

ניסויי מעבדה

מגמת חשמל

חוברת ניסויים לבגרות בנושא המרת אנרגיה,
פיקוד ובקרה

לפי תוכנית הלימודים של משרד החינוך
(25% - לבגרות)

כיתה י"ב תשפ"א

נכתב ע"י צביקה שטרן 0523114039

רשימת הניסויים

בחוברת זו 20 ניסויים עיקריים מתוך כלל הניסויים אותם נבצע במהלך השנה.
בחינת הבגרות במעבדה בסוף השנה מורכבת מ-8 ניסויים בנושאים שונים.
ניסויים אלו מודגשים וממסופרים בנפרד בתוך סוגריים.
בניסויים אלו הפירוט בחוברת יותר גדול כדי להכינם בצורה מיטבית לבגרות.

מערכות הספק:

- ניסוי 1 : הפעלת מנוע תלת מופעי ממקום אחד עם החזקה עצמית.
- ניסוי 2 : הפעלת מנוע תלת מופעי מ-2 מקומות.
- ניסוי 3 (1) : הפעלת מנוע תלת מופעי ב-2 מגמות סיבוב.
- ניסוי 4 : הפעלת מנוע תלת מופעי לזמן קצוב עם השהייה בהפעלה.
- ניסוי 5 : הפעלה עוקבת של 2 מנועים תלת מופעיים בצורה ידנית או אוטומטית.
- ניסוי 6 (2) : הפעלת מנוע תלת מופעי התנעה בשיטת כוכב משולש.
- ניסוי 7 (3) : הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות (דלנדר)
- ניסוי 8 : הפעלת מנוע חד מופעי ב-2 מגמות סיבוב.

מערכות בקרה:

- ניסוי 9 (4) : הפעלה עוקבת של 3 מפעילים ורכיב מניה.
- ניסוי 10 (5) : תכנון מערכת לייצור משקאות.

המרת אנרגיה:

- ניסוי 11 (6) : שנאי חד-מופעי בריקם ובקצר.
- ניסוי 12 : שנאי חד מופעי בעומס.
- ניסוי 13 (7) : מנוע השראה תלת מופעי בריקם.
- ניסוי 14 : מדידות במנוע השראה תלת מופעי.
- ניסוי 15 (8) : מחולל לזרם ישר בעירור נפרד (זר) בריקם ובעומס.

התקנות ביתיות:

- ניסוי 16 : מעגל חשמלי הכולל שקע, מפסק יחיד ומפסק כפול.
- ניסוי 17 : מעגל חשמלי הכולל מפסק מחלף – הדלקה מ-2 מקומות.
- ניסוי 18 : מעגל חשמלי הכולל הדלקה מ-3 מקומות בעזרת לחצנים ואטומט חדר מדרגות.
- ניסוי 19 : מעגל חשמלי הכולל 4 מעגלי שקעים ומעגל תאורה הכולל שעון שבת עם מפסק עקיפה.
- ניסוי 20 : מעגל חשמלי הכולל מעגל תאורה חכם – הדלקה בעזרת לחצן מגע או טאבלט.

הוראות הגשת דו"ח ניסוי.

בסיום ביצוע של ניסוי יש להגיש דוח ניסוי.
את הדוחות יש להגיש למורה לא יאוחר **משבוע** לאחר ביצוע הניסוי.
תלמיד אשר לא יגיש דוח ניסוי הציון שלו יהיה אפס.
אי עמידה בהוראות הגשת הדוחות – מורידה 10 נק' מציון הניסוי.
לא ניתן להגיש דוחות בזוגות – גם אם עבדתם כזוג, כל אחד מגיש דוח נפרד!

דוח ניסוי בנושא **מערכות הספק** צריך לכלול:

1. **שער הדוח:** כולל שם הניסוי, שם התלמיד ותאריך.
כמו כן יש להשאיר מקום להערות המורה ומקום לציון.
2. בדיקת מגר – רישום מפורט של הבדיקה כולל מסקנה.
3. שלבי מעגל הכח (חיבור סלילי המנוע בכל מצב)
4. בדיקת רציפות כולל הסבר של מעגל הפיקוד.

דוח ניסוי בנושא **בקרה** צריך לכלול:

1. **שער הדוח:** כולל שם הניסוי, שם התלמיד ותאריך.
כמו כן יש להשאיר מקום להערות המורה ומקום לציון.
2. הסבר כל שורה בדיאגרמת הסולם של הניסוי.
3. בדיקת רציפות של הציוד שבנית.
4. מילוי אחר הוראות הניסוי.

דוח ניסוי בנושא **המרת אנרגיה** צריך לכלול:

1. **שער הדוח:** כולל שם הניסוי, שם התלמיד ותאריך.
כמו כן יש להשאיר מקום להערות המורה ומקום לציון.
2. שרטוט מעגל הניסוי בליווי הסבר קצר על מהלך הניסוי.
3. מילוי אחר הוראות הניסוי.
4. תשובות על שאלות נבחרות מרשימת השאלות שבסוף חלק מהניסויים.

דוח ניסוי בנושא **מתקני חשמל** צריך לכלול:

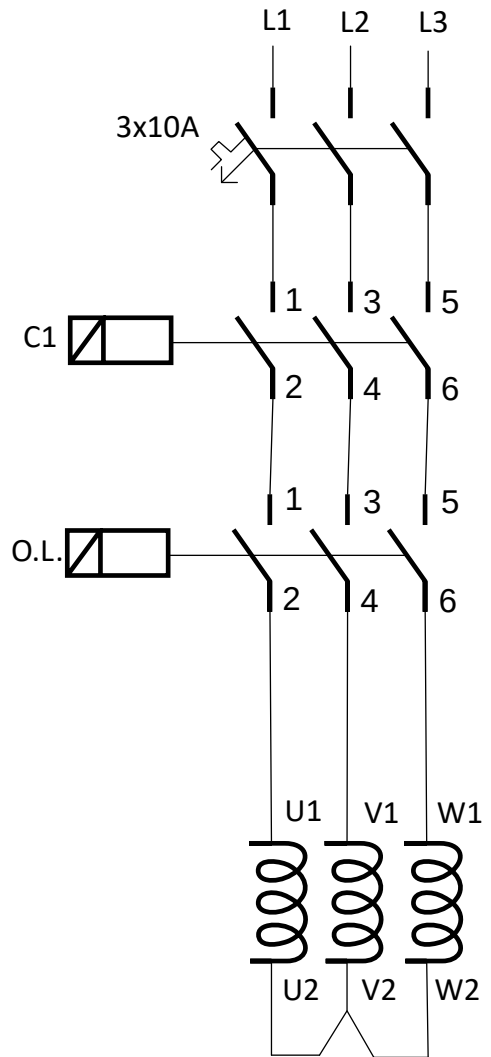
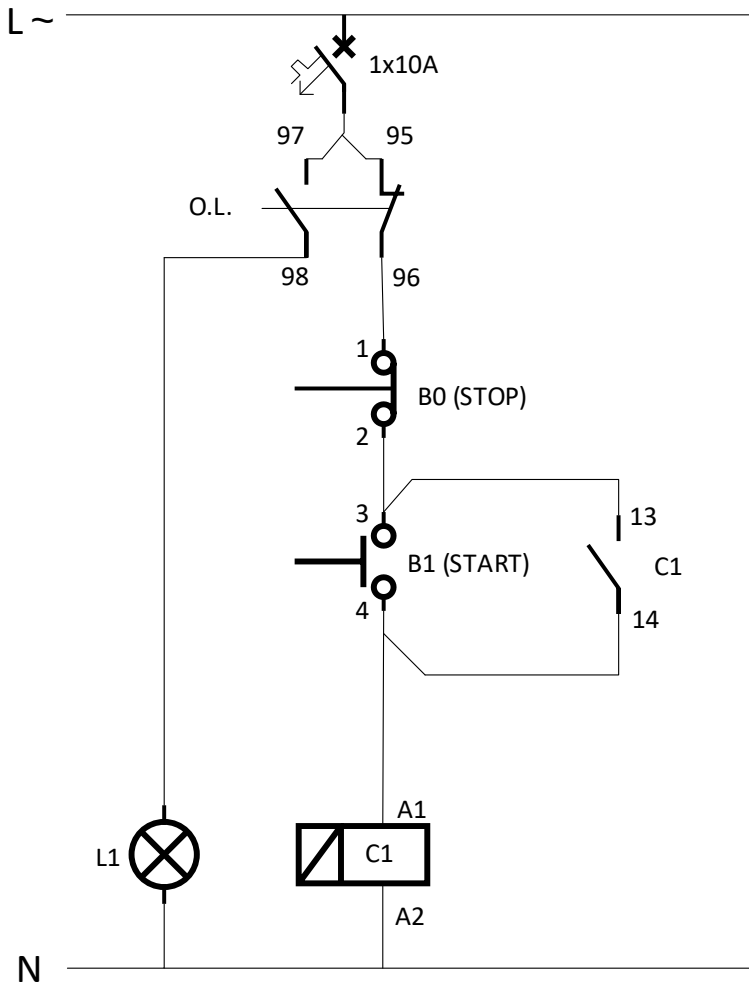
1. **שער הדוח:** כולל שם הניסוי, שם התלמיד ותאריך.
כמו כן יש להשאיר מקום להערות המורה ומקום לציון.
2. שרטוט חד קווי ומעשי של המעגל.
3. שרטוט לוח החשמל.
4. רשימת ציוד לניסוי.
5. תשובות על שאלות נבחרות מרשימת השאלות שבסוף הניסוי.

ניסויים במערכות הספק

ניסוי 1: הפעלת מנוע תלת מופעי ממוקם אחד עם החזקה עצמית.

מעגל כח:

מעגל פיקוד:



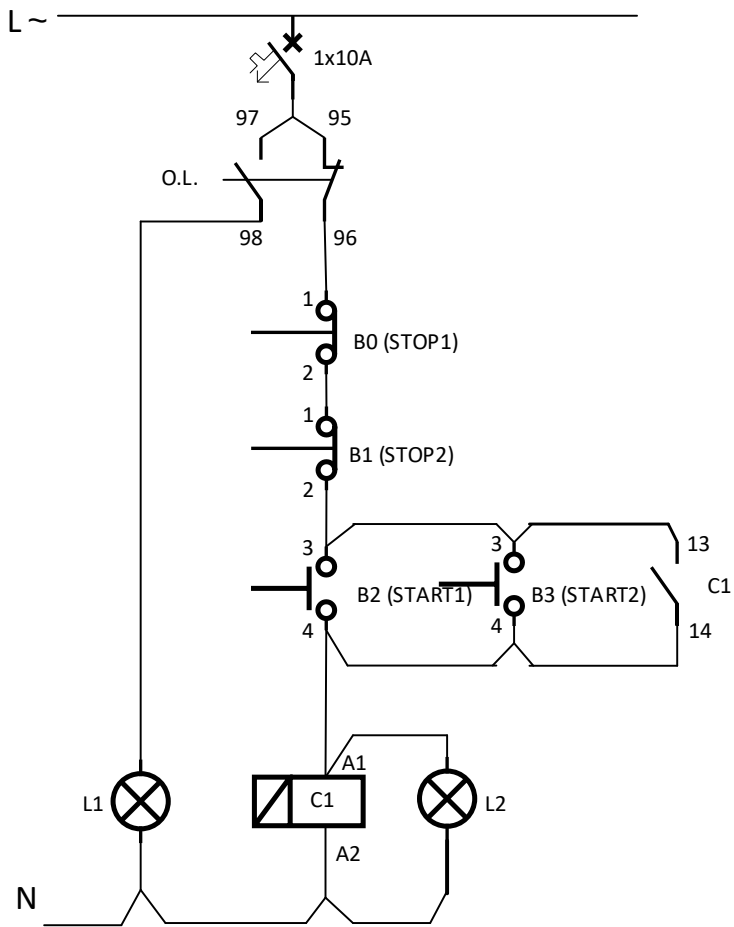
פיקוד – דיאגרמת סולם

Program diagram

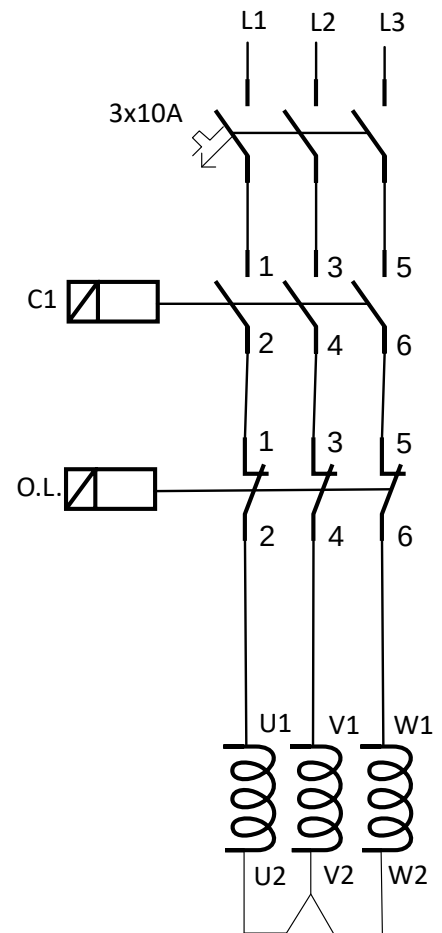
No	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Contact 4	Contact 5	Coil	Comment
001	I1	I2				[Q1	
	START	STOP					
002							
003	I3					[Q2	
	O.L.					O.L. light	

ניסוי 2: הפעלת מנוע תלת מופעי מ-2 מקומות וכיבוי מ-2 מקומות.

מעגל פיקוד:



מעגל כח:



פיקוד – דיאגרמת סולם

Program diagram

No	Contact 1	Contact 2	Contact 3	Contact 4	Contact 5	Coil	Comment
001	I1 START 1	I3 STOP 1	I4 STOP 2			[Q1 מנוע	
002	I2 START 2						
003	Q1						
004	I5 O.L.					[Q2 מנוע חולה	

ניסוי 3 (1): הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול.

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

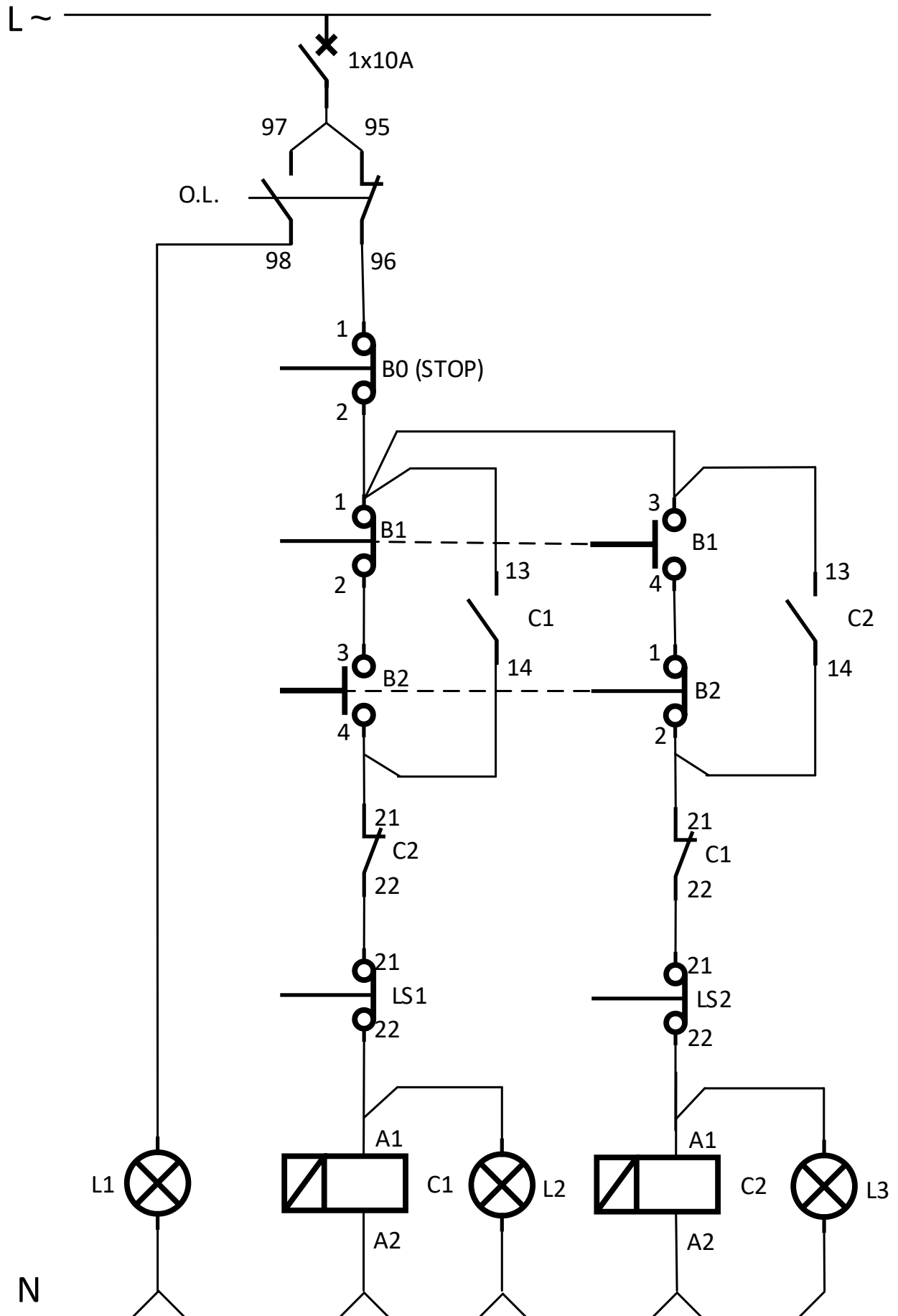
ניסוי 1 : הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול.
ההפעלה באמצעות לחצנים כפולים והמעבר מכיוון סיבוב אחד לכיוון הסיבוב השני הוא דרך מצב מנוחה.
(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות:

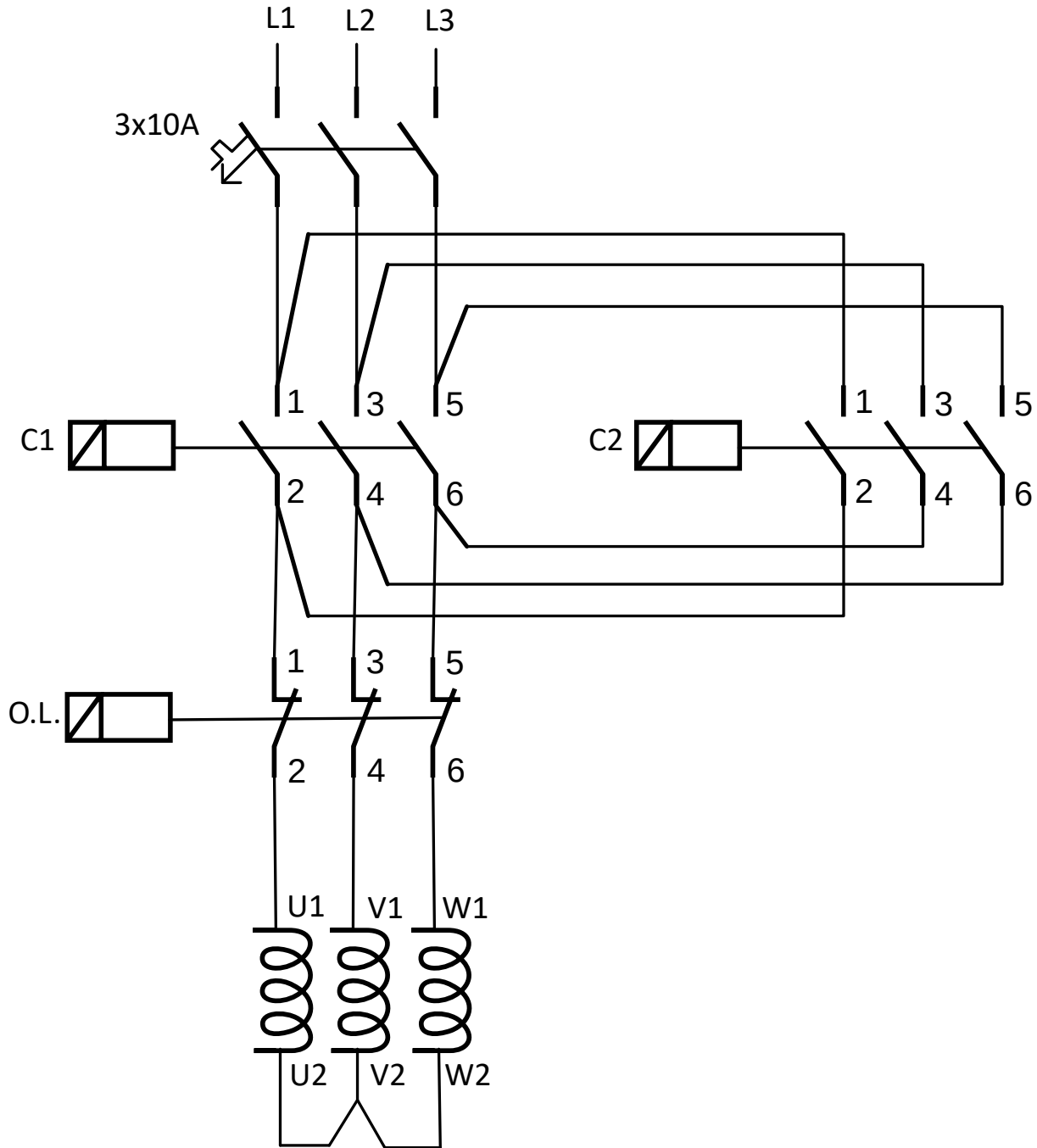
1. לשרטט תרשים מעשי רב קווי של מעגל הכוח.
2. לרשום את הציווד והאביזרים השונים הנדרשים לביצוע הניסוי ולהסביר את מעגל הפיקוד של הניסוי.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי עמדות פיקוד המכילות את תעלות החיווט והאביזרים. המעגל יכלול אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה

מעגל פיקוד - הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול:



מעגל כח - הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מגמות סיבוב, בשילוב עם מפסקי גבול:



עקרון פעולה:

רקע

בניסוי זה אנו מפעילים מנוע תלת פאזי בשני מגמות סיבוב. השימוש של מעגל זה רב, כגון שער חשמלי, מעלית וכו'. את שינוי כיוון הסיבוב במנוע תלת פאזי נקבל ע"י שינוי סדר הפאזות המגיע למנוע

כאשר נרצה לשנות את כיוון הסיבוב נחליף בין שני פאזות בלבד. לא משנה איזה מבין שלושת הפאזות נשנה, כל שינוי של 2 פאזות יתנו היפוך כיוון.

לדוגמא – אנו נחליף את פאזות L2 ו-L3 כדי לקבל היפוך כיוון סיבוב.

במקום הסדר הזה: L1 L2 L3 (R T S)

נחבר בסדר הזה: L1 L3 L2 (R S T)

ואז המנוע יסתובב נגד כיוון השעון

א. אם נשנה את סדר שלושת הפאזות מגמת הסיבוב לא תשתנה.

ב. אם במעגל הניסוי יוצר מצב של 2 מגמות הסיבוב בו זמנית, הדבר יגרום לקצר ולכן עלינו לוודא שלא יקרה מצב כזה ע"י 3 הגנות:

1. חיגור מכני – במנועים גדולים מוסיפים רכיב פיזי המונע מ-2 המגענים להיות באותו מצב.

2. הגנה מכנית – תפקיד ההגנה המכנית הוא למנוע מצב בו לוחצים על 2 הלחצנים של 2 הכיוונים בו זמנית. לכן, כל קו הזנה (של מגען) עובר בלחצן מסויים ובנוסף אנו מעבירים אותו דרך ה- N. C. של הלחצן השני מה שגורם לפתיחת המגע למגען השני כאשר לחצן אחד לחוץ ולא מאפשר את סגירת המעגל ב-2 המגענים בו זמנית. וכך מבחינה פיזית לא ייסגר מעגל של הכיוון השני כאשר המנוע עובד בכיוון אחד.

3. הגנה חשמלית – התפקיד העיקרי של ההגנה החשמלית הוא במקרה שבו המעגל כבר מסתובב בכיוון מסויים ומישהו לוחץ על הכיוון השני - ההגנה החשמלית גורמת שלא תהיה שום השפעה ללחיצה על הכיוון השני כאשר המנוע כבר מסתובב. הגנה זו נקבל על ידי שנחבר את ההזנה של כל אחד מהמגענים דרך מגע עזר (N. C.) של המגען השני, מה שיוצר מצב שכל **מגען** שמתחבר מנתק את **המגען** השני.

הסבר על מעגל הפיקוד והכוח

מגען C1 מפעיל את המנוע בכיוון השעון

מגען C2 מפעיל את המנוע נגד כיוון השעון

כאשר לוחצים על לחצן B2, זורם זרם לסליל של מגען C1 וחיבורי המגען מתחברים ומפעילים את המנוע בכיוון השעון. בנוסף, ע"י מגעי העזר של מגען זה (13 ו-14) נקבל החזקה עצמית. בגלל המגע עזר (21 ו-22) שנפתח עם חיבור המגען, לא ניתן להפעיל את מגען C2 שתפקידו לסובב את המנוע לכיוון השני. (הגנה חשמלית)

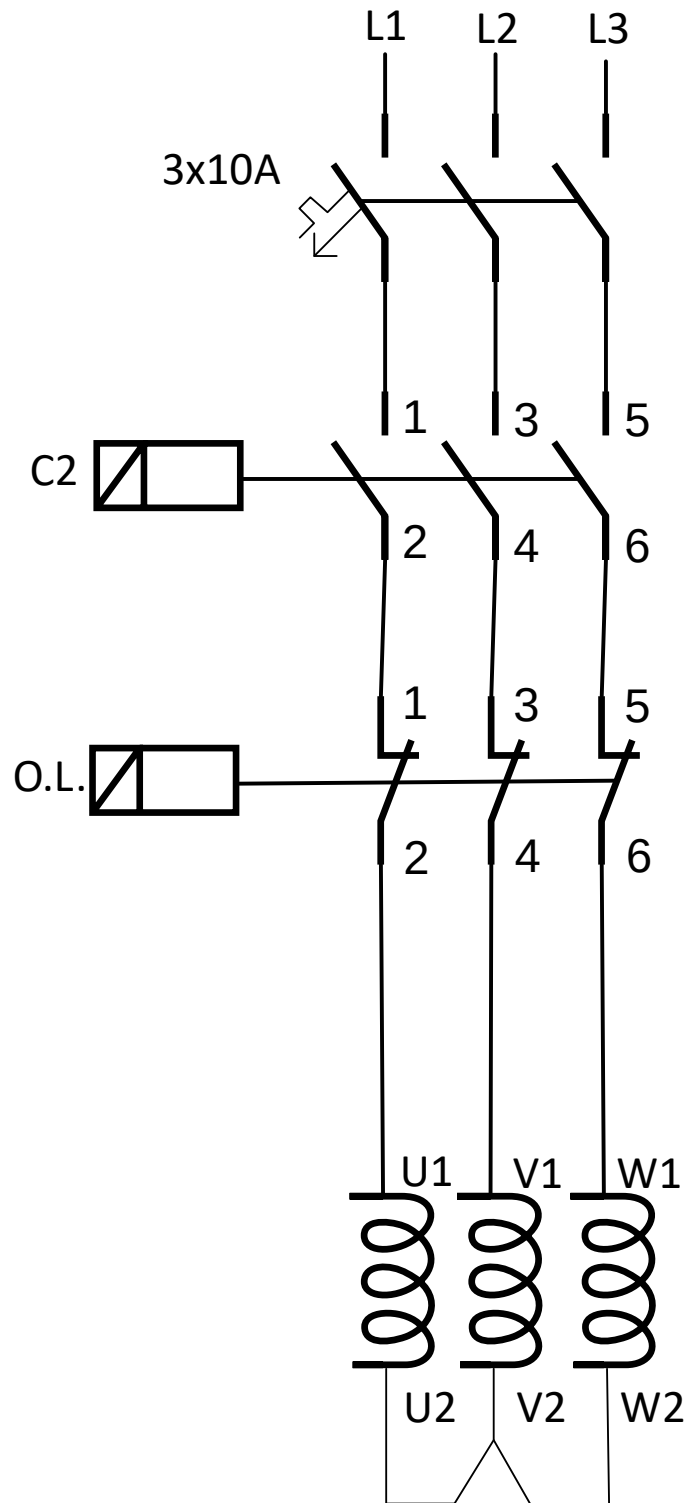
כאשר המנוע מסתובב בכיוון זה, לחצן B1 לא ישפיע על המעגל (הגנה מכנית) לאחר שנלחץ על לחצן B0, המנוע יכבה ולאחר שסיבובו יפסק נוכל ללחוץ על לחצן B1 שיסובב את המנוע בכיוון ההפוך פעולת הכיוון ההפוך זהה לחלוטין לכיוון הראשון.

הסבר לחצני גבול (L. S.)

תפקיד לחצן הגבול הוא להפסיק את פעולת המנוע. לחצן זה נמצא בקצה מסלול הזרוע שמפעיל המנוע, וכך כאשר הזרוע מגיעה ללחצן הלחצן גורף למנוע להפסיק את פעולתו. הדוגמא המצויה ביותר לכך היא שער הזה חשמלי. בשער זה נמצאים 2 לחצני גבול אחד בקצה הפתיחה המפסיק את פתיחת השער והשני בקצה השני – המפסיק את פעולת המנוע בעת סגירת השער.

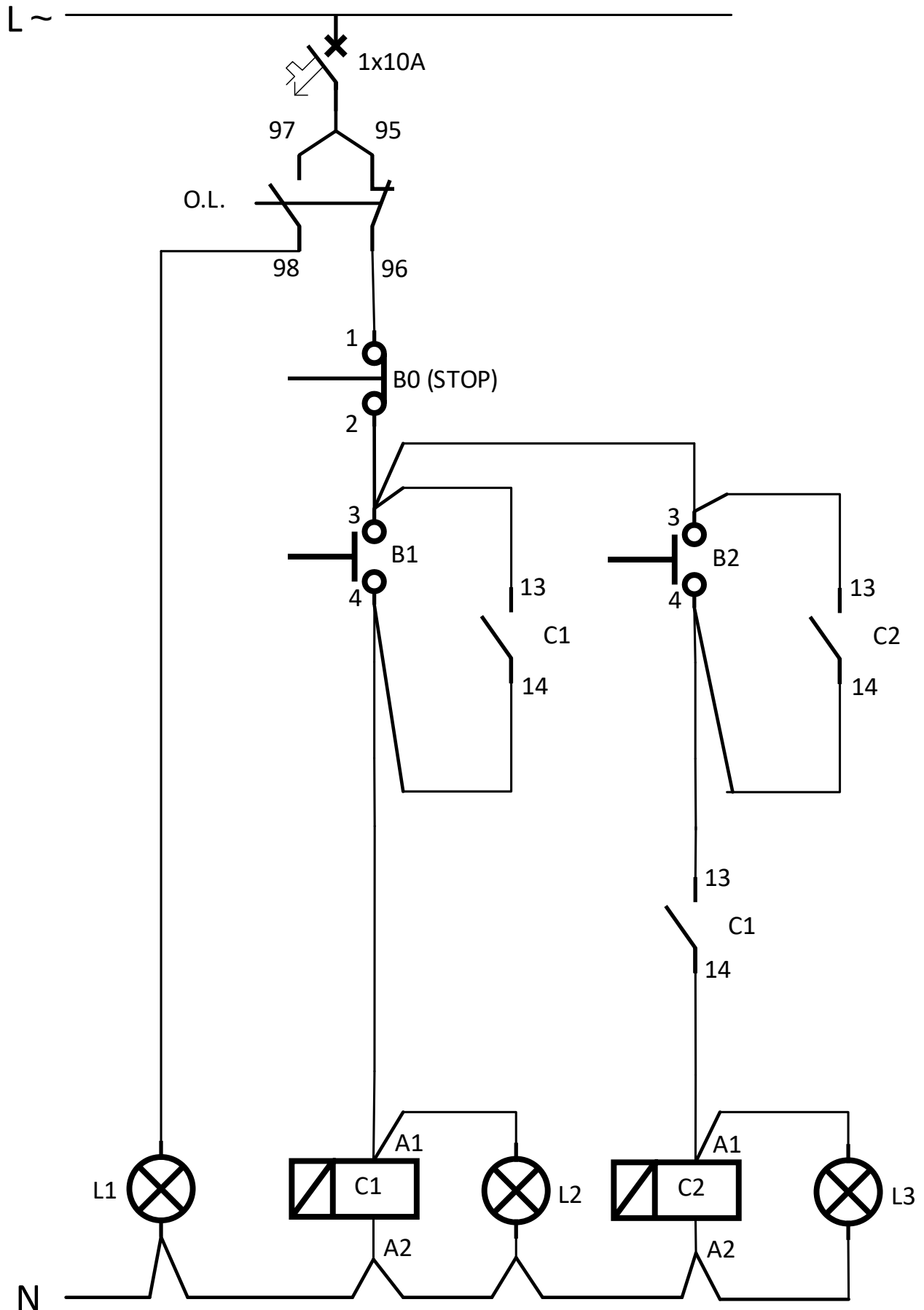
10

מעגל כח - הפעלת מנוע תלת מופעי לזמן קצוב עם השהייה בהפעלה:

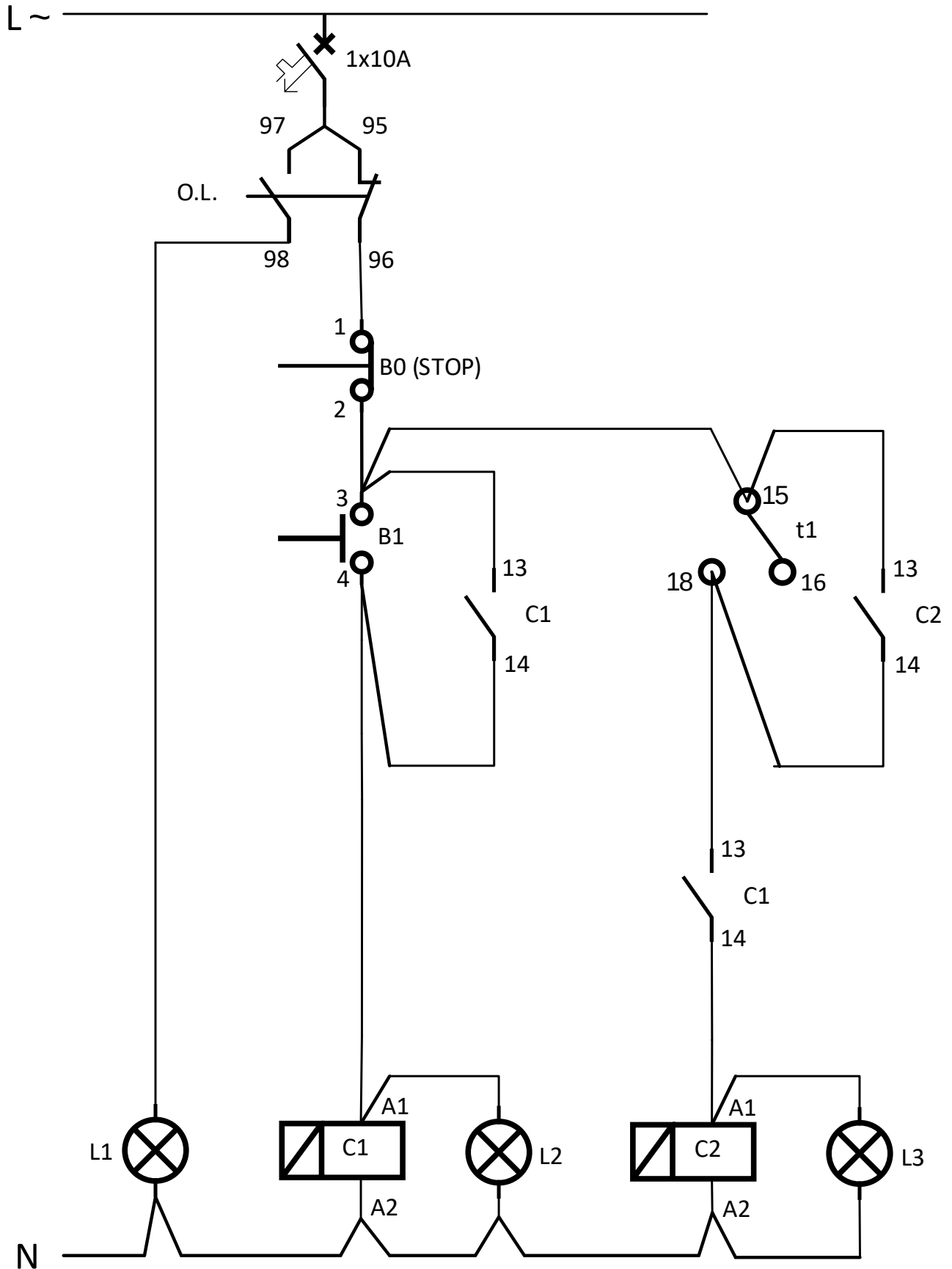


ניסוי 5: הפעלה עוקבת של 2 מנועים תלת מופעיים בצורה ידנית או אוטומטית.

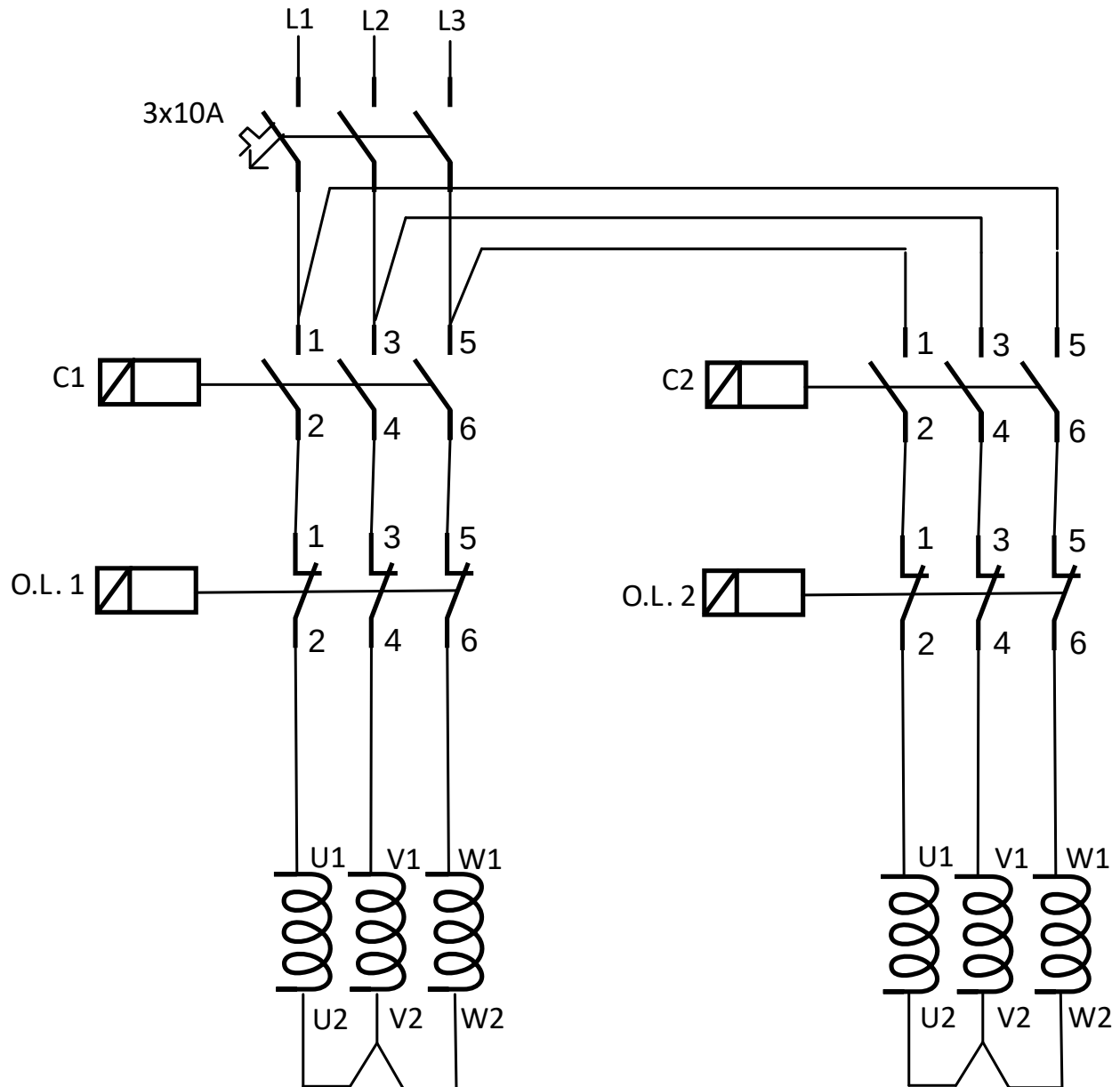
מעגל פיקוד - הפעלה עוקבת של 2 מנועים תלת מופעיים בצורה ידנית:



מעגל פיקוד - הפעלה עוקבת של 2 מנועים תלת מופעיים בצורה אוטומטית:



מעגל כח - הפעלה עוקבת של 2 מנועים תלת מופעיים:



ניסוי 6 (2): הפעלת מנוע תלת מופעי - התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש.

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

ניסוי 2 : הפעלת מנוע תלת מופעי - התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש.

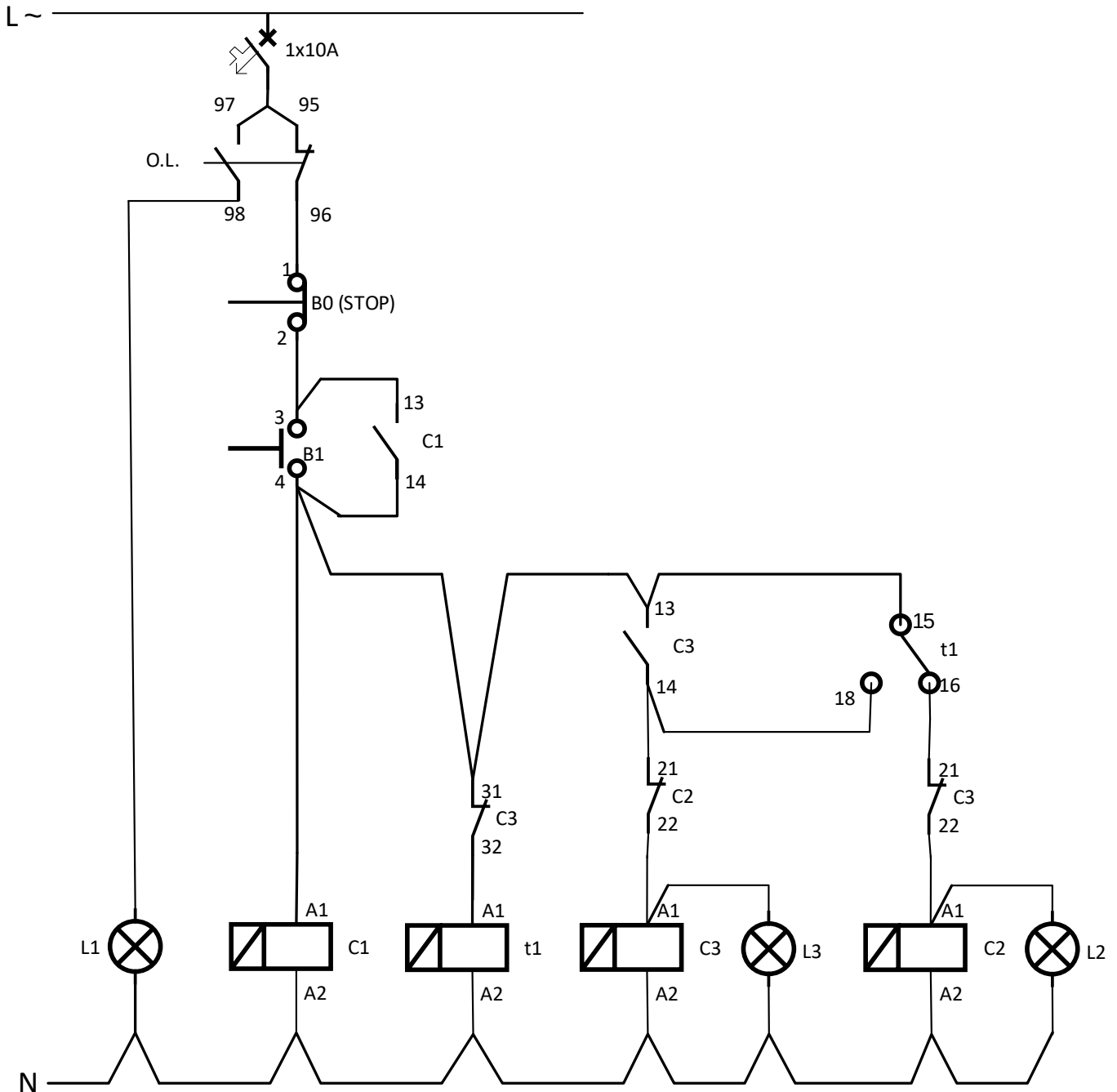
המעבר מחיבור כוכב למשולש יעשה באופן אוטומטי.
(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות:

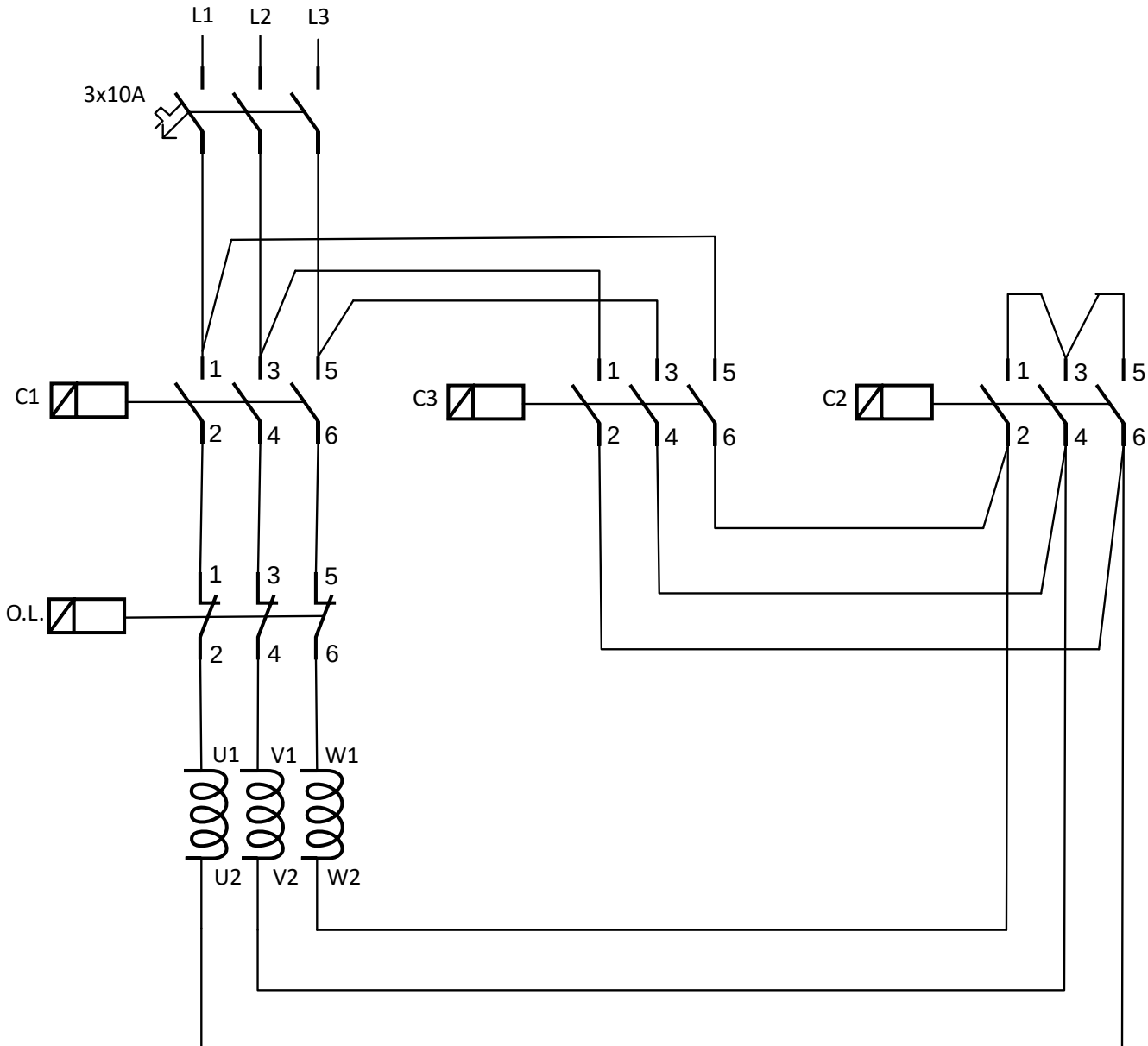
1. לשרטט תרשים מעשי רב קווי של מעגל הכוח.
2. לרשום את הצידוד והאביזרים השונים הנדרשים לביצוע הניסוי ולהסביר את מעגל הפיקוד של הניסוי.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי עמדות פיקוד המכילות את תעלות החיווט והאביזרים. המעגל יכלול אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה

מעגל פיקוד - הפעלת מנוע תלת מופעי - התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש:



מעגל כח - הפעלת מנוע תלת מופעי - התנעת המנוע בשיטת כוכב משולש:



רקע:

בכל מנוע, בעת סיבוב סלילי המנוע, נוצר מתח מושרה (כא"מ) המתנגד לכח שיצר אותו. כא"מ זה גורם לירידת המתח על סלילי המנוע ובכך הוא מקטין את זרם הפעולה של המנוע. בעת התנעת המנוע, כאשר מהירות סיבוב סלילי המנוע איטית, לא נוצר כא"מ ואין מה שיוריד את הזרם, וכן עקב המיתוג בהפעלת המנוע, הזרם המתקבל יכול להגיע לפי 8 מהזרם הנומינלי של המנוע עד שהמנוע צובר תאוצה ומתייצב בזרם העבודה (הנומינלי) הרגיל שלו. זרם גבוה זה עלול להקפיץ את ההגנות של המנוע. למניעת מצב זה ישנם כמה דרכים:

מכיוון שהזרם שווה $I = \frac{U}{Z}$ עלינו להוריד את המתח או להגדיל את ההתנגדות (העכבה) בעת ההתנעה.

שיטות להגדלת ההתנגדות:

1. התנעה ע"י מתנע רך.
2. התנעה ע"י נגדים.

שיטות להקטנת המתח:

1. התנעה ע"י שנאי עצמי (ווריאק).
2. התנעה בכוכב משולש.

שיטות להקטנת המהירות:

ישנה עוד שיטה והיא ע"י משנה תדר – התנעה בתדר נמוך בו המנוע איטי מאוד ואז הגדלת התדר ל-50Hz

בניסוי זה נחבר את המנוע בעזרת חיבור כוכב משולש.

בשיטה זו אנו מסתמכים על כך שהמתח על כל פאזה בכוכב נמוכה פי $\sqrt{3}$ מהמתח בחיבור משולש.

בגלל הנוסחא של ההספק, $P = \frac{U^2}{R}$, עבור אותו הספק של המנוע נקבל בחיבור כוכב זרם הנמוך פי 3 מהזרם בחיבור משולש.

בשיטת התנעה זו, יש לשים לב לכמה גברים:

1. שהמנוע מתאים לעבודה גם בחיבור כוכב וגם בחיבור משולש!!
2. שיש הגנה המונעת מהמנוע להיות מחובר בכוכב ומשולש ביחד – דבר זה יגרום קצר!!

הסבר מעגל הפיקוד והכח:

מגען C1 נותן הזנה כללית למעגל.

מגען C2 מפעיל את המנוע בחיבור כוכב.

מגען C3 מפעיל את המנוע בחיבור משולש.

טיימר t1 נותן השהייה קטנה בין ההתנעה בחיבור כוכב למעבר לחיבור משולש.

כאשר לוחצים על לחצן B1, מתרחשים כמה דברים בו זמנית:

1. מגען C1 מקבל זרם וע"י החזקה עצמית הוא מזין את המערכת.
2. מגען C2 מקבל זרם וע"י החזקה עצמית הוא מקצר בין שלושת הסלילים ביציאה של המנוע ובכך מחבר אותו בחיבור כוכב.
3. הטיימר t1 המחבר במקביל למגען C1 מתחיל לספור זמן

כאשר הטיימר t1 מסיים את ספירת הזמן מתרחשים שוב כמה דברים במקביל.

1. מגען C2 מתנתק ומפסיק לקצר את יציאות המנוע.
2. מגען C3 מתחבר ובכך מחבר את שלושת הסלילים ביציאת המנוע ל-3 סלילים בכניסת המנוע בצורה שנותנת לנו חיבור משולש.
3. מגעי העזר 12 ו-13 של מגען C3 מתחברים ומזינים את המגען בצורה עמצאית כדי שנוכל לנתק את הטיימר (בסעיף הבא..)
4. מגעי העזר 31 ו-32 של מגען C3 מנתקים את הטיימר t1 מכיוון שכבר אין צורך בו.

כאשר נלחץ על לחצן B0 תתנתק הזנת מגען C1 ובכך יפסיק לזרום זרם למנוע והוא יכבה.

נשים לב, שהזנת הפיקוד של מגען C2 עוברים דרך מגעי העזר 21 ו-22 של מגען C3 ולהיפך וזאת כדי למנוע מצב שמגען C2 ומגען C3 יהיו מחוברים יחד.

ניסוי 7 (3): הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות, עם מעבר אוטומטי מן

המהירות הנמוכה למהירות הגבוהה (לאחר זמן קצוב).

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

מערכות הספק – מעגלי פיקוד וממסרים

ניסוי 3: הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות, עם מעבר אוטומטי מן המהירות הנמוכה

למהירות הגבוהה (לאחר זמן קצוב).

המנוע יהיה מסוג ליפופים נפרדים או ליפופים משולבים (דלנדר).

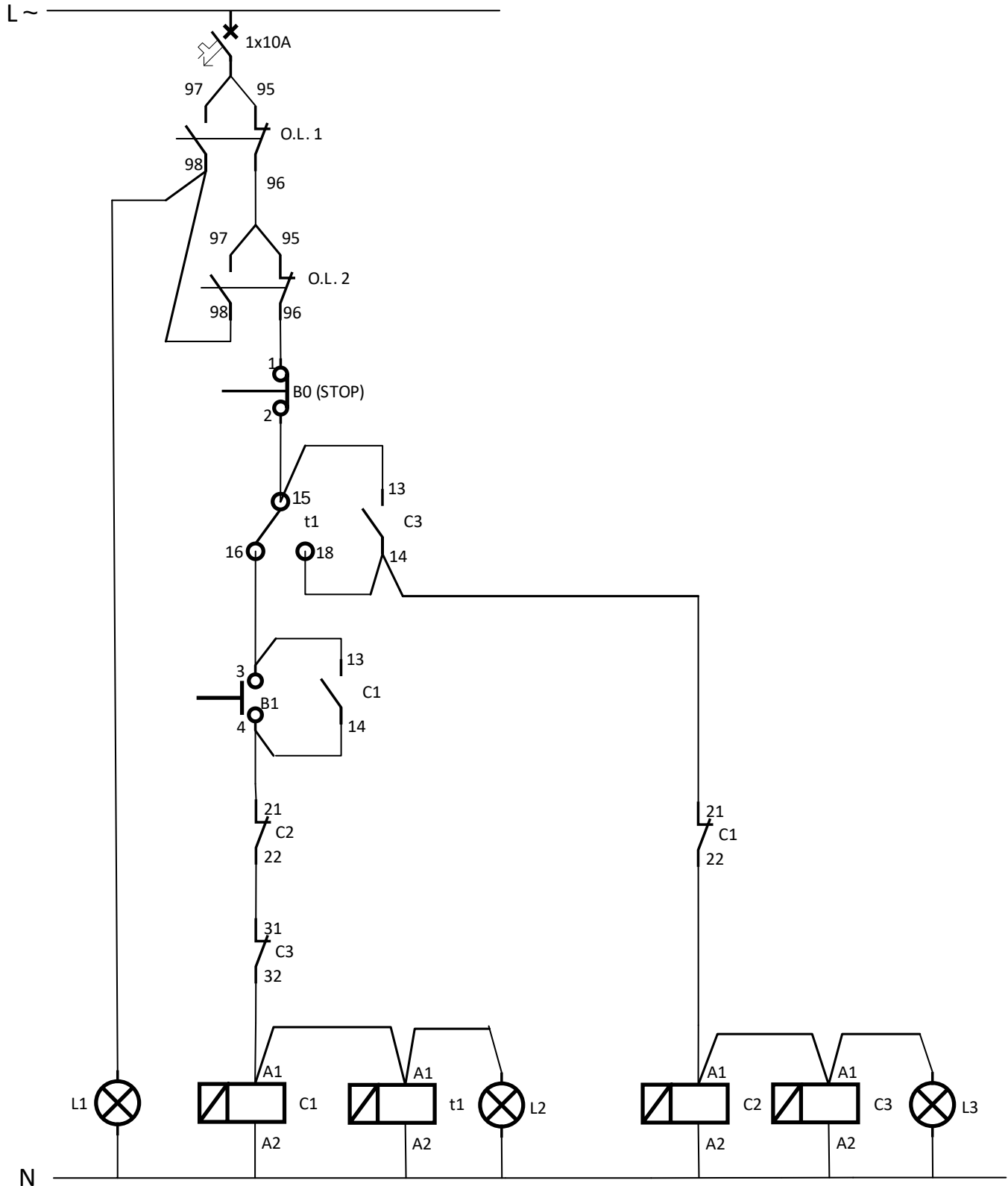
(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות:

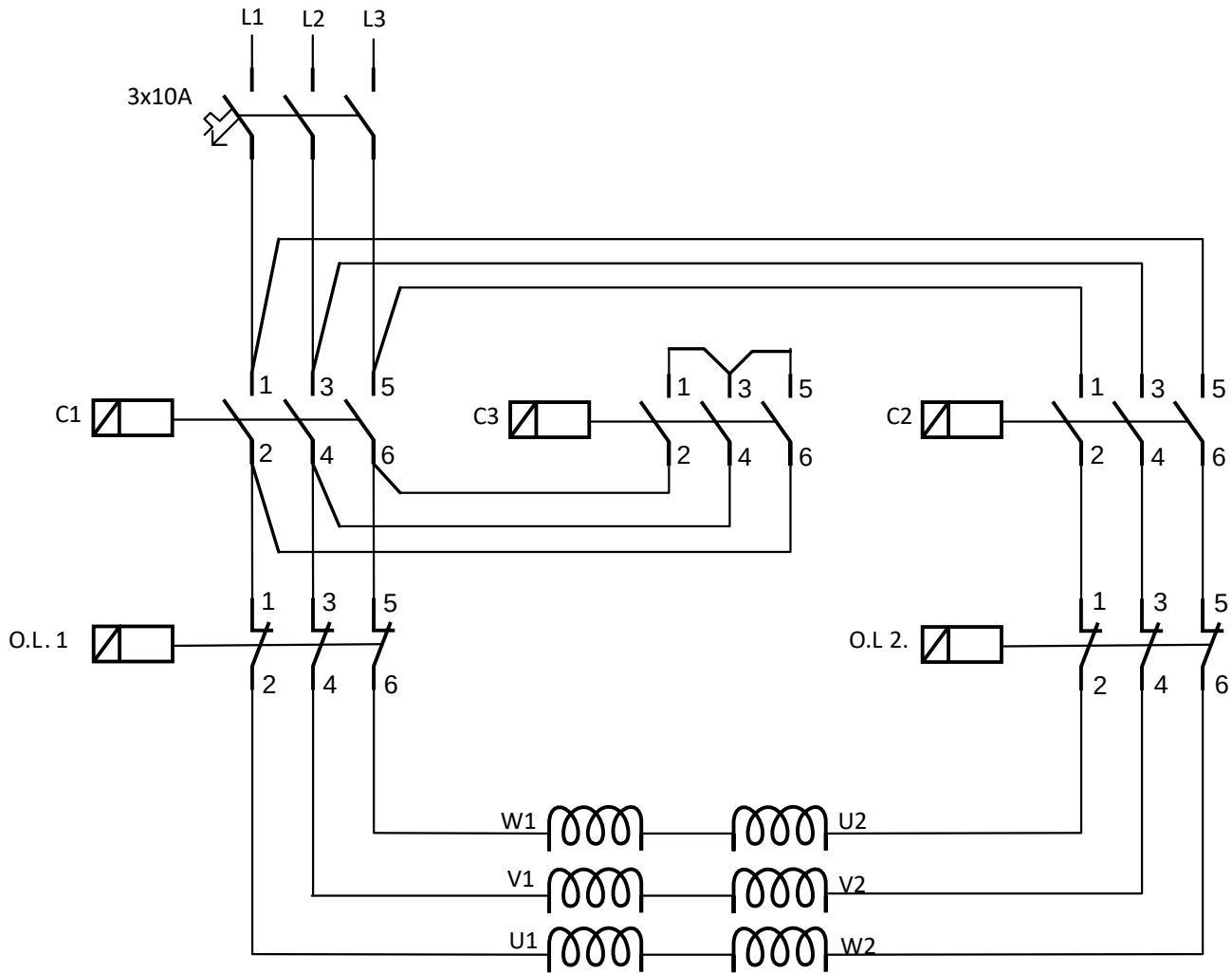
1. לשרטט תרשים מעשי רב קווי של מעגל הכוח.
2. לרשום את הציווד והאביזרים השונים הנדרשים לביצוע הניסוי ולהסביר את מעגל הפיקוד של הניסוי.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי עמדות פיקוד המכילות את תעלות החיווט והאביזרים. המעגל יכלול אביזרי מיתוג, אביזרי הגנה ואביזרי בקרה.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שבוצע.

ב ה צ ל ח ה

מעגל פיקוד - הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות (מנוע דלנדר):



מעגל כח - הפעלת מנוע תלת מופעי בשתי מהירויות (מנוע דלנדר):

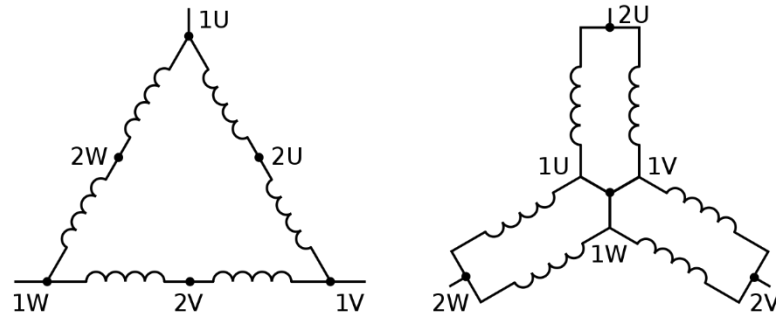


רקע:

מהירות המנוע לפי הנוסחה $n_s = \frac{60 \cdot f}{p}$ תלויה ב-2 גורמים תדר הרשת החשמלית ומספר זוגות הקטבים

בסלילי המנוע.

בניסוי זה נשנה את מהירות המנוע בעזרת מנוע מיוחד בו ניתן לשנות את חיבור הסלילים ולשנות את מספר הקטבים.



כאשר סלילי המנוע מחוברים בטור (השרטוט השמאלי), מספר הקטבים שווה ל-6 ומספר זוגות הקטבים

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{2} = 1500 \text{ rpm}$$

שווה ל-2 ולכן המהירות הסינכרונית תהיה

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} = \frac{60 \cdot 50}{1} = 3000 \text{ rpm}$$

הסבר מעגל הפיקוד והכח:

מגען C1 מחבר את סלילי המנוע בטור.

מגענים C2 ו-C3 מחברים את סליל המנוע במקביל.

טיימר t1 נותן השהייה בין חיבור המנוע במהירות נמוכה למהירות הגבוהה.

כאשר לוחצים על לחצן B1, מתרחשים כמה דברים בו זמנית:

1. מגען C1 מקבל זרם וע"י החזקה עצמית הוא מזין את המערכת.

2. הטיימר t1 המחובר במקביל למגען C1 מתחיל לספור זמן

כאשר הטיימר t1 מסיים את ספירת הזמן מתרחשים שוב כמה דברים במקביל.

1. מגען C1 מתנתק וסלילי המנוע כבר לא מחוברים בטור.

2. מגענים C2 ו-C3 מתחברים ומחברים את סלילי המנוע במקביל.

3. מגעי העזר 12 ו-13 של מגען C3 מתחברים ומזינים את מגענים C2 ו-C3 בצורה עמצאית כדי שנוכל לנתק את הטיימר (בסעיף הבא).

4. מגעי העזר 31 ו-32 של מגענים C2 ו-C3 מנתקים את הטיימר t1 ואת מגען C1

כאשר נלחץ על לחצן B0 תתנתק הזנת כל מעגל הפיקוד ובכך יפסיק לזרום זרם למנוע והוא יכבה.

נשים לב, שהזנת הפיקוד של מגען C1 עובר דרך מגעי העזר 21 ו-22 של מגענים C2 ו-C3 וזאת כדי למנוע מצב שהמנוע יהיה מחובר ב-2 מהירויות בו זמנית.

מכיוון שכל מהירות צורכת זרם שונה, יש לחבר למעגל שני O.L. שונים עבור כל מהירות.

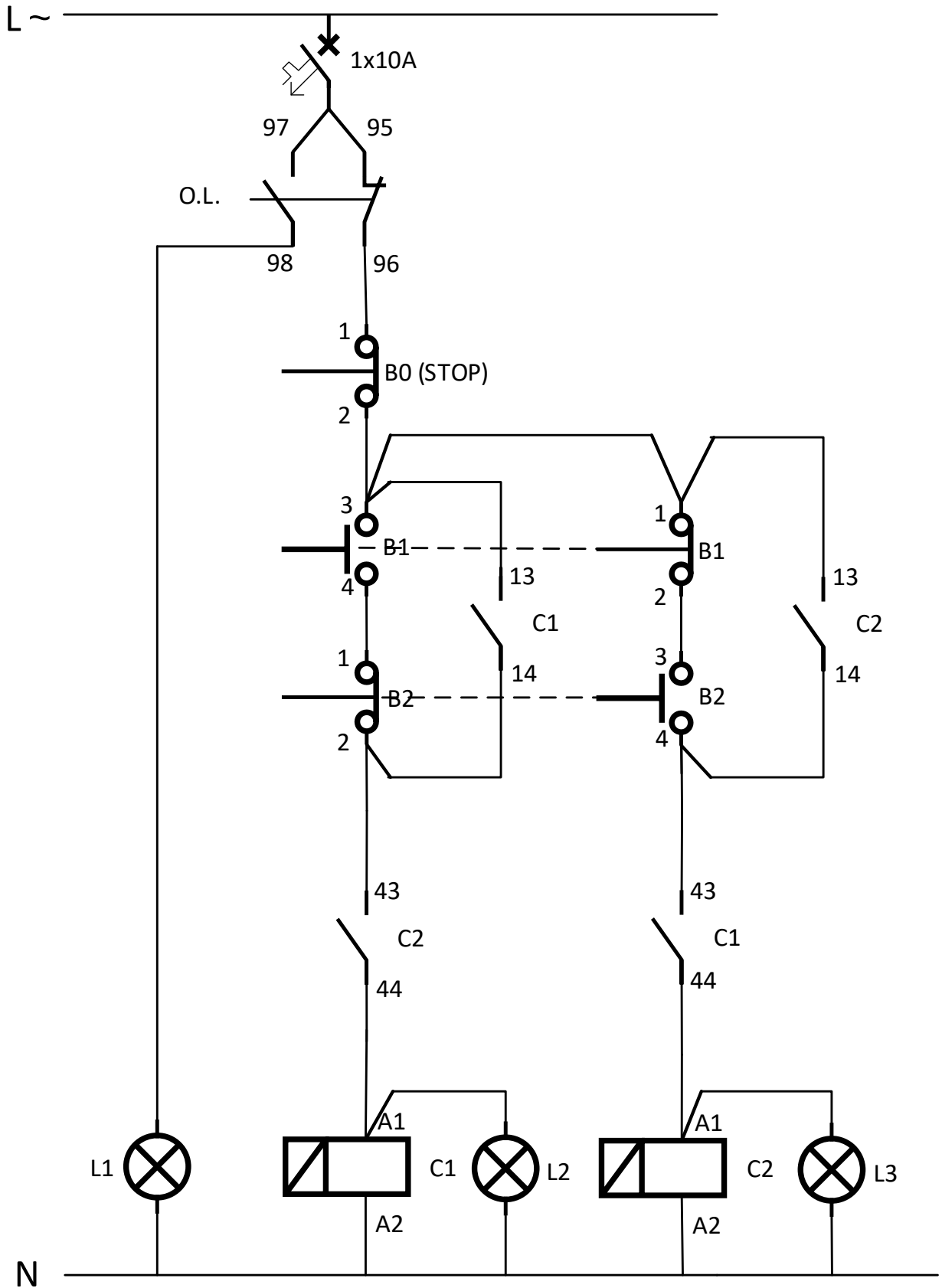
1. O.L. – עבור המהירות הנמוכה.

2. O.L. – עבור המהירות הגבוהה.

(כאשר מגען C3 מחובר, מכיוון שזו נקודת אפס, לא זורם דרך O.L. 1 זרם)

ניסוי 8: הפעלת מנוע חד מופעי ב-2 מגמות סיבוב.

מעגל פיקוד - הפעלת מנוע חד מופעי ב-2 מגמות סיבוב:



ניסויים בבקרה

ניסוי 9 (4): הפעלה עוקבת של 3 מפעילים ורכיב מניה

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

בקרה ומערכות ממוחשבות

ניסוי 4 : הפעלה עוקבת של שלושה מפעילים ורכיב מנייה

(ביצוע באמצעות בקר מתוכנת ורכיבים ממשיים)

תאור המערכת:

המערכת כוללת שלושה פסי הרכבה (מסועים) הפועלים ברצף. על הפסים מותקן חיישן אופטי המאפשר מנייה של הקופסאות. בכל מסוע מותקנים חיישני מגע (סוף מסלול) ומפסקי בטיחות. המסועים יופעלו בעזרת מנועים חד פאזיים ותלת פאזיים. יש אפשרות לשנות את כיוון תנועת המסוע. במקביל למערכת הפיקוד המופעלת ע"י הבקר תותקן מערכת ידנית המבוססת על מגעונים.

תאור המשימה

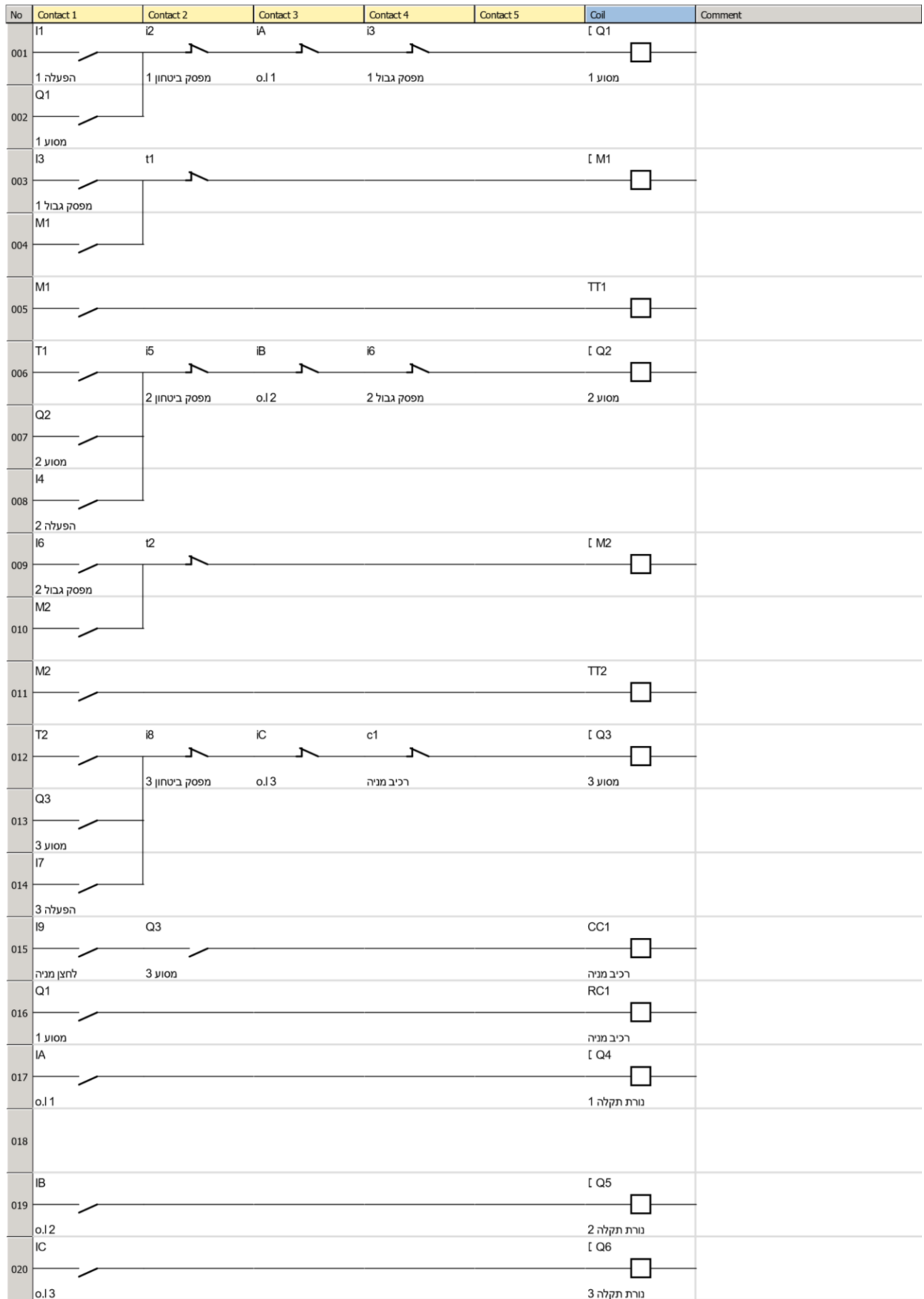
בניסוי זה מופעלים שלושה מסועים בזה אחר זה : סיום תנועת המסוע הראשון (הפעלת חיישן סוף מסלול) גורמת להפעלת המסוע השני וסיום פעולת המסוע השני גורמת להפעלת המסוע השלישי. בין הפעלת מסוע אחד למשנהו קיימת השהיית זמן. על המסוע השלישי מותקן חיישן אופטי המפעיל את מונה קופסאות השימורים. במערכת יותקנו גם נוריות לחיווי תקלה שתפקידן להעיד על תקינות פעולת כל מרכיבי המערכת. בכל מסוע מותקן מפסק בטיחות.

עליך לבצע את המטלות הבאות:

1. לשרטט תרשים מלבני עבור המטלה הנדרשת.
2. לתכנן דיאגרמת סולם המתאימה לדרישות ההפעלה.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי לוח התקנות הכולל את הבקר והאביזרים הנוספים.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל המותקן באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, דיאגרמת סולם של הבקר ותוצאות המדידה, והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח !

Program diagram



טבלאות לניסוי 4

<u>יצאות - OUT</u>		<u>כניסות - IN</u>	
Q1	מסוע 1	I1	הפעלה 1
Q2	מסוע 2	I2	מפסק בטחון 1
Q3	מסוע 3	I3	מפסק גבול 1
Q4	נורת תקלה 1	I4	הפעלה 2
Q5	נורת תקלה 2	I5	מפסק בטחון 2
Q6	נורת תקלה 3	I6	מפסק גבול 2
		I7	הפעלה 3
		I8	מפסק בטחון 3
		I9	לחצן מניה
		IA	O.L. 1
		IB	O.L. 2
		IC	O.L. 3

Physical inputs

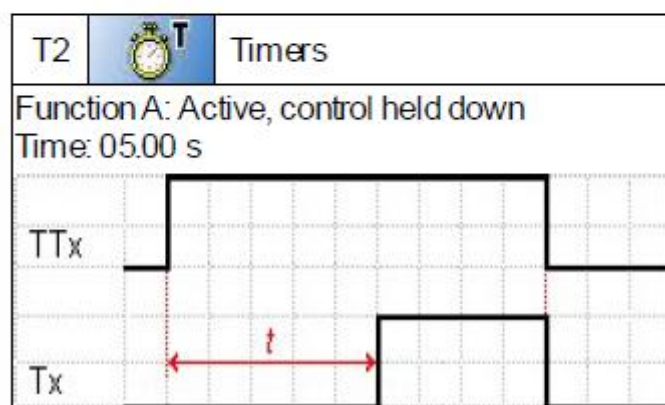
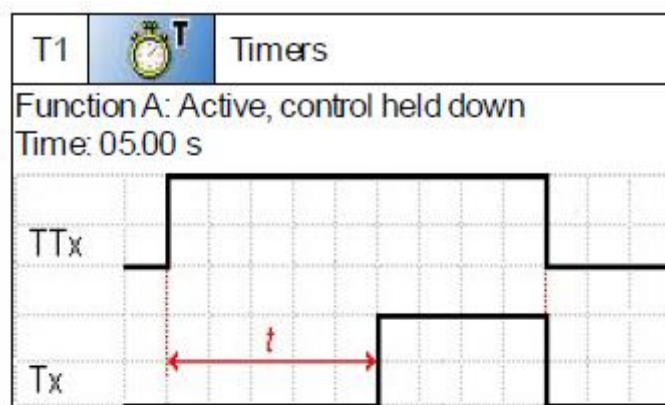
No	Symbol	Function	Lock	Parameters	Location of (L/C)	Comment
I1		Discrete inputs	—	No parameters	(1/1)	הפעלה 1
I2		Discrete inputs	—	No parameters	(1/2)	מפסק ביטחון 1
I3		Discrete inputs	—	No parameters	(1/4) (3/1)	מפסק גבול 1
I4		Discrete inputs	—	No parameters	(8/1)	הפעלה 2
I5		Discrete inputs	—	No parameters	(6/2)	מפסק ביטחון 2
I6		Discrete inputs	—	No parameters	(6/4) (9/1)	מפסק גבול 2
I7		Discrete inputs	—	No parameters	(14/1)	הפעלה 3
I8		Discrete inputs	—	No parameters	(12/2)	מפסק ביטחון 3
I9		Discrete inputs	—	No parameters	(15/1)	לחצן מניה
IA		Discrete inputs	—	No parameters	(1/3) (17/1)	o.l 1
IB		Discrete inputs	—	No parameters	(6/3) (19/1)	o.l 2
IC		Discrete inputs	—	No parameters	(12/3) (20/1)	o.l 3

Physical outputs

No	Symbol	Function	Latching	Location of (L/C)	Comment
Q1		Discrete outputs	No	(1/6) (2/1) (16/1)	מסוע 1
Q2		Discrete outputs	No	(6/6) (7/1)	מסוע 2
Q3		Discrete outputs	No	(12/6) (13/1) (15/2)	מסוע 3
Q4		Discrete outputs	No	(17/6)	נורת תקלה 1
Q5		Discrete outputs	No	(19/6)	נורת תקלה 2
Q6		Discrete outputs	No	(20/6)	נורת תקלה 3

Configurable functions

No	Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Location of (L/C)	Comment
C1		Counters	No	No	Value to attain: 4 Pulses Output ON when the preset value is reached	(12/4) (15/6) (16/6)	רכיב מניה
M1		Auxiliary relays	—	No	No parameters	(3/6) (4/1) (5/1)	
M2		Auxiliary relays	—	No	No parameters	(9/6) (10/1) (11/1)	
T1		Timers	No	No	See details below	(3/2) (5/6) (6/1)	
T2		Timers	No	No	See details below	(9/2) (11/6) (12/1)	



ניסוי 10 (5): תכנון תהליך של מערכת לייצור משקאות בשליטה ידנית

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

בקרה ומערכות ממוחשבות

ניסוי 5 : תכנון תהליך של מערכת לייצור משקאות בשליטה ידנית

(לחצני הפעלה והפסקה)

(ביצוע באמצעות בקר מתוכנת ורכיבים ממשיים)

תאור המערכת:

המערכת כוללת שני מיכלים המזרימים את תכולתם למיכל ייצור, ע"י הפעלת ברזים חשמליים. הערבוב במיכל הייצור נעשה באמצעות מנוע חשמלי. שני גופי חימום טבולים בנוזל המיכל. אפשר להזרים את הנוזל המוכן לשלב הבא בייצור ע"י ברז חשמלי. במערכת מותקנים מצופים, חיישני טמפרטורה וחיישני זרימה. בלוח הבקרה מותקנות נוריות חיווי שתפקידן להעיד על מצב התהליך ולהתריע על תקלות במערכת.

תאור המשימה:

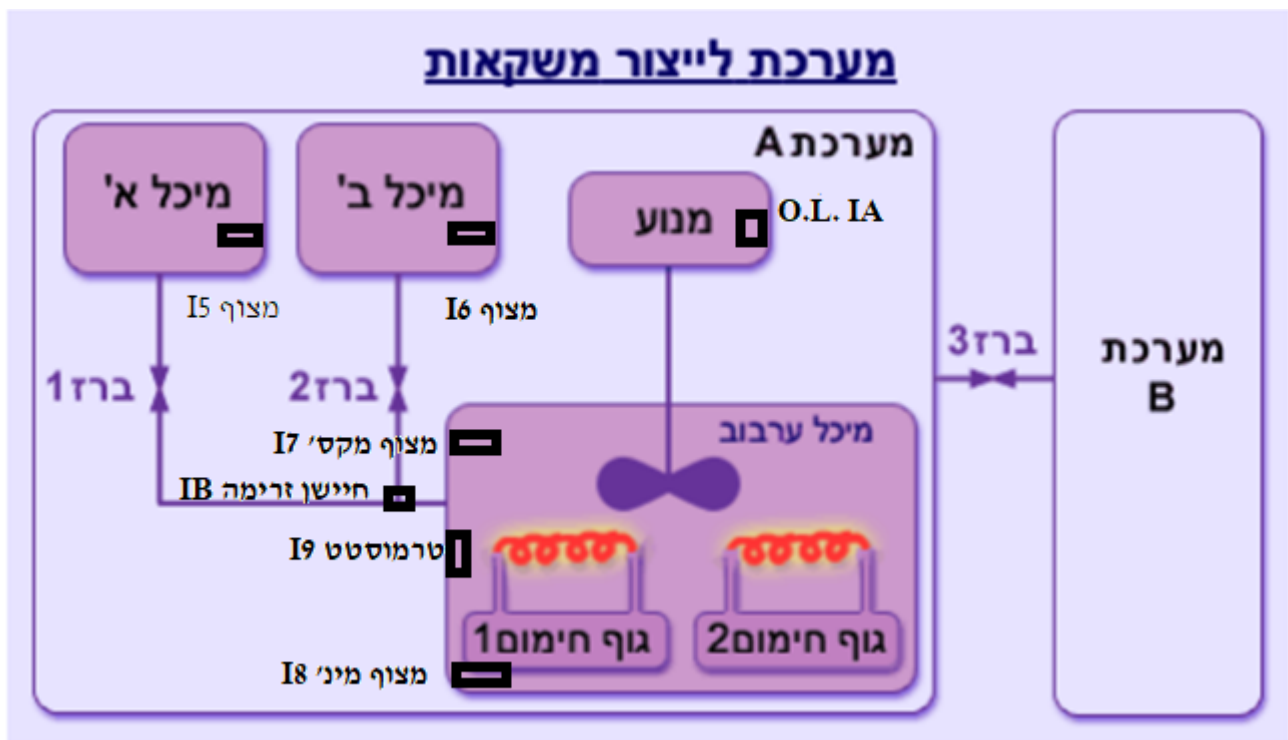
הברזים החשמליים של שני המיכלים מאפשר מעבר נוזלים מהמיכלים למיכל הערבוב. לחיצה על הלחצנים המתאימים של המפעיל תקבע כמה זמן הן יפעלו. לחיצה נוספת של המפעיל, לאחר המילוי, תגרום להפעלה של מערכת הערבול ואחד מגופי החימום (למשך זמן קצוב) הנקבע ע"י המפעיל. בכל אחד מהשלבים תדלק נורה לחיווי מצב פעולה. במערכת יותקנו גם נוריות לחיווי תקלה שתפקידן להעיד על תקינות פעולה של הברזים, מנוע הערבוב וגופי החימום שהופעלו.

עליך לבצע את המטלות הבאות:

1. לשרטט תרשים מלבני עבור המטלה הנדרשת.
2. לתכנן דיאגרמת סולם המתאימה לדרישות ההפעלה.
3. להרכיב את מעגל הניסוי על גבי לוח התקנות הכולל את הבקר והאביזרים נוספים.
4. לבצע בדיקת רציפות במעגל המורכב לפני חיבורו למקור הזינה.
5. להפעיל את המעגל המותקן ולאתר תקלות במעגל המותקן באמצעות ביצוע מדידות מתאימות.
6. להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, דיאגרמת סולם של הבקר, תוצאות המדידה, והסקת מסקנות.
7. לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

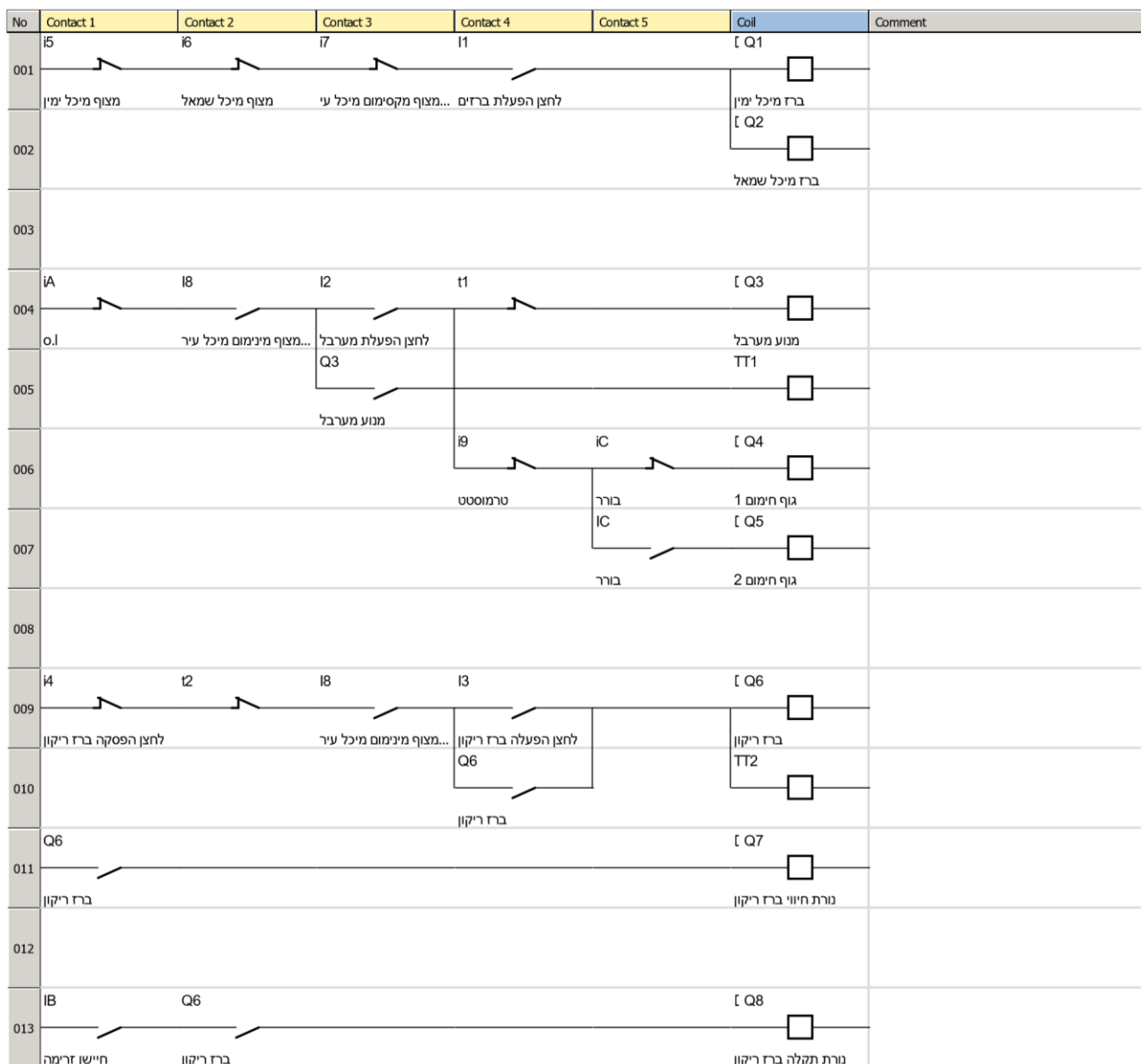
ב ה צ ל ה !

מערכת לייצור משקאות כוללת שני מכלים המזרימים את תכולתם למיכל ייצור באמצעות הפעלת ברזים חשמליים. ערבוב הנוזל במכל הייצור יעשה באמצעות מנוע חשמלי. חימום הנוזל במכל ייעשה באמצעות שני גופי חימום הטבולים בו. הנוזל המוכן יוזרם, לאחר ערבובו וחימומו, למכל אחר לביצוע השלב הבא בייצור באמצעות ברז חשמלי נוסף. במערכת מותקנים מצופים, חישני טמפרטורה וחישני זרימה. בלוח הבקרה מותקנות נוריות חיווי שתפקידן להציג את מצב התהליך ולהתריע בכל פעם שמתרחשת תקלה במערכת.



יצואות - OUT		כניסות - IN	
Q1	ברז מיכל א	I1	לחצן הפעלה ברזים א+ב
Q2	ברז מיכל ב	I2	לחצן הפעלה מערבול + גוף חימום
Q3	מנוע מערבול	I3	לחצן הפעלת ברז ריקון
Q4	גוף חימום 1	I4	לחצן הפעלת ברז ריקון
Q5	גוף חימום 2	I5	מצוף מיכל א
Q6	ברז ריקון	I6	מצוף מיכל ב
Q7	נורת חיווי ברז ריקון	I7	מצוף מקסימום – מיכל ערבוב
Q8	נורת תקלה ברז ריקון	I8	מצוף מינימום – מיכל ערבוב
		I9	חיישן טמפי (טרמוסטט)
		IA	O. L. – מנוע מערבול
		IB	חיישן זרימה
		IC	בורר

Program diagram



טבלאות לניסוי 5

Physical inputs

No	Symbol	Function	Lock	Parameters	Location of (L/C)	Comment
I1		Discrete inputs	—	No parameters	(1/4)	לחצן הפעלת ברזים
I2		Discrete inputs	—	No parameters	(4/3)	לחצן הפעלת מערביל
I3		Discrete inputs	—	No parameters	(9/4)	לחצן הפעלה ברז ריקון
I4		Discrete inputs	—	No parameters	(9/1)	לחצן הפסקה ברז ריקון
I5		Discrete inputs	—	No parameters	(1/1)	מצוף מיכל ימין
I6		Discrete inputs	—	No parameters	(1/2)	מצוף מיכל שמאל
I7		Discrete inputs	—	No parameters	(1/3)	מצוף מקסימום מיכל עירבול
I8		Discrete inputs	—	No parameters	(4/2) (9/3)	מצוף מינימום מיכל עירבול
I9		Discrete inputs	—	No parameters	(6/4)	טרמוסטט
IA		Discrete inputs	—	No parameters	(4/1)	o.l
IB		Discrete inputs	—	No parameters	(13/1)	חיישן זרימה
IC		Discrete inputs	—	No parameters	(6/5) (7/5)	בורר

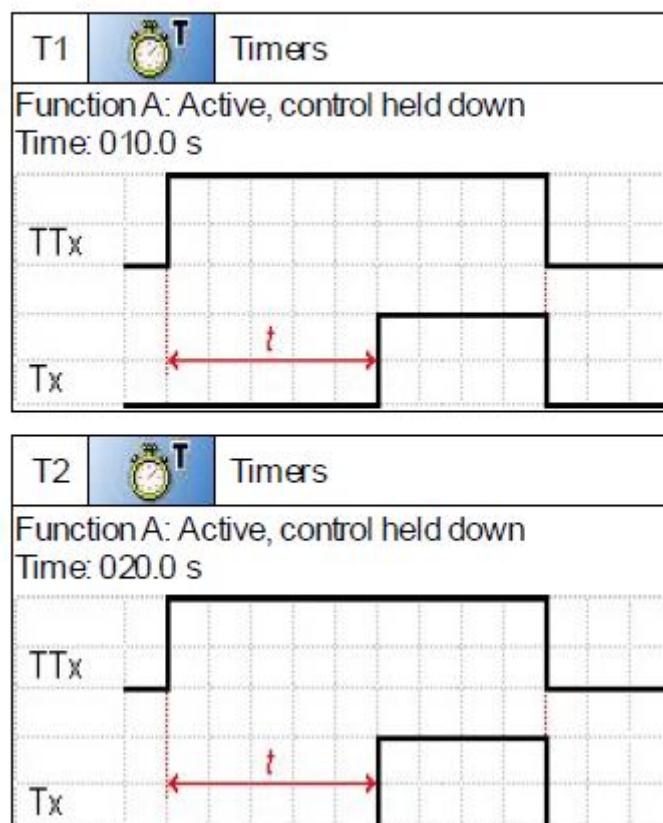
Physical outputs

No	Symbol	Function	Latching	Location of (L/C)	Comment
Q1		Discrete outputs	No	(1/6)	ברז מיכל ימין
Q2		Discrete outputs	No	(2/6)	ברז מיכל שמאל
Q3		Discrete outputs	No	(4/6) (5/3)	מנוע מערביל
Q4		Discrete outputs	No	(6/6)	גוף חימום 1
Q5		Discrete outputs	No	(7/6)	גוף חימום 2
Q6		Discrete outputs	No	(9/6) (10/4) (11/1) (13/2)	ברז ריקון
Q7		Discrete outputs	No	(11/6)	נורת חייוו ברז ריקון
Q8		Discrete outputs	No	(13/6)	נורת תקלה ברז ריקון

Configurable functions

No	Symbol	Function	Lock	Latching	Parameters	Location of (L/C)	Comment
T1		Timers	No	No	See details below	(4/4) (5/6)	
T2		Timers	No	No	See details below	(9/2) (10/6)	

Timer



ניסויים בהמרת אנרגיה

שנאים :

מושגים והסברים :

נתוני שלט השנאי (נתונים נומינליים = נתונים נקובים)
אלו הנתונים והערכים המיטביים כדי לקבל עבודה תקינה של השנאי.
מנתוני השנאי, ניתן למצוא את יחס ההשנאה (יחס תמסורת) : $a = \frac{U_{1n}}{U_{2n}}$
הערכים הנומינליים בשנאי איתו אנו עובדים במעבדה הם :
 $S = 500V$ – הספק מדומה (הספק מקסימלי המתקבל כאשר $\cos \varphi = 1$)
 $U_1 = 220V$ – מקור מתח ההזנה לסליל הראשוני
 $U_2 = 110V$ – מתח בצד המשני במצב ריקם (ללא עומס)
 $I_1 = 1.1A$ – זרם בצד הראשוני בחיבור לעומס מקסימלי נומינלי (מתוכנן)
 $I_2 = 2.2A$ – זרם בצד המשני בחיבור לעומס מקסימלי נומינלי (מתוכנן)

מכשירים

מגז (מגה אומטר) - בודק בידוד
מכשיר אומטר המסוגל לייצר מתח של עד 1000 וולט בין הדקיו לצורך בדיקת חוזק הבידוד (התנגדות) על הסלילים בתנאי עבודת שנאי נומינליים (230V), דבר שלא ניתן להיעשות ע"י מכשיר "רב מודד" המסוגל לספק רק מתח סוללה של 9V
כאשר הבידוד תקין המכשיר יראה קריאת אין סוף (∞)

וריאק – שנאי משתנה
שנאי אשר ניתן לשנות באופן הדרגתי את מתח המוצא באופן סיבובי הוא יכול לתת לנו מתח בערכים : 0 – 220 V

מד הספק (וואט מטר)
מכשיר המודד את ההספק הפעיל, מקדם ההספק, המתח והזרם.

ניסויים בשנאי :

בניסוי שנאי בריקם, נשתמש ב-2 מדי הספק :

1. מד הספק למדידת הספק הכניסה לשנאי (P_1)
2. מד הספק למדידת מתח היציאה מהשנאי (U_2)

נזכור שכלל הפסדי השנאי ΔP מורכבים מהפסדי ברזל ΔP_{fe} הנגרמים מזרמי מערבולת וזרמי חשל (אותם נקבל בניסוי ריקם) והפסדי נחושת ΔP_{cu} , הנגרמים מחימום הסלילים, המחוברים ע"י נתוני ניסוי הקצר.

בניסוי שנאי בקצר, נשתמש במד הספק אחד למדידת הספק הכניסה לשנאי (P_1)

וכן במד זרם למדידת הזרם בצד המשני של השנאי (I_2)

מתח קצר: המתח בסליל הראשוני כאשר יש קצר בצד השמני והזרם מגיע לערך הנומינלי של השנאי.

$$\Delta U_{k\%} = \frac{U_1 \cdot 100}{U_{1n}}$$

$\Delta U_{k\%}$ – מתח הקצר באחוזים מהמתח הנומינלי.

U_{1n} – המתח הנומינלי של צידו הראשוני של השנאי.

U_1 – המתח הנמדד על הסליל הראשוני של השנאי כאשר קיים קצר בסליל המשני, וזרם הקצר הגיע לערך הנומינלי של השנאי.

הספק קצר: הספק קצר מוגדר כהספק שהשנאי מספק במקרה של קצר.

$$S_k = \frac{(S_n \cdot 100)}{\Delta U_{k\%}}$$

S_k – הספק הקצר (ב-kVA)

S_n – הספק הקצר (ב-kVA)

$\Delta U_{k\%}$ – מתח הקצר באחוזים מהמתח הנומינלי.

שנאי מועמס

פירוש מצב מועמס הוא שלשנאי מחובר עומס = צרכן בצידו המשני.

בניסוי שנאי בעומס. נשתמש ב-2 מדי הספק:

1. מד הספק למדידת הספק הכניסה לשנאי ($P_1 = P_{in}$)
2. מד הספק למדידת הספק היציאה מהשנאי ($P_2 = P_{out}$)

בדרך זו נוכל לחשב את הפסדי השנאי ואת הנצילות שלו:

$$\Delta P = P_1 - P_2$$
$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

ניסוי 11 (6): שנאי חד פאזי בריקס ובקצור

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

המרת אנרגיה

ניסוי 6 : שנאי חד מופעי

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

בפעולה בריקס -עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף השנאי באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. למדוד הספק מתח וזרם במבוא של השנאי ומתח במוצא של השנאי בריקס.
3. על סמך תוצאות המדידה לקבוע את הפסדי הברזל של השנאי ואת יחס התמסורת של השנאי.
4. לחשב את הפרמטרים R_{fe} ו- X_{μ} .

בפעולה בקצור -עליך לבצע את המטלות הבאות :

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף השנאי באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולהזין את השנאי במתח קצר נומינלי (לקבלת זרם קצר השווה לזרם הנומינלי).
3. למדוד הספק מתח וזרם במבוא של השנאי.
4. על סמך תוצאות המדידה לקבוע את הפסדי הנחושת של השנאי.
5. לחשב את הפרמטרים R_k ו- X_k .
6. לחשב את גורם ההספק בקצור.

בסיס המדידות:

- להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה, החישובים והסקת מסקנות.
- לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

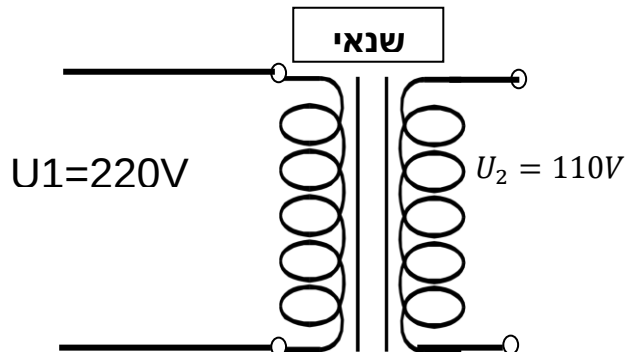
ב ה צ ל ח ה !

ניסוי זה מחולק ל-2 חלקים: ניסוי ריקם וניסוי קצר.

ניסוי ריקם:

מצב ריקם, הוא שנאי שלצידו המשני לא מחובר עומס כלל

שרטוט מעגל הניסוי



א. רשום את הערכים של: U_0, I_0, P_0 וחלץ הפרמטרים הבאים: $\cos\varphi_0, R_F, X_\mu$.

מהלך הניסוי.

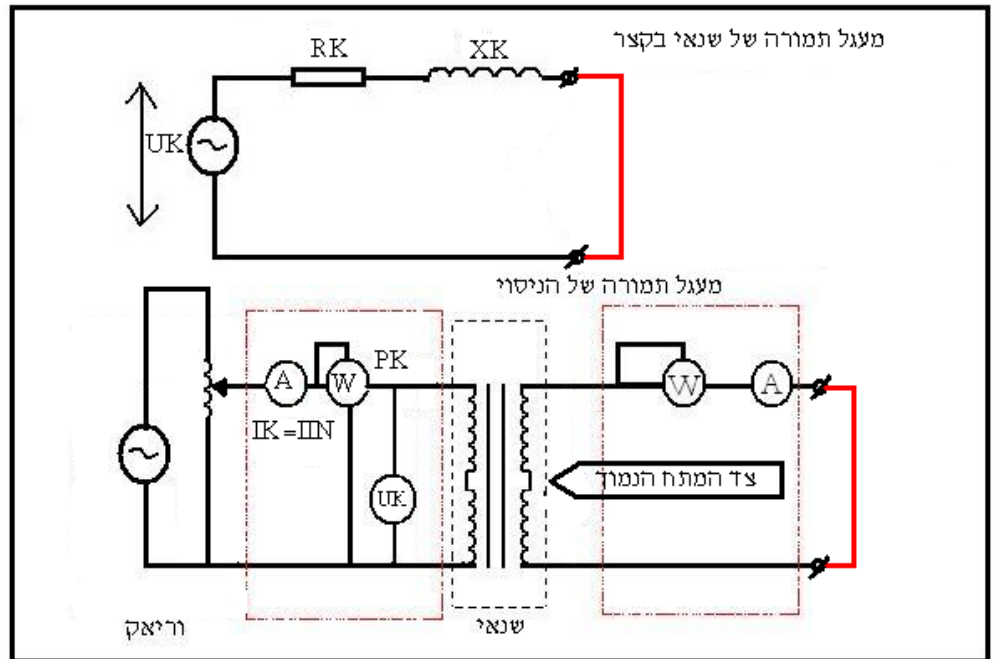
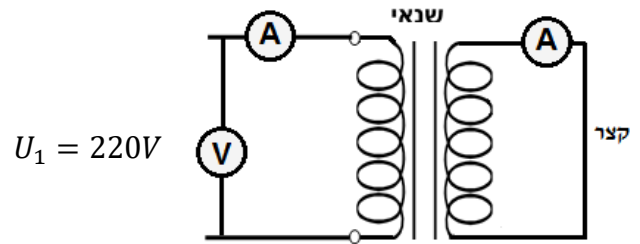
1. רשום את נתוני השנאי לפי הכתוב עליו (U_1, U_2, I_{2n}, S_n, f)
2. בדוק את מצב הבידוד בעזרת המגר:
 - א. חבר את הכבלים של המגר.
 - בדיקת הבידוד בין גוף השנאי לסליל הראשוני:
 - ב. כוון את המגר למתח של 500V וחבר את החוט השחור לגוף השנאי ואת החוט האדום לאחד הקצוות של הסליל הראשוני.
 - ג. לחץ על TEST ורשום את ההתנגדות שמראה המכשיר.
 - ד. חזור על הפעולה בין גוף השנאי לסליל המשני ובין הסליל הראשוני לסליל המשני:
3. שרטט בדוח הניסוי את מעגל הניסוי – כולל חיבורי מכשירי המדידה.
4. חבר את המעגל עם מכשירי המדידה.
5. לאחר אישור החיבור, הפעל את השנאי, ובעזרת הווריאק הזן אותו במתח נקוב של 220 V.
6. זהו מצב ריקם בו נמדוד הזרם והמתח בכניסה לשנאי, והמתח בסליל המשני.
7. רשום בדוח הניסוי את תוצאות מדידת ההספק, המתח והזרם בצד הראשוני והמתח בצד המשני. (U_1, U_2, I_1, P_1)
8. העזר בדף הנוסחאות, וחלץ תוך שימוש בנתונים שקיבלת את הפרמטרים הבאים: $\cos\varphi_0, R_F, X_\mu$. רשום בצורה ברורה בדוח הניסוי את החישובים שביצעת.

ניסוי קצר

מצב קצר, הוא שנאי שצידו המשני מקוצר, מה שגורם לזרם גדול לזרום בצד המשני (ובצד הראשוני).

***** בניסוי זה מכיוון שזרם הקצר יכול להיות גדול ומסוכן, את הפעלת השנאי יבצע המורה בלבד! *****

שרטוט מעגל הניסוי

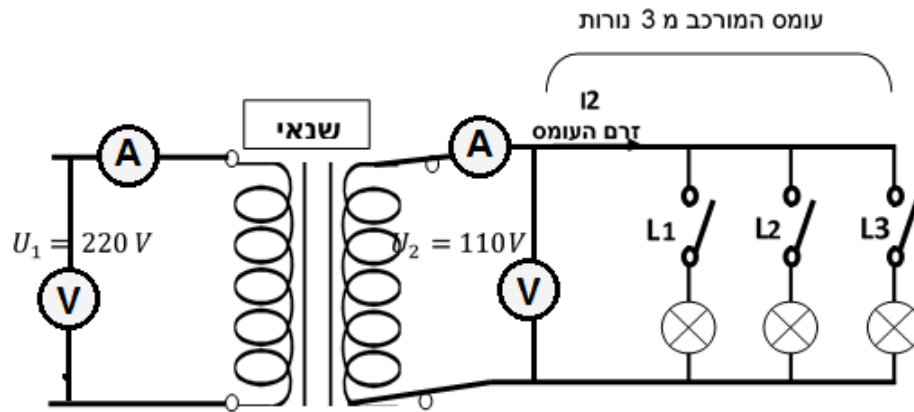


מהלך הניסוי.

9. שרטט בדוח הניסוי את מעגל הניסוי – כולל חיבורי המדידה.
10. חבר את המעגל עם מכשירי המדידה כפי ששרטטת.
11. כוון את הווריאק למתח של 0 וולט וקרא לי להפעלת את השנאי.
12. זהו מצב קצר בו נמדד הזרם והמתח בכניסה לשנאי, והזרם קצר בסליל המשני. העלה בצורה איטית את המתח בווריאק עד שמד המתח בצד המשני יראה מתח נומינלי (2.2A).
13. רשום בדוח הניסוי את תוצאות מדידת ההספק, המתח והזרם בצד הראשי (P_1, U_1, I_1) והזרם בצד המשני (I_2).
14. העזר בנוסחאות המופיעות בסוף הניסוי, וחלץ תוך שימוש בנתונים שקיבלת את הפרמטרים הבאים:
 $\cos \varphi_k, R_k, X_k$.
 רשום בצורה ברורה בדוח הניסוי את החישובים שביצעת.

ניסוי 12 שנאי חד פאזי בעומס

מעגל הניסוי



מהלך הניסוי.

1. רשום את נתוני השנאי לפי הכתוב עליו (U_1, U_2, I_{2n}, S_n, f)
2. בדוק את מצב הבידוד בעזרת המגר:
 - א. חבר את הכבלים של המגר.
- בדיקת הבידוד בין גוף השנאי לסליל הראשוני:
 - ב. כוון את המגר למתח של 500V וחבר את החוט השחור לגוף השנאי ואת החוט האדום לאחד הקצוות של הסליל הראשוני.
 - ג. לחץ על TEST ורשום את ההתנגדות שמראה המכשיר.
 - ד. חזור על הפעולה בין גוף השנאי לסליל המשני ובין הסליל הראשוני לסליל המשני:
3. שרטט בדוח הניסוי את מעגל הניסוי – כולל חיבורי מכשירי המדידה.
4. חבר את המעגל עם מכשירי המדידה כפי ששרטטת.
5. לאחר אישור החיבור, הפעל את השנאי, ובעזרת הווריאק הזן אותו במתח נקוב של 220 V.
6. שים לב לא לחבר את העומס (הנורות), זהו מצב **ריקס** בו נמדד מתח היציאה הנומינלי U_{2n} בסליל המשני.
7. העתק את הטבלה הבאה לדוח הניסוי ורשום בה את תוצאות המדידות:

מצב השנאי	U_1	U_2	I_1	I_2	P_1	P_2
ריקס						
מנורה אחת						
2 מנורות						
3 מנורות						

8. רשום את תוצאות מדידת ההספק, המתח והזרם בצד הראשוני. (U_1, U_2, I_1, P_1)
9. הדלק נורה אחת, ורשום את תוצאות המדידה ($U_1, U_2, I_1, I_2, P_1, P_2$).
10. חזור על סעיף 8 עבור 2 נורות ו-3 נורות.

11. העתק את הטבלה הבאה לדוח הניסוי את הטבלה הבאה ומלא אותה:

מצב השנאי	נצילות η	U_2	מפל מתח פנימי ΔU	הפסדי השנאי ΔP
ריקס				
מנורה אחת				
2 מנורות				
3 מנורות				

12. חשב עבור כל קריאת מדידה את הנצילות, את מפל המתח הפנימי ($\Delta U = U_{2n} - U_2$) ואת הפסדי השנאי ($\Delta P = P_{in} - P_{out}$)
13. בסוף החוברת ישנם כמה דפים משבצות לשרטוט גרפים. העזר בהם ושרטט את האופייניים הבאים:
 - א. גרף של תלות מתח ביציאה U_2 בזרם העומס I_2 . (ככל שהזרם עולה, כך המתח יורד. הסבר תופעה זו)
 - ב. גרף של תלות הנצילות η בזרם העומס I_2 . (ככל שהזרם עולה, הנצילות עולה. הסבר תופעה זו)

שאלות שנאים:

1. מדוע יש צורך להשתמש בשנאים?
2. על איזה סוג מתח פועל השנאי (ישר או חילופין) ומדוע?
3. אילו סוגי הפסדים יש בשנאי, כיצד הם באים לידי ביטוי (הבא דוגמא לאחד מהם)
4. מהם נתונים נומינליים ומאיפה הם נלקחים?
5. האם ניתן לחבר שנאי למצבר של רכב?
6. הסלילים העבים נמצאים בצד המתח הגבוה או הנמוך? הסבר מדוע.
7. מהו מעגל תמורה? ולמה הוא משמש?
8. שרטט מעגל תמורה של שנאי בריקס.
9. מהו שנאי.
10. מהו שנאי אידאלי ?
11. מהו שנאי מעשי?
12. מדוע מחלקים את הפסדי השנאי להפסדים קבועים והפסדים משתנים?
13. מהו יחס השנאה? וכיצד מחושב? (מאיפה לוקחים הנתונים)?
14. כיצד מחשבים את זרמי העבודה בשנאי ומאיפה נלקחים הנתונים?
15. מדוע הספק השנאי בשלט מופיע ב- VA ?
16. מהו מד הספק ולמה הוא משמש?
17. מהו ווריאק ולמה הוא משמש?
18. מהו מגר ולמה הוא משמש?
19. מדוע לא משתמשים ברב מודד רגיל למדידת התנגדות הבידוד?
20. כיצד מודדים את ההפסדים הכלליים בשנאי?
21. מהו P_2 ?
22. מהו I_2 ?
23. מהו U_2 ?
24. מהי נצילות (η) ?
25. מהו U_1 ?
26. מהו P_1 ?
27. מהו I_1 ?
28. מהו ΔU ?
29. מהו ניסוי קצר?
30. מהו ניסוי ריקס?
31. מהו ניסוי בעומס?
32. שרטט מעגל תמורה של שנאי בעומס.
33. מהו $\cos\varphi_0$?
34. מהו X_0 ?
35. מהו R_0 ?

מנוע השראה :

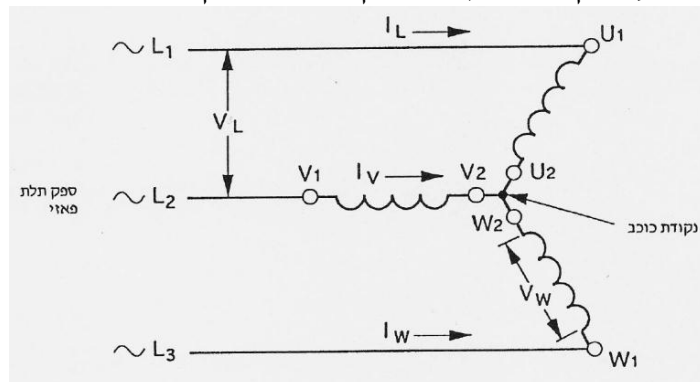
מושגים והסברים :

אופן חיבור סלילי מנוע השראה תלת-פאזי

ישנם שתי שיטות עיקריות לחיבור המנוע למקור אספקה תלת פאזית : חיבור **כוכב** וחיבור **משולש**.
בחיבור **כוכב** ניתן לעבוד עם זרמים נמוכים יותר מחיבור משולש ולהגיע לאותם ביצועי מנוע.
המחיר שנשלם על כך הוא שנצטרך להשתמש במתח גבוה יותר.
חיבור **משולש** יאפשר לנו להגיע לזרמים והספקים גבוהים יותר מאשר חיבור **כוכב** אם נשתמש באותו מקור מתח.
בתעשייה, חיבור כוכב יכול להיות מועדף על מנת לעבוד בזרמים נמוכים יותר ולכך ניתן להשתמש בחוטים יותר דקים. חיבור משולש יהיה עדיף כאשר נרצה להגיע להספקים גבוהים.

חיבור כוכב

חיבור כוכב מובא באיור הבא. בחיבור זה הקצה של כל ליפוף מתחבר לשני הקצוות האחרים כדי ליצור נקודת כוכב (או נקודת אפס) והאספקה מחוברת לקצוות ההתחלה של הליפופים.

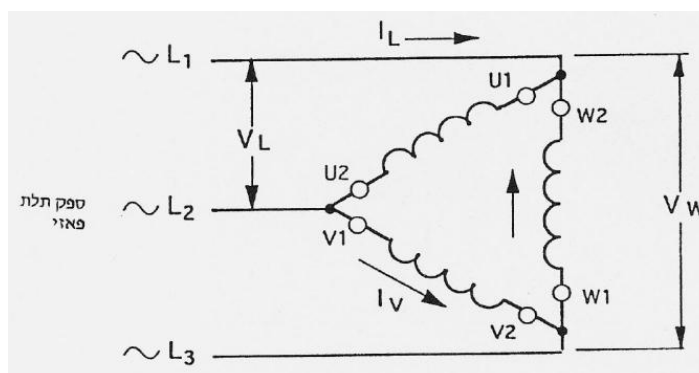


בשיטת חיבור זו, המתח על פני כל סליל (בהנחה שהאספקה והעומס מאוזנים) יהיה $U_{ph} = \frac{U_L}{\sqrt{3}}$

והזרם בכל סליל יהיה שווה לזרם הקו: $I_L = I_{ph}$

חיבור משולש

חיבור משולש מובא באיור הבא. בשיטה זו הסוף של כל ליפוף מתחבר להתחלה של ליפוף הבא, כדי ליצור צורת משולש. ההזנה מחוברת לשלושת החיבורים.

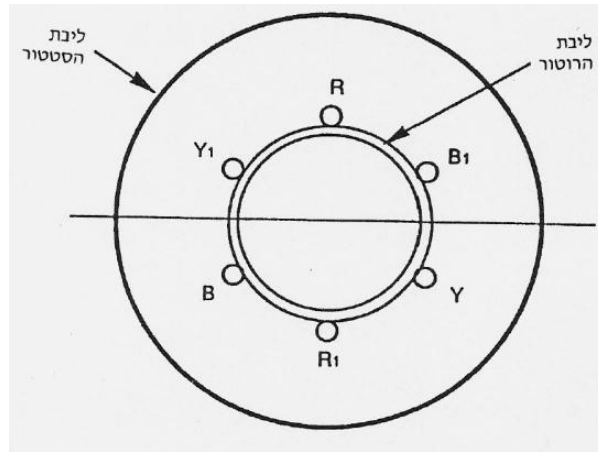


בשיטה חיבור זו, המתח על פני כל סליל (בהנחה שהאספקה והעומס מאוזנים) שווה למתח הקווי $U_L = U_{ph}$

והזרם בכל סליל יהיה $I_{ph} = \frac{I_L}{\sqrt{3}}$

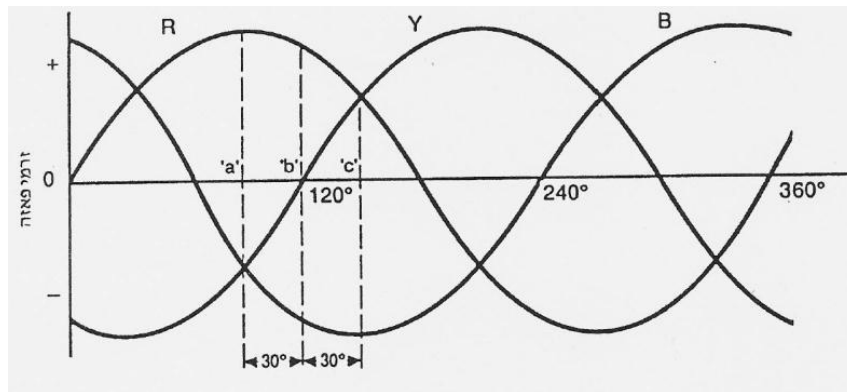
אופן חיבור מנוע השראתי תלת פאזי :

ניקח מכונה פשוטה בעלת שני קטבים ונניח שלשלושת ליפופי הפאזות יש חריץ אחד בכל קוטב.
ההתחלה של כל ליפוף מצוינת באות גדולה (R Y B) והקצה של הליפוף מצוין במספר 1 (B1, Y1, R1)



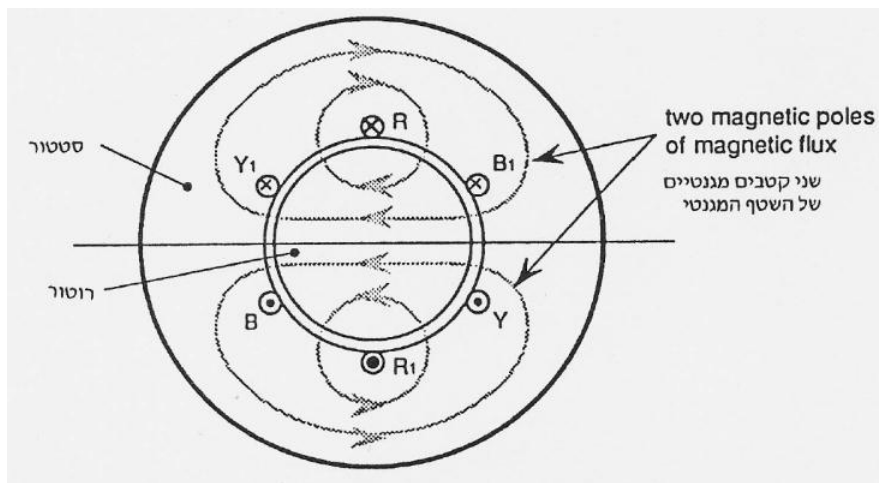
הקו האופקי שעובר דרך מרכז המכונה נועד לעזור לנו לראות את כיוון הסיבוב שים לב ששלושת הליפופים נמצאים בזווית של 120 מעלות אחד ביחס לשני. (נניח שהזרם חיובי כאשר הוא זורם ב Y- I R B)

הזרמים בשלושת הפאזות מתוארים על ידי העקומות באיור הבא:



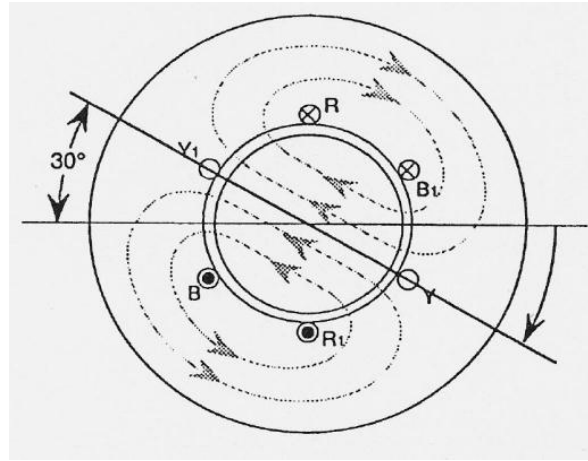
צורת הגלים והספקת תלת פאזית

ברגע a הזרם דרך פאזה R נמצאת בשיא ערכו החיובי, בעוד שהזרמים דרך B ו Y שליליים במחצית מערכם המרבי. זרמים אילו מוצגים באיור הבא כצלבים ונקודות. קווי השטפים המגנטיים המתקבלים מוצגים גם הם באיור הבא



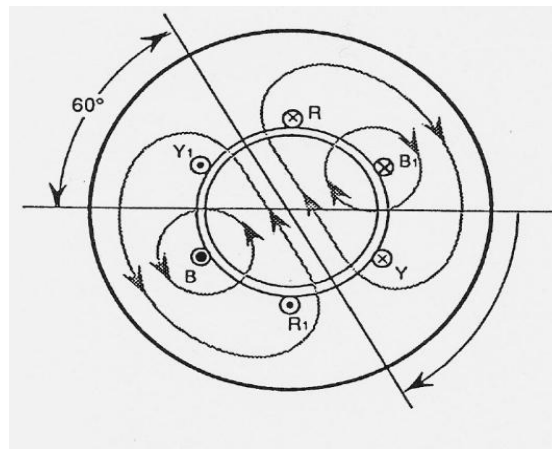
השטף המגנטי שנוצר ברגע a

ברגע b הזרמים בפאזה R ו B הינם 0.866 מערכם המרבי, אחד חיובי ואחד שלילי, בשעה שערך הפאזה Y הוא אפס. קווי השטף המתקבלים מתוארים באיור הבא



השטף שנוצר ברגע b

באיור הבא ניתן לראות את קווי השטף המתקבלים ברגע c



השטף שנוצר ברגע c

אם נעקוב אחרי השטף נוכל לראות שקווי השטף המגנטי מסתובבים סביב המכונה עם כיוון השעון, כאשר הרוטור (ציר המנוע) מפגר אך במעט אחריהם. למעשה המכונה עוקבת אחרי השטף - כלומר הסיבוב הוא לפי הסדר BYR. אם נשים לב, נראה שמרגע a לרגע c, צורת הגל של הזרם זהה 60 מעלות, וגם השדה המגנטי בסטטור והתנועה המכנית של הרוטור נעו גם הם בזווית של 60 מעלות. מזה יוצא, שעבור מחזור מלא אחד של הזרם, כלומר 360 מעלות, הרוטור ישלים סיבוב אחד מלא. כדי להפוך את כיוון סיבוב המכונה יש להפוך בין שני חיבורי הזרם.

תלות מהירות סיבוב המנוע

שינוי מהירות הרוטור אפשרית בשתי דרכים:

1. שינוי תדר - מהירות הציר תעקוב אחרי התדר החדש (כך למעשה פועל בקר מהירות של מנוע זרם חילופין המתבסס על שינוי תדר. תדר הגל משתנה ברציפות מ-0 עד ערך העליון קבוע כלשהוא. באותו זמן משנה הבקר את המתח, בכדי לוודא שבתדר 0 יש מתח 0)
2. שינוי מספר הקטבים: המהירות יחסית למספר הקטבים

שני הדרכים שהוצגו לצורך שינוי מהירות המנוע מתבססות על העובדה שמהירות המנוע נמצאת ביחס ישיר עם תדירות הגל ומספר הקטבים של המנוע. מנתונים אלה ניתן להציג נוסחה כללית עבור מהירות המנוע:

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p}$$

- | | |
|---|---------------|
| - מהירות השדה המגנטי במנוע בסל"ד (נקרא גם <u>מהירות הסינכרונית של המנוע</u>) | $n_s [r.p.m]$ |
| - תדירות מתח הרשת. | $f [Hz]$ |
| - מספר זוגות קטבים. | p |

החלקה:

הליפופים ברוטור כלוב בנויים בדרך כלל מפסי אלומיניום או נחושת מורכבים בתוך חריצים. הפסים מחוברים לטבעת קצה שנמצאת בכל צד של הרוטור.

ברוטור מסוג זה, הפסים אינם מחוברים ישירות למקור אספקה כך שפעולת המנוע תלויה בזרמים שנוצרים בפסי הרוטור על ידי השדה המגנטי המסתובב.
 כדי ליצור ברוטור (על ידי השראה) את הזרמים הדרושים ליצור מומנט, על השדה המגנטי ברוטור להסתובב במהירות שונה מהרוטור עצמו - מהר יותר מהרוטור עצמו
 הבדל זה בין מהירות השדה המגנטי המסתובב והמהירות האמיתית של המנוע ידוע כ-**החלקה** או **מקדם החלקה** של המנוע
 ההחלקה גורמת תמיד למהירות המנוע להיות נמוכה מעט בהשוואה למהירות הסינכרונית שחושבה קודם, כך שלמעשה מהירות הציר ניתנת לחישוב על שימוש הנוסחה

$$n = \frac{60 \cdot f}{p} \cdot (1 - s)$$

כאשר s הינו מקדם החלקה של המנוע.
 ההחלקה יחסית במנוע מוגדרת:

$$s = \frac{n_s - n}{n}$$

n_s [r.p.m] - המהירות הסינכרונית של המנוע בסל"ד.

n [r.p.m] - מהירות המנוע בסל"ד.

נתוני שלט המנוע (נתונים נומינליים = נתונים נקובים)

הנתונים הבאים מתייחסים למנוע איתו אנחנו עובדים במעבדה.
 המנוע הינו מנוע רוטור כלוב תלת פאזי בעל אפשרות חיבור כוכב משלוש 230/400V 50HZ
 נתוני המנוע:

230/400V Δ/Y	2.1/1.18A Δ/Y
50HZ	1380 min ⁻¹
370W	Cos Φ 0.67

ניסוי 13 (7): מנוע השראה תלת מופעי

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

המרת אנרגיה

ניסוי 7: מנוע השראתי תלת מופעי

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות:

בדיקה בריקם:

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף המנוע באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולמדוד הספק מתח וזרם בריקם.
3. לחשב את רכיבי מעגל התמורה R_{fe} ו- X_{μ} .

בקרת מהירות בריקם:

1. למדוד את מהירות המנוע בתלות המתח. לבנות אופיין מתאים.
2. למדוד את מהירות המנוע בתלות בתדירות. לבנות אופיין מתאים.
3. להסביר מהן השיטות המקובלות לצורך בקרת מהירות של מנוע השראה תלת מופעי.

בסיום המדידות:

- להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה, החישובים והסקת מסקנות.
- לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !

מהלך הניסוי:

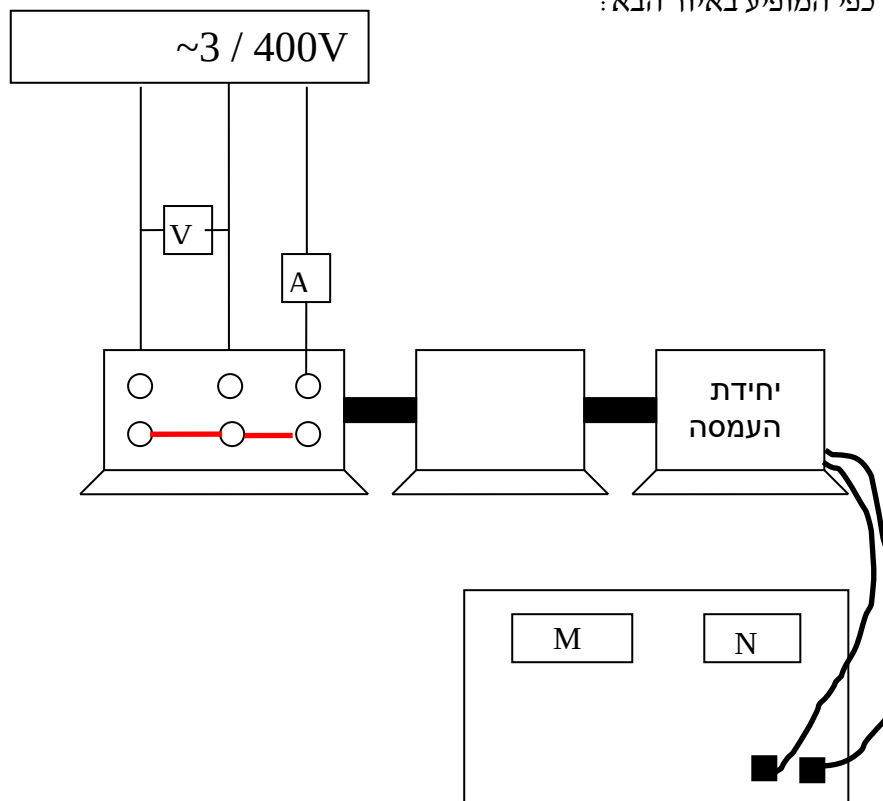
- בניסוי זה נחבר את המנוע התלת פאזי בחיבור כוכב.
 1. מדוד את התנגדות סלילי המנוע ידי מד התנגדות (מגר) ומלא את הטבלה הבאה:

R_U	
R_V	
R_W	

2. חבר את המנוע בחיבור כוכב.
 3. מדוד את המתחים במנוע (פאזי וקווי)

U_R	
U_S	
U_T	
U_U	
U_V	
U_W	

4. חבר מכשירי מדידה כפי המופיע באיור הבא:



5. מדוד את המתח, הזרם וההספק של המנוע בריקס.

U_{ph}		U_{line}	
I_{ph}		I_{line}	
P			

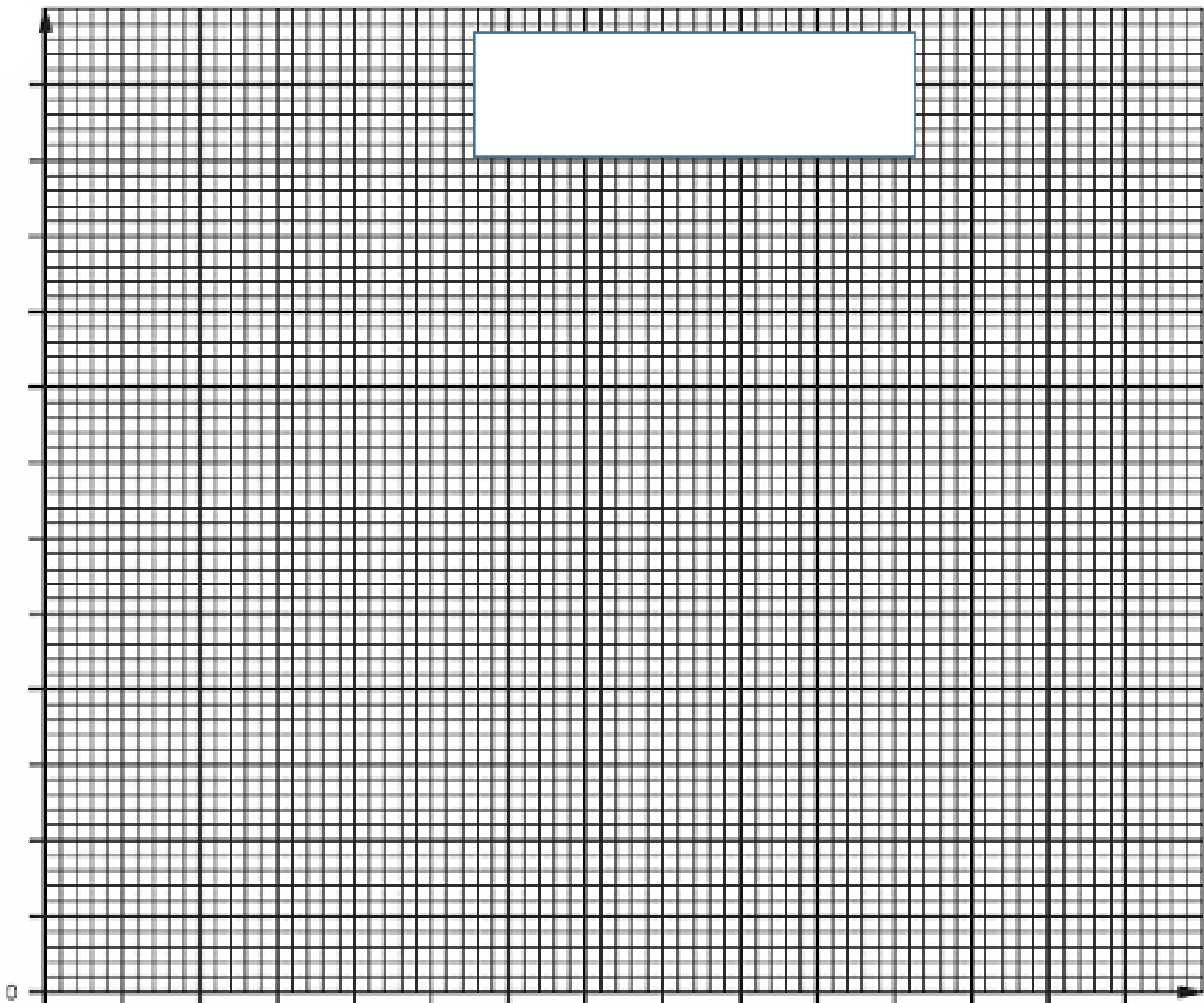
6. העזר בנתונים שקיבלת וחשב את מרכיבי מעגל התמורה של המנוע:

R_{fe}	
X_μ	

7. בעזרת הווריאק, שנה את מתח ההזנה של המנוע ומדוד את מהירות המנוע בכל מתח. מלא את הטבלה הבאה:

$U[v]$	$n [R.P.M.]$

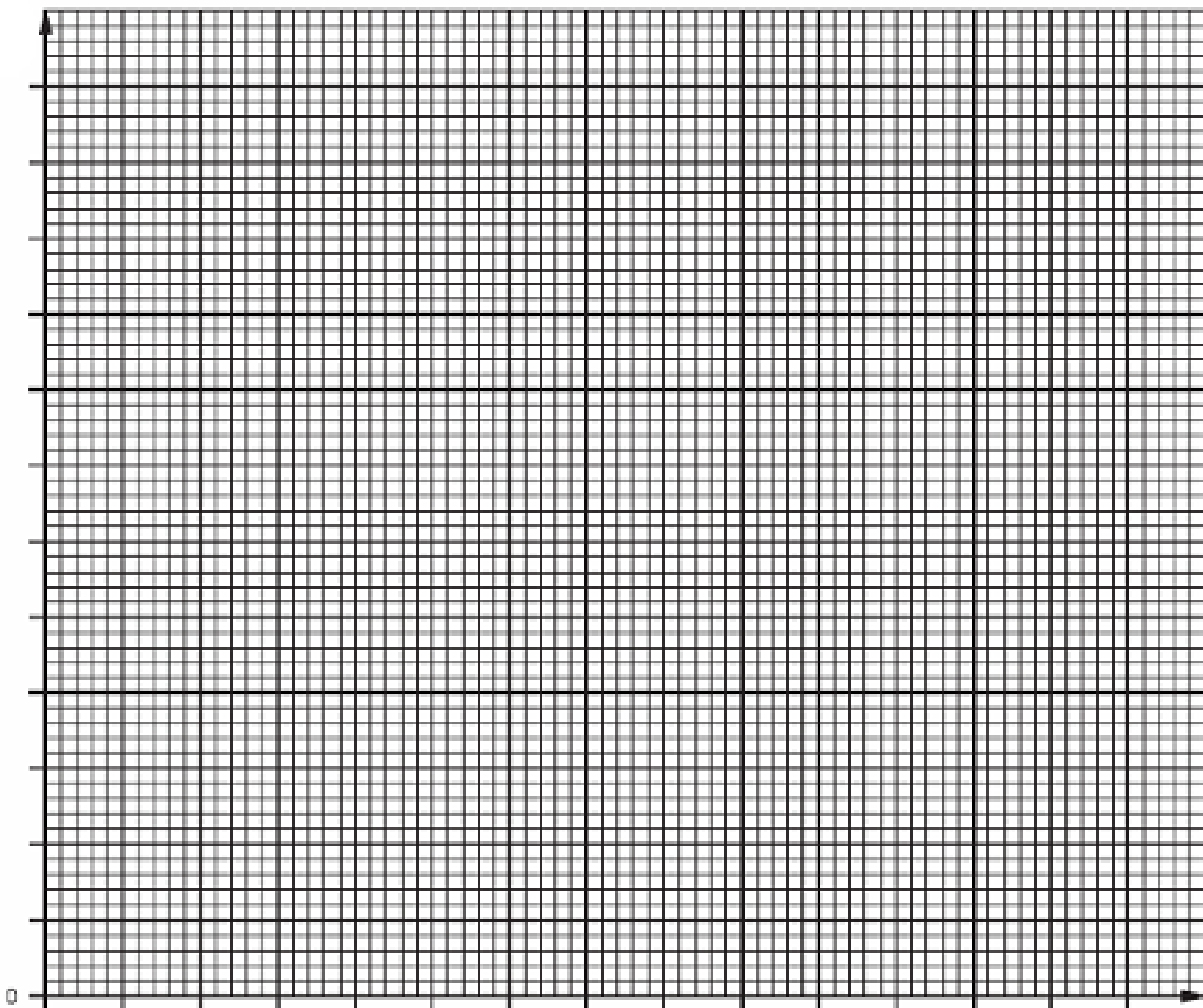
לפי נתוני הטבלה בנה אופיין של מהירות המנוע כתלות במתח.



8. בעזרת ממיר התדר, שנה את תדר מתח הרשת ומדוד את מהירות המנוע בכל תדר. מלא את הטבלה הבאה,

$f [Hz]$	$n [R.P.M.]$

לפי נתוני הטבלה בנה אופיין של מהירות המנוע כתלות במתח.



9. הסבר את השיטות המקובלות כיום לבקרת מהירות הסיבוב של המנוע.

[illegible]

10. ענה על שאלות נבחרות מתוך רשימת השאלות בנושא מנועים.

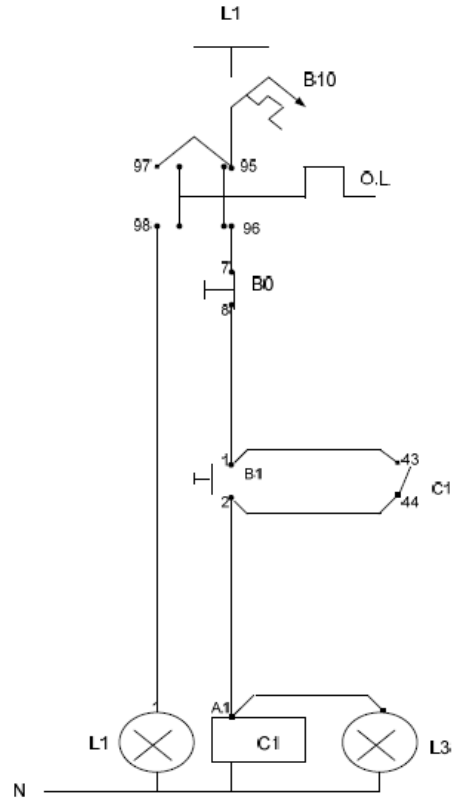
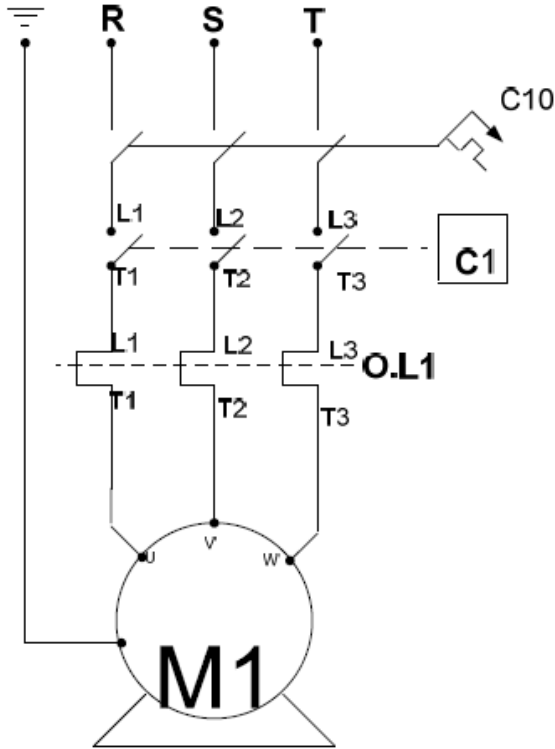
[illegible]

ניסוי 14 מדידות במנוע השראה תלת פאזי

שרטוט מעגל הניסוי

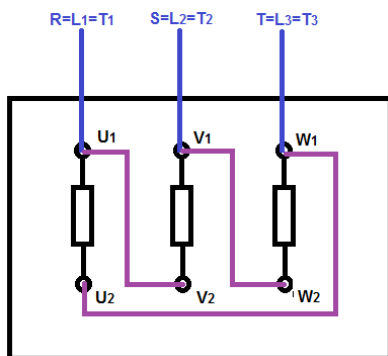
מעגל כח:

מעגל פיקוד:

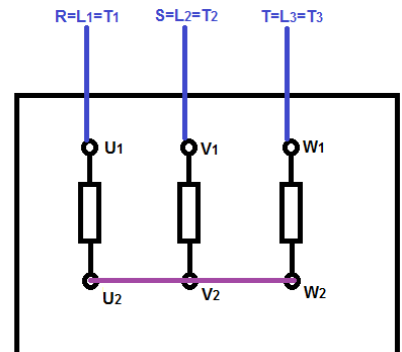


ההבדל בין חיבור כוכב למשלוש הוא בחיבור המנוע עצמו (ב-2 החיבורים מעגל הפיקוד ומעגל הכח זהים).

חיבור משולש:



חיבור כוכב:



מהלך הניסוי:

חיבור כוכב

1. חבר את המנוע בחיבור כוכב (ניתן להעזר בשרטוט המופיע בתחילת הניסוי).
2. חבר את המכשירים למדידת הזרם הקווי והמתחים המופעיים והקווים.
3. הפעל את המנוע לאחר אישור המורה.
4. רשום את תוצאות המדידה בצורה ברורה בדוח הניסוי.

חיבור משולש

1. חבר את המנוע בחיבור משולש (ניתן להעזר בשרטוט המופיע בתחילת הניסוי).
2. חבר את המכשירים למדידת הזרמים הקווים והמופיעים והמתח הקווי.

3. הפעל את המנוע לאחר אישור המורה.
4. רשום את תוצאות המדידה בצורה ברורה בדוח הניסוי.

ניתוח התוצאות

רשום בדוח הניסוי את החישובים הבאים :

5. חשב את היחס בין המתח הקווי והמופעי בכל אחד מהחיבורים (בנפרד).
6. חשב את היחס בין הזרם הקווי והמופעי בכל אחד מהחיבורים (בנפרד).
7. מהו ההספק של המנוע בחיבור כוכב ובחיבור משולש?

מכונה לזרם ישר:

מושגים והסברים:

מנוע חשמלי הוא מכונה, הממירה אנרגיה חשמלית לאנרגיה מכנית. מנוע חשמלי מבוסס על עיקרון האלקטרומגנטיות, המאפשר יצירת שדה מגנטי על ידי העברת זרם חשמלי דרך סליל. משתמשים במנועים אלו בין היתר ברכבות חשמליות דוגמת ה-TGV והרכבת הקלה בירושלים.

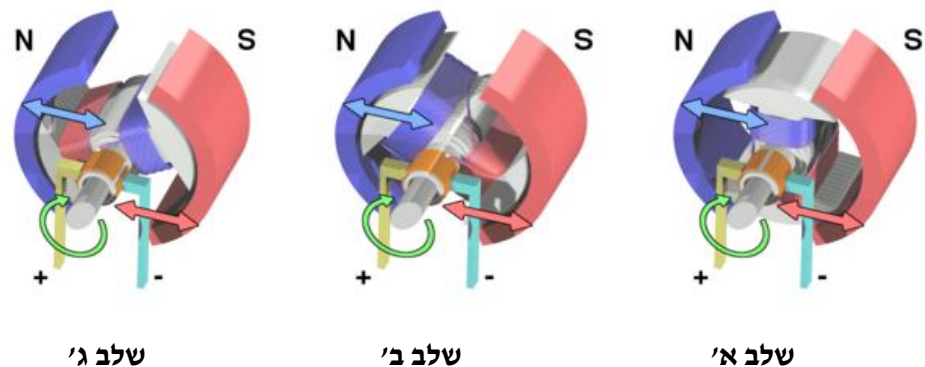
מבנה המנוע:

המנוע החשמלי בנוי על פי רוב משני חלקים עיקריים:

- 1. סטטור (Stator):** נקרא גם **inductor** או **שדה** או **עירור** - מערכת סלילים המלופפים סביב ליבה פרומגנטית (Ferromagnetic Core) המקובעת למקומה. הסטטור יכול להיות מורכב גם משני מגנטים רבי עוצמה. המגנטים מסודרים כך שקוטביהם (צפון ודרום) המופנים לכיוון הרוטור מנוגדים.
- 2. רוטור (Rotor):** נקרא גם **עוגן** - ציר העובר בתוך הסטטור ועליו או שנמצאים מגנטים או שמלופפים סלילים. ציר זה חופשי להסתובב. כאשר זרם חשמלי דרך הסלילים שברוטור, נוצר שדה מגנטי סביבם (דרך הליבה). שדה מגנטי זה מפעיל כוח על הציר העובר דרכו, וזה מסתובב עקב המומנט (כח סיבובי). העברת זרם חשמלי מקוטע, בצורה מבוקרת, מאפשרת צירוף תנועות זוויתיות קטנות לסיבובים שלמים.

דרך פעולת המנוע

הזרם העובר בתוך סלילי הרוטור מכונן כך, שסביב הסלילים המסתובבים יוצר שדה מגנטי בעל קוטביות משתנה, כך שאותו קוטב (למשל דרום) מכונן לכיוון המגנטים שבסטטור. במצב זה המגנט "הדרומי" דוחה את הסליל הקרוב אליו (דרום דוחה דרום) ואילו המגנט "הצפוני" מושך את הסליל הקרוב אליו. בתמונות הבאות מוצג מנוע זרם ישר פשוט בעל שני סלילי השראה:

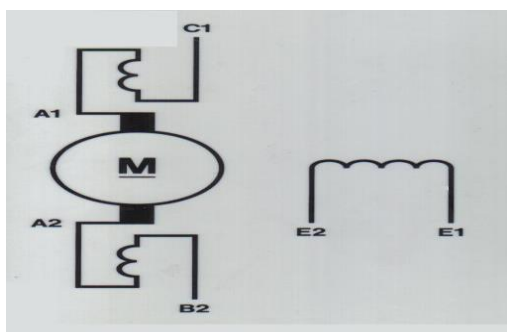


בשלב א' הסליל הכחול ממוגנט כקוטב צפוני, ולכן נדחה על ידי המגנט ה"צפוני" ("N"). הסליל הורוד ממוגנט כקוטב דרומי ולכן נדחה על ידי הקוטב הדרומי ("S"). הדחייה גורמת לרוטור להסתובב בכיוון השעון.

בשלב ב' הסליל הכחול עדיין נדחה על ידי המגנט הכחול (הצפוני) אך גם נמשך על ידי המגנט הורוד (הדרומי). היפוכו של דבר בסליל הורוד. כאן גם ניתן לראות את החיבור של המנוע למקור החשמל (מסומן ב "+" ו "-") ואת צורת אספקת הזרם לסלילי הרוטור על ידי "מברשות" גמישות המעבירות את הזרם לסלילים (דרך שני קטבים על הרוטור, שיש רווח ביניהם).

בשלב ג' הסלילים קרובים אל הקטבים ההפוכים להם במגנטיות וכוחות המשיכה מגיעים לשיאם, כך שלכאורה המנוע צריך לעצור בנקודה זו, אלא שאז מתחלפים כיווני אספקת החשמל, הסליל הכחול הופך להיות ממוגנט כדרומי והורוד כצפוני, וכוחות המשיכה מתחלפים בכוחות דחייה.

נתוני המנוע איתו נעבוד:



MOTOR SHUNT WOUND	
מנוע חיבור מקבלי	
220V	2.15A
370W	
2390 min ⁻¹	
Err. 220V	0.5A

מערכת הניסוי כוללת:

1. מנוע DC עם מברשות ושני סלילים עירור נפרדים
2. ספק מתח קבוע (230V)
3. ספק מתח משתנה 0 – 240V
4. מערכת בקרת עמסה
5. ממשק חיבור למדידה מתחים זרמים וכח מכני
6. גגד משתנה

חיבורים שונים במנוע זרם ישר:

במנוע 2 סטים של סלילים :

1. סליל העוגן אלו הם הסלילים המחוברים לרוטור ומסתובבים ישר עם המנוע. (רוב ההספק החשמלי מועבר לסלילים אילו)
 2. סליל עירור הנקרא גם סליל שדה. סלילים אלו הם סטאטיים ומחוברים לסטאטור תפקיד של סלילים אלו לייצר שדה מגנטי. האיטראקציה בין השדה המגנטי לזרמים בסלילי העוגן היא שיוצרת כוחות ומומנטים.
- יש שני סטים של סלילי עירור :**
1. סליל שנועד לחיבור טורי ומאופיין בהתנגדות אוהמית נמוכה
 2. סליל שנועד לחיבור מקבילי ומאופיין בהתנגדות אוהמית גבוהה

מנוע DC עם עירור מקבילי

במנוע DC עם עירור מקבילי (Shunt connected motor) סלילי העוגן וסלילי השדה מחוברים במקביל עם מקור המתח מעגל חשמלי עיקרוני של מנוע DC עם עירור מקבילי

V הנו מתח הספק E הינו כח אלקטרומניע מושרה L השראות עצמית של סלילי השדה $\emptyset$ שתף מגנטי במעגל העוגן
הגודל E (המתח המושרה בסלילי העוגן כתוצאה מתנועה בשדה מגנטי) הינו יחסי לשטף המגנטי $\emptyset$ ולמהירות המנוע N

$$E = K_E \cdot \emptyset \cdot N$$

כאשר K_E הוא קבוע שערכו תלוי בסליל השדה זרם העוגן

$$I_a = \frac{V - E}{R_a}$$

R_a התנגדות סלילי העוגן I_a זרם בסלילי העוגן המומנט המיוצר על ידי המנוע ופועל על הרוטור הינו יחסי לשטף ויחסי לזרם בסלילי העוגן באופן הבא :

$$T = K_T \cdot \emptyset \cdot I_a$$

כאשר K_T הוא קבוע התלוי במאפיינים של סלילי העוגן בתנאי מצב מתמיד ללא עומס וכאשר מזניחים את החיכוך הקיים במנוע (וכאשר מניחים כי המנוע פועל ללא הפסדים כלל) המומנט הפועל על הרוטור הינו אפס ומתוך כך גם הזרם בסלילי העוגן I_a צריך להיות 0 מכאן נובע שבמצב מתמיד ללא עומס נקבל :

$$V = E = K_E \cdot \emptyset \cdot N$$

יש להבין כי עבור מתח קבוע אם השטף המגנטי קטן אז המהירות גדלה (יחס אפוך) עד שהמנוע מגיע לשיווי משקל חדש בו המהירות היא קבועה.

שינוי מהירות במכונה לזרם ישר:

חשוב להבין כיצד המהירות משתנה בעקבות שינוי העומס (כאשר מתח הספקה הינו קבוע). במנוע עם עירור מקבילי השטף אינו תלוי בזרם העוגן. לכן, **כאשר העומס גדל**, זרם העוגן גדל באופן פרופורציונלי לעומס, מה שמוביל לירידה בכח האלקטרומניע המושרה **ולהקטנה של מהירות המנוע** ביחס ישר להגדלה בעומס. השטף הינו יחסי לזרם השדה, **לכן ניתן לבקר את מהירות המנוע על ידי שינוי זרם השדה** (עם מתח הזנה קבוע. את זרם השדה ניתן לשנות על ידי שימוש בגגד משתנה)

הספק ונצילות:

כאשר בודקים ביצועים של מנוע חשמלי, חשוב לבדוק את נצילות המנוע בתנאי עבודה שונים. הנצילות מוגדרת כיחס בין ההספק החשמלי בכניסה וההספק המכני במוצא. במקרה של מנוע עם עירור מקבילי, **ההספק בכניסה** נתון

$$P_{in} = U_f \cdot I_f + U_a \cdot I_a$$

$U_a \cdot I_a$ – מתח וזרם בסליל העוגן.

$U_f \cdot I_f$ – מתח וזרם בסליל העירור.

ההספק המכני במוצא מחושב על ידי :

$$P_{out} = \frac{2\pi \cdot T \cdot n}{60}$$

T - המומנט.

n – מהירות המנוע.

ולכן הנצילות מוגדרת באופן הבא :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \cdot 100 = \frac{\frac{2\pi \cdot T \cdot n}{60}}{U_f \cdot I_f + U_a \cdot I_a} \cdot 100$$



ניסוי מס 15 (8) - גנרטור (מחולל) לזרם ישר

משרד החינוך והתרבות
האגף למדע וטכנולוגיה
הפיקוח על הוראת חשמל-אלקטרוניקה

המרת אנרגיה

ניסוי 8: מחולל לזרם ישר בעירור נפרד

(ביצוע באמצעות צב"ד ממשי)

עליך לבצע את המטלות הבאות:

בדיקה בריקם:

1. למדוד את התנגדות הבידוד בין הסלילים ובין הסלילים לגוף המחולל באמצעות מד התנגדות בידוד.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולמדוד את מתח העוון בתלות בזרם העירור בעליית זרם העירור ובירידת זרם העירור. (מהירות המחולל קבועה)
3. לבנות אופין המתאר את תלות מתח המחולל בזרם עירור בהתאם למדידות שבוצעו בסעיפים 1 ו-2.

בדיקה בעומס:

1. לאמת את התנאים להתעוררות של המחולל.
2. להרכיב את מעגל הניסוי ולמדוד את המתח והזרם בעוון במס' מצבי העמסה. (כאשר זרם העירור ומהירות המחולל קבועים)
3. לחזור על סעיף 2 כאשר המחולל פועל במהירות שונה.
4. לבנות אופין המתאר את תלות מתח המחולל בזרם העוון בהתאם למדידות שבוצעו בסעיפים 2 ו-3.

- להכין דו"ח המסכם את הניסוי, הכולל: תרשים המעגל בניסוי, תוצאות המדידה, החישובים והסקת מסקנות.
- לענות על השאלות שתופנינה אליך על-ידי הבוחן והמתייחסות לניסוי שביצעת.

ב ה צ ל ח ה !

מכונה זרם ישר – מחולל זרם ישר בעירור זר (נפרד)

בניסוי זה נבצע 2 מדידות עיקריות:

1. מדידת מתח (כא"מ) העוגן בתלות בזרם העירור
2. מדידת מתח העוגן בתלות בזרם העוגן (בהעמסות שונות)

מהלך הניסוי:

מדידת תקינות והתנגדות הסלילים במנוע

1. תחילה נמדוד בעזרת רב מודד פשוט את התנגדות סליל העירור וסליל העוגן ונרשום את התוצאות:

$$R_a = \text{_____} \Omega$$

$$R_f (R_e) = \text{_____} \Omega$$

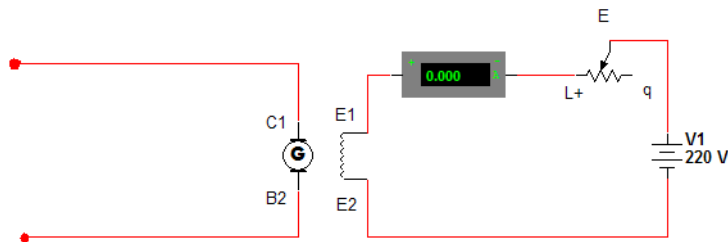
2. מדוד את תקינות המנוע (התנגדות בין סלילי המנוע וגוף המנוע) בעזרת מגר ורשום את התוצאות:

_____ Ω התנגדות בין סליל המנוע לגוף המנוע:

_____ האם הערך תקין?

מדידת כא"מ בתלות בזרם העירור

נרכיב תחילה את המעגל הבא:
נשים לב שיש להפעיל את הבקר במצב גנרטור, כאשר בוררי הויסות מכוונים למהירות קבועה.



סדר הפעולות:

3. נחבר את המנוע על פי תרשים צורת חיבור הנדרשת
4. נפעיל את הבקר במצב גנרטור.

בגלל עקום המגנט (חשל) בעלית הזרם ובהורדת הזרם נקבל תוצאות שונות, לכן נחלק את המדידות ל-2 חלקים, ונשרטט אותם יחד בגרף.

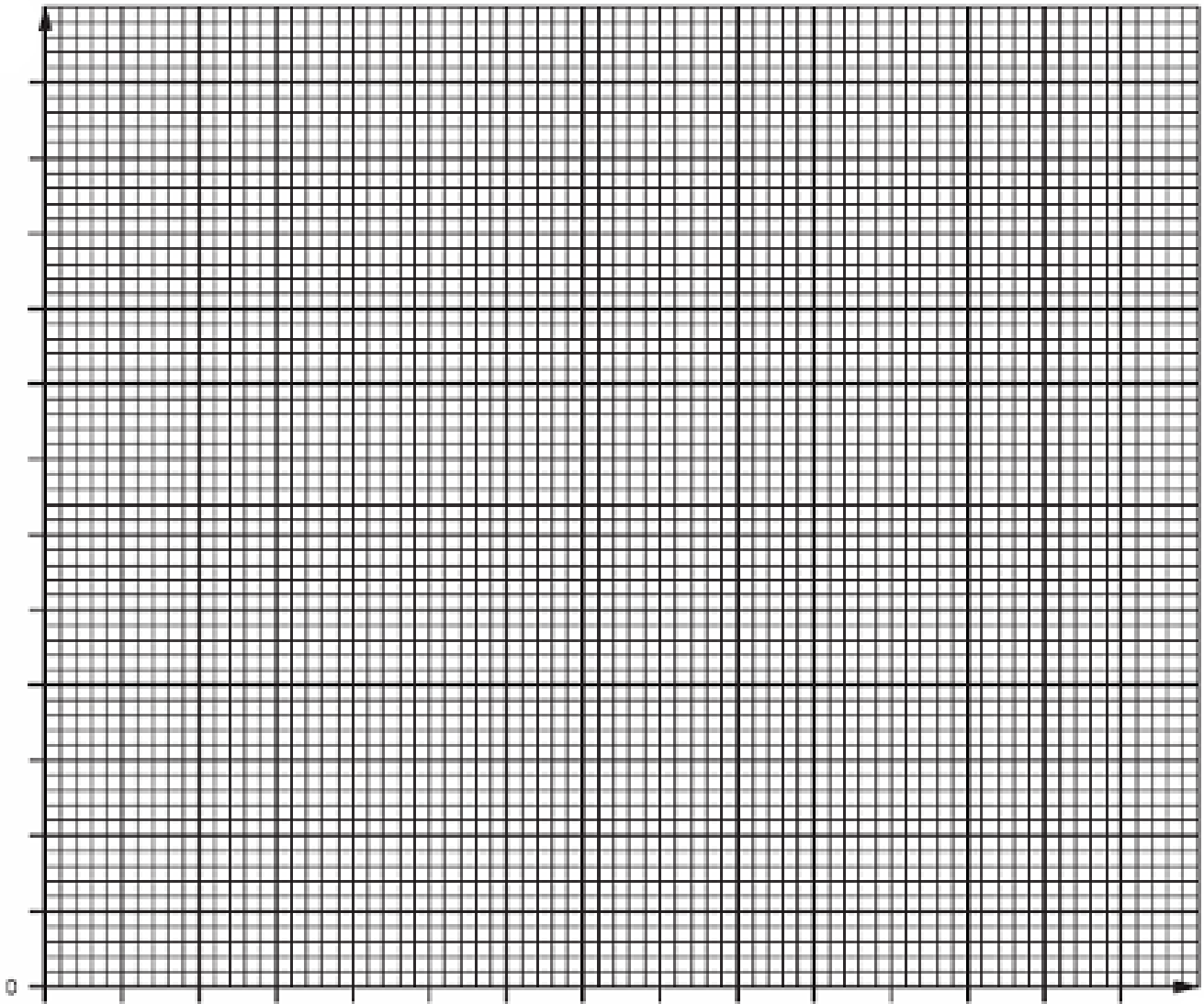
5. נפעיל את הגנרטור במהירות של: _____ סל"ד ונמדוד את הערכים השונים כאשר זרם העירור עולה:

$R(\Omega)$							
I_e או $I_f [A]$							
$E [V]$							

6. נפעיל את הגנרטור במהירות של: _____ סל"ד ונמדוד את הערכים השונים כאשר זרם העירור יורד:

$R(\Omega)$							
I_e או $I_f [A]$							
$E [V]$							

לאחר מכן, נעבד את התוצאות, נעזר בדף המשבצות המצורף בסוף הניסוי ונבנה אופייין של מתח העוגן $E [V]$ כתלות של זרם העירור $I_e [A]$.



מדידת כא"מ זרם העוגן בתלות במהירות גנרטור

מה אנחנו הולכים לעשות:

נמדוד את המתח והזרם בעוגן במס' מצבי העמסה. (כאשר זרם העירור ומהירות המחולל קבועים), נחזור על מדידת המתח והזרם כאשר המחולל פועל במהירויות שונות. ולבסוף, נבנה אופייין המתאר את תלות מתח המחולל בזרם העוגן בהתאם למדידות.

נרכיב תחילה את המעגל הבא:



סדר הפעולות:

7. נחבר את המנוע על פי תרשים צורת חיבור הנדרשת
8. נפעיל את הבקר במצב גנרטור.
9. נפעיל את הגנרטור ב-4 העמסות שונות ונמדוד את הערכים השונים:

מדידה 1:

$n =$ _____ $[R.P.M]$, $I_f =$ _____ $[A]$, $U_f =$ _____ $[V]$

העמסה \	ריקם	נורה אחת	2 נורות	3 נורות
$n [R.P.M]$				
$E [V]$				
$I_a [A]$				

מדידה 2:

$n =$ _____ $[R.P.M]$, $I_f =$ _____ $[A]$, $U_f =$ _____ $[V]$

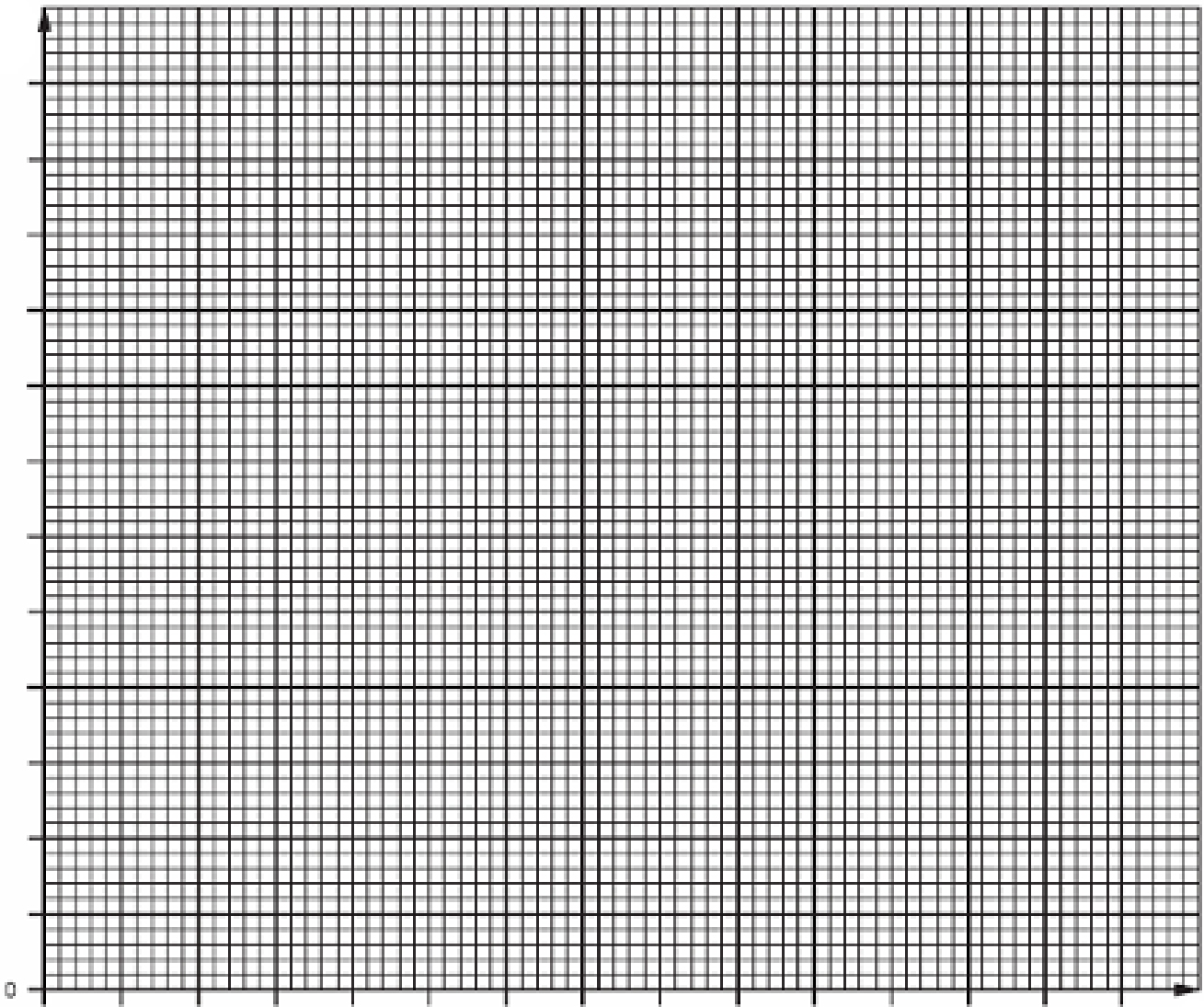
העמסה \	ריקם	נורה אחת	2 נורות	3 נורות
$n [R.P.M]$				
$E [V]$				
$I_a [A]$				

מדידה 3:

$n =$ _____ $[R.P.M]$, $I_f =$ _____ $[A]$, $U_f =$ _____ $[V]$

העמסה \	ריקם	נורה אחת	2 נורות	3 נורות
$n [R.P.M]$				
$E [V]$				
$I_a [A]$				

לאחר מכן, נעבד את התוצאות, נעזר בדף המשבצות המצורף בסוף הניסוי ונבנה אופיין של מתח העוגן $E [V]$ כתלות של זרם העוגן $I_e [A]$ במהירויות שונות



ניסויים בהתקנות ביתיות

- ניסוי מס' 16-** שקע, מפסק יחיד וכפול
מעגל חשמלי הכולל שקע, מפסק יחיד ומפסק כפול, המאפשרים הדלקות של נורות ליבון שנות
- ניסוי מס' 17-** ניסוי מס' 2 בספר -עמודים 17-25
מעגל חשמלי הכולל שני מפסקים מחלפים המאפשרים הדלקה בו-זמנית של נורת ליבון ונורת פלורסנט הממוקמות במקומות שונים (כולל הרכבת החלקים של נורת הפלורסנט)
- ניסוי מס' 18-** אוטומט חדר מדרגות
מעגל חשמלי הכולל 3 לחצנים שונים המאפשרים הדלקה לזמן קצוב של נורת ליבון ממקומות שונים בעזרת אוטומט חדר מדרגות.
- ניסוי מס' 19-** ניסוי מס' 6 בספר עמודים 47-56
חיווט לוח ביתי, הכולל: מאמ"ת ראשי, מפסק פחת, שעון שבת עם מפסק עקיפה, 4 מאמ"תים למעגלים סופיים. (בניסוי זה יש לחבר רק את השעון שבת למפסק ונורה).
- ניסוי מס' 20-** תאורה חכמה.
מעגל חשמלי הכולל 2 לחצני מגע המאפשרים הדלקה של 2 נורות. כולל חיבור הלחצנים, התקנת אפליקציה מתאימה, הגדרת הלחצנים ולמידת השליטה עליהם מתוך האפליקציה.

שאלות כלליות

בחלק זה מובאות שאלות שונות הקשורות בחומר הניסוי. בסיום הניסוי קרא לי וענה על השאלות שאסמן לך מתוך הרשימה.

1. מה תפקיד המא"ז?
2. מה ההבדל בין מא"ז למאמ"ת?
3. מהם ראשי התיבות של מא"ז ומאמ"ת?
4. הסבר מהו אופיין של מא"ז.
5. מהו נתיך, ומה תפקידו?
6. מהם ההגנות שיש במא"ז?
7. שרטט אופיין איכותי של מא"ז ושל נתיך.
8. מהי סלקטיביות?
9. שרטט באותו גרף אופיינים של מא"ז ונתיך המקיימים סלקטיביות ביניהם.
10. רשום 5 שיטות של הגנה מפני התחשמלות.
11. מהי הארקת שיטה?
12. מה זה הארקת יסוד?
13. מהי הארקת הגנה?
14. שרטט חיבורים של הגנת הארקה.
15. מהו פס השוואת פוטנציאלים?
16. האם מותר לחבר 2 מכשירים לשנאי מבדל? הסבר מדוע.
17. הסבר את שיטת ההגנה של שנאי מבדל.
18. מה תפקיד הפחת?
19. כיצד עובד הפחת?
20. שרטט כיצד נראה הפחת מבפנים.
21. מה הבעיה בהתנעת מנוע?
22. רשום 3 שיטות להתנעת מנועים.
23. מהו חיבור כוכב משולש? שרטט כיצד זה נראה.
24. שרטט שרטוט מעשי של מעגל להדלקת מנורה מ-2 מקומות שונים.
25. שרטט שרטוט מעשי לחיבור שעון שבת.
26. שרטט שרטוט מעשי לחיבור אוטומט חדר מדרגות.
27. מהם צבעי המוליכים לפי התקן הישראלי החדש?
28. מהו מעגל סופי?
29. מהו זרם נקוב, זרם יתר וזרם קצר?
30. הגדר מהו קצר חשמלי.
31. מהי הגנה תרמית? וממה היא מגנה?
32. מהי הגנה מגנטית? וממה היא מגנה?
33. מהם סוגי המא"זים? ולמה כל סוג מתאים?
34. במה תלוי זרם התחשמלות?
35. היכן ממוקם ממסר פחת בלוח החשמל?
36. מהי לולאת תקלה?
37. הגדר בקצרה: מתח גבוה, מתח נמוך, מתח נמוך מאד.
38. באלו שיטות הגנה אסור לחבר הארקת הגנה?
39. הסבר את שיטת ההגנה של בידוד כפול.