

## מבוא לפיזיקה 2

פרק 15 - מעגלי זרם חילופין

תוכן העניינים

1. הרצאות ותרגילים.....1

## הרצאות ותרגילים:

### רקע:

המתח והזרם במעגלי זרם חילופים :

$$V(t) = V_{\max} \sin(\omega t + \theta) ; I(t) = I_{\max} \sin(\omega t)$$

ניתן לעבוד גם עם פונקציית קוסינוס במקום סינוס ההבדל יהיה רק בפאזה. הפאזה בפונקציית סינוס גדולה ב- $\frac{\pi}{2}$  מהפאזה בקוסינוס

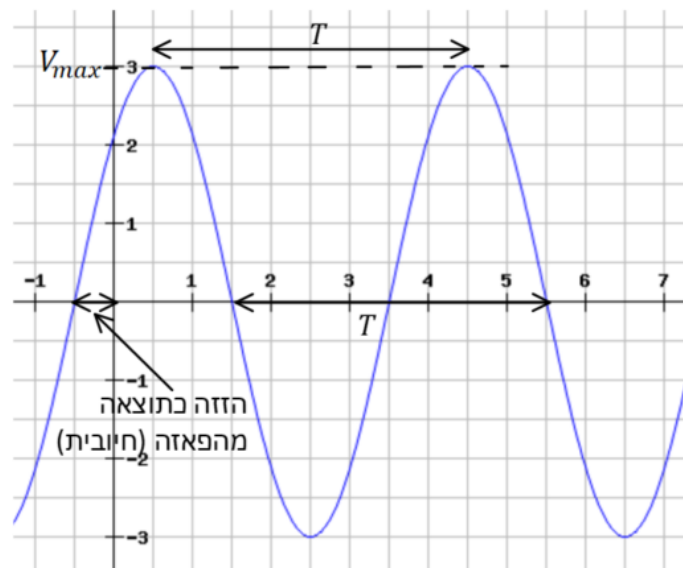
תדירות הזוויתית :

$$\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}$$

T זמן המחזור ו f - התדירות בהרץ

$\theta$  - היא הפאזה של המתח ביחס לזרם

דוגמה לגרף של המתח כתלות בזמן :



זמן מחזור הוא המרחק בין שיא לשיא וממנו ניתן לחשב את התדירויות. הפאזה מזיזה את הגרף. פאזה חיובית מזיזה את הגרף שמאלה ושלילית ימינה. לחישוב הפאזה ניתן לקחת מהגרף את הערך באפס (חיתוך עם הציר האנכי) ואת

$V_{\max}$  :

$$V(0) = V_{\max} \sin(\theta)$$

נגד במעגל מתח חילופין :

חוק אוהם :

$$V_R(t) = RI(t)$$

R - התנגדות הנגד (קבוע).

הפאזה של המתח בנגד היא אפס ביחס לזרם.

קבל במתח חילופין :

הגדרת הקיבול, והקשר של המתח לזרם :

$$Q(t) = CV_C(t) ; I(t) = \frac{dQ}{dt} \Rightarrow I(t) = C \frac{dV_C(t)}{dt}$$

C - קיבול (קבוע)

הפאזה של המתח בקבל היא  $-\frac{\pi}{2}$  ביחס לזרם.

ההיגב של קבל :

$$x_c = \frac{1}{\omega C}$$

היגב מוגדר לפי  $x = \frac{V_{\max}}{I_{\max}}$ , להיגב יחידות של התנגדות ונותן אומדן לסוג של התנגדות של הרכיב במעגל.

בתדירות מאוד נמוכה, מתח המקור כמעט ולא משתנה ומקבלים מעגל מתח ישר, הקבל הופך לנתק. היגב גבוהה מאוד.

בתדירות מאוד גבוהה, המתח משתנה מהר מאוד והקבל לא מספיק להטען. הקבל הופך לקצר (מתח אפס). היגב נמוך מאוד.

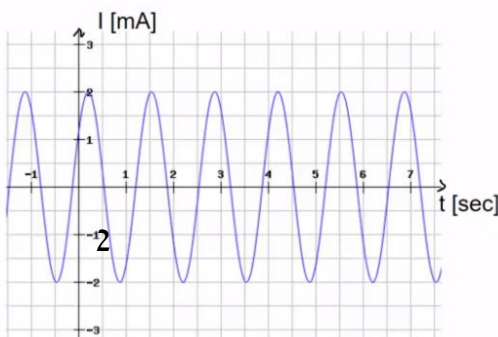
## שאלות:

### (1) חישוב נוסחה

- מקור מתח חילופין מספק מתח מקסימלי של 220 וולט בתדירות 50 הרץ.  
 א. מהו זמן המחזור של הפונקציה ומהי התדירות הזוויתית?  
 ב. רשום נוסחה למתח כתלות בזמן.

### (2) גרפים

בניסוי עם מעגל זרם חילופין הזרם במעגל נמדד באמצעות אמפרמטר המחובר למחשב. הזרם כפונקציה של הזמן ניתן מהמחשב בגרף הבא.



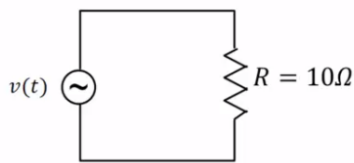
כתב ופתר : מניו

[www.gool.co.il](http://www.gool.co.il)

- א. מהו הזרם המקסימאלי במעגל?  
 ב. מהו זמן המחזור של המקור  
 ומהי התדירות הזוויתית?  
 ג. מהי זווית המופע של הזרם?  
 ד. רשום את הפונקציה של הזרם כתלות בזמן.

### (3) נגד ומקור בלבד

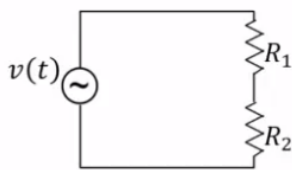
נגד בעל התנגדות של  $10\ \Omega$  אוהם מחובר למקור מתח חילופין אידיאלי (ללא התנגדות פנימית) בעל מתח מקסימאלי של  $5$  וולט ותדירות של  $50$  הרץ.



- א. מהי התדירות הזוויתית של המקור?  
 ב. רשום נוסחה למתח המקור כתלות בזמן.  
 ג. מהו הזרם כתלות בזמן במעגל?

### (4) שני נגדים בטור

במעגל הבא שני נגדים:  $R_1 = 5\ \Omega$ ,  $R_2 = 10\ \Omega$  המחוברים בטור למקור מתח

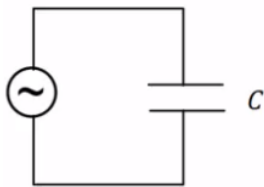


חילופין אידיאלי בעל מתח מקסימלי  $5V$  ותדירות  $10Hz$ .

- א. מהו המתח כתלות בזמן של המקור?  
 ב. מהו הזרם כתלות בזמן במעגל?  
 ג. מהו הזרם בכל אחד מהנגדים?  
 ד. מהו המתח כתלות בזמן על כל נגד?

### (5) קבל ומקור

מקור מתח חילופין בעל מתח מקסימאלי של  $5$  וולט ותדירות של  $100$  הרץ מחובר לקבל בעל קיבול  $C = 150\ \mu F$ .



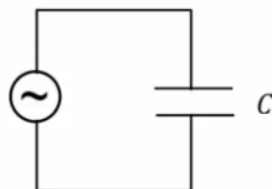
- א. מצא את המתח של המקור כתלות בזמן.  
 ב. חשב את ההיגב של הקבל.  
 ג. מצא את הזרם בקבל כתלות בזמן.

### (6) חישוב קיבול מהיגב

במעגל של מקור אידיאלי וקבל בלבד נתון כי

מתח המקור הוא:  $V_s(t) = 3 \sin\left(120t - \frac{\pi}{2}\right)$  בוולט,

והזרם הוא:  $I(t) = 0.02 \sin(120t)$  באמפר.



- א. מצא את ההיגב של הקבל.  
 ב. חשב את הקיבול של הקבל.

## תשובות סופיות:

$$V(t) = 220\text{v} \sin(314 \cdot t) \quad \text{ב.} \quad T = 0.02 \text{ sec} , \omega = 314 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (1)$$

$$\theta = 0.675 \text{ rad} \quad \text{ג.} \quad T = \frac{4}{3} \text{ sec} , \omega = 1.5\pi \quad \text{ב.} \quad I_{\max} = 2 \text{ mA} \quad \text{א.} \quad (2)$$

$$I(t) = 2 \text{ mA} \sin(1.5\pi \cdot t + 0.675) \quad \text{ד.}$$

$$I = 0.5 \text{ A} \sin(314 \cdot t) \quad \text{ג.} \quad V(t) = 5 \text{ v} \sin(314 \cdot t) \quad \text{ב.} \quad \omega \approx 314 \frac{\text{rad}}{\text{sec}} \quad \text{א.} \quad (3)$$

$$I_R = \frac{1}{3} \sin(62.8 \cdot t) \quad \text{ב.} \quad V(t) = 5 \cdot \sin(62.8 \cdot t) \quad \text{א.} \quad (4)$$

$$V_1(t) = \frac{5}{3} \sin(62.8 \cdot t) , V_2(t) = \frac{10}{3} \sin(62.8 \cdot t) \quad \text{ד.} \quad I_1 = I_2 = I_R = \frac{1}{3} \sin(62.8 \cdot t) \quad \text{ג.}$$

$$I_C(t) = 0.485 \text{ A} \sin\left(628t + \frac{\pi}{2}\right) \quad \text{ג.} \quad x_C \approx 10.3 \Omega \quad \text{ב.} \quad V_S(t) = 5 \sin(628t) \quad \text{א.} \quad (5)$$

$$C = 55.6 \mu\text{F} \quad \text{ב.} \quad x_C = 150 \Omega \quad \text{א.} \quad (6)$$