרה רחבה של **מושגי יסוד** בתורת החשמל, כגון מטען, זרם, מתח, הספק, עם הצצה קלילה למבנה האטום
  - רכיבים בסיסיים, כגון נגדים, קבלים ומשרנים. דגש על הבנת מערכות יישומיות, כגון מיישרים, מגברים, מעגלי הפעלה למנועי זרם ישר, ומעגלי הספק מבוססי תיריסטורים
  - רכיבי מוליכים למחצה, כגון דיודות וטרנזיסטורים
  - אלקטרוניקה ספרתית. שיטות ספירה, לוגיקה, מערכות חיבור וחיסור, רכיבים ומעגלים ספרתיים נפוצים, כגון מקודדים, מפענחים, דלגלים ומונים
  - **זרם חילופין**. דגש על היתרונות בייצור, בהעברה ובצריכת אנרגיה בצורה זו. יוגש חומר המציג את זרמי החילופין בצירי הזמן ויוקנה ידע המאפשר חישובים

בסיסיים בפאזורים, שנאים, למנועים לזרם חילופין, מערכות תלת פאזיות, כולל הינע תלת פאזי.

□ ההתנסות תכלול חקר מעגלי זרם ישר ומעגלי זרם חילופין, תוך שימוש בתכנת הדמיה (סימולציה) וברכיבים "אמיתיים".

## חלוקת נושאי הלימוד

שעות	תכני התנסות	שעות	נושאים עיוניים	טרימסטר
		168	תורת החשמל AC,DC אלקטרוניקה תקבילית מעגלי הינע לזרם ישר	א-ב
36	מעגלי DC מעגלי AC הינע חשמלי	48	תורת החשמל – AC אלקטרוניקה תקבילית	ג
		96	הינע חשמלי אלקטרוניקה תעשייתית/ ספרתית	ד-ה
<b>36</b>		<b>312</b>		<b>סיכום</b>

## ■ קורס אלקטרוניקה 1

יינתן: לכיתת י"ג

היקף: 7 שעות שבועיות בטרימסטרים א,ב, כסה"כ 168 שעות

מיועד: להנדסאים ולטכנאים

### מטרות:

א. תורת החשמל

1. הכרת מושגי יסוד של תורת החשמל
2. הכרת חוקי אוהם וקירכהוף
3. הכרת מעגלים שימושיים (גשר ויטסטון וכולי)
4. קבלים - מצב מתמיד ותופעות מעבר (מעגל RC)
5. משרנים – מצב מתמיד ותופעות מעבר (מעגל RL)
6. עקרונות במעגלי ז"ח (AC)

ב. אלקטרוניקה תקבילית והנע חשמלי

1. מגברים אנלוגיים – מגברי שרת

2. דיודות ומעגלי יישור
3. טרנזיסטורים (בי-פולרי, MOSFET) במעגלי מיתוג
4. עקרונות בסיסיים בהינע זרם ישר ושימוש בגשר H

## ג. פירוט התכנים (הנושאים)

שעות	נושאי הלימוד
	<b>1 מושגי יסוד בתורת החשמל</b>
2	1.1 תופעות הקשורות במטען חשמלי
2	1.2 מבנה האטום, פרוטונים, נויטרונים, אלקטרונים, קליפות, אלקטרונים חופשיים, כוחות משיכה ודחיה, מוליכים ומבודדים.
4	<b>סה"כ</b>
	<b>2 מתח זרם</b>
2	2.1 זרם כקצב תנועת מטענים, חישוב המטען העובר בזמן נתון מידיעת הזרמים. זרם ממוצע, גרפים לתיאור הקשר זרם – מטען – זמן
2	2.2 מושג המתח בהקשר של ריכוזי מטענים ואנרגיה ליחידת מטען
2	2.3 פוטנציאל חשמלי, מתח כהפרש פוטנציאלים, הגדרת האדמה כפוטנציאל אפס
6	<b>סה"כ</b>
	<b>3 התנגדות. חוק אוהם. תלות התנגדות בפרמטרים של המוליך</b>
2	3.1 הגדרת התנגדות מוליך כיחס בין מתח לזרם, גרפים מתח – זרם של נגד ליניארי
2	3.2 חוק אוהם ויישומו בנגדים
4	3.3 תלות ההתנגדות של מוליך בפרמטרים – אורך, שטח חתך, התנגדות סגולית, טמפרטורה
2	3.4 הגדרת המוליכות כיחס זרם למתח של מוליך
10	<b>סה"כ</b>
	<b>4 חיבור נגדים בטור ובמקביל</b>
1	4.1 מעגל בחיבור מקבילי. מאפייני מעגל מקבילי
2	4.2 חיבור מקבילי של נגדים. מציאת נגד שקול במקרה הכללי, במקרה של שני נגדים, במקרה של N נגדים שווים

שעות	נושאי הלימוד
2	4.3 מעגל טורי. מאפייני מעגל טורי
	4.4 חיבור טורי של נגדים. מציאת נגד שקול. במקרה הכללי. במקרה של N נגדים שווים
2	4.5 חלוקת זרמים בין נגדים בחיבור מקבילי.
	חלוקת מתחים בין נגדים בחיבור טורי
2	4.6 חיבור מעורב של נגדים, שאפשר לפרקו לחיבור טורי/מקבילי או להפך. חישובי התנגדות
9	<b>סה"כ</b>
	<b>5 חוקי קירכהוף ופתרון מעגלים</b>
1	5.1 הגדרת צומת, ענף וחוג במעגל חשמלי
1	5.2 חוק קירכהוף לזרמים בצומת (חוק מספר 1 של קירכהוף)
1	5.3 חוק קירכהוף למתחים (חוק מספר 2 של קירכהוף) במעגל בעל חוג אחד ומקור מתח אחד
1	5.4 הרחבה למעגל בעל חוג אחד שבו כמה מקורות מתח. הבחנה בין מקור מתח "צרכן אנרגיה" לבין מקור מתח "מקור אנרגיה" למעגל.
8	5.5 פתרון מעגלי ז"י בעלי מס' חוגים ע"פ שיטות: - זרמי ענפים / חוגים / פתרון באמצעות מטריצות. - שיטת תבנין.
12	<b>סה"כ</b>
	<b>6 הספק ואנרגיה חשמליים</b>
2	6.1 מושגי אנרגיה והספק. חוק שימור האנרגיה. אנלוגיה למכניקה
1	6.2 אנרגיה שמקור מספק כמכפלת המתח במטען שעובר בו. ההספק כמכפלה של מתח בזרם
1	6.3 הספק בצרכן, כמכפלת מתח בזרם.
1	6.4 הספקים בנגדים. תלות ההספק בהתנגדות, במתח ובזרם הנגד.
1	6.5 מחיר האנרגיה הנצרכת המונחים של קילו-ואט-שעה והקשר למדידת האנרגיה בג'אולים
6	<b>סה"כ</b>
	<b>7 יישומים שונים</b>
3	7.1 ריאוסטט. פוטנציומטר לוויסות מתח וזרם בצרכנים

שעות	נושאי הלימוד
3	7.2 גשר ויטסטון
6	סה"כ
	<b>8 קבלים במעגלי זרם ישר</b>
4	8.1 קבל כרכיב אוגר אנרגיה, והקשרים – מתח, קיבול, מטען, אנרגיה
4	8.2 מבנה קבל לוחות, הפרמטרים המשפיעים על קיבולו
1	8.3 מושג הקבל השקול למערכת קבלים
3	8.4 חיבור קבלים בטור, חישובי קיבול שקול, מציאת מטען ואנרגיה בכל קבל
2	8.5 חיבור קבלים במקביל, חישובי קיבול שקול, מציאת מטען ואנרגיה בכל קבל
2	8.6 חיבור קבלים מעורב. חישובי קיבול שקול, מציאת מטען ואנרגיה בכל קבל.
18	סה"כ
	<b>9 פריקה וטעינה של קבל, קבוע זמן</b>
2	9.1 תיאור עקרוני של מהלך של טעינת קבל במעגל RC טורי במקרה כשהקבל אינו טעון מלכתחילה. הגדרת "מצב מתמיד" ו"תופעת המעבר"
3	9.2 מתח וזרם במהלך הטעינה בקבל ובנגד הטורי – תיאור גרפי ומשוואה אנליטית. השפעת קבוע הזמן על זמני הטעינה
2	9.3 תיאור עקרוני של מהלך פריקת קבל במעגל RC טורי.
3	9.4 הגדרת "מצב מתמיד" ו"תופעת המעבר"
2	9.5 מתח וזרם במהלך הפריקה בקבל ובנגד הטורי – תיאור גרפי ומשוואה אנליטית. השפעת קבוע הזמן על זמני הפריקה
	שילוב מעגל עם שני מתגים הכולל טעינת קבל דרך נגד אחד ופריקתו דרך נגד שני.
12	סה"כ
	<b>10 מגנטיות</b>
2	10.1 התופעה המגנטית, קטבים מגנטיים, שדה מגנטי, זרם כגורם לשדה מגנטי, כמ"מ.
	10.2 שטף מגנטי, צפיפות השטף (השראה), מיאון מגנטי,

שעות	נושאי הלימוד
6	חדירות/חלחלות מגנטית, "חוק אום" של התופעה המגנטית.
4	מעגלים מגנטיים בסיסיים, שימושים של מגנטיות בתעשייה (בעיקר שימושי אלקטרומגנט).
10.3	
12	סה"כ
	<b>11</b>
	<b>אותות ומערכות</b>
1	הגדרת אות כגודל פיזיקאלי מייצג מידע, מתמרים, דוגמאות (מיקרופון, רמקול) אותות ספרתיים ותקביליים
11.1	
1	אותות מחזוריים ושאינם מחזוריים. הגדרת מחזור ותדר באות מחזורי
11.2	
2	אותות סינוסואידליים – גדלים אופייניים – תדר, זמן מחזור, מתח שיא לשיא, משרעת (אמפליטודה), פאזה, מתח ממוצע. תיאור אנליטי לאות סינוסואידלי כללי עם פאזה ועם מתח ממוצע שונה מאפס
11.3	
2	הספק ממוצע באות מחזורי – הגדרה, מתח יעיל (לאות סינוסואידלי שערכו הממוצע אפס)
11.4	
6	סה"כ
	<b>12</b>
	<b>עקרונות בחשמל זרם חילופין (ז"ח, AC)</b>
2	היגב של סליל (משרן) ושל קבל. תופעות הזזת מופע בין המתח לזרם בעת חיבור רכיבים אלו בלבד למקור ז"ח.
12.1	
6	מעגלי RC, RL (עכבת שקולה, חישובי מתח, זרם, חישוב זווית מופע בין המתח לזרם במעגל, הספקים, דיאגרמות פאזריות, ללא מספרים מרוכבים).
12.2	
3	מעגלי RLC טוריים: חישובי מתח, זרם, הספק. תופעת התהודה.
12.3	
3	עקרונות והגדרות <b>יסוד</b> בחשמל תלת-פאזי.
12.4	
14	סה"כ
	<b>13</b>
	<b>מגברים ליניארים</b>
1	מושג ההגבר. תיאור מגבר מתח על ידי רשת דו-גישתית. הדקי מבוא ומוצא במגבר. הדגמה גרפית ואנליטית של אותות מבוא ומוצא עבור הגברים חיוביים ושלייליים
13.1	
2	מעגל תמורה של מגבר הכולל התנגדות מבוא, מקור מתח תלוי מתח והתנגדות מוצא. מגבר אידיאלי עם התנגדות מבוא אינסופית והתנגדות מוצא אפסית
13.2	

שעות	נושאי הלימוד
1	13.3 הספקים ונצילות במגבר
4	סה"כ
	<b>14 מגברי שרת</b>
2	14.1 מבנה בסיסי של מגבר שרת בעל שלושה הדקים. מבנה בעל חמישה הדקים, בהזנה ממקור אחד ומשני מקורות מתח
2	14.2 תכונות של מגבר מעשי ואידאלי
1	14.3 אופיין תמסורת של מגבר אידאלי. עבודה כמשווה
2	14.4 מגבר הופך. מגבר עוקב, מגבר יחידה
2	14.5 מסכם משקלל הופך (מסכם)
2	14.6 מגבר מחסר
13	סה"כ
	<b>15 דיודות - מבנה, אופיין, מודלים</b>
2	15.1 מושג הדיודה כרכיב לא ליניארי בעל אופיין מתח זרם ייחודי, הגורם להולכה בכיוון אחד ולנתק בכיוון השני
2	15.2 הדגמת פעולת דיודות במעגלי זרם ישר פשוטים, הכוללים עד שתי דיודות
2	15.3 מימוש דיודה על ידי מוליך למחצה וצומת PN (תיאור איכותי בלבד). אופיין מתח זרם של דיודה מעשית. מודל הדיודה האידאלית כקירוב. הצגה של מודל מקור מתח קבוע
2	15.4 מעגל ישור חד דרכי ללא קבל. השפעת הוספת הקבל. ניתוח איכותי בקבועי זמן שונים. צורות הגל במבוא ובמוצא. הבחנה בין רכיב המתח הישר לאדווה
3	15.5 מיישר דו דרכי (גשר דיודות) ללא קבל. השפעת תוספת קבל. השוואה למיישר חד דרכי
11	סה"כ
	<b>16 דיודות מיוחדות</b>
2	16.1 דיודת זנר כמייצב מתח. אופיין מתח זרם של דיודת זנר אידאלית. ייצוב מתח של חיבור טורי של זנר ונגד מול
2	16.2 תנודות במתח המקור
2	16.3 דיודה פולטת אור (LED) והפעלה ממגבר שרת פוטו דיודה, אופן הפעולה. חיבורה כמבוא למערכת



שעות	נושאי הלימוד
	השוואה עם מגבר שרת
6	סה"כ
	<b>17 טרנזיסטורים כמתג</b>
3	17.1 טרנזיסטור דו-קוטבי. מבנה עקרוני PNP ו-NPN. הגדרת הדקים – פולט, קולט, בסיס. הגבר הזרם. מתח דיודה בסיס-פולט. תחומי הולכה- פעיל, קיטעון, רוויה. עבודה כמתג בין קיטעון לרוויה
2	17.2 טרנזיסטור MOSFET : מבנה עקרוני N-Channel ו-P-Channel התנגדות בהולכה. פעולה כמתג בלבד.
5	סה"כ
	<b>18 ממסר אלקטרו-מגנטי</b>
2	18.1 מבנה עקרוני של ממסר עם מתג אחד. מעגל הפעלת ממסר הכולל טרנזיסטור. הצורך בדיודת הגנה
1	18.2 הגדרת הדקים – NO ,NC ,COM. מבנים שונים כגון DPDT ,SPDT
3	סה"כ
	<b>19 מבוא להנע חשמלי: עקרונות הנע בזרם ישר</b>
1	19.1 מבנה עקרוני של מכונה לזרם ישר (מנוע, מחולל) ושימושי. עקרון פעולה בעת חיבור מנוע למתח DC .
2	19.2 הפעלת מנוע על ידי מתג טרנזיסטורי או על ידי ממסר. הצורך בשימוש בדיודת הגנה ודוגמאות לשימוש במנועי DC במעגלים ובמערכות.
1	19.3 מבנה עקרוני של גשר H כולל דיודות הגנה. שליטה בכיוון סיבוב המנוע.
1	19.4 PWM – אפנון רוחב הדופק. הסבר עקרוני
2	יישום גשר H על ידי ממסרים ועל ידי מתגים טרנזיסטוריים דו קוטביים/MOSFET. הסבר <b>איכותני</b> על עקרונות ויישום אפנון רוחב דופק במעגלים אלו.
7	סה"כ
4	<b>20</b> מבחני ביניים, השלמות וחזרות
168	סה"כ

## ד. דרכי הוראה

1. בזמן ההוראה רצוי לשלב ניסויים פשוטים להדגמת החומר.
2. מומלץ לשלב שיעורי תרגול בכיתה עם דפי עבודה, כדי לגשר על פער בין רמות של התלמידים.

## ה. ביבליוגרפיה

- בהיר ז', מבוא לאלקטרוניקה הספק, תל אביב: הוצאת עתיד בהיר 2004.
- גילעם ש', וייסמן ז', אלקטרוניקה תקבילית, כרך א' חלק II, תל אביב: הוצאת אורט ישראל. 1996
- גל י' ואחרים, תורת החשמל, כרכים א'+ב', תל אביב: הוצאת האוניברסיטה הפתוחה 1992/92.
- גרונ ח', יסודות תורת החשמל, חלקים א'+ב', תל אביב: הוצאת אורט ישראל 1996.
- כימיה ר', אלקטרוניקה תקבילית, כרך א' חלק I, תל אביב: הוצאת אורט ישראל 1992/93.
- מוקדי ת' ואחרים, תורת החשמל – רמה בסיסית, כרכים א'+ב', תל אביב: הוצאת האוניברסיטה הפתוחה 1992.
- רוזנבלום ו', אלקטרוניקה תעשייתית, תל אביב: הוצאת אורט ישראל 1994.
- תמיר ד', גילעם ש', אלקטרוניקה תקבילית, כרך ב', תל אביב: הוצאת אורט ישראל 1993.