

## מגמת הנדסת חשמל, בקרה ואנרגיה

התמחות: **בקרת אקלים**

תוכנית הלימודים בנושא

### תורת החשמל

כחלק מהמקצוע המוביל

### מערכות חשמל

סמל מקצוע: 33.001

### מהדורת ניסוי

## תורת החשמל

### חלוקת שעות

חלוקת השעות ללימודי תורת החשמל בכיתות י' ו-יא נתונה בטבלה שלהלן:

סה"כ	סה"כ		י"א		י'		שם מקצוע
	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
כללי	ה	ע	ה	ע	ה	ע	
10	4	6	2	4	2	2	תורת החשמל

### רציונל

המקצוע תורת החשמל הכולל לימודים עיוניים והתנסוטיים, הינו מקצוע הבסיס ואבן היסוד שעליו מתבססים רובו הגדול של מקצועות המגמה. התלמידים ילמדו מושגים בסיסיים בחשמל, ידעו לחשב פרמטרים של מעגלים חשמליים בצורות חיבור שונות, ירכשו מיומנויות בהרכבת מעגלים חשמליים בזרם ישר ובזרם חילופין, יבצעו מדידות ויתנסו באיתור ותיקון תקלות. הכרת מכשירי המדידה והכרת כלי הסימולציה ייעשו תוך כדי ההתנסות.

## תורת החשמל לימודים עיוניים – כיתה י'

### תכנים

שעות	נושא
10	פרק 1: מבוא ומושגים בסיסיים בחשמל
4	פרק 2: התנגדות ומוליכות
4	פרק 3: חוק אום
2	פרק 4: חוקי קירכהוף
5	פרק 5: מעגל חשמלי מקבילי
5	פרק 6: מעגל חשמלי טורי
10	פרק 7: מעגל חשמלי מעורב
8	פרק 8: הספק במעגל חשמלי
12	פרק 9: שיטות לפתרון מעגלים
<b>60</b>	<b>סה"כ שעות:</b>

## פרק 1 - מבוא ומושגים בסיסיים בחשמל

- א. מטען, כח ושדה חשמלי
1. מבנה החומר: האטום ומרכיביו
  2. המטען כתכונה בסיסית של החלקיקים היסודיים
  3. הבהרת המושגים גוף טעון וגוף נייטרלי
  4. חישוב הכוח החשמלי בין שני מטענים נקודתיים באמצעות חוק קולון
  5. חישוב השדה החשמלי הנוצר על-ידי מטען נקודתי
  6. המחשה חזותית של השדה החשמלי: מושג קווי השדה, שימוש בקווי השדה החשמלי כביטוי לעוצמת השדה החשמלי
- ב. המתח החשמלי ומקורות מתח
1. הפוטנציאל, הגדרתו ויחידת המדידה שלו במערכת SI
  2. חישוב הפוטנציאל הנוצר בנקודה כלשהי על-ידי  
א. מטען נקודתי  
ב. שני מטענים נקודתיים
  3. תיאור המתח כהפרש פוטנציאלים, יחידת המדידה של המתח החשמלי.
  4. דיון בקשר שבין המתח לבין השדה החשמלי
  5. מקורות מתח
- ג. זרם חשמלי
1. הגדרת הזרם החשמלי והגדרת הכיוון המוסכם שלו
  2. עוצמת הזרם החשמלי, יחידת המדידה של הזרם במערכת SI
  3. חישוב עוצמת הזרם  $I = Q/t$ .
- ד. מושגים בסיסיים במעגל חשמלי
1. מעגל חשמלי פתוח ומעגל חשמלי סגור
  2. רכיבים בסיסיים במעגל חשמלי (מקור מתח, נגד, מוליך, מפסק) וסימוניהם
  3. תיאור סכמתי של מעגל חשמלי
  4. הסכנות לאדם ממעבר זרם חשמלי דרכו
- ה. תחיליות במערכת היחידות הבינלאומיות
- תיאור התחיליות  $M, k, m, \mu, n$  וביצוע מעברים ביניהם

סה"כ שעות: 10

## פרק 2 : התנגדות ומוליכות

- א. סימול של נגד והגדרת יחידת המדידה של התנגדות,  $R$ , ומוליכות,  $G$  במערכת SI.
- ב. התנגדות סגולית,  $\rho$  ומוליכות סגולית,  $\gamma$  יחידותיהן
- ג. מיון מוליכים בהתאם להתנגדותם הסגולית
- ד. חישוב ההתנגדות של נגד מתוך התלות בתכונותיו הפיזיקליות וממדיו
- ה. השפעת הטמפרטורה על ההתנגדות; מקדם טמפרטורה חיובי ושליילי של נגדים  
חישוב התנגדות כתלות בטמפרטורה
- ו. בידוד חשמלי, מטרתו וסוגים

## סה"כ שעות: 4

## פרק 3: חוק אום

- א. חישובי זרם, מתח והתנגדות באמצעות חוק אום
- ב. תיאור של חומרים והתקנים המציינים לחוק אום תיאור מגבולותיו של החוק
- ג. תיאור הקשר הגרפי בין המתח לזרם ברכיבים ליניאריים ורכיבים לא ליניאריים
- ד. תיאור מקרים מיוחדים של שימוש בחוק אום – קצר ונתק; תיאור גרפי וחישוב
- ה. תיאור אופן החיבור של מכשירי מדידה: מד-זרם ומד-מתח במעגל חשמלי

## סה"כ שעות: 4

## פרק 4: חוקי קירכהוף

- א. חוק הזרמים של קירכהוף (KCL)
  1. סימון זרמים נכנסים ויוצאים מצומת
  2. חישוב זרמים באמצעות חוק הזרמים של קירכהוף - הסכום האלגברי של כל הזרמים הנכנסים והיוצאים מצומת הוא אפס
- ב. חוק המתחים של קירכהוף (KVL)
  1. הגדרת המושגים ענף וחוג במעגל חשמלי
  2. סימון מפלי מתח על נגד ומקור מתח
  3. חישוב מתחים באמצעות חוק המתחים של קירכהוף - הסכום האלגברי של מפלי המתח בחוג סגור שווה לאפס

## סה"כ שעות: 2

### **פרק 5: מעגל חשמלי מקבילי**

- א. מתח וזרמים במעגל, התנגדות שקולה במקביל, חיבור נגדים/עומסים במקביל והצורך בו
- ב. מקרים פרטיים של מעגלים מקביליים:
  - 1. מעגל מקבילי עם נגדים שווים
  - 2. מעגל מקבילי עם שני נגדים - כלל מחלק הזרם

**סה"כ שעות: 5**

### **פרק 6: מעגל חשמלי טורי**

- א. התנגדות שקולה בטור, זרם ומתחים במעגל, התנגדות הקו ומפל המתח עליו, חיבור נגדים בטור והצורך בו
- ב. מקרים פרטיים של מעגלים טוריים:
  - 1. מעגל טורי בו כל הנגדים שווים
  - 2. מעגל טורי עם שני נגדים - כלל מחלק המתח

**סה"כ שעות: 5**

### **פרק 7: מעגל חשמלי מעורב**

- א. חיבור נגדים במעורב, מציאת ההתנגדות השקולה, זרמים ומתחים במעגל
- ב. מעגלים מעורבים מיוחדים:
  - 1. מעגלים הכוללים נגד משתנה (פוטנציומטר)
  - 2. גשר ויטסטון

**סה"כ שעות: 10**

### **פרק 8: הספק במעגל חשמלי**

- א. האנרגיה החשמלית ויתרונותיה
- ב. ההספק החשמלי ויחידת ההספק, והקשר בין אנרגיה להספק
- ג. חישוב ההספקים המתפתחים על הנגדים וההספק הנמסר מהמקור
- ד. הגדרת המושג נצילות, חישוב נצילות והפסדי הספק בקו
- ה. חישובי הספק במעגלים שונים
- ו. חישוב צריכת האנרגיה החשמלית מרשת החשמל, חשבון החשמל

**סה"כ שעות: 8**

## פרק 9: שיטות לפתרון מעגלים

\* ביה"ס יבחר ללמד לפחות באחת מן השיטות המצוינות בסעיפים א, ב.

א. שיטת זרמי חוגים

1. המושג זרם חוג
2. משוואות המתחים בחוגים ופתרון המשוואות.
3. הצורות הסטנדרטיות של המשוואות בשיטת זרמי החוגים

ב. שיטת מתחי צמתים

1. הגדרת צומת ייחוס
2. הגדרת פוטנציאל (מתח) לכל צומת
3. משוואות הזרמים בצמתים ופתרון המשוואות.

סה"כ שעות: 12

## תורת החשמל לימודים עיוניים – כיתה יא

### תכנים

שעות	נושא
5	פרק 10: כוח אלקטרו מניע (כא"מ) ומקורות מתח
8	פרק 11: משפט ההרכבה - סופרפוזיציה
12	פרק 12: אלקטרוסטטיקה וקיבול
<del>20</del>	<del>פרק 13: מגנטיות</del>
4	פרק 14: זרם ומתחים במעגל RL טורי
3	פרק 15: יצירת זרם חילופין על-ידי כריכה הסובבת בשדה מגנטי אחיד
8	פרק 16: האות הסינוסואידלי כאות מחזורי
10	פרק 17: מספרים מרוכבים ופאזורים
28	פרק 18: מעגלי זרם חילופין
12	פרק 19: הספקים במעגלי זרם חילופין
10	פרק 20: תהודה במעגלים טוריים
<del>14</del>	<del>פרק 21: מעגלים מגנטיים (כולל הישובים)</del>
20	פרק 22: מערכות תלת מופעיות
<b>120</b>	<b>סה"כ שעות:</b>

## פרק 10 - כוח אלקטרו מניע (כא"מ) ומקורות מתח

- א. מקורות אידיאליים ומקורות מעשיים
- ב. הצגת מקור מעשי כמקור אידיאלי שאליו מחוברת התנגדות פנימית
- ג. הכא"מ, מתח ההדקים וההתנגדות הפנימית של מקור מתח
- ד. תלות מתח ההדקים בזרם המעגל ובהתנגדות הפנימית של מקור מתח
- ה. כא"מ שקול והתנגדות פנימית שקולה במעגל שבו מקורות המתח מחוברים בטור ובמקביל
- ו. כא"מ שקול והתנגדות פנימית שקולה במעגל שבו מקורות המתח מחוברים בחיבור מעורב
- ז. חיבור מקורות מתח לקבלת זרם מרבי בצרכן.

סה"כ שעות: 5

## פרק 11 : משפט ההרכבה - סופרפוזיציה

- א. פתרון מעגלים הכוללים 2 מקורות מתח לכל היותר
- ב. חישוב מתחים על רכיבי המעגל
- ג. חישוב זרמים במעגל

סה"כ שעות: 8

## פרק 12 : אלקטרוסטטיקה וקיבול

- א. קבל לוחות ושדה חשמלי
  1. קבל לוחות וקיבולו  $C = \epsilon A/d$ ,  $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$ , חישוב הקיבול של קבל לוחות
  2. טעינת קבל לוחות על-ידי סוללה
  3. חישוב המטען האגור בקבל, המתח על פני הקבל והאנרגיה האגורה בו
  4. השדה החשמלי הנוצר בין לוחות קבל טעון, תיאור הקשר בין המתח לשדה החשמלי
- ב. קבלים המחוברים במקביל, בטור ובמעורב. חישוב הקיבול השקול, המתח, המטען והאנרגיה של כל קבל
  - ג. טעינה ופריקה של קבל במעגל טורי:
    1. תיאור איכותי של טעינת קבל במעגל RC טורי
    2. תיאור גרפי של המתח על הקבל והנגד ושל הזרם במעגל, כשהקבל נטען
    3. חישוב קבוע הזמן במעגל RC טורי, והסבר משמעות אופיין הגרף
    4. תיאור איכותי של פריקת קבל במעגל RC טורי

סה"כ שעות: 12



## פרק 13 : מגנטיות

א. השדה המגנטי

1. השדה המגנטי והמחשתו באמצעות קווי שדה מגנטיים

2. תיאור שדה מגנטי אחיד וחישובו

3. השטף המגנטי וצפיפותו – יחידות המדידה וחישובים

4. תיאור צפיפות השטף המגנטי כביטוי לעוצמת השדה המגנטי

5. יחידות השדה המגנטי

ב. כוחות מגנטיים הפועלים על מטענים הנעים בשדות מגנטיים

1. מציאת הכוח הפועל על תיל נושא זרם הנמצא בשדה מגנטי

2. תיאור הכלל למציאת כיוון הכוח הפועל על מטען נע, או על תיל נושא זרם;

הנמצאים בשדה מגנטי

3. כוחות משיכה ודחייה בין תילים מוליכי זרם – הכוחות המגנטיים וחישובים

4. מציאת הכוחות והמומנט הפועלים על כריכה נושאת זרם הנמצאת בשדה

מגנטי אחיד

ג. התכונות המגנטיות של החומר

1. מגנטים קבועים

2. קטבים מגנטיים כאמצעי לתיאור השדות המגנטיים הנוצרים על ידי מגנט

3. חישוב עוצמת השדה המגנטי

4. חומרים פרומגנטיים, דיאמגנטיים ופאראמגנטיים

5. חלחלות הריק ויחידתו; חלחלות יחסית

6. עקום המגנט

א. תיאור הקשר הגרפי בין השדה המגנטי עוצמת השדה המגנטי וחלחלות יחסית

ב. תופעת החשל המגנטי; עניבת החשל והנקודות המאפיינות אותה

ד. כוח אלקטרומניע (כא"מ) מושרה

1. הפרדת מטענים כתוצאה מפעולת כוח מגנטי על מוט הנע בשדה מגנטי

2. חוק לנץ

3. תיאור חוק פֶרְדֵי וביצוע חישובים באמצעותו

ה. השראות עצמית והשראות הדדית – תיאור איכותי

1. השראות עצמית

2. השראות הדדית

3. המשך במעגל החשמלי והאנרגיה האגורה במשך

סה"כ שעות: 20

**פרק 14 : זרם ומתחים במעגל RL טורי**

- א. השוואה בין מעגל RC טורי למעגל RL טורי
- ב. מציאת קבוע הזמן במעגל RL טורי
- ג. תיאור גרפי של תלות בזמן של הזרם והמתחים במעגל RL טורי

**סה"כ שעות: 4**

**פרק 15 : יצירת זרם חילופין על-ידי כריכה הסובבת בשדה מגנטי אחיד**

- א. יצירת כא"מ מושרה על-ידי כריכה סובבת בשדה מגנטי אחיד
- ב. תיאור גרפי של תלות הכא"מ בזמן
- ג. המהירות הזוויתית של הכריכה
- ד. יתרונות השימוש בזרם חילופין על-פני זרם ישר

**סה"כ שעות: 3**

**פרק 16 : האות הסינוסואידלי כאות מחזורי**

- א. זמן מחזור, תדירות ותדירות זוויתית
- ב. ערך שיא, ערך שיא לשיא וערך יעיל (אפקטיבי / RMS)
- ג. מופע והפרש מופע
- ד. הצגה גרפית ומתמטית של אות סינוסואידלי

**סה"כ שעות: 8**

**פרק 17 : מספרים מרוכבים ופאזורים**

- א. ייצוג קרטזי וקוטבי של מספרים מרוכבים
- ב. חיבור, חיסור, כפל וחילוק של מספרים מרוכבים
- ג. ייצוג פאזורים באמצעות מספרים מרוכבים

**סה"כ שעות: 10**

### פרק 18 : מעגלי זרם חילופין

- א. היגב השראותי והיגב קיבולי
- ב. הגדרת העכבה
- ג. הגדרת פאזור מתח ופאזור זרם
- ד. מעגלי זרם חילופין טוריים (מעגל RL, מעגל RC, מעגל RLC )
  - 1. חישוב עכבת המעגל
  - 2. חישוב הזרם והמתחים במעגל
  - 3. דיאגרמה פאזורית של המתחים ומשולש עכבות
  - 4. במעגל RLC – קביעת אופי המעגל: השראותי, קיבולי או התנגדותי
- ה. מעגלי זרם חילופין מקביליים (מעגל RL, מעגל RC, מעגל RLC )
  - 1. חישוב עכבת המעגל
  - 2. חישוב הזרמים במעגל
  - 3. דיאגרמה פאזורית של הזרמים ומשולש מתירויות
  - 4. במעגל RLC – קביעת אופי המעגל: השראותי, קיבולי או התנגדותי

סה"כ שעות: 28

### פרק 19 : הספקים במעגלי זרם חילופין

- א. הספק רגעי והספק ממוצע במעגלי זרם חילופין
- ב. ההספק במשרן וההספק בקבל; חילופי אנרגיה בין הקבל למקור ובין המשרן למקור במעגל זרם חילופין
- ג. חישוב ההספקים השונים במעגל: RL טורי, RC טורי, RLC טורי
- ד. חישוב ההספקים השונים במעגל: RL מקבילי, RC מקבילי, RLC מקבילי
- ה. משולש ההספקים, מקדם הספק ושיפור מקדם הספק

סה"כ שעות: 12

### פרק 20 : תהודה במעגלים טוריים

- א. הסבר פיזיקלי של תופעת התהודה
- ב. תדר התהודה
- ג. מתחים וזרם במעגלי RLC טוריים במצב תהודה
- ד. דיאגרמה פאזורית של המתחים במצב תהודה

סה"כ שעות: 10

## פרק 21 : מעגלים מגנטיים (כולל הישובים)

- א. מעגל מגנטי; כמ"מ (כוח מגנטו-מניע) ומיאון במעגל מגנטי
- ב. משוואת הופקינסון
- ג. השוואה בין גדלים במעגל חשמלי לגדלים במעגל מגנטי
- ד. מעגלים מגנטיים ומעגלי תמורה חשמליים מתאימים
- ה. הישובי כמ"מ ושטף במעגלים מגנטיים טוריים
- ו. חיבור מיאונים במעגל מגנטי טורי
- ז. השפעת הריץ אוויר על מעגל מגנטי טורי

סה"כ שעות: 14

## פרק 22 : מערכות תלת מופעיות

- א. מחולל חד-מופעי, רב-מופעי ותלת-מופעי
- ב. חיבור כוכב וחיבור משולש של מקורות וצרכנים
- ג. מתח מופע ומתח קו; זרם מופע וזרם קו
- ד. חישוב ההספק הנוצר בצרכן סימטרי המחובר בכוכב
- ה. חישובי הספק בצרכן סימטרי המחובר במשולש
- ו. שינוי החיבור של עכבות העומס – ושינוי ההספק של העומס התלת-מופעי
- ז. גורם ההספק
- ח. חיבור צרכנים סימטריים לרשת תלת-מופעית וחישוב מתחים, זרמים והספקים
- ט. יתרונות מערכת תלת-מופעית לעומת מערכת חד-מופעית

סה"כ שעות: 20

## תורת החשמל – לימודים התנסותיים

### תורת החשמל כיתה י – 60 שעות

#### כללי

הניסויים יבוצעו חלקם בציוד בדיקה ורכיבים ממשיים (ספקי כוח, מפסקים, נוריות, ממסרים, מעגלים מוכללים, מכשירי מדידה), וחלקם באמצעות תוכנת הדמיה. בתחילת כל ניסוי רשומות הוראות כיצד יש לבצע את הניסוי.

#### **ניסוי 1: השימוש בספק כוח וברב-מודד**

1. הסברה והדגמה של אופן תפעולו של ספק כוח
2. הסברה והדגמה של אופן תפעולו של רב-מודד
3. מדידה, באמצעות רב-מודד, של מתח וזרם ישר במעגל חשמלי, הכולל רכיבים אחדים (נגד, נורה, דפ"א)

#### **ניסוי 2: מדידת אופייני התנגדות של רכיבים ליניאריים ורכיבים לא ליניארי**

1. הכרת קוד הצבעים של נגד וחישוב ערכי הנגד באמצעותו
2. מדידת התנגדות נגד באמצעות מד התנגדות
3. מדידת התנגדות של נגד באמצעות מדידת מתח וזרם
4. מדידת אופייני מתח-זרם של רכיב ליניארי – נגדים
5. מדידת אופייני מתח-זרם של רכיב לא ליניארי - נורת להט / דיודה / דפ"א
6. כתיבת דו"ח מעבדה הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות - גרפים ומסקנות

#### **ניסוי 3: הכרת תוכנת הדמיית מעגלים חשמליים**

1. הפעלת התוכנה והכרת משטח העבודה
2. הנחת רכיבים על המשטח, הזזתם, סיבובם, מתן ערך לרכיבים, מחיקת רכיבים
3. חיבור רכיבים זה לזה
4. חיבור מעגל פשוט: ספק-כוח ונגד עומס
5. הכרת מכשירי המדידה וחיבורם למעגל
6. הרצת ההדמיה: קריאות מתח/זרם

#### **ניסוי 4: מדידות במעגל טורי**

1. מדידת ההתנגדות השקולה של נגדים שונים, המחוברים בטור (בשיטת מתח-זרם, באמצעות מד-התנגדות)
2. מדידת המתח על כל אחד מהנגדים
3. מדידת הזרם במעגל
4. בדיקת חוק המתחים של קירכהוף

#### **ניסוי 5: מדידות במעגל מקבילי**

1. מדידת ההתנגדות השקולה של נגדים שונים, המחוברים במקביל (בשיטת מתח-זרם, באמצעות מד-התנגדות)
2. מדידת הזרם דרך על אחד מן הנגדים
3. מדידת המתח במעגל
4. בדיקת חוק הזרמים של קירכהוף

#### **ניסוי 6: מדידות ובדיקת חוקי קירכהוף במעגל מעורב, הכולל מקור מתח יחיד**

1. מדידת ההתנגדות השקולה של הנגדים במעגל
2. מדידת המתח על כל אחד מהנגדים – והזרם דרך הרכיב המתאים
3. השוואת הערכים הנמדדים לערכים המחושבים
4. בדיקת חוק הזרמים וחוק המתחים של קירכהוף
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

#### **ניסוי 7: מדידת הספק במעגל חשמלי מעורב בזרם ישר**

1. מדידת הספק המתפתח על כל נגד. המדידה תבצע באמצעות מד-מתח ומד-זרם
2. מדידת הספק המקור – באמצעות מד-הספק
3. בדיקת מאזן ההספקים במעגל חשמלי
4. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

#### **ניסוי 8: בדיקת חוקי קירכהוף במעגל זרם ישר, הכולל לפחות שני חוגים ושני מקורות מתח**

1. מדידת הזרמים הנכנסים לכל אחד מהצמתים במעגל – והזרמים היוצאים, בהתאמה, מכל צומת
2. מדידת המתחים בכל אחד מהחוגים במעגל
3. חישוב סכום המתחים בכל אחד מהחוגים במעגל
4. השוואת הערכים הנמדדים לערכים המחושבים
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

## תורת החשמל כיתה יא – 60 שעות

תלמיד בהתמחות בקרת אקלים יבצע לפחות 10 ניסויים מתוך רשימת הניסויים, לפי הפירוט הבא:

מספר ניסויים	מתוך רשימת הניסויים	הערות
1	ניסוי: 9 , 10	ניתן לבצע בהדמיה / מעשי
1	ניסוי 11	חובה
1	ניסוי 12	חובה
2	ניסוי 13 - 16	לפחות ניסוי אחד מעשי.
2	ניסוי 17 - 20	לפחות ניסוי אחד מעשי.
3	ניסוי 21 - 27	לפחות ניסוי אחד מעשי

### ניסוי 9: בדיקת שיטת ההרכבה לפתרון מעגלים – הדמיה

(מעגל הכולל לפחות שני חוגים ושני מקורות מתח)

1. הרכבת המעגל בתכנת ההדמיה, מדידת המתחים והזרמים במעגל
2. (א) הרכבת תת מעגל 1 הכולל מקור אחד ומדידת המתחים והזרמים במעגל
- (ב) הרכבת תת מעגל 2 הכולל את המקור השני ומדידת המתחים והזרמים במעגל
3. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 10: בדיקת שיטת תבנין לפתרון מעגלים – מעשי

(מעגל הכולל לפחות שני חוגים ושני מקורות מתח)

1. הרכבת המעגל בתכנת ההדמיה, מדידת המתחים והזרמים במעגל
2. (א) הרכבת תת מעגל 1 הכולל מקור אחד ומדידת המתחים והזרמים במעגל
- (ב) הרכבת תת מעגל 2 הכולל את המקור השני ומדידת המתחים והזרמים במעגל
3. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 11 : טעינה ופריקה של קבל (הדמיה + מעשי)

1. מדידת הזרם במעגל RC טורי בתלות בזמן בעת טעינת הקבל
2. מדידת המתח על הקבל בתלות בזמן בעת טעינת הקבל
3. מדידת הזרם במעגל RC טורי בתלות בזמן בעת פריקת הקבל הטעון
4. מדידת המתח על הקבל בתלות בזמן בעת פריקת הקבל הטעון
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, גרף טעינה ופריקה, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 12: הכרת מחולל אותות ומשקף תנודות

1. הפעלה והכרה של מחוללת אותות
2. הכרת והפעלה של משקף תנודות
3. חיבור מחולל אותות למשקף תנודות והצגת האותות הבאים:
  - א. אות סינוסואידלי ואות סינוסואידלי רוכב על אות DC
  - ב. אות משולש
  - ג. אות ריבועי מחזור פעולה 50% (Duty Cycle), ומחזור פעולה 20%
4. עבור כל אחד מן האותות שהוצגו בסעיף 3 יש לחשב/למצוא חישוב זמן מחזור, תנופה (משרעת, אמפליטודה), ערך שיא לשיא
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תמונת המשקף אותות ומסקנות

### ניסוי 13: מעגל RL טורי בזרם חילופין - בהדמיה

1. בניית מעגל RL טורי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. חישוב עכבה, זרם ומתח על רכיבי המעגל
3. מדידת זרם במעגל בתדר הנתון
4. מדידת מתחים על רכיבי המעגל באותו התדר
5. בניית משולש מתחים של המעגל
6. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 14: מעגל RL טורי בזרם חילופין

1. בניית מעגל RL טורי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. חישוב עכבה, זרם ומתח על רכיבי המעגל
3. מדידת זרם במעגל בתדר הנתון
4. מדידת מתחים על רכיבי המעגל באותו התדר
5. בניית משולש מתחים של המעגל
6. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 15: מעגל RC טורי בזרם חילופין

1. בניית מעגל RC טורי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת הזרם במעגל בחמישה תדרים שונים
3. מדידת מתחים על רכיבי המעגל בכל אחד מהתדרים
4. מדידת הפרש מופע בין מתח המקור למתח על הנגד באחד מן התדרים
5. סרטוט גרף המתאר את תלות הזרם בתדר (רצוי שציר התדר יהיה לוגריתמי)
6. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות



### ניסוי 16: מעגל RC טורי בזרם חילופין - הדמיה

1. בניית מעגל RC טורי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת הזרם במעגל בעשרה תדרים שונים
3. סרטוט גרף המתאר את תלות הזרם בתדר (רצוי שציר התדר יהיה לוגריתמי)
4. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 17: מעגל RL מקבילי בזרם חילופין

1. בניית מעגל RL מקבילי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. חישוב עכבה, זרם ומתח על רכיבי המעגל
3. מדידת זרמים במעגל בתדר הנתון
4. בניית משולש זרמים של המעגל
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 18: מעגל RL מקבילי בזרם חילופין-הדמיה

1. בניית מעגל RL מקבילי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. חישוב עכבה, זרם ומתח על רכיבי המעגל
3. מדידת זרמים במעגל בתדר הנתון
4. בניית משולש זרמים של המעגל
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 19: מעגל RC מקבילי בזרם חילופין

1. בניית מעגל RC מקבילי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת הזרם הכללי במעגל בחמישה תדרים שונים
3. סרטוט גרף המתאר את תלות הזרם בתדר (רצוי שציר התדר יהיה לוגריתמי)
4. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 20: מעגל RC מקבילי בזרם חילופין-הדמיה

1. בניית מעגל RC מקבילי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת הזרם הכללי במעגל בעשרה תדרים שונים.
3. סרטוט גרף המתאר את תלות הזרם בתדר (רצוי שציר התדר יהיה לוגריתמי)
4. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 21: מעגל RLC טורי בזרם חילופין

1. בניית מעגל RLC טורי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת מתח על כל רכיב (נגד, משרן, קבל) והזרם הכללי במעגל- בשני תדרים:
  - א. תדר המתאים למעגל בעל אופי השראותי
  - ב. תדר המתאים למעגל בעל אופי קיבולי
3. אימות חוק המתחים של קירכהוף במעגל, בכל אחד מן המקרים
4. סרטוט משולש מתחים ומשולש עכבות, בכל אחד מן המקרים
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 22: מעגל RLC טורי בזרם חילופין- הדמיה

1. בניית מעגל RLC טורי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת מתח על כל רכיב (נגד, משרן, קבל) והזרם הכללי במעגל- בשני תדרים:
  - א. תדר המתאים למעגל בעל אופי השראותי
  - ב. תדר המתאים למעגל בעל אופי קיבולי
3. אימות חוק המתחים של קירכהוף במעגל, בכל אחד מן המקרים
4. סרטוט משולש מתחים ומשולש עכבות, בכל אחד מן המקרים
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 23: מעגל RLC מקבילי בזרם חילופין

1. בניית מעגל RLC מקבילי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת מתח על כל רכיב (נגד, משרן, קבל) והזרם הכללי במעגל- בשני תדרים:
  - א. תדר המתאים למעגל בעל אופי השראותי
  - ב. תדר המתאים למעגל בעל אופי קיבולי
3. אימות חוק הזרמים של קירכהוף במעגל

### ניסוי 24: מעגל RLC מקבילי בזרם חילופין-הדמיה

1. בניית מעגל RLC מקבילי, שבו מקור המתח הוא מחולל אותות סינוסואידלי
2. מדידת מתח על כל רכיב (נגד, משרן, קבל) והזרם הכללי במעגל- בשני תדרים:
  - א. תדר המתאים למעגל בעל אופי השראותי
  - ב. תדר המתאים למעגל בעל אופי קיבולי
4. אימות חוק הזרמים של קירכהוף במעגל
5. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 25 : מדידת הספק פעיל ומדומה

1. בניית מעגל RC מקבילי
2. מדידת ההספק המדומה, המועבר לעומס במעגלי זרם חילופין
3. מדידת ההספק הפעיל – המועבר לעומס – בתלות בעכבת העומס

### ניסוי 26 : מעגל תהודה RLC טורי

1. בניית מעגל RLC טורי, הכולל – בין השאר – מחולל אותות, נורה המשמשת כנגד, וקבל משתנה
2. לבדוק את תאורת הנורה, ולקבוע מתי המעגל בתהודה (לפי עוצמת הארת הנורה)
3. מדידת הזרם, בתלות בתדר, בכל אחד ממעגלים אלה – בסביבת תדר התהודה
4. מדידת המתח, בתלות בתדר, על כל רכיב – בסביבת תדר התהודה
5. מדידת הפרש המופע בין הזרם במעגל לבין מתח המקור – בתלות בתדר
6. שרטוט גרף של הזרם במעגל – בתלות בתדר, ושל המתח על הקבל – בתלות בתדר
7. כתיבת דו"ח מעבדה ממוחשב הכולל את מערך הניסוי, תוצאות, ניתוח התוצאות ומסקנות

### ניסוי 27: מעגלים תלת-מופעיים – חיבור כוכב וחיבור משולש

- ניסוי זה יש לבצע באמצעות רכיבים ממשיים או בהדמיה
1. חיבור מקור מתח תלת-מופעי למשקף תנודות, ומדידת הפרשי המופע בין זוגות ההדקים
  2. חיבור עומס מאוזן (פעם כוכב ופעם משולש) למקור המתח, ומדידת מתחי המופע והקו, וזרמי המופע והקו