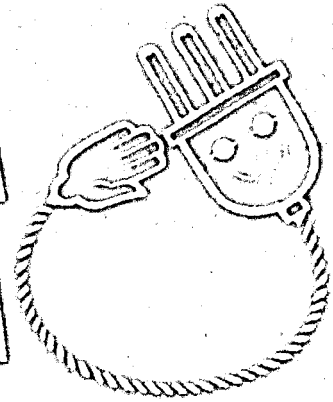
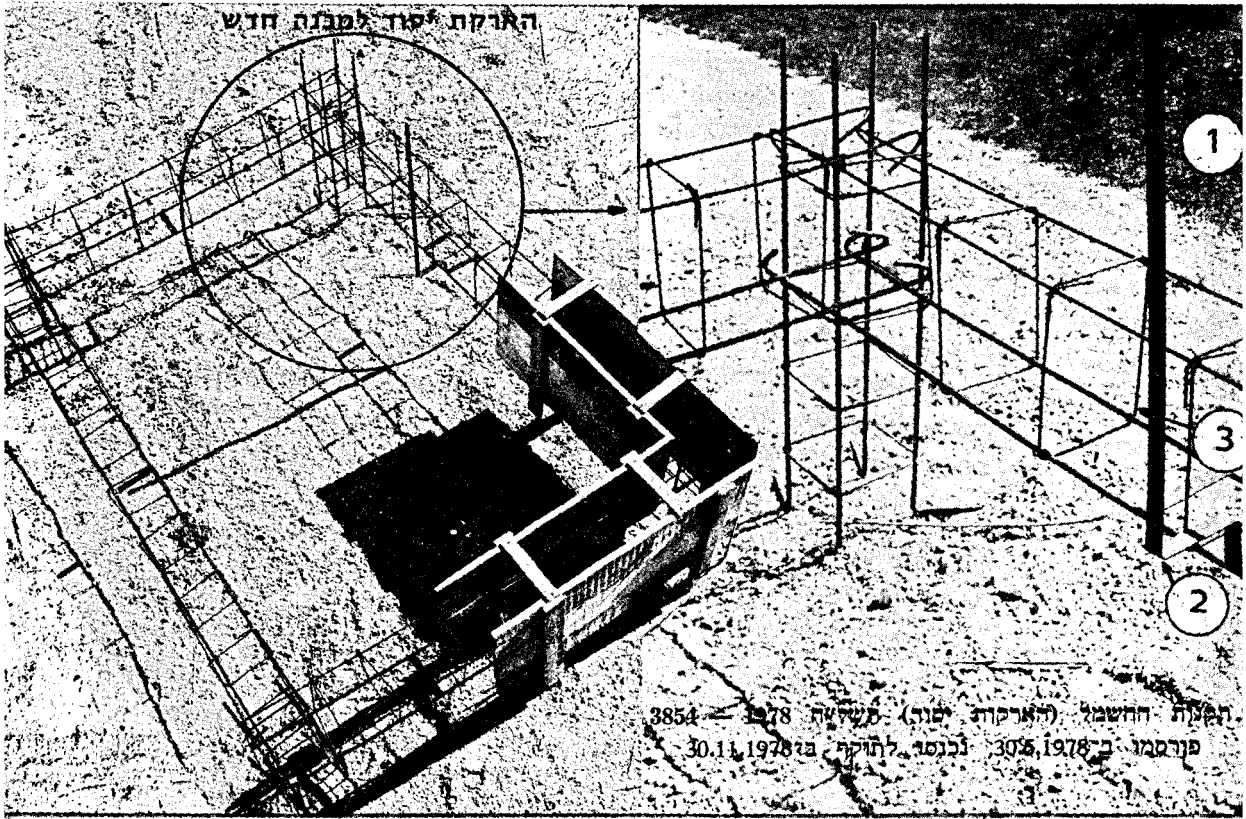


התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם
בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ

האריות יקוד למסנה חדש



תפילת החשמל (האריות יקוד) לשנת 1978 - 3854
פנרסמו ב-30.6.1978 ובנסו לתוקף ב-30.11.1978

תוכן העניינים

3	מקדם החספס — 0.92	
3	פעילויות הדרכה בנושא הארקות יסוד	
4	מועדון יעוצי החשמל	
5	פורום עם נציגי החשמלאים	
5	הכנס הבינלאומי על כבלים	
5	סדרה חדשה של מועדוני „התקעה-המצדיע“	
5	ימי העיון המרכזיים	
6	מכתבים למערכת	
	שיא הביקוש — מהותו, מדידתו והשלכותיו לגבי ייעול משק-החשמל	
7	במתקן הצרכן	
15	התנעת מנועים	
20	מידע לחשמלאים	
22	ציוד חשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות	
	מדור מודעות — שרות פרסומי	
	הכנס הבינלאומי על כבלים (ספטמבר 1978) — תמצית דעות	
23	המומחים מחו"ל, הערות והארות	
28	מצברי ניקל-קדמיום — מצברים לשימושים מקצועיים	
32	חזון השלום ופיתוח מערכת החשמל	
33	מנועים המשמשים במוצרים ביתיים	
41	תוכנית לימודים „השתמש בחשמל בתבונה“	
41	חוברת הדרכה על הערכות לייעול וחיסכון במשק החשמל אצל צרכנים	
42	קטעים מהדו"ח השנתי של חברת-החשמל לשנת 1977/78	

העורך :

א. לייטנר

המערכת :

צ. אביתר, י. בלבל, מ. זיסמן,

ל. יבלונובסקי, ד. ספורן, י. פישר,

נ. פלג, ג. פרבר

מנהלה :

ש. וולפסון

תסדיר וביצוע :

מ. צירון

כתובת המערכת :

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת. ד. 25, תל-אביב — 61000

טלפון 03*625963

הדפסה :

דפוס ואופסט נורמן, חיפה.

בשער : דגם מיתקן לארקת יסוד למבנה חדש המותקן במדרשת רופין.

1. — מוליך חיבור בין טבעת הגישור

2. — חיבור עלייני ריתוך.

3. — טבעת הגישור. ברזל עגול

פס ברזל 3.5×30 מ"מ לפחות. בקוטר 10 מ"מ לפחות.

המערכת איננה אחראית לתוכן המודעות שהן על אחריותם של המפרסמים.

☆ מקדם ההספק — 0.92

מתקרב והולך מועד כניסתם לתוקף של תעריפי החשמל המחמורים, המתייחסים למקדם ההספק, החל מ-1.479 תחול בענין מקדם ההספק ההוראה הבאה — המעוגנת בכללים לאספקת החשמל לצרכנים ובתעריפי החשמל שאושרו על ידי שר האנרגיה והתשתית: —
 • על הצרכן לנקוט בכל האמצעים הדרושים על מנת להבטיח שמיתקנו יפעל במקדם הספק שלא יהיה פחות מ-0.92 בכל זמן שהוא.

במקרה שמקדם ההספק יהיה באיזה זמן שהוא פחות מ-0.92, ישלם הצרכן, גוסף על המחירים הרגילים, הוספה כלהלן: מבלי שתשלום זה יפטור אותו מן ההתחייבות לנקוט בכל האמצעים כדי להביא את מקדם ההספק ללא פחות מ-0.92;

(א) במקרה שמקדם ההספק יהיה לא פחות מ-0.80 — הוספה בשעור של 1% מן המחיר בעד כל 0.01 ממקדם ההספק החסר להשלמת מקדם ההספק עד 0.92;

(ב) אם מקדם ההספק יהיה פחות מ-0.80 אך לא פחות מ-0.70 — הוספה בשעור של 1.25% מן המחיר בעד כל 0.01 ממקדם ההספק החסר להשלמת מקדם ההספק עד 0.92;

(ג) אם מקדם ההספק יהיה פחות מ-0.70 — הוספה בשעור של 1.5% מן המחיר בעד כל 0.01 ממקדם ההספק החסר להשלמת מקדם ההספק עד 0.92.

בטבלה הבאה מובאות דוגמאות של אחוזי ההוספה (התשלום בעד מקדם הספק נמוך) לפי התעריף החדש בהשוואה לתעריף הישן.

מקדם ההספק	0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.92
% ההוספה (החל מ-1.977) עד 31.3.79	52.50	45	37.50	30	18.75	12.50	5	0	0	0
% הוספה (החל מ-1.479)	63	55.5	48	40.50	27.50	21.25	12	7	2	0

המחלקות הטכניות המחוזיות של חברת החשמל פועלות במלוא המרץ, כדי להביא לידיעת הצרכנים שמקדם ההספק שלהם נמוך, את דבר הצורך לפעול לשיפורו כנדרש. צוותים טכניים של המחלקות הטכניות עוזרים בייעוץ עקרוני לצרכנים הללו. עם כל האמור לעיל יש לחזור ולהדגיש כי, בסופו של דבר, האחריות לנושא מקדם ההספק היא על הצרכן עצמו ולפיכך, נראה לנו קצת מחובתם של החשמלאים והמהנדסים היועצים להביא את הענין — בכל חומרתו — לידיעת הצרכנים אשר בתחום טיפולם. ניתן, כמובן, להעזר בעלוני ההסברה/ההדרכה שהוצאו על ידי חברת החשמל ואשר אפשר לקבלם בכל משרדי החברה העוסקים בקבלת קהל.

☆ פעילויות הדרכה בנושא הארקות יסוד

עם כניסתם לתוקף של תקנות החשמל העוסקות בהאיקות יסוד (קובץ התקנות 3854 תשל"ח 1978) ביום 30.11.1978, חלה חובת הארקה היסודית של כל מבנה שיסודותיו באדמה הוקמו לאחר תאריך זה.

הגנו חוזרים ומדגישים כי מאחר והאחריות על קיום הדרישות שבתקנות מוטלת באופן חד-משמעי על החשמלאי, שהיה אחראי לביצוע מתקן הארקה היסוד לפי תוכנית של מתכנן מתקן החשמל של המבנה, מחייב הדבר את החשמלאי למעורבות פעילה כבר בשלבים של יציקת יסודות המבנה.

בהמשך למאמרים בעלונים הקודמים ולסדרת מועדוני "התקע המצדיע" שהוקדשה לנושא "הורצה" בכל האזורים, נערכו לאחרונה 2 פעולות מרכזיות גוספות:

● ביום 30.11.1978 התקיים בבית סוקולוב בת"א, יום עיון בנושא „הארקות יסוד”. יום עיון זה אורגן על ידי משרד השיכון והבינוי במטרה להביא לתודעת הצוותים של המשרד את מכלול האספקטים השונים של הארקות יסוד.

ביום העיון השתתפו למעלה מ־160 אנשי חשמל, קונסטרוקציות, בנין, מפקחים, מרכזים איזוריים ויועצי חוץ. המשתתפים שמעו את הרצאתו של מר נ. פלג מחברת החשמל שהסביר (בעיקר לאלה שאינם משתייכים למקצוע החשמל) את הסיבות שהביאו לצורך בחיוב התקנת הארקות יסוד (העלמות צנרת המים המתכתית, למשל), את תכונות הארקות היסוד הן כאלקטרודה בפני עצמה והן לצורך הבאת המבנה למצב שבו יהווה „כלוב פארדיי” שבו לא יופיעו הפרשי פוטנציאלים גם במקרה של תקלה.

דגש מיוחד הושם על הסבר נקודות מסוימות הנדרשות בחוק וכן על הצורך בשינוי תנאי פעולה בין אנשי המקצועות השונים הן בזמן התכנון (חשמל, קונסטרוקציות ובנין) והן בזמן הביצוע בשטח (ברזלנים, חשמלאים, מפקחים וכו').

ההרצאה היתה מלווה בשאלות עירניות של המשתתפים ביחס לאספקטים מעשיים המתייחסים לביצוע הארקות היסוד ותשריבות.

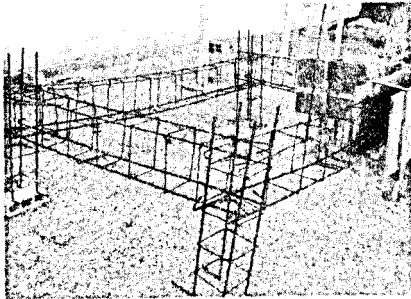
מטעם משרד השיכון והבינוי ניתנו הנחיות בהקשר להכללת נושא הארקות היסוד בחוזים, ברשימת הכמויות וכו'.

● לאחרונה התקיים במדרשת רופין, קורס לחשמלאים בנושא „הארקות יסוד”. קורס זה, שארך 3 ימים ושהשתתפו בו 17 חשמלאים מההתיישבות העובדת, התקיים בתנאי פנימיה. חומר הלימודים כלל:

- לימוד תקנות החשמל בדבר הארקות יסוד.
- ריתוך — בטיחות, תיאוריה ועבודה מעשית.
- קריאת תכניות קונסטרוקציה.
- מדידת הארקות בשטח (שימוש במגרי אדמה).

מאחר ומספר המשתתפים הוגבל מחמת תוכנית הלימודים שכללה גם הדרכה ועבר דה מעשית בריתוך ובמדידות, ולאור ההתיישבות הרבה בנושא מצד חשמלאים רבים (נרשמו למעלה מ־80 איש), הוחלט לקיים בקרוב מספר מחזורים נוספים.

תוכנית הלימודים של הקורס אושרה ע"י משרד העבודה והמשתתפים שיעמדו בו בהצלחה יקבלו תעודות מתאימות.



מידע נוסף בנושא, מטעם חברת החשמל, ניתן לקבל על ידי פניה ישירה אל יחידת הרשת הארצית בחברת החשמל (חיפה ת.ד. 10) ואל מחלקות הצרכנים הטכניות המחוזיות של החברה.

✦ מועדון יועצי החשמל

במסגרת הפעולות לשיפור התקשורת ההדדית בין חברת החשמל וציבור אנשי המקצוע הופעל לאחרונה כלי־קשר נוסף — מועדון יועצי החשמל. מטרת המועדון לאפשר ליועצים, הנמצאים במערכת של יחסי גומלין עם חברת החשמל, לשמוע את נציגי הנהלת החברה ולהשמיע את חוות דעתם ומשאלותיהם כלפי החברה במיגוון הנושאים המשותפים: תקשורת, תקנות, תעריפים, כללי רשת וחל"ב, כללי אספקה ועוד.

המפגש הראשון של המועדון התקיים בתל־אביב ביום 5.12.78. מטעם חברת החשמל נשאו דברי פתיחה מר י. טראוב מנהל האגף המסחרי, מר ד. גלעדי מנהל מחוז דן (שהיה המחוז המארח) ומר מ. זיסמן סגן מנהל המחוז לעניינים טכניים.

השתתפו במפגש כ־40 מהנדסים יועצים בכירים כשמוles התייצבה "סוללה" של ממלאי תפקידים בכירים בחברת החשמל.

מפגש שני יתקיים בחיפה ב־24.1.1979.

כתוצאה מחילופי הדעות, ההשגות והמשאלות שהובאו על ידי המהנדסים היועצים שהשתתפו במפגש, סוכם כי במסגרת "התקע המצדיע" יופעלו פורומים מצומצמים לליבון בעיות קונקריות

בעניינים טכניים, בעניינים מסחריים ובעניינים אדמיניסטרטיביים.
מהנדסים יועצים המעוניינים להשתתף בפורומים המצומצמים שיופעלו בקרוב, מוזמנים לפנות אל מערכת "התקע המצדיע".
בעיות שילובנו במסגרת הפורום המצומצם יובאו לידיעת כלל ציבור היועצים באמצעות ביולטין קבוע שישלח אליהם.

✧ פורום עם נציגי החשמלאים

בכוונת חברת החשמל להקים בקרוב "פורום חשמלאים" אליו יוכלו להצטרף חשמלאים המעוניינים להשמיע דעתם המוקצועית, באוזני חברת החשמל, בעניינים עקרוניים ומעשיים.
כל חשמלאי המעוניין להשתתף בפורום האמור, מתבקש לפנות אל מערכת "התקע המצדיע" כדי שאפשר יהיה להזמין.

✧ הכנס הבינלאומי על כבלים

כנס הבינלאומי על כבלים שתוכנן, אורגן ובוצע על ידי הסניף הישראלי של I.E.E וחברת החשמל — בהתאם למתוכנן (הרצליה 20²¹/9/78) — השתתפו כ־300 איש. (מהנדסים יועצים העוסקים בתכנון מתקני כבלים, מהנדסי אחזקה ותפעול ממפעלים שונים, מהנדסים מחברות העוסקות בייצור כבלים ואבוריהם, ומהנדסים ממחלקות שונות בחברת החשמל הקשורים בנושא הכבלים).

לאחר דברי ברכה ופתיחה של מר א. עמיעד מנכ"ל חברת החשמל ומר א. גוראל הנציג הבינלאומי של I.E.E בישראל, התקיימו ההרצאות שסקירתם מובאת ברשימתו של ד"ר ג. סורוצקין בחוברת זו.
כתוצאה מהצלחת הכנס ושיתוף הפעולה בין I.E.E ו"התקע המצדיע" הוחלט לקיים כנס בינלאומי נוסף שיתוכנן ויאורגן על ידי 2 הגופים הנ"ל.
התאריך המוצע לכנס הבא הוא אוקטובר 1979.
הועדה המארגנת גענתה לבקשתו של מר גוראל, שנבחר כידוע לתפקיד ראש עיריית חיפה, לקיים את הכנס בחיפה!

✧ סדרה חדשה של מועדוני "התקע המצדיע"

לאחר הסדרה הראשונה של מועדוני "התקע המצדיע" באיזורים שהוקדשה לנושא "התקנת קבלים לשיפור מקדם ההספק" והסדרה השניה שהוקדשה לנושא "התקנת הארקות יסוד — התקנות והטכנולוגיה",

הסדרה השלישית תוקדש לנושא "התנעת מנועים (חד-מזיים ותלת-מזיים) ואיכות האספקה".

המועדון הראשון יתקיים בנהריה ביום רביעי 31.1.1979

המועדון השני יתקיים בחדרה ביום רביעי 7.2.1979

חשמלאים המעוניינים לקבל הזמנות מפורטות למועדוני הסדרה השלישית מתבקשים לפנות למשרד האיזורי של חברת החשמל הקרוב למקום מגוריהם.

✧ ימי העיון המרכזיים

ב־31.10.1978 הסתיימה סדרת ימי העיון המרכזיים מס' 5 במפגש שהתקיים בחיפה ב"דן כרמל" השתתפו כ־150 איש.

את הרצאת הפתיחה הגיש מר ש. הוד מנהל מחוז הצפון.

את ההרצאות המקצועיות הגישו ה"ה: א. ונגרקו (בידוד תרמי), א. פטקין (חידושים בכבלים), י. רבהון (טכניקות חדישות בתחנות טרנספורמציה פנימיות), ג. פרבר (בטיחות בתחנות טרנספורמציה), י. גת (חברת החשמל ואיכות הסביבה).

הסדרה החדשה של ימי העיון המרכזיים תתקיים במקומות ובתאריכים כדלקמן:

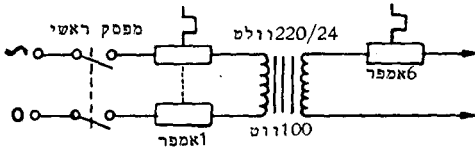
תל-אביב	28.3.1979
חיפה	25.4.1979
ירושלים	23.5.1979
באר שבע	27.6.1979

ההרצאות הפעם תוקדשנה למיגוון של נושאים הנוגעים לבעיות שיא הביקוש, תאורת חוץ, התנעת מנועים, אספקה מנגרטוריים פרטיים.

מפתחים / מערכת

הגנה על שנאים

מפעלנו מייצר מרכיבים פנאומטיים וחשמליים אשר להפעלתם נחוצה הזנת חשמל. רוב הפעולות הן במתח חילופין 24 וולט.
 סכימת החשמל בכניסה מתוארת בתרשים שלהלן:



מהתרשים אנו רואים כי קיימת, בהתאם לדרישות המקובלות, הגנה לפני השנאי וכן קיימת הגנה נוספת אחר השנאי. מובנת לי הדרישה להגנה לפני השנאי. לגבי ההגנה שאחרי השנאי הסיבה המצדיקה את הדבר, היא הטענה שהקצר בא מהרשת, "ועולה" לקראת שנאי חברת החשמל וההגנה אחרי השנאי תגן עליו, "מאחורי".

האם הדרישה להגנה משני צידי השנאי מוצדקת או שאפשר לוותר על ההגנה המותקנת אחרי השנאי?

חיים קארן, קבוצת נבע תפקידה של ההגנה בכניסה לשנאי הוא לנתק את השנאי במקרה של קצר ליפופים בסליל הראי-שוני או פריצה לאדמה בין הסליל הראשוני לגוף. ההגנה ביציאה מהשנאי מיועדת להגן על הסלילים ועל מוליכי היציאה מפני עומס יתר ו/או קצר בצד המשני.
 לפיכך נראה כי יש מקום לדרישה ל-2 הגנות.

עדיבו רשימת מינויי "התקע המצדיע"
 הננו מפנים את תשומת לב הקוראים כי חוברת זו (מס' 21) היא הראשונה שאיננה נשלחת בחינם אל כל החשמלאים בארץ, אלא רק אל אלה אשר נרשמו כמינויים בהתאם להסדר עליו הודענו בחוברות מס' 20, 19.
 הוראת תשלום עבור החוברות 21—22—23—24 תשלח — לפי בקשה — אל כל חשמלאי שיפנה אל המערכת (בכתב או בטלפון) ולאחר התשלום כבנק, בהתאם להוראות, יהיה כרטיס המינוי ברתוקף.

מי מפקח מקבלים?

בהתחשט לכתבה שפרסמתם בחוברת, "התקע המצדיע" מס' 20, יולי 1978, תחת הכותרת "מי מפקח מקבלים", קראתי את הכתבה בעיון רב, הסיעף הדין בתהודה בין הקבלים והשנאי משך את תשומת ליבי באופן מיוחד.

בהרצאות שונות וימי עיון רבים דובר על הצורך בהתקנת בקרי מקדם-הספק על מנת למנוע תהודה אפשרית בין הקבלים והשנאי — למקרה שהעומס נמוך מאד ונע בין קבולי להשראתי. לדעה זאת היה שותף המהנדס היועץ של מפעלנו, ובשל כך הומלץ על ידו להתקין בקרי מקדם הספק בכל אחד מ-16 הלוחות הראשיים הנמצאים בפולגת-בגיר. ההשקעה היתה גדולה מאד, וההתקנה חיייבה את הפסקת העבודה במפעל.

משקראתי את הכתבה האמורה, בה נכתב במפורש, שאין לחשוש מתהודה בין קבלים לשנאי, אלא עם הספקם מגיע לכדי שני שליש מהספק השנאי (ובפולגת אין הדבר כך), התעורר בי הספק בכדאיות ההשקעה הגדולה שהשקיע המפעל. הקבלים בלוחות התופעות היו מחוברים דרך מפסקים ונתיכים — באופן קבוע, האם היתה זאת שיטה טובה? אם כן, מדוע הומלץ בכל יום עיון בנושא כופל הספק להתקין בקרים לוויסות מקדם הספק?

אמיר אילן, פולגת קרית-גת.

הדרישה לפיקוד אוטומטי על קבלים לשיפור מקדם ההספק נובעת פחות מהחשש לתהודה, ויותר מתוצאות אפשריות אחרות של מטטר עבודה במקדם הספק קיבולי. בנוסף לאיבודים שיהיו כאשר מקדם ההספק הוא קיבולי (וכאן למעשה אין הבדל משמעותי באיבודים בין מקדם הספק ירוד השראתי או קיבולי) אלא גם בגלל הבעיה שמקדם הספק קיבולי גורם לעליית מתח הדקי היציאה של השנאי. מאחר ויש לצפות לתופעות כאלו בעיקר בשעות הלילה שאז ממילא המתח קצת יותר גבוה, הרי התוספת של עליית מתח בגלל מקדם הספק קיבולי עלולה לגרום לנזקים שבאים לידי ביטוי, בקיצור אורך החיים דווקא של אותם מכשירים הנשארים מחוברים במשך הלילה, כגון נורות.

שיא הביקוש - מהותו, מדידתו והשלכותיו לגבי ייעול משק החשמל במתקן הצרכן

אינג' פ. קישיניאבסקי

הפרמטרים המאפיינים את צריכת החשמל של הצרכן

ניתן לתאר את אופיה של צריכת החשמל במגזרי צריכה שונים (תעשייתי, מסחרי-ציבורי, שאיבת מים) על ידי מספר פרמטרים:

- (א) מספר שעות העבודה ביממה.
- (ב) עונתיות.
- (ג) מקדם אי האחידות של עקומת העומס היומית.
- (ד) מקדם העומס היומי.
- (ה) מספר שעות השימוש בשיא העומס — בתקופה (שנה, חודש).

✧ מספר שעות העבודה של צרכן חשמל

ישנם צרכנים אשר משתמשים במערכת החשמל שעות ספורות ביממה ויש אחרים אשר משתמשים במשך כל שעות היממה.

אצל צרכני התעשייה מקובל לחלק את צרכני החשמל ל-3 קבוצות בהתאם למספר משמרות העבודה (מש-מרת אחת, שתי משמרות, שלוש משמרות).

✧ עונתיות

גורם נוסף אשר משפיע על השינויים בגודל צריכת החשמל הוא העונתיות.

יש צרכני חשמל אשר צריכת החשמל שלהם היא אחידה למדי במשך חודשי השנה (תעשיות כימיות, תעשיות מלט וכ'').

ישנם צרכנים אשר צריכת החשמל שלהם משתנה בצורה דרסטית בין עונה לעונה (למשל: בתי מלון). ישנם צרכנים אשר עובדים רק חלק מחודשי השנה, כאשר בשאר החודשים צריכת החשמל אפסית (מנ"פסות, מתקני שאיבת מים, השקייה) (ראה תרשים מס' 1).

✧ צרכני החשמל צורכים אנרגיה חשמלית ברמות שונות של ביקוש.

רמת הביקוש — אשר אינה צמודה בהכרח לצריכת האנרגיה החשמלית — גורמת לעלויות משמעותיות במערכת הייצור הארצית, בגלל הצורך בהערכות מתאימה לשם כיסוי שיאי הביקוש.

✧ במגזרי צריכה שונים כגון: תעשייה, שאיבת מים והמגזר המסחרי-ציבורי — קיימים מספר תעריפים אלטרנטיביים לצורך תשלום עבור צריכת החשמל. בחלק מהתעריפים האלטרנטיביים הללו התשלום בעד החשמל מושפע מהביקוש המירבי של הצרכן (שיא הביקוש החודשי, שיא הביקוש השנתי).

✧ בארץ קיימים כ-4600 צרכנים אשר משלמים בעד החשמל לפי תעריפים הכוללים מרכיב של שיא ביקוש.

צריכת החשמל הכוללת של צרכנים אלה שהיתה כ-4300 מיליוני קוט"ש בשנת 1977/78, מהווה כ-45% מצריכת החשמל הכוללת בארץ וכ-70% מצריכת החשמל במגזר התעשייתי, ציבורי-מסחרי ו שאיבת מים.

הקטנת שיא הביקוש אצל הצרכנים תביא בדרך כלל להקטנת תשלומים בעד החשמל. להקטנת שיא הביקוש אצל הצרכנים הנ"ל תהיה קרוב לודאי השפעה משמעותית בהקטנת שיא הביקוש במערכת כולה.

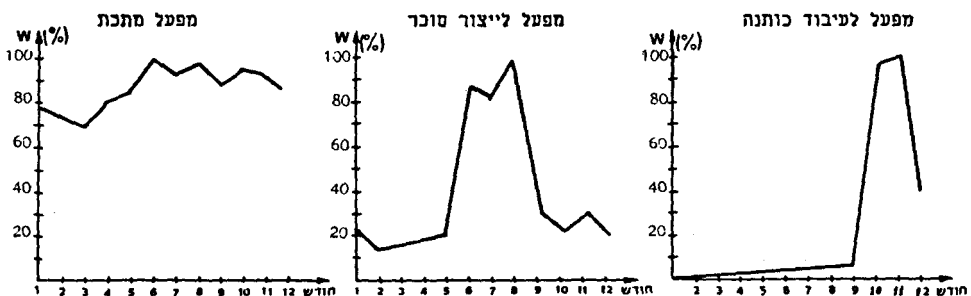
הקטנת שיא הביקוש במערכת הארצית הנגזר ל:— (א) הקטנה בשעות הניצול של תחנות כח פחיות יעילות.

(ב) הקטנת האיבודים במערכת ההעברה והחלוקה.

(ג) שיפור איכות האספקה והגדלת אמינות המערכת.

(ד) אפשרות לדחית הצורך בהקמת תחנות כח נוספות — מיתון קצב הבניה.

תרשים מס' 1
דוגמאות להשתנות צריכת החשמל במשך השנה אצל צרכנים מסוגים שונים



מקדם העומס תלוי באחידות עקומת העומס היומית
 מהד, ומספר שעות עבודת הצרכן ליממה מאידך.
 מקדם העומס שואף ל-1 כאשר הצרכן הוא בעל
 עקומת עומס אחידה למדי במשך כל שעות היממה.

✧ מספר שעות השימוש במכסימום העומס

מספר שעות השימוש במכסימום העומס (h) מבואט
 על ידי היחס שבין צריכת החשמל בתקופת זמן (W_t)
 לבין העומס המכסימלי (P_{max}) באותה תקופה:

$$h = \frac{W_t}{P_{max}}$$

את מספר שעות השימוש במכסימום העומס (להלן -
 שעות השימוש) מקובל ליחס לשתי תקופות:
 חודשי, שנתי.

מספר שעות השימוש במכסימום העומס משפיע על
 העלויות במערכת הייצור הנגרמות על ידי הצרכן.
 ככל שגדלות שעות השימוש של צרכן כלשהו, קט-
 נות יחסית - העלויות במערכת הייצור שנגרמות
 על ידי אותו צרכן.

שעור שעות השימוש תלוי באחידות עקומת העור-
 מס, במספר שעות העבודה של הצרכן ביממה ובמספר
 ימי העבודה בתקופת זמן (חודש או שנה) - ראה
 טבלה מס' 1.

✧ מקדם אי האחידות של עקומת העומס היומית

עקומת העומס של צרכן חשמל היא בדרך כלל בעלת
 צורה בלתי אחידה כאשר העומס משתנה במשך שעות
 היממה ומגיע לשיא או לשפל בשעות מסוימות (ראה
 תרשים מס' 2) מקדם אי האחידות (K) של עקומת
 העומס היומית מבטא את היחס בין העומס המיני-
 מלי והמכסימלי של הצרכן במשך היממה.

$$K = \frac{P_{min}}{P_{max}}$$

ככל שמקדם אי האחידות מתקרב ל-1 עקומת הי-
 עומס של הצרכן אחידה יותר.

✧ מקדם העומס היומי של הצרכן

מקדם העומס היומי α מבואט על ידי היחס בין
 העומס הממוצע (P_{α}) ל-24 שעות ביממה לבין העור-
 מס המכסימלי (P_{max}) באותה יממה.

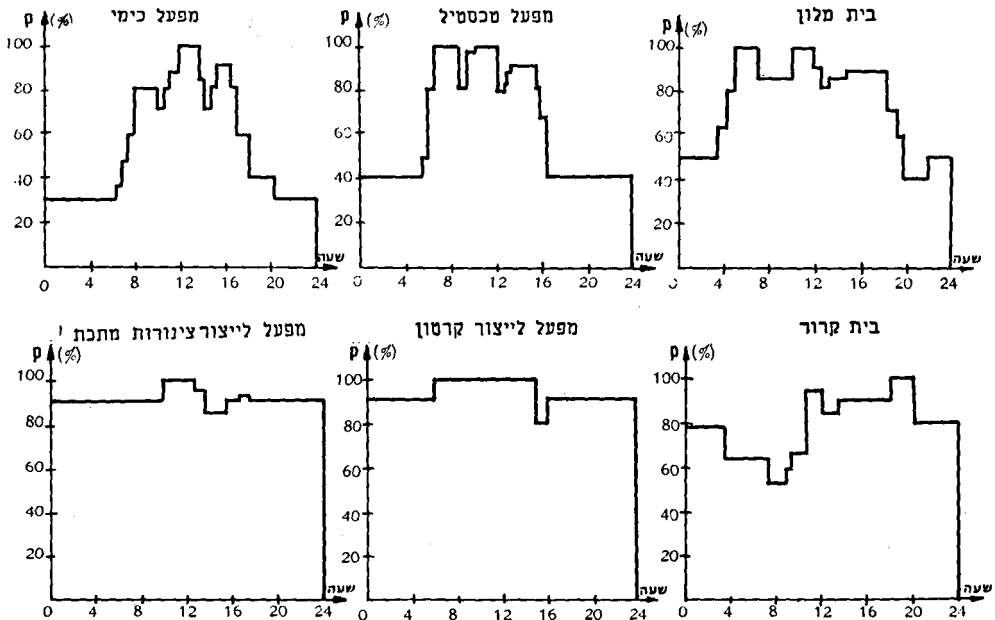
$$\alpha = \frac{P_{\alpha}}{P_{max}}$$

את מקדם העומס היומי α ניתן לבטא גם כיחס
 שבין צריכת החשמל ביממה (W_d) בקוטי"ש - לבין
 העומס המכסימלי (P_{max}) כפול 24 שעות.

$$\alpha = \frac{W_d}{P_{max} \cdot 24}$$

תרשים מס' 2

דוגמאות על עקומות עומס יומיות של צרכנים שונים



טבלה מס' 1

שעות-שימוש שנתיות בשיא העומס במפעלי תעשיה מסוגים שונים (בממוצע)

שעות-שימוש שנתיות בשיא העומס	סוג התעשיה
4500	טקסטיל
3000	ייצור נעלים
7500	כימיה
6000	נייר
5900	עיבוד מתכות
4700	אבן וסיד
5000	מזון
7800	מלט
6500	ברזל ופלדה
4300	ציוד חשמלי

הערה: המספרים נלקחו מספרות מקצועית.

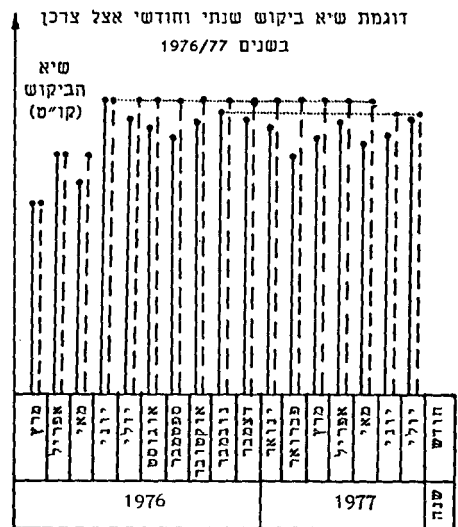
שיא הביקוש

אחד המאפיינים העיקריים לצריכת החשמל של הצרכן הוא העומס המכסימלי שלו (P_{max}) בת-קופת זמן.

הגדרת העומס המכסימלי הנמדד על ידי מערכת המנייה של חברת החשמל מתייחסת למכסימום בין העומסים הממוצעים במשך רבע שעה שנמדדו באופן מחזורי בתקופת זמן (חודש, שנה).
 ✕ שיא ביקוש חודשי: — מתייחס לתקופת מדידה של חודש.

✕ שיא ביקוש שנתי: — מתייחס לתקופה של שנה, הכוללת את החודש הנידון ו-11 החודשים שקדמו לו.

תרשים מס' 3



— שיא הביקוש החודשי — שיא הביקוש השנתי

בתרשים מס' 3 מתוארים שיא הביקוש החודשי והשנתי של צרכן במשך השנים 1976/77. בתרשים זה אנו רואים כיצד שיא הביקוש החודשי מכתוב את שיא הביקוש השנתי. לדוגמא: בחודשים מרץ ואפריל 1976 שיא הביקוש השנתי זהה לשיא הביקוש החודשי (תחילת המדידה של שיא הביקוש החודשי החלה בחודש מרץ 1976).

בחודש מאי, שיא הביקוש החודשי קטן משיא הביקוש השנתי היות ושיא הביקוש השנתי הוגדר על ידי שיא הביקוש של חודש אפריל שהנו גבוה יותר מזה של חודש מאי.

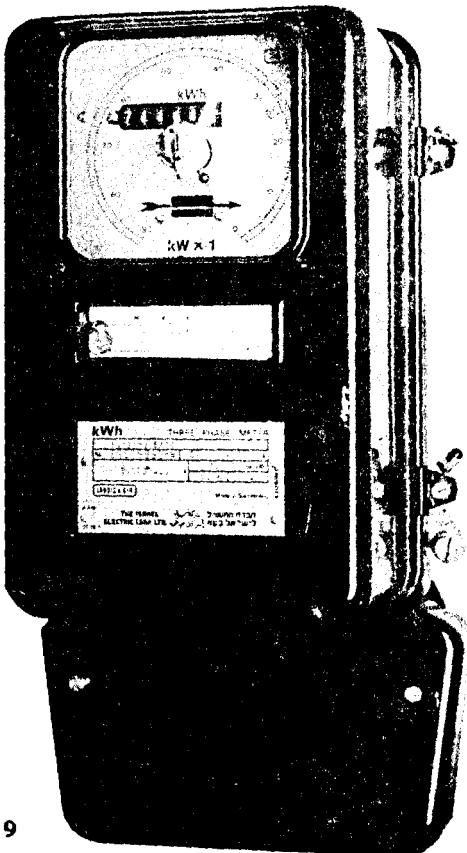
בחודש יוני היתה עליה נוספת בשיא הביקוש החודשי ועליה זו הגדירה את שיא הביקוש השנתי החדש שנשאר בתוקף במשך שנה (היות ולא נמדד שיא ביקוש חודשי גבוה ממנו).

מדידת שיא הביקוש

שיא הביקוש נמדד על ידי מד שיא ביקוש המורכב כיחידה אחת עם מונה אקטיבי תלת-פזי המשמש למניית צריכת האנרגיה האקטיבית של הצרכן. (ראה תמונה מס' 1).

תמונה מס' 1

מונה אקטיבי תלת פזי עם מד שיא ביקוש

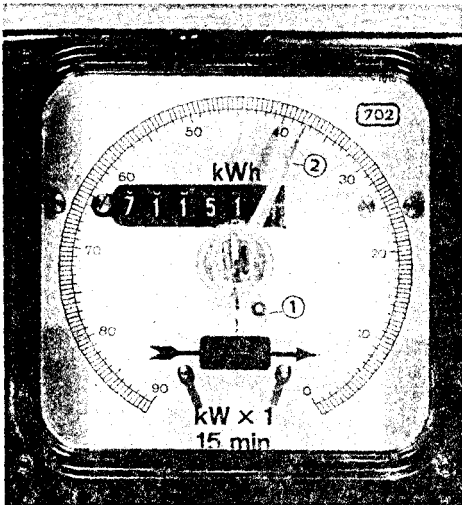


כאשר פרק הזמן הוא 15 דקות (0.25 שעה) שהוא מחזור המדידה של מד שיא הביקוש.

$$P_A = \frac{N}{0.25n}$$

תמונה מס' 2

סקלה של מדידת ביקוש

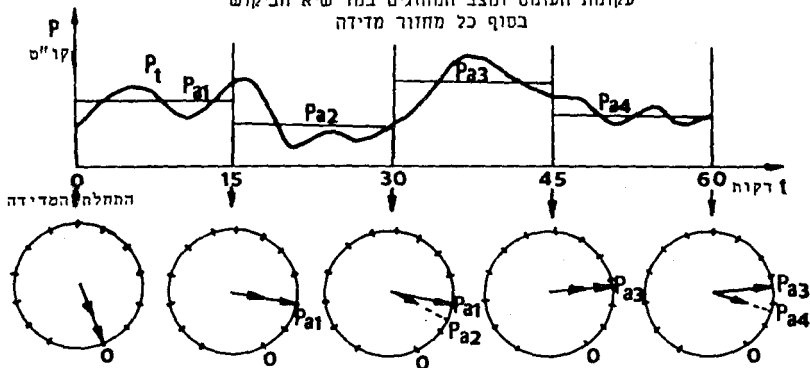


במד שיא הביקוש מותקנים 2 מחוגים (ראה תמונה מס' 2). מחוג מדחף (1) ומחוג מד שיא הביקוש (2). במשך כל מחזור מדידה (0.25 שעה) נע מחוג המדחף לאורך מסוים של הסקלה, יחסית לצריכת האנרגיה. מחוג שיא הביקוש נדחף על ידי קפיץ מחזיר. בסוף כל מחזור מדידה מוחזר מחוג המדחף ע"י קפיץ מחזיר למצבו ההתחלתי (נקודה 0) ומחוג שיא הביקוש נשאר במצב המדידה המכסימלי עד כה.

כך מראה מחוג שיא הביקוש, תמיד, את הביקוש הייבוי בתקופת הזמן ומחוג המדחף מראה את הביקוש בסוף כל מחזור מדידה. (ראה תרשים מס' 5). בסוף כל תקופת מדידה (בדרך כלל כל חודש) מוחזר מחוג שיא הביקוש למצב אפס על ידי איש חברת החשמל, המוסמך לכך.

תרשים מס' 5

עקומת העומס ומצב המחוגים במד שיא הביקוש בסוף כל מחזור מדידה



צריכת האנרגיה הנמנית על ידי המונה בפרק זמן $(\Delta t = t_2 - t_1)$

(ראה תרשים מס' 4) שווה ל:

$$W_{\Delta t} = \int_{t_1}^{t_2} P_t dt = \frac{N}{n}$$

כאשר

$W_{\Delta t}$ — צריכת האנרגיה בקוט"ש בפרק הזמן Δt

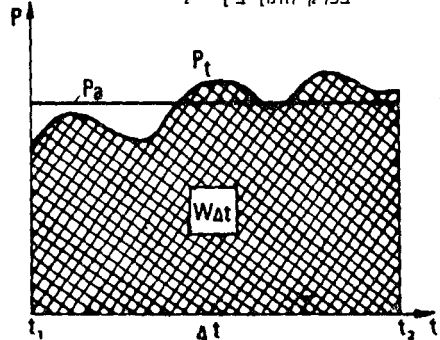
P_t — ההספק הרגעי (בקוט"ש) בכל זמן שהוא ביו הזמנים $t_2 - t_1$

n — מספר סיבובי הדיסק המתאימים לצריכת חשמל של 1 קוט"ש (מספר קבוע לכל סוג מונה)

N — מספר סיבובי הדיסק של המונה בפרק הזמן Δt

תרשים מס' 4

עקומת העומס, צריכת האנרגיה והעומס הממוצע בפרק הזמן בין t_1 ל-



העומס הממוצע באותו זמן (בשעות) יהיה:

$$P_A = \frac{W_{\Delta t}}{\Delta t} = \frac{1}{\Delta t} \int_{t_1}^{t_2} P_t dt = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{N}{n}$$

× מדידה נפרדת של שיא הביקוש בשעות היום והלילה.

לפי בקשת הצרכן קיימת האפשרות שהביקוש היבריבי החודשי (שיא הביקוש החודשי) יימדד בנפרד בשעות היום, ובשעות הלילה כפי שתקבענה על ידי חברת החשמל מזמן לזמן.

שיא הביקוש החודשי לצורך התשלום יחושב במקרה זה בהתאם לשיא הביקוש שימדד בשעות היום, כל עוד שיא הביקוש בשעות הלילה לא יעלה על כפליים משיא הביקוש ביום, שיא הביקוש החודשי לצורך התשלום יקבע כ-50% מערכו בשעות הלילה.

השפעת הקטנת שיא הביקוש על הצרכן.

להקטנת שיא הביקוש אצל הצרכן יש השפעה ב-3 מישורים:

(א) הקטנת התשלום בעד החשמל (במקרה שהתשלום עבור החשמל הוא לפי תעריף הכולל מרכיב של שיא ביקוש).

(ב) הקטנת האיבודים במתקן הצרכן.

(ג) אפשרות להמנעות מן הצורך בהגדלת חיבור החשמל הקיים במקרה של תוספת עומסים.

× שיא הביקוש והתעריף.

התעריפים בהם קיים מרכיב של שיא ביקוש כוללים 2 סוגי תשלומים:

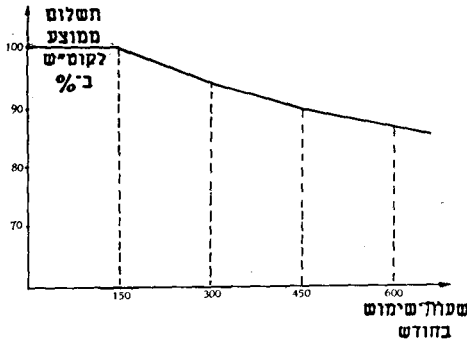
(א) תשלום בעד שיא ביקוש שנתי.

(ב) תשלום בעד צריכת החשמל, המושפע ישירות מרמת הצריכה ומגודל שיא הביקוש החודשי.

גודל התשלום בעד צריכת החשמל החודשית תלוי במספר שעות השימוש, אשר קובעות את מספר דרגות התשלום ואת סך הכל התשלום לפי כל דרגה. הגדלת „שעות השימוש“ גורמת להגדלת מספר דרגות התשלום (קיימות 4 דרגות), ולהקטנת התשלום הממוצע עבור כל קוטי"ש. (ראה תרשים מס' 6).

תרשים מס' 6

התשלום הממוצע לקוטי"ש כתלות בשעות שימוש במכסימום העומס בחודש



דוגמה המדגימה את השפעת ההקטנה של שיא הביקוש במפעל תעשייתי על התשלום בעד צריכת החשמל.

המצב לאחר הקטנת שיא הביקוש ב-25 אחוז

צריכת החשמל החודשית	100,000 קוטי"ש
שיא הביקוש שנתי	450 קוטי"ש
שיא ביקוש חודשי	412 קוטי"ש

שעות שימוש במכסימום העומס בחודש:

$$243 \text{ שעות} = \frac{100,000}{412}$$

התשלום בעד החשמל:

א. תשלום בעד שיא ביקוש שנתי:

$$450 \text{ קוטי"ש} \times 20 \text{ ל"י} = 9,000 \text{ ל"י}$$

ב. תשלום בעד צריכת החשמל:

$$(150 \text{ קוטי"ש} \times 412 \text{ קוטי"ש})$$

$$61,800 \text{ קוטי"ש} \times 0.665 \text{ ל"י} = 41,097 \text{ ל"י}$$

(יתר הצריכה בחודש)

$$38,200 \text{ קוטי"ש} \times 0.59 \text{ ל"י} = 22,538 \text{ ל"י}$$

$$\text{סה"כ} = 63,635 \text{ ל"י}$$

סה"כ התשלום

בעד החשמל:

$$9000 \text{ ל"י} + 63,635 \text{ ל"י} = 72,635 \text{ ל"י}$$

× הפרש בין שני התשלומים: $77,187 \text{ ל"י} - 72,635 \text{ ל"י} = 4,552 \text{ ל"י}$

× שיעור הקטנת התשלום בחודש ב-7%.

המצב הקיים

צריכת החשמל החודשית	100,000 קוטי"ש
שיא ביקוש שנתי	600 קוטי"ש
שיא ביקוש חודשי	550 קוטי"ש

שעות שימוש במכסימום העומס בחודש:

$$182 \text{ שעות} = \frac{100,000}{550}$$

התשלום בעד החשמל:

א. תשלום בעד שיא ביקוש שנתי:

$$600 \text{ קוטי"ש} \times 20 \text{ לירות} = 12,000 \text{ ל"י}$$

ב. תשלום בעד צריכת החשמל:

$$(150 \text{ קוטי"ש} \times 550 \text{ קוטי"ש})$$

$$82,500 \text{ קוטי"ש} \times 0.665 \text{ ל"י} = 54,862 \text{ ל"י}$$

(יתר הצריכה בחודש)

$$17,500 \text{ קוטי"ש} \times 0.59 \text{ ל"י} = 10,325 \text{ ל"י}$$

$$\text{סה"כ} = 65,187 \text{ ל"י}$$

× סה"כ התשלום

בעד החשמל:

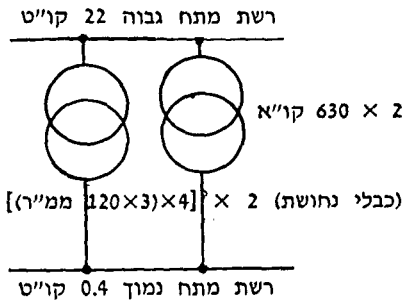
$$12,000 \text{ ל"י} + 65,187 \text{ ל"י} = 77,187 \text{ ל"י}$$

גבוה — והאיבודים בשנאי האספקה, בקוים בין השנאים לבין הלוח הראשי וכן בקווי המתח הגבוה נמנים על ידי מונה הצרכן.

להלן דוגמא להקטנת האיבודים אצל הצרכן כ- תלות בהקטנת שיא הביקוש שלו:

תרשים מס' 7

טכימה עקרונית של מערכת האספקה



טבלה מס' 2

שעור ההקטנה באיבודי האנרגיה

תאור המצב		צריכת החשמל השנתית (קוט"ש) שיא הביקוש השנתי (קו"ט) איבודי האנרגיה בשנאי האספקה בשנה (קוט"ש) איבודי האנרגיה בכבלים משנאי האספקה עד הלוח הראשי (קוט"ש) סה"כ איבודי האנרגיה (קוט"ש) סה"כ הקטנה באיבודי האנרגיה (קוט"ש) שעור הקטנה באיבודי האנרגיה
אחרי הקטנת שיא הביקוש השנתי	לפני הקטנת שיא הביקוש השנתי	
5,000,000	5,000,000	
850	1,100	
* 42,000	* 48,000	
* 23,000	* 28,000	
65,000	76,000	
11,000		
14.5%		

* מבוסס על חישובים שנערכו לגבי צרכן מסוים.

תוספת עומסים למערכת החשמלית — דבר אשר יכול לחייב הגדלת חיבור החשמל.

במקרים מסוימים הקטנת שיא הביקוש יכולה למ- נוע את הצורך בהגדלת החיבור.

✦ הסדר תעריפי לחודות עומסים לפי דרישת הברת החשמל.

(א) להסדר יכולים להצטרף צרכנים בתעריף ב' לכה ולמאור לתעשייה המוכנים להוריד, על פי דרישה 5 מגו"ט ומעלה מהביקוש שלהם.

(ב) הביקוש המירבי השנתי יוקטן (לצורך חי' שוב התשלום הקבוע) בשעור של 70% ממספר הקו"ט שהצרכן התחייב להוריד על פי הדרישה.

(ג) ביקוש מירבי חודשי יוקטן (לצורך חישוב דרגות התשלום בעד צריכת החשמל) בשעור של 0.2% בנין כל שעת שימוש מעל 400 שעות שימוש בחודש, זאת ממספר- הקו"ט"ים שהצרכן התחייב להוריד על פי הדרישה.

✦ הקטנת האיבודים ברשת הפנימית

הקטנת שיא הביקוש אצל הצרכן מביאה להקטנת האיבודים ברשת הפנימית של הצרכן. הדבר מש- מעותי בעיקר כאשר האספקה לצרכן היא במתח

✦ אפשרות להמנעות בצורך בהגדלת חיבור החשמל הקיים במקרה של תוספת עומסים

במקרה של התפתחות המפעל יתבטא הדבר ב-

טבלה מס' 3

לדוגמא: תמונת המצב במפעל מכני מסוים

מצב צפוי		מצב קיים	נתוני המפעל
פתרון ב'	פתרון א'		
630	800	630	גודל החיבור (אמפר) — תלת פזי
390	450	380	שיא הביקוש השנתי (קו"ט)
0.92 *	0.94	0.94	מקדם ההספק בשעות שיא העומס
612	691	540	העמסה בשעות שיא העומס (אמפר)

* מקדם ההספק בשעות שיא העומס יורד עקב הקטנת העומס האקטיבי.

פתרונות אפשריים:

פתרון א' —

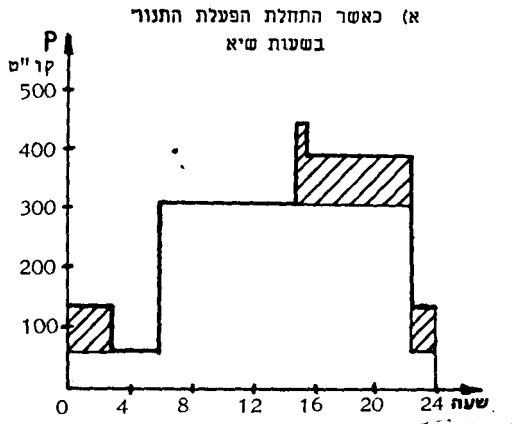
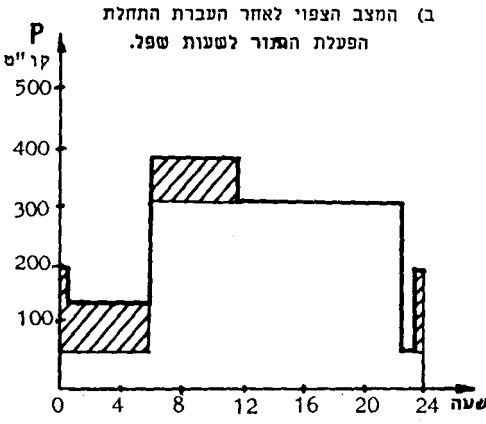
הגדלת החיבור מ-3 × 630 ל-3 × 800 אמפר.
(תוספת של 102 יחידות)
ההשקעה הכספית להגדלת החיבור זהיה :
תשלום עבור תוספת יחידות 124,000 ל"י
תשלום עבור החלפת הכבל מהטרנס־
פורמטור עד הלוח הראשי 100,000 ל"י
תשלום עבור שינויים בלוח הראשי 100,000 ל"י
של הצרכן 100,000 ל"י
סה"כ 324,000 ל"י

פתרון ב' —

שיא הביקוש במפעל הוא בין השעות 15.00—17.00.
שיא הביקוש בשעות אלה מוסבר על ידי ההכנסה
לעבודה של תנור בהספק של 140 קו"ט, אשר זמן
החימום, עד לטמפרטורה הנדרשת (כ-180 מעלות
צלזיוס) הוא כ-20 דקות. חימום התנור מווסת
תרמוסטטית, כך שרק עם הכנסת התנור לעבודה
מתחבר כל עומס התנור לזינה. לאחר שהתנור
התחמם לטמפרטורה הנדרשת יוצא חלק מגופי
החימום מפעולה באופן אוטומטי על ידי הבקרה
התרמוסטטית, הוצאת חלק מגופי החימום מביאה
להקטנת עומס התנור ב-60 קו"ט בקירוב.

בהעברת מועד תחילת הפעלת התנור לשעות שפל
(אחרי השעה 23.00), כאשר רוב המפעל אינו ב-
עבודה — ניתן להקטין את שיא הביקוש בערך
ב-60 קו"ט. (ראה תרשים מס' 8), דבר אשר
אינו דורש השקעה כלשהי ומונע את הצורך בהג-
דלת החיבור.

תרשים מס' 8



עקומות העומס היומיות במפעל המכני

עומס התנור

× ניתוק עומסים לא חיוניים לפרקי זמן קצרים בשעות שיא הביקוש

בדרך כלל נעשה ניתוק העומסים בצורה מבוקרת על ידי בקרים לניהול עומס. העומסים הניתנים, בדרך כלל, לשליטה על ידי בקרה (ידנית או אוטומטית) הם:

- מערכות מיזוג אוויר
- מדחסים
- מתקני חימום
- מתקני תאורה
- מכונות עזר שונות (בהתאם לסוג ואופי המפעל).

× שימוש במתקני השמל יעילים יותר

בעיקר אמור הדבר ביחס למערכות תאורה ושיפור הבידוד התרמי בבניינים ובמתקני חימום שונים.

דרכים להקטנת שיא הביקוש.

× פיזור הצריכה על ידי העברת עומסים משעות השיא לשעות השפל בביקוש המפעל

מתאפשר בעיקר אצל צרכנים אצלם קיימות מערכות אשר תהליכי הייצור אינם מחייבים שעות הפעלה מסוימות ביממה — וניתן להפעיל מערכות אלה גם בשעות השפל.

× הימנעות מהפעלה בזמנית של מתקנים

ניתן ליישם המלצה זו בעיקר במתקנים בעלי דרגת עומס כמו מערכות מיזוג אוויר, מערכות חימום וכי. מתקנים אלה מופעלים בדרך כלל בעומס המכסימלי וממשיכים לעבוד בעומס המלא תקופה קצרה, כאשר המשך עבודתם היא בדרגות עומס נמוכות יותר.

בקרים לניהול עומס

* סוגים עיקריים של בקרים

א. מערכת לניתוק אוטומטי של צרכן אחד בעל מתקן התראה אור-קולי. בקר זה מתאים לצרכנים בהם קיים מתקן אחד שניתן לניתוק והצרכן שלו, גדולה, יחסית, לצריכת החשמל הכללית.

ב. מערכת לניתוק וחיבור מספר גדול של מתקנים, עם אפשרויות לקבוע סדרי עדיפויות להפסקתם וחיבורם.

ג. מחשבים לניהול עומס — מכשירים מתוחכמים במיוחד, לצורך הקטנת שיא הביקוש והחיסכון בצריכת החשמל. מיועדים בעיקר לצרכנים גדולים שאצלם מותקנות מערכות מיזוג אוויר או מתקנים אחרים שאפשר להפסיקם לסירוגין באופן מחזורי לזמנים קצרים במשך כל שעות העבודה.

* התחברות הבקר למערכת המדידה

לשם הזנת הבקר באינפורמציה על הביקוש של הצרכן יש לחברו למערכת המדידה. בפני הצרכן אשר מתקין בקר לניהול עומס, עומדות שתי אפשרויות לקבלת האינפורמציה:

(א) התקנת מערכת מדידה נפרדת-פרטית לבקר.
(ב) התחברות למערכת המדידה של חברת החשמל האפשרות הראשונה של התקנת מערכת פרטית היא יקרה בדרך כלל מן האפשרויות השניה, בעיקר כאשר מדובר על צרכנים אשר אצלם אספקת החשמל היא במתח גבוה — דבר אשר מחייב התקנת ציוד מדידה במתח גבוה.

במקרה של התחברות למערכת המדידה של חברת החשמל, מחייב הדבר ציוד משדר אימפולסים (מונה שיא ביקוש עם יציאות אימפולסים) ומתאים זמני אינטגרציה.

בדרך כלל אין מערכות המניה הרגילות בעלות אפשרות של שידור אימפולסים ולכן יש צורך בהתאמת מערכת המניה המקובלת לדרישות התקנה והתפעול של הבקר. הדבר מחייב תאום מוקדם עם חברת החשמל!

* בחירת הבקר המתאים

בחירת הבקר המתאים חייבת להתבסס על חישובים טכניים-כלכליים שהנם ספציפיים לכל צרכן. התאמת הבקר המתאים מחייבת עריכת סקר מוקדם במפעל לקביעת אופיו "החשמלי" של הצרכן, לרבות מוקדי הצריכה והעומסים שניתנים לבקרה. דבר שיאפשר, כללית לקבוע את הכדאיות בהתקנת בקר וכן מהו סוג הבקר המתאים לאותו צרכן.

* אחד האמצעים לבקרה על שיא הביקוש יכול לשמש מכשיר הנקרא בקר לניהול עומס אשר בעזרתו ניתן לשלוט על חלק ממתקני החשמל במערכת. בקרים לניהול עומס נמצאים בשימוש בעיקר במגזר הצריכה התעשייתי והמסחרי-ציבורי. בסוגים אחדים של בקרים לניהול עומס, ניתן לבקר, גם את צריכת החשמל של מערכות מסויימות ולהגיע לחיסכון משמעותי בחשמל בנוסף לתרומה להקטנת שיא הביקוש.

* הבקרים לניהול ובקרה על העומס של הצרכן, פועלים לפי העיקרון של ניתוק עומסים לא חיוניים בעת שהביקוש עומד לעלות מעל ערך קבוע מסוים. ניתוק העומסים הוא לפרקי זמן רצויים בהתאם לתכנון.

* אצל צרכני חשמל גדולים, נכון: מפעל תעשייתי, בית מלון, קמפוס) ניתן לאתר מוקדי צריכה בהם ניתן להפסיק חלק מהעומסים לפרקי זמן מבוקרים, כך שהדבר לא יפריע לתהליכי הייצור הרוטטים ולתנאי הנוחות הנדרשים.

להלן רשימה של מספר צרכנים בישראל אשר אצלם מותקנים בקרים לניהול עומס:

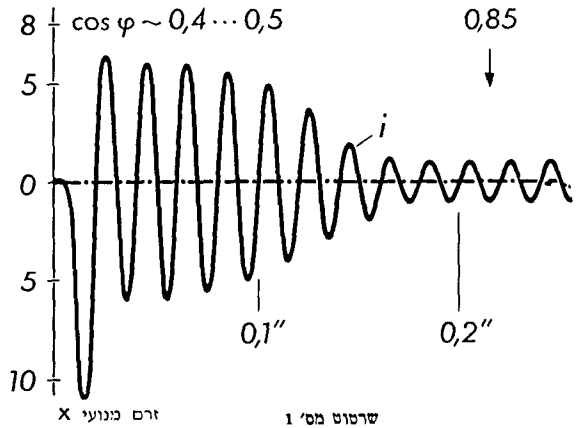
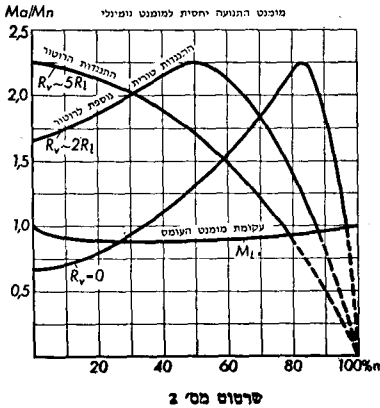
סוג הצרכן	סוגי העומסים הנשלטים
בתי מלון	מערכות מיזוג אוויר תנורי מטבח
קמפוס אוניברסיטאי	מערכות מיזוג אוויר
נמל תעופה	מערכות מיזוג אוויר
בתי חולים	מערכות מיזוג אוויר
בנייני משרדים	מערכות מיזוג אוויר
מפעלי מזון	מדחסי קירור ציוד לייצור שוקולד מערבלים ציוד לייצור גלידה
מפעלי מתכת	תנורי חימום
מפעלי טקסטיל	מערכות מיזוג אוויר דוודים לחימום מים
מפעל פלסטיק	מדחסי קירור
בתי קירור	ציוד לייצור כלי קיבול פלסטיים

התנעת מנועים

אינג' ש. הרפז

המנוע האסיכרוני עם רוטור כלוב פשוט במבנהו ואי לכך נפוץ כל-כך בשימוש. החסרונות העיקריים של המנוע האסיכרוני בעל רוטור כלוב הם: זרם ההתנעה הגבוה וכופל ההספק הגרוע בזמן ההתנעה.

זרם התנעה גבוה, פרושו „מכה“ של זרם בגודל פי 5 עד 8 מהזרם הנומינלי, ועלול להגיע בחלקיק השניה הראשון לגודל פי 12. כופל ההספק הנילווה לזרם התנעה זה הוא בתחום 0.4 עד 0.5 בערך. כל זאת כמוכבן רק בזמן ההתנעה, ולאחר זמן קצר יגיע זרם המנוע לערך הנומינלי השוטף שלו, וכן כופל ההספק. תאור גרפי של מצב זה ניתן בשרטוט מס' 1.



זרמי ההתנעה גורמים לקשיים רבים בבניית ציוד חשמלי העומד בזרמי ההתנעה וצריך להפסיקם או לחברם. ברור שזאת בנוסף לבעיות הקיימות כבר אצל מתכנן המבנה של הציוד החשמלי; כגון: כושר ניתוק, תדירות הפעלה (מס' פעולות בשעה), כושר עמידה בזרמים קבועים, ועוד תכונות שונות המיועדות לאפשר לציוד החשמלי „משך חיים של המכונה“.

תכנון ציוד חשמלי נעשה על-פי דרישות תקניות מוגדרות, ולכן מוגדרים גם היעדים אותם הוא חייב להבטיח. עבור מכונות שתכונותיהן שונות מהתחום הסטנדרטי, יש להתאים ציוד באופן מיוחד, תוך בדיקת הנתונים והדרישות בקפדנות. כמו כן יש לבדוק, האם הרשת אליה מתחברים מנועים אלה מתאימה לחיבור ישיר, והאם יש צורך להגביל את זרם ההתנעה בעזרת מתנעים שונים. אף דבר זה מובטח בתקנים שונים.

צורות ההתנעה הנפוצות ביותר, להגבלת הזרם המופיע בהתנעה ישירה לקו, של מנועים אסיכרוניים עם רוטור כלוב הן: התנעת כוכב משולש, שנאי ההתנעה (אוטו-טרופ), משנק טורי, נגדים טוריים להתנעת, שיטות התנעה אלה, המוקטינות את זרם ההתנעה, גורמות גם להקטנת מומנט ההתנעה בזמן הראשון לאחר חיבור המנוע והפעלתו.

המנוע האסיכרוני מספק את ההספק המכני שלו באמצעות מומנט הסיבוב. מוכן מאליי שמומנט זה תלוי בכמה גורמים וביניהם הזרם. אך למרות העובדה שהמנוע צורך זרם גבוה, עד פי 8 מהזרם הנומינלי בזמן ההתנעה, אין הדבר מוסיף למומנט הסיבוב — אלא להיפך. ברגע ההתנעה קטן המומנט הנומינלי והוא עולה עם מספר סיבובים. דבר זה נובע מהעובדה, שרק החלק הפעיל של הזרם הזורם במנוע, מסוגל ליצור מומנט פעולה. כיון שהיחס בין הזרם הפעיל לבין הזרם הכללי בזמן ההתנעה הוא נמוך (כופל ההספק 1) יהיה המומנט הפעיל נמוך אף הוא. חלק רב של הזרם נדרש ליצירת השראה מגנטית, ורק ע"י הגברת האופי היעיל (אוהמי) של הזרם בזמן ההתנעה ניתן להגדיל את מומנט ההתנעה. דבר זה מתבצע במנועים בעלי רוטור מלוּפף (לא ברוטור כלוב 1), ע"י הגדלת האופי האוהמי של הזרם, ע"י הוספת נגדים טוריים במעגל זרימת הרוטור. הגדלת ההספק הפעיל מגדילה את מומנט ההתנעה של המנוע, ובזמן זה קטן זרם ההתנעה של המנוע. ניתן לקבל, ע"י שנוי של הנגדים ברוטור, שליטה במס' הסיבובים של המנוע, כיון שכל התנגדות רוטורית תקבע עקומה שונה של מומנט-מהירות, ועבור עקומת מומנט-עומס נתונה התקבלנה מספר נקודות פגישה של המנוע והעומס.

מובן שיתרונות אלה אינם קיימים במנוע האסינכרוני בעל רוטור כלוב.

הדרישה להקטנת זרם ההתנעה, בתלות במומנט ההתנעה הנדרש, קובעת למעשה את מחיר המתנע שיבחר, ואת הסוג.

במנוע עם רוטור כלוב אין אפשרות להגיע לתוך המנוע כדי להתחבר ללפוף, וכמו כן קשה להקטין את התחממות הרוטור, הנובעת מההספק היעיל המתפזר ברוטור כדי ליצור את מומנט ההתנעה. ההתנגדות האוהמית הקיימת ברוטור תלויה במבנה הרוטור, כך שזרם ההתנעה ההתחלתי אף הוא קשיח ואינו משתנה עם השדה המסתובב.

בכדי לקבל זרם התנעה קטן יותר יש אפשרות לכן רק להקטין את מתח האספקה. הקטנת מתח האספקה מקטינה את השדה המגנטי הסיבובי ביחס ישר. כמו כן קטנה באותו יחס עוצמת הזרם. אולם מומנט הסיבוב של המנוע, הבנוי מהרכיב היעיל של זרם ההתנעה ומהשדה המגנטי הסיבובי, יקטן בריבוע להקטנת המתח. למשל, אם הוקטן מתח הכניסה לחצי, יקטן השדה המגנטי הסיבובי לחצי וכן הזרם לחצי, אך המומנט לרבע (1/4) מערכו הראשוני. לכן יש לבדוק תמיד, האם המתנע שנבחר מקטין את זרם ההתנעה כנדרש ואם לא הוקטן בגלל זה המומנט ההתחלתי, מתחת לדרוש להנעת המכונה.

מתנע כוכב משולש

המוכר בחיבורי התנעות, למנועים בעלי רוטור כלוב, הוא החיבור בכוכב משולש. כדי שניתן יהיה להתניע בעזרת מתנע זה חייבים סלילי הליפוף להתאיב לעבודה במתח המשולש — לדוגמא 380 וולט — ולשאת את הזרם הנובע מכך.

בזמן חיבור הכוכב, יקבל כל סליל פזה, מתח קטן פי שורש שלוש מהמתח הקוי, זאת אומרת 220 וולט. עבור סליל שהתנגדותו, לצרכי חישוב תהיה אוהמית בלבד, 11 אוהם, נקבל בכל פזה בחיבור משולש, בסליל, זרם של $I_{\Delta PH} = \frac{380}{11} = 34,6 \text{ A}$

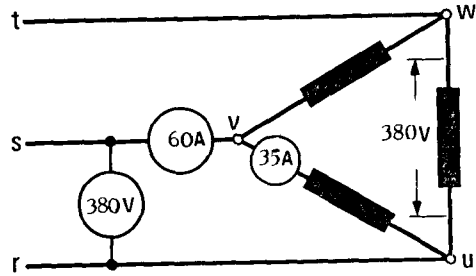
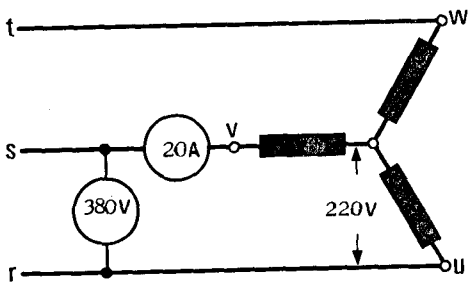
הזרם ברשת במקרה זה גדול פי שורש שלוש, זאת אומרת:

$$I_{\Delta} = \sqrt{3} \cdot I_{\Delta PH} = \sqrt{3} \cdot 34,6 = 60 \text{ A}$$

בחיבור כוכב אין הבדל בין זרם פזי לזרם קוי, אך המתח קטן פי שורש שלוש, זאת אומרת 220 וולט. הזרם שיתקבל בסליל ובקו, בחיבור הכוכב, יהיה:

$$I_Y = \frac{I_{\Delta}}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{3}} = 20 \text{ A}$$

שרטוט מס' 3



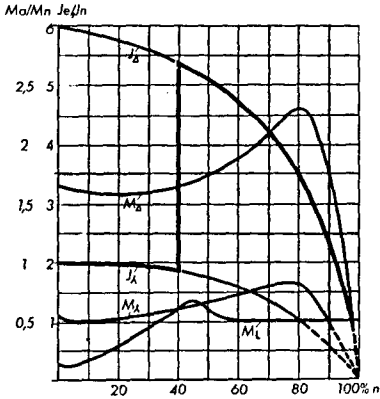
מכאן מתקבל שהזרם בקו יקטן פי שלוש. כד גם יקטן מומנט ההתנעה ההתחלתי. יש לזכור שהזרם בסלילי המנוע יקטן רק פי שורש שלוש.

לא נוכל להפעיל מנוע, המיועד לעבוד ברשת מסוימת בחיבור כוכב, באותה הרשת בחיבור משולש כיון שאז יגדל הזרם פי שורש שלוש מיכולתו לשאת. לכן גם לא ניתן להשתמש במנוע כזה בחיבור התנעה כוכב משולש.

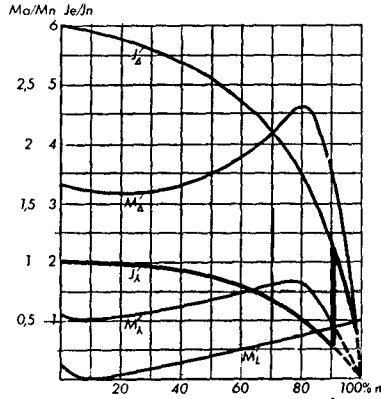
התנעה בכוכב משולש אפשרית וכדאית אך ורק, כאשר מומנט התגובה של העומס מאפשר הגדלת מהירות הסיבוב — במצב כוכב — עד הסיבובים הנומינליים.

אם המנוע עובר מוקדם מדי מחיבור כוכב למשולש, תתקבל מכת זרם כמעט כמו בהתנעה ישירה לקו. בשרטוט 4a מתואר מעבר נכון, במהירות של 90% מהמהירות הנומינלית. שיא הזרם יגיע אז פי 2.2 מהזרם הנומינלי.

שרטוט 4b



שרטוט 4a



שרטוט 4b מתאר שימוש לא נכון במתנע כוכב משולש (בגלל דרישת מומנט העומס). במקרה זה המעבר למשולש נעשה ב-40% מהמהירות המלאה, דבר הגורם למכת זרם כמעט כמו בהתנעה ישירה לקו — ומתבטל היתרון של המתנע.

הנצילות וכופל ההספק משתפרים בעבודה בחיבור כוכב לעומת חיבור משולש. אולם זה אפשרי רק בעומס הקטן מ- $\frac{1}{3}$ מהנומינלי. בדוגמה הבאה בא הדבר לידי ביטוי. עבור רבע מהעומס הנומינלי:

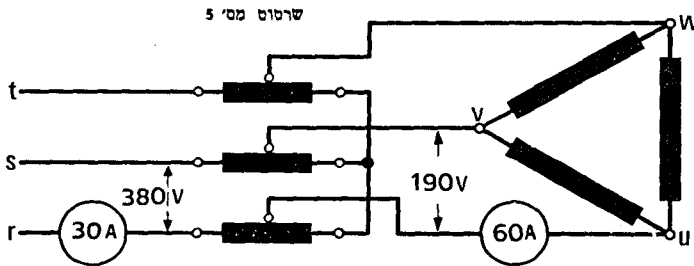
$$\eta = 78\%; \cos \varphi = 0,45$$

$$\eta = 85\%; \cos \varphi = 0,73$$

אם נחזור ונתייחס לחמום, מסתבר לנו שניתן להשתמש בחיבור כוכב רק כאשר העומס המוקטן יהיה פחות משליש מהעומס המלא בעבודה מלאה וככל שיהיה קטן יותר כן תשתפר הנצילות בעבודה בחיבור כוכב. מובן שבמקרה זה המנוע איננו מנוצל. ההחלקה של המנוע תגדל, זאת אומרת: מספר סיבובי המנוע במקרה זה, יהיה נמוך במעט מהסיבובים הנומינליים (בערך 10%—5%).

מתנע אוטוטרפו (שנאי — עצמי)

בהתנעה בעזרת מתנע אוטוטרנספורמטור, נקבל את אותם היחסים שקבלנו בהתנעה במתנע כוכב משולש. המומנט הסיבובי וזרם הרשת, בהתנעה, יקטנו ביחס ריבועי ליחס הקטנת המתח, וזרם ההתנעה במנוע יקטן ביחס ישר



בשרטוט 5 מתואר חיבור אוטוטרפו למנוע, שזרם ההתנעה שלו, עבור ירידת המתח לחצי, הוא 60. כיון שיחס הזרמים שווה הפוך ליחס המתחים בטרנספורמטור, יהיה הזרם הנדרש מהרשת רק 30. אילו חובר אותו מנוע ישירות לרשת היה דורש זרם מלא, זאת אומרת פי שניים מאשר הוא מקבל עם הטרנספורמטור, פרושו: זרם של 120, שהוא פי 4 מהזרם הנדרש עם התנעה בעזרת אוטוטרפו.

מובן שבמקרה זה יקטן המומנט ההתחלתי של המנוע פי 4, כי הוא תלוי גם בירידת הזרם במנוע וגם בירידת ערך השדה המגנטי הסיבובי, שכל אחד מהם קטן פי 2 לכן ברור, שעבור בחירת דרגה של 70% ירידת מתח, נקבל ירידה של 49% בזרם ההתחלתי ובמומנט ההתנעה.

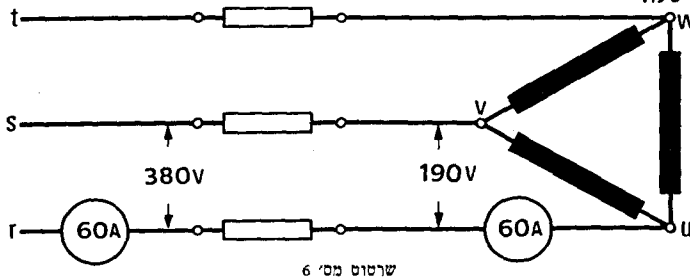
היתרון הגדול של מתנע עם אוטוטרפו לעומת מתנע כוכב-משולש הוא בכך, שבמתנע אוטוטרפו ניתן להתאים יותר במדויק את המומנט הדרוש להתנעה לפי העומס, ולעומת זאת במתנע כוכב-משולש מומנט ההתנעה קבוע ואינו ניתן לשינוי.

ברור שאוטוטרפו מיועד לעבודה בזמנים קצרים, התלויים במשך התנעת המנוע וסוג העומס. לכן יחושב לחימום קצר וזמן קירור ארוך (פחות נחושות). דבר זה גורם לכך שאסור להפעיל מנוע באופן קבוע עם טרפו שמיועד רק להתנעות.

כמו במתנע כוכב משולש, גם במתנע אוטרטרפו, יש לדאוג לזמן מעבר נכון מדרגת התנעה — להפעלה ישירה, אחרת מכת הזרם בעת העבריה תהיה כמעט כמו בהתנעה ישירה לקו.

מתנע עם נגדים סטוריים

סוג זה של התנעה מבוסס על הורדת מתח האספקה בעזרת נגדים טוריים לליפוף הסטור. מפל המתח על הנגדים תלוי — כמובן — בזרימה, אך יש לזכור שהוא אינו בפזה עם מתח המנוע עקב האופי האוהמי שלו.



גם בהתנעה זו קטן מומנט ההתנעה ביחס ריבועי ליחס ירידת המתח בסטור — לעומת מתח ההזנה, אולם שלא כבמנועים הקודמים — ירידת הזרם בהתנעה יחסי ישר לירידת המתח. דבר זה מובן, כיון שלא קיים כאן גורם ההשנאה אשר קיים במתנע אוטרטרפו. דבר זה מהווה חסרון, כיון שהרשת סופגת מכת זרם תזקה יותר. חסרון נוסף הוא הצורך בקירור הנגדים ואינורורם. היתרון שנשמר, הוא באפ-שרות לבנות נגד שיתאים בדיוק למומנט ההתנעה הדרוש, וכן, להתניע בעזרת כמה דרגות נגדים. יתרון נוסף הוא המחיר הזול יותר של מתנע נגדים ביחס למתנע אוטרטרפו — גם במחיר הנגדים וגם עקב השימוש במגען אחד פחות. (למתנע אוטרטרפו דרושים שלושה מגענים ולמתנע נגדים רק שניים).

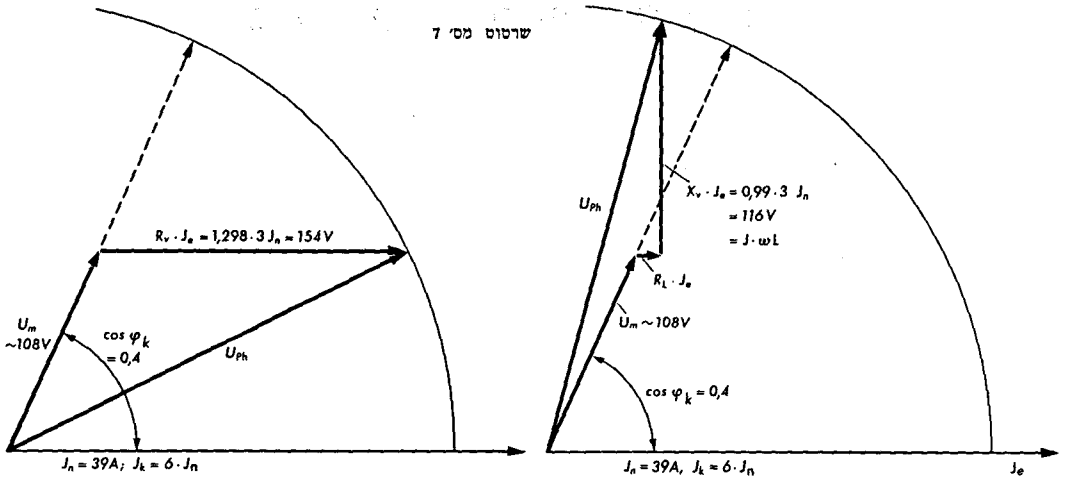
המחיר היחסי של מתנע נגדים, לעומת מתנע אוטרטרפו, נע בגבולות $\frac{2}{3}$ עד $\frac{1}{2}$. ניתן לחשב את נגדי ההתנעה באמצעות עקומות, או בעזרת חישוב קל, גם ללא חישובים וקטורים מסובכים.

מתנע עם משנק

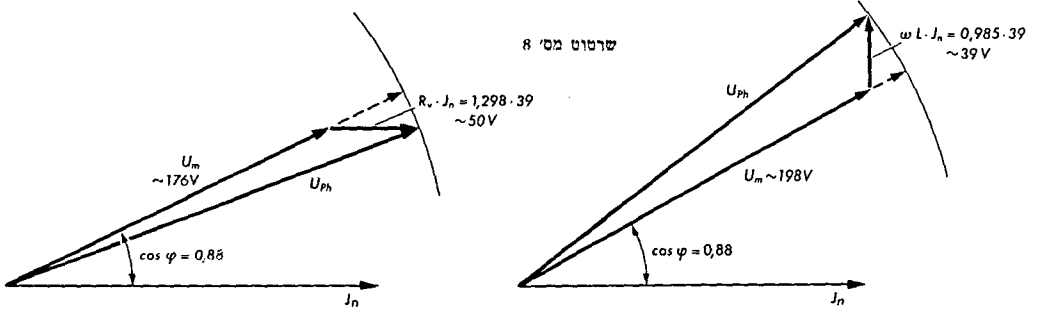
בהתנעה בעזרת משנק, מוקטן מתח הרשת, לערך הדרוש, בעזרת משנק (ציוק) טורי לליפופי הסטור. זרם ההתנעה דרך המשנק הטורי — המוסבר כמו נגדים טוריים, בתמונה מס' 6 — יפגר ב-90 מעלות ביחס למפל המתח על המשנק. מפל המתח על המשנק, יהיה שווה למכפלת זרם ההתנעה המוקטן, בעכבת המשנק. התאור הוקטורי מראה את חיבור המתח הקיים על הדקי המנוע עם מפל המתח על המשנק. מובן שאם נחבר את המתחים באופן חשבוני בלבד נקבל $116 + 108 = 224$, שזה קצת מעל המתח האמיתי — 220 (פזי). החישוב הוא מקורב כיון שהמתח על המנוע גם הוא כמעט באות של 90 מעלות ביחס לזרם.

התנגדות אוהמית טהורה אינה גורמת ליצירת זווית בין הזרם למפל המתח על ההתנגדות, איילכך יהיה מפל המתח עם נגדים טוריים בזווית 0 מעלות עם הזרם. כיון שהמתח על המנוע בזמן ההתנעה נמצא ב-90 מעלות ביחס לזרם (כמעט 0) יתקבל במקרה זה סכום אריתמטי גבוה יותר, אם נחבר את מפל המתח על הנגדים והמתח על המנוע. התאור הגרפי ממחיש את התוצאה שתקבל מחבור שני הוקטורים.

מכאן מתקבל שיש להפיל, במקרה של התנעה עם נגד, מתח גדול יותר מהמתח שיש להפיל במקרה של התנעה עם משנק, כשמדובר בקבלת אותו מתח — במקרה זה 108 — על הדקי המנוע. לשם כך נצטרך לקחת נגד שערך התנגדותו — באופן מוחלט — גבוה בהרבה מערך ההתנגדות המוחלט של משנק שניקח לאות מטרה.



אולם יש עוד נקודות מספר בהשוואה זו שיש לקחת בחשבון. עם סיום שלב ההתנעה, יהיה מצב המנוע שהותנע בעזרת נגדים, גרוע יותר ממצבהמנוע שהותנע בעזרת משנק. כיון שהערך המוחלט של הנגד גדול יותר פי כמה, נקבל שהמתח הפזי על המנוע יהיה $U_m = 176 V = 0,8 \cdot U_{PH}$ לעומת זאת נקבל במתנע עם משנק מתח של $U_m = 198 V = 0,9 \cdot U_{PH}$ כיון שהמומנט יחסי לריבוע המתח, מסתבר שבסיום ההתנעה מסוגל מתנע נגדים לספק אך ורק 64% מהמומנט הנומינלי — ואם יש צורך במומנט גדול יותר, יש להפסיק את ההתנעה קודם, במומנט עומס נמוך יותר — אבל במכת זרם גדולה יותר לרשת. לעומת זאת יאפשר מתנע עם משנק לספק 80% מהמומנט הנומינלי, ללא צורך בניטרול מוקדם יותר של המשנק. יתרון המשנק ברור מכאן.



השימוש של חריץ אויר — ושינוי גודלו — במתנע עם משנק, מסבך קצת אומנם את החישוב, אולם מאפשר דיוק רב יותר בקבלת מומנט ההתנעה הנדרש, עם הקטנת הזרם בהתנעה. על ידי שני חריץ אויר בתוך ברזל המשנק, אנו משנים את התנגדותו המגנטית, ואתה את זרם ומומנט ההתנעה.

לסיכום

מתוך שיטות התנעה שנתחנו כאן, השימושית ביותר והזולה ביותר היא דווקא השיטה שלא הובאה — התנעה ישירה לקו. זו ההתנעה המהירה ביותר, הפשוטה ביותר והמהימנה ביותר. בכל יתר השיטות קיימת סכנה של אי-מעבר מדרגה ראשונה לשניה ועוד תקלות שונות. בכל מקרה שניתן, כלומר כאשר אין מניעה מצד חוזק הרשת, והטרפו המשרת את המכונות הוא נפרד למפעל או למנועים שמדובר בהם, כדאי ורצוי להשתמש בהתנעה ישירה לקו. באותם המקרים שבהם נוקב יצרן המנוע במפורש, בשיטת ההנעה שלדעתו כדאית למנוע המסוים שלו, כדאי להקפיד ולמלא אחר ההוראות ולא לחפש תחליפים ולו גם טובים יותר. ביחוד מיותרת ההתנעה בעזרת כוכב-משולש או אוטרטרפו כאשר זמן ההתנעה אינו מאפשר להגיע לסיבובים מלאים כמעט, והמעבר לדרגה שניה יוצר מכת זרם כמעט כמו בהתנעה ישירה לקו.

מידע לחשנלאים

נוהל קבלת רשיון חשמלאי מסוייג למתח גבוה

משום הביקוש הרב לרשיונות מתח גבוה כונסה תתזעדה לנושא אשר גיבשה נוהלים המאפשרים עיסוק במתח גבוה לבעלי רשיונות מתאימים. ברצוני להביא נוהלים אלו לידיעת ציבור החשמלאים.

1. בקשה לרשיון חשמלאי מסוייג לעבודות במתקני מתח גבוה תיחתם על ידי בעל המתקן ומהנדס חשמל המכיר את המתקן, הרשיון יהיה תקף רק לגבי המתקן שעבורו הוא הוצא.
2. על החשמלאי שלגביו מתבקש הרשיון למתח גבוה לעמוד בדרישות הבאות:
 - א. להיות בעל רשיון חשמלאי מוסמך, לפחות.
 - ב. להיות בעל תעודת גמר של קורס מוכר למתח גבוה, או לחילופין — שיעמוד בבחינות של קורס כזה.

3. לכל בקשה יצורף תרשים המערכת ונוהלי העבודה במתח גבוה באותו מתקן.
 4. הועדה רשאית לבחון את החשמלאי, מבקש הרשיון, במתקן שבו הוא אמור לעבוד.
 5. לבקשה תצורף תעודה רפואית שוות ערך לזו הנדרשת לקבלת רשיון נהיגה.
 6. בעל רשיון לחשמלאי מסוייג חייב אחת לשנתיים להמציא אישור שעבר קורס ריענון בבטיחות, בקרת המתקן וכיוצא באלה.
 7. בכל מקרה של שינוי משמעותי במתקן מתח גבוה (כגון: הוספת שנאים, שינוי סוג אמצעי המיתוג, שינוי מקום הציוד, הרחבה ושינויים ברשת מתח גבוה וכיוצא באלה), בעל המתקן יעביר הודעה מתאימה ליחידת הרישוי ומנהל היחידה רשאי לדרוש, במקרה זה, בחינה משלימה.
 8. הסידור הנ"ל אינו חל על רשיונות מסוייגים הניתנים לאנשים שאינם חשמלאים אך הוסמכו לביצוע הפסקות הרום בלבד במתח גבוה.
 9. בנוסף לבחינות במתקן מסוג זה, המתקן יהיה בנוי כך שבעל רשיון מסוייג לפי סעיף זה יוכל לבצע פעולות הפסקה בלבד.
 9. בכניסה למתקן מתח גבוה תמצא רשימה שמית של המורשים לטפל בו.
 10. תחילתו של נוהל זה מתאריך אישורו ע"י מליאת ועדת הבחינות בחשמל.
- ישבו בוועדה המהנדסים: **ס. גליקמן, ו. זיס, נ. פלג.**

מסלולי לימוד והכשרה לקראת התואר חשמלאי מוסמך

- א. לימוד במסלול יום — ברחבי הארץ קיימים מרכזי הכשרה של משרד העבודה, בהן לומדים משך עשרה חודשים יום את מקצוע החשמל.
 - לימודים אלו מתבצעים באופן שאינו מאפשר ללומד עבודה נוספת וזאת משום שעליו להמציא בבית הספר 50 שעות במשך השבוע בנוסף לשעורי הבית המוטלים עליו. תלמיד כזה זוכה במענק יומי בסביבות 70 ל"י ליום.
 - בסוף הקורס, מתקיימות בחינות סיום, המזכות את המצליחים בהן, בתעודת גמר הניתנת להמרה ברשיון לפי חוק החשמל.
 - ההרשמה לקורסים אלו נעשית במשרדי שרות התעסוקה או במשרדים המחוזיים של האגף להכשרה ולהשתלמות מקצועית:
1. **ירושלים** — מגרש הרוסים.
 2. **בארשבע** — בניין מרכז הנגב.
 3. **תל-אביב** — יונה הנביא 13.
 4. **חיפה** — דרך העצמאות 82.
- ב. לחשמלאים העוסקים במקצוע, או לאלו שאינם עוסקים במקצוע ורוצים ללמוד קיימת אפשרות של לימוד בשעות הערב בפגישות דרשבוועיות בנות ארבע שעות כל אחת. ברור שלימוד זה נמשך כשנתיים ויש לשלם עבורו שכר לימוד. מערכת לימודית זו מבוצעת בכל מחוז ע"י בתי ספר בפקוח משרד העבודה והרווחה, המקנים ללומד תעודת סיום אשר ניתן להמירה ברשיון כאמור בחוק החשמל.
 - במחוז ירושלים** מתקיימים הלימודים בביה"ס אורט קנדי.
 - במחוז בארשבע** בביה"ס עמל לחניכים וברשת עמל.

במחוז תל-אביב נתי הספר המוכרים הם — המערכת הלימודית של אורט מבוגרים, רשת עמל, משל"ב וטכניקום.

במחוז חיפה מועצת פועלי חיפה, רשת אורט וטכניקום.

פרטים נוספים אודות השתלמויות אלו ניתן לקבל במשרדים המחוזיים של משרד העבודה והרווחה כאמור בפסקה א'.

ג. ברצוננו להפנות תשומת ליבם של המועמדים לדרך נוספת ללמידה המאפשרת לאותם אלו שהתנאים האובייקטיביים שלהם קשים במיוחד, להקלט ולהמשיך בלימודיהם. הלימודים במסלול זה, בדרך למידה יחידנית, מבוצעים ע"י המרכז לטכנולוגיה חינוכית.

המרכז לטכנולוגיה חינוכית (מט"ח) בשיתוף עם האוניברסיטה הפתוחה פיתח שיטת לימוד ומערכת אמצעי לימוד מיוחדת להעברת קורסים להכשרה מקצועית בחשמל ואלקטרוניקה בלימוד עצמי-יחידני. הקורסים המופעלים היום בהיקף ארצי כוללים את הנושאים הבאים: "חשמלאים מוסמכים", "אלקטרוניקה סוג 1" "אלקטרוניקה סוג 2" ו"השתלמות באלקטרוניקה ספרתית (דיגיטלית)". האגף להכשרה והשתלמות מקצועית במשרד העבודה והרווחה היה שותף מלא בפיתוח ופיקוח על חומר הלימוד ומערכת אמצעי הלימוד המיוחדת שפותחה.

כיצד לומדים במט"ח ובאוניברסיטה הפתוחה?

הלימודים מתבצעים בעזרת מערכת אמצעי לימוד משולבת המבוססת בעיקרה על לימוד אישי בבית. מערכת האמצעים כוללת את:

1. **יחידות לימוד כתובות** — הנשלחות ללומד לביתו ובנויות במיוחד ללימוד אישי.
2. **מעבדה ביתית** — הנמסרת לתלמיד לביתו למשך הקורס והוא מבצע באמצעותה ניסויים רבים בביתו. המעבדה לקורס חשמלאי מוסמך כוללת מקור זרם ומקור זרם חילופין, מכשירי מדידה שונים, לוח ניסויים ורכיבים חשמליים רבים. באמצעות המעבדה מבצע הלומד עשרות רבות של ניסויים בביתו ושולח את גיליונות תוצאות הניסויים לבדיקה.
3. **משדרי טלוויזיה** — בחלק גדול מהקורסים בחשמל ואלקטרוניקה מוקרנים משדרי טלוויזיה בשעות אחר הצהריים ע"י הטלוויזיה הלימודית והלומדים יכולים לצפות בהם בביתם. חלק מהמשדרים מוקרנים גם במעגל סגור בפגישות.
4. **פגישות תקופתיות** — מתקיימות אחת ל-3-4 שבועות במרכזי לימוד בשעות הערב. הפגישות התקופתיות בקורס לחשמלאים מוסמכים מתקיימות במרכזי ההכשרה הנקצועית של משרד העבודה והרווחה בחיפה, ת"א, ירושלים ובאר שבע ומדריכים מקצועיים מנוסים מעבירים בפגישות את נושאי העבודה המעשית הדרושים לחשמלאי.
5. **קשר טלפוני עם מנחה** — כל קבוצת לומדים נמצאת בקשר עם מנחה מקצועי. הלומד יכול להתקשר בטלפון למנחה קבוצתו לברור בעיות הקשורות לחומר הלימוד הביתי.
6. **סמינרים בני מספר ימים מרוכזים** — אחת למספר חודשים מתקיימים סמינרים של 2-3 ימים מרוכזים לביצוע עבודות מעשיות במרכזי הלימוד.

מערכת האמצעים שתוארה מיועדת לפתוח אפשרויות לימוד נוספות לאנשים הבאים:

1. למבוגרים שלא יכלו או לא רצו ללמוד במסגרות הפרונטליות המקובלות.
2. לאנשים העובדים ביום ויכולים להקדיש ללימוד זמן מוגבל בערבים או בחופשות.
3. לאנשים הרחוקים מן הערים הגדולות ואינם מסוגלים לנסוע מרחקים גדולים מספר פעמים בשבוע כנדרש במסגרת לימודים מקובלת.

מערכת זו של אמצעים מאפשרת בעיקר למידה אישית, הלמידה האישית נותנת ללומד גמישות רבה בבחירת הזמן המתאים לו ללימודים ומאפשרת ללומד לימוד בקצב שיטה ותנאים המיוחדים לו. בקורסים לחשמל ואלקטרוניקה של מט"ח והאוניברסיטה הפתוחה לומדים עתה כ-560 תלמידים המפוזרים בכל רחבי הארץ.

הקורסים נמצאים בפיקוחו של משרד העבודה והרווחה והמסיימים את הקורסים בהצלחה ניגשים לבחינות הרישוי או הסיווג משרד העבודה והרווחה.

המידע דלעיל נמסר ע"י מר ד. תרזה, מפקח ארצי לחשמל ואלקטרוניקה במשרד העבודה והרווחה. כתבת היחידה לחשמל ואלקטרוניקה:

קצמון, רח' מחלקי המים 21, ירושלים, ת.ד. 4032 טל. 1-65760

ציוד חשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות

אינג' א. ורנר

מבוא כללי ו-11 חלקים של התקן הבינלאומי IEC 79 לציוד חשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות כמפורט להלן. במסגרת מכון התקנים הישראלי פועלת בארץ ועדת התקינה מס' 247, המעבדת את התקן הישראלי ת"י 786 על בסיס התקן הבינלאומי הנ"ל.

מיון אזורי הסכנה בהתאם לדרגת הסיכון הוא הנושא של התקן הבינלאומי 79 חלק 10 (עתה בשלב של רוויזיה) ושל התקן הישראלי ת"י 786 חלק 2.

כללים לבחירת שיטת ההגנה יוכנסו לחלק חדש של התקן הבינלאומי 79, שהוא כעת בשלב של הכנה.

ארבעה עקרונות מנחים את המתכנן של ציוד מוגן:

א. הגבלת ההתפוצצות — מעטפת עמידה באש — התקן הבינלאומי 79 חלק 1.

ב. צמצום האנרגיה של הניצוץ והאנרגיה המשתחררת בשעת תקלה אל מתחת לרמה, המאפשרת הצתה — התקן הבינלאומי 79 חלק 11 — ציוד חשמלי בעל בטיחות עצמית (Intrinsically safe apparatus).

חלק 11 של ת"י 786, הדן בנושא זה, נמצא בשלב הכנה. בתקן הבינלאומי 79 חלק 3 מתואר מכשיר נצנץ לבדיקת ציוד חשמלי.

ג. הקטנת ההסתברות של התהוות ניצוץ מקרית בציוד, שאינו יוצר ניצוצות בפעולה תקינה — התקן הבינלאומי 79 חלק 7, ת"י 786 חלק 8 — ציוד בעל הגנה מטיפוס "e" — מבנה ובדיקות.

ד. הפרדת חלקים חיים מאטמוספירה דליקה: התקן הבינלאומי 79 חלק 2, ת"י 786 חלק 5 — מעטפות שמקיימים בהן לחייתר.

התקן הבינלאומי 79 חלק 5, ת"י 786 חלק 9 — ציוד ממולא בחול.

התקן הבינלאומי 79 חלק 6, ת"י 786 חלק 7 — ציוד טבול בשמן.

כאמור, לא רק ניצוץ גורם להצתה, כי אם גם טמפרטורת משטח גבוהה יוש לפקח עליה. התקן הבינלאומי 79 חלק 4 ות"י 786 חלק 4 דנים בשיטות בדיקה לקביעת טמפרטורת הצתה. התקן הבינלאומי 79 חלק 8 ות"י 786 חלק 3 דנים במיון של טמפרטורות משטח מקסימליות ובסיומו. סימון הציוד החשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות הוא הנושא של התקן הבינלאומי 79 חלק 9.

חיוני הוא, שהמתקן, איש התחזוקה והמפעיל של הציוד יכירו ויבינו את הסמלים ואת אותיות הצופן, המצויים על גבי הציוד ובתעודות האישור.

הסימון כולל בתוך השאר את האותיות EX, המעידות שהציוד מיועד לאטמוספירה נפיצה. פרטים אחרים של הסימון מצויים גם אם הציוד מתאים למכרות או לשימוש מחוץ למכרות, את סוג האטמוספירה, שהציוד שמיש בו ועוד.

במשך שנים רבות שקדו מומחים בחו"ל וגם אצלנו על הכנת חלקי התקנים, שפורסמו עד כה, והם מטפלים בהכנת חלקים חדשים וברוויזיה של חלקים קיימים. עדיין רבה ה"עבודה, שעלינו לעשותה, וזאת גם בשל ההתקדמות הטכנית המתמדת בתעשייה.

מעודד הוא, כי מסתמנת מגמה להקטין את ההבדלים בין התקנים הלאומיים עד למינימום.

דוע, כי השימוש בציוד חשמלי במקומות, שמצויים בהם גזים או אדים דליקים, עלול להביא להתפוצצות, וכדי למנוע זאת דרושים אמצעי בטיחות מיוחדים.

אסונות מחרדיים קרו כתוצאה מהתפוצצויות, שנגרמו מניצוץ חשמלי או עקב הימום-יתר של ציוד חשמלי, שהיו ממוקמים באזורים שהיו בהם גזים או אבק דליקים.

בארצות שונות פורסמו תקנים בדבר המבנה והבדיקה של ציוד חשמלי, המיועד לשימוש מאטמוספירה נפיצה והונהגו נהלים לאישור הציוד כמתאים לתקן.

קרוב לשנת 1940 הובן, כי תועלת רבה תצמח מתקינה בין לאומית בנושא זה ובמסגרת הנציבות הבינלאומית לאלקטרו-טכניקה (IEC) הוקמה הוועדה הטכנית מס' 31 לטיפול בתקינה מבחינת הבטיחות של הציוד החשמלי לשימוש באטמוספירות נפיצות, כגון במכרות פחם, במתקני נפט, במתקנים כימיים ואף במפעלים קטנים, שמשתמשים בהם בממסים דליקים.

נהלים לאומיים ומקומיים מהווים מכשול משמעותי למסחר הבינלאומי. הדבר מורגש במיוחד בחברות הגדולות בעלות מפעלי תעשייה למוצרי נפט ולמוצרים כימיים בכל רחבי תבל. אף הבדלים קלים בדרישות לגבי מבנה הציוד החשמלי וכללי ההתקנה עלולים להביא לכך, שציוד שנבנה בארץ אחת ומופעל בה בבטיחות יותקן בארץ אחרת ויוחזק בה בבטיחות לקויה. קורה, שחברה נאלצת לשנות את הוראותיה ואת הדרכת עובדיה מארץ אחת לארץ אחרת, דבר המקשה על העברת צוותים השייכים לאותה חברה.

לכן חיונית היא התקינה הבינלאומית.

פעילותה של הוועדה הטכנית מס' 31 הנ"ל מקיפה תחומים רבים ורחבים, שכן דנה הוועדה בבטיחותו של ציוד חשמלי ואלקטרוני ממונים רבים; עליה להביא בחשבון את העובדות של ועדות אחרות, הפועלות במסגרת הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה. הוועדה הטכנית מחולקת לוועדות משנה ולקבוצות עבודה; בוועדותיהן משתתפים נציגים של יצרנים, של מפעלים, של רשויות אישור ושל רשויות התיקה לאומיות.

הוועדה הטכנית עוסקת גם בנושאים לא-חשמליים, כגון: מיון גזים ואדים בהתאם לדרגת דליקותם מגורמים תרמיים וחשמליים, מיון אזורי סכנה בהתאם להסתברות של הופעת אטמוספירות דליקות ואף בסיכון הכרוך באבק דליק.

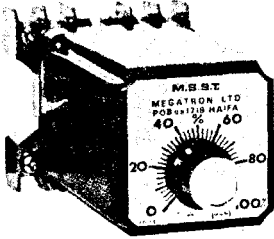
התפוצצות יכולה לקרות, רק אם נמצאים במקום בעת וב-עונה אחת אטמוספירה נפיצה ומקור הצתה; ההגנה מבוססת על הקטנת ההסתברות של הימצאות השניים בו בזמן.

אמצעי הבטיחות הראשון הוא מבנה המתקנים, שימנע ככל האפשר את שחרורם של חומרים דליקים לאטמוספירה; האמצעי האחר הוא מיקום הציוד החשמלי ככל האפשר מחוץ למקור מות, ששיחרור כוח עלול לקרות.

רק אם האמצעים האמורים אינם מעשיים, יש לשקול את השימוש בציוד מוגן מפני התפוצצות.

האמצעים השונים אינם מונעים במידה שווה את הסכנה, לכן יש לבחור בשיטת ההגנה בהתאם לדרגת הסיכון שבאזור הסכנה.

הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה פרסמה עד כה



יצאנו עם מוצרים חדשים המשלימים את משפחת הסיימרים שלנו. סיימרים לזמנים של: שעות, ימים ושבועות.

עקרונות הפעולה של הסיימר החדש מתבסס על ספירת תדר בסיסי (ניתן לשינוי) על ידי מונה פנימי. פיתוח הסיימר החדש משפר את הדיוק, מאפשר השגת זמנים ארוכים והעיקר הוזלת מחירי הסיימרים לזמנים ארוכים.

סוג RT סיימר להתנעה אוטומטית של מנועים — חדש! הסיימר מודד זמן מרגע הפסקת מתח הרשת, כאשר ההפסקה קצרה מ-150 מילישניות הסיימר יתן פולס התנעה (סגירת מגע זרם עד 8 אמפר למשך 0.15 שניה). בהפסקת חשמל בין 150 מילישניות עד 2 שניות (ניתן לכיוון) הסיימר יתן פולס התנעה לאחר השתיה של 0.5 עד 5 שניות (ניתן לכיוון ע"י פוטנציומטר שני). בהפסקות חשמל ארוכות יותר הסיימר לא יתן פולס התנעה. פולס ההתנעה ניתן רק לאותם המנועים שעבדו לפני הפסקת החשמל. המתח החוזר חייב להיות טעל 80% של המתח הנומינלי (ניתן לכיוון פנימי). פנה לקבלת פרטים נוספים:

מגטרון

אלקטרוניקה ובקרה בע"מ
MEGATRON
electronics & control ltd.

ת.ד. 1719 חיפה, טל. 82374, 04-88835 דרושים מפיצים בכל הארץ

שרות פרסומי לקוראים

למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

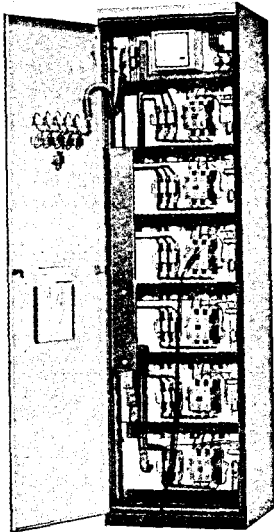
1. סמן בדף השרות הפרסומי את מספרי המודעות בהן יש לך ענין במידע נוסף.
2. מלא את שמך וכתובתך, בכתב יד ברור בכל משבצת מהמודעות שסימנת.
3. שלח את דף השרות (בשלמותו) לפי כתובת המערכת:

מערכת "התקע המצדיע"

ת.ד. 25

תל-אביב

הפרטים יישלחו למפרסם המודעה, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו.



אזור התעשייה הישראלי

בע"מ הנדסת חשמל אזור התעשייה הישראלי, ראשון-לציון, ת.ד. 588, טלפון 99 98 44

מערכות לשיפור מקדם הספק

מבנה קומפקטי • הפסדי אנרגיה נמוכים

- ☆ קבלים דגם NKV תוצרת SIEMENS.
- ☆ הפסדים דיאלקטריים נמוכים: 0.5 w לכל קוא"ר.
- ☆ משנקי פריקה (במקום נגדים).
- ☆ הפעלה ידנית או אוטומטית.
- ☆ וסת אוטומטי SIEMNES.

גדלים סטנדרטיים: מ"מ 25 — 400 קוא"ר — ליעוץ והדרכה אנא פנה למשרדנו

ת.ד. 588 ראש"ל צ. טל. 999844

הנכם מוזמנים לבקרנו בתערוכה שתתקיים בבית ישראל אמריקה, שדרות שאול המלך 35, תל-אביב, בימים 26.1.79—22.1.79, בין השעות 11.00 עד 21.00.

התאחדות בעלי מלאכה ותעשיה זעירה

תל-אביב — יפו והסביבה

רח' מרכז בעלי מלאכה 16 ת. ד. 4041 ת"א 040-61 טל. 29421

ארגון קבלני חשמל וחשמלאים עצמאים

כנס שנתי של הארגון

אנו מתכבדים להודיע לצבור קבלני חשמל, חשמלאים מוסמכים, ראשיים ובכירים עצמאים (חברים ולא חברים) כי הכנס השנתי של הארגון יתקיים ביום שני, 5 בפברואר 1979 בשעה 7 בערב במלון "פרק", רח' הירקון 75, תל-אביב.

תכנית הכנס:

✧ דברי פתיחה.

✧ חוק הארקות יסוד — הרצאה על ידי נציג חברת החשמל לישראל בע"מ אינג' נחום פלג, חבר ועדות התקינה.

בדיון ישתתפו נציגי משרד האנרגיה והתשתית, משרד השיכון והבינוי, משרד העבודה והרוחה, מרכז הקבלנים והבוגים, מרכז השלטון המקומי ונציגי חברות בניה. אחרי ההרצאה — שאלות ותשובות.

החלק הארגוני יכלול:

✧ תכנית הפעולה המקצועית — קורסים, השתלמויות, סיורים מקצועיים ועוד.

✧ שאלות ארגוניות — דו"ח על פעולות הארגון וההתאחדות.

✧ בחירת מוסדות הארגון — לקראת ועידת ההתאחדות.

✧ רישום חברים — המעוניינים להצטרף לארגון יוכלו להירשם במקום.

דמי השתתפות (לכסוי ההוצאות בלבד) — 75 ל"י למשתתף.

את דמי ההשתתפות יש להעביר לארגון קבלני חשמל, ת.ד. 4041, תל-אביב, בשיק או המחאת דואר, לפקודת "התאחדות בעלי מלאכה", או בערב הכנס במקום.

השמלאי עצמאי!

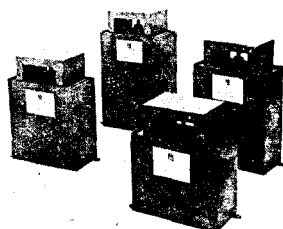
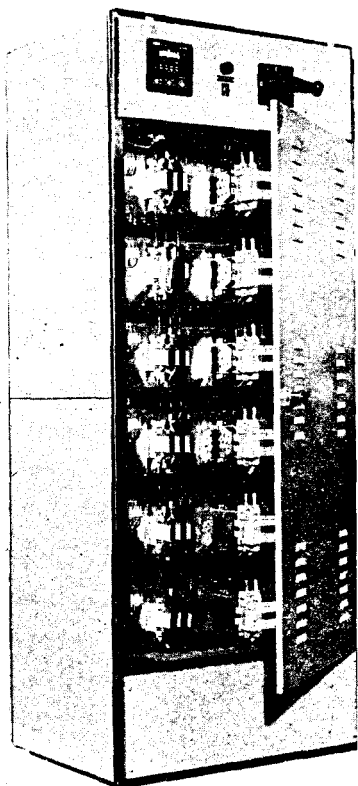
להבטחת זכויותיך, שיפור תנאי עבודתך, קידום הידע המקצועי

הצטרף לארגון קבלני חשמל וחשמלאים עצמאים!

נשמח לראותך בכנס!

פיקון – שיפור מקדם הספק בע"מ

תל-אביב המסגר 23, טל 32646 ; 31740



מערכות אוטומטיות לחיבור
קבלים בקבוצות בהספק
כולל של עד 270 קוא"ר

קבלים תלת-פזיים 50Hz 400V
בהספקים 5–100 קוא"ר
מתאימים לדרישות I.E.C.
פרסום מס. 70 ותוספת לנ"ל
(1967)

המערכות והקבלים מורכבים
מקבלים יבשים בעלי
הפסדים נמוכים 0.5 ואט/
קוא"ר
לקבלים כושר תיקון עצמי
בעת קצר פנימי

נציגים בדרום: ברק דרום בע"מ,
ת.ד. 4123 באר-שבע אזור התעשייה
(ליד מוסד ברע"מ) טל. 057-36034

נציגים בצפון: "המכונה" חברה
בע"מ ת.ד. 6038 חיפה טל.
04-721291

○ לוחות חלוקה 10A – 3000 A

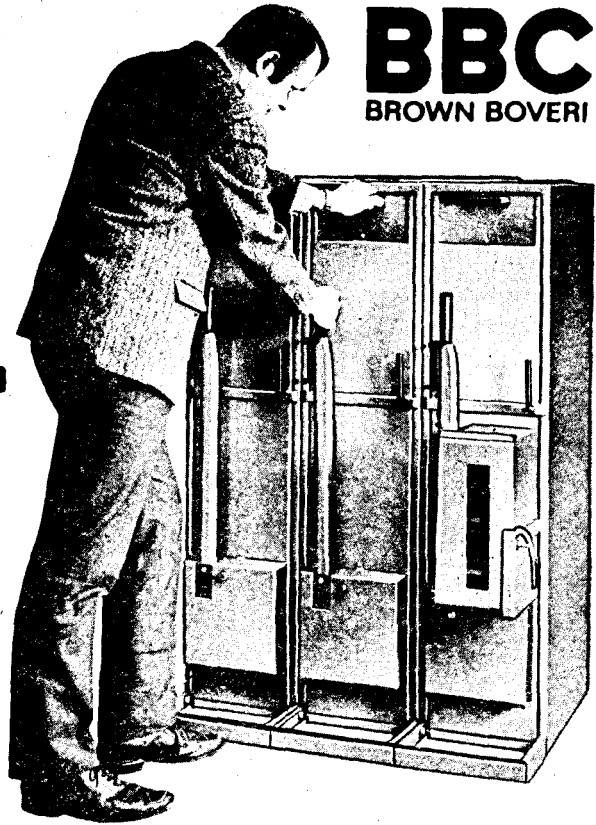
○ לוחות פיקוד

○ לוחות ובר לפי דרישות חח"י

עוזרם

תל-אביב, המסגר 23
31740 – 32646

BBC
BROWN BOVERI



מתקן

קומפקטי

מ"ז עד 24 ק"ו

- מוכן להרכבה ולחבור לרשת מ"ג.
- מורכב במספר שעות - דורש שטח מינימלי.
- מנתק בעומס עד 400 אמפר.
- מנתק בעומס עם מבטיחים להגנת טרנספורמטורים.
- אספקה מיידית.

ELECTROPLAN LTD.

Representatives of:

Brown, Boveri & Co. Ltd.

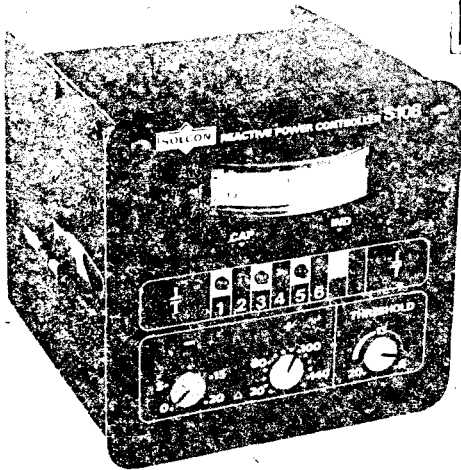
אלקטרופלן בע"מ

נציגות חברת

בראון, בוברי ושות' בע"מ

משרד: שדרות הנשיא 20 ב', הר הכרמל (רחוב סוכות 9)
ת.ד. 6110 חיפה, טלפון 84627, 84320, טלקס 46672

SOLCON



בקר הספק
ריאקטיבי
SOLCON S108

בקר אלקטרוני רב דרגתי הממתג באמצעות מגענים עד 12 קבוצות
קבלים לשמירת מקדם ההספק של צרכן חשמל בגבולות

0.92 השראתי — 0.95 קבולי

- ☆ תחום רחב של בקרים לפיקוד על 6, 8 או 12 קבוצות קבלים.
- ☆ מד מקדם הספק (Cos φ-meter) בנוי בתוכו.
- ☆ נורות סימון ולחצני בדיקה בנויים בתוכו.
- ☆ כיוון סף פעולה תחתון המונע פעולות מיתוג מיותרות בעומסים נמוכים — להארכת משך החיים של הקבלים והמגענים.
- ☆ התקנה פשוטה (מידות 144×144) על פנל קידמי או אחורי.
- ☆ חיבור למשנה הזרם של מד הזרם.

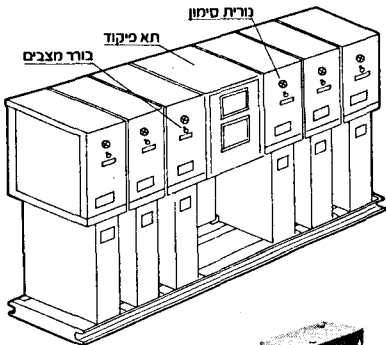
שמור על מקדם הספק בגבולות הנדרשים
התקן סוללת קבלים אוטומטית עם בקר

SOLCON S108

אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ

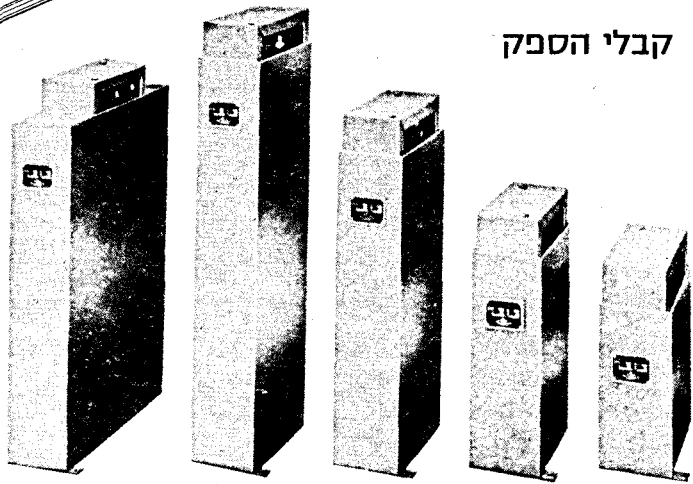
תל-אביב, רחוב הנגב 4 * ת.ד. 2180 * טל. 37029, 30851

שפור מקדם ההספק בעזרת קבלים תוצרת הארץ שעמדו בהצלחה בבדיקות דגם של מכון התקנים הישראלי למתחים 230-400 V



סוללות קבלים
עם וויסות אוטומטי

קבלי הספק



קבלים לגופי תאורה
קבלי עבודה למנועים

ייעוץ והדרכה חינם במפעלך.

ענף הקבלים

אנל'קו



רמת גן, דרך זיבוטינסקי 23 טל: 727131.

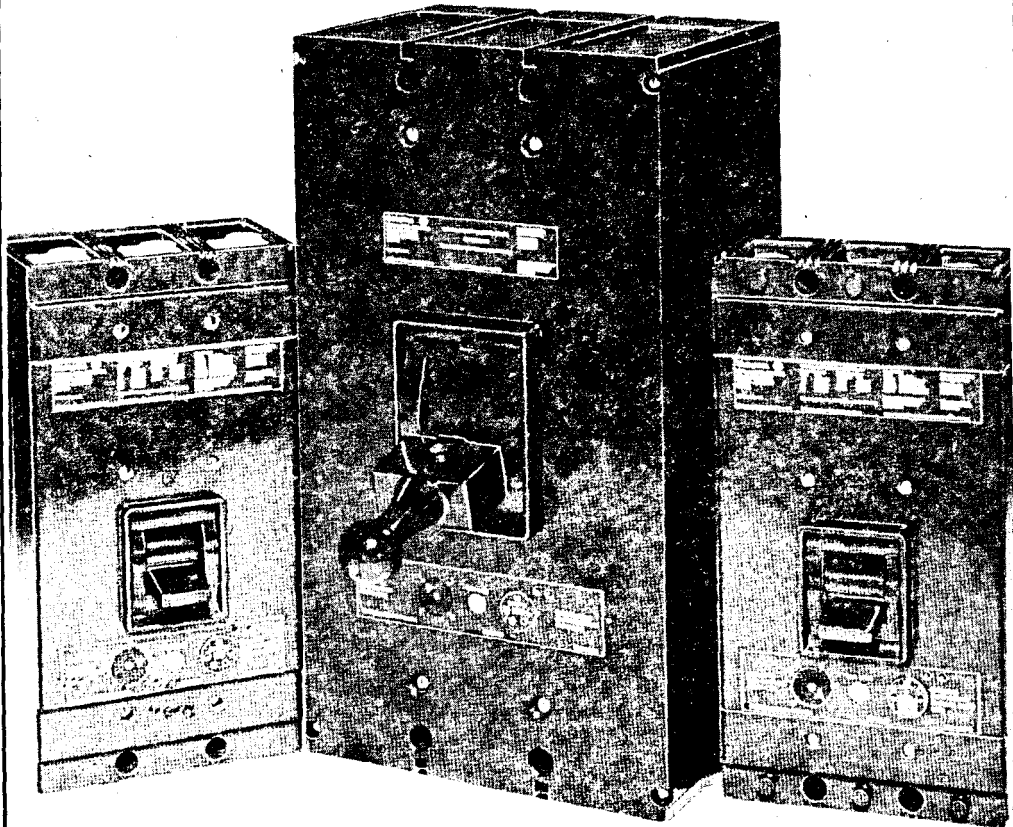
חרושת אלקטרוכימית ישראלית בע"מ רמת גן



Westinghouse SELTRONIC מפסקי זרם מסדרת

זרם נקוב: $300 \div 3000$ אמפר

כושר נתוק: $36000 \div 100000$ אמפר



ווסטינגהאוז ארה"ב

WESTINGHOUSE U. S. A.

אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ

תל-אביב, רחוב הנגב 4 * ת.ד. 2180 * טל. 37029, 30851



המעבדה לחסכון אנרגיה

מכון המתכות הישראלי

קרית הטכניון

חיפה

טלפונים 04-235102*3-4, 04-231216, 04-230914



חסוך דלק וחשמל !

חסוך הוצאות לרכישת אנרגיה

קבוצת מהנדסים בעלי נסיון רב-שנתי בביצוע סקרים לקביעת אפשרויות ועיבוד אמצעים לחסכון דלק וחשמל במפעלי תעשייה, בתי מסחר ומוסדות אחרים מציעה את שירותיה.

הקבוצה מצוידת במיכשור מדידות ורישום לביצוע מעקב אחרי פעולת הציוד הצורך אנרגיה. בעבודות שבוצעו לאחרונה הושג חסכון דלק וחשמל המגיע ל-20% מכלל הצריכה.

המעבדה מוכרת על ידי משרד האנרגיה והתשתית לעריכת סקרים מקיפים לחסכון אנרגיה במפעלי תעשייה ובמוסדות.

משרד האנרגיה והתשתית משתתף ב-50% מכלל ההוצאות לביצוע סקרים לחסכון אנרגיה ומעניק תמריצים למימוש האמצעים להשגת החסכון.

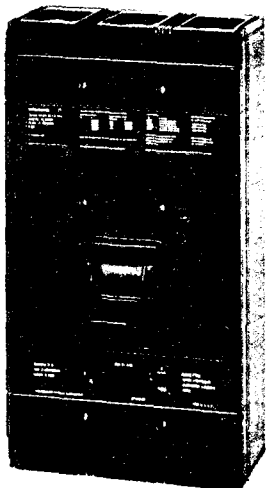


Westinghouse

Electric Corp. U.S.A.

מפסקי זרם חצי אוטומטיים

ווסטינגהאוז — ארה"ב



● מפסיק זרם 1200 אמפר SELTRONIC NC 1200

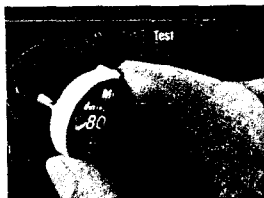
● מפו' בעל הגנת אלקטרוניות מאושר על ידי חברת החשמל להגן על שנאיה.

— הגנה בפני יתרת זרם מתכוונת 70%—100% זרם נקוב.

— הגנה בפני זרם קצר מתכוונת 4—8 X זרם נקוב.

— התקן השהייה במעגל המגנטי (סלקטיביות).

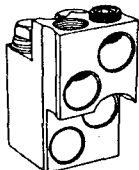
— כושר ניתוק 36.000 אמפר.



● המפסקים בסדרת SELTRONIC כוללים מערכת הגנה אלקטרונית SOLID STATE.

● יחידת ההגנה ניתנת להחלפה בנקל.

● המפסקים כוללים (כלול במחיר) מהדקי כבלים בכניסה וביציאה המתאימים לחיבור כבלי נחושת ו/או אלומיניום.



● מזודת בדיקה (TEST KIT) מאפשרת בדיקת המפסק בשטח בעודו מורכב בלוח.

● המחיר — 26,310 ל"י (ליום 1.12.78)

● דרוש מפסקי זרם „ווסטינגהאוז”

● הציוד הנכון במחיר הנכון

● לקבלת מחירון ופרטים נוספים התקשר עמנו



אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ

תל-אביב, רחוב הנגב 4 * ת. ד. 2180 * טל. 37029, 30851



פתאום נפסק החשמל...

מה קורה במפעל שלך כשיש הפסקת חשמל?

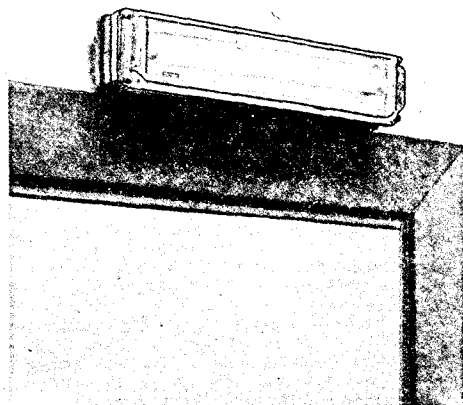
הפסקת חשמל יורדת עליך כמו רעם ביום בהיר. המפעל משותק. המעלית תקועה. הפועלים מבוהלים. חדר המכונות הופך להיות מלכודת מסוכנת לעובדים. בחדרי המדרגות אנשים נתקלים זה בזה והחשמלאי שהוזעק לחדרי-לוחות-החשמל והגנרטורים - אינו מסוגל לעבוד בחושך.

אתה יכול למנוע אסונות ופגעים כאלה במפעלך.

התקן מנורת "ברק" של "געש" למניעת בהלה ראשונית ולאספקת תאורה עד לחידוש הזרם.

"ברק"

מנורה פלואורסצנטית הנדלקת אוטומטית בהפסקת חשמל, פשוטה להתקנה ואינה דורשת אחזקה.



"ברק" - מחוברת באופן קבוע לרשת החשמל ולכן טעינת הסוללה מובטחת בכל עת.

במקרה של הפסקה בזרם החשמל, נכנסת תאורת החרום לפעולה באופן אוטומטי. עם חידוש אספקת הזרם, חוזרת המנורה למצב של טעינה.

עם "ברק" יש תמיד אור במפעל.

מפעלי תאורה געש

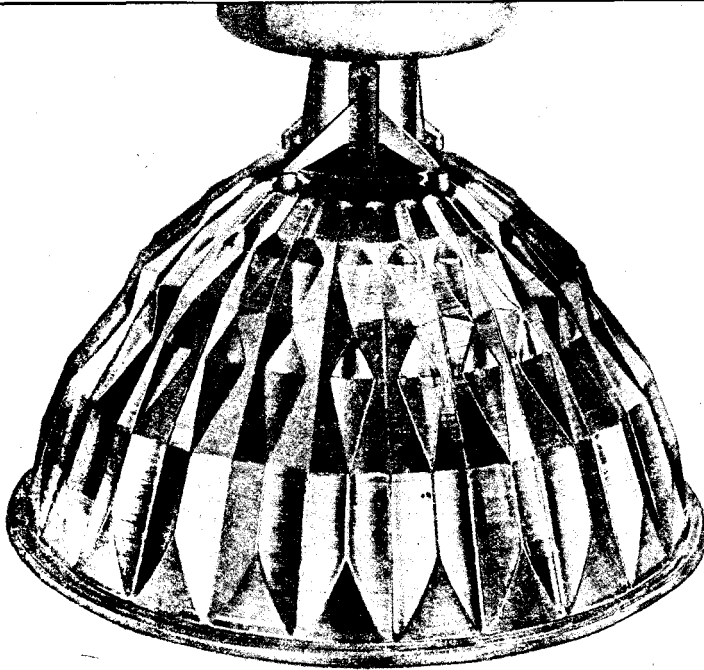


קבוץ געש. טלפון 03-938985/8

סוכנות ראשית:

מוצרי תכן, רחוב הארבעה 8-10 תל-אביב טלפון 268251
ובסניפים של מוצרי תכן בירושלים, חיפה ובאר-שבע.

"פריזמה-געש" לא צורך יותר- הוא רק מקרין יותר...



כדי לקבל תנאי תאורה מצויינים, "געש" מציע לך רפלקטור פריזמטי אשר תוכנן באמצעות מחשב. רפלקטור זה, המכונה "פריזמה-געש", מאפשר פיזור אור מקסימלי תוך ניצול מירבי של עוצמת הנורה.

"פריזמה-געש" עשוי אלומיניום טהור ומצופה בשכבת זכוכית כדי להבטיח תפוקת-אור מלאה לאורך זמן.

ל"פריזמה-געש" תיבת חיבורים היצרנית עשויה מאלומיניום יצוק (ובלתי מחליד) ומאפשרת תחזוקה נוחה. "פריזמה-געש" פועל עם כל הנורות החדישות: כספית, מטל-הלייד ונתרן-לחץ-גבוה. "פריזמה-געש" מתאים למבנים תעשייתיים ולמגרשי-ספורט. "פריזמה-געש" ניתן להשיג ב-2 דגמים: בעל אלומה רחבה להתקנה בגובה עד 15 מ', ובעל אלומה מרוכזת להתקנה בגובה שמעל ל-15 מ'.

למתן פרטים נוספים ו/או המצאת פרוספקט, נא מלא, גזור ושלח את התלוש הר"ב.

לכבוד
מפעלי תאורה געש
קבוץ געש

אבקשכם לשלוח לנו
פרוספקט על הנושא
"פריזמה-געש".

שם המזמין _____

שם המפעל _____

תפקיד _____

כתובת _____

טלפון _____

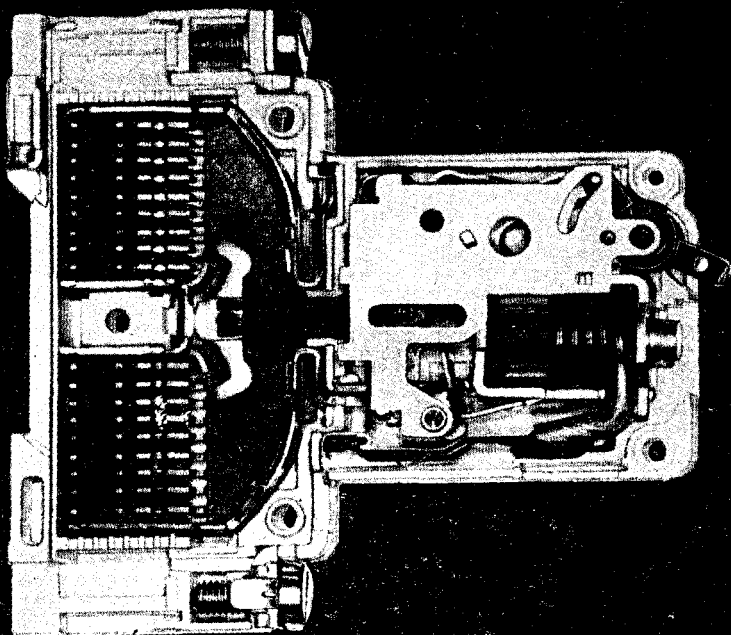
מפעלי תאורה געש

קבוץ געש, טלפון 03-938985/8

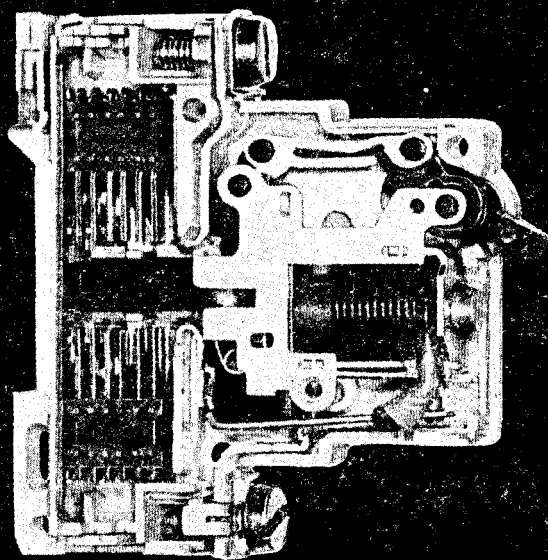


הגנת
מוליכים
וציוד

AZ



FAZ



טכניקה טובה יותר לבטיחות גבוהה יותר

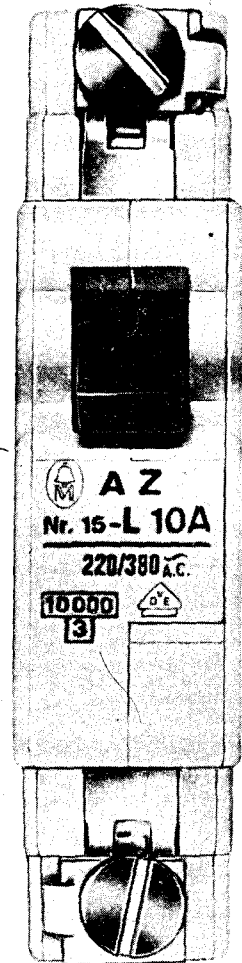
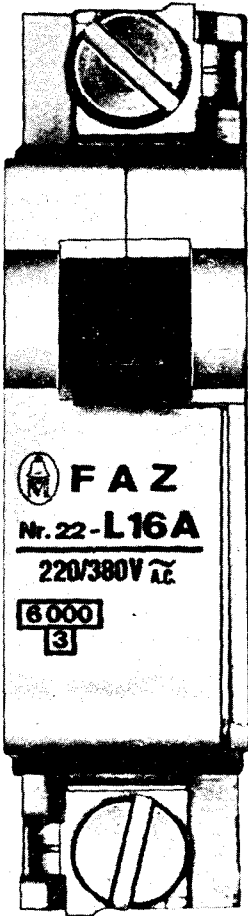
KLÖCKNER-MOELLER

הגנה לפי צרכיך.

במתקנים ביתיים הוכיח את עצמו ה-מאמ"ת הנמוך FAZ (68 מ"מ גובה בלבד) – בעל כושר ניתוק של 6 kA (220/380 V, $\cos\varphi=0.6$) במתקני תעשייה וברבי-קומות, בהתקנה קרובה לשנאי – יש עליונות מוחלטת למאמ"ת AZ בעל ההספק הגבוה וכושר ניתוק של 30 kA (220/380 V, $\cos\varphi=0.2$) המאפשר לתכנן מתקני תעשייה ורבי – קומות ללא נתיכים.

הגנה מעל ומעבר לנדרש בתקנים.

שני ה-מאמ"תים; FAZ ו-AZ עונים על הדרישות החמורות של התקנים הבין-לאומיים החדשים, כגון; CEE 19 ו-VDE 0641 ועולים בתכונותיהם על הנדרש בדרגה הגבוהה ביותר של הגבלת זרם – קצר. היות והאנרגיה העוברת במאמ"תים הנ"ל הינה נמוכה ביותר – מובטחת הגנה מלאה לקווים אפילו בגודל 1.5°, ב-6 kA וב-30 kA בהתאם לסוג המאמ"ת.



ק.א. באר – שבע בע"מ
באר-שבע, רח' המלאכה 28
טל. 057-35916

משרדינו הטכניים
תמיד קרובים אליך!



ק.מ.ק. הנדסת חשמל בע"מ
ירושלים, רח' יפו 214
טל. 02-231610
קדקו בע"מ.
אשקלון, אזור התעשייה,
טל. 051-26719
לוחות והנדסת חשמל
כפר-סבא בע"מ.
כפר-סבא, רח' וייצמן 94
טל. 052-24003

קצנטיין, אדלר ושות'
בע"מ.

תל-אביב, דרך פתח תקוה 37
טל. 03-614668
הנדסה אלקטרו-מכנית
חיפה בע"מ.
חיפה, דרך יפו 121
טל. 04-526148

כל מה שרצית לדעת על תאורת חרום

א. החשוב ביותר בתאורת חרום הוא המצבר.

קיימים בשמוש כמה סוגי מצברים. מצברי עופרת חצי יבשים (גיליי טייפ) מצברי ניקל קדמיום יבשים. ההבדל במצברים הינו רב ומשמעותי ולכן חשוב לדעת באיזה סוג מצברים משתמש היצרן.

מנסיון בציוד המצוי בארץ אורך חיי מצבר ניקל-קדמיום הנו רב ביותר ומגיע למעלה מעשר שנים ויותר ללא כל בעיות החזקה וללא צורך בטפול לעומתו מצבר האופרת אורך חייו קצר יחסית והנו זקוק להחלפה אחרי מספר שנים, כ-3 שנים. מצבר ניקל קדמיום קל במשקלו ומאפשר שמוש באלמנטים קטנים קלים ודקורטיביים.

ב. התאמת גוף לשמוש הנכון

קיימים בשמוש מספר סוגי גופים. גוף פלורסנטי, גוף לבון, גוף לבון דו-תכליתי וכן גוף לבון עם מגורת עדשה (סילד-בוס). כל גוף מיועד למטרות שונות בהתאם לסוגו ולצורתו.

1. תאורה פלורסנטית — תאורה חזקה ויעילה מתאימה בעיקר לאולמות, בנקים, מרפאות, מקלטים וכו'.

2. תאורת לבון — תאורה מינימלית להתמצאות בלבד.

3. תאורת לבון דו תכליתית — מיועדת בעיקר לשלוט ולהכוונה (ניתן לקבל בהתאם לדרישות המשטרה ומכבי אש, פועלת גם בחשמל הרגיל וגם בחרום).

ג. גודל הנורה וכמות האור

כל המתמצא בחשמל יודע שכמות הוטים של נורה הנו מוגח הקשור בהספקה ולא בעוצמת האור. את עוצמת האור אנו מודדים בלומנים או בלומן למ" שזה לוקס. אי לכך יש להתחשב בכל מגורה בהתאם לכמות האור המעשית שהיא גותנת ולא למספר הוטים הרשום על הנורה מה עוד שישנם גופים שבהם הספק המצברים לא תואם את הנורה והנורה דולקת חלקית לכן חשוב לבדוק את נצילות הגוף. כסוי פרספקט לא שקוף גורם לאבודי אור בכ-35 אחוז ויותר ולחלופין כסוי שקוף ורפלקטור פנימי מלוטש גורם לנצילות מכסימלית של האור.

להלן כמה נתונים מבדיקות שנערכו בלילה עם מד-אור (לוקס מטר) במרחק 1 מ' מתגוף.

גוף 20 וט תוצרת מקומית כסוי מט	כ-50 לוקס
גוף 8 וט תוצרת מקומית מצבר גיליי טייפ	כ-35 לוקס
גוף 6 וט ניקל קדמיום רילוקס	כ-40 לוקס
גוף 20 וט ניקל קדמיום רילוקס	כ-80 לוקס

ומכאן שלא כמות הוטים היא הקובעת אלא איכותו של הגוף. סוג הכסוי ומחזור האור וכמובן נצילות המצברים והמערכת האלקטרונית. לכן לפני שאתה קונה תאורת חרום

בדוק!

תשוב!

והחלט נכון!

מוגש כמודעה ע"י צבמד בע"מ

חובבי ציון 36, ת"א

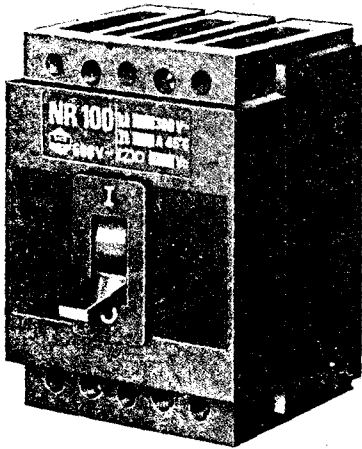
טל' 03-299450



סַצִיָה

מפסקי זרם
אוטונומיים

מודול NR100



- ◆ 11 יתרות זרם
- מ 10 עד 100 אמפר
- ◆ 2-3-4 קטבים
- ◆ עם מגע מופעל
- על ידי יתרות זרם

המשווק

אטקה בעמ

בני ברק רח' בר כוכבא 6
טל: 03-78 2718, 78 24 65

סניף צפון:

חיפה, רח' השיש 3, טל. 04-740801

קב-קור

מפעלי בית-אלפא לויסות אוטומטי

תרמוסטטים לקירור דגם 51B

- למקררים ביתיים מכל הסוגים
- למקררים מסחריים
- לארגזי גלידה
- למיכלי מים
- להקפאה עמוקה

תרמוסטטים למזוג-אוויר דגם MA

- לחימום, קירור וחימום-קירור
- למזגני חלון מכל הסוגים
- למזוג אוויר מרכזי
- למבטיחים נגד קפיאה
- למפשירי קרח
- לתפקידים מיוחדים

לדרישות מיוחדות ומדוייקות!

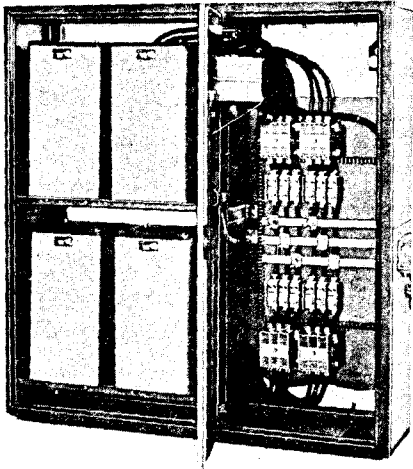
תרמוסטט כפול דגם FD

בעל מפסק אחד (FD-3) או שני מפסקים נפרדים (FD-6) מסוג S.P.D.T. הניתנים לכוון בנפרד. להפעלת 2 מערכות נפרדות לחימום וקירור ומערכת משולבת לויסות טמפרטורה:

- בחדרי ומגדלי קירור
- בחממות
- בלולים
- באולמות מבוקרים
- תחומי עבודה בין $+30 \div -30$
- דיפרנציאל של $1-3^{\circ}\text{C}$

ניתן כדגם FDX בקופסת פלסטיק

בית-אלפא, ד. נ. גלבווע, טל. (065)81924



מכה

הנדסת חשמל בע"מ

ארון קבלים לשפור מקדם הספק

גדלים סטנדרטים מ"מ 60-312 קוא"ר

הרכב:

- 4 אוס קבלים תוצרת ASEA
- מספק ראשי
- הבטחות לקבלים
- נורות סימון
- ווסת אוטומטי HELIOWATT
- מד כופל הספק
- הפעלה ידנית או אוטומטית

אספקה תוך 3-6 שבועות או מהמלאי

לייעוץ והדרכה אנא פנה למשרדנו!

כתובתנו החדשה

מ.פ.ה. הנדסת חשמל בע"מ

רח' שרת 44, ר"ג ת.ד. 8229

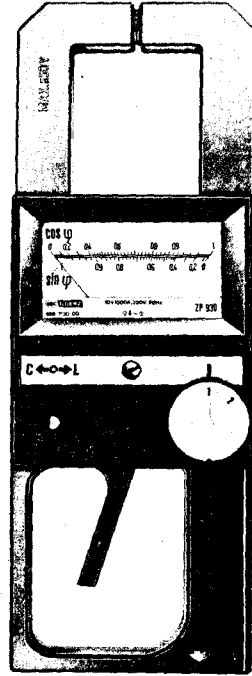
(כניסה מרח' הרצל מול אוסיס)

טל. 721624/7 729164/7

חברת ישראלמקס בע"מ

רחוב ארלוזורוב 25, תל-אביב • ת.ד. 6014
טלפון: 5-4-13 82 24 - טלפקס: 05-2266

BBC GOERZ
BROWN BOVERI



הצלחה ללא תקדים
רבים כמותו נמכרו בארץ.
עדיין במלאי.

מד כופל הספק נייד
("צבת" $\cos \phi$)

למידת כופל הספק השראתי או קיבולי 1...0
10 עד 1000 אמפר, 220 וולט, 50 הרץ.
למידת זרם במוליכים עגולים או
פסי צבירה עד 50×60 מ"מ.

מד הספק נייד
("צבת" וואט-חטר)

למידת הספק במערכות חד מאזיות
או תלת פאזיות 380/220 וולט, 50 הרץ.
תחומי מדידה: 100-300-1000-3 קילוואט.

מכשירי מדידה ורישום ניידים
ולוחות למדידת זרמים ומתחים בכל התחומים.
שנאי זרם, מתמרי מתח זרם, מודדי טמפ'
ורשמים לטמפ', מודדי התנגדות בידוד והארקות.

הודסת חשמל בע"מ



רמת יגן, רחוב שרת 44 (ליד אואזים) • ת.ד. 8229 • טל. 721624/7, 03-729146 • סלקס 32154

מכשיר לבדיקת

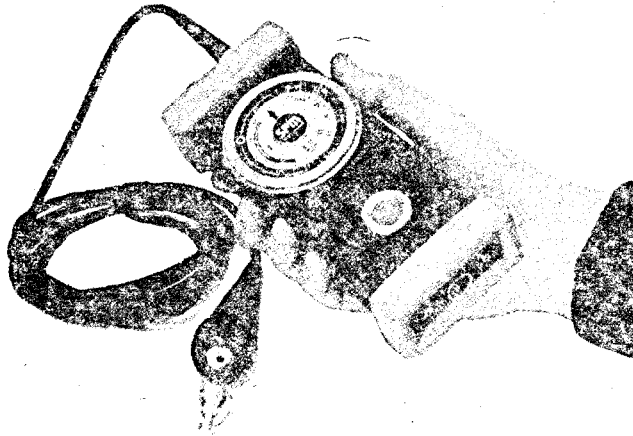
טיב מיסבים

Shock Pulse Meter 43A

will tell you the condition

of your ball and roller bearings

חמם



יתרונות מכשיר SPM

- הקריאה מראה גודל הנזק המכני ומציינת מיידית מצב-עבודה של המיסב.
- הקריאות והבדיקות נעשות בזמן עבודה שוטפת, ללא הפרעות מרעידות ורעשים הקיימים בדרך כלל במכונות.
- תקלות במיסבים יתגלו בשלב מוקדם וזה מאפשר תכנון מראש לתיקון או החלפת המיסבים; כל זאת ללא סיכון של תקלה פתאומית ובלתי צפויה.

SPM

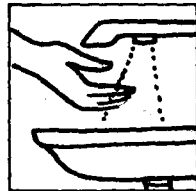
The SPM method

י. קשטן

תל-אביב דח' אלנבי 121 טל: 623854 613208

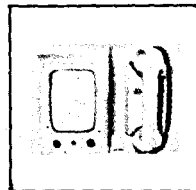
Kuhnel

אוסטריה אינסטלציה סניטארית
עם פקוד פוטואלקטרי.



Grothe

גרמניה תקשורת קוית-
מטרכות אינטרקום וידיאו.



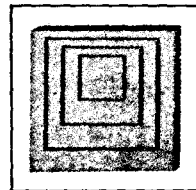
Flexa

גרמניה צנורות גמישים ומשוריינים
לתעשיית החשמל.



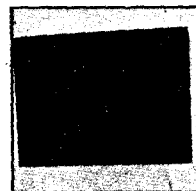
Friedland

אנגליה פטמונים דקורטיבים לבית.
פטמונים משוריינים לתעשייה
ומטרכות אזעקה
באמינות גבוהה.



Niko

בלגיה מכסיקי חשמל דקורטיבים
לבית ודימרים פלורסנטים
בטיצוב נאה ומודרני.



Maehler & Kaege

ציוד מוגן. התפוצצות

גרמניה

* הקטן תשלומיך לחברת החשמל
 * חסוך באנרגיה
 * הקטן את הפסדי החשמל במפעלך
 התקן במפעלך

צ'יתופיט

יחידה אוטומטית לשיפור כופל ההספק

ה"ציתופיט" כולל:

- קבלים מודולריים בעלי הפסדים קטנים (0.05%)
- ווסת אוטומטי הכולל גם מערכת "סף עומס"
- מפסק ראשי מנתק בעומס.
- מגענים ונתיכים לכל קבוצת קבלים.

יעוץ והדגמה:

צ'יתוד תעשיות בע"מ

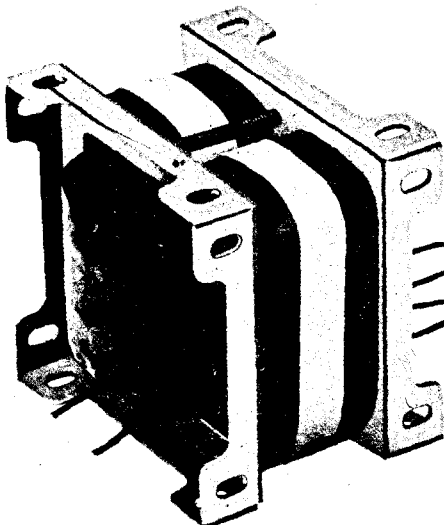
רחוב המרכבה 29, איזור התעשייה חולון
טלפון: (03)809141.



הקבוצת כור חשמל ואלקטרוניקה

ברק | כ"ח

תל-אביב, רח' מסילת ישרים 15
טל. 833475



יצור שנאים (טרנספורמטורים)

- * חד ותלת פאזיים, בכל מתח נדרש.
- * שנאים עם שקע אמריקאי ל-110 v.
- * שנאי בטחון.
- * שנאי זרם לאמפרמטר.
- * סלילים אלקטרו מגנטיים.

חדש

תדיראור E-20

התאורה הפרטית שלך

תכונות:

- ★ מופעלת אוטומטית עם הפסקת החשמל.
- ★ ניזונה ממצבר ניטען ניקל-קדמיום אטום מתוצרת "תדיראן".
- ★ כוללת גורה פלורסנטית 20 w סטנדרטית בעלת משך חיים ארוך.
- ★ מותקנת בגוף דקורטיבי מחומר פלסטי דוחה אש.
- ★ נוחה להתקנה, אינה דורשת אחזקה שוטפת ומשתלבת היטב בכל עיצוב פנים.
- ★ כוללת נורית בקורת לטעינה ולחצן בדיקה.
- ★ מוצר איכות של חברת "תדיראן" עם שנתיים אחריות.

- ★ **לנו אור עם תדיראור**
- ★ **לנו אין הפסקת חשמל**

תדיראן

- ★ **ייצור**
- ★ **אחריות**
- ★ **שרות**



אל

און הנדסת חשמל בע"מ

רח' יחיאלי 9, תל-אביב טל. 59074
טל. בערב 777877-429191

א. ייעוץ ותכנון מתקני חשמל מתח גבוה ונמוך של:
כח ומאור במבנים, משרדים, בתי מלון, בתי ספר ותעשייה.

✕ יעוץ ותכנון מערכות פקוד ובקרה.
✕ פקוח על עבודות חשמל.
✕ מדידת כמויות של מתקני חשמל.

ב. תכנון וייצור לוחות חשמל:
✕ לוחות אספקה.
✕ לוחות חלוקה.
✕ לוחות פקוד ובקרה.
✕ לוחות מעבדה.
✕ לוחות אספקת חרום.

בדיקת כבלים

קביעת מקומם בשטח
אתור מקום התקלה

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

יפו, שד' ירושלים 153
טלפון 821661
ת.ד. 27154

שרותים השמליים פוכניים

חברת בת של מקורות חברת מים בע"מ
חולון, רח' הפלדו (אזור התעשייה) • ת.ד. 308 חולון • טלפון 806111





מערכת הפעלה, בקרה והגנה אלקטרונית לדיזל.

DCS 1250 לחגנה - הפעלה - הפסקה אוטומטית, או ידנית של מנוע דיזל בשילוב עם מערכות חשמל ומים.

משרד העבודה והרווחה מחוז חיפה
 האגף להכשרה ולהשתלמות מקצועית
 המרכז להשתלמות מקצועית — חיפה
 מועצת פועלי חיפה
 המח' להכשרה ולהשתלמות מקצועית

קורסים להשתלמות חשמלאים

- ☆ לקראת רישוי: חשמלאי מוסמך — חשמלאי ראשי — חשמלאי בכיר.
- ☆ קורס השלמה מקוצר לטכנאי והנדסאי אלקטרוניקה — לקבלת תעודה של חשמלאי מוסמך.
- ☆ קריאת שרטוט חשמלי ומעגלי פקוד.
- ☆ למודי הכשרה והסבה לחשמלאים מתחילים — לקראת רישוי לחשמלאים מוסמכים — לימודי ערב ובוקר.
- ☆ אלקטרוניקה תעשייתית שלב א' — לחשמלאים העוסקים במכשור אלקטרוני. שלב ב' — פיקוד דיגיטלי.
- ☆ מתח גבוה לקראת רשוי מתאים.
- ☆ קורסים יחודיים לפי דרישת המעוניינים.
- ☆ ערבי עיון בנושאים מקצועיים.
- כל הלימודים מתקיימים בחיפה בשעות הערב — פעמים עד שלוש שבוע.

הרשמה ופרטים נוספים: מועצת פועלי חיפה — המח' להשתלמות מקצועית — רחוב החלוץ 45, חיפה חדר 206 טלפון 04-641781.
 במרכז בסמ"ת חיפה, רח' בלפור — בשעות הערב בלבד. טל. 645341 או סמן מספרנו בגלית השרות.



אלקטרוטכניקה בע"מ

קרית טבעון, רח' קק"ל 16, מיקוד: 3600
 טלפון: 932583, 931752-04

- * לוחות חלוקה, פקוד וסינופטיים
- * ליפוף מנועים
- * ייצור טרנספורמטורים ומטענים
- * מתקני חשמל (אינסטלציה)
- בתעשייה ובמשק
- * מתקני מתח גבוה
- * שרותי תחזוקה ותיקונים

**שרות וביצוע
 עבודות
 חשמל**

**בתעשייה במבנים ציבוריים,
 תחנות טרנספורמציה,
 פיקוד ובקרה.**

בחברתנו
 צוות עובדים צעיר ומנוסה
 המבצע עבודות חשמל לתעשייה,
 בניני ציבור, מתקני מתח גבוה,
 פיקוד ובקרה.
 מוקדי עבודה בכל צפון הארץ,
 טלפון וקשר אלחוטי מהמשרד
 לכל מכונית — מבטיח שרות
 מהיר ללקוחותינו.



רחוב דהאן 15, טבריה, טל: 21226-067

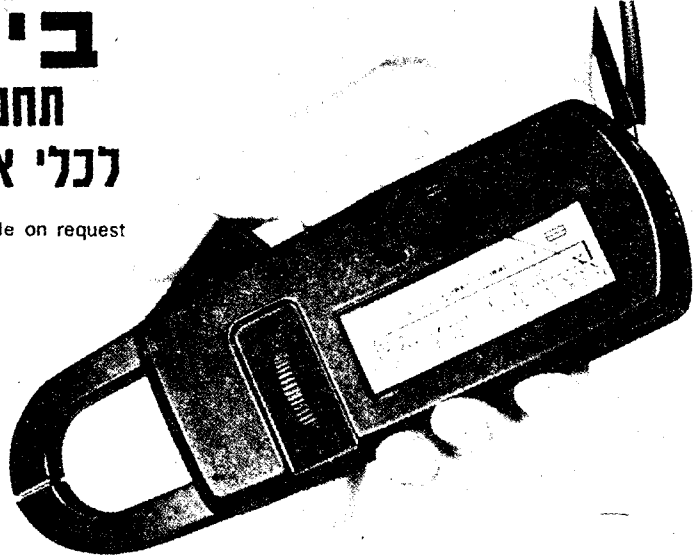
משרדנו הראשי: נצרת עילית (אזור תעשייה ב')

בי-דני

תחנה מס' 1

לכלי אלקטרוניקה

★Catalogues are available on request



SNAP-ON VOLT-OHM-AMMETERS

HEW SNAP SERIES

- Compact, Pocketable Snap-on AC Volt-Ammeter.....KEW SNAP-3
- Snap-on AC Volt-Ohm-Ammeters with Swivel Case.....KEW SNAP-5,6
- Rotary Scale Snap-on AC Volt-Ohm-Ammeters that Ensure Accurate Measurements without Reading Errors.....KEW SNAP-8,9
- Rotary Scale Snap-on AC Volt-Ohm-Ammeter with Maximum 1000A Range.....KEW SNAP-10
- Rotary Scale Snap-on DC Volt-Ohm-Ammeter.....KEW SNAP-7



צבת אמפרמטר

INSULATION TESTER

HEW MEG SERIES

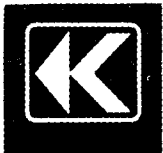
EARTH RESISTANCE TESTER

HEW EARTH 600

מגר אלקטרוני

מגר אומטר

(לבדיקת פריצות מתח)

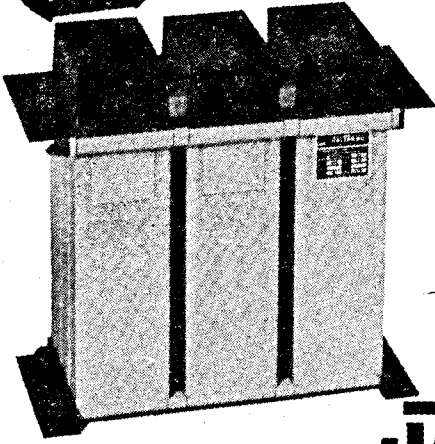


מפיצים בלעדיים: **בי-דני / אינג' א. בידני בע"מ**

תל-אביב, רח' אלנבי 84, טל. 615469

שווק בכל הארץ

ביחידות
של 50-5
קוא"ר



טאלראד קבלים

חד ותלת פזיים לשיפור מקדם ההספק.

- הפסדים נמוכים – 0.5 וואט לקוא"ר
- הגנות מיוחדות בפני עומס יתר
- בידוד כפול – קופסה ומכסה מפלסטיק בלתי שביר
- קלים במשקל
- מבנה מודולרי קומפקטי
- אקולוגי ללא חמרים רעילים
- מתאים במיוחד לארונות קבלים
- אספקה מהמלאי
- מחיר תחרותי

לקבלת עלון הסבר, יעוץ והדרכה:

מחלקת ציוד חשמל

חיפה, שדרות המגינים 39, טל. 532102-3-4

אקו-ל-מל

הכנס הבינלאומי על כבלים (ספטמבר 1978) – תמצית דעות המומחים מחו"ל, הערות והארות

ד"ר נ סורוצקין

בתאריכים 18–25 בספטמבר, ביקרו בישראל 9 מומחים ידועי שם בשטח הכבלים. הם באו לארצנו במטרה להרצות בפני הכנס, שנכון יותר לכנותו סמינר, ולספר על ידע וניסיון בנושאי פיתוח, ייצור ושימוש של כבלי מתח נמוך, מתח בינוני ומתח גבוה. עצם תכנון הכנס וביצועו – על ידי הסניף הישראלי של IEC וחברת החשמל לישראל בע"מ – מראה על התענינות גוברת והולכת בנושא הכבלים בארצנו. כידוע מקובל להניח כי האופי וכמות הכבלים אשר בשימוש משקפים לכאורה את הרמה והיעילות של העברת הכח וחלוקתו בכל ארץ.

היקף השימוש בכבלים גדל בקצב מהיר יותר מגידול מערכת הייצור בכללה. לדוגמא: תגבור מערכת אספקת החשמל בהרבה ערים ואיזורי מגורים בישראל מתבצע לאחרונה תוך העדפת השימוש בכבלים. מאידך, חלוקת כח באמצעות תילים עיליים, מאבדת את חשיבותה וכנראה תחולף בהדרגה על-ידי כבלים. מכך משתמע שכבלים הולכים וטהווים רכיב חשוב ביותר במערכת הכח. ניצולם היעיל של הכבלים יתרום לשיפור המקדם הכלכלי של המערכת.

בכנס ניתנו 14 הרצאות אשר שלוש מתוכן הוקדשו לשאלות ביחס לכלל סוגי הכבלים, שלוש הרצאות לכבלי מתח נמוך, שלוש הרצאות לכבלי מתח בינוני וחמש הרצאות לכבלי מתח גבוה. אפשר לציין שאין קביעה או הסכמה כללית לסיווג הכבלים לקבוצות לפי המתחים.

לי נראה שהחלוקה המתאימה ביותר היא:

עד 1 ק"ו — כבלי מתח נמוך; מעל 1 ק"ו ועד 35 ק"ו — כבלי מתח בינוני;
מעל 35 ק"ו ועד 400 ק"ו — כבלי מתח גבוה; מעל 500 ק"ו ועד 765 ק"ו — כבלי מתח עליון;
מעל 1000 ק"ו ומעלה — כבלי מתח על-עליון (אולטרה עליון).

בהרצאות עסקו בבעיות כבלים ברשתות חלוקה וברשתות כבלים ראשיות. על נושא כבלים לצריכה עצמית בתחנות כח או בתעשייה לא דובר בכנס, למרות שלחברת החשמל ענין רב בו.

בחומר ההרצאות יש מידע רב שימושי אשר צריך להתעמק בו ולקראו בכובד ראש.

כבלי מתח נמוך

הנסייון המעשי במערב גרמניה

ברשתות מתח נמוך בגרמניה המערבית, לפי דברי המרצה H. WICHMANN, כבלים 4 ג"י דיים עם תילים מאלומיניום ובדוד מ-PVC (פוליוויניל כלוריד) נמצאים בשימוש בלעדי. שני סוגי מבנה בכבלים נמצאים בשימוש: האחד — כבלים אשר הגיד הרביעי (האפס) הוא צורני, והשני בכבלים אשר הגיד הרביעי שלהם הוא בצורת שכבת ליפוף קונצטרי מתיל-אלומיניום. הסוג הראשון נחשב לעדיף.

לאחרונה השימוש בכבלי מתח נמוך עם בידוד מ-XLPE (cross-linked polyethylene) — פוליאתילן, "תפור" גובר מפני שהכבלים האלה, למרות שהם די יקרים, יש להם יציבות תרמית גבוהה ניכרת.

מר H. WICHMANN, כמראים האחרים, הדגיש את החשיבות הגדולה של ההבנה הנכונה של

נושא העמסת הכבלים המותרת והשימוש ביציבות התרמית הגבוהה של הכבלים עם בידוד XLPE למרות העובדה שה-XLPE מאפשר התחממות ממושכת של 90°C כנגד 70°C של ה-PVC, העומס המותר הרצוף (מקדם עומס 100%) של כבלי XLPE עולה לא בהתאם לחישובים הווריס פורמליים אלא במדה פחותה, וזאת בהתאם לנסייון שנעבר בגרמניה המערבית. זה מוסבר בטיעון שאיבודים גבוהים נוספים אינם רצויים, ובמקרה של כבלים תת-קרקעיים יש חשש לייבוש ניכר של האדמה מסביב לכבל. הייבוש גורם לעליית ההתנגדות התרמית של הקרקע ומנמיך את ההעמסה המותרת של הכבל.

ייתכן שהגישה הזאת לא תתאים במלואה לתנאים בישראל מפני שהקרקע ותנאי ההעמסה שונים באופן ניכר בהשוואה לאירופה.

יתרונות הכבלים עם בידוד תרמי יציב של XLPE

* ד"ר סורוצקין הוא מומחה בינלאומי לכבלים שעלה לפני כשנה מברזיל ועובד במעבדת החשמל למחקר ופיתוח של חברת החשמל. הערותיו והארותיו מובאות באוריות הבהירות בעוד תמצית דעת המומחים מחו"ל באותיות רגילות.

באים לידי ביטוי כאשר לוקחים בחשבון תנאי עומסיתר לזמן קצר ובמיוחד בתנאי קצר. נציין שבקשר לתנאי קצר, בכבלים עם בידוד PVC מאפשרים התחממות עד ל- 130°C — 160°C ובכבלים עם בידוד XLPE מאפשרים עד ל- 250°C — 350°C . מר WICHMANN מציין שסדר פיות מיוחדות למתח נמוך אינן בשימוש כיום בהתקנה פנימית בגרמניה המערבית. המקובלות הן רק סופיות פשוטות (חתוכות) באשר למחברים, עדיין דרושה להם תשומת לב ויש עוד מקום לשיפורים.

לנושא אזורי הכבלים יש חשיבות גדולה בהתייחסות לישראל ואנו משתדלים, להשתמש בפתוחים החד-שים בשטח זה. נתקבל אצלנו מידע רבי-ערך בשטח אזורי כבלים למתח נמוך ובינוני ממר Lehbok, נציג חברת 3M ממערב גרמניה אשר ביקר בחודש יולי האחרון. מר Lehbok הראה לנו בצורה מעשית שיטות מתקדמות של הרכבת אזורי והרצה לנו בנושא, כמו כן הוא מסר לנו חומר נדרש שכלל ספרי הוראות ושידוטים.

הנסיון המעשי באנגליה

מר R. G. ANSTEE בהרצאתו, מסר לנו על הנעשה בשטח כבלי מתח נמוך באנגליה. ברשתות 1 ק"ו נמצאים בשימוש כבלים בעלי ארבעה גידים מסוגים שונים (מיבנה ותיכונן). ביניהם יש כבלים סימטריים, כלומר, כבלים שהגיד הרביעי הוא צורני, וארבעת הגידים שלובים ב-יחד. כבלים אלו יכולים להיות בעלי מע-טה מתכת אחיד. כבל מסוג אחר מאופיין על ידי מעטה מתכת אחיד (בדרך כלל מאלומיניום), אשר משמש ברזמנית כהארקה וכאפס. כבל זה הוא תלת-מופעי עם בידוד מנייר רווי בתמיסה אל-ניולה, ובעל מעטה הגנה מ-PVC. הכבל השכיח כיום ונראה שיהיה, מכל מקום, הכי נפוץ בעתיד — גידיו צורנים וחד-תיליים עשויים מאלומיניום עם בידוד פלסטי (PVC, XLPE). שלוש הגידים המבודדים שלובים ביניהם וסביב שלושתם יש סיכוך גלי משכבת תילי נחושת. שיכבה זו משמשת גם כאפס. לכבל זה יש מעטה חיזוני מ-PVC. הסיכוך הגלי יתרונו בזה שהוא מאפשר לעשות הסתעפות מבלי לחתוך אותו אלא רק להטות את תילי הסיכוך.

בהרצאה הודגשו היתרונות היחודיים בשימוש ב-XLPE כחומר בידוד לכבלי מתח נמוך, בעיקר בגלל יציבותו בעומסיתר וזרמי קצר. אולם, שימוש בכבל זה מצריך נקיטת אמצעי זהירות מיוחדים להגנה כנגד פגיעות מכניות בייחוד בגיד האפס.

הנוקים הנגרמים לכבלים מיוחסים בדרך כלל לחפירות שנעשו בקרבתם ולעבודה שנעשתה ב-תוואי הכבל. בשעת נזק מקרי בבידוד הכבל, הסכנה העיקרית נובעת מקשת הקצר. עוצמת

הקשת תלויה בנסיבות שונות ולא נקבעת על-ידי חישובים פשוטים או נסיונות. נקבע שפריצה בכבל בעל סיכוך מתילים, מסוכנת פחות מפריצה ב-כבל בעל מעטה מתכת מקשי, מפני שכמות האנרגיה תהיה גדולה יותר במקרה השני.

מספר פרטים אודות כבלי מתח נמוך אשר מר ANSTEE לא נגע בהם בהרצאתו באו לידי ביטוי בהרצאתו של מר A. ROSS. מאנגליה שנגע גם בנושא הרכבת אזורי כבלים.

ההרצאה המשותפת של שני המרצים האחרונים התייחסה בעיקרה לבעיות הכלליות של האנרגי-טיקה ומקום מועט ניתן לנושא הכבלים גופא. צויין שברשתות החלוקה באנגליה (וכל הכבלים עד וכולל 132 ק"ו המתיחסים להן) עובדים בתנאי הארקה לאפס. ברשתות 132 ק"ו מוארק האפס ישירות לאדמה, וברשתות 33 ק"ו הוא מוארק דרך נגד אשר מגביל את זרם הקצר עד ל-1000 אמפר. כמו כן, האפס ברשתות 11 ק"ו מאורך ישירות או דרך סליל הגב השראי מיוחד (תלוי ברצון הצרכן); כל רשתות המתח הנמוך הן בעלות אפס המוארק ישירות לאדמה.

המרצים התייחסו כמו כן לבעיות התנאים התר-מיים הלא-יזרחיים אשר הכבלים, המונחים בני-רות במעברי כבישים, נמצאים בהם.

בהתאם לנוהג באנגליה התחממותית יותר במקומות אלו בתוואי הכבלים אינן נלקחות בחשבון מנקודת מבט כלכלית. המרצים הסבירו מפני מה באנגליה מגבילים באופן ניכר את זרמי הקצר המותרים בכבלים. לא רק הנוקים התרמיים לבידוד נחשבים כמסוכנים ביותר, אלא הכוחות המכניים והשפעתם על שלמות המחברים והסופיות.

כבלי מתח בינוני

הנסיון המעשי במערב גרמניה

מר E. REUTER מסר שכבלים של 10, 20 ו-30 ק"ו מיוצרים בגרמניה המערבית כבזמנים עברו, בעיקר עם בידוד נייר רווי ומעטה מעופרת או אלומיניום. כבלים עבור מתחים של 10 ק"ו מהסוג הזה מהווים בערך 73 אחוז מסך כל ייצור הכבלים הללו, ומכבלים למתח 20 ק"ו בערך 40 אחוז מכלל יצורם. מכל מקום, יש נטיה ברורה לעבור לבידוד מ-PVC בכבלים ל-10 ק"ו, ולכבלים עם בידוד XLPE בכל קבוצות המת-חים הבינוניים. המרצה פרט השוואה בין כבלים עם בידוד מניר רווי לבין כבלים עם בידוד פלסטי. הכבלים האחרונים בהשוואה לראשונים קלים במשקל, מאפשרים הנחתם בהרשי גובה, אביזריהם פשוטים יותר והם מתאימים יותר לתקון. אולם, מנקודת מבט של איבודים וייבוש מהיר ומשמעותי של הקרקע, העלאה מלאה של יכולת ההעמסה של כבלים עם בידוד XLPE לא רצויה. מאידך היכולת הגבוהה ליתרת זרם וה-יציבות בזרמי קצר חשובים באופן מיוחד. הודות

לערך הנמוך של פארמיטיביות (סיפרה) דיאלקט-
רית של $XLPE$ $2.3 \div 2.2$ ϵ במקום $3.6 \div 3.5$ ϵ
עבור הנייר הרווי (הזרמים הקיבולים ברשתות
כבלים בעלי בידוד כזה, קטנים באופן יחסי).

יש נטיה ברורה בגרמניה המערבית להשתמש
בכל מקום בכבלים חד-גידיים ולהמנע משימוש
בכבלים תלת-גידיים. כבלים חד-גידיים בתנאים
שבגרמניה — זולים, וניתן ליצורם, להובילם
ולהניחם באזורים חרושתיים גדולים, ולכן יש
פחות צורך במחברים.

אבזרי הכבלים החד-גידיים פשוטים באופן מש-
מעתי יותר מביניהם וזולים בהתלדגידים.
מלבד זאת החד-גידיים הודות לטיב הפיזור
התרמי החיצוני, הם בעלי יכולת העמסה גדולה
יותר.

בדרך כלל כבלים בקבוצת המתח הבינונית עם
בידוד $XLPE$, ובעיקר החד-גידיים, נחשבים בגר-
מניה המערבית ליעילים ביותר מבחינה כלכלית
ולבעלי שימוש נפוץ בעתיד. ה- PVC המיוחד בעל
תכונת התלקחות נמוכה נחשב לחומר הטוב
ביותר לעשיית מעטה חיצוני לכל סוגי הכבלים.

לא יהיה זה מחוץ להקשר להעיר את תשומת הלב
לעובדה כי בישראל השתמשו בכבלים 22 ק"ו עם
בידוד $XLPE$ לפני שהשתמשו בכבלים 13.2 ק"ו בעלי
בידוד כזה. האחרונים עדיין בשימוש בגירסא שונה —
עם בידוד מנייר רווי ומעטה מעופרת הנטיה הכללית
לעבור לכבלים עם בידוד $XLPE$ כנראה תתגבר גם בארץ.

ההרצאה של **Dr. R. Wimmershoff** הוקדשה
בכללותה לסופיות של כבלים בקבוצת המתח
הבינוני עם בידוד פלסטי. המרצה מצא לנחוץ
להסביר פעם נוספת את הכלל הידוע שבאים
לא יינקטו אמצעים מיוחדים, תהיה עליה חדה
בעוצמת השדה החשמלי על סופית הכבל. דבר
זה עלול לגרום לרשף (פריצה חיצונית) בין ה'
מוליך לסיכוך המאורק על פני סופית הכבל או
לפריצת בידוד הכבל במקום החתך (קצה). לכן,
מורכבת על הכבל סופית מיוחדת תוך כדי הק'-
פדה על הדרישות בהוראות.

ככל שמתח הכבל גבוה יותר כן בעית הסופית
היא יותר מורכבת. המרצה התייחס לשלוש
שיטות ידועות לשיפור השדה החשמלי בסופית:
— ויסות קיבולי בעזרת סיכוך-מוליך בצורת
חרוט. שיטה זו מתאימה לכל מקרה אבל סופית
הכבל מגיעה למימדים ניכרים.

— ויסות בעזרת שיכבה בעלת התנגדות חשמלית
נמוכה יחסית. בשיטה זו סופית הכבל בעלת
מימדים קטנים, אבל יעילות ויסות השדה ה'
חשמלי תלויה בתדירות המתח. ויסות השכבה
המותאם לתדר השימושי (50 הרץ), לא מספק
במתח אימפולסיבי, (למשל: ביתרות מתח אט-
מוספריות או במיתוג) מפני שתדר גל המתח

יותר משמעותי מאשר 50 הרץ.

— ויסות בעזרת שכבות בעלות ערך גבוה של
פארמיטיביות דיאלקטרית. שיטה זו היא מאוד
יעילה מפני שערך ה' ϵ לא תלוי בתדירות.
המרצה ציין, שסופיות מפלסטיק חייבות להיעשות
בהתאם לדרישות הכלליות ובנוסף — הן חייבות
לעמוד בפני אוזון, להיות חופשיות מפריצות
פנימיות חלקיות ומוכרחות לעמוד במיוחד בפני
זיהום והשפעות אטמוספריות אחרות.

חומרי הבידוד אשר משתמשים בהם ליצור חלקי
סופיות של כבלים עבור קבוצת המתח הבינוני
הם: גומי סיליקוני, גומי אתילן-פרופילן, גומי
אתילן-פרופילן-טרופולימר וגומי כלור-סולפין-פולי-
אתילן. ההרכב המגופר על בסיס גומי סיליקוני
הוא היעיל ביותר.

הנסיון המעשי באנגליה

מר **A. ROSS** התרכז בנושא קבוצת המתח ה-
בינוני לפי הנסיון המעשי באנגליה.

כבלים למתחים 6.6, 11, ו-33 ק"ו מתייחסים
לקבוצת המתח הבינוני באנגליה. מירב הכבלים
ל-11 ק"ו שהונחו באנגליה הם תלת-גידיים עם
בידוד מופעי וכללי (**BELTED TYPE**), עם
תרכובת רוויה אל-ניולה במעטה עופרת או אל-
מיניום (חלק או גלי). בשנים האחרונות הכבלים
הללו יוצרו עם מעטה הגנה מ- PVC .

באנגליה סוברים שכבלים למתחים מעל 11 ק"ו
חייבים להיות עם גידים מבודדים ומסוככים
בלבד, לכן כל הכבלים של קבוצת מתח בינוני
מיוצרים כתלת-גידיים בלבד מפני שסוג הכבל
החד-גידי יקר יותר במידה מסויימת. כבלים
למתח 33 ק"ו יכולים להיות הן מטיפוס עם
תרכובת אל-ניולה והן ממולאים בשמן.

הנחת כבלים מקבוצת המתח הבינוני נעשית ככלל
ישירות מתחת הקרקע בעומק של לא יותר
ממטר אחד. לאחרונה משתמשים בסרט סימון
צבעוני כאמצעי התראה בתואאי, היות והמומחים
משוכנעים עתה כי אמצעי ההגנה הרגילים לכב-
לים כגון: לבנים ולוחות בטון אינם יעילים
כנגד ציוד החפירה המכני המודרני רב העוצמה.
כשהמודבר בכבלים בעלי בידוד מניר רווי, עדיף
לכלוא אותם בתוך מעטפת הגנה מתכתית ממר-
לאת בתרכובת בידוד.

פיתוח הכבלים לקבוצת המתח הבינוני עם בידוד
 $XLPE$ ו- EPR (גומי אתילן פרופילן) מתבצע
באיטיות באנגליה בגלל מספר סיבות ובעיקרן:
הרגלים מסורתיים להשתמש בכבלים מקובלים,
חשדנות בחוסר רמת-אמינות מספיקה שיש ל-
כבלים עם בידוד פלסטי וכמו כן שיקולים כל-
כליים. אולם רבים חושבים בבטחון שכבלי
העתידי יהיו הכבלים עם בידוד פלסטי.

מר **A. ROSS** ציין שבאנגליה מעדיפים להשתמש

במספר מוגבל של שטחי חתך המוליך לאמור, 95, 185 ר"מ 300 מ"מ. הוא התייחס גם כן באופן כללי לגישה האנגלית לקביעת זרמי העומס המת-רים בכבלי קבוצת המתח הבינוני הפועלים ברשתות החלוקה. גישה זו שונה באופן ניכר מזו שאומצה באירופה וראויה לתשומת לב מיוחדת.

בקצרה, העניין הוא בזה שזרמי העומס הנמשכים המת-רים, המונחים ישירות מתחת לקרקע, מחושבים בהתאם לתקן IEC287, שהוא די מקובל, אבל לא בכל מקרה החישובים נותנים תוצאות סופיות. דבר זה מוסבר בעובי זה, שאחד הפרמטרים העיקריים היא, ההתנגדות התרמית של הקרקע, שאינה קבועה, ותלויה בהרבה גורמים. בחירת הגורמים, מידת השתנותם והתייחסות להתמדה התרמית של הכבל בקרקע מאפיינת את התכונות המיו-דות של הגישה הלאומית לקביעת העמסת הכבל המותר בארצות השונות בעולם.

כבלי מתח גבוה הנסיון המעשי במערב גרמניה

אחד ההיבטים של הנסיון המעשי במערב גרמניה בנושא כבלים למתח גבוה, השתקף בהרצאתו של מר H.J. Neinemann בשאלה הנוגעת לבחירת הסוג של כבלי מתח גבוה. לנושא זה יש ענין רב בישראל מפני שבעתיד הקרוב יונחו מספר כבלים של 110 ק"ו ו-161 ק"ו. ייתכן ויזדקקו גם לכבלים עבור 400 ק"ו.

הממצא פרט והשווה מספר סוגים של כבלים למתח גבוה ובתוכם:

— כבלים חד גידיים בעלי לחץ נמוך, עם מעטה עופרת או אלומיניום, וממולאי שמן (הנקרא כבל הנושא את „עצמו“).

— כבלים חד גידיים עם בידוד של XLPE.

— כבלים מולאי שמן או ממולאי גז, בעלי לחץ גבוה, בתוך צינור (צינור פלדה).

בחירת סוג הכבל תלויה באפשרויות הייצור או הרכישה ובתנאי השימוש המעשי, ולעתים קרובות בטעם האישי והמסורת של מהנדסים וההנהלה המחליטים בנושא זה. בבטים ריבוי האפשרויות מונחת העובדה שכל אחד מכבלי מתח גבוה הקיימים כיום ניתן להתאימו לתנאי הנחה והפעלה שונים. בו בזמן בתכנון של כל קו כבל, רצוי לשקול באופן יסודי את הנטיבות הקיימות ולהשוות את כל סוגי הכבלים הידועים ולבחור במתאים ביותר.

הקריטריונים הטכניים לבחירת כבלים הם כלהלן:
— חוזק מכני. כל הכבלים בתוך צינור מפלדה הם בעלי היתרון הגדול ביותר מנקודת מבט זו.

— אחזקה. כבלים עם בידוד פלסטי והכוונה ל-XLPE, הם הנוחים ביותר לתפעול ולאחזקה.

— עמידות בפני שיתוך (קורוזיה). תכונה זו יש במידה מספקת לכבלים ממולאי שמן עם מעטה עופרת ולכבלים עם בידוד XLPE. לכבלים בתוך צינורות מפלדה דרושה ככלל הגנה קטודית.

— התאמה לביצוע תיקונים. כבלים עם בידוד של

XLPE וכבלים ממולאי גז בתוך צינורות הם המת-אימים ביותר לתיקונים.

— יכולת ההעמסה בתנאי קרור טבעי היכולת הר-דולה להעמסה בורם חשמלי היא תכונה של כבלים עם בידוד XLPE וכבלים חד גידיים ממולאי שמן.

— חוזק דיאלקטרי. תכונה זו היא גבוהה ביותר בכבלים ממולאי שמן מכל הסוגים והמינים.

— איבודים דיאלקטריים. האיבודים הדיאלקטריים הנמוכים ביותר הם בכבלים עם בידוד XLPE.

— קירור מלאכותי. האפשרות הטובה ביותר לקרור מלאכותי שמעלה את יכולת ההעמסה היא בכבלים ממולאי שמן בתוך צינורות.

לאמור לעיל ניתן להוסיף כי בכבלים למתחים מ-110 ק"ו ומעלה עם בידוד XLPE, יתר סוגי הכבלים עם בידוד פלסטיק אמנים, עד כה, באותה מידה ככבלים ממולאי שמן. הסיבה לכך היא, ש-XLPE נתון להשפעה חזקה מזיהום בלתי נמנע ויש א"אחידות בחומר עצמו. דבר זה נוטה להיות מושפע בתגובת המתח ונראה בדומה לשורשי עץ (Treein) — סימנים בצורת שורש עץ כהתפתחות הדרגתית של שבירה). יש להניח שכאשר כבלים עם בידוד XLPE (או עם בידוד מחומר סינטטי אחר) יהיו בעלי אותה דרגת אמניות ככבלים ממולאי שמן הם יהיו הכבלים של מתח גבוה מהסוג היחיד שימצא בשימוש אולם דבר זה לא יקרה כנראה בעתיד הקרוב ביותר עם הכוונה נגד לא לכבלים למתח מ-300 ק"ו ומעלה. כאשר לאמינות, הכוונה העיקרית היא — לחוזק הדיאלק-טרי הנדרש מבידוד הנמצא תחת השפעת מתח תפעולי במשך זמן בלתי מוגבל ותחת השפעת מתחים אימפול-טיביים מכל סוג שהוא. במשך שתי עשרות השנים האחר-ונות בעית העברת עומס גדול מאוד בכבלים הפכה להיות קריטריון בהרבה ארצות מתפתחות, ומדובר בכאלפי מגולטאמפר לכבל אחד.

בעיה זו ובאופן כללי המשימה להעביר כבל למתח גבוה את העומס הגדול ניתנת לפתרון בדרכים שונות. אחד הצע-דים היעילים ביותר הוא השימוש בקירור מלאכותי.

ההרצאה של Dr. R. Wimmershoff הוקדשה ל-נושא הקרור המלאכותי בכבלים למתח גבוה. המר-צה פרט שלוש שיטות ידועות של קרור כבלים חד-גידיים במים, וביניהם:

— שיטה הנקראת קרור עקיף בעזרת מים זורמים דרך צינורות המונחים מתחת לקרקע במקביל ל-כבלים.

— קרור חיצוני ישיר בו הכבלים מונחים בצינורות או בתעלות (סגורות או פתוחות) והמים זורמים דרך תעלה מרכזית בתוך הגיד בכבל. שתי השיטות הראשונות הוכנסו לשימוש עכשווי וה-שיטה השלישית נבחנת עדיין.

כמו כן, מתכוונים לפתח ולבדוק קו נסיוני של כבל ל-110 ק"ו עם קרור פנימי במים וגם על פיתוח כבל ל-380 ק"ו עם קרור באותה השיטה. שיטת הקרור הראשונה מאפשרת להעלות את העומס המותר פי 1.7 בהשוואה לעומס המותר בתנאי קרור

טבעיים, השיטה השניה מעלה את העומס המותר פי 2.2 והשלישית פי 5.

המרצה לא פרט את השיטות הידועות של קרור מלאכותי בשמן, בכבלים ממולאי שמן, מפני שבגרמניה המערבית מרכזים את תשומת הלב בקרור מים בלבד. כמובן לא הזכיר דרכים ידועות אחרות לייצור כבלים עם יכולת העמסה גבוהה ביותר, למשל, דרך מרחיקת ראות. שימוש בכבלים עם בידוד של גז דחוס שיהווה את הבידוד העיקרי. נוכל למנות את התנאים בישראל לקרור מלאכותי של כבלים למתח גבוה, שיהיה להם באופן כללי שימוש מוגבל, מפני שמחד גיסא אין לנו צורך בהעברת עומס רב בכבל אחד (מאות ואלפי מגאוולטאמפרים), ומאידך גיסא אין לנו מים ללא הגבלה במידה מספקת לקרור כבלים.

הנסיון המעשי בהולנד

הרצאה מעניינת על הנסיון המעשי ההולנדי בשטח כבלים למתח גבוה ניתנו על-ידי המרצה מר J.A. Cieremans. השישווה בין כבלים ממולאי שמן לבין כבלים ממולאי גז עם לחץ נמוך וגבוה בשני הסוגים וכבלים עם בידוד XLPE. בנושא זה דעתו זהה לדעת המומחים מגרמניה המערבית: כאשר שטח החתך של הגיד עולה על 1200 מ"מ², על הכבלים להיות מונחים, אפילו מתחת לקרקע, בקו גלי ולא בקו ישר, מפני שהמאמצים התרמיים האורכיים בכבל ניתנים לאיזון בדרך זו בלבד, אחרת הסופיות והמחברים יכולים להנתק.

הנסיון המעשי באנגליה

הנסיון המעשי האנגלי בשטח כבלים למתח גבוה השתקף באחת מהרצאותיו של מר A. Ross. באנגליה אומצו שלוש רמות מתח לקבוצת מתח גבוה, והן: 132 ק"ו, 275 ק"ו ו-400 ק"ו. למתחים אלה קיימים אך ורק כבלים חד-גידיים ממולאי שמן עם מעטה עופרת או אלומיניום. מספר מסויים של כבלים ממולאי גז נמצאים בעבודה עתה, אבל אין כל תוכניות חדשות להניח כבלים כאלו בעתיד. הואיל ובאנגליה מותקנים כבלים רבים ממולאי שמן למתח 33 ק"ו הם דוונים בדרך כלל בהקשר אחד עם כבלי מתח גבוה. בהתחשב ביוקר האחזקה של כבלים ממולאי שמן, ובהשוואה לכבלים קשיחים עם בידוד מנייר רווי בחומר צמיגי לאותו מתח, הם לא מונחים בתוואים החדשים.

כבלים למתח 132 ק"ו שייכים לרשתות חלוקה, וכי בלים למתח 275 ק"ו ו-400 ק"ו לקווים עיקריים. כבלים למתח גבוה עם בידוד פלסטי נמצאים בפיתוח באנגליה בשלב הראשון בלבד, אבל בעתיד יש לצפות כי יימצא להם שימוש נרחב. המרצה דן ביתרונות של המיבנה השונה של הכבלים ואבוזיהם, ושיטות השימוש בהם.

בהתאם לנסיון המעשי הקיים באנגליה, מעטות מת- כת של כבלים חד-גידיים למתח גבוה מחוברים בכל המקרים בנייה ומוארקים באופן המאפשר לזרמי

ההשראה האורכיים ואיבודים נוספים הקשורים להם, להתבטל באופן מושלם.

הנחת כבלים למתח גבוה מתבצעת בדרך כלל ישירות מתחת לקרקע בעומקים בין 0.75 מ' ל-1.5 מ', והם מוגנים מלמעלה על ידי לוחות בטון. שיטת הנחת כבלים אלה בתוך מעבירים דמויי שוקת מקובלת גם כן. המעבירים מונחים מתחת לקרקע כך ששפתם נמצאת בגובה פני הקרקע, והחלל הפנימי עם הכב- לים ממולא באדמה.

לבחירת העומס המותר בכבלים לקבוצות מתח שונות, יש גישה שונה. כך שיש שיקול מיוחד לקביעת היכולת לנשיאת הזרם של כבלי מתח גבוה.

הנסיון המעשי בקנדה

הרצאתו של מר R. M. Russek מקנדה הוקדשה במיוחד לכבלים ממולאי שמן בלחץ גבוה, בצינורות מפלדה. המרצה ספר בתחילת דבריו על קיום כבלים ממולאי שמן וממולאי גז, במעטה ניפרד מעופרת ומאלומיניום ובצינורות פלדה. הוא הס- ביר מפני מה דרוש הכבל של הבידוד מנייר רווי עם גז או שמן נוזלי בלחץ-יתר, ובמה יתרונו. כבלי מתח גבוה עם בידוד XLPE לא היוזכרו כלל. המרצה מסר לשומעים שבהתאם לנתונים הסטטיסטיים, כל סוגי הכבלים הממולאים בוז (שהרכיב המוצק הוא נייר רווי מראש) כמעט ולא משמשים בתוואים החדשים באמריקה הצפונית (ארה"ב וקנדה) נפוץ ביותר השימוש בכבלים ממור לאי שמן בלחץ גבוה ובצינורות פלדה. דבר זה קיים לגבי כבלים לכל המתחים מ-72 ק"ו ועד 500 ק"ו. המרצה עמד בפרוטרוט בשאלת ה- יתרונות המיוחדים של כבלים מסוג זה כגון: חוזק חשמלי ומכני גדול, פעולה אמינה, עדיפות להנחה בערים גדולות (הפרעה מינימלית לתח- בורה), אפשרות להתאמה בשימוש קרור מלאכר- תי. הוא תאר את המיבנה, אופן הייצור, שיטות בדיקה, הנחה והפעלה של כבל זה, וכמו כן יוצאי דופן בסופיות ובמחברים וכל מיני אבזרים.

יש לציין כי איש מהמרצים לא הזכיר את הכבלים ממולאי גז עם בידוד XLPE. אבל רוחחת הדעה בעולם שכבל מסוג זה יכול לעורר עניין מפני שיוכל לפתור במידה גדולה את בעיות האמינות בכבלים עם בידוד פלסטי.

בנוסף להרצאות שהתרכזו בנושא הכבלים גופא, נישאו על-ידי מר G. F. L. Dixon מאנגליה שתי הרצאות שהתייחסו לשאלות הקשורות באיתור מיקומן של פרי- צות ונזקים אחרים בכבלים.

הרצאות אלו רצוי לזון באופן נפרד.

שתי התכנסויות הוקדשו לשיחות וחילופי מידע עם אנשי חברת החשמל שהציגו למומחים מחו"ל שאלות ענייניות הקשורות ביישום טכניקות חדי- שות של כבלים תת-קרקעיים, במערכת החשמל הארצית, במתחים השונים.

מצברי ניקל קדמיום - מצברים לשימושים מקצועיים

אינג' ג. גבעוני

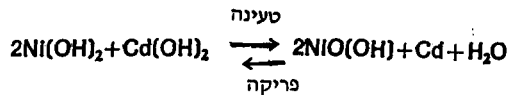
המצברים הראשונים המבוססים על המערכת הכימית של תא ניקל קדמיום פותחו בסוף המאה ה-19 ע"י יונגנר בשבדיה ואדיסון (שפיתח גם את המערכת המקבילה ניקל ברזל) בארה"ב.

עקרון הפעולה הכימי:

בצורה פשוטית הראקציה הבסיסית המתקיימת במצברי ניקל קדמיום לכל סוגיהם היא ריאקציה של שינוי ערכיות (חימצון, חיזור) של החומרים הפעילים על האלקטרודות שהם ניקל הידרוקסיד באלקטרודה החיובית וקדמיום הידרוקסיד באלקטרודה השלילית.

האלקטרוליט אינו משתתף בריאקציה ואין תנועת חומר בתוך האלקטרוליט ושינוי משמעותי ברכוז האלקרוליט כפי שקיים במצבר עופרת. מתח התא הנומינלי: 1.2 וולט.

המשוואה האלקטרוכימית המרוכזת:



היתרונות הנובעים מהתהליך הבסיסי שנתגלה אז ונכונים עד היום, הם שהביאו לפיתוח הנרחב והמגוון של תאי ומצברי ניקל קדמיום כפי שנמצא היום, שהם:

1. יציבות גבוהה של החומרים הפעילים של האלקטרודות ואי התמוססותם באלקטרוליט דבר המאפשר קבלת מחזורי פעולה רבים.
2. שימוש באלקטרוליט אלקלי שמשמש כמוליך זרם בלבד ואינו משתתף בריאקציה.
3. אי פגיעות של האלקטרודות מטענות יתר יכולת עמידה ממושכת במצב פרוק ללא כל נזק.
4. אין פליטה של גזים רעילים בזמן הטעינה.

מיגוון המוצרים:

כתעשייה בוגרת מצטיינת תעשיית מצברי ניקל-קדמיום (ניק"ד) במיגוון נרחב של מרכיבים לשימושים שונים.

נתאר להלן את המוצרים העיקריים:

תאים אוריריים (Vented Cells)

תאים אלו ניתן לחלקם לתת קבוצות עיקריות:

1. תאים מסונטרים.
2. תאי כיסים.

תאים מסונטרים (Vented Sintered Electrodes Cells)

תאים אלו בקיבולים מ-3 אמפר-שעות ועד 100

אמפר-שעות מצטיינים בצפיפות אנרגיה גבוהה עד 0.030 קוט"ש לק"ג וצפיפות הספק אדירה, כ-1.20 קו"ט לק"ג. השימוש העיקרי שלהם הוא: התנעת מטוסים, הפעלת מערכות בכלי נשק מ-תוחכמים.

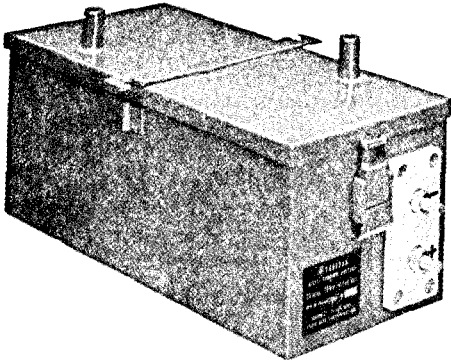
בתנאי עבודה מסודרים ניתן לבצע בהם מעל 1000 מחזורים תוך שמירה על הקיבול המלא. בארץ מייצרים בייצור סדיר תאים מסונטרים מ-10 אמפר-שעות ועד 65 אמפר-שעות.

תאים אלו מורכבים למצברים המאושרים על ידי מינהל התעופה האזרחי וכן על ידי חיל האוויר לשימוש במטוסים. (ציור מס' 1)

עקב התכונות המעולות שלהם ניתן לטעון את המצברים בטעינה מהירה של שעה בעזרת מטען עם אופיין REFLEX, (ציור מס' 2).

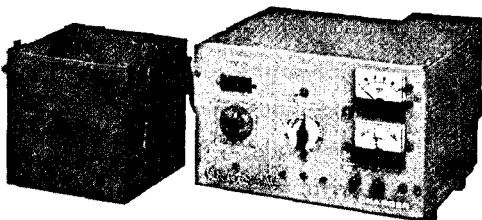
ציור מס' 1

מצבר תעופתי עם תאי ניק"ד



ציור מס' 2

מטען מספוס Reflex עם מצבר ניק"ד תעופתי



תאי כיסים (Vented Pocket Plates Cells)

תאי כיסים הנם תאים אוריינים לשימוש נייד ש- בהם מוכנס החומר הפעיל בתוך כיסי מתכת. (ציור מס' 3) עקב מבנה זה מצטיינים תאים אלו באמינות הגבוהה שלהם. ניתן לצפות לאורך חיים בלתי מוגבל. למעשה, למצברים הנמצאים במשטר עבודה תקין. תחום הקבול שלהם הוא מ-10 אמפר-שעות ועד כ-1500 אמפר-שעות במיכלי פלסטיק או מתכת. כמו כן ניתן להשיג היום מונובלוקים ה- מכילים מספר תאים ארוזים מראש.

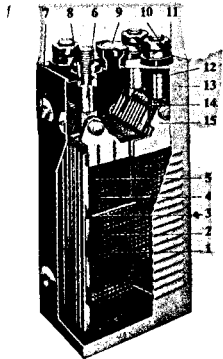
ניתן לבחור במצברים לפריקה איטית (של שעות) או לפריקה מהירה כמו במקרה של התנגת מנועים. שימוש העיקרי של מצברי תאי כיסים הוא ל- הפעלת מערכות פיקוד תעשיתיות כגון: מערכות קשר, מרכזי מחשבים, פיקוד מפעלים כימיים, פיקוד מתקני שאיבה, מערכות להחזקת מפסקי מתח גבוה, מערכות תאורת חרום ומערכות התנעה לגרטורי חרום. בכל אלה משמשות מערכות הספק המכילות מצברי ניקל קדמיום מטיפוס כיסים, להפעלה, הבטחה, והתנעה של העומס בזמן הפסקת חשמל. בנוסף למצברים משולבים במערכת מטענים, ספקי כח, ממירים ולוחות בקרה ופיקוד שכולם ביחד מהווים את מערכת ההספק המשולבת.

בשל האופי „הנקי“ של המצבר שאינו פולט גזים רעילים, ניתן להתקין את המערכות בחדר הציוד ללא חשש לפגיעה בציוד או במשתמשים. למערכות הבנויים עם תאי ניק"ד אין צורך בחדר מצברים נפרד. דבר זה מהווה חיסכון ניכר במחיר המבנה.

יתרון נוסף הוא שניתן להשבית את המערכות לתקופה בלתי מוגבלת מבלי שהמצברים יפגמו ויפסידו מקיבולם. עם חידוש החשמל במתקן חוזר המצבר לקיבולו לאחר מחזור טעינה ופריקה.

ציור מס' 3

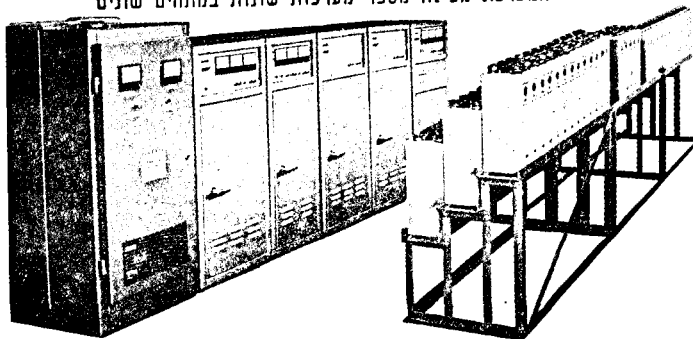
מבנה של תא ניקל-קדמיום מטיפוס כיסים



1. פלטה חיובית
2. מסגרת הפלטה
3. מבדד
4. מוטות בידוד
5. פלטה שלילית
6. יציאה שלילית
7. כפתור תליה
8. אסט
9. שסתום
10. אומים
11. מבדד יציאה
12. יציאה חיובית
13. מיכל (פלדה או פלסטיק)
14. טבעת מרווח
15. יציאה חשמלית של הפלדה

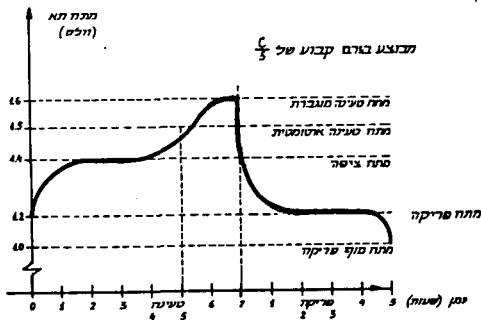
ציור מס' 4

מערכת הספק משולבת המותקנת במפעל כימי. המערכת מכילה מספר מערכות שונות במתחים שונים



ציור מס' 5

עקומת טעינה/פריקה של תא ניקל קדמיום מטיפוס כיסים



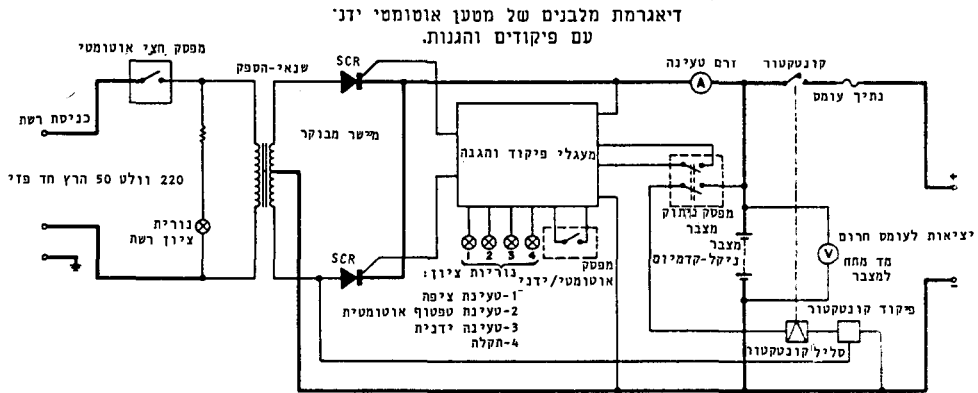
אופייני התא ושיטות טעינה

תא ניקל קדמיום מטיפוס כיסים מכיל 2 מדרגות בעקום הטעינה. אחת ב-1.4 וולט לתא והשניה ב-1.6 וולט לתא (מתח טעינת יתר) מתח הפריקה של התא הוא 1.2 וולט לתא מזרם נמוך ועד לזרמי שיא וזאת בשל התנגדותו הפנימית הנמוכה מתח סוף פריקה הוא 1 וולט לתא, (ציור מס' 5). שיטות הטעינה מבוססות על שימוש באופן התא. במערכת בהן מותקנים המצברים משאירים את המצבר באופן קבוע בטעינת ציפה (Float) במתח של 1.4 וולט לתא, השומרת על קיבול המצבר ללא איבוד מים. לאחר הפריקה טוענים את המצבר עד למתח של 1.50 וולט לתא וחוזרים באופן

תהליך זה מבטיח את הקיבול המלא של המצבר. התאמת המטען למצבר מבחינת איפיונים, ערכי זרמי טעינה ומתחי טעינה מבטיחים את הפעולה התקינה ואמינות המערכת כמיכלול. יש להמנע מהרכבת מערכת מרכיבים (מטען מצבר) שאינם תואמים זה את זה.

אוטומטי לציפה, (מצב אוטומטי). בצורה זו מבטיחים טעינה טובה ללא איבוד מים. אחת לחצי שנה יש לבצע טעינה מוגברת במצב ידני (Manual Boost) עד למתח של $1.6 \div 1.7$ וולט לתא למשך מספר שעות ולאחר מכן יש להחזיר את המטען למצב אוטומטי. (ציור מס' 6).

ציור מס' 6



בארץ מיוצרים תאים גליליים מ-1 אמפר-שעות ועד 6.8 אמפר-שעות.

תאים אוטומים (Sealed Cells)

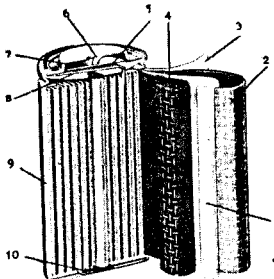
היציבות הגבוהה של האלקטרודות מבחינה אלקטרוכימית, יעילות הטעינה הגבוהה, מתח התא הנמוך והעובדה שהאלקטרוליט אינו משתתף בריאקציה אפשרה את הפיתוח של התאים ה"אוטומים". על ידי בניה מיוחדת של התאים, שימוש במפריד מיוחד וקביעת כמות האלקטרוליט ה"מתקבל תא אמין ובעל שימושים בלתי מוגבלים. בתאים אלו נשמרים כל היתרונות שהוזכרו כגון: אורך חיים, צפיפות הספק גבוהה מאוד ויכולת עמידה במצב פרוק ללא הגבלת זמן. וכמובן יתרונם שעקב האטימות הם אינם דורשים כל טיפול, וניתן להתקנם כרכיב אלקטרוני.

המבנים העיקריים לתאים אוטומים:

- א. תאי הכפתור שבו התא בנוי מכיסים קטנים ב"תוך תא שטוח (דמוי כפתור). ניתן לקבלם בקיבול מ-10 אמפר שעות ועד 3 אמפר שעות. תאים אלו משמשים בעיקר למכשירים מטלטלים קטנים.
- ב. תאים גליליים המבוססים על שימוש באלקטרודות מסונטרות המגוללות לתוך התרמיל (ציור מס' 7) ניתן להשיג תאים בקיבול מ-100 מיליאמפר שעות ועד 10 אמפר שעות. בזכות האלקטרודות המסונטרות והמבנה המיוחד של התא ניתן להשיג תמש בתא במיגוון נרחב של שימושים:
- החידוש העיקרי במבנה התאים הוא שסתום ש"רור הלחץ (Reseal Valve) אשר מאפשר שחרור לחצים גבוהים מתוך התא ולאחר מכן לאטום את התא מחדש. שסתום זה משפר בצורה ניכרת את אמינות התא.

ציור מס' 7

מבנה עקרוני של תא ניקל קדמיום אטום גלילי



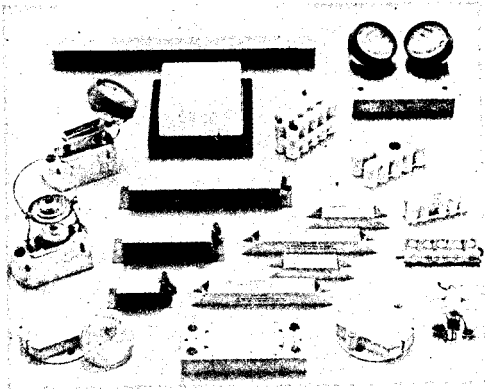
1. מבדד
2. אלקטרודה שלילית
3. מדובקת
4. אלקטרודה חיובית
5. מדובקת
6. יציאה חיובית
7. דקר
8. דיאפרגמה
9. אטום ניילון
10. תרמיל מצופה ניקל
11. יציאה שלילית

תאים פריזמטיים

תאים אוטומים שמבנם מלבני ביסודו בקיבולים של עד 50 אמפר שעות וכן תאים גליליים בקיבולים שונים משמשים במחקר החלל. מצברי ניקל קדמיום משמשים באופן בלעדי את מערכות הצבירה של כל החלליות הבלתי מאוישות. עקב שימושם במחקר החלל נחקרה התנהגות התאים בצורה מעמיקה ביותר ופורסמה ספרות ענפה. אמינות התאים האטומים הודגמה על ידי ביצוע עשרות אלפי מחזורים של טעינה ופריקה.

במחקרים אלו התגלו מספר תופעות שאחת מהן. תופעת הזכרון, שהיא ירידה חלקית בקיבול עקב ביצוע מספר גדול מאוד של מחזורים זהים, (אלפי מחזורים) מוצאת לרוב, בפרסומים שונים, מתוך

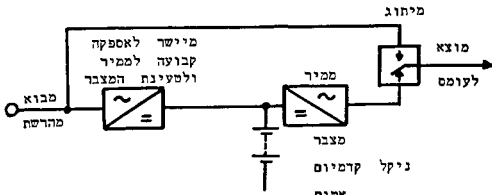
ציור מס' 9
רכיבים ומערכות תאורת חרום נקודתית



להפעלת מערכות גדולות כגון מרכזיות אלקטרוניות משולב מצבר ניקל קדמיום אטום בצורה מיוחדת תוחכמת עם מטען לממיר, כשהמערכת מספקת בצורה בלתי פוסקת את המתח לעומס ללא תלות במצב אספקת החשמל. במיוחד יעילה המערכת במקומות בהן הרשת בלתי יציבה ואז שומר המצבר על יציבות מתח היציאה גם ברגעי שפל או תנודות של הרשת (ציור מס' 10)

ציור מס' 10

דיאגרמת מלבנים עקרונית של מערכת ניק"ד עם ממיר.



מערכות סולריות

תכונות הטעינה והעמידות המעולים של מצבר ניקל קדמיום האטום מאפשר חיבורו למערכת ה-מבוססת על תאים פוטו אלקטריים ההופכים את אור השמש לאנרגיה חשמלית ומאפשרים בכך לקבל מערכת כח בלתי תלויה לחלוטין. בעזרת מערכת זאת ניתן לטעון בשדה מצברים של מכשירי קשר מטלטלים (תמונה מס' 11) וכן לבנות מערכות חרום לאזעקות, פקוד מרחוק ממסרי קשר ו-תאורה ללא צורך במשיכת קווי חשמל יקרים אליהם, או טיפול אספקת דלקים ואחזקה של גנרטורים מרוחקים.

שיטות טעינה של תאים אטומים

שיטת הטעינה הפשוטה והאמינה ביותר היא שי-טת הטעינה בזרם קבוע.

הקשרה ומוצגת כמגבלה יסודית של תא ניקל קדמיום. בעקרון תופעות אלו במצברי ניקל קדמיום הן זמניות וניתנות לביטול בצורה מוחלטת על ידי מחזור אחד של טעינה ופריקה מלאים. לא קיים, עדיין, תא אטום אחר בעל אורך חיים ויכולת עמידה בתנאים של טעינת יתר, עבודה במחזורים ועמידה במצב פרוק כתא ניקל קדמיום האטום.

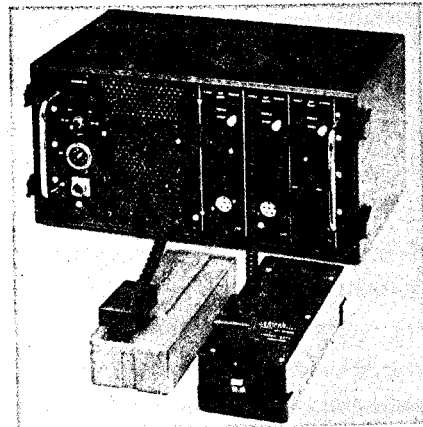
בתנאים של שימוש יום-יומי ההעמסה אינה מחזורית ולכן תופעה זו אינה קיימת למעשה.

שימושים

מכשירים מטלטלים — מצברים המורכבים מתאי ניקל קדיום (ניק"ד) אטומים מפעילים מכשירי קשר נישאים, ציוד מטלטל (מכונות גלוח, מצלמות, מחשבוני) וכן מתניעים מכונות, "מצברים של מכשירי קשר צבאיים מותאמים. מיגוון רב של מטענים וכן מטענים מהירים הטוענים את ה-מצברים בזמן של שעה עד 3 שעות (ציור מס' 8)

ציור מס' 8

מטען מהיר לטעינת מצברי ניקל קדמיום אטומים למכשירי קשר צבאיים

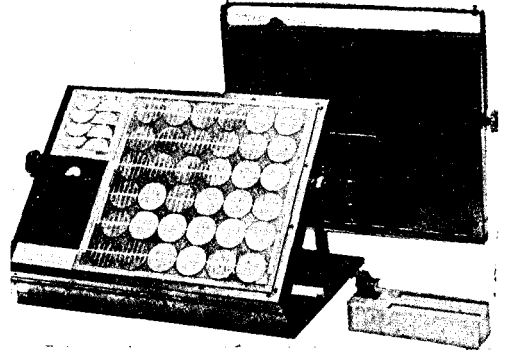


מערכות חרום (תאורה אזעקה, שמירת זכרון מחשבים)

במערכות אלו נימצא המצבר במשטר של טעינה מתמדת. במקרה של הפסקת חשמל או במצב חרום מפעיל מצבר ניקל קדיום (ניק"ד) את המערכת ומספק את האנרגיה.

יכולתו של התא האטום לעמוד במשטר של טעינת יתר מתמדת בזרם קבוע מאפשרת בניית מערכות חרום פשוטות ללא צורך בכיוון של מערכת ה-טעינה ואמינות ביותר.

שימוש נרחב נמצא למערכות לתאורת חרום נקוד-תיות, נורות ליבון ופלוואורסצנט ופנסים נטענים וכן רכיבים למערכות כגון מטענים — ממירים, מצברים וממירים עצמאיים. (ציור מס' 9)



אין למעשה הגבלה בטעינת יתר ואין כל סכנה בטעינה של ימים ושבועות בזרם זה. במכשירים ובמערכות קריטיות כגון מערכות חרום למחשבים טוענים בזרם של C/5 ועד IC. שלב של גששים מטענים ומעגלי גלוי מאפשרים טעינה מהירה וזמן הטעינה הוא משבע שעות ועד שעה בהתאם.

ע"י שימוש במטענים מיוחדים ובתאום עם מבנה מיוחד וממוינים לצורך כך ניתן לבצע טעינה בזמן של 1/4 שעה ובזרם טעינה של 4C.

סיכום

בסקירה הקצרה שהבאנו ניסינו לתאר את עולם הניקל-קדמיום. האמינות, אורך החיים, וכוסר הסבל של התא, מאפשרים בניית מצבר אמין, הן בתאים מאווררים והן בתאים אטומים. ואכן כלל נקוט הוא אצל המתכננים להשתמש במצברים ובמערכות המבוססות על מצברי ניקל-קדמיום בכל מקרה של עומס חרום קריטי (ואיזה עומס חרום אינו קריטי) וכמובן במכשירים מטלטלים.

יש כמובן לזכור שהמצבר הוא „יצור חי“ ותכנון של המערכת לוקח בחשבון את תכונותיו ובונה כך את המערכת שבצועיה מכילות את כל היתרונות הגלומים במצבר הניקל קדמיום.

באם נסמן את ערך הקיבול של המצבר באמפר-שעות ב-C הרי לטעינה תמידית במערכת חרום זרם הטעינה היא:

$$\frac{C}{15} \div \frac{C}{20}$$

מצבר פרוק יטען בזמן של כ-20 ÷ 28 שעות. בזרם זה ניתן להשאיר את המצבר בטעינה תמידית.

לטעינת מצברים במכשירים מטלטלים כגון מכשירי קשר משתמשים במטענים עם זרם טעינה של C/10 וזמן הטעינה הוא 14 שעות. גם בזרם זה

חזון השלום ופיתוח מערכת החשמל

החשמל נעשה מעתה בארץ, משום שזה זול יותר.

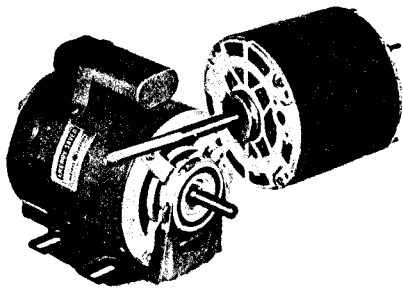
בדברו על בעיות האנרגיה ציין הדובר, כי אשתקד צרכנו במדינה 7330 מיליון טונות דלק. הביקוש לחשמל עלה מעבר למה שחשבו, ומשום כך צריך לבנות תחנות כוח ותחנות משנה, אחרת לא יהיה לנו די חשמל.

התחנה בחדרה, שתופעל הן ע"י דלק נוזלי והן ע"י פחם, תיצר 50 אחוז מכלל התוצרת החשמל, אך יש הכרח לבנות תחנות כוח בדרום, כניראה בויקים, שכן דרושות 3 שנים לפחות להקמת תחנה חדשה. חרף החששות, יהיה צורך לבנות תחנות כוח גרעינית ולחשוב בריאות על פרויקט הימים, של כריית תעלה מהים התיכון לים המלח.

מר עמי עדי הזהיר, שאם לא נבנה בעוד מועד תחנות כוח — לא יהיה חשמל ולא יעזרו כל הקיצוצים והפסקות החשמל, שכן הצריכה גדלה והולכת מדי שנה בשיעור של יותר מ-5 אחוז.

אם יושג שלום עם מצרים, כדאי לבנות תחנות כוח גרעינית משותפת בין על עריש וימת בדרוויל, שהספקה יהיה כ-1300 מגוואט. תחנות כוח זו תספק חשמל בזול ל-2 המדינות ותסייע גם להקמת חקלאות חורף באיזור, שתהיה מבוססת על גידולי חממות. זאת אמר מנכ"ל חברת החשמל מר אריאל עמי עדי, שהירצה במועדון ההנדסי ב"תל-אביב. המרצה הדגיש, כי לתוכנית משותפת כזאת אפשר יהיה לקבל מימון טוב ובעזרתה לשנות לגמרי את מערך החשמל במדינה. תחנות כוח גרעיניות משותפות, שיבנו במדבר ויהיו גדולות די הצורך, עשויים לפתח את האיזור, אם יהיה שלום, בעיקר משום שלא יהיו בעיות אקולוגיות והן יהיו מרוחקות מכל ישוב.

עוד אמר מר עמי עדי, כי בארץ זול יותר לבנות תחנות כוח מאשר בארה"ב. שכן מהנדסים בחו"ל מקבלים תמורת שעת עבודה מה שמשלמים כאן תמורת יום עבודה. כל תכנון המתקנים של חברת



מנועים המשמשים במוצרים ביתיים

אינג' א. כהן

מכל הסוגים השונים והמגוונים של מנועים חשמליים הקיימים, הפופולריים ביותר, ושעל קיומם יודע כמעט כל אדם, שביתו מוזן באנרגיה חשמלית, הינם המנועים המשמשים במכשירים החשמליים הביתיים.

בארה"ב מגיעים לכ-20 מנועים במוצע — לדירה. בארץ כ-8 אם ניקח בחשבון גם את המנועים בכלי הרכב ובכלי התחביב (הובי) נגיע למספרים מרשימים מאוד. אם נניח שבארץ יש כמליון דירות אב, הרי שלא נטעה הרבה אם נקבע שבמדינה פועלים כ-8 מליון מנועים חשמליים ביתיים.

אורך חיים

טמפרטורת עבודה ממושכת של 180°C , אין מנצלים עובדה זו, ולא מעמיסים את המנוע בצורה כזו ש-טמפרטורת העבודה שלו במכשיר תגיע קרוב ל- 180°C ; זאת משום שתי הסיבות הבאות:

א. אם טמפרטורת חוטי הליפוף תגיע ל- 180°C , אזי יכולה המעטפת החיצונית של המנוע להגיע לערכים של כ- 150°C . טמפרטורת מעטפת כזאת, מסוכנת מאוד לחלקים אחרים של המכשיר ה-חשמלי הקומפקטי — שהמנוע נמצא בקרבם.

ב. בידודי החריצים של המנוע והבידודים האחרים המקובלים מאוד במנועי המכשירים הביתיים, מסור-גים לטמפרטורת עבודה של 130°C .

כתוצאה משתי סיבות אלו, מתוכננים מירב סוגי המנועים החדונים כך שטמפרטורת העבודה של לי-פופיהם תגיע עד לכ- 130°C .

(3) כושר מעמס מערכת המיטוב של המנוע, ואורך החיים שלה, יהיו מספיק טובים כדי לעמוד בתקר-פת אורך-החיים של המוצר כולו.

כדאי לציין שמערכות מיטוב, אפשר לתכנן בצורה כזאת, שאורך חייהן יהיה ניתן לשינויים בתחום נרחב ביותר, החל מכמה שעות עבודה בלבד עד לעבודה רצופה של כמה שנים, ללא צורך בשימון וטיפול נוספים.

כמובן שהפרשי העלויות של המערכות השונות, יהיו ניכרות. מאלין יובן שאין שום הצדקה לצייד מנוע עם מערכת מיטוב כזאת שתחיה הרבה מעל אורך חיי המוצר.

(4) בדומה למה שהוסבר לעיל, נדרוש גם מהקונ-סטרוקציה המכנית של המנוע ודיוקה. גם כאן, דיוקים בדרגות גבוהות, וחוזק קונסטרוקטיבי מר-בה, לא יתרמו מאומה, ורק יגדילו את העלויות במידה ניכרת.

לכל מוצר חשמלי ביתי, אורך חיים ממוצע, מוגדר. כאורך חיים של מוצר, מגדירים את התקופה ש-לאחריה, החלפת חלקים ותיקונים, נעשים תכופים מאוד ומהווים מעמסה כספית מכבידה. סביר אם כן, לצייד את המכשיר במנוע בעל אורך חיים מעט גדול מאורך החיים הממוצע של כלל המוצר.

תאום

התחרות בין יצרני המוצרים, גדולה ביותר ומיותר להדגיש את נטייתם להשתמש ברכיבים טובים במדה מספקת על-מנת שיעמדו בדרישות אורך החיים, ויחד עם זאת יהיו זולים ככל האפשר.

כדי שהמנוע המורכב במוצר מסויים, יהיה אופטי-מלי מבחינת מחירו, חייו וביצועיו, עליו לענות על התנאים הבאים:

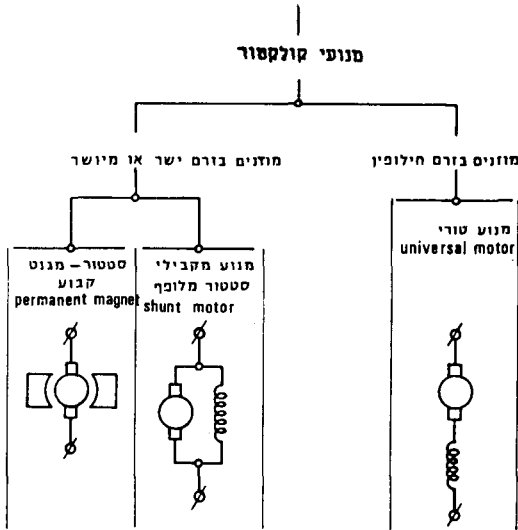
(1) במנועי השראה, המומנט המכסימלי ומומנט ההתנעה, יהיו בעלי גודל המספיק להפעיל את מע-מס המכשיר בתנאי העבודה הגרועים ביותר, כגון מתח רשת נמוך, חיכוך רב בתמסורות המכניות (רצועות, גלגלי שיניים) ותנאי טמפרטורה קיצוניים. מנוע בעל מומנטים הגבוהים יותר מהמינימום ה-נדרש, לא יוסיף מאומה לאיכות המכשיר וגם לא לאורך חיי המנוע.

(2) התחממות המנוע בתנאי העבודה הגרועים ביותר של המכשיר, תהיה מעט נמוכה מערכי המכ-סימום המקובלים לדרגת טיב הבידוד התרמי שלו.

טיב הבידוד המקובל היום:

חוטי ליפוף: CLASS H, 180°C
בידודי חריצים: CLASS B 130°C

למרות שבידוד חוטי הליפוף המקובלים, עמיד ב-



מכל מה שהוסבר עד כה, אפשר לחסיק את המס-נות הבאות:

כל מנוע למוצר ביתי, מתוכנן שיהיה מתאים אך ורק לעומס ולתנאי העבודה הספציפיים של אותו מוצר בלבד, בצורה הלוקחת בחשבון, אופטימיזציה של העלויות ואורך החיים הנדרש. משיגים זאת על ידי:

- (1) שימוש קפדני ומבוקר בחומרי הגלם של ה-מנוע, עד לגבולות העליונים של כושר עמידותם.
- (2) שימוש בשיטות ייצור מתקדמות.

סדר שיוך

רוב המנועים הנדונים כאן, ניזונים מרשת של זרם חילופין חד פזית של $220-240V$ $50Hz$ או: $60Hz$, $110-220V$.

מנועים הניזונים מזרם ישר או מיושר במכשירים הביתיים, מקור האנרגיה שלהם במכשיר הוא סול-לות או מערכת יישור — הנמצאים במכשיר עצמו. תחום הספקי היציאה של המנועים הנידונים: $(2 \div 2000)W$.

הדיאגרמה בשרטוט מס. 1 מראה את הסיווג הטכני של המנועים.

מנועי השראה חד-פזיים

בעלי רוטור כלוב

במנועי השראה תלת-פזיים, נוצר השדה המגנטי המסתובב על ידי ליפופי סטטור סימטריים המודים נים ישירות מהרשת התלת-פזית. במנועים אלה, לא קיימות בעיות התנעה מוטוריות, אלא רק בעיות משניות של תיאום בין כושר הרשת והמנוע בתקר-פות ההתנעה ועומסי היתר.

במנועי השראה חד-פזיים, לעומת זאת, המצב הפוך: 1. קיימות בעיות ומגבלות של יצירת ההתנעה במנוע עצמו.

2. כמעט ולא קיימות בעיות תאום רשת למנוע, בגלל ההספקים הקטנים יחסית של סוג מנועים זה. כדי ליצור שדה מגנטי מסתובב, חד-כווני, בחריץ האוויר של מנוע השראה חד-פזי, יש למלא אחר התנאים הבאים:

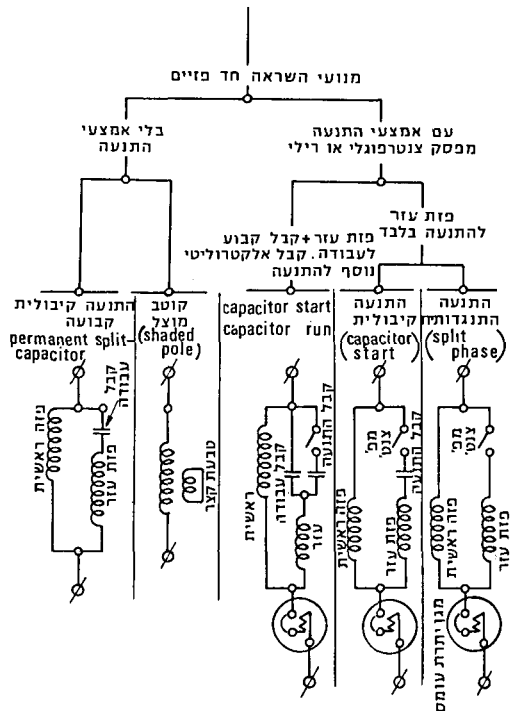
1. קיום של לפחות 2 קבוצות ליפופים נפרדות, המזוונות אחת מן השניה בזווית פיזית מרכזית השווה לחצי צעד הקוטב.

2. יש לדאוג שהזרמים בכל קבוצה וקבוצה, יהיו בהפרש פזות אחד מהשני.

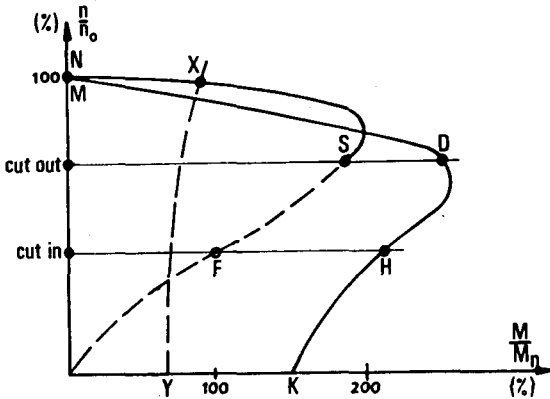
שתי קבוצות הליפופים מכונות: פזה ראשית, פזה עזר.

הפזה הראשית מוזרמת כל זמן פעולת המנוע. פזה העזר, בחלק מסוגי המנועים מתנתקת מיד עם ההפ-עלה, ובחלק אחר ממשיכה להיות מוזרמת כל זמן פעולת המנוע.

מנועי השראה חד-פזיים



עקומת מומנט-מהירות של מנוע התנעה התנגדותית.

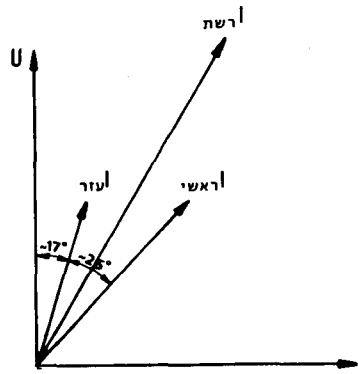


ריפוגלי על-ידי ריטוט, עד לניתוק המנוע על-ידי מפסק יתרת העומס.

התכונות הבולטות של מנועי התנעה התנגדותית

1. זול מבחינת חומרי גלם.
 2. אין אביזרי התנעה חיצוניים (קבל וכד').
 3. מומנט התנעה גבוה יחסית 150%—100% מהנרמיילי.
 4. זרם התנעה גבוה I_n (8—6).
 5. מומנט מקסימלי לפזה ראשית $2M_n$ (200%).
 6. החלקה נמוכה ומהירות די יציבה בשינוי ערמס בסביבות הנומינלי.
 7. רעש מגנטי חזק.
 8. המנוע חייב להיות מצויד במפסק יתרת עומס המגיב על הזרם הכללי של המנוע עם השחיית זמן קצרה.
- צפיפות הזרם בפזת העזר, גבוהה מאוד, כ-50—40 אמפר/ממ"ר. אם פזת העזר לא תנותק אחרי כ-10 שניות, היא "תשרף" במהירות. זו היא הסיבה העיקרית לשרפת מנועים מסוג זה ולצורך במפסק יתרת עומס.
9. מקדם הספק גרוע: 0.5—0.6.
 10. נצילות: 0.45—0.65.
 11. תחום ההספקים השימושיים: (1/10—1/3) כ"ס. המיגבלה להספקים גבוהים היא בעיקר זרם ההתנעה הגבוה מאוד. במנוע של 1/3 כ"ס זרם ההתנעה מגיע ל-25 אמפר. זרם כזה נחשב לגבוה לרשת הביתית.
 12. מהירויות מקובלות: 2800 סל"ד; 1400 סל"ד (4 ו-2 קוטבים). לא מקובלות מהירויות נמוכות יותר (6 או 8 קוטבים).
 13. אין שום אפשרות מעשית לוויסות צר של מהירות.

זרמי הפזות במנוע בעל התנעה התנגדותית ברגע ההתנעה.



קבוצת המנועים, בעלי אמצעי עזר להתנעה

א. מנועים בעלי פזת עזר התנגדותית SPLIT PHASE MOTORS

פזת העזר מתנתקת מיד אחרי ההתנעה. בעזרת מפסק צטנריופוגלי המוצמד לציר המנוע, בתוכו או בעזרת ריליי זרם מסויים. הפרש הפזות בין זרם הפזות בין זרם פזה ראשית וזרם פזת העזר, נוצר על ידי ההתנגדות האוהמית הגבוהה של ליפופי ה-עזר (חוט דק) לעומת הפזה הראשית. סכמת החיבורים של המנוע מופיעה בשרטוט מס' 1.

הדיאגרמה הווקטורית של זרמי הפזות בהתנעה, נראית בשרטוט מס' 3.

בציר מס' 4 אנו רואים:

העקומה O-S-N, כאשר פזה ראשית בלבד מוזרמת. אין לעקומה זו מומנט התנעה.

העקומה K-D-M, כאשר פזה ראשית ופזת עזר מוזרמת; קיים מומנט ההתנעה בנקודה K.

מומנט העומס, מסומן, כדוגמא, על הקו X-Y. ההתנעה מתרחשת על-גבי קטע העקומה K-D. בנקודה D, בה מופיע המומנט הגבוה ביותר שהמנוע מפתח והמתאימה למהירות Cut Out, המפסק הצטנריופוגלי מנתק את פזת העזר, ומומנט המנוע קופץ מנקודה D לנקודה S שעל גבי עקומת הפזה הראשית בלבד. מהנקודה S, המומנט ינוע על-גבי העקומה O-S-N עד לנקודת העבודה היציבה X.

אם תוך כדי פעולת המנוע, יגבר העומס בצורה ניכרת, נקודת העבודה X תנוע על-גבי עקומת המרמנט של הפזה הראשית. ימינה עד לנקודת S, ומשם "תיפול" במהירות לנקודה F. כאן נכנס המפסק הצטנריופוגלי שנית לעבודה ומחבר את פזת העזר. נקודת העבודה, "תקפוץ" ל-H ומשם או שהמנוע יעצר או שתתרחש מחזוריות פעולת המפסק הצנט-

14. שימושים אומיניים:

סוג המנוע הזה מקובל מאוד בארה"ב ובאנגליה. אך אינו מקובל לגמרי באירופה. השימוש העיקרי בו, בכל העולם: במדחסי קרוור הרמטיים של מקררים ביתיים, בהספק של עד 1/4 כ"ס.

מנוע זה מופיע בכל אותם השימושים שאינם דורשים התנעות תכופות, בגלל זרם ההתנעה הגבוה והבלאי המואץ של המפסק הצטנריפוגלי.

ב. מנועים בעלי קבל התנעה

CAPACITOR START MOTORS

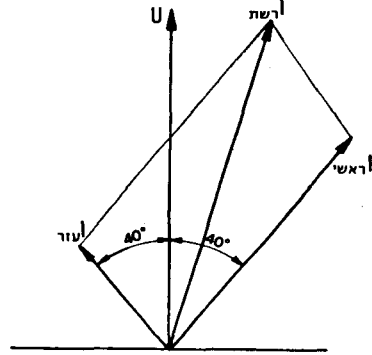
(ראה סכמת החיבורים בשרטוט מס' 1)

כמו במנועי ההתנעה ההתנגדותית, גם מנועים אלו מצוידים במפסק צנטריפוגלי. ליפופי פזת העזר מחוברים בטור עם קבל אלקטרוליטי. תפקידו של הקבל האלקטרוליטי ליצור הפרש פזה גדול בין הזרם בפזה הראשית לזרם שבפזת העזר.

השפעת הקבל האלקטרוליטי ניכרת ביותר על זרם ההתנעה של פזת העזר ומקדמת אותו בכ-40° לפני מתח הרשת.

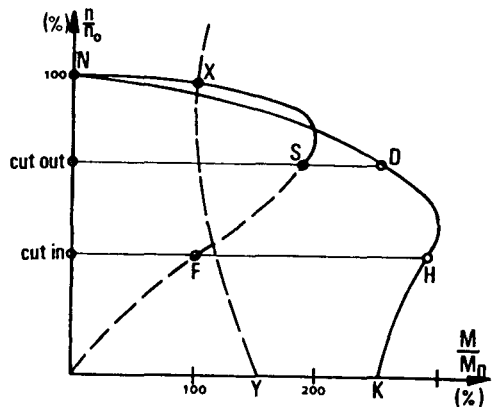
שרטוט מס' 5

זרמי הפזות בהתנעה של מנוע ההתנעה הקיבולית.



שרטוט מס' 6

עקומת מומנט מהירות של מנוע התנעה קיבולית.



העקומה של הפזה הראשית בלבד, O-S-N זהה לחלוטין לזו שבמנוע ההתנעה ההתנגדותית.

עקומה של פזה ראשית + פזת עזר: K-H-D-N הנה בעלת העוצמה הגבוהה ביותר בין כל מנעי ההשראה החד פזיים והתלת פזיים המקובלים בעלי אותו הספק נומינלי.

מומנט ההתנעה יכול להגיע עד ל-300% מהמומנט הנומינלי.

על הקורא להשוות את מהלך העקומות של שרטוט מס' 6 עם זו של שרטוט מס' 4.

התכונות הבולטות של מנועי ההתנעה הקיבולית

1. יקר בכ-15—20% מהמנוע בעל ההתנעה ההתנגדותית.

2. קבל אלקטרוליטי מוצמד למנוע. הגדלים הם מקובלים של הקבלים האלקטרוליטיים למנועים הללו 300—50 מיקרופרד, בעלי מתח עבודה מכ"ס למי של כ-300 וולט אפקטיבי. משך השהייה של הקבל תחת מתח בתנאי ההתנעה, אסור שיעלה על כ-10—5 שניות. השהייה ממושכת יותר תגרום לפרוקו הכימי של החומר האלקטרו-ליטי והרס הקבל.

3. מומנט ההתנעה גבוה מאד, עד כ-300% מהנומינלי.

4. זרם התנעה גבוה יחסית אך נמוך מזרם ההתנעה של מנוע ההתנעה ההתנגדותית (3—5). I_n

5. מומנט מקסימלי לפזה ראשית $2 M_n$ (200%) זהה לזה שבמנוע ההתנעה ההתנגדותית.

6. החלקה נמוכה ומהירות די יציבה בשינויי עומס בסביבות הנומינלי.

7. רעש מגטי חזק.

8. המנוע חייב להיות מצויד במפסק יתרת עומס המגיב על הזרם הכללי של המנוע עם הש"יית זמן קצרה. צפיפות הזרם בפזת העזר 30—40 אמפר/ממ"ר. פזת העזר חייבת להתנתק כעבור מכסימום, 10 שניות. אי ניתוק בזמן, יגרום ל"הרס הקבל ושריפת פזת העזר. זו היא הסיבה העיקרית לצורך במפסק יתרת העומס.

9. מקדם הספק גרוע: 0.5—0.6.

10. נצילות: 0.45—0.65.

11. תחום ההספקים השימושיים (1/6—3/4) כ"ס.

12. מהירויות מקובלות: 2800 סל"ד; 1400 סל"ד. לא מקובלות מהירויות יותר נמוכות.

13. אין שום אפשרות לוויסות צר של מהירויות.

14. הקבל האלקטרוליטי "מזדקן" בגלל התיב"שות החומר האלקטרוליטי שבו, דבר המצמצם את אורך חיי המנוע.

מנוע ההתנעה הקיבולית זהה במבנהו למנוע ההתנעה ההתנגדותית, מלבד ליפופי פזת העזר, הקבל ומגן יתרת העומס.

ביצועי המנוע בנקודת העבודה הנומינלית (פז) ראשית בלבד), זהה לחלוטין למנוע ההתנעה ה- התנגדותית.

15. שימושים אופייניים :

משתמשים רק באותם מוצרים או מכוונת הדור- שים מומנט-התנעה הגבוה מהמומנט הנומינלי, ובאותם מוצרים שמומנט ההתנעה הדרוש להם, אינו קבוע ומוגדר, אלא, משתנה בגבולות רחבים. מספר סוגי המוצרים הדורשים מנוע כזה, מוגבל : מטחנות, Crushers, משאבות בעלות חיכוך פני- מי רב, מדחסי אוויר או גזא בעלי לחצי ראש גבוהים שאין בהם התקני שחרור לחץ הראש, לפני ההתנעה.

16. מנועים אלו מופיעים בשוק תחת השם : (מנועים לשימוש כללי) GENERAL PURPOSE MOTORS רוכשים אותם לשימושים הדורשים כמות מעטה מאד, וכאשר אין יודעים בדיוק את אופי התנהגות העומס אלא רק הערכה גסה של ההספק הדרוש.

ג. מנועים בעלי פזת עזר קיבולית קבועה

Permanent Split Capacitor Motors (P.S.C) זה מנוע השראה הפופולרי ביותר בשימושים של מוצרים ביתיים. כפי שרואים בשרטוט מס' 1 פזת העזר מחוברת באופן קבוע — בטור עם קבל קבוע. תפקיד הקבל להפוך את מעגל פזת העזר למעגל בעל אופי קיבולי, דהיינו : $1/\omega C > \omega L$

אימפדנס הקבל יהיה גדול מאימפדנס האינדוק- טיביות העצמית של פזת העזר — בצרוף הה- פעות של האינדוקטיביות ההדדית עם הפזת ה- ראשית והרוטור, ועל ידי זה לקדם את זרם פזת העזר בכ-90° לפני זרם הפזת הראשית. המעגל האקוויולנטי של מנוע זה, מורכב מאד ולא נעסוק בו כאן.

מבחינה חשמלית, המנוע בנוי כך שנוצר בסביבות המומנט הנומינלי, שדה מגנטי מסתובב כמעט מושלם. בגלל תכונה זו, ביצועיו עולים בהרבה על אלה של מנועי ההתנעה ההתנגדותית וההת- נעה הקיבולית, מלבד מומנט ההתנעה שלו, ה- נמוך מהם. יש תמיד לזכור שמנוע ה- P.S.C. מפתח מומנט התנעה די נמוך, אבל מספיק ל- תפקודו על העומס המוגדר.

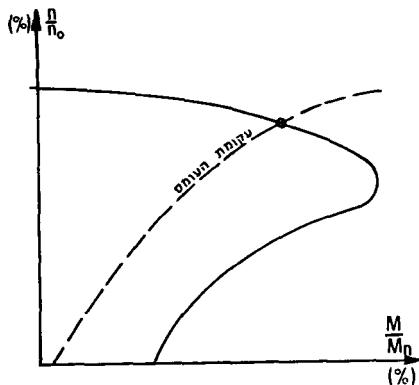
כדי לחזק את מומנט ההתנעה של מנוע ה- P.S.C., מבלי לפגום בעלות המנוע ומבלי להוריד בהרבה את המומנט המכסימלי שלו, נוהגים להשתמש ברוטורים בעלי התנגדות אוהמית גדולה יותר מהמקובל בשאר סוגי מנועי ההשראה (High Resistance Rotor) עושים זאת על ידי התך מוקטן של מוטות וטבעות הקצר או שימוש בנתיכי אלומיניום מסווגים ברזל ובסיליקון.

בשרטוט מס' 7 רואים שתי עקומות מומנט-מהי- רות מקובלות, של שני הסוגים האופייניים ב- P.S.C.

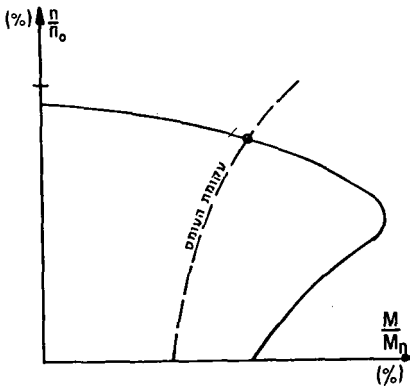
שרטוט מס' 7

עקומות מומנט-מהירות של מנועי P.S.C. אופייניים.

ב. מנוע P.S.C. בעל התנגדות רוטורית נמוכה



א. מנוע P.S.C. בעל התנגדות רוטורית גבוהה



ב. עומסים פרבוליים הדורשים מומנט התנעה כמעט אפסי. עומסים אלו מחוברים ישירות לציר המנוע ללא רצועה וללא תיבת ממסר. סוגי העומסים הפרבוליים : מאיצי אוויר, משאבות שחרור נוזלים צנטריפוגלית וכד'. עקומת עומס כזאת נוכל לראות בשרטוט 7 ב'. לעומסים הפרבוליים מעוניינים תמיד להשתמש

מבחיניים בין שלושה סוגי עומסים למנועי P.S.C. : א. עומסים מכניים, בהם דרוש מומנט התנעה משמעותי. בסוג עומסים זה, ציר המנוע מחובר לעומס דרך גלגלי רצועה או תיבת ממסר. תיבת הממסר או הרצועה מהווים בנפרד, בעצמם, מו- מנט התנעה משמעותי. עקומת עומס כזאת נוכל לראות בשרטוט 7 א'.

(MP) METALIZED מנועים הקבלים המכונים: **PLASTICS CAPACITORS** המיועדים למתח עבודה של 400 וולט.

קבלים אלו מיוצרים בשיטה של אידוי אלומיניום על סרטי פלסטיק־דקיקים, ומגולגלים בתוך שפופרת פלסטיק.

יתרונות קבלי ה-MP למנועים של המוצרים ה־ ביתיים:

- א. משקל ומידות פיזיות קטנים בערך פי 4—5 מקבל שמן אקווילנטי.
- ב. מחיר נמוך יותר ממחירי קבלי השמן.
- ג. אין סכנת נזילות והתפוצצות.
- ד. קצרים פנימיים נדירים מאד בגלל התכונה של "ריפוי עצמי" **SELF HEALING** נסביר זאת בעזרת שרטוט מס' 8:

שרטוט מס' 8

חתך רחוב בקבל MP



כאשר מתהווה התחלה של פריצה בין שתי שכבות אלומיניום שכנות, דרך שכבת הפלסטיק, גורמת פריצה זו לאידוי מקומי של האלומיניום בשתי השכבות. האידוי מתאפשר תודות לעובי הזעיר (0.001 מ"מ) של האלומיניום. אידוי האלומיניום גורם להעלמו וממילא לחיסול הפריצה.

בגלל היווצרותם של כתמי אידוי, יורד במשך הזמן הקיבול הכללי של הקבל. ירידה כזו מקוזזת על ידי בחירה מראש של קבל מעט יותר גדול. זה חסרונו היחיד של קבל MP — בשימוש במנועים.

התכונות הבולטות של מנועי הקבל הקבוע P.S.C.

1. אם המנוע מתואם היטב למוצר, הוא יהיה הזול ביותר מכל יתר סוגי מנועי ההשראה.
2. קבל ה-PM או קבל השמן יכול להיות מוצמד למנוע או מחובר ללוח הפיקוד של המוצר.
3. מומנט ההתנעה, נמוך יחסית, 30%—80% מהמומנט המכסימלי. אין בעיות של מיתוג ב־ תקופת ההתנעה.
4. זרם ההתנעה נמוך מאד, הנמוך מכל סוגי מנועי ההשראה החד והתלת פזיים המקובלים.

במנועים בעלי התנגדות רוטורית נמוכה: $2I_n$

במנועים בעלי התנגדות רוטורית גבוהה: $(1 \div 1.5)I_n$

תכונה זו עושה אותו למנוע אידיאלי בכל אותם

במנוע בעל מומנט־מכסימלי, גבוה ככל האפשר והחלקה קטנה ככל האפשר.

היות והעומס הפרבולי, בדרך כלל, מוגדר מאד, נקודת העבודה נמצאת בכ־70—80% מהמומנט המכסימלי. המומנט המכסימלי מהווה 120% — מהמומנט הנומינלי.

העומסים המכניים מוגדרים וקבועים פחות ב־ השוואה לעומסים הפרבוליים. לכן: מומנט ה־ התנעה והמומנט המכסימלי של המנוע חייבים להיות גדולים באופן משמעותי מהמומנטים ה־ מתאימים של העומס, בדרך כלל 200% ממומנט העומס.

ג. עומסים המתחברים לציר המנוע זמן ניכר אחרי הפעלתו. נקל להבין שבסוג זה אין מומנט התנעה של העומס לדוגמא: מקדחת שולחן, המקדחה מופעלת זמן רב לפני שאנו מורידים את המקדחה לתוך החומר. בסוג זה של עומסים, מקו־ בלים המנועים בעלי ההתנגדות הרוטורית ה־ נמוכה.

הקבלים המשמשים במנועי P.S.C.

תחום הקיבול: 40—5.0 מיקרופרד.

מתחי עבודה: ברוב סוגי המנועים בהם פזת ה־ עזר מחוברת במקביל עם הפזת הראשית, המתח הנופל על הקבל בעומס הנומינלי מעט נמוך מ־ 400 וולט.

לכן מתח העבודה המוצהר של הקבל יהיה לפחות 400 וולט. במנועי P.S.C. המלופפים בצורה תלת פזית סימטרית, המתח המופיע על הדקי הקבל לא יעלה על 250 וולט ולכן מתח העבודה המוצ־ הר של הקבל יהיה לפחות 250 וולט.

מתחי העבודה של הקבלים המסחריים המקובלים למנועי P.S.C.: 400 וולט; 250 וולט.

הקבלים הקיימים שנים רבות מכונים: קבלי נייר-שמן. רצועות אלומיניום דקות שביניהן רצו־ עות נייר דקות, מגולגלות ומוכנסות לתוך שפופרת אלומיניום הממולאת בשמן. שימוש בקבלי נייר־ שמן למוצרים ביתיים, גורר אחריו את המגרעות הבאות:

- א. מחיר גבוה יחסית למחיר המנוע.
- ב. השמן רעיל ובעל תכונה מסוכנת מאד של הצטברות בגוף ללא יכולת הפרשה.
- ג. אטימות הקבל לנזילות אינה מוחלטת. השמן, בסופו של דבר, מצטבר תחת כל מוצר ביתי וה־ דרך לגופו קצרה. התקנים בכמה מדינות, אוסרים את השימוש בקבלי נייר־שמן במוצרים ביתיים.
- ד. מידות פיזיות גדולות.

ה. סכנת התפוצצות והתלקחות במקרה של ניצוץ פנימי המצית את השמן.

ב־5 השנים האחרונות החלו להופיע בשוק ה־

המפסיק את הזרם הכללי של המנוע כאשר טמ- פרטורת הליפופים מגיע ל-140°C. מפסק זה רגיש רק לטמפרטורה ולא לזרם.

9. מקדם ההספק, הטוב ביותר מכל סוגי מנועי ההשראה המקובלים, הוא 0.80—1.0. לעתים, זרם המנוע מקדים במעט את מתח הרשת.

10. הניצלות: 0.45—0.70.

11. תחום ההספקים השימושיים: (0.01—1.5) כ"ס. ניתן בקלות להעלות את ההספק בגלל זרמי התנעה וזרמי עבודה נמוכים במיוחד. מנוע של ½ כ"ס יכול לצרוך 2.5 אמפר לבהתנעה 5 אמפר.

12. מהירויות מקובלות: 2800; 1400 930; 720; 450; 300; 220 סל"ד.

2; 4; 6; 8; 12; 18; 24 קוטבים.

מנועים מרובי קטבים מסוג זה, נוחים מאד ואינם פרובלמטיים בייצור. מקובלים מאוד גם מנועים בעלי 2 או 3 מהירויות, המלופפים פעמיים או שלוש באותו הסטטור במספר קוטבים שונה

(POLE CHANGING MOTORS)

13. וויסות מהירויות: בעומסים בעלי עקומת עומס פרבולית נוח מאד לווסת מהירויות. העק" רון הינו: הנמכת עקומת מומנט — מהירויות, כאשר עקומת העומס קבועה. ההנמכה יכולה להתבצע בעזרת האמצעים הבאים:

א. ליפופי השנקה (tape windings), לליפוף הנומינלי מוסיפים בטור ליפופים נוספים.

ב. חיבור משק חיצוני.

ג. חיבור לאוטוטרנספורמר בעל מתחי יציאה שונים.

ד. חיתוך פזה בשני חצאי הגל בעזרת התקנים טירוסטוריים.

המוצרים הדורשים התנעות תכופות והפיכות כי וון תכופות.

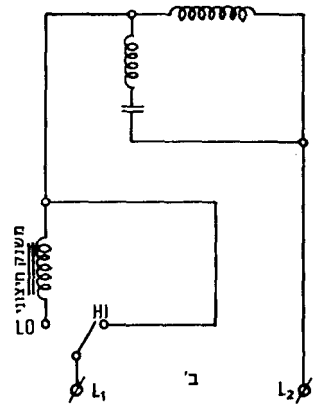
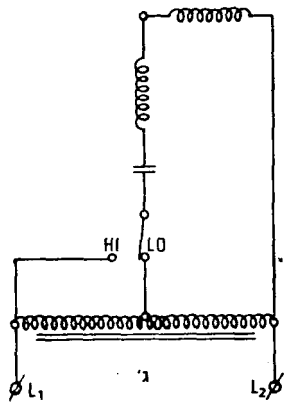
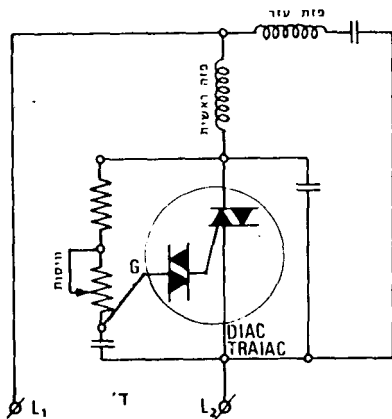
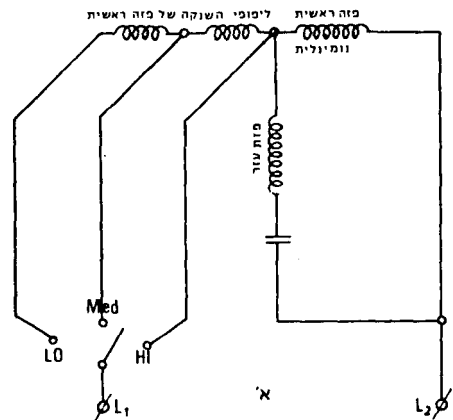
5. מומנט מקסימלי:

בהתנגדות רוטורית גבוהה. $(1.2 - 1.3) \times Mn$
בהתנגדות רוטורית נמוכה $2 \times Mn$

6. החלקה נמוכה בהתנגדות רוטורית נמוכה. החלקה גבוהה בהתנגדות רוטורית גבוהה.

7. רעש מגנטי נמוך מאד בעומס נומינלי. במור צרים הרגישים לרעש, זה המנוע החד פזי הטוב ביותר. בשינויי עומס רחבים גובר הרעש המגנטי במידה ניכרת, אך המנוע מתואם שרעשו יהיה מינימלי בעומס הנומינלי המוגדר.

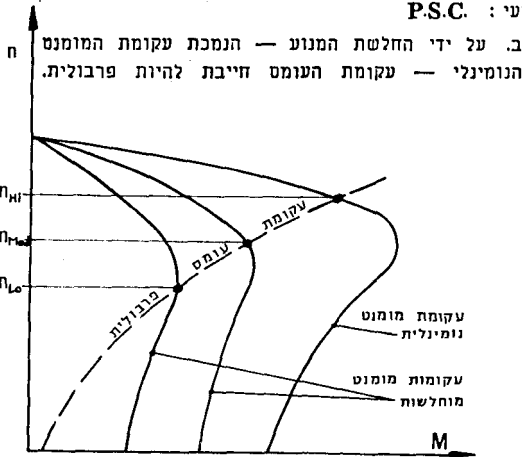
8. הזרם בפזת העזר יורד עם גידול העומס. והוא הנמוך ביותר בהתנעה, והגבוה ביותר בריקים. בפזה ראשית התמונה הפוכה. המנוע יכול להימצא זמן ניכר מאד בתנאי רוטור עצור מבלי להתחמם מעל הערכים המסוכנים. לכן נהוג במנועים אלו להצמיד בתוך הליפופים מפסק תרמוסטטי זעיר



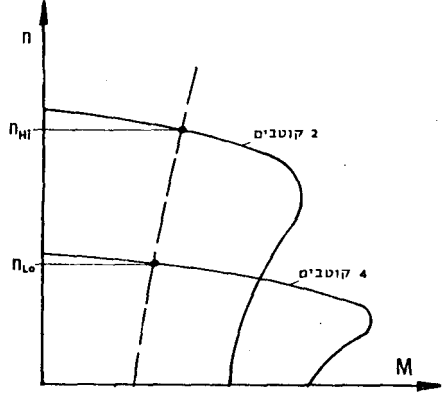
שרטוט מס' 9

4 אופני וויסות מהירויות במנועי P.S.C.

P.S.C. : וויסות מהירות במנועי



א. על ידי שינוי מספר הקטבים. צורת עומס כלשהי.



15. שימושים אופייניים

ברוב המוצרים הביתיים המכילים מנוע השראה, הנטיה היא להשתמש במנוע P.S.C. רק באותם מוצרים הדורשים במפורש מומנט התנעה גבוה, אין להשתמש במנוע ב-P.S.C.

16. לא ניתן להשיג מנוע זה בשוק החופשי או בחנויות כי כפי שכבר הוסבר, מנועים אלו נבנים ומתואמים לעומסים מסוימים, מוגדרים.

ד. מנועי P.S.C בעלי קבל עזר להתנעה CAPACITOR START, CAPACITOR RUN MOTOR

(ראה שרטוט מס' 11).

מנוע זה משלב בתוכו את תכונות ההתנעה של מנוע ההתנעה הקיבולית ותכונות העבודה הנורמיאלית של מנוע ה-P.S.C.

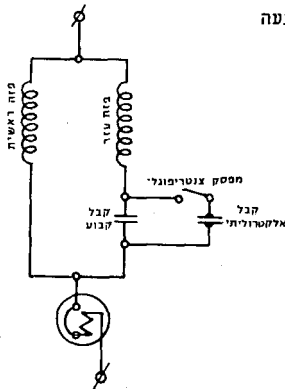
יש לזכור תמיד שמנועי ה-P.S.C המיועדים לו וויסות מהירות, הינם בעלי התנגדות רוטורית גבוהה.

אחת התכונות הבולטות במנועי ה-P.S.C המחוברים לעומסים פרבוליים היא יכולתם לפעול במהירויות נמוכות בהרבה מתחת לסינכרוני והרבה מתחת ל"ברך". דבר שבלתי אפשרי לחלוטין במנועי ה"התנעה ההתנגדותית והקיבולית.

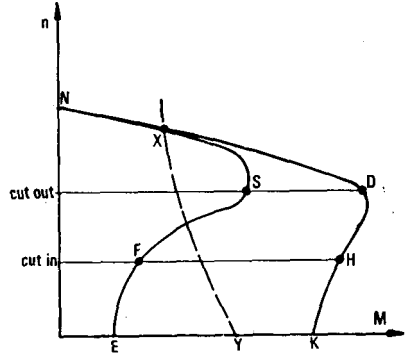
ההתקן האלקטרוני לפי שרטוט מס' 9 ד' יוצר וויסות רצוף על ידי קיטוע גל הזרם של הפזה הראשית בלבד ועל ידי כך להורדת הזרם האפקטיבי של הגל הראשוני והנמכת עקומת המומנט. אפשר לחבר את ההתקן בטור עם הזרם הכללי של המנוע, אבל אז נכנסים עיוותים משמעותיים במעגל הקיבולי של פזת העזר, וכתוצאה מכך רעשים מגנטיים חזקים ו"בורות" בעקומת המומנט, מתחת ל"ברך".

שרטוט מס' 11

מנוע P.S.C בעל קבל עזר להתנעה



טריפוגלי מחובר. העקומה E-S-N מתקבלת כאשר הפזה הראשית מחוברת, ופזת העזר מחוברת ב"טור רק עם הקבל הקבוע, הקבל האלקטרוניטי



עקומת ההתנעה K-D-N מתקבלת כאשר הפזה הראשית ופזת העזר מחוברת בטור עם הקבל הקבוע והקבל האלקטרוניטי — המפסק הצטני

6. החלקה נמוכה מאוד ומהירות יציבה בשינויי עומס בסביבת הנומינלי.
7. רעש מגנטי חלש מאד. השדה המגנטי ה- מסתובב, בעומס נומינלי, כמעט מושלם.
8. המנוע חייב להיות מצויד במפסק יתרת עומס, המגיב על הזרם הכללי עם השהיית זמן קצרה.

9. מקדם הספק: 0.8—1.0.
10. נצילות: 0.7—0.45.
11. תחום ההספקים השימושיים: $(\frac{1}{2}-1\frac{1}{2})$ כ"ס.
12. מהירויות מקובלות 2800; 1400 סל"ד. לא מקובלות מהירויות יותר נמוכות.
13. אין שום אפשרות לויסות צר של מהירויות.
14. הקבל האלקטרוליטי "מזדקן".
15. שימושים אופייניים:

משתמשים רק באותם מקומות הדורשים מנוע אחד בהספק גבוה, זאת בגלל הזרם הנומינלי הנמוך, נצילותו הטובה, וזרמי התנעה גבוהים אך עדיין בגבולות יכולת הרשת. אין מוצאים מנועים כאלו במוצרי בית מקובלים אלא בעיקר במכונות הניזונות מפזה אחת.

16. מנועים אלו מופיעים בשוק תחת השם: "מנועים לשימושים כלליים"
- GENERAL PURPOSE MOTORS**

מנותק על ידי המפסק הצנטריפוגלי. ההתנעה מתחילה בנקודה K וממשיכה על גבי העקומה K-D-N, עד למהירות פתיחת המפסק העקומה (Cut-out) בנקודה D. משם קופצת העקומה ל- נקודה S, שעל גבי עקומת E-S-N והמהירות מתיצבת בנקודה X. שהיא קו החיתוך בין עקומת E-S-N ועקומת העומס. בנקודת העבודה, המנוע פועל כמנוע P.S.C.

התכונות הבולטות של המנוע

1. היקר ביותר מכל סוגי מנועי ההשראה החד פזיים המקובלים למוצרים ביתיים.
2. מחוברים אליו, מבחוץ, שני הקבלים. תחום הקיבול של הקבלים:
 - א. לקבל הקבוע: 40—10 מיקרופרד 400 וולט מתח עבודה.
 - ב. לקבל האלקטרוליטי: 300—50 מיקרופרד. מתח עבודה 250 וולט.
3. מומנט התנעה גבוה מאד, עד 300% מה- נומינלי.
4. זרם התנעה גבוה In (3—5).
5. מומנט מכסימלי לפזה ראשית כ-200% מה- נומינלי.

☆ תוכנית לימודים: "השתמש בחשמל בתבונה"

לאחרונה פורסמה מהדורת ניסוי של תוכנית לימודים בנושא "השתמש בחשמל בתבונה". התוכנית הזונה על ידי ביה"ס לחינוך של אוניברסיטת חיפה בהתאם להנחיות שהוכנו על ידי חברת החשמל — המחלקה לפיתוח הצריכה.

בינתיים "מריצים" את התוכנית באופן ניסויי — בברכת משרד החינוך — במספר מצומצם של בתי ספר.

לאחר לימוד הלקחים הדידקטיים יש כוונה לעדכן את החוברת ולהעביר את התוכנית במספר רב של בתי ספר מתוך הנחה כי התלמידים יביאו גם לבית הוריהם את תודעת היעול והחיסכון בחשמל. מהנדסים וחשמלאים אשר יש להם ענין בתוכנית, בהקשר להעברתה בבתי הספר בו לומדים ילדיהם, יכולים לפנות אל המחלקה לפיתוח הצריכה בחברת החשמל (ת.ד. 8810, חיפה) לקבלת מידע נוסף.

☆ חוברת הדרכה על הערכות ליעול וחיסכון במשק החשמל אצל צרכנים

המחלקה לפיתוח הצריכה הוציאה לאחרונה חוברת הכוללת הנחיות, קוי מחשבה, הסברים מקצועיים וכו', בכל מה שנוגע להערכות ליעול וחיסכון במשק החשמל אצל צרכנים. מהנדסים וחשמלאים המעוניינים בחוברת יוכלו לקבלה על ידי פניה ישירה אל המחלקה הנ"ל (ת.ד. 8810, חיפה).

התפתחות בייצור וצריכת החשמל *

למרות הקפאון שחל בצמיחה הכלכלית של המשק הישראלי מאז 1974/75, קפאון שהמשיך גם בשנת 1977/78, גדלו הייצור ומכירות החשמל מידי שנה בקצב הולך ועולה. בשנת 1977/78 ייצרו תחנות הכח במערכת החשמל כ-10.9 מיליארד קוט"ש שמהם נמכרו 9.5 מיליארד קוט"ש. שעורי הגידול לעומת אשתקד הגיעו ל-7.4% בייצור ו-6.5% במכירות. גידול גבוה במיוחד אובחן בצריכת החשמל של הסקטור המסחרי (14.4% לעומת אשתקד) — הצורך כ-16% מס"ה מכירות החשמל.

כמו כן יש לציין את הגידול הגבוה של צריכת החשמל במחוז ירושלים — 12.6% לעומת אשתקד (לעומת ממוצע ארצי של 6.5%). במחוז זה הגדיל הסקטור המסחרי והציבורי את צריכת החשמל שלו בהשוואה לשנה הקודמת בכ-35%.

שיא הביקוש השנתי שארע בחורף 1978 בשעות הערב הגיע ל-1,880 מגוויטים. שעור הגידול בשיא לעומת שנה קודמת כ-10%. השיא בקיץ חל בשעות הבקר והגיע ל-1,810 מגוויטים. שיעור הגידול של שיא זה לעומת שיא הקיץ אשתקד כ-12.5%. ההשלכות של התפתחויות אלו על פיתוח משק החשמל הן בעלות משמעות רבה.

בעיות ושיקולים בפיתוח מערכת החשמל

הבעיות מתמקדות בהחרפת מצב אי הוודאות הכרוך בחיזוי התפתחות הביקוש לחשמל, באי הוודאות לגבי התפתחות משק האנרגיה בעולם המודרני, בהתמשכות התהליכים והחמרת הדרישות המוסדיות והחברתיות הכרוכות באישור הקמת תחנות כח חדשות. ניתן להבין את חומרתן הרבה של בעיות אלו, אם נביא בחשבון כי ההחלטה על הקמת תחנת כח חדשה חייבת להתקבל כ-10 שנים לפני הפעלתה.

כאמור, גם השנה נמשכת המגמה שהחלה ב-1975/76 המצביעה על גידול עיקבי ורצוף בביקוש לחשמל וזאת הרף ההתיקרות הריאלית במחירי הדלק והחשמל והקיפאון בצמיחה הכלכלית. עובדה זו שונה באופן מהותי מהצפיות שהובעו לפני שנתיים, אשר צפו האטה משמעותית בשעור הגידול בביקוש ובצריכת החשמל.

המגמה שתוארה לעיל מעלה את הצורך לבחון מחדש את תוכניות הפיתוח של מערכת החשמל, ובמיוחד פיתוח מערכת הייצור, כדי להבטיח את יכולתה לענות על הצרכים בהתיחס למגמה המסתמנת.

כמו כן יש להכין תוכניות ואמצעים שיאפשרו הפעלת תחנת כח חדשה במערכת החשמל כבר בשנת 1985. במקביל למהלכים אלו חיוני לערוך תוכניות ולקצות אמצעים למיתון הגידול בביקוש לחשמל.

כפי שהוסבר בסקירותינו בעבר גם אם יואט בעתיד קצב הגידול של הביקוש לחשמל, הנוק שיגרים מהקדמת תחנת כח, קטן לאין ערוך מהנוק שייגרם מאיחור בהפעלתה.

ראוי לציין כי הרחבת היקף השימוש באנרגיה סולרית לחימום מים במשקי הבית תרמה למיתון הגידול בצריכת החשמל של סקטור זה.

החיסכון באנרגיה חשמלית הנובע משימוש באנרגיה סולרית הוא הישג חשוב ביותר, אך יש לזכור כי לחיסכון זה גם תופעות לוואי שאינן חיוביות. שימוש באנרגיה סולרית משפיע על האצת הגידול בביקוש לאנרגיה חשמלית בשעות תורף קשות בהן כד"כ חלים שיאי הביקוש השנתיים לחשמל. על החברה יהיה להפעיל את כל האמצעים הנחוצים כדי לעודד שימוש באנרגיה סולרית ובאותה עת למנוע את השפעת השימוש בתשמל לחימום דוודי שמש בתקופת שיאי הביקוש, בה מערכת ייצור החשמל עמוסה עד קצה גבול יכולתה.

* נלקח מסקירת יו"ר הדירקטוריון של חברת החשמל, המופיעה בדו"ח השנתי (1977/78) שפורסם לאחרונה.

התוכניות להיסכון באנרגיה שהותוו במדינות המפותחות לצימצום הביקוש לאנרגיה, ובכללה אנרגיה חשמלית, טרם התממשו. יש לציין כי ציבור הצרכנים אינו מגלה להיטות להתרגל לשינוי מהותי בדפוסי צריכת האנרגיה והקפאה ברמת החיים החומרית. כנראה שמצב זה אופייני גם לציבור הצרכנים במדינת ישראל.

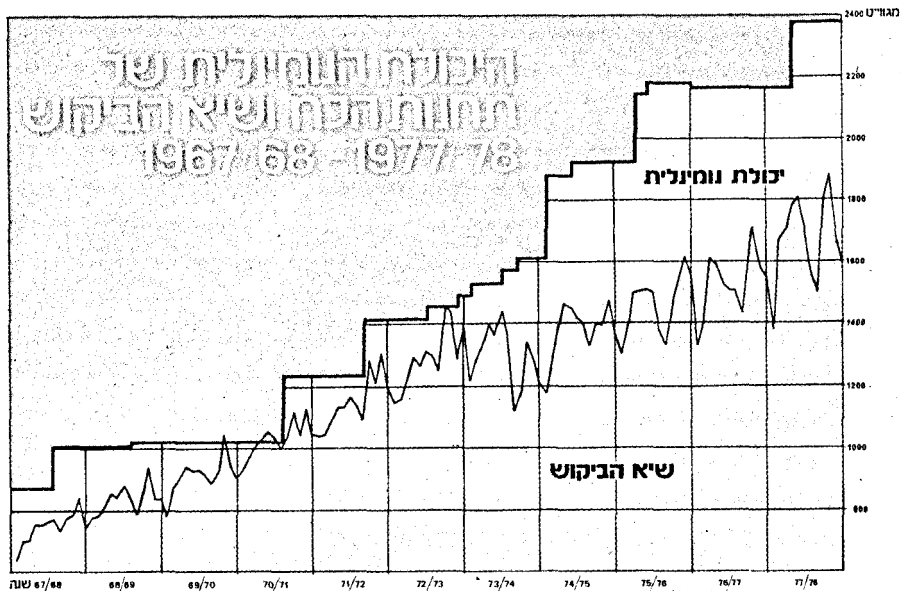
בעולם בו מקורות הנפט הגולמי, המספקים כ-50% מצרכי האנרגיה ומרוכזים בידי מספר קטן של מדינות מתפתחות המזינות חלק ניכר מצרכי האנרגיה של המדינות המפותחות, יכול תמיד להתרחש מאורע מדיני בלתי צפוי אשר ישפיע באופן מהותי על מאון האנרגיה בעולם ועל המצב הכלכלי בעקבותיו.

כמו כן קיימות הערכות כי לקראת סוף שנות ה-80 תגרום התדלדלות מקורות הנפט הגולמי מחד, והקצב האיטי של פיתוח שימושים במקורות אנרגיה אלטרנטיביים מאידך לעליות מחירים תלולות במחירי הנפט הגולמי ולקשיים באספקת אנרגיה. הערכה רווחת היא כי המדינות המפותחות אינן נערכות בקצב הראוי והרצוי לקדם פני מצב זה.

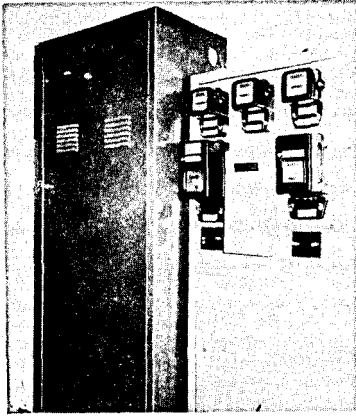
לגבי הקשיים ומשך הזמן הכרוך ברישוי ובהקמת תחנות כח חדשות בארץ ראוי לציין שתי התרחשויות בעלות חשיבות מכרעת בפיתוח משק החשמל ובגיוון מקורות האנרגיה. הראשונה קשורה בהפעלת תחנת הכח בהדרה בפחם. עד כה טרם הוכרע הויכוח הציבורי בדבר מיקום פריקת הפחם. מצב זה עשוי לעכב את אספקת הפחם לאתר התחנה, שעה שכבר הושגו הסכמים לרכישת הפחם מספקים בדרום אפריקה ואוסטרליה.

ההתרחשות השניה מתייחסת לעיכוב הקמת תחנת הכח הגרעינית בישראל. התוצאה של העיכוב בהקמת הפרוייקט היא שעד סוף שנות ה-80 לא תוכל להשתלב תחנת כח גרעינית במערכת ייצור החשמל בארץ, עם כל המשמעות של עובדה זו מנקודת ראות של גיוון מקורות האנרגיה. מצב זה מחייב לבנות תחנות כח נוספות שתופעלנה בפחם ותשולבנה במערכת החשמל במחצית השניה של שנות ה-80. שינוי זה בפיתוח מערכת ייצור החשמל יהייב שינוע של כמויות פחם הרבה מעל מה שתוכנן קודם לכן. לפיכך, פתרון בעיות השינוע של הפחם לחדרה חייב להביא בחשבון מצב זה על כל השלכותיו.

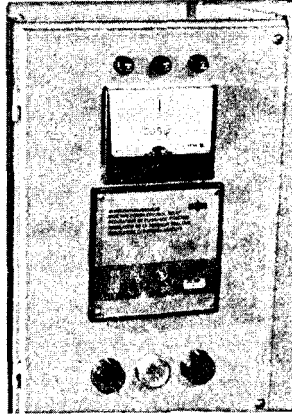
הואיל והגיוון היחיד במקורות האנרגיה למשק הישראלי בשנות ה-80 יושג כנראה רק באמצעות שימוש בפחם לייצור חשמל, פתרון בעיות השינוע נעשה כעל חשיבות מכרעת. בטווח הקצר, כדי להבטיח את הפעלתה התקינה של תחנת הכח מ.ד. (צפונית לחדרה) בפחם, ובטווח הארוך כדי למצוא פתרון הולם לשינוע כמויות גדולות יותר של פחם, הן מבחינה כלכלית והן מבחינה אקולוגית.



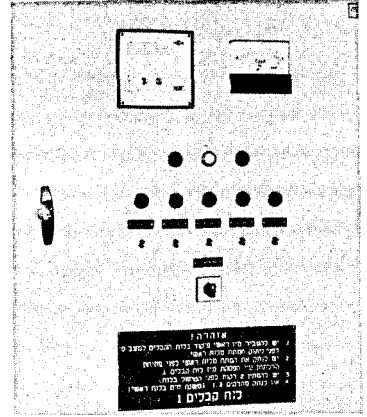
הערך המעודכן של מקדם ההספק התקני — 0.92
 נכנס לתוקף בחיוב התעריפי ב-1.4.1979



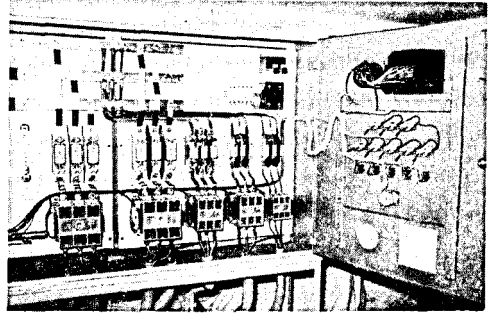
מערכת מניה תעשיתית
 למטה מימין המונה הריאקטיבי



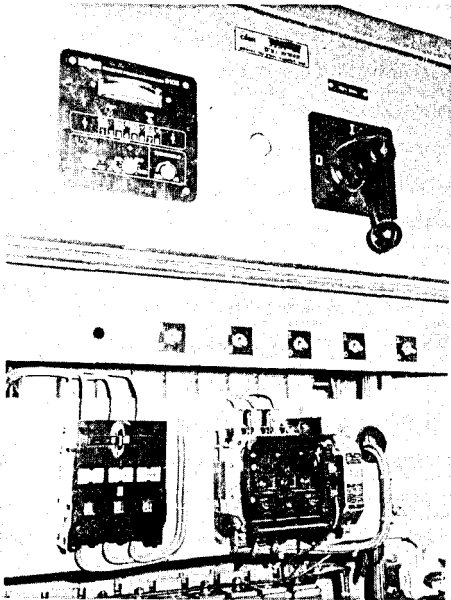
"COSφ מטר"
 מד מקדם ההספק הרגעי
 מותקן בלוח הצרכן.



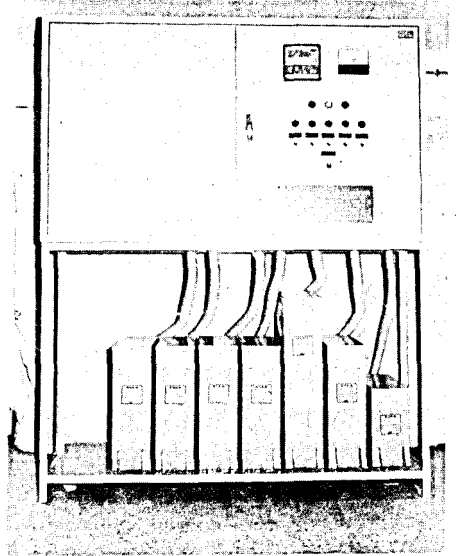
מערכת פיקוד אוטומטי



המגעונים וההגנות
 על מתקן הקבלים



מערכת פיקוד אוטומטי
 למתקן הקבלים



מערכת הקבלים בהספק כולל
 של 355 קו"א"ר.

התקנת מערכת קבלים נאותה משמעותה:
 * מקדם הספק משופר.

* הימנעות מתשלום קנסות בגין מקדם הספק נמוך מהתקני.