

פיזיקה תעשייתית

פרק 14 - 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

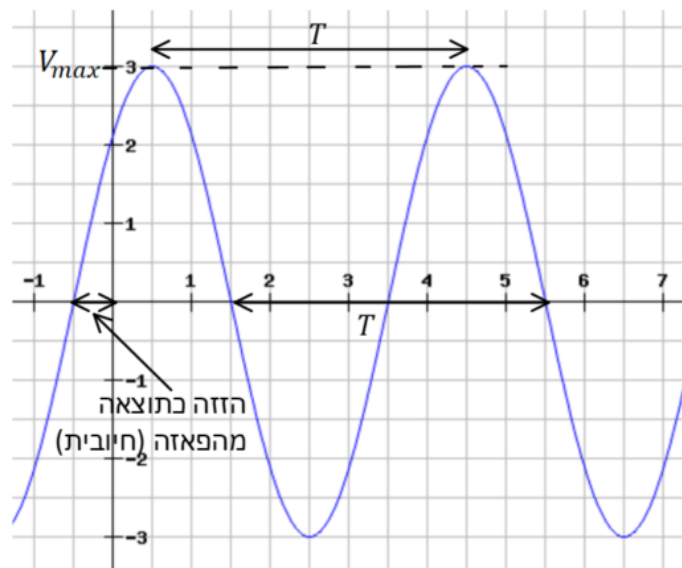
תדירות הזוויתית :

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

T זמן המחזור ו- f - התדירות בהרץ

θ - 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 ושליטת 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.

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

סליל במעגל מתח חילופין :
הקשר בין המתח לזרם :

$$V_L(t) = L \frac{dI(t)}{dt}$$

L - השראות (קבוע)
הפאזה של המתח בסליל היא $\theta = \frac{\pi}{2}$ ביחס לזרם.

ההיגב של סליל :

$$x_L = \omega L$$

בתדירות מאוד נמוכה, אין שינוי בזרם ולכן המתח של הסליל אפס, הסליל מתנהג כמו קצר, היגב נמוך מאוד.

בתדירות מאוד גבוהה, שינוי זרם גדול יוצר מתח נגדי גדול בסליל. הסליל הופך לנתק. היגב גבוה מאוד.

שאלות:

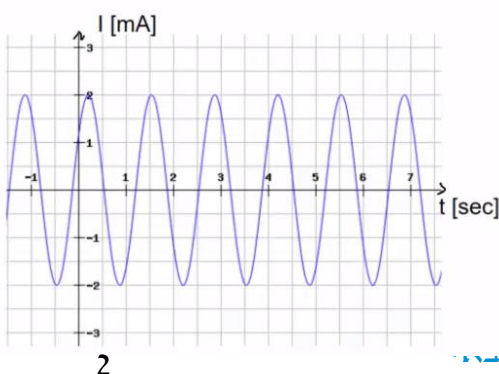
(1) חישוב נוסחה

- 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.

- א. מהו הזרם המקסימאלי במעגל?
ב. מהו זמן המחזור של המקור ומהי התדירות הזוויתית?

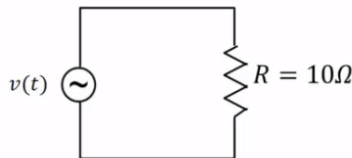


- ג. מהי זווית המופע של הזרם?
ד. רשום את הפונקציה של הזרם כתלות בזמן.

(3) נגד ומקור בלבד

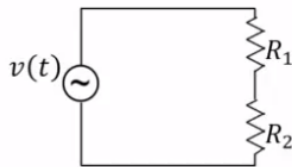
נגד בעל התנגדות של 10 אוהם מחובר למקור מתח חילופין אידיאלי (ללא התנגדות פנימית) בעל מתח מקסימאלי של 5 וולט ותדירות של 50 הרץ.

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



(4) שני נגדים בטור

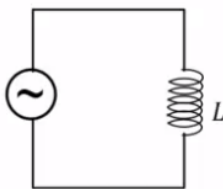
במעגל הבא שני נגדים: $R_1 = 5\Omega$, $R_2 = 10\Omega$ המחברים בטור למקור מתח חילופין אידיאלי בעל מתח מקסימאלי 5V ותדירות 10Hz.



- 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) סליל ומקור

סליל בעל השראות $L = 30\text{mH}$ מחובר למקור מתח חילופין אידיאלי בעל מתח מקסימאלי של 8 וולט ותדירות של 40 הרץ.



- א. רשום נוסחה למתח המקור כתלות בזמן.
ב. חשב את העכבה של הסליל ואת הזרם המקסימאלי.
ג. מהו הזרם כתלות בזמן במעגל?

(6) מצא את המתח

במעגל עם מקור מתח חילופין מחברים אמפרמטר בטור לסליל. השראת הסליל היא: $L = 50\text{mH}$. מדידת האמפרמטר מראה כי הזרם כתלות בזמן הוא: $I(t) = 0.03 \sin(20\pi \cdot t)$.

- א. חשב את העכבה של הסליל.
ב. מהו המתח על הסליל כתלות בזמן?

תשובות סופיות:

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

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

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

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

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

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

$$(5) \quad \text{א. } V_s(t) = 8 \sin(251t) \quad \text{ב. } I_{\max} \approx 1.06 \text{ A}, x_L = 7.56 \Omega, \quad \text{ג. } I(t) = 1.06 \sin\left(251t - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$(6) \quad \text{א. } x_L = 3.14 \Omega \quad \text{ב. } V_L(t) = 0.0942 \text{ v} \sin\left(20\pi \cdot t + \frac{\pi}{2}\right)$$