

מערכות חשמל

הוראות לנבחן

- א. משך הבחינה: שלוש שעות.
- ב. מבנה השאלון ומפתח ההערכה: בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם עשר שאלות. עליך לענות על שתי שאלות מהפרק הראשון, על שתי שאלות מהפרק השני ועל שאלה אחת מהפרק השלישי.
לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.
- ג. חומר עזר מותר לשימוש: מחשבון, וכן כל חומר עזר כתוב בכתב יד או מודפס על נייר.
- ד. הוראות מיוחדות:
 1. ענה על מספר השאלות הנדרש בשאלון. המעריך יקרא ויעריך את מספר התשובות הנדרש בלבד, לפי סדר כתיבתן במחברתך, ולא יתייחס לתשובות נוספות.
 2. התחל כל תשובה לשאלה חדשה בעמוד חדש.
 3. רשום את כל תשובותיך **אך ורק בעט**.
 4. הקפד לנסח את תשובותיך כהלכה ולסרטט את תרשימיך בבהירות.
 5. כתוב את תשובותיך בכתב-יד ברור, כדי לאפשר הערכה נאותה שלהן.
 6. אם לדעתך חסרים נתונים הדרושים לפתרון שאלה, אתה רשאי להוסיף אותם, בתנאי שתנמק מדוע הוספת אותם.
 7. בכתבת פתרונות חישוביים, קבלת מִרְבּ הנקודות מותנית בהשלמת כל המהלכים שלהן, בסדר שבו הם רשומים:
 - * רישום הנוסחה המתאימה.
 - * הצבה של כל הערכים ביחידות המתאימות.
 - * חישוב (אפשר באמצעות מחשבון).
 - * רישום התוצאה המתקבלת, וציון יחידות המידה המתאימות.
 - * ליווי הפתרון החישובי בהסבר קצר.

כתוב במחברת הבחינה בלבד, בעמודים נפרדים, כל מה שברצונך לכתוב כ**טיוטה** (ראשי פרקים, חישובים וכדומה).
רשום "טיוטה" בראש כל עמוד טיוטה. רישום טיוטות כלשהן על דפים שמחוץ למחברת הבחינה עלול לגרום לפסילת הבחינה!

בשאלון זה 13 עמודים ועמוד נספח אחד.

ההנחיות בשאלון זה מנוסחות בלשון זכר,
אך מכוונות הן לנבחנות והן לנבחנים.

בהצלחה!

השאלות

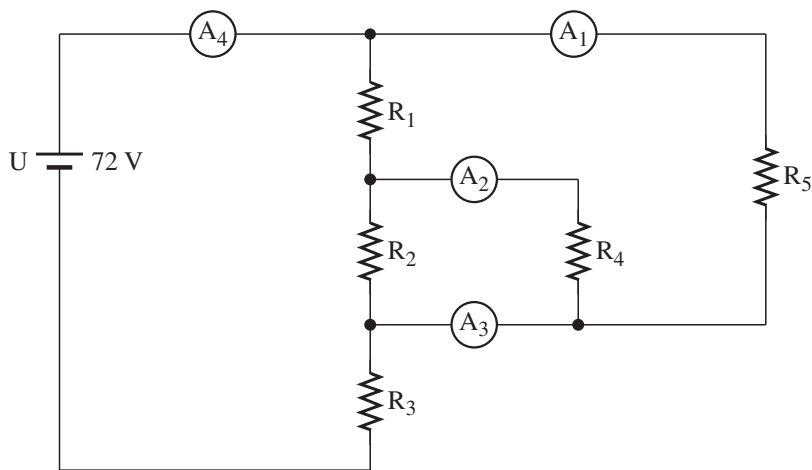
בשאלון זה שלושה פרקים, ובהם עשר שאלות. עליך לענות על שתי שאלות מהפרק הראשון, על שתי שאלות מהפרק השני ועל שאלה אחת מהפרק השלישי. לכל שאלה – 20 נקודות. סך-הכול – 100 נקודות.

פרק ראשון (40 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 1–4 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 1

באיור לשאלה 1 נתון מעגל חשמלי שאליו מחוברים ארבעה מדי-זרם, A_1 עד A_4 .



איור לשאלה 1

נתונים:

$$I_{A_1} = 20 \text{ mA}$$

$$I_{A_2} = 10 \text{ mA}$$

$$I_{A_4} = 50 \text{ mA}$$

$$U_{R_4} = 20 \text{ V} \quad : R_4 \text{ הנגד על המתח}$$

$$U_{R_5} = 60 \text{ V} \quad : R_5 \text{ הנגד על המתח}$$

א. בהסתמך על חוק הזרמים של קירכהוף, חשב את:

1. הזרם הזורם דרך הנגד R_1 .

2. הזרם הזורם דרך הנגד R_2 .

3. קריאת מד־הזרם A_3 .

ב. בהסתמך על חוק המתחים של קירכהוף, חשב את מפל המתח:

1. על הנגד R_1 .

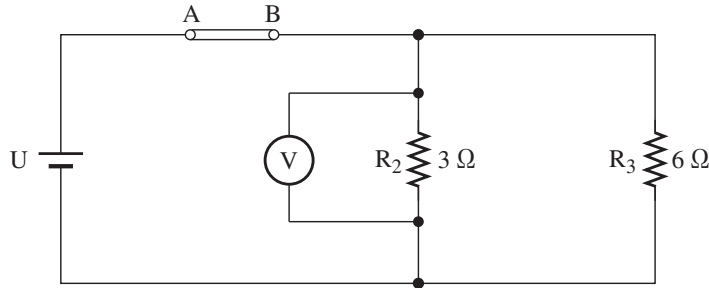
2. על הנגד R_2 .

3. על הנגד R_3 .

ג. חשב את ההתנגדות של כל אחד מהנגדים R_1 עד R_5 .

שאלה 2

באיור לשאלה 2 נתון מעגל חשמלי.
בין הנקודות A ל-B מחובר מוליך שעשוי נחושת.
שטח החתך של המוליך הוא 0.75 mm^2 .
בטמפרטורת סביבה של 60°C התנגדות המוליך היא 10Ω .



איור לשאלה 2

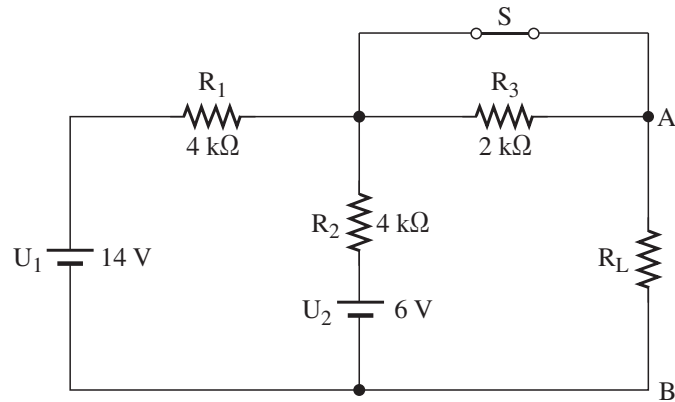
להלן נתוני המוליך בטמפרטורת סביבה של 20°C :

$$\alpha = 0.039 \frac{1}{^\circ\text{C}}, \quad \rho = 0.018 \frac{\Omega \text{ mm}^2}{\text{m}}$$

- א. חשב את התנגדות המוליך בטמפרטורת סביבה של 20°C .
- ב. חשב את אורך המוליך.
- ג. בטמפרטורת סביבה של 20°C , התנגדויות הנגדים הן $R_2 = 3 \Omega$ ו- $R_3 = 6 \Omega$.
חשב את מתח המקור U אם קריאת מד־המתח היא 24 V .

שאלה 3

באיור לשאלה 3 נתון מעגל חשמלי.



איור לשאלה 3

המפסק S סגור:

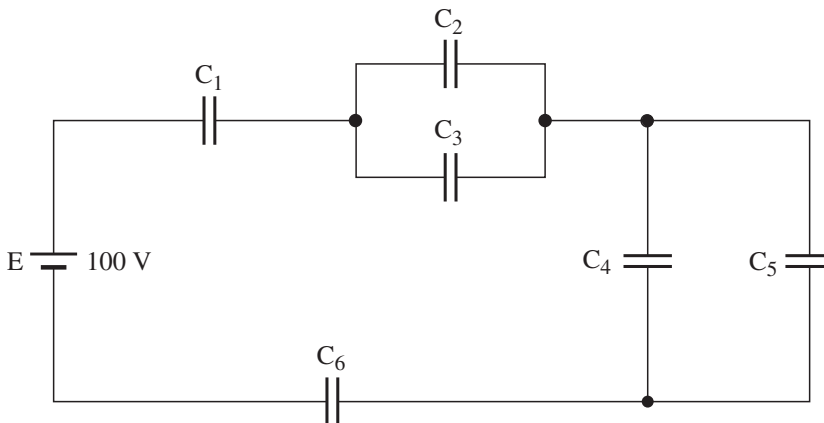
- א. 1. חשב את התנגדות תבנין R_{th} לנגד העומס R_L .
2. סרטט במחברתך מעגל למדידת R_{th} . כלול בסרטוט מד-התנגדות.
- ב. 1. חשב את מתח תבנין U_{th} .
2. סרטט במחברתך מעגל לחישוב מתח תבנין. כלול בסרטוט מד-מתח שיחובר בנקודות המתאימות.

פותחים את המפסק S.

- ג. האם התנגדות תבנין ומתח תבנין ישתנו? נמק את תשובתך.

שאלה 4

באיור לשאלה 4 נתון מעגל חשמלי הכולל שישה קבלי לוחות.



איור לשאלה 4

נתוני הקבלים:

$$C_1 = 10 \mu\text{F} , C_3 = 4 \mu\text{F} , C_4 = 7 \mu\text{F} , C_5 = 3 \mu\text{F} , C_6 = 10 \mu\text{F}$$

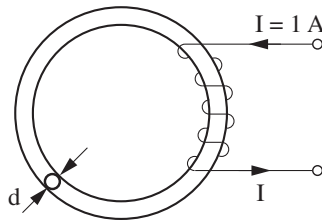
- א. המתח בין הדקי הקבל C_6 הוא 25 V. חשב את המטען האגור בקבל C_6 .
- ב. חשב את קיבולו של הקבל C_2 .
- ג. בין לוחות הקבל C_6 נמצא חומר דיאלקטרי בעובי של $3.3 \cdot 10^{-7} \text{ m}$. החומר הדיאלקטרי בין לוחות הקבל הוא מסוג נציץ והקבוע הדיאלקטרי היחסי שלו הוא 5. חשב את שטח החתך של לוח הקבל C_6 .
- ד. ציין נכון/לא נכון לגבי כל היגד ונמק את קביעתך.
 1. השטח של כל אחד מלוחות הקבל משפיע על גודל הקיבול של הקבל.
 2. ככל שמחברים במעגל חשמלי יותר קבלים במקביל, הקיבול השקול גדל.
 3. הפרש הפוטנציאלים בין הדקי הקבל נמצא ביחס ישר לקיבול הקבל.

פרק שני (40 נקודות)

ענה על שתיים מבין השאלות 5-8 (לכל שאלה – 20 נקודות).

שאלה 5

באיור א' לשאלה 5 מתואר מעגל מגנטי בצורת טבעת פלדה בעלת חתך מעגלי.

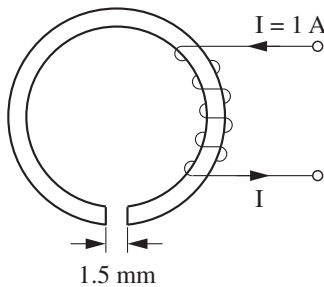


איור א' לשאלה 5

להלן נתוני טבעת הפלדה:

- החדירות (החלחלות) המגנטית היחסית של הפלדה: $\mu_r = 850$
 - קוטר החתך של טבעת הפלדה: $d = 1 \text{ cm}$
 - השדה המגנטי שנוצר בליבה של טבעת הפלדה: $B = 2 \frac{\text{Wb}}{\text{m}^2}$
- על הטבעת מלופף סליל בעל 650 כריכות, שדרכו זורם זרם של 1 A.
- א. חשב את האורך הממוצע של טבעת הפלדה.

יוצרים בטבעת חריץ אוויר בגודל 1.5 mm כמתואר באיור ב' לשאלה.

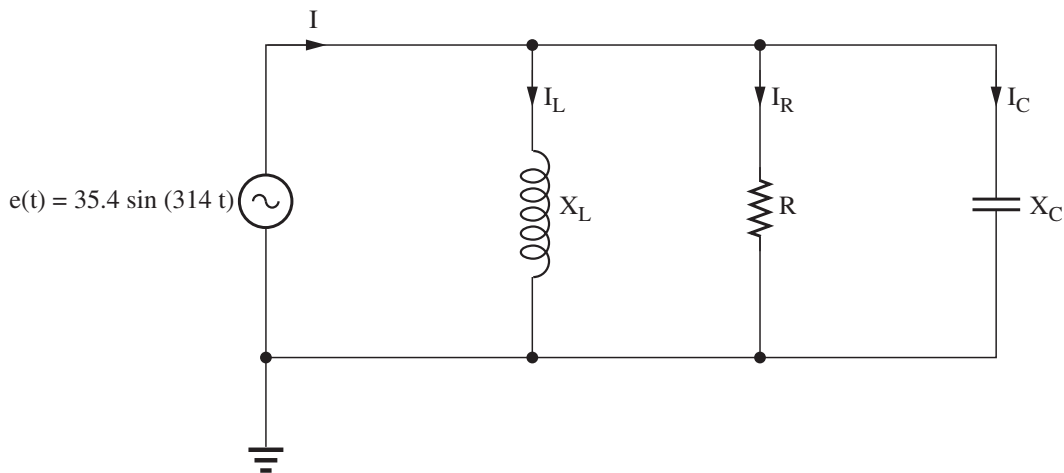


איור ב' לשאלה 5

- ב. חשב את המיאון של המעגל המגנטי הכולל את חריץ האוויר.
- ג. חשב את השטף המגנטי במעגל המגנטי הכולל חריץ אוויר.
- ד. חשב את השראות הסליל.

שאלה 6

באיור א' לשאלה 6 נתון מעגל RLC מקבילי.



איור א' לשאלה 6

נתונים:

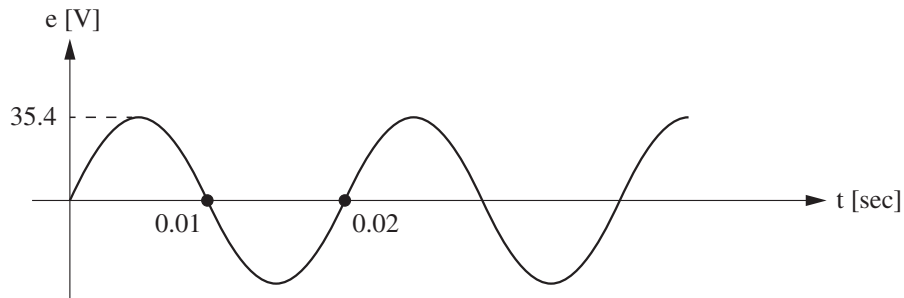
$$R = 22 \, \Omega$$

$$X_L = 10 \, \Omega$$

$$X_C = 5 \, \Omega$$

- א. 1. חשב את קיבול הקבל C. הצג את תשובתך ב- μF .
2. חשב את השראות הסליל L. הצג את תשובתך ב- mH .
3. חשב את העכבה השקולה "שרואה" מקור המתח.
- ב. 1. חשב את הזרמים I_L , I_R , I_C .
2. חשב את זרם המקור I, ורשום ביטוי של זרם המקור כפונקצייה של הזמן.

באיור ב' לשאלה נתון גרף של אות סינוסואידלי המתאר את מתח המקור של המעגל.

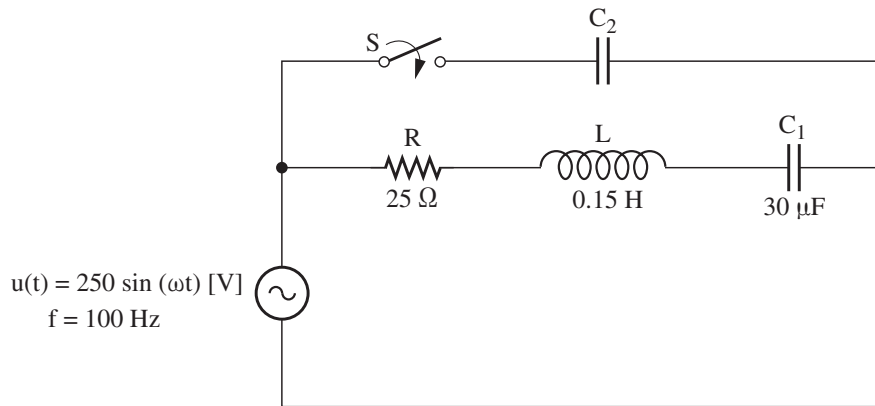


איור ב' לשאלה 6

- ג. 1. העתק למחברתך את הגרף וסרטט מתחתיו בהתאמה את צורת אות הזרם. ציין על-גבי הסרטוט את הערך המרבי של אות הזרם.
2. העתק למחברתך את המעגל החשמלי המתואר באיור א' לשאלה ומקם בו מכשירי מדידה מסוג מד-מתח ומד-זרם כך שיתקבלו בהם האותות שסרטטת בסעיף ג'1.

שאלה 7

באיור לשאלה 7 נתון מעגל חשמלי לזרם חילופין.



איור לשאלה 7

המפסק S פתוח.

א. חשב את עכבת המעגל וקבע את אופי המעגל.

ב. 1. חשב את ההספק הפעיל, את ההספק ההיגבי ואת ההספק המדומה הנמסרים למעגל.

2. חשב את מקדם ההספק של המעגל.

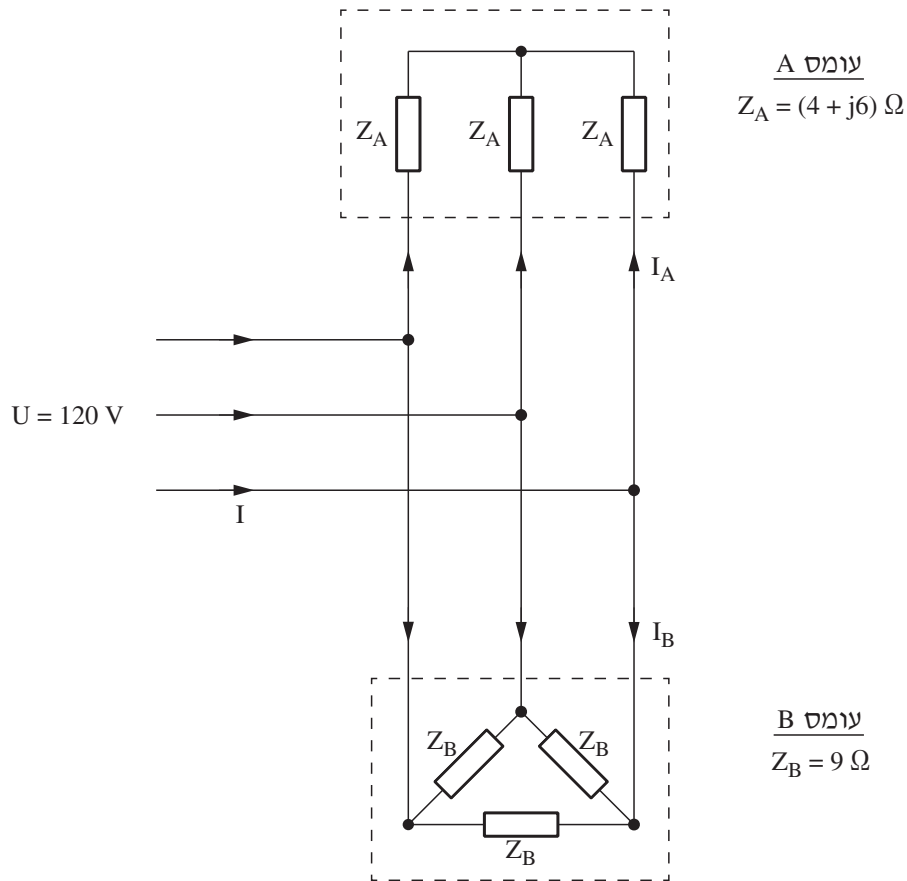
3. סרטט במחברתך את משולש ההספקים של המעגל.

סוגרים את המפסק S.

ג. חשב מהו קיבול הקבל C_2 הנדרש כדי שמקדם ההספק של המעגל יהיה 0.8.

שאלה 8

באיור לשאלה 8 נתונה רשת תלת־מופעית $120 \text{ V} / 50 \text{ Hz}$ המזינה שני עומסים A ו-B.



איור לשאלה 8

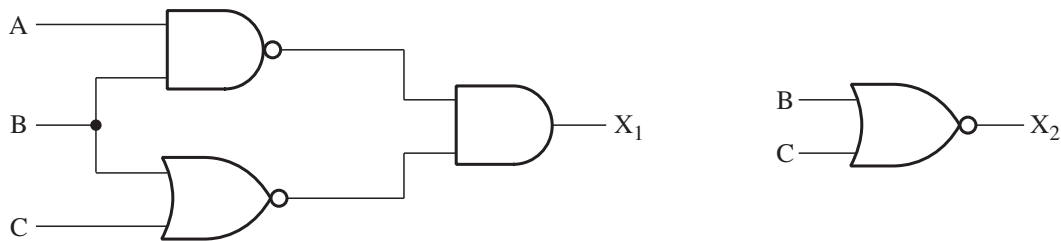
- א. חשב את הזרמים I , I_A , I_B . הצג את תשובתך בצורה מרוכבת.
- ב. חשב את ההספק המדומה של כל אחד מהעומסים. הצג את חישוביך בצורה מרוכבת.
- ג. 1. חשב את ההספק הנמסר לעומסים על־ידי הרשת.
2. סרטט במחברתך את משולש ההספקים של הרשת. הצג על־גבי הסרטוט ערכים מתאמים.
- ד. משנים את אופן החיבור של העומס B מחיבור משולש לחיבור כוכב. האם הספק המקור ישתנה? נמק את תשובתך.

פרק שלישי (20 נקודות)

ענה על שאלה אחת מבין השאלות 9-10 (20 נקודות לשאלה).

שאלה 9

א. באיור א' לשאלה 9 נתונים מערכי השערים האלה:



איור א' לשאלה 9

1. רשום את הביטוי המתקבל במוצא של כל אחד ממערכי השערים, X_1 ו- X_2 .
2. הוכח כי קיימת זהות בין הביטוי המתקבל במוצא X_1 לבין הביטוי המתקבל במוצא X_2 .

ב. באיור ב' לשאלה 9 נתונים השערים האלה:



איור ב' לשאלה 9

1. רשום את הביטוי המתקבל במוצא של כל אחד מהשערים x ו- y .
2. האם הביטויים שקיבלת בתשובתך לסעיף ב' 1 שקולים זה לזה כאשר $C = 1$? נמק את קביעתך.

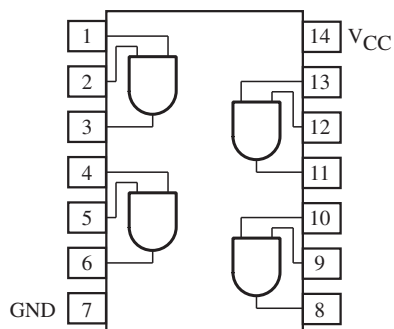
שאלה 10

נתונה מפת קרנו של הפונקצייה F .

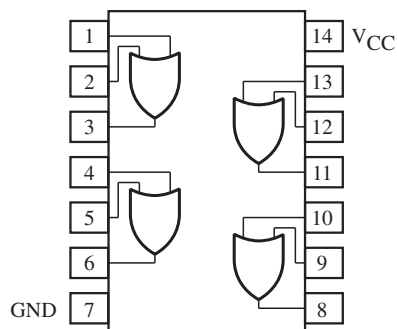
AB \ C	0	1
	0	1
00	1	1
01	0	1
11	1	0
10	1	1

- א. רשום במחברתך את טבלת האמת של הפונקצייה F .
- ב. פשט את הפונקצייה F ובטא אותה במינימום משתנים (ליטרלים).
- ג. בנספח לשאלה 10 נתון מערך של מעגלים משולבים הכוללים רכיבים לוגיים שונים. ממש את הפונקצייה המפושטת על-גבי המערך שבנספח כולל חיבור ל- V_{CC} ול- GND .
- הערה: הדבק את מדבקת הנבחן שלך במקום המיועד לכך בנספח לשאלה זו, והדק אותו למחברת הבחינה.

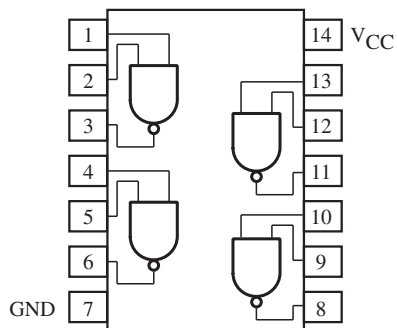
בהצלחה!



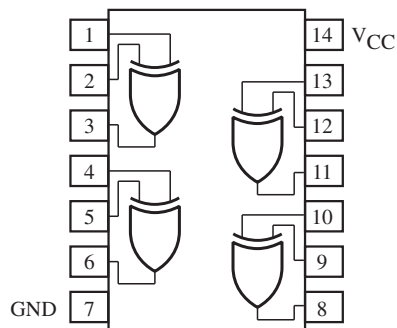
7408



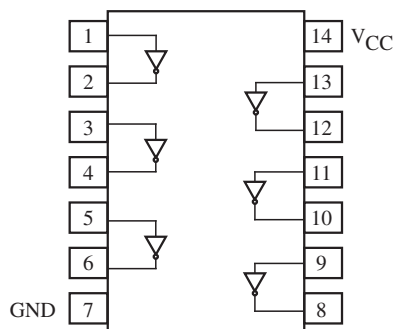
7432



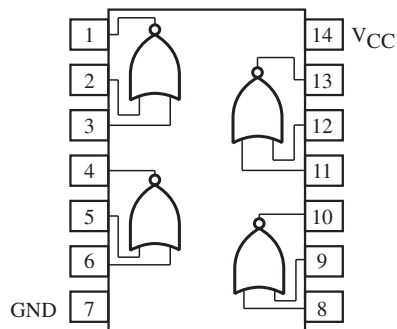
7400



7486



7404



7402