

**מבוא**

בקובץ רשימות זה מוגשת תמצית ההרצאות עבור הקורס "מבוא להנדסת חשמל". הקובץ מבוסס על הרצאותיו של דוד מנדלוביץ אשר עובדו ע"י שרון קרקו ואייל רונן. גם צוות מתרגלי הקורס בשנת תשנ"ט תרם רבות להשתתף המסמך.

הקובץ אינו מהווה תחליף להרצאות ואינו מאפשר דחיית הלימוד לתקופת הבחינות. מטרתו הם:

1. לאפשר העמקת הידע והבהרת נקודות לא ברורות.
2. השלמת קטעים חסרים עקב מחלה או מילואים.
3. מתן אפשרות להתרכז בזמן השיעור בהבנת הנאמר במקום בהעסקת שרטוטים ומשוואות.

יש להדגיש שחלק בלתי נפרד מרשימות הקורס הינם תרגילי הבית. יש להקפיד לפתור את התרגילים פתרון עצמאי. הערה חשובה הנוגעת לידע הנדרש מלומדי הקורס: אנו יוצאים מתוך נקודת הנחה שהסטודנטים לומדים במקביל את הקורס "פיסיקה 2" (חשמל), ועל כן נהירים להם מושגים כגון: זרם, מתח, מטען וכדומה.

בהכנת הקובץ הושקעה עבודה רבה בכדי שיהיה מהוגה היטב ומאיר עיניים. אנו תקווה שלא נפלו בו טעויות רבות. נודה לכל הערה או הצעה לשיפור. בהצלחה!

**הקדמה:**

מטרתו של קורס זה היא לרכוש יכולת לנתח מעגלים חשמליים מגוונים במהירות וביעילות. אם כן, מדוע שם הקורס אינו "מעגלים חשמליים" כמו שם הספר "Basic Circuit theory"? משום שניתוח מעגלים זו אמנם מטרת הקורס אך היא תוביל אותנו למספר מושגים בסיסיים בהנדסה ולהבנה הנדסית, כלומר: ניתוח המעגלים היא רק עילה להקניית יכולת הנדסית בסיסית ולהשתתף בסיס ידע הכרחי לתחום הנדסת האלקטרוניקה. אמנם תחום זה הוא מתפתח ודינמי, אך מושגיו הבסיסיים הינם אחידים למדי ונוחים מאוד לשימוש. ניתן לראות זאת כמו שפה חדשה: לאחר הכרת בנק מילים מספיק וחוקי תחביר בסיסיים, ניתן לכתוב ספרות, שירה וכדומה.

**מושגים בסיסיים בהנדסה:**

המהנדס צריך כלים שונים מהפיזיקאי: המהנדס צריך כלים פשוטים, עקביים מבחינת תכונתם וכלים שיכלילו מספר רב של בעיות. הפיזיקאי דורש מעצמו כלים שיהיו מדויקים ונכונים מבחינה מתמטית. יש קונפליקט בין שתי הדרישות, לדוגמא: הדלתה של דיראק. זוהי פונקציה הגל החשובה ביותר בהנדסת חשמל, והיא יצור בלתי חוקי מבחינה מתמטית. זו פונקציה עם הגדרה המשלבת את התכונות הבאות:

$$\delta(x) = \begin{cases} \infty & x = 0 \\ 0 & \text{אחרת} \end{cases} ; \int_{-\infty}^{\infty} \delta(x) dx = 1$$

כמובן שזו פונקציה לא רציפה ומתבדרת אך היא מהווה את אבן הבסיס להנדסה כיוון שהיא נוחה להצגה ומכלילה פתרון של הרבה בעיות בתחום.

דוגמאות לכלים נוספים שיודגשו בקורס זה ומהווים כלים בסיסיים:

- קונבולוציה
- פאזור
- מצב סינוסי עמיד
- טופולוגיה למהנדסים
- סימולצית מחשב תוכנת MATLAB.

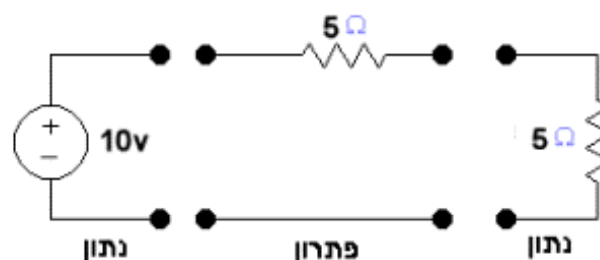
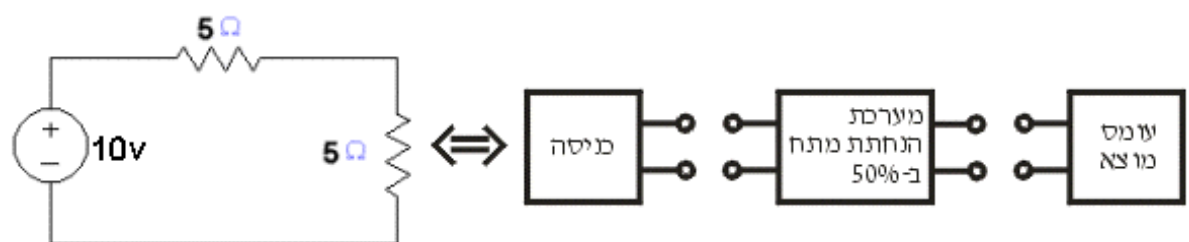
כל המושגים הללו הם הכרחיים להמשך הלימודים ויהיו פועל יוצא של השגת מטרת הקורס: ניתוח מעגלים.

## הבנה הנדסית

מקצוע ההנדסה הוא מקצוע מערכתי לעומת פיזיקה שהוא מקצוע החוקר תופעות טבע שונות. מה ההבדל? בעיקר אופן הצגת הבעיה. לדוגמא - חוק אוהם. חוק אוהם הוגדר באופן ניסיוני לאחר סדרה ארוכה של ניסיונות. זו תרומתה של הפיזיקה לנושא, שכן ללא חוק אוהם היה קשה לדעת את הקשר בין מתח לזרם על פני נגד. חוק אוהם קובע, שקשר זה הוא לינארי לפי גודלו של הנגד. בהמשך נלמד את החוק בפירוט. ההנדסה, לעומת הפיזיקה, תשתמש החוק אוהם לתכנון מערכת שלמה בה יש לקחת בחשבון גורמים רבים. למשל: נרכיב את השאלה הבאה:

בהינתן כניסה ועומס מוצא, תכנן מערכת חשמלית להשגת הנחתת המתח על המוצא ב- 50%.

פתרון הבעיה:



אגב, זהו פתרון לא יעיל כי הוא בזבזני בהספק (ועל כך בהמשך). כמובן שזוהי דוגמא פשוטה אך בדוגמאות מורכבות יותר, כפי שנראה בקרוב, חוקי הפיזיקה הבסיסיים לבדם אינם מתאימים למתן תשובה עבור ניתוח/אנליזה של המעגל.

קו החשיבה המערכתי מאפיין את כל לימודי ההנדסה ובקורס זה תפגשו בו לראשונה. בקו חשיבה זה טיפול במערכת יורכב מהשלבים הבאים:

- הכרה הנדסית של חוקי הפיזיקה בנושא חשמל.
- בחירת כלים מתמטיים נכונים (פאזורים במצב סינוסי, טופולוגיה ברשתות ועוד)
- הפשטת הבעיה
- תרגום הבעיה המפושטת למשוואות
- פתרון המשוואות
- יישום הפתרון המתמטי לפתרון מערכתי

הערה: לאורך קורס זה נשתמש במערכת יחידות MKS (meter, kilogram, second), אלא אם יצוין אחרת.