



משרד החינוך
המינהל למדע ולטכנולוגיה

תכנית לימודים

מכטרוניקה התמחות:

אלקטרוניקה מקצוע:

י"ג כיתה:

תשס"ז 2007

אלקטרוניקה

שעות לימוד:	טכנאי – עיוני 168
טרימסטרים:	הנדסאי – עיוני 312 שעות, התנסות 36 שעות (סה"כ 348 שעות)
דרישות קדם:	א, ב, ג, ד, ה
מבחן חיצוני:	אין
	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 מיישורים, מגברים, מעגלי הפעלה למנועי זרם ישר, ומעגלי הספק מבוססי תיריסטורים
 - **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 הרכבת מעגלי זרם ישר, מעגלי זרם חילופין, והפעלת מנועים לזרם ישר ומנועים תלת פאזיים לזרם חילופין.

חלוקת נושאי הלימוד

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

■ קורס אלקטרוניקה 1

יינתן: לכיתת י"ג

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

מיועד: להנדסאים ולטכנאים

ב. 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)

ב. אלקטרוניקה תקבילית

1. מגברים אנלוגיים – מגברי שרת
2. דיודות ומעגלי יישור
3. טרנזיסטורים ומעגלי מיתוג
4. מנועי זרם ישר וגשר H

ג. פירוט התכנים (הנושאים)

שעות	נושאי הלימוד
	1 מושגי יסוד בתורת החשמל
2	1.1 תופעות הקשורות במטען חשמלי
3	1.2 מבנה האטום, פרוטונים, נויטרונים, אלקטרונים, קליפות, אלקטרונים חופשיים, מוליכים ומבודדים
5	סה"כ
	2 מתח זרם
4	2.1 זרם כקצב תנועת מטענים, חישוב המטען העובר בזמן נתון מידעת 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
8	סה"כ
	3 התנגדות. חוק אוהם. תלות התנגדות בפרמטרים של המוליך
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	סה"כ
	4 חיבור נגדים בטור ובמקביל
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
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.

שעות	נושאי הלימוד
3	4.6 חלוקת מתחים בין נגדים בחיבור טורי חיבור מעורב של נגדים, שאפשר לפרקו לחיבור טורי/מקבילי או להפך
10	סה"כ
	5 חוקי קירכהוף במעגלים בעלי חוג אחד
1	5.1 הגדרת צומת, ענף וחוג במעגל חשמלי
3	5.2 חוק קירכהוף לזרמים בצומת (חוק מספר 1 של קירכהוף)
3	5.3 חוק קירכהוף למתחים (חוק מספר 2 של קירכהוף) במעגל בעל חוג אחד ומקור מתח אחד
2	5.4 הרחבה למעגל בעל חוג אחד שבו כמה מקורות מתח. הבחנה בין מקור מתח "צרכן אנרגיה" לבין מקור מתח "מקור אנרגיה" למעגל
9	סה"כ
	6 הספק ואנרגיה חשמליים
2	6.1 מושגי אנרגיה והספק. חוק שימור האנרגיה. אנלוגיה למכניקה
2	6.2 אנרגיה שמקור מספק כמכפלת המתח במטען שעובר בו. ההספק כמכפלה של מתח בזרם
2	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
8	סה"כ
	7 יישומים שונים
3	7.1 ריאוסטט. פוטנציומטר לוויסות מתח וזרם בצרכנים
3	7.2 גשר ויטסטון
6	סה"כ
	8 קבל במעגלי זרם ישר
5	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
3	8.5 חיבור קבלים במקביל, חישובי קיבול שקול, מציאת מטען ואנרגיה

שעות	נושאי הלימוד
	בכל קבל
3	8.6 חיבור קבלים מעורב. חישובי קיבול שקול, מציאת מטען ואנרגיה בכל קבל.
3	8.7 חישוב במעגלים מעורבים – נגדים וקבלים
22	סה"כ
	9 פריקה וטעינה של קבל, קבוע זמן
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. הגדרת "מצב מתמיד" ו"תופעת המעבר"
3	9.4 מתח וזרם במהלך הפריקה בקבל ובנגד הטורי – תיאור גרפי ומשוואה אנליטית. השפעת קבוע הזמן על זמני הפריקה
2	9.5 שילוב מעגל עם שני מתגים הכולל טעינת קבל דרך נגד אחד ופריקתו דרך נגד שני.
12	סה"כ
	10 אותות ומערכות
1	10.1 הגדרת אות כגודל פיזיקאלי מייצג מידע, מתמרים, דוגמאות (מיקרופון, רמקול) אותות ספרתיים ותקביליים
2	10.2 אותות מחזוריים ושאינם מחזוריים. הגדרת מחזור ותדר באות מחזורי
4	10.3 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
2	10.4 הספק ממוצע באות מחזורי – הגדרה, מתח יעיל (לאות סינוסואידלי שערכו הממוצע אפס)
9	סה"כ
	11 מגברים ליניארים
3	11.1 מושג ההגבר. תיאור מגבר מתח על ידי רשת דו-גישתית. הדקי מבוא ומוצא במגבר. הדגמה גרפית ואנליטית של אותות מבוא ומוצא עבור הגברים חיוביים ושיליליים
3	11.2 מעגל תמורה של מגבר הכולל התנגדות מבוא, מקור מתח תלוי

שעות	נושאי הלימוד
3	מתח והתנגדות מוצא. מגבר אידאלי עם התנגדות מבוא אינסופית והתנגדות מוצא אפסית הספקים ונצילות במגבר 11.3
9	סה"כ
	12 מגבר שרת
2	מבנה בסיסי של מגבר שרת בעל שלושה הדקים. מבנה בעל חמישה הדקים, בהזנה ממקור אחד ומשני מקורות מתח 12.1
2	תכונות של מגבר מעשי ואידאלי 12.2
2	אופיין תמסורת של מגבר אידאלי. עבודה כמשווה 12.3
2	מגבר הופך. מגבר עוקב, מגבר יחידה 12.4
2	מסכם משקלל הופך 12.5
2	מגבר מחסר 12.6
12	סה"כ
	13 דיודות - מבנה, אופיין, מודלים
2	מושג הדיודה כרכיב לא ליניארי בעל אופיין מתח זרם ייחודי, הגורם להולכה בכיוון אחד ולנתק בכיוון השני 13.1
2	הדגמת פעולת דיודות במעגלי זרם ישר פשוטים, הכוללים עד שתי דיודות 13.2
2	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 13.3
2	מעגל ישור חד דרכי ללא קבל. השפעת הוספת הקבל. ניתוח איכותי בקבועי זמן שונים. צורות הגל במבוא ובמוצא. הבחנה בין רכיב המתח הישר לאדווה 13.4
3	מיישר דו דרכי (גשר דיודות) ללא קבל. השפעת תוספת קבל. השוואה למיישר חד דרכי 13.5
11	סה"כ
	14 דיודות מיוחדות
2	דיודת זנר כמייצב מתח. אופיין מתח זרם של דיודת זנר אידאלית. ייצוב מתח של חיבור טורי של זנר ונגד מול תנודות במתח המקור 14.1
2	דיודה פולטת אור (LED) והפעלה ממגבר שרת 14.2
2	פוטו דיודה, אופן הפעולה. חיבורה כמבוא למערכת השוואה עם מגבר שרת 14.3
6	סה"כ

שעות	נושאי הלימוד
	15 טרנזיסטורים כמתג
5	15.1 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
5	15.2 טרנזיסטור MOSFET מבנה עקרוני N-Channel ו-P-Channel התנגדות בהולכה. פעולה כמתג
10	סה"כ
	16 ממסר אלקטרו-מגנטי
2	16.1 מבנה עקרוני של ממסר עם מתג אחד. מעגל הפעלת ממסר הכולל טרנזיסטור. הצורך בדיודת הגנה
1	16.2 הגדרת הדקים – NO, NC, COM. מבנים שונים כגון DPDT, SPDT
3	סה"כ
	17 מנוע לזרם ישר
2	17.1 מבנה עקרוני של מנוע לזרם ישר – סליל עירור, עוגן, קומוטטור. חיבורים – זר, מקבילי טורי. שליטה בכיוון הסיבוב על ידי היפוך חיבורי העוגן או העירור
3	17.2 הפעלת מנוע על ידי מתג טרנזיסטורי או על ידי ממסר. הצורך בשימוש בדיודת הגנה.
3	17.3 הפעלה מבוקרת של מנוע בשיטת אפנון רוחב דופק
8	סה"כ
	18 גשר H
1	18.1 מבנה עקרוני של גשר H כולל דיודות הגנה. שליטה בכיוון סיבוב המנוע
3	18.2 יישום גשר H על ידי ממסרים, כולל מעגלי בקרה
3	18.3 יישום גשר H על ידי מתגים טרנזיסטוריים דו קוטביים, כולל מעגלי בקרה. יישום אפנון רוחב דופק במעגל זה
3	18.4 יישום גשר H על ידי מתגים טרנזיסטוריים מסוג MOSFET, כולל מעגלי בקרה
10	סה"כ
4	19 מבחני ביניים והשלמות
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 לאלקטרוניקת 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.
- גרון 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.