

הוראות לדף הנוסחאות



הוראות הדפסה!

את הדף יש להדפיס עם שוליים מותאמות אישית ברוחב 0.5 בכל צד.

ב WORD, יש לבחור בלשונית הדפסה את חלון השוליים, לבחור שוליים מותאמים אישית ולשנות ל 0.5 בכל הכיוונים

עריכה:

בדף הכנסנו כמה שיותר הסברים, נוסחאות ותמונות. אם מספר העמודים חורג ממספר העמודים המותר בבחינה ניתן לערוך את קובץ ה WORD ולהוריד הסברים מורחבים, תמונות או נוסחאות טריוויאליות. ניתן גם כמובן להוסיף הסברים שלכם או נוסחאות.

בכל מקרה מומלץ מאוד לעבור על הדף לפני המבחן!! הוא גם סיכום של החומר.

אין להוריד את הסמל של GOOL או כל סימן מסחרי אחר!!

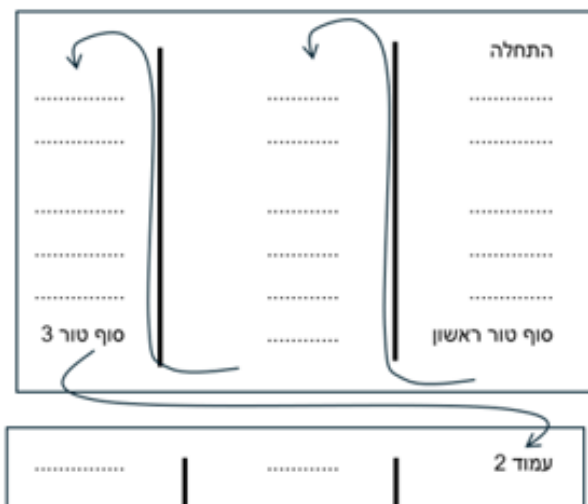
מבנה הדף:

הדף בנוי משלושה טורים.

ההתחלה היא בפינה הימנית העליונה.

בסוף הטור הראשון עוברים לטור השני באותו עמוד (ולא לעמוד הבא). בסוף הטור האחרון עוברים לטור הראשון (הימני) בעמוד הבא.

ניתן לשנות את כיוון הפריסה לרוחב, זה יוצר מראה יותר מרווח על חשבון מספר עמודים.



כל הזכויות שמורות למני גבאי ולאתר GOOL

הדף מיועד לכל שימוש שאינו מסחרי ובפרט לשימוש מרצים, מורים, סטודנטים ותלמידים בקורסים שונים, ניתן לערוך את הדף אך יש להשאיר סימונים של אתר גול.

ח - ההתנגדות הפנימית

$$-D \sin \alpha$$

המתח והזרם בנגד הם באותה הפאזה	R	נגד
בסליל המתח מקדים את הזרם ב $\frac{\pi}{2}$	$i\omega L$	סליל
בקבל המתח מפגר אחרי הזרם ב $\frac{\pi}{2}$	$\frac{1}{i\omega C}$	קבל

ניתן לחבר עכבות בדיוק כמו חיבור של נגדים ולקבל את העכבה הכוללת של המעגל:

$\tilde{V}_s = Z_T \tilde{I}_s$: $\tilde{I}_s$ - הזרם והמתח של המקור (בייצוג המורכב).
 ערכי RMS (ממוצע של ריבוע הגודל בזמן):

$$I_{RMS} = \frac{I_{max}}{\sqrt{2}} ; V_{RMS} = \frac{V_{max}}{\sqrt{2}}$$

הספק רגעי: $P(t) = V(t)I(t)$
 לשים לב שההספק הרגעי הוא לא גודל לינארי ולכן אי אפשר לחשב אותו באמצעות הייצוג המורכב של המתח והזרם.

$$\bar{P} = \frac{V_{max} I_{max}}{2} \cos \varphi$$

הספק ממוצע: $V_{RMS} I_{RMS} \cos \varphi$
 כאשר φ היא הפאזה של המתח ביחס לזרם.

$\cos \varphi$ הוא מקדם/גורם ההספק. מצביע על ניצול האנרגיה במעגל.

משוואות מקסוול

הצורה הדיפרנציאלית: הצורה האינטגרלית:

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{s} = \frac{1}{\epsilon_0} \int \rho dV ; \vec{\nabla} \cdot \vec{E} = \frac{1}{\epsilon_0} \rho$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{s} = 0 ; \vec{\nabla} \cdot \vec{B} = 0$$

$$\oint \vec{E} \cdot d\vec{l} = - \int \frac{d\vec{B}}{dt} \cdot d\vec{s} ; \vec{\nabla} \times \vec{E} = - \frac{d\vec{B}}{dt}$$

$$\epsilon = - \oint \vec{B} \cdot d\vec{l}$$

$$\oint \vec{B} \cdot d\vec{l} = \mu_0 \int \vec{j} \cdot d\vec{s} + \mu_0 \epsilon_0 \int \frac{d\vec{E}}{dt} \cdot d\vec{s} ;$$

$$\vec{\nabla} \times \vec{B} = \mu_0 \vec{j} + \mu_0 \epsilon_0 \frac{d\vec{E}}{dt}$$

חוק אמפר והתיקון של מקסוול (שנקרא גם זרם העתקה)

מקרה 1- ריסון חזק: $\Gamma > \omega_0$
 $q(t) = Ae^{-\lambda_1 t} + Be^{-\lambda_2 t}$
 $\lambda_{1,2} = \Gamma \pm \sqrt{\Gamma^2 - \omega_0^2}$

מקרה 2- ריסון קריטי: $\Gamma = \omega_0$
 $q(t) = Ae^{-\omega_0 t} + Bte^{-\omega_0 t}$
 בריסון קריטי קצב הדעיכה הוא הגבוה ביותר משלושת המקרים.

מקרה 3- ריסון חלש: $\Gamma < \omega_0$
 $q(t) = Ae^{-\Gamma t} \cos(\tilde{\omega} t + \varphi)$
 $\tilde{\omega} = \sqrt{\omega_0^2 - \Gamma^2}$

בכל המקרים האנרגיה של המעגל (שאנורה בסליל ובקבל)

$$E \propto e^{-2\Gamma t}$$

דועכת בקצב כפול: (בריסון חזק קבוע הדעיכה הוא λ במקום Γ)

מעגלים עם מקור מתח חילופי:

משוואת המעגל:

$$\ddot{I} + \frac{R}{L} \dot{I} + \frac{1}{LC} I = -\omega V_0 \sin(\omega t)$$

$$I = \dot{q}$$

(ניתן גם להגיע למשוואה דומה עבור המטען)

המשוואה היא משוואה של תנועה הרמונית מאולצת.

פתרון הומוגני $I(t) = I_{max}(\omega) \cos(\omega t + \varphi)$

הפתרון ההומוגני הוא פתרון מעגל RLC והוא דועך בזמן.

הפתרון הפרטי נקרא הפתרון של המצב העמיד (לאחר זמן רב) בד"כ מתייחסים רק אליו.

$$I_{max}(\omega) = \frac{V_0}{\sqrt{\left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right)^2 + R^2}}$$

$$\tan \varphi = \frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R}$$

תהודה: מצב שבו $I_{max}(\omega)$ מקסימאלי.

שימו לב, I_{max} הוא אמפליטודת הזרם במעגל עם מקור בעל תדירות ω מסוימת. תהודה מדברת על איזה תדירות צריך שתהיה למקור כך שהאמפליטודה הזו תהיה הכי גבוהה שאפשר.

בשביל למצוא את תדירות התהודה במקרה כללי צריך לגזור את I_{max} לפי ω ולהשוות לאפס. עבור $R \ll \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

מקבלים אמפליטודה מקסימאלית כאשר $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

פתרון עם מספרים מורכבים:

אם כל המשתנים הם פונקציות מהצורה $A \cos(\omega t + \varphi)$ והמשוואות שלנו לינאריות. אז יותר נוח לעבוד עם מספרים מורכבים. כך ש:

$$I(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi) = \text{Re}\{\tilde{I}(t)\}$$

$$\tilde{I}(t) = I_0 e^{i(\omega t + \varphi)}$$

(בדרי"כ לא רושמים את הגל) בעבודה עם מספרים מורכבים אפשר להוריד את התלות בזמן

פאזורים: תיאור של המספר המורכב באמצעות וקטור במערכת דו מימדית.

הפאזור מסתובב בזמן אבל בדרי"כ מסתכלים רק על הפאזור ב $t=0$

$$Z = \frac{\tilde{V}}{\tilde{I}}$$

עכבה Impedance: תכונה שתלויה רק במבנה (קבועה כל עוד המבנה קבוע).

הפאזה של העכבה היא הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב:

$$\varphi_z = \varphi_v - \varphi_i$$

$$|Z| = \frac{V_{max}}{I_{max}}$$

הגודל של העכבה:

הרכיב	העכבה של הרכיב Z	הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב
-------	------------------	-------------------------------

האנרגיה האנורה בשדה המגנטי: $U = \int \frac{B^2}{2\mu_0} dV$
 - את האינטגרל עושים על כל המרחב.
 - זו אותה האנרגיה שמחשבים באמצעות ההשראות (פשוט צורת חישוב אחרת).
 - ניתן לחשב השראות דרך השוואה של שתי הנוסחאות האחרונות של האנרגיה (תניחו זרם והוא יצטמצם בסוף).
המתח על סליל (משורר) במעגל: $V_L = L \dot{I}$
 הצד הגבוה הוא בנקודה שבה נכנס הזרם לסליל.

מעגלי RL

טעינה:

$$V_0 - IR - L \dot{I} = 0$$

$$I(t) = \frac{V_0}{R} \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}}\right)$$

$$\tau = \frac{L}{R}$$

- סליל (או משורר) מתנהג בהתחלה כמו נתק ולאחר זמן רב כמו קצר.

פריקה:

$$-IR - L \dot{I} = 0$$

$$I(t) = \frac{V_0}{R} e^{-\frac{t}{\tau}}$$

המשוואה היא משוואה של תנועה הרמונית מאולצת.

פתרון הומוגני $I(t) = I_{max}(\omega) \cos(\omega t + \varphi)$

הפתרון ההומוגני הוא פתרון מעגל RLC והוא דועך בזמן.

הפתרון הפרטי נקרא הפתרון של המצב העמיד (לאחר זמן רב) בד"כ מתייחסים רק אליו.

$$I_{max}(\omega) = \frac{V_0}{\sqrt{\left(\frac{1}{\omega C} - \omega L\right)^2 + R^2}}$$

$$\tan \varphi = \frac{\frac{1}{\omega C} - \omega L}{R}$$

תהודה: מצב שבו $I_{max}(\omega)$ מקסימאלי.

שימו לב, I_{max} הוא אמפליטודת הזרם במעגל עם מקור בעל תדירות ω מסוימת. תהודה מדברת על איזה תדירות צריך שתהיה למקור כך שהאמפליטודה הזו תהיה הכי גבוהה שאפשר.

בשביל למצוא את תדירות התהודה במקרה כללי צריך לגזור את I_{max} לפי ω ולהשוות לאפס. עבור $R \ll \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

מקבלים אמפליטודה מקסימאלית כאשר $\omega = \frac{1}{\sqrt{LC}}$

פתרון עם מספרים מורכבים:

אם כל המשתנים הם פונקציות מהצורה $A \cos(\omega t + \varphi)$ והמשוואות שלנו לינאריות. אז יותר נוח לעבוד עם מספרים מורכבים. כך ש:

$$I(t) = I_0 \cos(\omega t + \varphi) = \text{Re}\{\tilde{I}(t)\}$$

$$\tilde{I}(t) = I_0 e^{i(\omega t + \varphi)}$$

(בדרי"כ לא רושמים את הגל) בעבודה עם מספרים מורכבים אפשר להוריד את התלות בזמן

פאזורים: תיאור של המספר המורכב באמצעות וקטור במערכת דו מימדית.

הפאזור מסתובב בזמן אבל בדרי"כ מסתכלים רק על הפאזור ב $t=0$

$$Z = \frac{\tilde{V}}{\tilde{I}}$$

עכבה Impedance: תכונה שתלויה רק במבנה (קבועה כל עוד המבנה קבוע).

הפאזה של העכבה היא הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב:

$$\varphi_z = \varphi_v - \varphi_i$$

$$|Z| = \frac{V_{max}}{I_{max}}$$

הגודל של העכבה:

הרכיב	העכבה של הרכיב Z	הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב
-------	------------------	-------------------------------

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב

הפאזה של המתח ביחס לזרם ברכיב