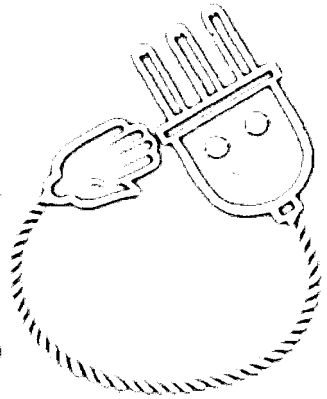
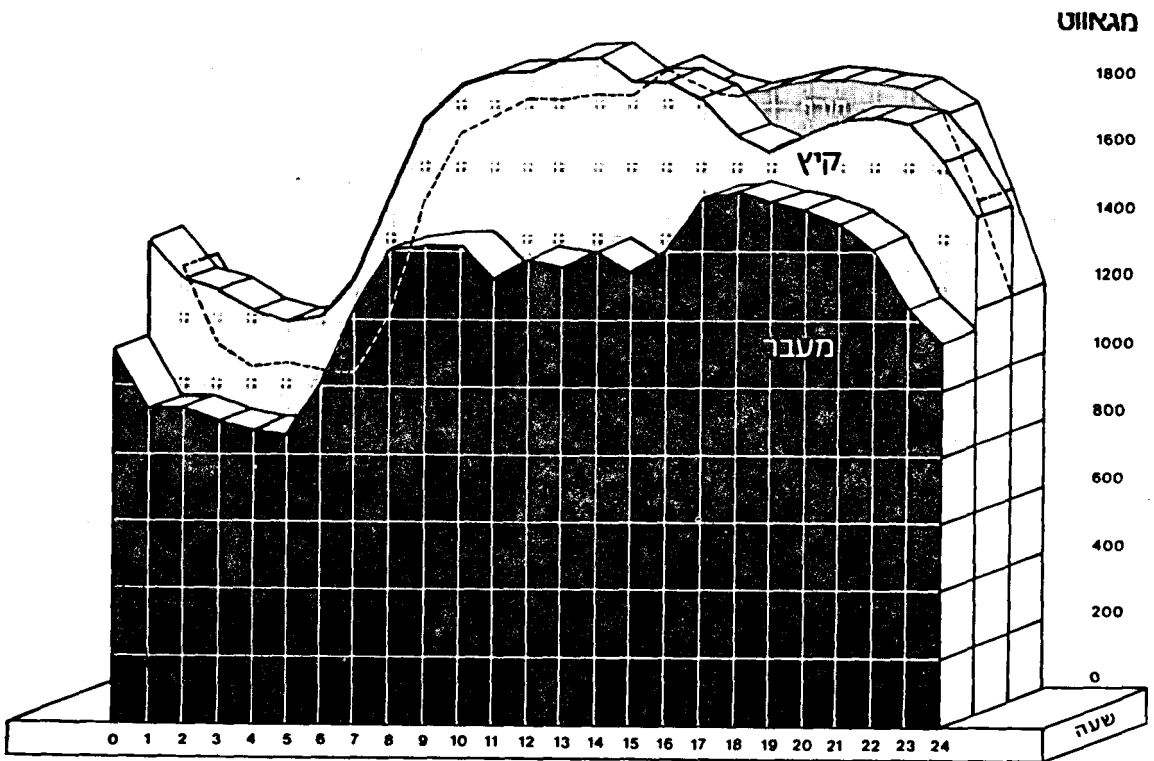


התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



תוכן העינים

3	. . . . .	תשלומים קבועים עבור קווי חיבור
5	. . . . .	שיפור מקדם ההספק במתקני הצרכנים
6	. . . . .	תשלום על-חשבון צריכה שוטפת
7	. . . . .	הכנס השנתי (1979) — התקע המצדיע — I.E.E.
7	. . . . .	במות צרכנים
7	. . . . .	ימי העיון המרכזיים
8	. . . . .	מועדוני „התקע-המצדיע”
8	. . . . .	פעילות ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל
9	. . . . .	מי מפחד מקבלים
11	. . . . .	רכישת חוק החשמל ותקנותיו
12	. . . . .	יתרונות מסוימים של מתקן מתח נמוך בכבל תת-קרקעי
14	. . . . .	עדכון רשימת מנויי 'התקע-המצדיע'
15	. . . . .	חיסכון אנרגיה בשאיבת מים
18	. . . . .	מרכזי כוח וחום — מציאות או חלום ?
22	. . . . .	תאונת חשמל ולקחה
		מדור מודעות — שרות פרסומי
23	. . . . .	הגנת מנועים
		השפעת ההתנגדות התרמית הסגולית של הקרקע על ההעמסה
30	. . . . .	המותרת של כבלי כוח
33	. . . . .	מצברי עופרת — תקלות ובטיחות
36	. . . . .	השפעת הזיהום על בידוד קווי חשמל עיליים
39	. . . . .	הצרכנות הביתית — סקר חורף 1978/9
42	. . . . .	מידע לחשמלאים
43	. . . . .	ייצור חשמל ומכירת חשמל 1978/79

העורך:
א. לייטנר

המערכת:
צ. אביתר, י. בבל, מ. זיסמן
ל. יבלונובסקי, ש. מרדיקט,
י. נוימן, ז. ספורן, נ. פלג,
ג. פרבר, ה. ציפר

מנהלה:
ש. וולפסון

תסדיר וביצוע:
מ. ציטרון

כתובת המערכת:
חברת החשמל לישראל בע"מ
ת.ד. 25, תל-אביב — 61000
טלפון 03*625963

הדפסה:
דפוס ואופסט נורמן, חיפה.

ב ש ע ר
עקומת הביקוש הארצי לחשמל מבליטה את שיאי הביקוש היומיים המופיעים: בקיץ — בשעות לפני הצהריים (בעיקר בגלל פעילות מוגברת של מתקני מיזוג אויר והשקיה) ובחורף — בשעות הערב (בעיקר בגלל הפעלה רחבה של מתקני חימום והסקה).

ניהול העומס שעיקר מטרתו „יישור עקומת הביקוש באמצעים תעריפיים, תחיקתיים והסברתיים היא מהאתגרים החשובים של האחראים למשק החשמל בישראל.

צ'א - צ'א - צ'א

תשלומים קבועים עבור קווי חיבור (חל"ב) שאינם נכללים במסגרת, "התשלומים האחידים"

1. כללי

- 1.1 החל מ-1 לינואר 1980 מופעלת קבוצה של "תשלומים קבועים" (כפוף להסכמת המזמין כמפורט בסעיף 1.4 להלן), עבור קוי חיבור שאינם נכללים במסגרת "התשלומים האחידים" לבנייני מגורים חדשים.
- 1.2 התשלומים במסגרת זו, מה יתקבלו תשלומים קבועים וסופיים, מתייחסים לתשלום עבור החלק הפנימי בלבד של עבודות קו החיבור, וכוללים את עבודות קוי החיבור כמפורט בהמשך.
- 1.3 עבור החלק החיצוני של קו החיבור יחולו תשלומים נוספים בהתאם לסוגו (עילי, תת-קרקעי) כמפורט ב, תשלומים האחידים" לגבי קוים עיליים, וב, תשלומים הקבועים" לכבלים תת-קרקעיים.
- 1.4 על המזמינים להמשיך ולקיים את ההנחיות הטכניות והכלליות בהתאם לדרישות החברה במקרים השונים, כגון: מתן גישה נוחה למקום העבודה; מתן אפשרות לעבודה ברצף; הכנת הריצים והיצובים שונים; התקנת פסים מנוקבים לקשירת כבלים וצינורות חשמל; הכנת תעלות ומעברים לכבלים ולצינורות חשמל; ביצוע והתקנת ארונות חשמל; הפירת תעלות וכיסויין, הנחת צינורות, הקמת בריכות וכיו"ב (מתיחס לתשלומים לכבלים תת-קרקעיים).
- 1.4.1 קבלת הסכמתו בכתב של המזמין
1.4.1.1 קבוצת תשלומים זו אינה נכללת עדיין במסגרת ה, תשלומים האחידים" שאושרו על ידי שר האנרגיה והתשתית. אי לכך יש לקבל את הסכמתו בכתב של המזמין לשיטת תשלום זו.
במסגרת זו התשלום הינו קבוע ו, "צמוד", כלומר התשלום שיבוצע יהיה פטור מהתיקרויות הנובעות מהתיקרויות מרכיבי התשומה (בהתאם לשיטה המקובלת לגבי "תשלומים אחידים") והמזמין לא יקבל חשבון סופי.
1.4.2 לפי הכללים רשאי המזמין לשלם לפי אומדן הוצאות. במקרה זה יוגש לו חשבון סופי, שיערך לפי מחירי התשומות (חומרים, שכר עבודה וכיו"ב) כפי שיהיו בתוקף במועד הביצוע. החשבון הסופי יוגע בהתאם למפורט בכללים.

2. פירוט סוגי "התשלומים הקבועים"

התשלומים הקבועים מסווגים ל-5 חלקים:

- 2.1 חלק א' — מתייחס ל-3 קבוצות תשלומים עבור הזמנת קו חיבור, לחיבור יחיד במבנה: קבוצה 1 — תשלומים עבור קוי חיבור בהם החברה מבצעת את כל עבודות החלק הפנימי של קו החיבור. בהתאם לגודל החיבור מסווגים התשלומים לפי חיבור יחיד למקום צרכנות, ולפי חיבור נוסף לאותו מקום צרכנות.
קבוצה 2 — תשלומים לקוי חיבור מ-630 א' \times 3 אספקה במתח נמוך, בהם — לגבי חיבור יחיד למקום הצרכנות — "ארונות החשמל" מבוצעים על ידי המזמין, ולגבי חיבור נוסף לאותו מקום הצרכנות, "ארונות החשמל" מבוצעים על ידי המזמין או על ידי החברה.
קבוצה 3 — תשלומים לחיבורים של עד 630 א' \times 3 וחיבור נוסף של עד 315 א' \times 3.
- 2.2 חלק ב' — תשלומים עבור הזמנת קו חיבור למבנה עם חיבורים רבים, המתחלקים ל-4 מרכיבים.
קבוצה 4 — תשלום עבור אבטחה ראשית לבנין ולקוי הזנה, בהתאם לגודל האבטחה הראשית.
קבוצה 5 — תשלום עבור קוי הזנה אנכיים, המתחלק לשני סוגים בהתאם לחתכי התיילים/כבלים. התשלום נקבע עפ"י סכום מספר הקומות שעובר כל קו הזנה.

קבוצה 6 — תשלום עבור קוי הזנה אופקיים המחושב כתוספת עבור כל מקום צרכנות. בחישוב מספר מקומות הצרכנות לצורך תשלום זה אין לכלול את החיבור לשירותי בית.

קבוצה 7 — תשלום עבור מקום הצרכנות, הוזה לתשלומים עבור קו חיבור לחיבור יחיד במבנה כמפורט בחלק א' קבוצות 3, 2, 1. החיבור לשירותי בית יחוייב גם הוא בתשלום כמקום צרכנות נפרד.

2.3 חלק ג' — תשלומים עבור הזמנת שינויים בקו חיבור קיים — אספקה במתח נמוך. תשלומים בחלק זה מתייחסים רק לתשלום עבור שינויים במסגרת מקום הצרכנות, בהתאם לגודל החיבור ומהות השינוי שיש לבצע. שינוי מעבר לכך יחויב בהתאם לתשלום החל על אותו מרכיב בהתקנה חדשה.

2.4 חלק ד' — תשלומים שונים הכרוכים בעבודות חל"ב.

2.5 חלק ה' — תשלום עבור קו חיבור לאספקה במתח גבוה. שיטת התשלום עבור קו חיבור זה לא סוכמה עדיין סופית. פרטים מלאים ומחירים תקפים ייקבעו בהקדם.

3. תהליך קבלת ההזמנה

3.1 שלב א' של התשלום

3.1.1 עבור קוי חיבור במכונים חדשים — יתקבל בשלב א' תשלום בגובה 20% מהתשלום המצויין בעמודת „חיבור יחיד למקום צרכנות” שבקבוצות 3, 2, 1 בחלק א' של דף התשלומים, הכל לפי גדלי החיבורים המוזמנים.

שיעור זה מהווה בממוצע כ-10% מסה"כ של התשלום הן עבור החלק הפנימי של קו החיבור (גם אם מוזמן קו חיבור למבנה עם חיבורים רבים) והן עבור החלק החיצוני שלו.

כאשר הנחת צנורות תבוצע לפני תשלום שלב ב', יתקבל בשלב א' תשלום בגובה 40% מהתשלום כמסובר לעיל.

3.1.2 עבור שינויים בקוי חיבור קיימים: — יתקבל בשלב א' סכום בגובה התשלום עבור „החלפת נתיכים בלבד” לפי התשלום בקבוצה 8 סעיף 8.1. תשלום זה אינו מהווה אינדיקציה על מהות השינויים הנדרשים ובהתאם לתשלומים העשויים להדרש, אלא הוא מיועד לפתיחת ההזמנה לשינוי קו החיבור.

3.2 שלב ב' של התשלום

3.2.1 בשלב ב' של התשלום יוצע למוזמין לחתום על הסכמתו לשלם עבור קו החיבור, במסגרת תשלומים קבועים וסופיים.

א. ממוזמין שיחתום על הסכמתו, יתקבל תשלום במסגרת „התשלומים הקבועים”, בהתאם למחירים התקפים במועד התשלום.

ב. ממוזמין שלא יחתום על הסכמתו, יתקבל תשלום על פי אומדן הוצאות, וחשבון סופי יוגש לו במועד מאוחר יותר (לא יאוחר משנה לאחר גמר בצוע עבודות קו החיבור).

3.3 הצמרת „התשלומים הקבועים”

כל תשלום שישולם בפועל במסגרת זו יהיה צמוד ופטור מהתייקרויות של מרכיבי התשומה כמפורט להלן:

3.3.1 במעבר בין תשלום שלב א' לתשלום שלב ב' יוצמד התשלום לפי מדד השינויים של התשלום (או התשלומים) הספציפי לפיו נתקבל התשלום בשלב א'.

3.3.2 התשלומים בשלב ב' (ובשלביו נוספים של תשלום כולל הצמדה של תשלום שלב ב) יחושבו מתוך דפי „התשלומים הקבועים” התקפים למועד התשלום.

• על ה„תשלומים האחידים” שהונהגו ב-1.11.77 פורסם מאמר הסבר ב„תקע המצ" דיע" מס' 19 בפברואר 1978.

• ניתן לקבל הסברים ומחירים מפורטים — הן לגבי ה„תשלומים האחידים” והן לגבי „התשלומים הקבועים” — במחלקת המסחריות המחוזיות של חברת החשמל או במשרדים האיזוריים של החברה.

שיפור מקדם ההספק במתקני הצרכנים

המדורים לייעול וחיסכון במשק החשמל אשר פועלים במחוז הצפון ובמחוז דן במסגרת מחלקות הצרכנים הטכניות — בעידודה ובהכוונתה של המחלקה, לפיתוח הצריכה שבאגף המסחרי, המרכז את הפעילויות כיהדות מטה ארצית — חשפו לאחרונה נתונים סטטיסטיים המעידים על הישגים ממשיים בשטח.

במחוז הצפון:

נסקרו למעלה מ-2000 צרכנים אשר צריכתם החודשית הכוללת בחודש יולי 1979, למשל, היתה כ-250 מיליוני קוט"ש.

להלן ריכוז נתוני השוואה לדוגמא מ-3 השנים האחרונות המתייחסים לחודש יולי.

התפלגות הצריכה הכוללת של צרכני המדגם לפי רמת מקדם ההספק (%)			התפלגות צרכני המדגם לפי רמת מקדם ההספק (%)			רמת מקדם ההספק החודשי הממוצע
יולי 1979	יולי 1978	יולי 1977	יולי 1979	יולי 1978	יולי 1977	
67.5	29.6	28.3	45.6	35	27	יותר מ-0.92
27.4	57.6	45.5	28.2	34.2	30	0.92 — 0.86
3.7	10.5	18	10.2	12.3	14.4	0.85 — 0.81
1.2	2	7.2	8.6	10.7	14.8	0.80 — 0.71
0.2	0.2	0.7	3.8	3.9	6.4	0.70 — 0.61
0.5	0.1	0.3	3.6	3.9	7.4	פחות מ-0.60

במחוז דן:

נסקרו כ-1500 צרכנים אשר צריכתם החודשית הכוללת בחודש דצמבר 1979 היתה כ-42 מיל-יוני קוט"ש.

להלן ריכוז נתוני השוואה לדוגמא מ-2 השנים האחרונות המתייחסים לחודש דצמבר.

התפלגות הצריכה הכוללת של צרכני המדגם לפי רמת מקדם ההספק (%)		התפלגות צרכני המדגם לפי רמת מקדם ההספק (%)		רמת מקדם ההספק החודשי הממוצע
דצמבר 1979	דצמבר 1978	דצמבר 1979	דצמבר 1978	
78.1	52	65	50.2	יותר מ-0.92
16	32.3	16.5	23	0.92 — 0.86
3	11.3	7	10.8	0.85 — 0.81
2	3	6	9.6	0.80 — 0.71
0.6	0.7	3.1	4	0.70 — 0.61
0.3	0.7	2.4	2	פחות מ-0.60

יש לציין כי גם במחוז ירושלים ובמחוז הדרום על איזורי המשתרעים מאילת ועד נתניה נעשית פעולה בשטח אם כי עדיין לא ריכוז נתונים סטטיסטיים כוללים.

התוצאות הסטטיסטיות מצביעות בברור על המגמה המסתמנת: יותר ויותר צרכנים דואגים בפועל לשיפור מקדם ההספק על ידי התקנת קבלים וויסותם הנאות.

כתוצאה מכך גדל בצורה משמעותית ביותר מספר הצרכנים שפועלים עם מקדם הספק חודשי ממוצע הגדול מ-0.92 וכו כן הצריכה הכוללת של הצרכנים הללו מהווה משקל דומיננטי ביחס לצריכה הכוללת של הצרכנים באותם המיגורים.

תשלום על-חשבון צריכה שוטפת

● תשלום על חשבון חלק מהצריכה השוטפת — בשעור של 42% מהצריכה בתקופת החשבון.

● החזר התשלום (בשעור 42%) שנקלל בחשבון הקודם.

לגבי הצרכנים החד-חודשיים —

עקרון השיטה דומה עם השינויים המתבקשים לאור העובדה שהצרכן מקבל חשבון חשמל אחת לחודש ולכן תקופת האשראי העומדת לרשותו היא קטנה יותר.

בכל חשבון חד-חודשי, במשך תקופת המעבר, מתווסף חיוב בשעור של 3.3% במוצק עד שנגיע לחיוב על חשבון הצריכה השוטפת בשעור של 33%.

... ומילה לסיכום

הנהגת התשלום עבור הצריכה השוטפת נועדה לקצר את תקופת האשראי הניתנת בלא הצמדה וריבית לצרכני החשמל. שיטה זו תחסוך בהוצאות חברת החשמל, ותסייע למתן את עליות מחירי החשמל — ומכך ייהנו כלל הצרכנים.

המעוניינים בפרטים נוספים יוכלו לפנות למשרדנו — בכל רחבי הארץ.

בחשבון החשמל שמקבלים הצרכנים מופיע חיוב על חשבון הצריכה השוטפת.

זהו דבר חדש שהופעל מתחילת יוני 1979 הן לגבי צרכני החשמל הדי-חודשיים (הביתיים, ב" עיקר) והן לגבי צרכני החשמל החד-חודשיים (שמקבלים חשבון חשמל בכל חודש).

להלן הסבר קצר במה חזברים אמורים:

לגבי הצרכנים הדי-חודשיים —

כל חודשיים נקרא מונה החשמל של כל צרכן וכעבור כ-10 ימים מקבל הצרכן חשבון עבור צריכת החשמל ב-60 הימים שקדמו לקריאה.

את החשבון על הצרכן לשלם תוך 10 ימים — כלומר, 20 יום אחרי תום תקופת הצריכה שעבר רה מוגש לו החשבון.

בדרך זו נהנה הצרכן מ-50 ימי אשראי במוצק. (בעד יום הצריכה הראשון נהנה הצרכן מ-80 ימי אשראי, בעד יום הצריכה האחרון מ-20 ימי אשראי ובמוצק 50 ימי אשראי בלא רבית ובלא הצמדה).

אומנם לגבי הצרכן היחיד אין לאשראי זה משמעות כספית מרובה אך לחברת החשמל — הגובה תשלום מ-1,230,000 צרכנים — זהו נטל כספי כבד המגיע לאשראי של מיליארד וחצי לירות בשנה.

כדי לממן אשראי זה על החברה ליטול הלוואות העולות מאות מיליוני לירות.

הוצאות אלה מכבידות על מחירי החשמל, ובסופו של דבר נושא בהם הצרכן עצמו.

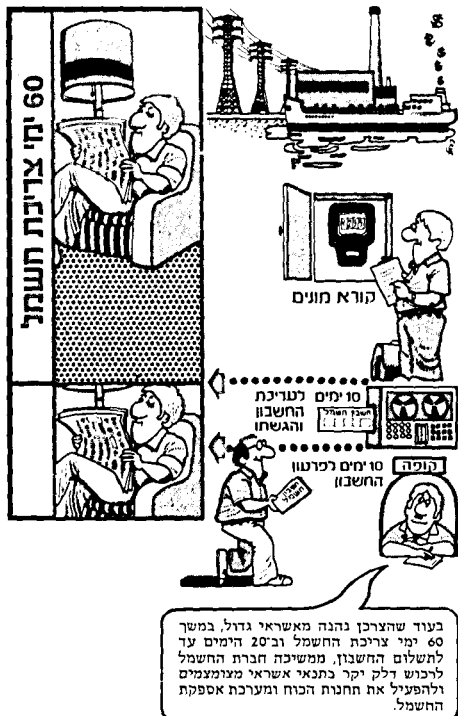
בכדי להפחית מהוצאות אלה פועלת חברת החשמל, באישור משרד האנרגיה והתשתיות, לצמצם את תקופת האשראי שהיא נותנת לצרכי-ניה. לשם כך הונהג תשלום על חשבון הצריכה השוטפת.

פירוש הדבר שהצרכן מתבקש לשלם עבור חלק מהחשמל שהוא צורך, תוך כדי תקופת הצריכה עצמה.

נקבע שתשלום זה הוא בשעור קבוע של 42% מערך צריכת החשמל בשני החודשים האחרונים. הפעלת השיטה נעשית בהדרגה במשך 10 חודשים (5 חשבונות די-חודשיים): בכל חשבון די-חודשי מתווסף חיוב של 8.4% במוצק עד שנגיע לחיוב על חשבון הצריכה השוטפת בשעור של 42%.

לאחר תום תקופת המעבר, יהיה חשבון החשמל של כל צרכן די-חודשי מורכב מ-

● תשלום עבור הצריכה ב-2 החודשים שקדמו לקריאת המונה האחרונה.



בעוד שהצרכן נהנה מאשראי גדול, במשך 60 ימי צריכת החשמל וב-20 הימים עד לתשלום החשבון, ממשכת חברת החשמל לרכוש דלק יקר כתנאי אשראי מצומצמים ולהפעיל את חחנת הכוח ומערכת אספקת החשמל.

הכנס השנתי (1979) המשותף ל.תקע המצדיע' ול- I.E.E.

שיתוף הפעולה בין „התקע המצדיע“ והסניף הישראלי של I.E.E. אשר „הוליד“ את הכנס הבינלאומי על כבלים שהתקיים בהרצליה בספטמבר 1978. נמשך גם ב- 1979 בה קיום כנס נוסף בו הופיעו מומחים בינלאומיים בעלי שם מאנגליה ומגרמניה.

כנס זה שהתקיים בחיפה בחודש נובמבר הוקדש לנושא מתקני חשמל במבנים גדולים. השתתפו בכנס כ-250 אנשי מקצוע שבאו להתעדכן בנסיון ובידע שהוצגו ע"י המרצים האורחים, בחלקם אנשי חברת החשמל וחלקם מהנדסים יועצים ונציגי חברות גדולות בארצותיהם.

בסך הכל הוגשו בכנס 10 הרצאות שכיסו את מרבית התחומים הנוגעים למתקני חשמל במבני גנים גדולים כגון: בנייני מגורים רב-קומתיים, מבני ציבורים גדולים, בתי חולים, בתי מסחר וכו', בחוברת הבאה נביא סקירה נרחבת על תוכן ההרצאות.

במות צרכנים

במסגרת הפעולות שנוקטת חברת החשמל לשיפור התקשורת עם צרכני החשמל התחלנו לאחרונה — במקביל לימי העיון „התקע המצדיע“ בע"פ ומועדוני „התקע המצדיע“ (המיועדים לתקשורת ציבורית עם אנשי מקצוע החשמל) — בקיום „במות צרכנים“ איווריות.

הכוונה היא ליצור באמצעות „במות“ מסגרת של קשר ציבורי ישיר בין הצרכנים לבין נציגות מוסמכת של הנהלת חברת החשמל (להבדיל מקשר אינדיבידואלי רגיל המתבצע ע"י התכתבות או ביקור במשרד לבידורים שונים).

המטרה הכוללת היא שיפור רמת השרותים הניתנים ע"י חברת החשמל לכלל הצרכנים. במות הצרכנים מתוכננות להתבצע בשעות הערב עם גופים ציבוריים הפועלים במסגרת הקהילתית: אירגוני נשים (ויצ"ו, נעמת וכו') אירגונים חברתיים (בני-ברית וכו') ובשיתוף פעולה עם הרשויות המקומיות (עיריות ומועצות מקומיות), בינתיים קוימו „במות צרכנים“ נסיוניות ברעננה, ברחובות ובנתניה.

הנושא המרכזי שהועלה בכל כמה היה: „ייעול וחיסכון בחשמל בבית המגורים“. נשלחו הזמנות אישיות בעיקר לצרכנים שצריכת החשמל שלהם גבוהה וקיים אצלם, בדרך כלל, פוטנציאל חיסכון משמעותי. כמו כן נשלחו הזמנות לפי רשימות תפוצה שנמסרו ע"י הגופים והאירגונים הציבוריים המקומיים.

„בבמות“, שתוכננו ואורגנו ע"י האגף המסחרי, השתתפו מנהלי האיווריים המארחים וכן נציגים בכירים מהנהלת חברת החשמל מהמשרד הראשי ומהנהלה המחוזית.

לאור התהודה החיובית שליוותה את „במות“ הנסיוניות מסתמנת המגמה להפוך בעתיד הקרוב את „במות הצרכנים“ האיווריות למוסד קבוע.

התקע המצדיע' בע"פ ימי העיון המרכזיים -

- הסתיימה הסדרה מס' 7, אשר כללה את הרצאות כדלקמן:
 - תפעול מנועי חשמל מזהיכט של ייעול ו- חיסכון באנרגיה.
 - המרצה: פרופ' י. נאות מהטכניון.
 - התקנות החדשות בדבר מעגלים סופיים.
 - המרצים: אינג' נ. פלג מהרשת הארצית חברת החשמל (בת"א, בירושלים ובחיפה) אינג' י. בלבל ממחלקת הצרכנים במחוז הדרום (בבאר שבע).
 - שימות לאיתור הישמולים ונורמי תאונות חשמל.
 - המרצים: אינג' ו. זיס ממשרד האנרגיה ו- והתשתית (בת"א, בירושלים ובחיפה).
 - אינג' נ. פלג (בבאר שבע).
- תחנות משנה פנימיות (קומפקטיות) ב- מרכזים עירוניים.
- המרצה: אינג' ד. אלמקים מאגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל.
- בסך הכל השתתפו בסדרה כ-700 אנשי מקצוע (מהנדסים, הנדסאים וחשמלאים) בשטח החשמל בתחומי הבנין והתעשייה.
- הסדרה מס' 8 תתקיים אף היא בהתאם ל- „מסורת“ בארבעה המרכזים לפי לוח זמנים משוער כדלקמן:
 - בתל-אביב — בחודש מאי 1980
 - בירושלים — " יוני "
 - בבאר שבע — " יולי "
 - בחיפה — " אוגוסט 1980

מועדוני „התקע המצדיע“

תוקדש לנושא: מתקן החשמל הביתי — דרישת התקנות ומחשבות לעתיד.

לוח הזמנים המשוער:

באזורי מחוז הצפון — מאי—יוני 1980

באזורי מחוז הדרום — יולי—אוגוסט 1980

בתל-אביב ובחיפה — ספטמבר 1980

ה ע ר ה: החשמלאים המעוניינים להכליל ברשימת מקבלי ההזמנות לימי העיון ו/או למועדונים

נים מתבקשים להודיע על כך למשרד מערכת

„התקע המצדיע“ בת”א (ת.ד. 25).

הולכת ומסתיימת הסדרה מס' 4 אשר הוקדשה לנושא „מעגלים סופיים — התקינה החדשה“ בהתאם לתוכנית מקיפה הסדרה את כל הי- האיוורים.

במחוז הצפון הגיש את הנושא מר ז. קשת.

במחוז הדרום הגישו את הנושא ה"ה: י. בלבל, א. קבסה, פ. וייסליב.

בת”א הגיש את הנושא מר א. ברזילי.

הסדרה מס' 5 של מועדוני „התקע המצדיע“

פעילות ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל

במשך שנות פעולתה חלו תמורות מרובות בפעילות ועדת ההוראות. „הבעלות“ על הועדה עברה ממשרד ממשלתי אחד למשנהו יחד עם כל עניני החשמל ובשנים 1976 1977 נבסקה כליל פעילות הועדה.

רק לאחר העברת עניני החשמל לסמכותו של משרד האנרגיה והתשתית חודשה ביוזמת משרד זה, בהתחלת שנת 1978, פעילות סודיה של ועדת ההוראות. תוצאות פעילות זאת בשנתיים האחרונות נראות לעין:

ב־1978 פורסמו התקנות להארוקות יסוד, ב־1979 פורסמו התקנות למעגלים סופיים. התקנות להעמסת מוליכים מבודדים (כולל הכבלים) נמצאות בשלבי דיון סופיים במליאת הועדה, הצעת הרחיקיה לתקנות להארוקות והגנות אחרות הושלמה על ידי ועדת משנה ותוגש לדיון למליאת הועדה בזמן הקרוב. כן עומדים לפני פרסום שניים בתקנות מוליכים וכבלים, המסדירים סוף־סוף את ענין צבעי ההיכר של מוליכים.

כד עב הדיונים במליאת ועדת ההוראות מטפלת ועדת משנה להארוקות יסוד בהצעת שינויים בתקנות אלה וועדת משנה אחרת, לרשת חשמל צילית, מתחילה פעילותה.

כתוצאה מפעילותה של ועדת ההוראות נעשו כבר, וייעשו בעתיד הקרוב, שינויים יסודיים בתכנון מתקני חשמל, לקראת ביצוע מתקן חשמל בטוח יותר ויעיל יותר:

התקנות להארוקות יסוד תרמו הרבה לבטיחות מתקן החשמל בין היתר על ידי יצירת משטח שוה־פוטנציאל במבנה;

התקנות למעגלים סופיים שינו מיסודה את הגישה המיושנת לגבי מספר נקודות חשמל במעגל, הוסיפו דרישה למספר מינימלי של בתי־תקע בחדר ודרישה לנקודת חשמל עבור מכונת כביסה;

התקנות להעמסת מוליכים והגנתם בפני זרם יתר יקבעו שיקולים חדשניים לבחירת מבטח להגנת מוליכים, בפני זרם יתר, וישנו מיסודה את הגישה לבחירת מוליך בעל חתך מוקטן בהסתעפות ללא מבטח; הצעת שינויים בתקנות להארוקות והגנות אחרות כוללת, בין היתר, פרק על „איפוס“, אשר יהיה שיטת ההגנה העיקרית נגד חישמול, כדוגמת ארצות רבות אחרות, בעלות טכנולוגיה מתקדמת.

בסיכום יש לראות בפעילות ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל, ביוזמת משרד האנרגיה והתשתית, מאון חיובי שאפשר להתברך בו.

מוכן לזמן מתבשרים החשמלאים כי פורסמו ברשומות, העיתון הרשמי של מדינת ישראל, תקנות חשמל חדשות, הקובעות את אופן הביצוע של עבודות חשמל בשטחים שונים.

בהכנת תקנות אלה עוסקת ועדה מיוחדת ששמה „ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל“. בועדה זו משתתפים מהנדסים בכירים ממוסדות טכניים בארץ, כמו משרד האנרגיה והתשתית, חברת החשמל, הטכניון, אגודת האינג'ינרים והארכיטקטים בישראל, מכון התקנים, משרד השיכון, משרד התיקשורת, משרד העבודה, משרד הבטחון, נוסף על כך חברים בועדה גם מספר מהנדסים יועצים לחשמל הפועלים בהתנדבות ומוזמן לזמן מוזמנים לשיבות גם מומחים שונים, כמו מומחים לענף הבניה.

בועדה, שנקרא לה בקיצור „ועדת ההוראות“, כ־25 חברים. לשם הכנת הצעת תקנות בנושא מסויים ממנה הועדה מתוכה ועדת משנה מצומצמת, בהרכב של כ־5 או 6 חברים בלבד, המתכנסת אחת למספר שבועות. לאחר שועדת המשנה מכינה הצעת תקנות, מופצת ההצעה בין כל חברי ועדת ההוראות ובין מספר רב של מהנדסי חשמל, לעיון ולהערות.

כל הערות שמתקבלות מתרכזות במזכירות הועדה ומועברות לדיון בועדת המשנה אשר הכינה את הצעת התקנות. לאחר זאת, עם קבלת הערות הועדה המרכזית לתקני חשמל במכון התקנים ועדכון הצעת התקנות הן מועברות לדיון במליאת ועדת ההוראות.

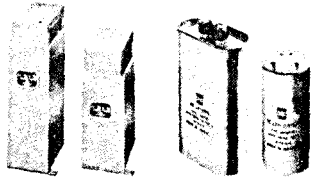
מליאת ועדת ההוראות מתכנסת אחת לחודש בערך והיא דנה בהצעת התקנות המוגשת על ידי ועדת המשנה, סעיף אחר סעיף. לא פעם קורה כי תוך דיון במליאה נעשים שינויים חשובים בהצעת התקנות שהוכנה על ידי ועדת המשנה.

עם גמר הדיונים במליאת ועדת ההוראות מועברת הצעת התקנות למשרד האנרגיה והתשתית לניסוח משפטי הנצעה על ידי היועץ המשפטי של משרד זה בשיתוף עם מהנדסים בכירים של המשרד. ההצעה נהפכת לתקנה עם חתימת שר האנרגיה ולאחר פירסומה בקובץ התקנות הרשמי.

הכנת הוראות לביצוע עבודות חשמל הינה תהליך ממושך הורש עבודת הכנה מדוקדקת וקפדנית, כאשר לעתים כל מילה קובעת, כך זה בכל העולם ובמיוחד בארצנו אשר בה ההוראות מתפרסמות כתקנות רשמיות, כאשר כל סטיה מהן הינה עבירה שניתן לתבוע את האחראי עליה למשפט.

א'ני' ז. דוניבסקי מרכז הועדה

„התקע המצדיע“ מס' 23 — מרץ 1980



מי מפחד מקבלים

(או מה נכון ומה לא נכון, בכל הנוגע לשימוש בקבלים לשיפור מקדם ההספק?)

אינג' א. ירום, א. חיות

שני הנושאים שנלבן במסגרת הפרק הנוכחי משקפים בעיות שאינן שכיחות אמנם אצל כל צרכן, אולם במפגשים מקצועיים רבים שקיימנו לאחרונה, במסגרות שונות, הועלו שאלות בהקשר לנושאים אלה ולכן מצאנו לנכון לנסות להציג אותם בצורה מפורטת.

ההספק המירבי של קבלים שנשארים במצב מחובר כשהאספקה למתקן היא מגנרטור פרטי (חרום)

שתי העקומות המופיעות בתרשים מתייחסות ל- שני סוגים של גנרטורים סינכרוניים בהתאם ל- צורת העוגן שלהם: עוגן בעל קטבים בולטים, עוגן בעל קטבים שקועים.

מן הראוי להדגיש כי הנתונים המתקבלים מה- תרשים מהווים גדלים מקורבים כיוון שהגודל ה- מדויק תלוי בגורמים נוספים כגון: סוג ווסת המתח, תגובת מעגל העירור, אופייני הגנרטור. לפיכך המידע שאפשר להפיק מהתרשים יכול ל- שמש כמדריך יעיל לקביעת ההספק המירבי של הקבלים המותרים להישאר במצב מחובר בשעת פעולת הגנרטור הפרטי.

יש להדגיש שהמדובר בגנרטורים פרטיים מהדג- מים החדשים המצויידיים בווסת מתח.

דוגמת חישוב:

גנרטור דזל שהספקו הנקוב הוא 500 קו"א בעל עוגן עם קטבים שקועים עובד בהספק של 250 קו"ט בלבד ובמקדם הספק של 0.85 (אינדוק- טיבי). דרוש לחשב מהו ההספק המירבי של קבלים שיכולים להיות מחוברים לגנרטור במק- רה זה?

אחוזי ההספק הנמסר בקו"ט, לעומת ההספק הנקוב של הגנרטור, בקו"א:

$$\frac{350}{500} \times 100 = 70\%$$

מהתרשים ניתן לראות שהספק הקבלים שמתור להשאיר במצב מחובר בתנאי העבודה הנ"ל מה- ויים 38% מההספק הנקוב של הגנרטור:

$$190 \text{ קו"א} = 0.38 \times 500$$

ההספק העיוור הכולל במערכת בשעת פעולת ה- גנרטור הוא:

$$\text{מהקבלים} - 190 \text{ קו"א}^*$$

$$\text{מהגנרטור} - 217 \text{ "}$$

$$407 \text{ קו"א}^* = 350 \times 0.62 = (\sin \varphi = 0.62)$$

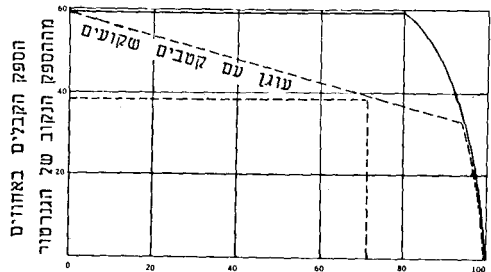
פרוש הדבר כי בתנאי העבודה המתוארים לעיל במידה שהספק הקבלים גדול מ-190 קו"א יש לדאוג לוויסות אוטומטי או לוויסות כתלות ב- עומס הרשת על מנת לא לגרום ליציאתו של ה- גנרטור מעבודה יציבה.

כידוע, ברוב המקרים מחוברים הקבלים לשיפור מקדם ההספק, ישירות לפסי הצבירה של הלוח הראשי בלי אמצעי מיתוג אוטומטיים למקרה של העברת האספקה מרשת חברת החשמל לאספקה מגנרטור פרטי.

למרות העובדה שהספקו של הגנרטור הפרטי הינו, בדרך כלל, קטן מהעומס המלא של המיתקן, הרי שההספק הריאקטיבי מסופק על ידי הקבלים ש- גודלם תוכנן לפעולה בעומס מלא וכתוצאה מכך נוצרת בעיה: הגנרטור נאלץ להוריד את זרם ה- עירור לערך הנמוך מערכו הנקוב ובכך עשויה ל- השתבש יציבותו ועשויה אף להיווצר התופעה שהוא יעבוד במשטר של גנרטור השראתי (אסינ- כרוני) דבר העלול לגרום לחימום יתר של העוגן. מתרשים מס' 1 אפשר ללמוד את ההספק של מערכת הקבלים אותם אפשר להשאיר במצב מ- חובר לרשת, במקרה שהאספקה היא מגנרטור פרטי מבלי לגרום לאי יציבות בעבודת הגנרטור. יש לציין ששעור ההספק הפעיל וההספק העיוור מופיעים בתרשים באחוזים מההספק הנקוב של הגנרטור בקו"א.

תרשים מס' 1

עוגן עם קטבים בולטים



ההספק הפעיל הנמסר באחוזים מההספק הנקוב של הגנרטור

אינג' א. ירום, א. חיות - מחלקת הצרכנים הטכנית במחוז הצפון, חברת החשמל.

שיפור מקדם ההספק באמצעות קבלים במערכות המיועדות לעבודה בתדירות של 60 הרץ אך מופעלות למעשה בתדירות של 50 הרץ.

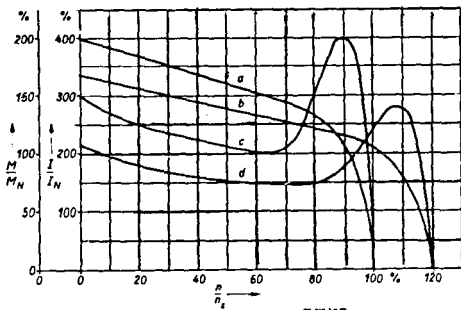
המגנטי ϕ ישתנה ביחס הפוך לשינוי הני"ל. לדוגמא, ירידת התדירות (במקרה המדובר) תגרום להגדלת השטף המגנטי בד בבד עם הגדלת המר-מנט M והגדלת זרם הריקס, כלומר **מקדם ההספק ירד בערך באותו יחס עם ירידת התדירות.**

או במילים אחרות, כאשר משנים את התדירות הנקובה f ל- f' והמתח נשאר קבוע, שינוי מומנט המנוע מתבטא על ידי

$$M' \approx M \left(\frac{f}{f'} \right)^2$$

דבר זה מתואר על ידי עקומות c ו d בתרשים מס' 2

תרשים מס' 2
שינויי הזרם והמומנט עם שינוי התדירות, כאשר המתח נשאר קבוע



- כאשר :
- a — הזרם בתדירות 50 הרץ
 - b — הזרם בתדירות 60 הרץ
 - c — המומנט בתדירות 50 הרץ
 - d — המומנט בתדירות 60 הרץ

מהתרשים מתברר איפוא, שסיבובי המנוע ישתנו בתלות ישרה עם שינוי התדירות, בד בבד עם ה-זאת האופייניים כמתואר באותו תרשים. על סמך זאת אפשר לומר, ששינוי הספק המנוע ישתנה לפי הביטוי:

$$P' = P \frac{f}{f'}$$

ללא תלות בשינויים הקשורים בהפסדי האווור עקב השינויים בסיבובי המנוע אפשר להעמיסו עד לערכו הנומינלי וכן עד לזרם הנומינלי. להלן דוגמת חישוב מומנט ההתנעה והמומנט ה-מירבי בתלות לשינוי התדירות:

נתוניו של מנוע אסינכרוני הם כדלקמן:

הספק נקוב: 15 קו"ט (20 כ"ס), תדירות נקובה: 60 הרץ, מומנט נקוב: 90 Nm (10 kgm), מומנט התנעה: 2.2 Nm (22 kgm), מומנט מירבי: 2.9 Nm (29 kgm).

השאלה מתעוררת בעת חישוב גודל הקבלים אותם יש להתקין לשם שיפור מקדם ההספק במערכות הכוללות מנועים המיועדים לעבודה בתדירות של 60 הרץ, אך במציאות שבישראל הם מקבלים הזנה של מתח בתדירות של 50 הרץ מהרשת הארצית. הבעיה מתעוררת למשל, במער-כות קרוור מתוצרת ארה"ב.

יש להבחין בין שני מצבים אפשריים:

- א. שינוי התדירות כאשר המתח נשאר קבוע.
- ב. שינוי בריזמני של התדירות ושל המתח ביחס שווה.

בטבלה שלהלן מופיע גודל הקבל המומלץ:

טבלה מס' 1

הספק מירבי של קבל, המומלץ להתקנה בשיטה בודדת, על מנת לשפר את מקדם ההספק של מנועים סטנדרטיים, המיועדים לעבודה ב-60 הרץ, ועובדים למעשה ב-50 הרץ, ובמתח הנקוב שלהם.

גודל הקבל המומלץ כאשר ההזנה בפועל היא ב-50 הרץ ובמתח הנקוב	הספק המנוע המיועד לעבודה ב-60 הרץ
5 קווא"ר	10 כ"ס
" 7.5	" 20
" 12.5	" 30
" 15	" 40
" 20	" 50
" 25	" 60
" 30	" 75
" 40	" 100
" 45	" 125
" 50	" 150
" 60	" 200
" 80	" 250

במקרה שבוחרים בשיטת שיפור קבוצתית או מר-זאית של מערכות אלו מומלץ לערוך מדידות מע-שיות שישמשו בסיס לקביעה נכונה של הספק הקבלים.

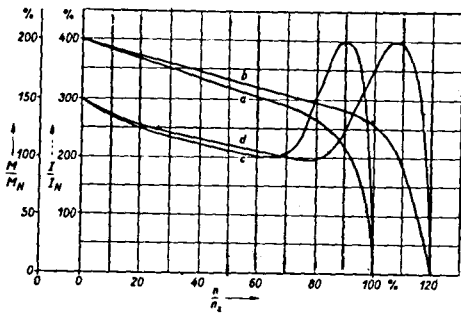
להלן מובא ניתוח מפורט של שני המצבים:
א. שינוי התדירות כאשר המתח זהה למתח הנקוב של המנוע

בהתאם לביטוי הכללי של הכח האלקטרומניע:

$$U_1 \approx E_1 = C_E \times f \times \phi = Const.$$

ובהנחה שהמומנט הסטטי הינו קבוע, אפשר ל-ההיווכח מיד, שבמקרה של שינוי התדירות, השטף

עקומות הזרם והמומנט כאשר התדירות והמתח משתנים ביחס שווה



כאשר:

- a — הזרם בתדירות של 50 הרץ ומתח נקוב
- b — הזרם בתדירות של 60 הרץ $1.2 \times$ המתח נקוב
- c — המומנט בתדירות של 50 הרץ ומתח נקוב
- d — המומנט בתדירות של 60 הרץ $1.2 \times$ מתח נקוב

כאן ראוי לציין, כי במקרה זה של שינוי בריזומי של המתח והתדירות תוך שמירת היחס השווה ביניהם, הספק המנוע משתנה בתלות ליניארית עם שינוי התדירות.

ולבסוף, כהמלצה כללית, אנו חוזרים לדעתנו שבכל מקרה של מערכות מסוג זה ובמנועים גדולים, רצוי לבצע מדידות, שימשו בסיס איתן להחלטה על גודל הקבל הנדרש לשיפור מקדם ההספק.

המנוע מחובר לרשת באותו מתח, אך בתדירות של 50 הרץ, השינוי במומנט ההתנעה ובמומנט המירבי יהיה כדלקמן:

$$M'_H = M_H \left(\frac{f}{f'} \right)^2 = 22 \left(\frac{60}{50} \right)^2 = 31.7 \text{ Kgm}$$

מומנט מירבי:

$$M'_N = M_N \left(\frac{f}{f'} \right)^2 = 29 \left(\frac{60}{50} \right)^2 = 41.8 \text{ Kgm}$$

כלומר, כפי שגם אפשר לראות בתרשים מס' 2, המומנטים גדלים בצורה משמעותית (44%).

ג. שינוי בו זמני ובאותו יחס של התדירות ושל המתח

במקרה זה, אין שינוי בשטף המגנטי Φ ובזרם הריקס $I_{\mu 0}$ של המנוע, ההפסדים המגנטיים של המנוע ישתנו במקצת עם שינוי התדר (הרכיב ה- פעיל של זרם הריקס), אולם שינוי זה לא ישפיע למעשה על זרם המנוע.

הביטויים הפיזיים המבטאים זאת יהיו:

$$I'_0 = I_0 \frac{f}{f'} \cdot \frac{U'}{U} = I_0 \Rightarrow I'_0 = I_0$$

$$I'_0$$

$$\phi' = \phi \cdot \frac{I'_0}{I_0} = \phi \Rightarrow \phi' = \phi$$

$$M' = M \cdot \frac{\phi \cdot I'}{\phi \cdot I} = M \Rightarrow M' = M$$

בניגוד לערכים הקבועים הנ"ל, משתנה כמובן ה- ערך האבסולוטי של הסיבובים בתלות לשינוי ה- תדירות. ניתן לראות זאת בתרשים מס' 3 על-ידי הזאת העקומות $d \div a$ של המומנט והזרם של המנוע.

רכישת חוק החשמל ותקנותיו

כדי לסייע בידי החשמלאים להתעדכן בחוק החשמל ובתקנותיו רכשה מערכת, התקע המצדיע" כמות מסויימת של החוברות הללו, אותה דאגנו לחלק בין המשרדים האיזוריים והמחלקות הטכניות המחוזיות.

אפשר לבצע את הרכישה גם במשרדי מערכת, התקע המצדיע".

כל חשמלאי יוכל לרכוש את התקנות לפי הפרוט והמחירים כדלקמן:

המחיר בל"י

הנרש

המחיר בל"י	הנרש
20	חוק החשמל תשי"ד
10	תקנות החשמל (רישוי מתקנים חשמליים) תשי"ח — 1954
10	(רשימות) תשכ"ד — 1963
25	(הארקות או הגנות אחרות) תשכ"ב — 1962
20	(התקנת מובילים) תשכ"ו — 1965
25	(התקנת כבלים) תשכ"ז — 1967
15	(עבודה במתקנים חשמליים במתח נמוך) תשכ"ז — 1967
15	(התקנת מוליכים) תשי"ג — 1970
10	(כללים להתקנת לוחות במתח נמוך) תשל"ו — 1976
10	(הארקות יסוד) תשל"ח — 1978
10	(מעגלים סופיים הניזונים במתח נמוך) תשל"ט — 1979

יתרונות מסוימים של נתקן מתח נמוך

בכבל תת-קרקעי*

פרופ' י. נאות

השימוש בנתקן חלוקת אנרגיה לצרכנים בכבל תת קרקעי, הולך ונפוץ גם בקי בוצים.

הסיבות לתופעה זו מבוססות יותר על שקולי אסטטיקה (אי השחתת הנוף) ושקולי נוחות, מאשר על שיקולים טכניים-כלכליים, אף על פי שקיימים גם שיקולים כאלה ובמקרים מסוימים אפשר להצביע על יתרון ברור לנתקן בכבל תת-קרקעי.

מטרת מאמר זה להצביע על כמה היבטים טכניים בהם הכבל התת-קרקעי עולה על הקו העילי.

השפעת תנאי הסביבה

גרימת סדק דק בשכבת האמיל המצפה את המבנה דד. סדק זה מתמלא במשך הזמן באבק ומהווה מסלול קבוע לזרם הזליגה. המצב ילך ויחמיר עם הזמן עד לשבירת המבדד כולו כתוצאה ממאמצים תרמיים גוברים והולכים.

השפעת חילופי הטמפרטורה

קרינת השמש על המוליך של הקו העילי גורמת לעליית טמפרטורה גם אם אין בו זרם. עליית הטמפרטורה הנגרמת בעונת הקיץ על ידי קרינה ישירה יכולה להגיע עד כדי 40° מעל הסביבה.

הזרם הזורם במוליך גורם אף הוא לעליית טמפרטורה בהתאם להתנגדות המוליך ולרבע הזרם הזורם בו. בקו עילי, עליית טמפרטורה של 40° מעל הסביבה כתוצאה מזרם העומס הינה עליה מקובלת.

כתוצאה ממצב זה כאשר גם השמש יוקדת על המוליך וגם זרם בו זרם תגיע עליית הטמפרטורה ל- 80° ואם נניח שטמפרטורת הסביבה היא 30° תהייה טמפרטורת המוליך, 110° לעומת 70° כאשר אין קרינת השמש פועלת עליו.

כידוע לכל חשמלאי ההתנגדות הסגולית של המתכות עולה עם עליית הטמפרטורה בקירוב ראשון כ-4 אלפיות על כל מעלה.

יוצא מזה שאם מוליך מסוים התנגדותו 1 אוהם ב- 20° , ב- 70° תהייה התנגדותו

$$R_{70} = 1 \times (1 + 0.004 \times 50) = 1.252 \text{ אוהם}$$

ואילו ב- 110° תהייה התנגדותו

$$R_{110} = 1 \times (1 + 0.004 \times 90) = 1.358 \text{ אוהם}$$

כלומר, גבוהה יותר ב-11%.

חוק ג'אול מלמד אותנו שהפסד הקו יחסי להתנגדותו כפול ריבוע עוצמת הזרם בו. פירוש הדבר

ראשי לעניני חשמל של קיבוצי השוה"צ.

השפעותיה המזיקות של הסביבה פועלות על הקו העילי במישורים שונים. ראשית כל האבק הנמצא תמיד באטמוספירה והנישא ברוחות שוקע על היתרונות ומכסה אותם בשכבה שעוביה הולך וגדל במשך כל תקופת הקיץ, עד שגשמי החורף החזקים שוטפים אותו. האבק האטמוספרי הינו תערובת של חומרים שונים, בחלקם מוליכי חשמל, כגון מתכות, חומרים אורגניים מפויחים וכו'.

הטל המרטיב את המבדדים בשעות הלילה הופך את שכבת האבק לדייסה מוליכה, דרכה זרם זרם מסויים בין המוליך לאדמה. זרם זה הידוע כ-"זרם זליגה" גורם להפעלת מנגנוני ההגנה של הקו רק לעתים רחוקות, אף על פי כן מגיעתו רעה בכמה מישורים. ראשית, הוא מקור להפסדים לא מבוססים. אם נקח לדוגמה קו עילי בעל אורך של 600 מטר, כל אחד ממוליכיו ישען על 16 מ"בדדים. אם נניח שכתוצאה מהרטיבות נוצר זרם זליגה של 100 מ"א לכל מבדד, הקו כולו יפסיד 400 וולט בין הפזות, זרם זה גורם להפסד של 1.6 אמפר בכל אחד ממוליכיו. במתח הריגל של 1.1 וט-שעה. במחירי האנרגיה של היום פירושו הפסד של לירה אחת בכל שעה שמצב זה נמשך. אם נכפיל תוצאה זו בשעות הלילה ובמספר הקווים, נבין על נקלה שההפסד הכספי השנתי בקו ממוצע מתבטא באלפי לירות ולא בעשרות בודדות.

יתרה מזו, זרם הזליגה מחמם את המבדד ומכיוון שהשכבה המוליכה אינה חד-מינית, גם החימום מרוכז במקום מסוים. דבר זה יכול להוביל ל-

* תמצית הרצאה שנישאה בכנס השנתי של מועדון חשמלאי התתייבות העובדת במדשדש דרופין.

פרופ' י. נאות — הפקולטה לחשמל, הטכניון חיפה ויועץ ראשי לעניני חשמל של קיבוצי השוה"צ.

● ההתנגדות האומית הנובעת מעצם העובדה ש- המעגל עשוי ממתכת המוליכה את הזרם היטב אך לא בצורה מושלמת.

● ההתנגדות ההשראתית הנובעת מהגאומטריה של המעגל ומקורה בשדות המגנטיים שזרם המעגל יוצר. התנגדות השראתית זו הולכת וגדלה ככל שמוליכי המעגל מרוחקים זה מזה. בקו עילי אפשר לחשב אותה בעזרת נוסחה מקורבת.

$$x = \omega \frac{2}{10} \ln \frac{2D}{d} + 0/0.5) 10^{-3} / Km \quad (1)$$

כאשר :

X — ההתנגדות ההשראתית לכל ק"מ קו,

D — המרחק בין המוליכים במ"מ,

d — קוטר המוליך במ"מ,

$\omega = 2\pi f$ — התדירות המעגלית של הרשת.

נוסחה 1 מתאימה למעגל תלת-פזי ומתייחסת לכל אחד ממוליכי הפזה — במעגל תד-פזי אפשר לי- השתמש באותה הנוסחה עבור כל מוליך, אך יש לזכור ששני המוליכים (פזה ואפס) מחוברים בטור, לכן המעגל מגלה התנגדות כפולה.

בקו עילי בעל מתח נמוך המרחק בין המוליכים הינו כ-400 מ"מ בו בזמן שבכבל רק עובי הבידוד מפריד בין המוליכים.

מכאן המסקנה שההתנגדות ההשראתית בכבל קטנה לאין שעור מזו שבקו עילי בעל אותו ה- חתך.

טבלה מס' 1 מראה את ההבדל עבור כל חתך, תוך הנחה שבקו עילי המרחק בין המוליכים 400 מ"מ, והחומר המוליך הוא נחושת. התד-י- רות 50 Hz.

שבעת קרינת השמש יהיה הפסד הקו גדול פי 1.11. מזה שהיה קיים באותו הזרם כשהמוליך בצל. יתרה מזו, חלופי הטמפרטורה גם אלה הנובעים מזרם העומס וגם אלה הנובעים מהאקלים ה- חיצון גורמים לשינויים במאמצים המכניים בהם המוליך נתון. בקו עילי המוליך מתוח בין שני מבדדים. שינויי הטמפרטורה גורמים למעשה ל- שינוי אורך המוליך בהתאם להתפשטות התרמית שלו.

כתוצאה מכך מאמץ המתחה המכני של המור- ליך משתנה באופן מחזורי גם בתוך יממה וגם בהתאם לעונות השנה.

מאמצים מכניים שמשנים את עוצמתם באופן מה- זורי מעייפים את החומר, כלומר, מחלישים את כושר עמידתו בפני מאמצי מתיחה. זאת היא אחת הסיבות העקרויות לקריעת מוליכים בקו עילי, בלי שתראה לעין סיבה ממשית. בסוגיה זו כוחות ה- רוח על המוליכים תורמים הרבה לעייפות החומר. הכבל התת-קרקעי פטור לגמרי ממאמצים הנוב- עים משינויי טמפרטורה ומכוחות הרוח ועל כן סיכויו להאריך ימים גדולים בהרבה.

יתרה מזו, טמפרטורת הקרקע בעומק של 80—90 ס"מ (הוא העומק המקובל להטמנת כבלים) מש- תנה מעט מאוד במשך עונות השנה ולכן הכבל עובד בתנאים אחידים ולא נוצרים בו הפסדים נוספים הנובעים מחימום חיצוני.

השפעת המבנה

מעבר לכל היתרונות האלה יש לכבל התת-קרקעי יתרון נוסף הנובע מעצם מבנהו.

כל מעגל חשמלי מגלה שני סוגים של התנגדות למעבר הזרם.

טבלה מס' 1

השוואת ההתנגדות ההשראתית בין קו עילי לכבל

חתך המוליך	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
$R_1 (\Omega/Km)$	0.853	0.609	0.427	0.305	0.225	0.178	0.142	0.115	0.089	0.0711	0.0533
$x_1 (\Omega/Km)$	0.086	0.083	0.081	0.079	0.077	0.077	0.077	0.076	0.076	0.075	0.075
$x_1 (\Omega/Km)$	0.320	0.309	0.298	0.288	0.277	0.270	0.268	0.258	0.250	0.243	0.234

טבלה מס' 1 מראה בבירור שהתנגדותו ההשרא- תית של כבל קטנה פי 3.5 בממוצע מזו של קו עילי. לעובדה זו השפעה מכרעת על התנהגות ה- מעגל. לכל חתך של מוליך קיים זרם נומינלי ש- מותר להעביר בו בלי שמוליכיו יתחממו יתר על המותר. אורכו המותר של המוליך יקבע על ידי ירידת המתח שהוא גורם, כאשר הוא מעביר זרם זה.

מסיבות ידועות לכל חשמלאי ירידת המתח מוג- בלת ללא יותר מ-5% במעגלי מנועים (2.5% ב- מעגלי תאורה). לפיכך מוגבל גם אורך המעגל הנושא את הזרם הנומינלי או, במלים אחרות, מוגבל המרחק אליו אפשר להוביל את הזרם.

נוסחה 2 נותנת את המרחק אליו אפשר להגיע במעגל תלת-פזי סימטרי :

$$L = \frac{\Delta U}{(R_1 \cos \phi + X_1 \sin \phi)}$$

כאשר:

L — אורך המעגל (ק"מ)

ΔU — ירידת המתח המותרת (וולטים)

R_1 — ההתנגדות האומית (אוהם לק"מ)

X_1 — ההתנגדות ההשראית (אוהם לק"מ)

$\cos \phi$ — מקדם ההספק

• עבור מתח פזי של 230 וולטים וירידת מתח מותרת מירבית של 5%, $\Delta U = 5\% \times 230 = 11.5$

טבלה מס' 2

השוואת מרחקים

התך המוליכים	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
$S (mm^2)$	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400
$In (A)$	135	165	200	245	295	340	390	445	515	590	700
כבל											
$Lc (m)$	111	124	141	154	165	172	177	180	183	183	179
קו עילי											
$Lf (m)$	93	99	106	108	108	106	104	100	97	92	86
יחס המרחקים											
Lc/Lf	1.19	1.25	1.33	1.43	1.53	1.62	1.70	1.80	1.89	1.99	2.08

המרחק בין שתי תחנות טרנספורמציה לא יהיה יותר מ-424 מ'.

אילו השתמשנו בכבל של 120 ממ"ר אפשר היה להגיע באותם התנאים למרחק של $344 = 2 \times 172$ מ' ולכן המרחק הרצוי בין תחנות טרנספורמציה היה מגיע ל-688 מ'.

נניח שהשטח אותו יש לשרת, הינו בעל רדיוס של 650 מ'.

אם נבנה את המתקן בכבלים נוכל לשרתו מתחנת טרנספורמציה אחת, אם נבנה אותו בקווים עיליים נתקל בקשיים ואולי יהיה צורך בתחנה שניה.

המשמעות הכלכלית של שקולים אלה כה ברורה, שאין צורך להרבות בהסברים.

לדלל את תחנות הטרנספורמציה, דבר שיכול ל- התבטא בחיסכון ניכר.

טבלה מס' 2 חושבה בשביל המקרה המסוגן שכל הזרם עובר דרך כל הקו, כלומר, שהצרכן מרוכז בקצה הקו. אם, כפי שקורה לרוב במשקים, הצר- כנים מפוזרים שווה לאורך הקו כולו המרחק כ- פול מזה הנתון בטבלה, גם בכבל וגם בקו עילי — היחס כמובן נשמר.

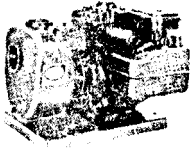
לדוגמה: אם נתאר לעצמנו שמיסבות טכניות נר- ביל את עצמנו לתתך של 120 ממ"ר. הזרם שנוכל להעביר דרכו הוא 340 א' בתחילת הקו. אם ה- צרכנים מפוזרים לאורך הקו המרחק המותר בקו עילי הוא $212 = 2 \times 106$ מ' פירושו, שבמקרה זה

עדכון רשימת מנויי „התקע המצדיע“

הגנו מפנים את תשומת לב הקוראים כי חוברת זו (מס' 23) היא השלישית שאיננה נשלחת בחינם אל כל החשמלאים בארץ, אלא רק אל אלה אשר נרשמו כמינויים בהתאם להסדר עליו הודענו בחוברות הקודמות.

הוראת תשלום עבור החוברת 21—22—23—24 תשלח — לפי בקשה — אל כל החשמלאי שיפנה אל המערכת (בכתב או בשטלפון) ולאחר התשלום בבנק, בהתאם להוראות. יהיה כרטיס המינוי ברי-תוקף.

בחוברת מס' 24 נודיע על חידוש המינויים לחוברת 25 ואילך.



חיסכון אנרגיה בשאיבת מים

אינג' ר. נוה

טבלה מס' 1
נצילותם של מנועי משאבות כפונקציה של ההספק המכני ומידת ההעמסה.

העמסה	העמסה	העמסה	הספק המנוע (כ"ס)
50%	75%	100%	
87.7	88.8	89.0	30
88.9	90.1	90.3	50
89.4	90.6	90.8	75
89.6	90.7	90.9	100
89.3	90.8	91.1	150
89.3	90.8	91.1	200

(הטבלה לקוחה מקטלוג של מנועי חשמל אופקיים ואנכיים).

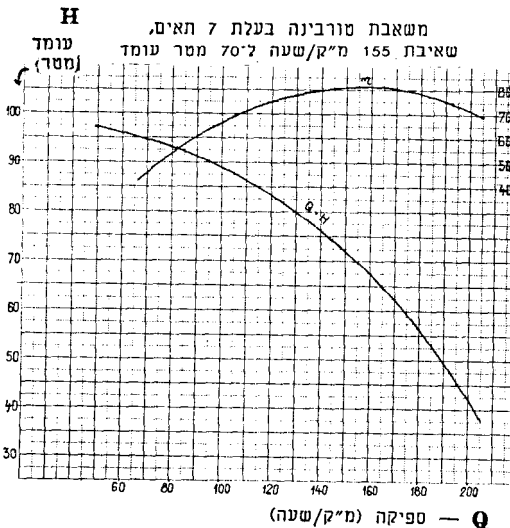
את הנצילות בסדר גודל של 5%—7% בקירוב. (בהמשך יובהר מה משמעותו של כל אחוז בחש-בון השנתי).

המשאבה

לכל דגם של משאבה, אופיינים, אשר מראים ספיקה, עומד ונצילות בכל נקודה ונקודה. היצרן מספק את הנתונים האלה בכדי לאפשר למתכנן לבחור בדגם הרצוי לו.

בדגם אשר אופייניו נתונים בציור מס' 1 ניתן, לכאורה, לשאוב בספיקות בין 60 מ"ק/שעה ועד 200 מ"ק/שעה.

ציור מס' 1



להספקת מים לצריכה ביתית, להקלאות ולתעשיה משתמשים על פי רוב במשאבות צנטריפוגליות, מו-פעלות באמצעות מנועי חשמל או שריפה פנימית. האנרגיה המושקעת במנוע מנוצלת לקבלת תנועה סיבובית, אשר מועברת למשאבת המים על ידי מקשר מסוג כלשהו או גל-קרדני.

המשאבה מקנה למים עומד-מהירות אשר נהפך ביציאה מן המשאבה לעומד-לחץ הדרוש למט-רה, לה מיועדת המשאבה.

מידת תקינותם המכנית והתאמתם לתפקיד של שלושת החלקים הנ"ל — המנוע, המקשר והמש-אבה — משפיעה על כמות האנרגיה המנוצלת ב-יעילות ועל כמות האנרגיה העשויה להיות מבוז-זת לריק בתהליך השאיבה.

במסגרת מאמר זה נתרכז במיוחד בהשלכות הנוב-עות מהפעלת משאבה לא תקינה או לא מתאי-מה לדרישות ההידרוליות, ונזכיר רק בקצרה את שני הגורמים האחרים. כמו כן נתייחס למשאבה מופעלת באמצעות מנוע חשמלי. המסקנות תהיי-נה נכונות, במידה לא פחותה, לגבי מנועי שריפה פנימית.

הנצילות הנומינלית של המנוע

השפעתו על מידת נצילותו של מנוע חשמלי, קט-נה יחסית: לאחר שהמנוע המתאים נבחר ונרכש, יש לשמור על הספקת חשמל במתח נומינלי תקין, על נקיון פתחי איוורור וצלעות הקירור ועל תקי-נות המיסבים, על-ידי החלפת שמנים ומשחת סי-כה תקופתיים והחלפת מיסבים במידת הצורך.

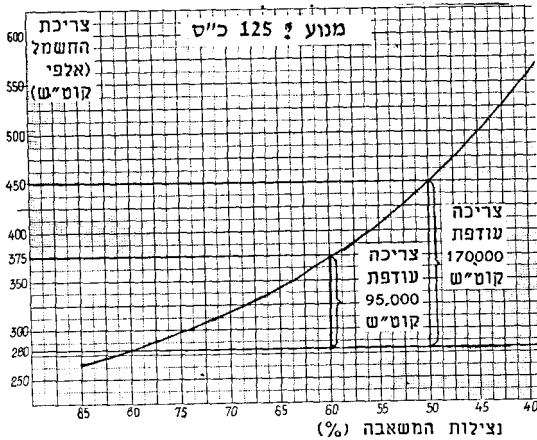
מנוע חשמלי פועל בנצילות מירבית כאשר הוא עמוס מעל 60% מהספקו הנומינלי, כאשר ההב-דלים במידת נצילותו בעומסים בין 60% ל-100% קטנים יחסית, ואילו מנוע אשר עמוס בפחות מ-50% מהספקו הנומינלי, נצילותו יורדת במידה משמעותית.

בטבלה נתונה נצילותם של מנועי משאבות כפונק-ציה של ההספק המכני ומידת ההעמסה.

למקשר בין המנוע למשאבה יש השפעה רבה מ-אוד על מידת הניצול של האנרגיה המושקעת. אומנם קשה לבדוק באמצעים פשוטים מהו אחוז הכח, „הנשרף“ במקשר, אך בבדיקות שונות נימצא שעל ידי איזונו הנאות של המקשר הצליחו לשפר אינג' ר. נוה — המחלקה הטכנית, ארגון עובדי המים.

דומינלי 125 כ"ס, במשך 3000 שעות עבודה בשנה, נקבל את צריכת החשמל כתלות בנצילות המשא- בה כמפורט בציור מס' 3.

ציור מס' 3
מתקן שאיבה אשר שואב 300 מ"ק/ש' ל 80' מטר עומד מחושב ל-3,000 שעות עבודה.



נצילות המשאבה (%) מתקן כזה, כאשר מופעל בנצילות של 80% יצרוך במשך 3000 שעות עבודה 280,000 קוט"ש בקירוב. אם, לעומת זאת, המשאבה תעבוד בנצילות 60%, תהיה צריכת החשמל 375,000 קוט"ש כלומר — תוספת של 95,000 קוט"ש ובמחירי השמל הנהר- גים היום לשאיבת מים, תסתכם **ההוצאה העוד- פת** ב- 270,000 ל"י בשנה אחת בלבד.

אכן, טכום מכובד לכל הדעות!

גם לגבי מתקני שאיבה, אשר מופעלים בעונה קצ- רה יותר — להשקיע בעונת הכותנה, לדוגמה, (כ-1000 שעות עבודה בשנה) אפשר לבזבז או לחסוך סכומים לגמרי לא מבוטלים.

בבדיקות תקופתיות אשר נעשות במתקני שאיבה שונים, נתקלים בנצילות של 55%—65% לעיתים קרובות מאוד, כאשר בעלי המתקן לא מודעים להשלכות הנובעות ממצב זה.

הגורמים לנצילות נמוכה

על השימוש בחשמל

(א) משאבה אשר מצבה המכני איננו תקין:

כל משאבה משתתקת בזמן השאיבה. מידת ה- שחיקה ומהירותה נקבעות על ידי טיב המים ה- נשאבים.

מים בעלי תכולה של חומרים גסים (חול, סחר- פה) גורמים לשחיקה מהירה. מים נקיים שומרים על מצב מכני תקין לאורך זמן.

כאן שליטתנו על מהירות השחיקה מוגבלת מאוד, וכל שעלינו לעשות, הוא בבדיקות תקופתיות ושי- פוצים, כאשר המצב מחייב זאת.

הנצילות הטובה, לעומת זאת, מושגת בתחום צר בהרבה, בין 140 ועד 180 מ"ק/שעה.

נבהיר עתה מה משמעות שאיבה בנצילות נמוכה:

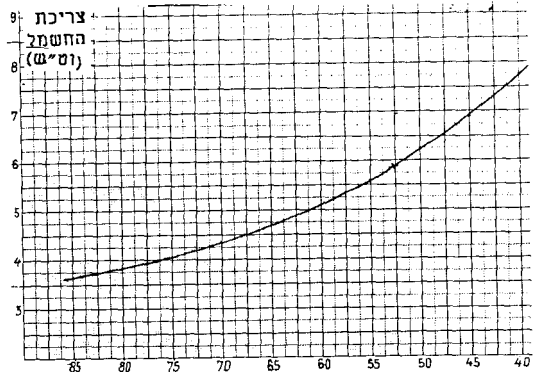
האנרגיה הדרושה להקנות ל-1 מ"ק מים (1000 ק"ג) עומד-לחץ של 1 מטר (0.1 אטמוספירה) היא 2.7 וט"ש (וט-שעה) בקירוב, וזאת בתנאי שיכולנו להפעיל מכונה אשר תעבוד בנצילות תי- אורטית של 100% (ללא כל הפסדים).

הנצילות המעשית

לצערנו עדיין לא המציאו מכונה כזאת ולכן עלינו לבזבז ולשלם חלק לא מבוטל של האנרגיה המוש- קעת, כיון שהנצילות המעשית איננה 100%.

כך למשל עובד מנוע חשמלי — בהתאם לטבלה מס' 1 — בנצילות 90% בערך, המקשר בין המ- נוע למשאבה צורך 1.5%—2% נוספים, והמשאבה עצמה גם כאשר מופעלת ומנוצלת בנקודה בה נצילותה טובה מאוד, מחזירה רק 80% בקירוב מן האנרגיה המגיעה אליה. בהתאם לכך נדרש להשקיע 3.8 וט"ש בכדי לבצע את העבודה הזאת, וזה בתנאי שהמנוע, המקשר והמשאבה עובדים בצורה תקינה.

ציור מס' 2
צריכת החשמל לשאיבת 1 מ"ק X 1 מטר עומד כתלות בנצילות המשאבה



נצילות המשאבה (%)

בציור מס' 2 נתון היחס בין נצילות המשאבה לבין צריכת החשמל לשאיבת 1 מ"ק מים ל-1 מטר עומד, ומתוכו יובן שירידה בנצילות המשאבה מ-80%, שהוא הערך המעשי הרצוי, ל-60%, ל- דוגמה, יגרום לעליה בצריכת החשמל מ-3.9 וט"ש לכל מ"ק ל-1 מטר, ל-5.2 וט"ש.

ההפרש יהיה 1.3 וט"ש דהיינו 30% מסך הכל צריכת החשמל.

אם נקח עתה, לדוגמה, מתקן שאיבה אשר מ- תוכנן לשאוב 300 מ"ק/ש' ל-80 מטר עומד כר- לל, המופעל באמצעות מנוע חשמלי בעל הספק

ב) כיוון לא נכון של המשאבה :

בסוגים מסויימים של משאבות אנכיות, ניתן ל-
כוון את מירווח המאיצים, כאשר לכיוון הנכון
השפעה גדולה על נצילות המשאבה. לעיתים ניתן
לשפר את נצילות המשאבה ב-10% ויותר ע"י
כיוון המאיצים בלבד.

עבודה זו חייבת להעשות בידי טכנאי, אשר לו
הנסיון והידע הנחוצים.

כיוון לא נכון של מאיצי המשאבה, יכול לגרום
לעבודה בנצילות רעה, ובעקבות זאת לבזבז בא-
נרגיה ובכסף, או מצד שני להרס מהיר של ה-
המשאבה.

ג) משאבה המופעלת מחוץ לתחום נצילותה הי- טובה :

לעיתים פוגשים במשאבות, אשר מצבן המכני טוב
מאוד, המנוע והמקשר תקינים, ובכל זאת צריכת
החשמל גדולה בהרבה מן הדרוש.

נקח לדוגמה את המשאבה שאופייניה נתונים ב-
ציור מס' 1.

המשאבה הזאת, כפי שיובן מאופיין הנצילות,
טובה מאוד בספיקות 140-180 מ"ק/שעה ונצי-
לותה יורדת ככל שמתרחקים מתחום ספיקות
אלה. לחץ העבודה שעברו המשאבה הזאת מתוכ-
נת. ואשר דרוש לחקלאי, הוא 70 מטר.

עתה, מסיבה כלשהי מבוקשת ספיקה של 80
מ"ק/שעה והלחץ הדרוש נשאר 70 מטר.

בהפעלת המשאבה הזאת בתנאים החדשים, דהיי-
נו — בספיקה של 80 מ"ק/שעה אנו מקבלים ל-
חיץ 96 מטר ונצילות 53%.

נניח שהלחץ העודף של 26 מטר, איננו מפריע ב-
מייוחד, וניתן להסתדר איתו, צריכת החשמל תהיה
בהתאם לציור מס' 2 :

$$5.9 \times 96 = 566 \text{ וט"ש לכל מ"ק.}$$

וזאת במקום :

$$3.9 \times 70 = 273 \text{ וט"ש לכל מ"ק}$$

שהוא הערך המתאים לעבודת המשאבה בספיקות
המבוקשות בנצילות טובה.

וכאן נשאלת כמובן השאלה כמה שעות בשנה תר-
פעל המשאבה בספיקות בהן נצילותה טובה, ו-
כמה שעות בספיקות בהן נצילותה רעה.

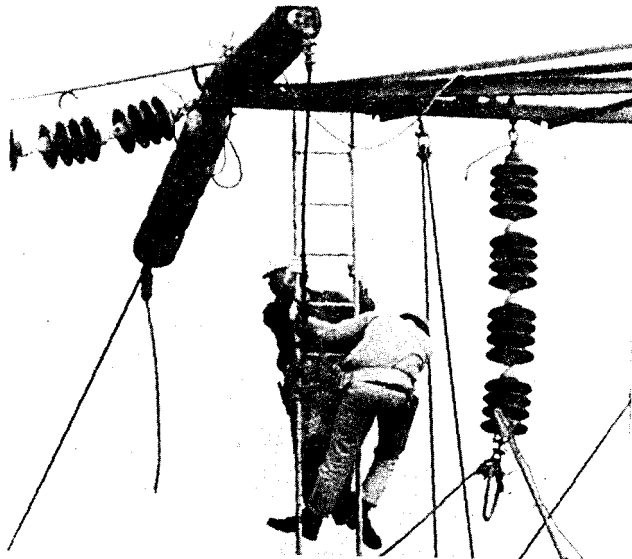
ברור שלא תמיד ניתן לתת תשובה ברורה לשאלה
זאת, ולכן גם קשה לעשות את החשבון הכלכלי
הספציפי בצורה פשטנית.

ס כ ו מ

1) הפעלת מתקן שאיבה בנצילות נמוכה גורמת
לבזבז רב של אנרגיה חשמלית יקרה מאוד : הן
מנקודת הראות של המשק הלאומי והן מנקודת
הראות של בעל המשאבה.

2) מומלץ לבצע בכל מתקן שאיבת בדיקה תקופ-
תית בכדי לעמוד על מידת נצילותו ובמידה ונמצא
ב"טסט" שיעילות המשאבה נמוכה, מן הראוי לבצע
את הפעולות הנדרשות כדי להחזיר את הנצילות
לערך המעשי הנכון.

יש לציין כי בדרך כלל ההוצאות ל"טסט" ולתי-
קונים הנדרשים משתלמות לעומת מחיר החשמל
שביזבוז נמנע.



עובדי רשת של חברת החשמל :
מבצע "לולינות" שיגרת' במתח עליון.

מרכזי כוח וחום - מציאות או חלום ?

אינג' א. סמיד

למה קיטור ?

חוללה בשנים 1886/87 עת התקינו פארסון ולאוויל את הטורבינות הנקראות על שמותיהם, בהן הופך הלחץ האצור בקיטור לתנועה ומכוח אנרגיה זו מונעות הטורבינות.

במשך כמאה שנה היה כוח הקיטור הצורה היחידה של ניצול האנרגיה תרמית, אך גם לאחר שפותחו מנועים יעילים אחרים לא נפקד מקומו של הקיטור בתעשיות רבות, בשמשו הן כמקור חום והן כמקור לאנרגיה מכנית.

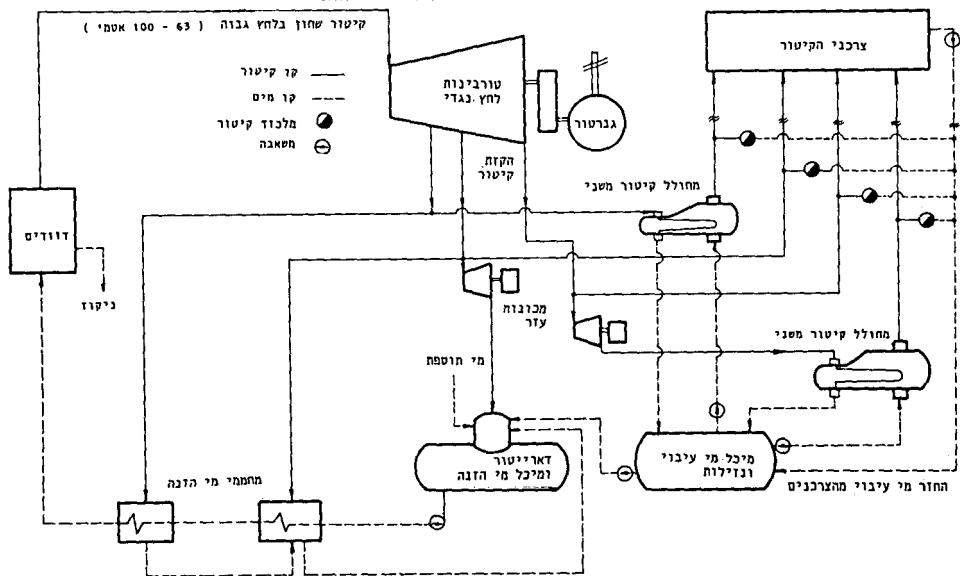
התהליכי ייצור רבים מנצלים את האנרגיה התרמית הגלומה בקיטור — בצורה ישירה ע"י הזרקתו לתוך החומר המיועד לחימום או באמצעות מחליף-פי חום. כך משמש הקיטור בתעשייה הכימית (זיקוק והפרדה של נוזלים וגזים, ריכוז תמיסות), בתעשיות המזון (עיקור מוצרי מזון ושימורם, מיצוי תמציות, חליטה של פירות), בתעשיית הטכסטיל (אשפרה תרמית), בתעשיות הגומי (גיפור), בתעשיית הבנין (הקשייה של לבני בנין) ובתעשייה הרפואית (חיטוי).

ככוח מניע משמש הקיטור במנועי בוכנה, משאבות, מדחסים ומפוחים, כאשר הדוגמא הקלסית הינה תחנות הכוח, בהן הקיטור השחון, הנוצר בדוודים בלחץ וטמפרטורה גבוהים, זורם לטורי-בינה בה הוא מתפשט עד ללחץ המעבה, תוך כדי ביצוע עבודה וייצור חשמל.

דורות רבים לפני המאה ה-18 בה למד האדם לנצל כוחות טבע ולהחליף את שריריו (ושרירי הבהמה) בכוח מכני, ניסו הקדמונים להשתמש בכוח התנועה של קיטור זורם. מסופר כי עוד במאה השנייה לפני מגין הנוצרים התקין באלכסנדר דריה המתמטיקאי היווני הרון "גולת רוח" שהסתובבה מכוח זרימת הקיטור, כשם שסובבת ממטרה בשעת יציאת המים מפינתיה. אך "גולת רוח" זו נחשבה רק כמכשיר משעשע ואיש לא שער בפניו מהן האפשרויות הגלומות בה. כך נשתכח ענין ניצול הקיטור במשך דורות רבים, עד שחודש בראשית המאה ה-17: הנסיונות הראשונים נים להתקנת מכוונת קיטור נעשו ע"י בעלי המכרות, שנאלצו להתמודד עם בעיות שאיבת המים, שהפריעו לניצול אוצרות הפחם החבויים במעמקי האדמה. בשלהי המאה ה-17 הצליח הצרפתי פאפן להמציא מכוונה הבנויה מגליל אנכי חלול ובוכנה בתוכו, שניצלה את כוח הקיטור הנוצר בשעת חימום מים, כדי להעלותם ממעמקי המכרות. שיכלולה של מכוונת הקיטור בא בעקבות המצאת המעבה ע"י ג'ימס ווט (ב-1764), ובכך נמנע צינור דפנות הגליל בו נוצר הקיטור ונחסך דלק רב.

המהפכה הממשית בפיתוח מכוונת הקיטור הת-

דוגמת סכימה איכותית של מרכז כוח וחום



אינג' א. סמיד — אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל.

ייצור משולב של כוח וחום

שמשו הרבים של הקיטור כמקור אנרגיה הביאו להתקנת אלפי דוודים קטנים במפעלים ברחבי הארץ. דוודים אלה מייצרים לרוב קיטור רווי בלחצים נמוכים (5 עד 20 אטמוספרות) בנצילות נמוכה (לדוגמה: לשם ייצור טון קיטור רווי בשעה בלחץ 10 אטמוספרות שורפים כ-78 ק"ג מזוט כבד). הסיבה ליעילות הנמוכה נעוצה הן בגורמים אובייקטיביים (ככל שתפוקת הודד ולחצי הקיטור המיוצר בו נמוכים יותר — נצילותו פוחתת) והן בחוסר תשומת לב מספקת במפעלים לפעולתו התקינה של מערך הייצור והצריכה של הקיטור, שנובעת בעיקר מחוסר האפשרות להקצות כוח אדם ומשאבים לנושא.

מצד שני, בתחנות הכוח הקיטוריות מותקנים דוודים גדולים ויעילים המייצרים אלפי טונות קיטור בשעה המשמש להנעת הטורבוגנרטורים לייצור חשמל, אך החום האצור בקיטור הנפלט מטורבינות-העיבוי נורק לים באמצעות מי הקרוו הזורמים במעבים, ההופכים את הקיטור למים בתת לחץ.

מצב זה הוליד את הרעיון להקים תחנות כוח בהן יותקנו טורבינות לחץ נגדי במקום טורבינות העיבוי הרגילות, כך שהקיטור לא יתעבה ע"י מי ים, אלא יפלט מהטורבינה בלחץ נמוך וימסור את האנרגיה התרמית האצורה בו לצרכני חום, תוך כדי עיבוי במידה שנדרש קיטור במספר לחצים, מתקנים בטורבינה מספר הקזות קיטור מווסתות.

בתחנות אלה מתפשט כל הקיטור השחון המיוצר בדוודים (בלחצים גבוהים בין 63 ל-110 אטמוספרות) דרך הטורבינות, ומוקז מהן בהתאם ללחצי הצריכה של המפעלים הסמוכים לתחנה (שהינם בדרך כלל בין 2 ל-20 אטמוספרות). החשמל שנרצת תוך כדי כך, המשמש כמוצר לוואי לייצור הקיטור, מסופק ישירות למפעלים או מוזרם לרשת הארצית. תחנה כזו תייצר, כמובן, כמות חשמל קטנה יחסית לתחנה בה מיוצר קיטור בתפוקה ולחץ דומים ומתפשט כולו בטורבינות עיבוי, אך סך-כל האנרגיה (החשמלית והתרמית) שתופק משריפת אותה כמות זלק בדוודים תהיה גדולה יותר, עקב אספקת צרכי הקיטור בלחץ נמוך של המפעלים. נמחיש זאת בדוגמה המספרית הבאה: תחנת כוח משולבת המורכבת מדוד המ"מיק 20 טון קיטור בשעה בלחץ 90 אטמוספרות ומטורבינת לחץ נגדי בהספק 2.5 מגוואט, בעלת לחץ יציאה של 5 אטמוספרות, שורפת כ-1780 ק"ג מזוט בשעה, כאשר היא עובדת בתפוקה מלאה (כלומר מספקת כל שעה 20 טון קיטור בלחץ 5 אטמוספרות וחשמל בשעור 2500 קוט"ש). לעומת זאת, לשם ייצור 20 טון קיטור

רווי בשעה בלחץ 5 אטמוספרות בדוד קטן במ"מ על יש לשרוף כ-1560 ק"ג מזוט בשעה, ולשם ייצור 2500 קוט"ש שורפים בתחנת כוח כ-518 ק"ג מזוט בשעה. כלומר, עבור אותה תפוקה של קיטור וחשמל דרושים 2078 ק"ג מזוט בשעה לעומת 1780 ק"ג בלבד בתחנה משולבת. במקרה זה מושג חסכון בדלק בשעור של כ-15%, כאשר מדובר בתחנה משולבת בעלת תפוקה קטנה ומבנה פשוט ביותר, ללא מחממי מי הזנה, דארייטור ושאר המרכיבים המעלים את נצילותה ועשויים להגדיל החסכון בדלק ל-25%.

כאשר באזור גיאוגרפי מצומצם נדרשות כמויות גדולות של קיטור בלחצים שונים, מקובל להקים מרכזים לייצור כוח וחום (תחנות משולבות), המורכבים מטורבינות לחץ נגדי בעלות הקזות קיטור מווסתות. התרשים המצורף מציג בצורה סכימטית מבנה איכותי של תחנה מסוג זה. בתחנה דוודים המייצרים קיטור שחון בלחץ גבוה (מקובלים לחצים בין 63 ל-110 אטמוספרות).

הקיטור מהדוודים מתפשט דרך טורבינות לחץ נגדי בעלות מספר הקזות קיטור, ויוצא בלחץ שנוע בין 2 ל-10 אטמוספרות. במהלך התפשטותו בטורבינה מניע הקיטור גרטרור לייצור חשמל והקזות משמשות ברובן את צרכני הקיטור, ובחלקן תורמות לחימום מי ההזנה ומניעות מכוונות עזר לצרכי התחנה עצמה. צרכנים שאינם זקוקים לקיטור נקי מקבלים אותו ישירות מההקזות, ולתהליכים בהם משתתף הקיטור — מספקים קיטור משני המופק במחוללי קיטור (כדוגמת השניים המוצגים בתרשים). בסידור זה חוזרים המים המתעבים מהקיטור המוקז מהטורבינות בדרך הקצרה ביותר אל מיכל מי ההזנה של הדוודים, וכך הוא עובד במעגל סגור ואינו סופג לכלוך מהצרכנים או מצנורות החלוקה, והצרכנים מקבלים קיטור נקי שאינו מזדהם בתחנה. החזרת מי העיבוי נעשית בדומה לקיים בתחנות כוח בעלות טורבינות עיבוי, דרך דארייטור ומחממי מי הזנה, בעזרת משאבות הזנה המונעות ע"י טורבינות עזר.

מערכות מיכשור ובקרה ינהלו מחדר בקרה מרכזי ויכללו אמצעים לויסות ובקרת הבעירה, כיבוי אוטומטי של הדוד, בקרת אוויר השריפה וכמות תחמוצת החנקן. כן ניתן לצייד תחנה מסוג זה באמצעי מניעת זיהום אוויר, שיכללו מסנן אלקטרוסטטי לסילוק חלקיקים מוצקים מגזי השריפה החמים ושפשפים לדסולפוריזציה של הגזים.

הקמת תחנה מסוג זה כרוכה בהשקעות נוספות במערכת חלוקת קיטור לצרכנים והחזר מי עיבוי, ומערכת העברה וחלוקה של האנרגיה החשמלית.

ב. תחנה גדולה מאבדת את הגמישות שבהפעלת מתקנים קטנים נפרדים, ותקלה בפעולתה עלולה לשבש אספקת השרותים לצרכנים רבים.

ג. עקב ההשקעות הגדולות חייבת התחנה לעבוד בעומס בסיסי ובמקדם-יכולת גדולים ממינימום מסוים, כדי להיות כדאיים.

האמנם ניתן לנצל תאוריה זו באופן מעשי בארץ?

בקיץ 1978 יזמה הרשות הלאומית לאנרגיה, שב- משרד האנרגיה והתשתית, עריכת סקר כלל ארצי לבדיקת אפשרויות ייצור משולב של כוח וחום. חברת החשמל לישראל נענתה לפניית הרשות ולקחה על עצמה ביצוע הסקר.

בשלב ראשון נערך סקר צרכני אנרגיה ברחבי הארץ, שעיקרו איסוף נתוני הצריכה (קוטור, דל- קים וחשמל) של המפעלים. על סמך הנתונים אותרו מוקדי צריכת הקוטור בהתאם למיקומם הגיאוגרפי וכמויות הקוטור הנצרכות ונבדקה התפלגות הצריכה עם הזמן. המוקדים שאותרו הינם: אזורי חדרה, פתח-תקוה, רמת-חובב, אש דוד, תשלובת בתי הזקוק במפרץ חיפה, מישור רותם, יבנה ורחובות, קרית גת, אשקלון, נתניה, ים המלח ומפעלי התעשייה הקבוצית.

הסתבר שחמשת המוקדים הראשונים ברשימה יצרכו, כל אחד, תוך כחמש שנים בין 100 ל-180 טון קוטור בשעה. לאור זאת הוחלט להרחיב הבדיקה לגבי מוקדים אלה. הוערכה מידת היעילות של ייצור הקוטור בדוודים המצויים במפעלים וחושבה עלות הייצור. בהמשך נבדקה ההיתכנות הטכנו-כלכלית של שילוב וריכוז מספר מפעלים הצורכים חום ומרוכזים בכל אחד מהמוקדים, כך שיקבלו את החום הדרוש ממקור משותף.

נבדקו מספר אפשרויות:

א. אספקת קוטור מתחנות כוח של חברת ה- חשמל למפעלים הסמוכים אליהן: אספקה מתח- נת הכוח מ.ד. בחדרה נמצאה בלתי כדאית עקב ריחוק המפעלים מאתר התחנה, ובאזורי אשדוד וחיפה מקיימת חברת החשמל משא ומתן עם שני מפעלים לאספקת קוטור בלחצים נמוכים.

ב. אספקת קוטור מבתי הזקוק למפעלים הסמוך- ים: בבדיקה בבתי-הזקוק באשדוד הסתבר שב- תנאים הנוכחיים אין קוטור זמין עורך, ואילו בחיפה מתבצעת אספקת קוטור למספר מפעלים מבתי הזקוק ותבדק אפשרות הרחבתה.

ג. הקמת מרכזי כוח וחום (תחנות משולבות) שייצרו חשמל שיוספק למפעלים ו/או יזרם לרשת הארצית והקוטור שיוקז מהטורבינות בלחצים הדרושים יספק את הצרכנים במפעלי הסביבה. בדיקת היתכנות טכנו-כלכלית ראשונה העלתה, שפתרון זה מתאים ביותר לארבעה מוקדי צריכה:

מרכז מסוג זה יכול לספק צרכים משותפים נוס- פים של המפעלים הסמוכים אליו. כך למשל ניתן לתכנן תחנה שתורכב ממספר דוודים — חלקם ללחצים נמוכים (קוטור רווי) וחלקם ללחצים גבוהים. הקוטור השחון בלחץ גבוה ישמש כמקור כוח להנעת טורבוגנרטורים ללחץ נגדי, והקוטור הרווי יניע מקררי מים צנטריפוגיים שישמשו למיזוג אויר. במידה שצריכת הקוטור משתנה בקפיצות, או שהיא קטנה ביתחם לצריכת החשמל, ניתן להוסיף טורבינות עיבוי. כן יכול המרכז לספק צרכים משותפים נוספים כמו מים חמים, מים מזוקקים, אויר דחוס, אמצעי כיבוי אש וכדומה.

נסכם את היתרונות הנובעים מהקמת מרכזי כוח וחום:

א. חסכון בדלק בשעור של כ-25% (הנובע בעיקר עקב ניצול חום המים הנזרק לים בתחנות המייצג- רות חשמל בלבד, ומהעובדה שיחידה גדולה הינה יעילה יותר).

ב. יתרונות אקולוגיים הנובעים מהקטנת כמות הדלק הנשרפת והאפשרות לבצע את הבעירה בצורה מבוקרת ויעילה יותר ולהפחית הזיהום ע"י הגדלת גובה הארובה והתקנת אמצעים שמפעלים קטנים אינם רוכשים.

ג. הוצאות תפעול נמוכות יותר (לאחזקה, כוח אדם וניהול).

ד. יתרון הגודל והרכוז מאפשר חסכון בהשקעות. ה. רכוז מספר צרכני אנרגיה במקור מרכזי אחד מאפשר נקיטת אמצעי חסכון, שאי אפשר לנקוט אצל צרכן בודד. למשל, התקנת מערכת בקרה שתפקח על התהליכים ותשיג ניצול אופטימלי של התוצרים (ע"י ויסות בין הצרכנים השונים כך שיקטנו ההפסדים הנובעים משיאים ושפל בצריכה וכדומה).

ו. הקמת מרכזי כוח וחום הינה האפשרות היחידה כמעט ליישם בפועל במפעלי תעשייה קטנים את המדיניות של מעבר משמוש בדלק נוזלי לשריפת פחם. הפחם נוהי יחסית לצריכה רק בקנה מידה גדול. (עקרונית ניתן להפוך פחם לדלק נוזלי אך טכנולוגיה זו עדיין מצומצמת בהיקפה). היתרון הטמון בשמוש בפחם נובע מהעובדה שהוא מצוי בעולם בכמות גדולה מאשר הנפט, ולמזלנו הוא מרוכז בידי מדינות איתן יש לישראל קשרים הדוקים (ארה"ב, דרום אפריקה, אוסטרליה ואף אירופה).

נגד היתרונות קיימים מספר חסרונות:

א. הקמת מרכז מסוג זה כרוכה בהשקעות גדולות, בעיקר כאשר מדובר באספקת הצרכים של מפעלים קיימים. הכדאיות הכלכלית שבהקמת תחנה מסוג זה נבחנת בכל מקרה לגופו ע"י הש וואת החסכון המושג עם ההשקעות הנדרשות.

קיבל תנופה מחודשת ונתמך ע"י משרד האנרגיה והתשתית.

סיכום

ראינו שלייצור משולב של כוח וחום יש הגיון טכנולוגי וכלכלי מבוסס ומוכח. במקומות שונים בעולם הגיעו להשגים ניכרים ע"י ריכוז הייצור והאספקה של תוצרי האנרגיה והנהגת שיטות חסכון ובקרה מודרניות. בארץ נבחן הנושא ונמצא כדאי מההיבט הטכנו-כלכלי.

לאור העובדה שחזירת טכנולוגיות חדשות של תחליפים לנפט עדיין רחוקה, ואף שילוב האנרגיה הגרעינית במשק החשמל בארץ אינו מייד, לא נותר אלא לארגן את משק האנרגיה שלנו כך שנשמר ככל האפשר את מעט הנפט העומד לרשותנו ע"י אספקת צרכי האנרגיה של צרכנים רבים ככל האפשר ממקור מרכזי אחד, שינצל לשם כך פחם במקום דלק נוזלי, וישגן חסכון מירבי בעזרת אמצעים מתקדמים לויסות ובקרה של ייצור האנרגיה וחלוקתה לצרכנים.

אזורי התעשייה של חדרה, פתח-תקוה, רמת-חובב ואשדוד. המדובר בתחנות כוח משולבות בהספק של 20 עד 25 מגו"ט, המספקות קיטור בלחצים שונים (בין 5 ל-20 אטמוספרות) בכמויות של 100 עד 180 טון בשעה. התחנות תוסקנה בפחם וההשקעה הכרוכה בהקמת כל תחנה מסתכמת ב-30 עד 40 מליון דולר (שהם 120 עד 160 מליון שקלים, בשערי המטבע הנוכחיים). הקמת כל תחנה תחסוך למשק המדינה דלק השקול ל-12 עד 20 אלף טון מזוט בשנה, וברור שעם האמרת מחירי המזוט גדלה הכדאיות הכלכלית שבהקמת מרכזים אלה. יישום הרעיון בפועל כדאי אף מ"נקודת המבט של המפעל הקטן הצורך קיטור, שכן מלבד הנוחות שבקבלת קיטור בלא לטפל באחזקת מערך ייצורו, קטנה עלות הקיטור ב-15% עד 20%.

לאור זאת הוילטיה מועצת המנהלים של חברת החשמל לבצע, בדיקות בכל המרכזים ולהתרכז בהצעה מפורטת... להתקשרות עם מרכז אחד בו ניתן לשתף גורמים מקומיים בפרויקט". הנושא

המשך מעמוד 22

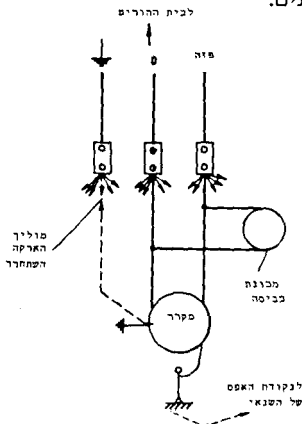
חבור זמני גרם לאסון

3. המבטח המזין את הבית לא היה יכול להשרף כתוצאה מניתוק מוליך הארקה ממחשבו.

לקחים

1. חיבור מוליכים רבים למהדק היה גורם להשחתת תחרות מוליך הארקה — דבר זה נוגד את תקנה 36(א)(ב) של תקנות חשמל (התקנת לוחות במתח נמוך — תקנה 3531) שדורשות חיבור מוליכי הארקה לפס הארקה כאשר לכל מוליך בורג חיבור משלו.

2. חיבור מתקני חשמל בלתי בדוקים למתקני צרכנים קיימים נוגד את הכללים בדבר אספקת חשמל לצרכנים.



באחד מהכפרים נבנה בית חדש עבור אחד מהזוגות הצעירים. הבית חובר, באופן "זמני", לבית ההורים הסמוך. החבור הזמני נעשה באמצעות פתיל גניש תלת-גידוי (צבע גידום: אפס-תכלת, פזה-חום, הארקה-צהוב ירוק). המתקן בבית הופ"על אף הוא באופן "זמני" ללא התקנת לוח ראשי. הפעלת כל 6 המעגלים בבית נעשתה על ידי חבור מוליכיהם ל-3 מהדקים (אחד למוליכי הפ"זות, אחד למוליכי האפס ואחד למוליכי הארקה). כל המתקן היה מובטח על ידי מבטח אחד של 15A בבית ההורים.

הכל עבד, "יפה" במשך מספר חודשים וזאת בהתאם לאימורה שאין דבר קבוע יותר מאשר דבר זמני, עד שבבוקר אחד נגשה שרה, אם לתינוק, למקרר החשמלי וספגה מכת חשמל קטלנית. בחקירת נסיבות התאונה התבררו הפרטים הבאים:

1. מוליך הארקה של מעגל בתי התקע במטבח השתחרר ממחשבו החיבור של מוליכי הארקה.
2. לבית התקע השני של אותו המעגל חוברת מכונת כביסה שבידודה נפרץ, לכן היה גופה המתכתי תחת מתח של 230 וולט כלפי האדמה. מתח זה התפשט דרך מוליכי הארקה שבפתילי ההזנה של מכונת הכביסה והמקרר ודרך מוליכי הארקה שבמעגל בתי התקע על גופו המתכתי של המקרר.

אינג' ו. זיס

המושבניק שהבין קצת בחשמל והבין מלכודת לעצמו

קוטבי, והבחין שכל האורות בביתו כבו והמקרר החשמלי הפסיק לפעול. ברגע שמשה נגע באחד ממוליכי ההזנה הנכנסים לבית התקע הוא ספג מכת חשמל חזקה שרק בזמל רב לא הסתיימה בצורה קטלנית. בחקירת המקרה הסתבר שפוטני ציאל של 230 וולט כלפי האדמה הופיע על פס האפס מהמפסק האוטומטי הראשי של אזור המשק דרך ליפוף ראשוני של שנאי 230/24 וולט*. הופעת הפוטנציאל נגרמה כמובן על ידי ניתוק השנאי מהאפס של הרשת. פוטנציאל 230 וולט כלפי האדמה התפשט דרך הנורות המחוברות ודרך מנוע המקרר גם על מוליכי הפזות בביתו שהיו מנותקים מהמונה שלהם. ניתוק פס האפס נהרש שת גרם להפסקת פעולתם של כל מכשירי החשמל בביתו ויצר תחושת בטחון מדומה.

למעשה עשה משה מספר טעויות:

1. עסק בעבודות חשמל למרות שלא היה בעל רשיון לעבודות חשמל.
2. חיבר מוליך האפס של שנאי 230/24 וולט לפס האפס של הבית במקום למהדק האפסים של אזור המשק.
3. לא בדק באמצעות מנורת בקורת (טסטור) העדר מתח כלפי האדמה.

* פה כדאי להזכיר שניתוק האפס בלבד גורם להפסקת זרימת הזרם בליפוף השנאי (או מכשיר אחר) ולהעלמות מפל מתח עליו והופעת פוטנציאל זהה כלפי האדמה בשני קצוות הליפוף.

משה המושבניק בעל "ידי זהב" היה בעל משק שהיה ניזון מרשת חברת החשמל באמצעות מונה חד פזי (בית מגורים) ומונה תלת פזי (משק חק"לאי). תרשים המתקן מתואר בתרשים מס' 1.

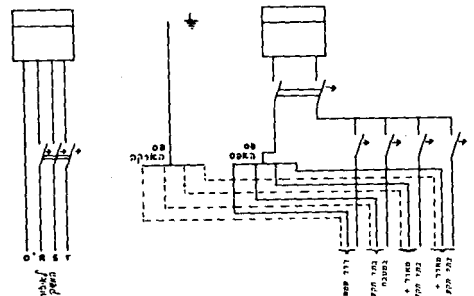
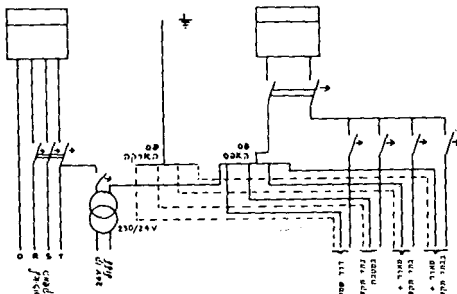
הלוח שתרשימו משרטט בתרשים מס' 1 היה מטיפוס מודולרי וכלל פס מתכת להתקנת מבט"חים חצי אוטומטיים, פס נחושת לחבור מוליכי האפס ופס נחושת לחבור מוליכי הארקה. לאור העובדה שהלוח היה ניזון משני מונים חוברו כל מוליכי האפס של בית המגורים לפס האפס ומוליך האפס של הקו היוצא לאזור המשק חובר באמצעות מהדק למוליך האפס הבא מהמונה שלו. כל עוד שהמצב היה כפי שתואר לעיל הכל היה כשורה.

באחד הימים בנה משה לול חדש שאת התאורה בו היה צורך להזין במתח 24 וולט. למטרה זו הרכיב משה שנאי 230/24 וולט בהספק 1000 וולטאמפר. למטרת חיבור השנאי הוא התקין בלוח מבטח חצי-אוטומטי 6 אמפר נוסף. מוליך האפס עבור השנאי חובר לאחד מהברגים החופשיים של פס האפס שעליו היו מחוברים כל מוליכי האפס של הבית. הכל פעל, "כראוי" לפי תרשים מס' 2 ומשה היה גאה מאוד ממלאכתו.

המלכודת התגלתה רק כעבור מספר חודשים כאשר משה רצה להחליף את אחד מבתי התקע בביתו שמגעיו נשרפו. לפני ביצוע המלאכה הזו הוא ניתק את מפסק הזרם הראשי האוטומטי הדרי

תרשים מס' 2

תרשים מס' 1



אינג' ו. זיס — הממונה בפועל על עיני החשמל, משרד האנרגיה והתשתית.

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 "התקעה המצדיעה"

ת.ד. 25

תל-אביב

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

נמצא למכירה

* אוגדן לכריכת חוברות "התקעה המצדיעה"

מתאים לכריכת 10 חוברות

מחיר האוגדן 20 ל"י (כולל מע"מ)

* קובץ "התקעה המצדיעה" חלק א' ריכוז מסויג של המאמרים שפורסמו בחוברות 1—10

מחיר הקובץ: — 50 ל"י (כולל מע"מ)
בקניה מרוכזת: — 40 ל"י (כולל מע"מ)
המעוניינים מתבקשים לפנות למערכת בצרוף המחאת דאר/שיק בסכום המתאים.

לתשומת-לב המפרסמים!

לנוחיות כל אלה, המעוניינים במסירת חומר-פרסומי לכתב-העת שלנו הננו מצרפים מחירון לרכישת מקום לפרסום.

שטח עמוד נטו:

גובה — 20 ס"מ

רוחב — 13.5 ס"מ

המחיר:

1 עמוד — 4000 ל"י

" 1/2 — 2200 ל"י

" 1/4 — 1100 ל"י

לא כולל מע"מ.

ההדפסה היא באופסט

(אין צורך בגלופות)

באם הנך מעונין בפרסום מודעה בגליון הקרוב של עתוננו, שלח דוגמה ממנה לפי כתובת המערכת או מלא את תלוש ההזמנה הסמוך ונציגנו יבוא לקבלה.

תלוש הזמנה

לכב'

חברת החשמל לישראל בע"מ

מערכת "התקעה המצדיעה"

ת.ד. 25, תל-אביב

א"י,

אנו מזמינים מודעה בגודל של

עמוד שדוגמה ממנה רצופה בזה.

שם המפעל

הכתובת

.....

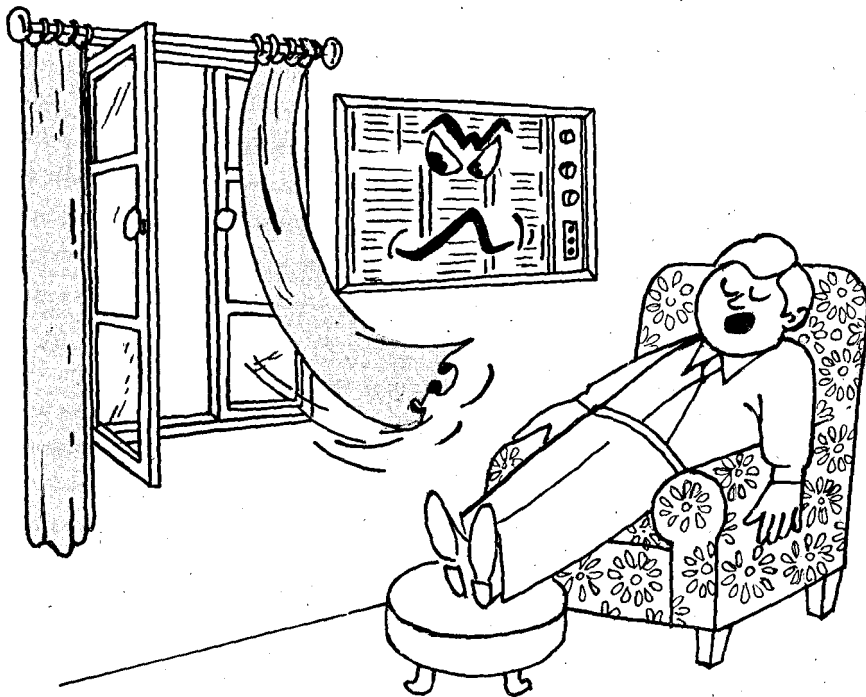
לשם ברור תוכן וצורת המודעה

נבקשכם להתקשר עם מר

טלפון

נבקשכם לשלוח את נציגכם לקבלה.

האם אתה משתמש במדגן האויר בתבונה...?

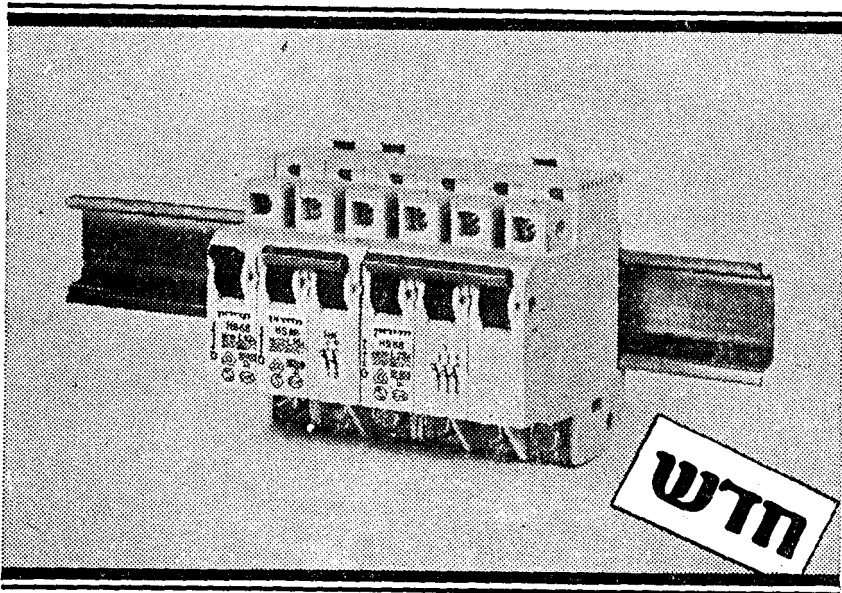


- המנע מפתחת חלונות ודלתות שפר את הבידוד התרמי של הבית.
- כוון את התרמוסטט לדרגה נוחה לך, ואל תשנה זאת לעיתים קרובות.
- נקה או החלף את מסנן האבק אחת לחודש
- דאג להצללת החדר וזרימה חופשית של האויר אל תחסום אותו בוילון או רהיטים.


השתמש בחשמל בתבונה
חברת החשמל לישראל

KA 15 הנתון המעמיד את "תדיקט" בראש!

חדש, חדשני. לראשונה מייצור מקומי, מכסה
זרם אוטומטי זעיר מדגם HS-68 KOPP



נתונים טכניים:

עוצמת ניתוק - עד לזרם 15 KA, 220/380 וולט,
 $\cos \phi = 0.4$
 סלקטיביות - לפי דרגה 3 בזרמים עד 10 KA
 הגנה עורפית - 100 A
 זרם נקוב - 6, 10, 16, 20, 25, 32 אמפר
 הגנה מגנטית ותרמית - אפיינים L - G
 ממדים - 68 מ"מ עומק 17.5 מ"מ רוחב
 הדקי חיבור בכניסה - עבור מוליכים בקוטר 1 עד
 25 מ"מ
 הדקי חיבור ביציאה - עבור מוליכים בקוטר 1 עד
 16 מ"מ

להשיג אצל סיונאי חשמל



בטיחות ונוחות בשימוש ובתרכבה

HS-68 הינה סידרה של מפסקי זרם זעירים
 להגנת מעגלים חשמליים בפני קצר ועומס יתר
 כאחד. המפסקים מצטיינים במבנה חדשני ובכושר
 ניתוק וסלקטיביות העולים על הנדרש בתקנים
 המחמירים ביותר.

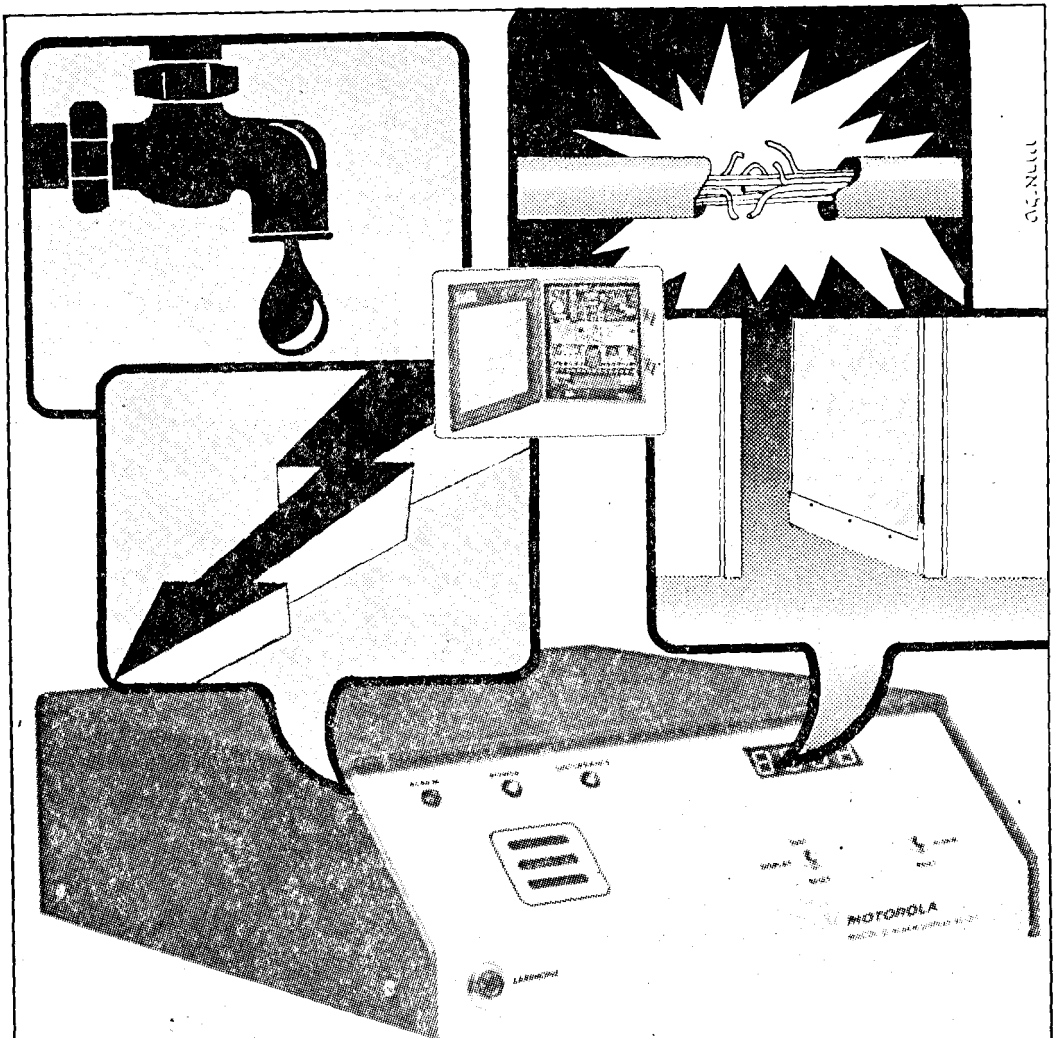
מפסקי HS-68 נועדו הן למגוון נרחב של יישומים
 תעשייתיים במעגלי עומס ובקרה, והן להתקנה
 ביתית. בבתי מגורים במיוחד חוסך מפסק
 HS-68 את הסירדה שבתיקון כתיכים שרופים,
 שכן די בהרמת מנוף המפסק כדי לחדש את אספקת
 הזרם. כל הדגמים קטני-ממדים וניתנים להרכבה
 קלה ופשוטה על פס מחכת סטנדרטי.

סוגי מפסקים

- * חד-קוטביים * דו קוטביים * תלת-קוטביים
- * חד-קוטביים עם ניתוק האפס
- * תלת-קוטביים עם ניתוק האפס.

צימור תדיראן
 תעשיית ישראל לאלקטרוניקה בע"מ

רח' המרכבה 29, אזור התעשייה חולון טל. 03-809141
 יצרני מוצרי חשמל לבניה ולתעשייה, מיתוג ביתי, ממסרי
 זרם כחול, וכוחות חשמל.



מערכות אינטרק 2000 ומילקול D מבית מוטורולה מפקות על כל התהליכים במפעלך: הפעלה אוטומטית של חשמל, משאבות, מים, מאור וכל דבר נוסף שתמצא. אתה יכול לישון בשקט ולהיות בטוח שהמערכת תזעיק אותך במקרה של חוסר פאזה, הפסקת מים, עומס יתר, פריצה או כל תקלה אחרת במערכת.

האזעקה יכולה להיות מוערכת אליך, בכל מקום בו תמצא כאמצעות מקלט כיס, וכך אינך חייב להיות נוכח במרכז הבקרה. והכל כאמצעות אלחוט, ללא קווים. אם אתה רוצה לחסוך בכח אדם, בזמן ובכסף, פנה עוד היום לדוד בהיר, "מוטורולה", רח' קרמניצקי 16, ת"א, טל. 338973.

מערכות אזעקה ופיקוד אלחוטית של מוטורולה תפקחנה בשבילך על העניינים

מוטורולה ישראל 



**קטלוג
התאורה
החדש
של געש
ידליק לך
הרבה
רעיונות**



**מפעלי תאורה
געש**
קניון געש
טל 03/938985/8

לכבוד
מפעלי תאורה געש
קניון געש
נא לשלוח לי את קטלוג
התאורה החדש

שם

מקום עבודה

תפקיד

כתובת

חש טלפון

למידע נוסף סמן מס' 205

GENERAL ELECTRIC

מפעלי GENERAL ELECTRIC מייצרים ומספקים:

מתקנים; מכונות חשמל; ציוד חשמלי; ציוד תעשייתי; חומרי חשמל;
חומרי בידוד; חומרים תעשייתיים —
אמינים ומשוכללים עבור:

- * תחנות כוח.
- * מתקני מתח גבוה.
- * מתקני מתח נמוך.
- * מערכות הנע לזרם ישר וחילופין.
- * מערכות פיקוד ובקרה.
- * מערכות תאורה.
- * מוסדות רפואה.
- * תעשיות יהלומים וכלי השחזה.

כל אלה והידע המקצועי המושקע והנלווה מבטיחים:

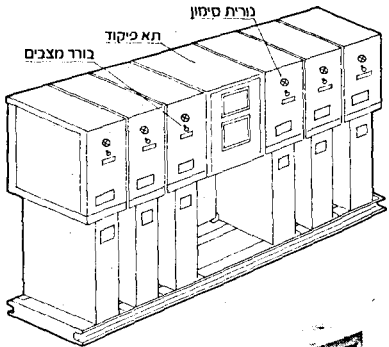
- * תפעול אמין, תקין ומדויק.
- * אורך חיים מקסימלי.
- * פתרונות תכנון.
- * פתרונות תפעול.
- * פתרונות בקרה והגנה.
- * פתרונות מדידה.
- * פתרונות אחזקה.

מהנדסינו עומדים לרשותכם במתן מידע ויעוץ לכל המתקנים והציוד מתוצרת G.E.
וכן בתחומים הטכניים הנלווים האמורים.

החברה ג'נרל מהנדסים בע"מ

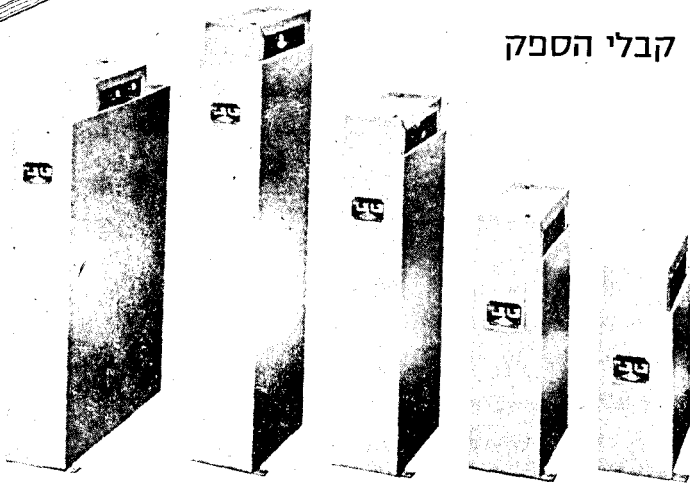
נציגים בלעדיים של ג'נרל אלקטריק — ארח"ב משנת 1951.
אזור התעשייה, הרצליה ב' 46733, ת.ד. 557 • טלפון 937691 • טלפק 341908

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

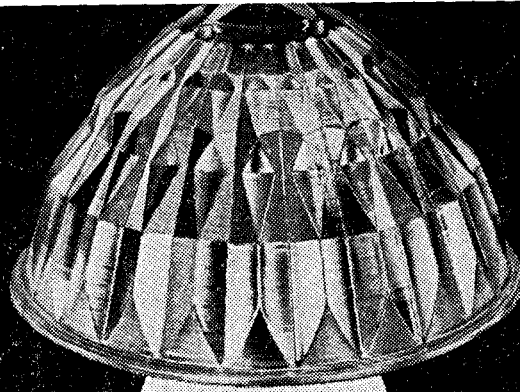


קבלים לגופי תאורה
קבלי עבודה למנועים

ייעוץ והדרכה חיונים במפעלך.

מפעל הקבלים
רמת גן, דרך ז'בוטינסקי 23, טל: 72731
אלקוטרייד בע"מ
תל-אביב, רח' הארבעה 16, טל: 6-269125





תאורה תעשייתית נכונה - מגדילה את התפוקה.

כאשר אתה מתכנן מפעל חדש, או מרחיב את הישן, שים דגש על התאורה.
כידוע לך, תאורה נכונה היא גורם דומיננטי להגברת התפוקה.

בחר בגופי תאורה מתאימים.

הזמן תאורה תעשייתית נכונה של "געש".

"פריזמה", פלואורסצנט הרמטי, פלואורסצנטים תעשייתיים,

פנסים מוגני התפוצצות ותאורת חירום.

"געש" יספק לך גם גופי תאורה של:

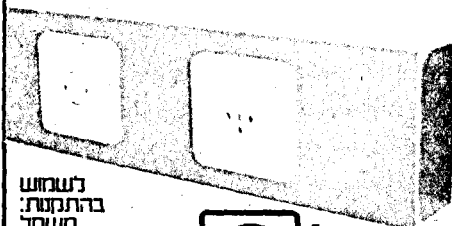
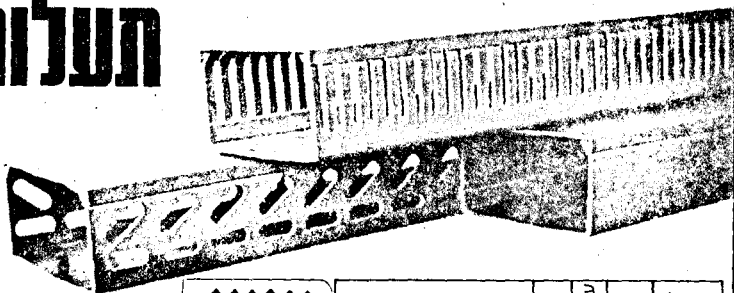
ITT - American Electric, Lithonia, Hi-Tek,
Siemens, Coughtrie, Kilark Canada, Rab.

הזמן את נציגנו על-מנת לעדכן אותך בכל החידושים של ענף התאורה התעשייתית.

מפעולי תאורה
געש 

משרד מכירות ראשי: מוצרי תכן, רחוב הארבעה 8 חל-אביב, טלפון 268251

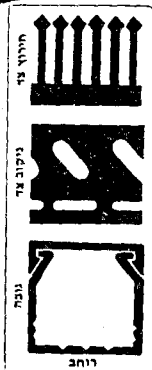
תעלות פי.וי.סי קשיח לנבילי השתל



לשמש
בהתקנת:
השתל
תקשורת
פינוק ובמרה
השתל בנאומי
צדנת גמישה למזלים



פולגל
הפציבה



התעלה		משקל	עובי דופן	יחידה	כמות באריזה		
גובה	רוחב				חלק	נקוב צד	חירוץ צד	תחתית נקוב
מ"מ	מ"מ	ק"ג	מ"מ	מ'	מ'	מ'	
40	60	620	2.2	2	36	36	40
60	60	775	3.2	2	36	36	32
80	60	940	2.5	2	36	36	32
42	120	1200	2.7	3-2	24	24	20
60	120	1450	3	3-2	24	24	16
100	100	1690	3.5	3	12	12	16
100	300	5000	4	3	6	6	6

* תעלות מחורצות צד מסופקות בקרטונים * צבע לים בהמונות מימיות

פולגל-הפציבה, טל. 81101, 81629, 81094, 81095-065

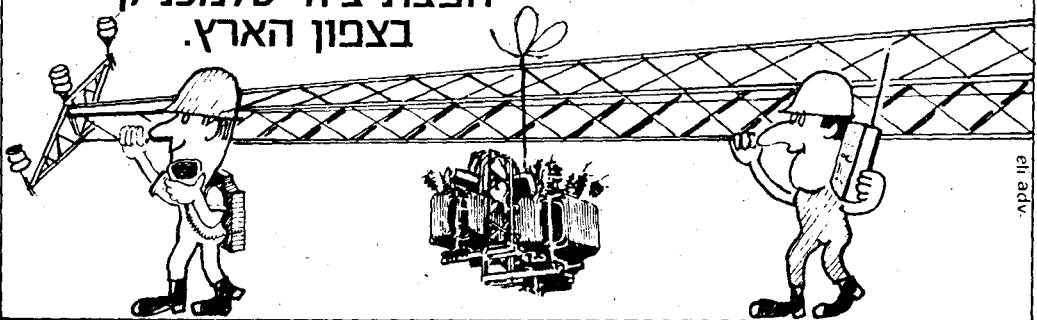
למידע נוסף סמן מס' 209

שרות וביצוע עבודות השתל

בתעשיה, במבנים ציבוריים,
תחנות טרנספורמציה,
פקוד ובקרה.
הודעה חשובה.
ברשותנו מלאי כבלים
מכל הסוגים למכירה!
הפצת ציוד טלמכניק
בצפון הארץ.

יעד אלקטריקה

כתובתנו
החדשה
נצרת עילית,
אזור תעשייה ב'
רח' העמל 3, ת.ד. 609
טל. 065-74434-5-6

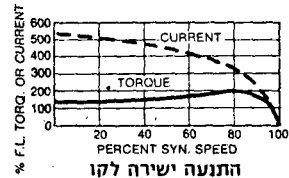
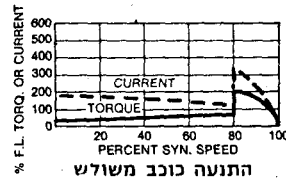
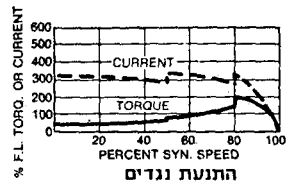
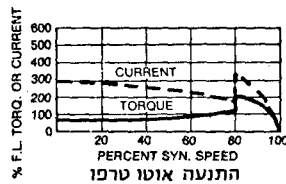
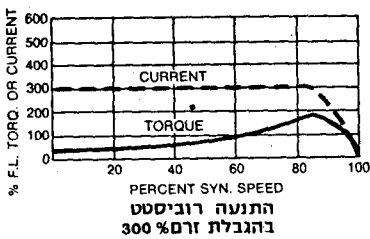


למידע נוסף סמן מס' 210

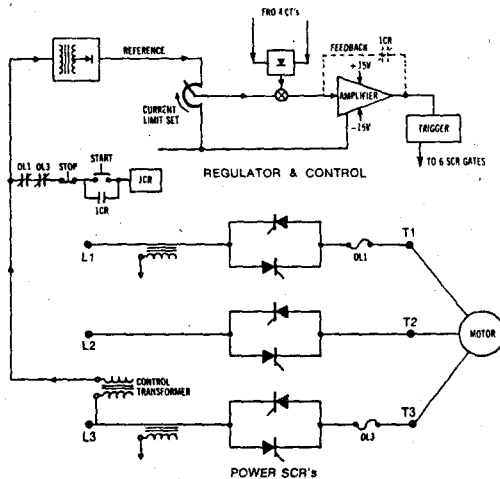
התנועת מנועים

ROBISTAT

המתנעים המבוקרים של חב' ROBICON עוקבים ברציפות משך כל זמן ההתנועה אחר הזרם והמתח במנוע ומגדילים את זרם ההזנה בהתאם. המתנע בנוי מחצאי מוליכים (SCR) ומתאים למנועי השראה מ-5 כ"ס ועד 1500 כ"ס



ROBISTAT SOLID STATE STARTER



חברת "רוביקון" מיצרת מגוון רחב של בקרי הספק הספק למכוונת השמל. משני משני מהירות למנועי זרם ישר וזרם חילופין ובקרי הספק לתנורים בתעשייה.

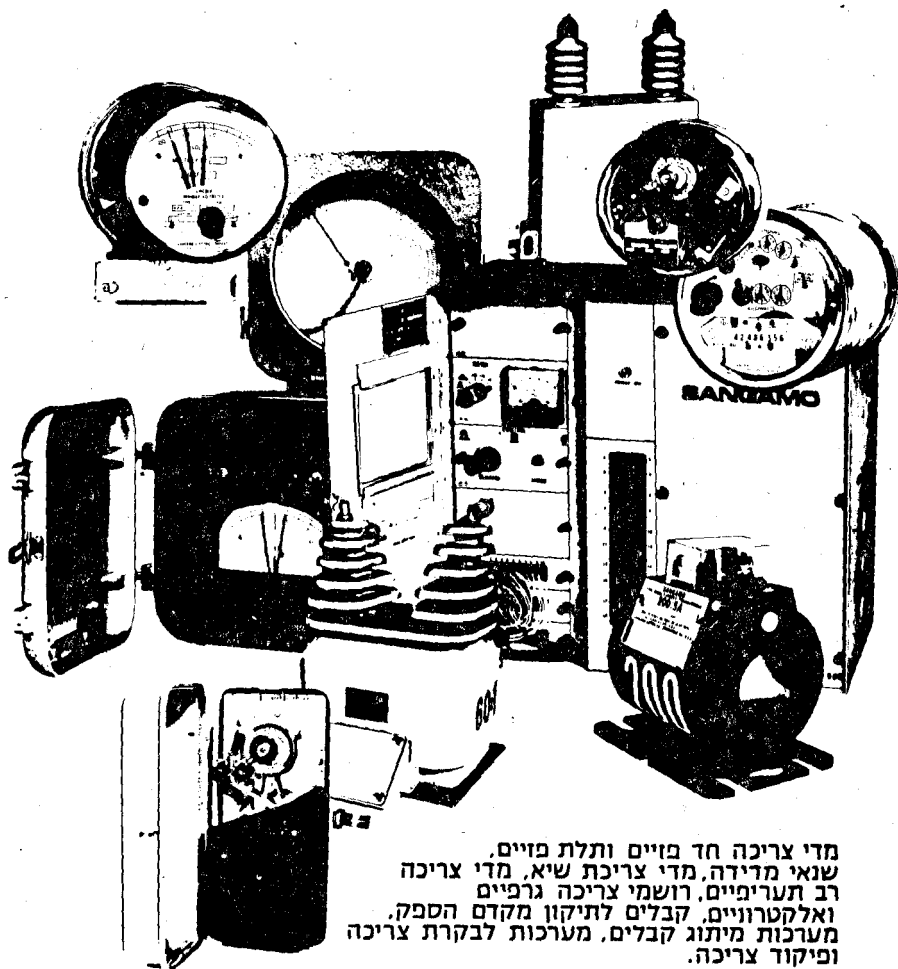


ROBICON
CORPORATION

הנציגים בישראל:
חברת טכנו הנדסה בע"מ
רח' הגבן 5, קרית ביאליק
טלפון: 04-731018 טלפקס: 451119

SANGAMO

חברת רוזנפלד-מצפי בע"מ סוכנים בלעדיים בארץ



מדי צריכה חד פזיים ותלת פזיים,
שנאי מדידה, מדי צריכת שיא, מדי צריכה
רב תערימיים, רושמי צריכה גרפיים
ואלקטרוניים, קבלים לתיקון מקדם הספק,
מערכות מיתוג קבלים, מערכות לבקרת צריכה
ופיקוד צריכה.

חברת רוזנפלד-מצפי בע"מ

ת.ד. 42 הוד השרון 45100 טל. 052-29578, טל.קס: 341923

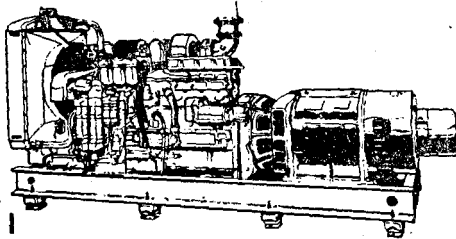
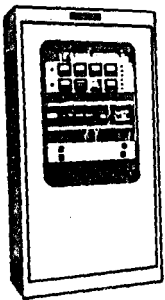
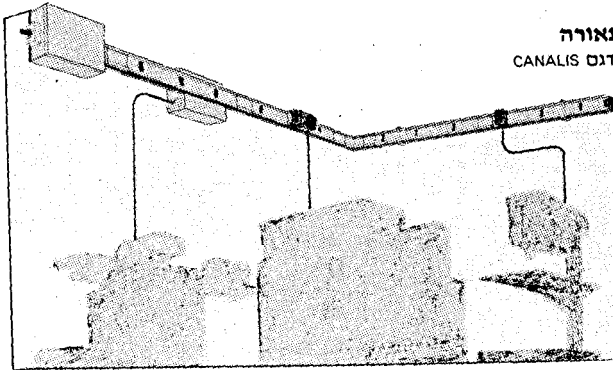
SANGAMO
ENERGY MANAGEMENT

סוכנים בלעדיים בארץ של חברת

"טלחניט" בע"מ

טל 3-804010

פסי צבירה לכח ולתאורה
מ"מ 25 אמפר עד 4500A מדגם CANALIS
תוצרת חברת טלמקניק.

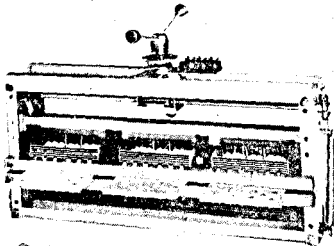


דיוז גנרטורים

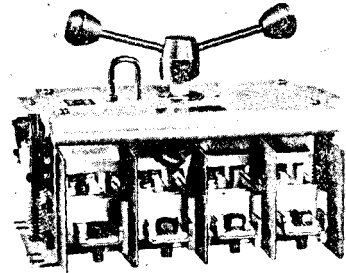
הספקה, התקנה ושירות לוחות השמל
לפיקוד ובקרה.

סוֹמֵמֵק

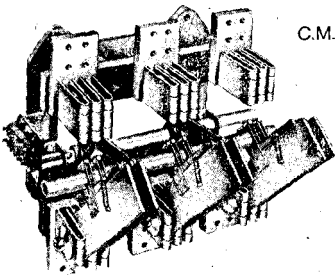
מפטיקי זרם ישירים ומחליפים
להרכבה בלוחות השמל
עד 4500 אמפר.



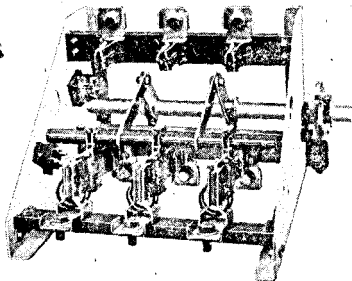
C.M.P./C.M.P.X



TYPE 60



TYPES 8300/8500

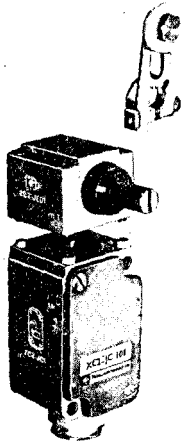


TYPES 8400/8600



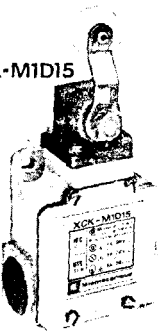
Telemecanique

ציוד בקרה חשמלי

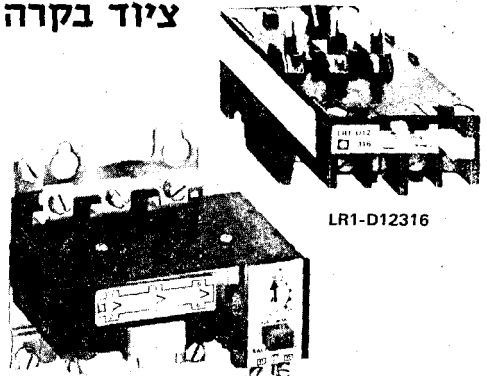
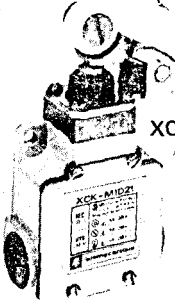


XC2-JC10111

XCK-M1D15

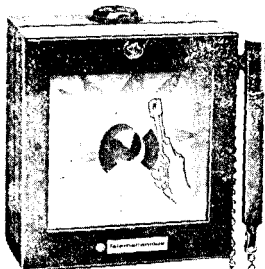


XCK-M1D21



RA1-FA to HA

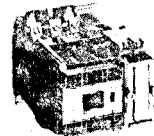
LR1-D12316



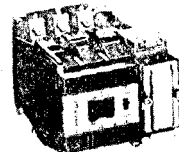
XAS-B***



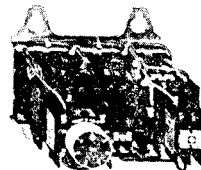
LE1-D09341***



CN1-FC133•



CN1-GC133•



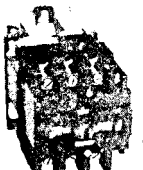
LC3-D123•



LC1-D09••
D12••



LC1-D16••
D25••



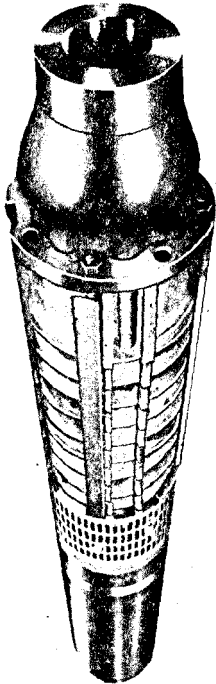
LC1-D40••
D63••

ההפצה של ציוד חברת TELEMECANIQUE בצפון הארץ ובאיזור ירושלים

המפיץ בצפון: חברת יעד אלקטריק- נצרת עילית, טל. 065-74434/5/6
ובאיזור ירושלים: חברת ל. את ב. - איזור התעשייה עטרות טל. 02-855845
או באמצעות "איתורית" טל. 02-224341 קו פנימי 631

EMU

משאבות טבילות



- משאבות באר
- משאבות ניקוז
- משאבות ביוב
- מערכות הימצון

KOCH

קוך הונדה בע"מ

ת.ד. 6111 ת"א. טל: 03/700191

למידע נוסף סמן מס' 215

קכ-קוך

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
- למבטחים 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 $+80^{\circ}\text{C}$ ÷ -30°C
- דיפרנציאל של 3°C - 1

ניתן גם להשיג בקופסת פלסטיק עם שקלח מעלות

בית-אלפא, ד. נ. גלבוע, טל. (065)81924

טלקס מס' 46304

למידע נוסף סמן מס' 214



פיקון שימור מקדם הספק בע"מ

המפעל: רח. החרושת 12 ת"א, טל. 337062
הפצה: רח. נחלת בנימין 98 ת"א, טל. 822461

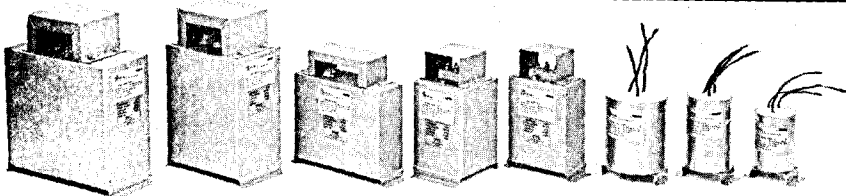
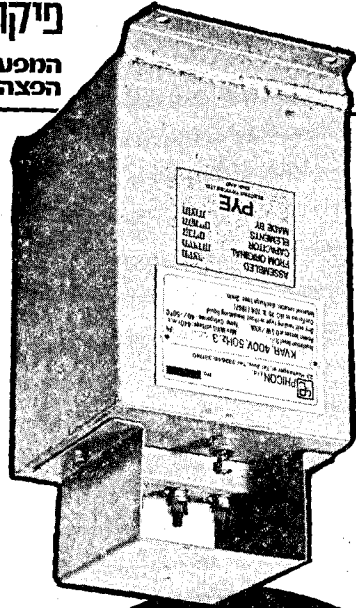
קבל על הראש

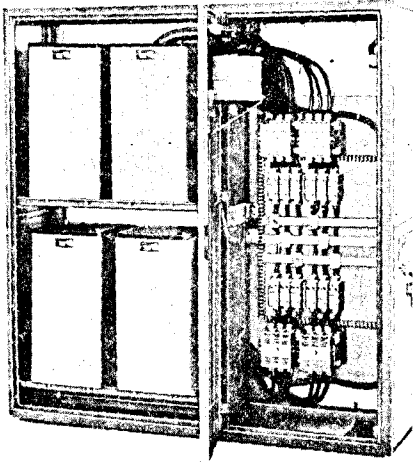
רק קבלי הספק מתוצרת פיקון
ניתנים להרכבה בכל מצב
אפילו כשהם "עוזדים על הראש"

רק קבלי הספק מתוצרתנו
מאחדים בתוכם את כל
התכונות הבאות:

- ✓ מתח עבודה מורבי 440 וולט 50 הרץ
- ✓ ניתנים להרכבה בכל מצב
- ✓ אטיעה כפולה
- ✓ מיכל יחיד במבחר גדלים -
- 2.25 עד 100 קו"א"ר
- ✓ מבדדים בולטום - מרחק זחילה
- מוגדל לפגיעת קצר בשל אבק ולחות
- ✓ הפסדים נמוכים
- ✓ חסכון בתשלום עבור צריכת חשמל
- ✓ אין בעיות התחממות
- ✓ תיקון עצמי של הקבל בעת קצר
- ✓ שטח רצפה קטן להתקנה
- ✓ מחיר השוואתי נמוך
- ✓ עמידות בפני שריפה

ייעוץ והדרכה חנם בפעלך
ושנתיים אחריות





מכה

הנדסת חשמל בע"מ

ארון קבלים לשפור מקדם הספק

גדלים סטנדרטים מ"מ 60-312 קו"א"ר

הרכב:

- 4 א"מ קבלים תוצרת ASEA
- מפסק ראשי
- הבטחות לקבלים
- נורות סימון
- זוטת 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

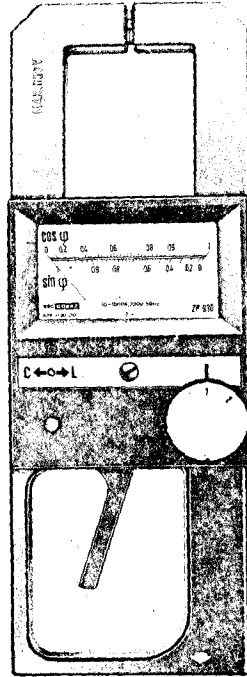
(כניסה מרח' הרצל מול אואטיס)

729164/7 721624 70

חברת ישראלמקס בע"מ

רחוב ארלזורוב 25, תל-אביב • ת.ד. 4014
טלפון: 5-4-248213-2264

BBC GOERZ
BROWN BOVERI



הצלחה ללא תקדים
רבים כמותו נמכרו בארץ.
עדיין במלאי.

מד כופל הספק נייד
("צבת" $\cos \varphi$)

למידת כופל הספק השראתי או קיבולי 0...1
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-מטר)

למידת הספק במערכות חד פאזיות
או תלת פאזיות 380/220 וולט, 50 הרץ.
תחומי מדידה: 30-100-300-1000 קילוואט.

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

כדור הארץ

של געש ורוטופלס



כדורי-תאורה מתוצרת רוטופלס מיוצרים בהתאם לתקנים בינלאומיים ומיועדים גם לייצוא. להשיג בקוטר: 30, 40 ו-50 ס"מ.

געש תל-אביב; רחוב אבן גבירול 37, טל. 262918.
חיפה: מגדלור, רח' הנאמנים 27, טל. 523738.
קרית טבעון; כל-שווק, דרך קרית-עמל 22, טל. 932137.
ירושלים; מוצרי תכן, אזור התעשייה תלפיות.
טל. 18211/2/4 וכל הסניפים של "מוצרי תכן" ברחבי הארץ.

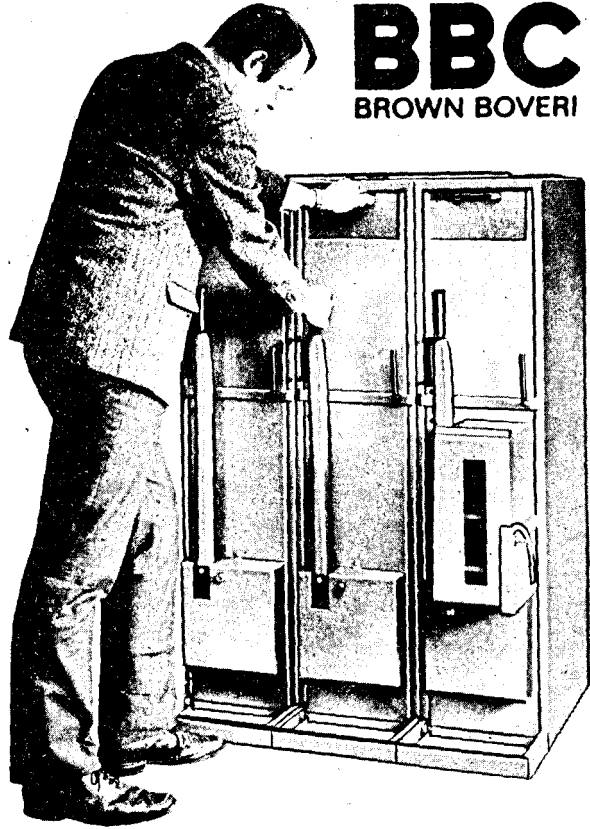
קח שני כדורי-תאורה מלוטשים. האחד מתוצרת-חוץ והשני מתוצרת-הארץ. השווה בנייהם לכאורה אין הבדל בין שני הכדורים שניהם מלוטשים במומחיות. שניהם עשויים מפוליאתילן בחוססת חומר הגנה U.V. שניהם עמידים בפני מכות (Anti Vandal). אך למעשה יש הבדל אחד משמעותי מאד בין שני הכדורים: כדורי-תאורה מתוצרת "רוטופלס" עולה 1/2 ממחיר כדורי-תאורה מתוצרת-חוץ. מה תקנה! ...

מפעיל תאורה
געש 

רוטופלס 

זוהר

BBC
BROWN BOVERI



מתקן
קונפוקטי
מ"2 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 מידית.

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 332320 טלקס 46672

מפסיקי זרם חצי אוטומטיים



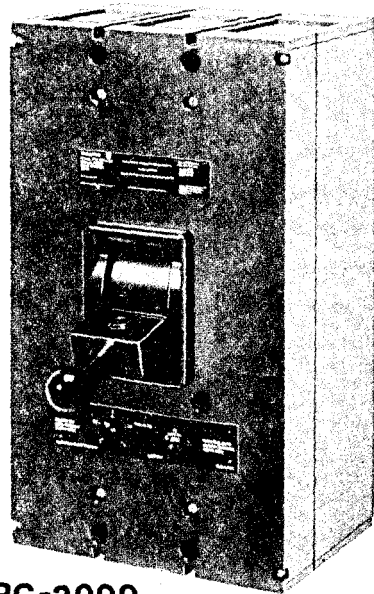
Westinghouse
U.S.A.



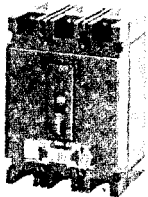
MC-800



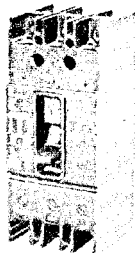
NC-1200



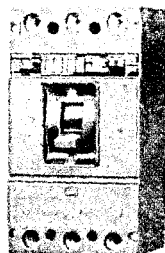
PC-2000



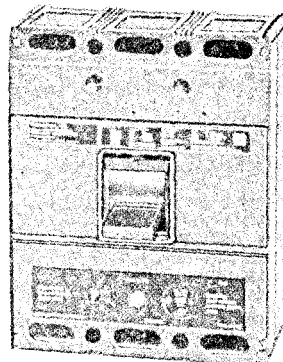
FB-150



KB-250



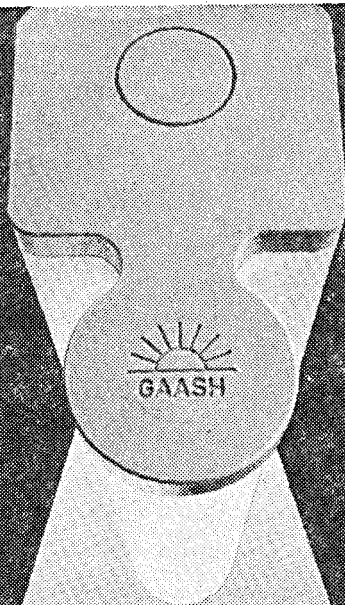
LB-400



LC-600

אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ

תל-אביב, רח' הנגב 4, ת.ד. 2180, טל. 337029, 330851, 331114



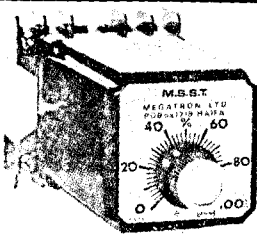
חשמלאי, את געש 2000 המציאו בשבילך

לגעש 2000 יש תפסים קלים לפתיחה ולכן היא נוחה להתקנה ולאחזקה. המנורה צבועה בצבע אפוקסי עמיד נגד קורוזיה ובלאי, ובית המנורה עשוי מפוליקרבונט המצטיין בעמידות מכאנית גבוהה.

ניתן להשיג את געש 2000 בהספק של 65 ואט, כסטנדרט במלאי, בנוסף ל-20 ו-40 ואט. היא מתאימה להרכב של נורה אחת או שתיים ובאה עם תוספת אפשרית של רפלקטור או מפור-אור אקרילי.

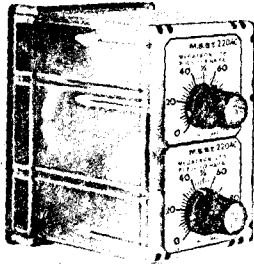


משרד מכירות ראשי: מוצרי חכן, רחוב הארבעה 8 חל-אביב, טלפון 268251



megatron
electronics & controls Ltd.

גם לך מגיע להנות ממוצר אמין, נוח להתקנה, מסופק מהמלאי במחיר נמוך. אם עדיין לא קבלת את הקטלוג של הטימרים תוצרת מגטרון דרוש אותו מיד! מיגוון של סוגי הפעלה, תחומי זמן, מתחי הפעלה.



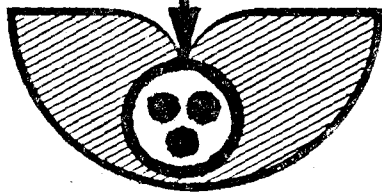
אחריות 5 שנים לפעולה תקינה!

מגטרון

אלקטרוניקה ובקרה בע"מ
ת.ד. 1719 חיפה, טל. 82374, 04-88835

למידע נוסף סמן מס' 224

בדקו נבל



בדיקת כבלים קביעת מקומם בשטח אתור מקום התקלה

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

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

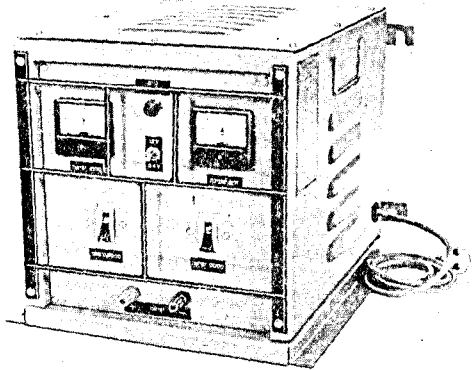
למידע נוסף סמן מס' 225

**חדש!
מתח טעינה
אופטימלי:
2,23 וולט
לתא!**

**מטען
חק"ם**

12V/24V

**המילה האחרונה
בטעינת
מצברי עופרת.**



- מערכות בקרה לויסות קבוע ורצוף של זרם הטעינה (ללא הפעלת ממסר לטעינה דולפת).
- מתח טעינה קבוע 2,23 וולט-לתא.
- 12 v או 24 v (בחירה ע"י מפסק).
- מתחים אחרים לפי דרישה מיוחדת.
- הגבלת זרם עד 25 אמפר, גם בקצר מלא!
- בנוי בשיטת "Fool Proof".
- מתאים במיוחד לשימוש ב-: מקלטים, תאורת חרום, מלגות, גנרטורים.
- לקבלת עלון מפורט שלח את גלוית השירות הפרסומי.

ש.וינטרפלד

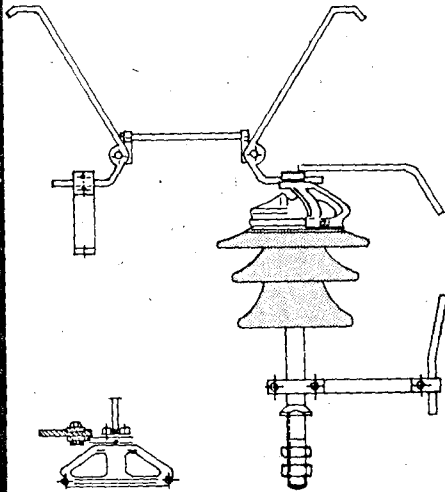


ת.ד. 1972 חיפה,
טל' 8-740307-04

בע"מ

למידע נוסף סמן מס' 223

ציווד מתח גבוה וציווד רשת



- עמודים וזרועות
- מבטיחי קרניים
- מפסיקי קו
- עוגנים ומותחנים
- מבודדים ונתיכים

המשווק

אטקה בטח

בני ברק רח' בר מוכבא 6 טל': 03-707146
סניף חיפה: רח' השייש 3 טל': 04-740801

למידע נוסף סמן מס' 227



ENGINEERING LTD.

מטעני מצברים טד 250 אמפר.

מטענים למלגזות בשיטת Wa ו-10 כפי תקן
DIN 41773

ספקי כח מיוצבים טד 500 אמפר.

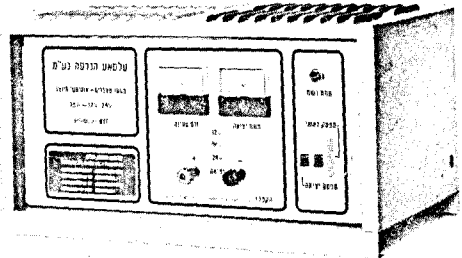
מיישרי זרם לציפוי ולהגנה מטודית טד 1000 אמפר.

ווסתי מהירות כמונטי זרם ישר.

מערכות התנעה כמונטי זרם חילופין (טרנסטורים).

מחירים כמתח וחדר.

מטען מצברים- אוטומטי מיוצב



זגם PSAC2 , לפי תקן DIN 41773

12v או 24v (נמכט נ"י) מפסח בחזית).

זרם יציאה 25A.

מוגן בפני קצר מוחלט ביציאה.

אמין, כנוי בשיטת "Full Proof".

מתח יציאה לפי 2.23v לתא.

אידוי מים נמוך ביותר.

טלסאט הנדסה בע"מ

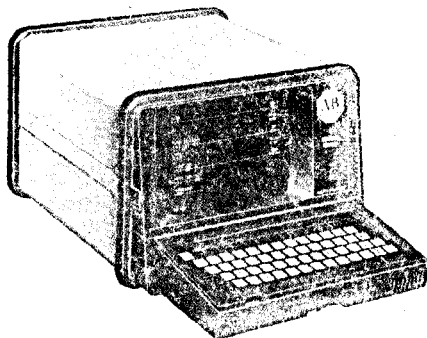
רח' החשמולאים 7, 1'1. טל 03-785380

למידע נוסף סמן מס' 226

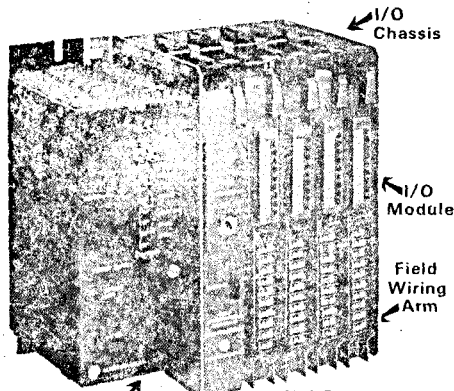
הצעיר במשפחת הבקרים המתוכנתים של ALLEN-BRADLEY Mini-PLC-2

מעטה כדאי לשלב בקר מתוכנת גם במתקנים קטנים

- * קומפקטי מאוד בגודלו.
- * מכיל עד 128 כניסות/יציאות.
- * עד 896 אלמנטים לוגיים ו-40 טיימרים/מונים, פנימיים.
- * אפשרות לפעולות חישוביות.
- * כניסות ויציאות במגוון רחב, כולל אנלוגיות.
- * מתח הפעלה של 220 VAC או 24 VDC ישירות.
- * שילוב (סטנדרטי) למדפסת להדפסת דוחות יצור/דוח תקלות / תכנית פיקוד.
- * שילוב מלא בחומרה ובתוכנה עם אחיו הבכירים: ה-PLC-2, PLC-2/20 וה-PLC-2/20.
- * לרשותכם שרותי התקנה, תיכנות, ואספקת מערכת Mini מהמלאי.
- * מחיר המערכת: החל מ-1467 \$, פו"ב נמל תעופה בחו"ל.



CRT Program Panel



System Power Supply

Mini-Processor Module

Mini-PLC-2 Programmable Controller



קונטל
הנדסת מיכשור ובערה בע"מ
CONTEL
CONTROL & INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD

רח' תוצרת הארץ 10, תל-אביב
ת.ד. 36005, טל. 03-260186/7

לשרותך חדר הדרכה ותצוגה
ומערכת הדרכה ניידת.
ברשותינו: ציוד תיכנות
לתירגול עצמי או מודרך,
רשם סרט מגנטי להקלטת
תוכניות והזנתן, וחלפים.



205 שם: _____ כתובת: _____ _____	204 שם: _____ כתובת: _____ _____	203 שם: _____ כתובת: _____ _____
208 שם: _____ כתובת: _____ _____	207 שם: _____ כתובת: _____ _____	206 שם: _____ כתובת: _____ _____
211 שם: _____ כתובת: _____ _____	210 שם: _____ כתובת: _____ _____	209 שם: _____ כתובת: _____ _____
214 שם: _____ כתובת: _____ _____	213 שם: _____ כתובת: _____ _____	212 שם: _____ כתובת: _____ _____
217 שם: _____ כתובת: _____ _____	216 שם: _____ כתובת: _____ _____	215 שם: _____ כתובת: _____ _____
220 שם: _____ כתובת: _____ _____	219 שם: _____ כתובת: _____ _____	218 שם: _____ כתובת: _____ _____
223 שם: _____ כתובת: _____ _____	222 שם: _____ כתובת: _____ _____	221 שם: _____ כתובת: _____ _____
226 שם: _____ כתובת: _____ _____	225 שם: _____ כתובת: _____ _____	224 שם: _____ כתובת: _____ _____
שם: _____ כתובת: _____ _____	228 שם: _____ כתובת: _____ _____	227 שם: _____ כתובת: _____ _____
שם: _____ כתובת: _____ _____	שם: _____ כתובת: _____ _____	שם: _____ כתובת: _____ _____

הגנת מנועים

אינג' ש. הרפז

המנוע לשם הזאת בוכנה בתוך גליל עם שמן בעל צמיגות ידועה (עבור טמפרטורה מסוימת). קצב יציאת השמן דרך נקב קיים, קובע למעשה את תנועת הבוכנה, שבמהלכה היא מפקדת על המת-נע, לפי עקומת „זרם — זמן“. שיטה זו הינה יקרה ומסובכת, מצריכה טיפול ובדיקת השמן וכן מילוי שמן מתאים, ומקשה על האחזקה של ה- מערכת החשמלית. בכל זאת משתמשים בשיטה זו גם כיום עבור מנועים גדולים, בעלי מומנט אי-נרציה גבוה, שהתנתם ארוכה ביותר (2 דקות) ובנוסף להגנה המגנטית קיים בליפוף המנוע, בדרך כלל, גוף תחושה לבדיקת טמפרטורת הליפוף. (ה- נה ישירה).

השיטה הנפוצה ביותר בהגנת מנועים היא ההג-נה התרמית בעזרת בימטל (זרמתכת).

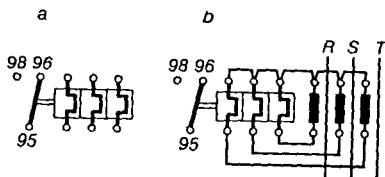
השם המדויק של אלמנט ההגנה הזה הינו — „ממסר הגנה תרמי לזרם יתר“. מובן שהכוונה והמטרה — להגן על מנועים, אף כי קיימים לו שימושים נוספים.

מבנה

„ממסר הגנה תרמי לזרם יתר“ מכיל שלושה אל-מנטים דרמיתכתיים, שזרםם זרם הזרם. חימום האלמנטים הללו יגרום לכיפוף לצד אחד והפע-לת גשר מכני. (ראה איורים 1, 2 וטבלה מס' 1) לממסר ההגנה התרמי לזרם יתר יש בורג ויטות נקודת העבודה, וכן מגע מחלף, לפיקוד על מגען הפעלת המנוע. קיים בנוסף לכך לחצן לשחרור מגע הפיקוד לאחר תקלה ובימטל נוסף, לקיזוז טמפ' הסביבה של ממסר ההגנה התרמי — זאת כיון שטמפרטורת הסביבה היסודית לעבודת ממ-סר ההגנה היא 20 מעלות צלסיוס.

נתייחס להלן לשם הדגמה, לממסרי ההגנה ה-תרמיים זגם Z הבנויים באופן עקרוני להגנה בשתי שיטות. — האחת חיבור ישיר, טורי, ב- מעגל הזרמה — זגמים Z0, Z2, Z4, בתחומי זרם 210 — 0.12 אמפר; השניה — חיבור דרך משנה זרם בעל גרעין ברזל רווי — זגם ZW6 בתחומי זרם 610 — 40 אמפר.

איור מס' 1



הגנת מנועים חשמליים בפני התחממות יתר חיי-בת להיות מותאמת לסוג המנוע, צורת הפעלתו, זמני ההתנעה שלו, עקומת החימום והקירור שלו ועוד.

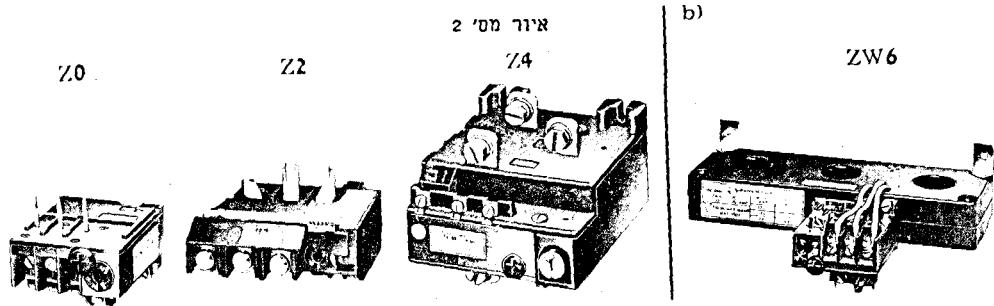
כיון שמטרת הגנת המנועים היא מניעת עלית ה-טמפרטורה במנוע מעל למותר, חייבים אמצעי ההגנה להיות פונקציה ישירה של טמפרטורת ה-מנוע, או יחסיים אליה. קיימות מספר שיטות הגנת מנועים מהן ישירות ומהן עקיפות. שיטות ההגנה הישירות מתייחסות לטמפרטורה של המ-נוע, הנמדדת על ידי אלמנטים המוכנסים לתוך הליפוף (יותר נכון לתוך „ראשי הליפוף). באמצ-עות מעגל פיקוד חשמלי מנתק אלמנט זה את המנוע מרשת החשמל, כאשר הטמפרטורה בו עולה על הערך שנקבע כערך ההגנה. שיטות ההג-נה הישירות מחייבות גישה למנוע ולליפוף שלו — דבר שלא תמיד אפשרי אלא אם כן הוכן מלכ-תחילה. ניתוח החסרונות והיתרונות של שיטות ההגנה האלה ייעשה בנפרד, מאוחר יותר.

שיטות הגנת המנועים העקיפות מתייחסות, רובן ככולן, למדידת הזרם כביטוי לתנאי עבודת המנוע. כיון שעליית הזרם מבטאת את שינוי מצב העבודה של המנוע, ביחס למצב הנורמלי, נבנו האלמנטים להגנת המנוע כשתגובתם יחסית — פחות או יותר — לתגובת המנוע, ועקומת ההענות שלהם „זרם — זמן“ מתאימה לעקומת החימום של המנוע.

בחלוקה ראשונית של שיטות ההגנה העקיפות ניתן למנות כדלהלן:

- א. נתיכים.
 - ב. בימטל (אלמנט דרמיתכתי).
 - ג. הגנה מגנטית (לזרם יתר).
- מתוך שיטות יסוד אלה הותיקה והפשוטה ביותר היא הגנת נתיכים. החסרון היסודי בהגנת נתי-כים, הוא הצורך לשלב הגנה לשינוי זרם עבודה עם זרמי ההתנעה של מנועים, דבר המצריך עקו-מה מיוחדת. העקומה הרגילה של נתיך להגנת קיים, אשר מתאימה להגנה על עבודה קבועה של המנוע, אינה עומדת בפני זרמי ההתנעה. כמו כן מקשה תופעת „ההתיישנות“ של הנתיכים על ה-שימוש בהם באופן מדויק. במקרים של תקלה מובן שיש להחליף יחידת נתיך ולפעמים כמה יחד, דבר המאפשר טעויות ושימוש בנתיך לא מתאים — בנוסף למחיר התקלה.

שיטת ההגנה המגנטית מבוססת על שימוש בזרם אינג' ש. הרפז — מהנדס יועץ.



את כל שיטות ההזרמה: זרימה ישירה לחימום הבימטל, זרימה בלתי ישירה וחימום היצוני, שימוש מעורב, וכן ממסרי הגנה עם משנה זרם וגרעין ברזל רווי המשולב עם ממסר הגנה תרמי גיל בזרימה ישירה ומעורבת.

בשתי שיטות ההגנה היסודיות האלה קיימים סוגים שונים של צורות בניית אלמנטים דו-מתכת-תיים. צורות הבניה של האלמנטים הדו-מתכתיים מפורטות להלן בטבלה הנתונה, וכן מסומן הספק החימום של האלמנט.

ממסרי ההגנה התרמיים הנדונים מכילים למעשה

טבלה מס' 1

Z 0 - 0.21 חימום עקיף	Z 0 - 3.7 חימום עקיף	Z 0 - 18 חימום מעורב	Z 2 - 10 חימום מעורב	Z 2 - 60 חימום ישיר	Z 4 - 210 חימום ישיר	הספק 3 מעברי הזרם	
						קודת נמוכה	קודת גבוהה
						2 W	6,2 W
Z 2						4,7 W	12 W
Z 4						Z 4 - 50 9 W	Z 4 - 130 23 W
						Z 4 - 80 14 W	Z 4 - 210 33 W
ZW 6 ראה Z 0						ZW 6 - 70 3... 14 W	ZW 6 - 600 10... 41 W

עקומת עבודה

(ראה איורים 3, 4, 5 וטבלה מס' 2)

עקומת עבודת ממסר ההגנה התרמי לזרם יתר, מותאמת לנקודות הגבלה שנקבעו כדי להגן על מנועים, ועם זאת לאפשר להם להתניע ללא הפ-רעות.

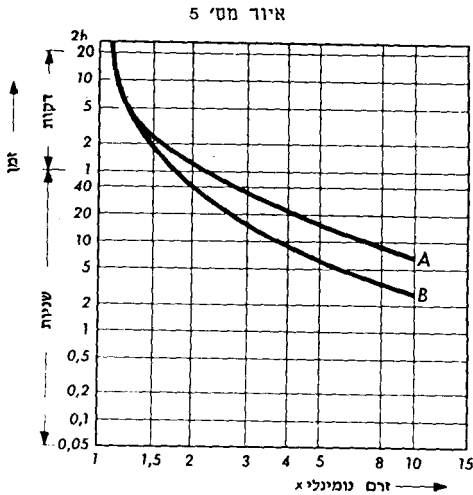
על ממסר ההגנה התרמי לאפשר זרימת זרם פי 1.05 מהזרם הנבחן מעל לשעתיים, אך להפסיק תוך שעתיים זרם פי 1.20. עליו לנתק זרם פי 1.5

תוך פחות משני דקות, אך לאפשר זרם פי 6.00 במשך שתי שניות לפחות עבור עקומה בסימון T1, ובמשך חמש שניות לפחות עבור עקומה ב-סימון T2. מובן שעקומה T2 מיועדת למנועים עם תנאי התנעה קשים יותר.

סך כל הנקודות שצוינו, מגביל למעשה את ה-עקומה לתחום די מצומצם. הסטיות בתוך התחום הזה קובעות את העקומות של כל יצרני ממסרי הגנה התרמיים לזרם יתר.

ממצב	זמן השהייה	זרם פי
קר	$> 2\text{ h}$	1,05 ⁴⁾
חם	$< 2\text{ h}$	1,20 ⁴⁾
חם	$< 2\text{ min}^1)$	1,50
קר	$> 2\text{ s}^2)$ $> 5\text{ s}^3)$	6,00

השוואת עקומת ההגנה T₂, עם עקומת ההגנה בתוספת הברזל הרווי, נותנת את התאור הבא: בתחילה זהות שתי העקומות, אולם בערך לאחר גידול פי 1.50 בזרם הנומינלי הן נפרדות, כמתואר באיור מס' 5, ואז עקומת ההגנה עם הברזל הרווי נעשית שטוחה יותר (עקומה A).

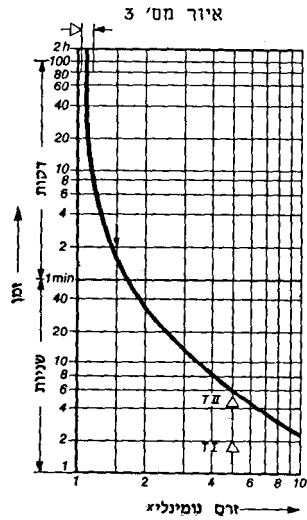


שימושים וצורות חיבור

חיבור ממסר ההגנה התרמי לזרם יתר במעגל ה- מנוע החשמלי, נקבע על פי סוג ההתנעה הנדרש, זמן ההתנעה וכמות התנעות (כאשר מדובר במספר רב של התנעות בדקה).

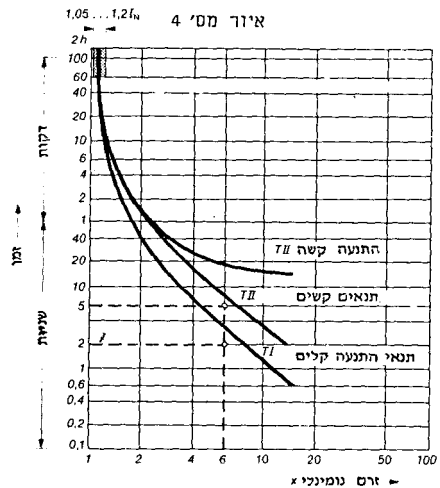
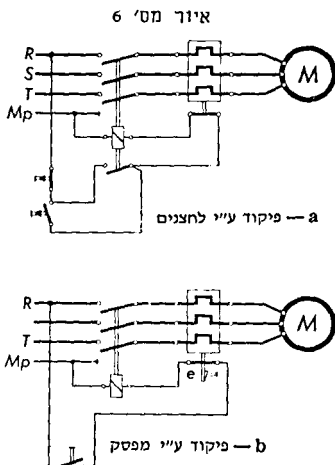
הצורה הפשוטה והשימושית ביותר היא, חיבור טורי של הבימטל הזרימה וכן חיבור טורי של מגע הפיקוד של מגען המנוע.

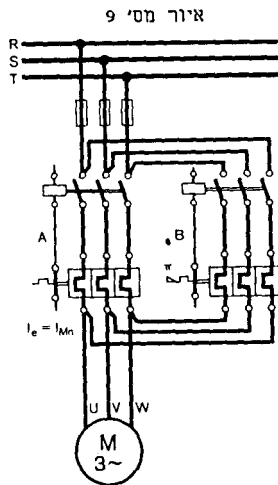
התחממות יתר של ממסר ההגנה התרמי תגרום לניתוק המגע בפיקוד המגען וכך לניתוק מעגל המנוע מהרשת.



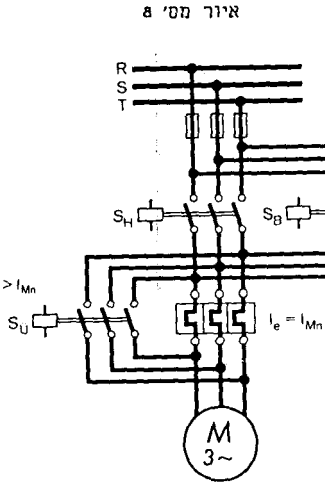
→ מצב קר
→ מצב חם

עבור מנועים עם התנעה ארוכה במיוחד קיימת עקומה נוספת, שמתקבלת בשלוב של עקומת ה- אלמנט הזרז-מתכתי, עם גרעין ברזל רווי של שנאי זרם שדרכו עובר זרם המנוע.

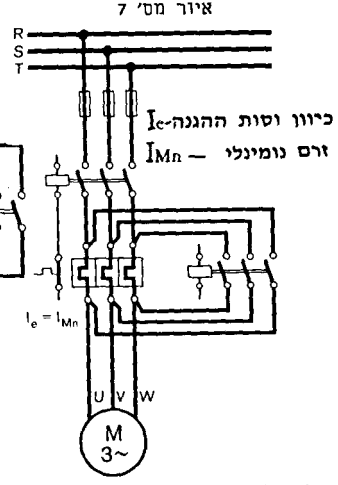




איור מס' 9



איור מס' a



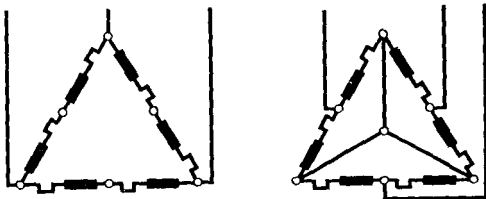
איור מס' 7

מהערך הנומינלי, כך שהמנוע עובר את ההתנעה וממשיך בפעולתו. לאחר זמן ההתנעה מופעל ה- מגען הראשי עם ממסר ההגנה התרמי בערך ה- נומינלי ומשחרר את מעגל העזר. ברור שבמקרה זה כיוון ממסר ההגנה התרמי של מעגל העזר B ייעשה כך שהמנוע יוגן בפני בלימה בזמן ה- התנעה.

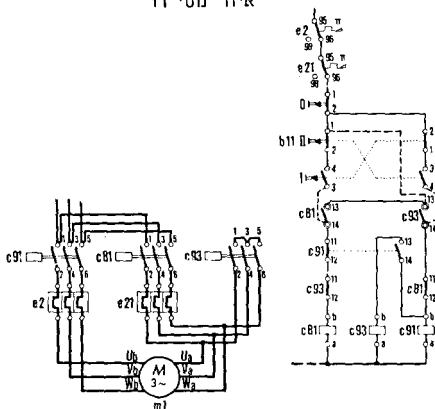
הגנת מנועים בעלי שתי מהירויות

מנועים המיועדים לפעולה במהירויות שונות — כאשר מדובר במספר מסוים של מהירויות ולא

איור מס' 10



איור מס' 11



התנעה בתנאים קשים

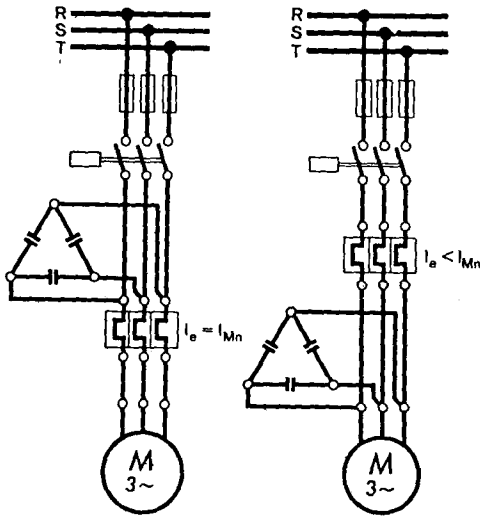
כאשר ממסר ההגנה התרמי מתחמם יתר על ה- מידה בעת ההתנעה, ואינו מאפשר הפעלה תקינה, משתמשים בממסר עם משנה זרם בעל גרעין רווי, המושפע פחות מהממסר התרמי הרגיל, בזמן ה- התנעה והזרמים הגבוהים (לזמן קצר).

כאשר אף זה אינו עוזר ומשך ההתנעה ארוך מאוד ויש דרישה להגנה מדויקת של המנוע (דבר שאינו מאפשר כיוול ממסר ההגנה התרמי לערך גבוה יותר מערך הנומינלי), משתמשים בשיטת קיצור הממסר התרמי בזמן ההתנעה. מובן שהד- בר מצריך ממסר זמן לניתוק המגען המקצר ל- אחר ההתנעה. כוון ויסות ההגנה התרמית יהיה בדיוק לפי עוצמת הזרם הנומינלית. (ראה איור מס' 7)

ניתן להשתמש בשיטה זו גם כאשר משתמשים ב- בלימת המנוע ע"י הפיכת כיוון הסיבוב. במקרה זה משתמשים בשלושה מגענים, כאשר בזמן התנ- עה פועל המגען הישיר + המגען המקצר את ה- ממסר התרמי, בזמן הפעולה מנותק המגען ה- מקצר, ובזמן עצירה עם הפיכת כיוון שוב יכנס המגען המקצר, אך הפעם רק עם המגען ההופך כיוון. (ראה איור מס' 8)

כיוון שבזמן התנעת המנוע ובזמן בלימתו ההגנה היחידה הקיימת היא הגנה נגד קצר, יש לודא שאמנם המנוע מותנע כנדרש או נבלס כנדרש, אם ע"י ביקורת ישירה של המפעיל ואם ע"י ביקורת אוטומטית של ממסר זמן. אלמלא כן עלול המנוע להשרף עקב התחממות יתר ואי הגנת הממסר התרמי. (ראה איור מס' 9)

דרך נוספת להתנעת מנוע ישיר לקו בעל התנעה קשה היא באמצעות מעגל זרימה מיוחד עבור ה- התנעה. בזמן ההתנעה מופעל מעגל העזר B אשר בו ממסר הגנה תרמי המכוון לערך גבוה



כאשר ידוע:

$$I_e = \sqrt{I_w^2 + (I_b - I_c)^2}$$

$$I_w = I_{Mn} \cdot \cos \varphi$$

$$I_b = I_{Mn} \cdot \sin \varphi \quad \text{או} \quad I_b = \sqrt{I_{Mn}^2 - I_w^2}$$

I_e — כיוון הממסר

I_w — זרם יעיל

I_c — זרם קיבולי

$$I_c = \frac{Q}{\sqrt{3} U}$$

$\cos \varphi$ — מקדם הספק

I_b — זרם ראקטיבי

I_{Mn} — זרם נומינלי

כיוון שארם הקבל ולווי בתדירות הרשת ובמתח, לא יהיה הכיוון של ממסר ההגנה התרמי מדויק ביותר.

מובן שיש לשאוף לחבר את הקבל לשפור מקדם ההספק לפני חיבורי הממסר התרמי.

הגנת מנועים בהתנעת כוכב משולש

השיטה הנפוצה ביותר, להקטנת זרם ההתנעה במנועים בעלי רוטור כלוב העובדים בחיבור משר-לש, היא התנעת כוכב משולש. בשיטה זו מותנע המנוע בחיבור כוכב, ולאחר זמן מתאים המנוע מועבר לפעולה בחיבור משולש. תאור המתחים והזרמים בשני המצבים נתון באיור מס' 14.

ההגנה על מנוע בחיבור כוכב-משולש יכולה ל- התבצע בכמה דרכים אשר ניתוחן נעשה בהסתמך על 3 מקרים של התנעה: ההתנעה הקצרה, זמן ההחלפה עד 15 שניות; ההתנעה הבינונית; זמן ההחלפה עד 40 שניות; ההתנעה הארוכה — מעל 40 שניות להחלפה של חיבור הכוכב למשולש.

ברצף שינוי מהירות — בנויים בדרך כלל עם ליפוף המאפשר קבלת מספר משתנה של זוגות קטבים. כפי שידוע, מספר הסיבובים של המנוע האסינכרוני בדקה נקבע ע"י תדירות הרשת $60 \times$ ומחולק למספר זוגות הקטבים.

כך מקבלים מהירויות הקרובות ל-1500, 3000, 1000, 750, 500 סל"ד. השיטות הנפוצות ביותר לשינוי מספר הסיבובים (ע"י שינוי מספר הקטבים) הן שיטת דהלנדר ושיטת הליפופים הנפרדים.

מובן שעל ידי צרוף שתי השיטות יחד ניתן ל- השיג מספר רב של מהירויות.

ליפוף המנוע חייב להיות מוגן ע"י ממסר הגנה תרמי בכל אחת מהמהירויות. באם קיימים שני ליפופים נפרדים ולכל ליפוף מהירות מסויימת, בה יכול המנוע לעבוד, יש לוטת את ממסר ההגנה התרמי להגנה על המנוע בכל מצב. אך אם מיועד ליפוף נפרד אחד רק להתנעה, ולאחר מכן פועל המנוע בהספק מלא עם שני הליפופים יחד, ניתן לוטת את ממסרי ההגנה התרמיים בשתי שיטות.

האחת: הממסר התרמי המיועד להתנעה בלבד יווסת על ערך המגן רק בפני "בלימת" המנוע ב- זמן ההתנעה, ואילו הממסר התרמי השני יורכב בקו ההזנה ויווסת לזרם המלא בשני הליפופים יחד.

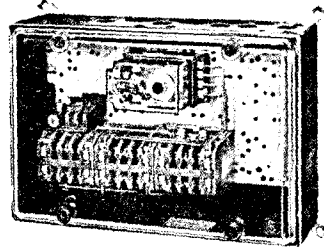
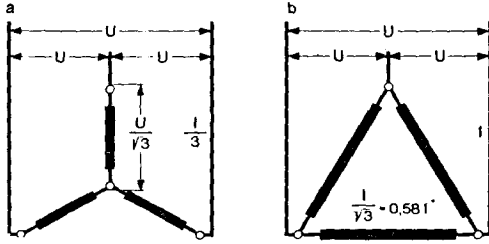
השניה: כל ליפוף יקבל ממסר הגנה תרמי המגן על אותו חלק זרם הזורם בליפוף. בשיטה השניה מותר למנוע לעבוד במהירות האיסית כי הוא מוגן, שלא כמו בשיטה הראשונה. בליפוף המיועד לשינוי מהירות לפי שיטת דהלנדר יורכבו ממסרי ההגנה תרמיים בטור לסלילי המנוע ויוגנו על ה- מנוע בשתי המהירויות. (ראה איורים 10, 11)

הגנת מנועים עם שיפור מקדם הספק מקומי

כיוון הויסות של ממסר ההגנה התרמי, בהגנה על מנועים בעלי קבלים לשיפור מקדם הספק מקומי, תלוי במיקום חיבור הקבל למתנע. אם הקבל מחובר לפני חבור ממסר ההגנה התרמי, יזרום דרך הממסר כל זרם המנוע, ואז הוא יכוון לזרם נומינלי.

אולם אם יחובר הקבל במקביל למנוע, לאחר ה- ממסר התרמי, יש לכוון את הממסר התרמי לזרם המוקטן הנובע משיפור הרכיב ההשראתי של הד- רם במנוע ע"י הזרימה הקיבולית. (ראה איור מס' 12)

במקרה זה יש לעשות חישוב לכיוון זרם ממסר ההגנה:



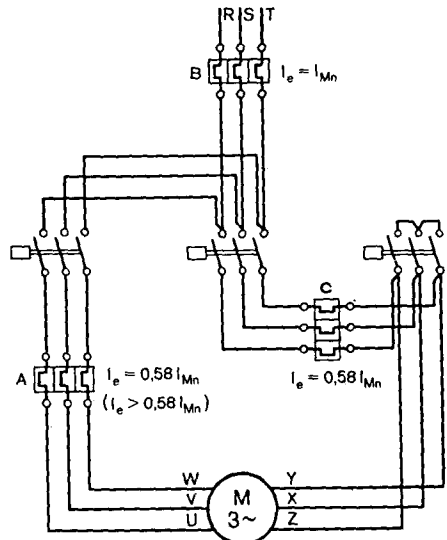
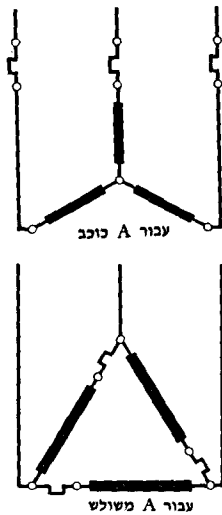
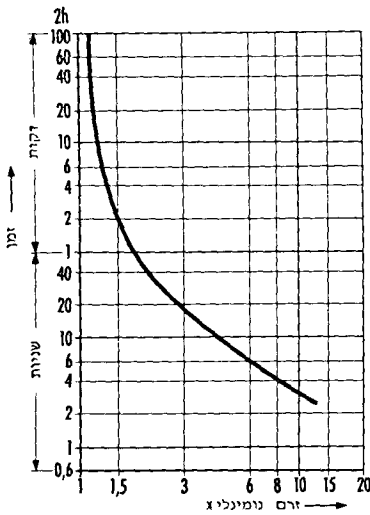
הנומינלי. המנוע יהיה מוגן גם במצב כוכב וגם במצב משולש. מיקום ממסר ההגנה התרמי ב- שרטוט הוא A.

במקרה הראשון — של התנעה קצרה — יורכב ממסר ההגנה התרמי לאחר מגען אספקת הזרם בחיבור הכוכב; ערך הזרם יכוון ל-0.58 מהזרם

איור מס' 16

איור מס' 15

איור מס' 14



לעומת זאת לא יוכל הממסר התרמי (במיקומו B) להגן על המנוע אם הוא ישאר במצב כוכב, כיון שבמקרה זה הממסר מכוון פי 1.73 מזרם הכוכב (לפעולה בחיבור משולש).

במקרה השלישי — של התנעה עם החלפת חיבור הכוכב בזמן מעל ל-40 שניות — יורכב ממסר ההגנה התרמי בחיבור הזרם של המגען ממשולש (מקום C). גם כאן יכוון הממסר התרמי ל-0.58 הזרם הנומינלי, והוא יגן על המנוע בעבודה ה- שוטפת אולם המנוע לא יהיה מוגן בזמן ההתנעה. באם לא יופעל המנוע כלל, יפסיק הממסר התרמי את המנוע לאחר 6 שניות אחרי ההחלפה מכוכב למשולש.

קיימים עוד מקרים של שימושים בממסר ההגנה התרמי לזרם יתר, ויש לבדוק בכל מקרה ומקרה, באמצעות העקומות הנתונות, האם, באיזה תנאי ומתי מגן הממסר התרמי על המנוע.

כיון שבזמן התנעה ישירה לקו בחיבור משולש, זרם כ-6 פעמים הזרם הנומינלי, הרי בהתנעה בחיבור כוכב זרם רק פעמיים הזרם הנומינלי. זרם זה הוא פי 3.4 מהזרם אליו מכוון הממסר התרמי (שמכוון רק על 0.58 מהזרם הנומינלי).

לפי העקומה הנתונה, ניתן בזרם פי 3.4 לעבוד עד 15 שניות, כלומר כיוון הממסר התרמי ב- מקרה זה טוב רק להתנעות קצרות.

במקרה השני — של התנעה כאשר עד ההחלפה לכוכב יש כ-40 שניות — יורכב ממסר ההגנה ה- תרמי בהזנה על קו הכניסה והוא יכוון לזרם ה- מלא. עבור זרם התנעה פי 2 מהנומינלי מסוגל הממסר, על פי העקומה הנתונה, לשאת עד כ-40 שניות. כלומר, אם המנוע לא יותנע, יופסק המ- סר התרמי לאחר כ-40 שניות. מקום ממסר ה- הגנה התרמי בשרטוט במקרה זה הוא B.

סיכום

אלא אם דבר זה מסכן את המנוע, כלומר, אך ורק אם יעלה הזרם מעל למוותר!

הדוגמאות שהובאו כאן הן רק חלק מכלל הבעיות והפתרונות בנושא הגנת המנועים.

הטבלה מסכמת דוגמאות אלה ויכולה להיות בסיס למחשבה ובדיקה של הנושא.

מטרת האלמנטים להגנת מנועים היא לתת הגנה מכסימלית תוך צימצום למינימום של הפרעת העבודה הרצופה של המנוע.

מובן שחוסר פזה במנוע ומפל מתח בקו אינם צריכים להפסיק את פעולתו הרצופה של המנוע

רכוז צורות חבר ממשר הגנה לזרם יתר

שימוש	מקרה	פתרון	כיוון ממסר זרם יתר	הגנה למנוע	הערות	
התנעה קשה	1.1	כיוון גבוה יותר	$I_e > I_{Mn}$	אין	בעבודה קבועה נמשכת	
				יש	בעבודה משתנה, לאחר הישוב	
		ממסר הגנה עם ברזל רווי	$I_e = I_{Mn}$	יש		
	1.2	נישור ממסר ההגנה	$I_e = I_{Mn}$	אין בהתנעה	זהירות בהתנעה	
	1.3	שני ממסרי הגנה (האחד מתקשר)	$I_{eA} = I_{Mn}$ $I_{eB} > I_{Mn}$	יש		
מנוע שתי מהירויות	2	שני ממסרי הגנה	$I_{eA} = I_{Mn1}$ $I_{eB} = I_{Mn2}$	יש	ניתן להגן בהתנעה ע"י כיוון גבוה יותר, אך אין להתמיד במקרה זה.	
					$I_{eA} > I_{Mn1}$ $I_{eB} = I_{Mn2}$	
מנוע עם שיפור מקדם הספק	3	קבל לפני ממסר הגנה תרמי.	$I_e = I_{Mn}$	יש		
		קבל במקביל למנוע	$I_e < I_{Mn}$		דרוש חישוב הזרם	
חיבור בכוכב-משולש		זמן העברה (S)	מיקום	ההגנה בחבור		
					4.1	A	$0,58 \cdot I_{Mn}$	כוכב ומשולש
		4.2	B	$1 \cdot I_{Mn}$	משולש כוכב	להשניח בהחלפה באין החלפה המנוע אינו מוגן
		4.3	C	$0,58 \cdot I_{Mn}$	משולש	להשניח בהחלפה אין הגנה בכוכב.
		4.4	A und C	$> 0,58 \cdot I_{Mn}$ $0,58 \cdot I_{Mn}$	כוכב ומשולש	יש לדייק בכיוון זמן ההחלפה
		4.5	A	$0,58 \cdot I_{Mn}$	כוכב ומשולש	
			B	$1 \cdot I_{Mn}$	משולש כוכב	באין החלפה המנוע אינו מוגן

$I_e = I_{Mn}$ = בהתנעה רגילה

I_e = כיוון ממסר הגנה לזרם יתר

I_{Mn} = זרם נומינלי

השפעת ההתנגדות התרמית הסגולית של הקרקע על ההעמסה המותרת של כבלי כוח

אינג' א. נאוטרה, ד"ר נ. סורוצ'קין

יותר נמוכה (1—3 אחוזים), וערכים של σ_E עוד יותר גדולים (יותר מ-3 מעלות קלווין/מ' X וט) אופייניים לאדמות יבשות והמכליות תוספות-חור מר כגון סיגים, אפר, פסולת תעשייתית ואורגנית, אשפה ביתית וכו'. ככל שצפיפות האדמה הולכת וגדלה, הערך של σ_E הולך ויורד, לכן הידוק האדמה בחפירות כבלים נחשב כהכרחי גם מבחינה זו. נמצא גם, שככל שהמרחק מפני הקרקע הולך וגודל, ההתנגדות התרמית הסגולית של האדמה הולכת ויורדת במקצת.

כיוון שהגודל של σ_E תלוי בלחות האדמה, הוא יכול להשתנות במשך השנה בעקבות השינוי של מזג האוויר במידה ניכרת.

העמסת כבל קבועה ומאומצת יכולה לגרום לייבוש האדמה בסמוך לכבל ע"י החום הנפלט ממנו, וזה גורם לגידול של σ_E בשטח זה. הימצאות צמחייה ללא השקיה מלאכותית על פני הקרקע בקרבת תואי הכבל גם כן גורמת לייבוש האדמה.

צפויים אוטמיים של פני הקרקע על הכבל (אס-פלט, בטון וכדומה) מונעים יציאת רטיבות מאיזור הכבל ולהתאדותה מפני הקרקע, וזה משפיע באופן חיובי על תנאי עבודת הכבל.

קיימים הרכבים מלאכותיים של אדמה, אשר מ-סוגלים באופן יעיל למדי לשמור על הרטיבות למרות החימום הממושך ע"י הכבל. בהרכבים האלו משתמשים למילוי חפירות עם כבלים כאשר זה כדאי מבחינה כלכלית. בכל מקרה יעיל להשתמש למילוי החפירות באדמה נקיה שהופשית מפסולת ותוספות אחרות, כגון אבנים וכו'.

במקרה של הנחת כבלי מתח בינוני (יותר מ-1 ק"ו ועד ל-30 ק"ו), ועל אחת כמה וכמה כבלי מתח גבוה ועליון (יותר מ-110 ק"ו), מדידות של ההתנגדות התרמית הסגולית של הקרקע במסלול הכבל נחשבות רצויות ביותר במטרה לבחור את שטח החתך של הכבל בצורה נכונה.

התחשבות בהתנגדות התרמית הסגולית של קרקע בחישובי ההעמסה המותרת

בדרך כלל, בתקנים וקטלוגים ניתנים ערכים של זרמי העמסה המותרים בהתאם לכבל בודד וב-התאם לערכי מקדם ההעמסה, טמפרטורת הא-

כוסר ההעמסה של כבל כח נקבע ע"י מספר גורמים וביניהם: שטח החתך של המוליך, חומר המוליך (נחושת, אלומיניום), עליית הטמפרטורה המותרת של המוליך (כתלות בחומר הבידוד), ה-איבודים הידיאלקטריים בבידוד, האיבודים הנר-ספים במעטים המתכתיים החיצוניים, המוליכות התרמית של פרטי הכבל, ההתנגדות התרמית של הסביבה, אופיין העמסת הכבל (קבוע, משתנה), טמפרטורת הסביבה והמצאות מקורות חום אחרים בקרבת הכבל (למשל, כבלים אחרים). עם זאת, כאשר מדובר בכוסר ההעמסה של הכבל ה-כוונה היא לזרם המותר שלו.

ההתנגדות התרמית של הסביבה, שנכללה בין ה-גורמים הנ"ל, היא גורם חשוב למדי, ובמיוחד - במקרה של הנחת כבל בקרקע.

ההתנגדות התרמית של הקרקע - S_E (ליחידת אורך הכבל) נקבעת ע"י ההתנגדות התרמית ה-סגולית של קרקע- σ_E ע"י הקוטר החיצוני של הכבל D וע"י המרחק מפני הקרקע לציר הכ-בל h , וזה לפי הנוסחה הבאה:

$$S_E = \frac{\sigma_E}{2\pi} \ln \frac{4h}{D} \quad K \times m/W$$

ככל שההתנגדות S_E יותר נמוכה, כוסר ההעמסה יותר גדול.

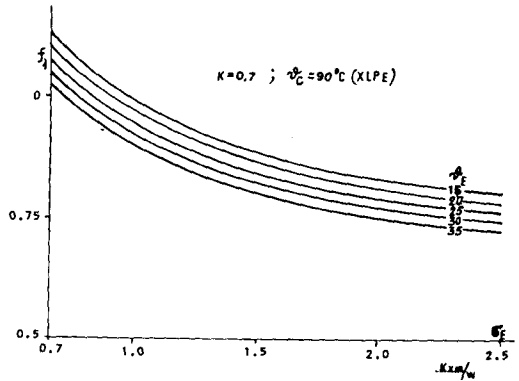
במסגרת המאמר הזה ננתח את השפעת הגודל של σ_E על זרם ההעמסה המותר של כבלי כח. הנתוח מבוסס על: הנתונים הנמצאים בתקנים וקטלוגים גרמניים מתאימים, על שיטת החישוב הבין-לאומית ועל נתונים מסוימים מניסיון שהצ-טבר בחברת החשמל.

נתונים כלליים על ההתנגדות התרמית הסגולית של הקרקע

ההתנגדות התרמית הסגולית של הקרקע כתלות בהרכב, בצפיפות ובלחות שלה משתנית בגבולות (תחומים) רחבים: בערך מ-0.4 עד ל-4—5 מע-לות קלווין/מ'Xוט. ערכים של σ_E בגבול עד ל-1.0 מעלות קלווין/מ'Xוט, מתייחסים לאדמה נקיה (טיט, חול) עם לחות נורמלית (8—10 אח-זים). ערכים של σ_E יותר גדולים (עד ל-3.0 מע-לות קלווין/מ'Xוט) מתייחסים לאדמות עם לחות

אינג' א. נאוטרה - מנהל מעבדת החשמל למחקר ופיתוח חברת החשמל.
ד"ר נ. סורוצ'קין - מעבדת החשמל למחקר ופיתוח חברת החשמל.

תרשים מס' 1
עקום תלות של מקדם תיקון f_1 בהתנגדות תרמית
סגולית של קרקע



דמה θ_E וההתנגדות התרמית הסגולית σ_E גוסויימים.

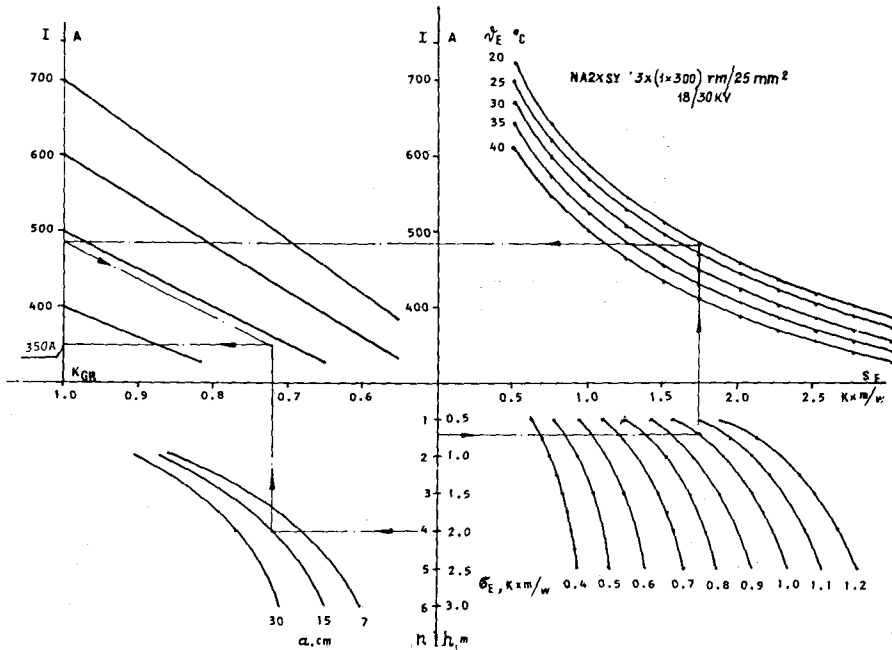
כך, למשל, בתקנים הגרמניים מקובלים: מקדם העמסה $K = 0.7 - 0.75$, טמפרטורת האדמה $\theta_E = 20^\circ\text{C}$ וההתנגדות התרמית הסגולית של הקרקע $\sigma_E = 1.0 \text{ k} \times \text{m/W}$. תנאים אלה הם תנאים "נורמליים", ומקדם תיקון f_1 שווה ל-1

[$f_1 = 1$]. עבור תנאים אחרים ניתנים בתקנים ערכים מסויימים של מקדם התיקון f_1 . דוגמה לתלותו של מקדם זה (f_1) ב- σ_E לתנאים של $K = 0.7$ ו- $\theta_E = 70^\circ\text{C}$ (הטמפרטורה המותרת של חימום המוליך) ניתנת בתרשים מס' 1. נראה, שבמקרה זה, כאשר $\sigma_E = 0.7 - 2.5 \text{ K} \times \text{m/W}$ ו- $\theta_E = 15 - 35^\circ\text{C}$, המקדם f_1 משתנה מ-1.4 עד ל-0.72, כלומר בצורה משמעותית ביותר. אם נביא בחשבון שבישראל טמפרטורת הקרקע האופיינית בקיץ שווה ל- $\theta_E = 30^\circ\text{C}$, אזי השינויים במקדם f_1 לפי העקום הנ"ל ימצאו בגבולות של 0.75 - 1.05. למשל, בתנאים $\theta_E = 30^\circ\text{C}$ ו- $\sigma_E = \text{K} \times \text{m/W}$ מוצאים כי $f_1 = 0.95$.

לא ניתן לתת נתונים מפורטים על כל ערכי ה- σ_E הזה במאמר. כל הערכים האלו ניתנים ב- σ_E מספר גדול של טבלאות בתקנים. בטבלאות נכלל לים הכבלים עם סוגי בידוד שונים: נייר רווי שמן, PVC, PE ו-XLPE. למתחים מ-0.6/1 kV ועד ל-18/30 kV. בחישובים נלקחות טמפרטורות מותרות של חימום מוליכים מ-60 ועד ל-90 מע"ל צלזיוס בתלות של סוג הכבל. טמפרטורות הקרקע, θ_E ניתנות בגבולות מ-5 ועד ל-40 צ"ב במדרגות של 5 צ"ב, הגודל σ_E בגבולות מ-0.7 ועד ל-2.5 מעלות קלווין/מ"אט ומקדם העמסה

תרשים מס' 2

גומגומה לקבלה גרפית של זום העמסה המותר לכבל במתח 30 ק"ו שמונה בקרקע בתנאים שונים.



K בגבולות מ-0.5 ועד ל-1. בנוסף לזה, ניתנים הערכים של מקדם תיקון f_2 , שמביא בחשבון את מספר הכבלים המונחים במקביל — עד ל-10 כבלים.

נומוגרמה לקביעה גרפית של ההעמסות המותרות

לפעמים מעניין לראות את התמונה בשלמותה עבור כבל מסוים, משום שיותר קל לעבור מ-ווריאנט אחד לשני תוך כדי התכנון. למקרה זה אפשר להציע את הנומוגרמה המתוארת בתרשים מס' 2. כאן כדוגמא נבחר הכבל מטיפוס — הזה הוא כבל חד-גידי למתח 18/30 ק"ו, עם מוליך עגול מאלומיניום בשטח החתך של 300 ממ"ר, עם בידוד מ-XLPE, עם סוכך בחתך של 25 ממ"ר מתילי נחושת, עם מעטה היצוי מ-PVC.

חישוב הנומוגרמה בוצע ל- $K = 0.7$. הכוונה היא, שהקו מכיל שלושה כבלים חד-גידיים, אשר מורחים במשולש בסמיכות צפיפה זה לזה.

הנתונים, שאפשר לקבל מהנומוגרמה, הם קרי-בים ביותר לאלו שנמצאים בתקנים וקטלוגים.

בנומוגרמה בציר האנכי למעלה מוצב זרם העמסה I (אמפר); באותו הציר למטה מוצבים עומק הנחת כבל h (מ') (מצד ימין) ומספר קבוצות תלת-פזיות n. המונחות במקביל (מצד שמאל). בציר האופקי מוצבים ערכי ההתנגדות התרמית של הקרקע S_E ומקדם קבוצות K_{GR} (שמאלה), שבאמצעותו מביאים בחשבון את מספר הכבלים המונחים במקביל.

בשדה הימני התחתון ניתנים עקומי התלות של $S_E = f(h)$ בגבולות של גודל h עד ל-2.5 מ' ו- S_E עד ל-3.0 מעלות קלווין/אסט, וזה עבור ערכים של σ_E מ-0.4 ועד ל-1.2 מעלות קלווין/מ'א וט.

בשדה הימני העליון ניתנים עקומי התלות של זרם העמסה I בגודל S_E עבור ערכי טמפרטורת הקרקע θ_E מ-20 ל-40 צ'.

בשדה השמאלי התחתון ניתנים עקומים של $K_{GR} = f(n)$ עבור צרוף של 2 עד 6 כבלים במקביל עם מרחקים בין כבלים (בין קבוצות תלת-פזיות של כבלים) a של 7, 15 ו-30 ס"מ. השדה השמאלי העליון משמש כעזר לבניית הנומוגרמה.

את אותה המטרה משמשת הנקודה המיוחדת "O" בשדה הימני התחתון (היא מרכז מערכת הצירים המוזנת).

סדר מציאת זרם ההעמסה המותר הוא כדלהלן:
1) להציב את הערך שנקבע עבור h;

2) להעביר קו אופקי לכיוון ימינה מנקודה זו עד לפגישתו עם העקום של $\sigma_E = f(h)$, אשר מתייחס לגודל המתאים של σ_E , שידוע או ניבחר.

3) להעביר קו אנכי למעלה מנקודת ההצטלבות הזו עד לפגישתו עם העקום של $I = f(S_E)$, ש-מתייחס לגודל ה- θ_E המתאים לעומק הנחת ה-כבל.

4) להעביר קו אופקי מנקודת ההצטלבות השנייה הזו לכיוון שמאל עד לפגישתו עם הציר השמאלי של זרם I. נקודת ההצטלבות של קו זה עם שני הצירים של I (ימני ושמאלי) יתנו את זרם ה-העמסה המותר לכבל בודד.

5) להעביר קו מנקודת ההצטלבות האחרונה ב-ציר שמאל למרכז "O", שבשדה הימני התחתון.

6) להציב את מספר הכבלים n.

7) להעביר קו אופקי לכיוון שמאל מנקודה זו עד לפגישתו עם העקום של $K_{GR} = f(n)$ שמתאים למרחק בין הכבלים (או בין קבוצות תלת-פזיות של כבלים חד-גידיים) שכנים.

8) להעביר קו אנכי מנקודת ההצטלבות האחרונה עד לפגישתו עם הקו הנטוי.

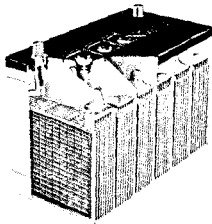
9) להעביר קו אופקי מנקודת ההצטלבות ה-מתקבלת לכיוון ימין או שמאל. נקודת ההצטלבות של קו זה עם הצירים האנכיים תתן את ערך זרם ההעמסה המותר.

לפי השיטה הזו אפשר למצוא, למשל, כי לתנאים $\sigma_E = 1.0$, $h = 0.7$, $\theta_E = 20$, $n = 4$ ו- $a = 15$, זרם ההעמסה המותר שווה ל-350 א' ולאותם תנאים, אבל ל- $\theta_E = 30$ הזרם הזה שווה ל-325 א'.

נומוגרמות כאלו אפשר לחשב ולבנות לכל הכבלים. בחירת הערך של σ_E יכולה להעשות על סמך תוצאות מדידה.

מעבדת החשמל למחקר ופיתוח שבחברת החשמל מבצעת את המדידות המתאימות לאורך תואי של קווי כבלים מתוכננים.





מצברי עופרת - תקלות ובטיחות

אינג' י. א. איציקוביץ

מצברי עופרת נמצאים בשימוש זה שנים רבות ומהווים חלק נכבד במערכות אספקה שונות: מרכזיות טלפונים, תחנות כח ותחנות משנה (להפעלת ממסרים ופיקוד, חיבור וניתוק מפסקי זרם וכו') אספקה לשעות חרום: בבתי מלון, בתי קולנוע, בנקים, תאורה לשעת חרום. משום כך יש לשקוד על הטיפול הנכון ואחזקה שוטפת טובה, על מנת למנוע תקלות ובלאי.

טיפול במצברים

טעינת יתר

א. אין לטעון מצבר בזרם חזק יותר מזה הנתון על ידי היצרן (ביהח"ר) דבר הגורם להריסת הלהרות (ממברנות).

ב. טעינה חוזרת, כמה פעמים ביממה, עד לגבול המתח בכל תא, אסורה משום שהיא גורמת להריסה מהירה של הלהרות החיוביים.

ג. אין לעבור בטמפרטורה של האלקטרוליט, על 38°C כדי למנוע הרס הלהרות.

ד. האלקטרוליט במצבר חייב להיות מ-1 עד 2 ס"מ מעל פני הלהרות ובעת הצורך יש להוסיף מים מזוקקים.

ה. סוללה שאינה בשימוש יש להטעינה אחת ל-חודש, כמו סוללה חדשה.

ו. על מנת למנוע השחתת הלהרות, יש להוריד את ריכוז האלקטרוליט עד 1.06 ועל ידי כך להקטין את הפריקה העצמית. יש לבצע את הטעינה אחת ל-6 חודשים. ועל ידי כך הלהרות יש-תמרו.

ז. עם הפעלת הסוללה יש למלאה באלקטרוליט עד לקבלת ריכוז של 1.2, ולבצע טעינת השוואה (טעינה הדרושה כדי להשוות את מצב הטעינה של מספר תאים בעלי הבדלי טעינה, הפועלים ב-טור במערכת).

תתי-טעינה

תתי-טעינה וטעינת יתר מהווים גורם המקצר חיי המצבר. שינויים גדולים בריכוז האלקטרוליט מ-איים שהטעינה לא היתה מספקת וכאן יש להבחין שני דברים:

1. אם הריכוז של האלקטרוליט הוא גבוה, יש להוסיף מים מזוקקים.

2. אם הריכוז של האלקטרוליט הוא נמוך מ-1.2, יש להוסיף אלקטרוליט במצב מקורר עד לטמפרטורה של הסביבה.

אינג' י. א. איציקוביץ - מחלקת אחזקת הרשת במחוז הצפון הברית החשמל.

אין להוסיף למצבר אלקטרוליט שחל בו שינוי בריכוז, מסיבות דלקמן:

שינויים בטמפרטורה של האלקטרוליט; קצר ש-גרם לפריקה עצמית; שימוש במים מלוכלכים; טעינה בלתי מספקת וכו', בנסיבות אלה יש לסלק את גורמי ההפרעה.

אין להשתמש בחומצה מרוכזת, שלא עורבבה ב-מים, כתוספת לתאים. דבר זה עלול לגרום נזק למצבר, ללא תקנה.

חדרי מצברים

● את חדר המצברים יש לתחזק בצורה נקייה, את הדלתות והחלונות יש לסגור היטב. יש להגן על כל מתקני הברזל בפני חלודה.

● התוספת הקטנה ביותר של חומרים זרים ל-אלקטרוליט, עלולה לגרום נזק לסוללה.

● בקבוקים עם מים מזוקקים או חומצה, יש לסגור היטב.

● הכלים שמשמשים בהם - אריאז מטרס, כד לתוספת מים - יש לשמור בארון נקי וסגור.

● יש להגן על האיזטבאות בפני חומצה, ולנגב מיד את המקומות בהם פגעה החומצה.

● את כל החלקים החיצוניים של התאים, וה-מבדדים יש לנגב לפחות אחת לשבוע, מאבק ו-רטיבות.

● יש למנוע נשירת חלקי טיח על המערכת.

● יש לנקות את החלודה הנוצרת בחיבורים ובמגעים ולערוך בהם בדיקות תקופתיות.

● יש לכסות את התאים, כדי למנוע חדירת לכלוך לאלקטרוליט.

● בזמן הטעינה יש להקפיד במיוחד על נקיון האויר.

● אנשים המטפלים בסוללה, חייבים לבדוק, אם כל התאים מתחילים להפריש גזים, באותו זמן ובאותה עוצמה.

● יש להשיגה על המתח ועל רכוז החומצה.

● יש למנוע קרינת שמש ישירה על המצברים,

● בחדר יש לשמור על טמפרטורה יציבה שבין 12°C ל- 25°C .

● את מיזוג האויר יש להפעיל לפני תחילת הטעינה ולהפסיקו עעה לאחר מכן.
בהתאם להוראות תקן V. D. E, כמות האויר החייבת להתחדש בחדר, ניתנת לפי הנוסחה:

$$Q = V \cdot g \cdot S \cdot n \cdot I$$

זהו היחס בין כמות האויר לכמות המימן, כאשר למטה מזה חדלה תערובת האויר והמימן להיות נפיצה:

$$V = 26.3 \text{ — מקדם הדילול.}$$

$g = 0.42$ — כמות המימן אשר נוצר בתא לכל אמפר שעות.

$$S = 5 \text{ — מקדם בטחון.}$$

$$n \text{ — מספר התאים.}$$

$$I \text{ — זרם טעינה סופי.}$$

עם מקדמים אלה נקבל

$$Q = 55n \cdot I$$

באם אורורו טבעי אינו מבטיח את החלפת ה- אויר הדרושה, יש להתקין מאורר.

תקלות במצברים

1. לאחר מספר שנות שימוש מתקלקל העץ של המפרידים ויש להחליפו. תהליך הקלקול הוא איטי בחום של 15°C והוא מוחש בחום יותר גבוה ומתגבר יותר מהר באלקטרוליט יותר מרוכז.

2. בזמן הטעינה, השכבה הפעילה של הלוחות, נופלת לתחתית המיכל בצורת אבקה דקה. ה- מירווח בין תחתית המיכל והלוחות מספיק ל- כמה שנות עבודה. אולם אם הטיפול במצברים אינו כשורה, האבקה המצטברת על התחתית אחרי שנתים שלוש, עלולה להגיע עד הלוחות ולגרום לקצרי. כאשר האבקה מתקרבת ללוחות יש להוציאה.

3. חיבור קצר בין הלוחות עלול להגרם על ידי חדירת גופים זרים לתא של המצבר.

המלחים של הלוחות השליליים מתפשטים לפע- מים בצורת צמחים העלולים לגרום לקצר בין הלוחות. קצר נגרם גם על ידי נשירת חלקי ה- שכבה הפעילה מהלוחות, תזיכת מלח כזו, בין הלוחות, מהווה גשר מוליך, אם הלוחות החיר- ביים מתכופפים, והמפרידים הנחלשים מתוך בלאי, נשברים, עלול להגרם קצר.

המתח של תא מוקצר הוא נמוך יותר מזה של התאים הבריאים. אם נפסיק את זרם הטעינה, יורד המשקל הסגולי של האלקטרוליט, התא מאבד חלק מקיבולו ומתפרק מהר יותר, וכתור- צאה מכך הוא מפגר אחר התאים הבריאים ו- מתחיל ל"רתוח" מאוחר יותר.

4. שיתוך (סולפציה):

זו מחלה שהמצברים סובלים ממנה. על הלוחות גדלים גבישים של מלח הומצה גפריתנית עם עופרת (PbSO_4) שהם בניגוד לגבישים קטנים, אינם מוליכים חשמל ואינם נמסים בחומצה. את המצברים שהתכסו בסולפט אפשר להכיר לפי משקל סגולי ירוד של האלקטרוליט ולפי צבע הלוחות. הלוח החיובי מקבל צבע אדמדם, חום בהיר עם גוון צהוב. הלוח השלילי מכוסה כת- מים לבנים. בזמן הטעינה המתח של התא הפ- גוע בסולפט, גבוה יותר מאשר של התאים ה- בריאים. בזמן הפריקה, המתח נמוך יותר מאשר בתאים הבריאים, הדבר נגרם על ידי התנגדות גבוהה יותר של התא הפגום מאשר התא הבריאי, וזאת משתי סיבות:

האלקטרוליט חלש יותר.

סולפט הוא מוליך רע של חשמל.

לגבישים של דירתחמוצת העופרת (PbO_2) יש נפח יותר גדול מאשר לגבישים של מתכת העופרת. לגבישים של סולפט יש נפח יותר גדול מאשר לגבישים של דירתחמוצת העופרת ולכן הסולפט עלול לגרום להתעקמות וגם לפיצוץ הלוחות. ה- סולפט מקטין ואוטם את החללים הקטנים בתוך הלוחות ומקטין בכך את קיבולו של המצבר. את הסולפט אפשר להוריד על ידי טעינה ממושכת בעשירית הזרם הנומינלי. יחד עם זאת להוציא חלק מהאלקטרוליט, ובמקומו להוסיף מים מ- זוקים.

לעתים מתכסה התא בסולפט, ולא ניתן להחזירו למצב תקין.

להתהוות הסולפט, גורמים שונים:

● פריקה ממושכת, אם המתח בכל תא יורד מתחת ל-1.8 וולט.

● אם לא גומרים את הטעינה לעתים מזומנות.

● אם אין מחדשים את הטעינה במשך זמן רב לאחר הפריקה.

● אם האלקטרוליט מרוכז יותר מדי, ואין ש- מים לב לגובה פני האלקטרוליט.

● אם זרם הטעינה והפריקה הוא בניגוד ל- מותר.

5. הלוחות עלולים להתעקם עקב צמיחה לא שווה של הגבישים. אם הלוחות טרם נוגעים אחד בשני שמים ביניהם בידוד נוסף: מקלות זכוכית או מפריד מעץ.

6. תופעה של נפילת החומר הפעיל מהלוחות

פריקה עצמית מוגברת תלויה במספר תומרים זרים המצויים בתוך האלקטרוליט, או במים ה- מזוקקים שמוסיפים.

אסור שבאלקטרוליט ימצאו מעל למותר: כלור (Cl); ברזל (Fe); ארסניק (As); חומצת מלח (HCl); וחומצה חנקתית (HNO₃). ירידת כושר ההמסה הפעילה נגרמת על ידי טעינה תכופה מדי, וטעינה חזקה מדי בסוף תהליך ה־טעינה. פליטת גזים גדולה מדי גורמת לקריעת חתיכות מהשכבה הפעילה ולפרוקה הסוללה עשויה להתפרק דרך זרם פחת לאדמה, זאת ב־מידה וקיים חיבור לאדמה במתקן.

7. נזקים במיכל

המיכלים מזכוכית או חומר פלסטי עלולים ל־השבר ולכן יש הכרח לבדקם לעיתים מזומנות, ולהחליפם בעת הצורך.

בטיחות בטיפול מצברים

מקרי אסון עלולים להגרם:

- על ידי נגיעה בחלקים הנמצאים תחת מתח, על מנת להקטין סכנה זו יש לשמור שהמתח בין שורות התאים הנמצאים אחד מול השני — לא יעלה על 65 וולט.
- באם יש מתח גדול יותר, יש להגדיל את המרחק בין שורות התאים ל־1.5 מטרים.
- על ידי הרעלה בעופרת.
- על ידי כוויות ממכשירי הלחמה והתפוצצות יות של גז רועם. העופרת ותחמוצת העופרת חודרות דרך האף והפה לקיבה, בה הן נמסות ועוברות לדם.
- ההלחמה גורמת להתהוות של אדי עופרת וגזים מרעילים.

יש איפוא לאחוז באמצעי זהירות דלקמן:

- אין לעשן בזמן העבודה בחדר הסוללות.
- יש לשטוף את הפה לעיתים קרובות.
- אין לאכול במקום העבודה.
- יש לרחוץ את הפנים והידיים לפני האוכל.
- לאחר גמר העבודה יש להתרחץ היטב ולהח־ליף את הבגדים.

אין לגעת במלחי־עופרת בידיים פצועות, דבר ה־עלול לגרום לשיתוק האצבעות.

בית הטיפול בחומצה יש להשתמש במשקפי־מגן, סינור גומי וכסיות גומי.

אם החומצה נשפכת על הידיים או הגוף, יש לרחוץ את המקום הנפגע בכמות מים גדולה.

בזמן הטעינה נפלטים מימן וחמצן המתערבבים ויוצרים גז רועם. קיים איסור מוחלט לעשן או להכנס עם להבה פתוחה לחדר הסוללה.

יש להיזהר, ולא לגרום לקצר על ידי כלי עבודה, העלולים לגרום לניצוץ. המלח קליום הידרוקסיד (KOH) הינו רעל. פגיעתו בגוף או בבגדים גורמת לכוויות ולשריפת הבגדים.

יש לאכסן במקום תמיסה מוכנה של חומצת ברז (HBr) 10% בשביל ניטרול של המלח הפוגע בגוף ובבגדים, אם המלח חודר לפה או לקיבה, יש לשתות מיד חומץ, מיץ לימון או חלב.

במקומות בהם מאחסנים או מעבדים חומרים מסוכנים, ובחדרי הסוללות, יש לתלות שלטי אזהרה מתאימים.

בשלטי אזהרה יש לכלול מלת אזהרה כגון:

סכנה! זהירות!

השתמש במשקפי מגן!

אסור לעשן!

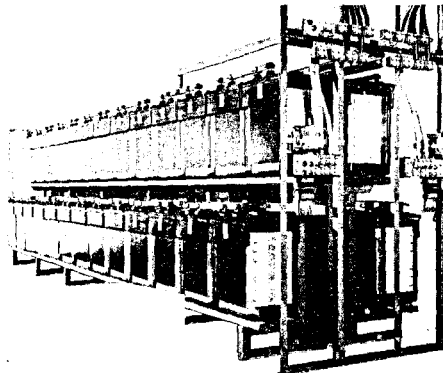
הרחק כל אש!

כלי עבודה המיועדים לטיפול בסוללה טעונה יהיו מוגנים על ידי מעטה בידוד, פרט לחלק ה־מטפל.

המכשירים למדידת מתח בתאים, יהיו מוגנים על ידי מעטה בידוד פרט למגעם.

אסור להכניס לחדר הסוללות חמרים העלולים לגרום לקצר בין התאים של הסוללות ופסי ה־צבירה.

חדר מצברים





השפעת הזיהום על בידוד קווי חשמל עיליים

ד"ר מ. דרבקין

בחירה נכונה של בידוד קווי מתח גבוה דורשת חישובים רבים ומסובכים ומשפרת במידה ניכרת את אמינות אספקת החשמל על ידי הקטנה של מספר ההפסקות עקב פריצות ותקלות בבידוד עד לכמות קטנה ביותר. בתנאים תפעוליים רגילים משפיעים על בידוד הקו שלושה סוגים שונים של מתחים:

- מתח העבודה.
- מתחי יתר עקב פעולות מיתוג.

מתח העבודה

של השפעת מתחי יתר עקב ברקים על הבידוד הוא כמה מאות מיקרושניות, כלומר — קצר ביותר.

מרבית הזמן בידוד הקווים נמצא תחת השפעה של מתח עבודה בתדירות תעשייתית. בדרך כלל, הערך המירבי של מתח העבודה שווה ל- Un (1.1 ÷ 1.05), כאשר Un הוא המתח הנקוב של הקו. אמנם, עקב תקלות שונות עלול לעלות מתח העבודה עד ל- $1.3Un$ (לזמן קצר (חלקי שניה)). ברור שבידוד הקו חייב לעמוד בפני מתח זה ללא פריצות, כל זמן שהקו נמצא בעבודה.

הבסיס לחישוב רמת הבידוד

במשך עשרות רבות של שנים משמשים מבדדי חרסינה ומבדדי זכוכית בהצלחה לבידוד קווי מתח גבוה עיליים. כאשר מתח המערכת לא היה גדול מ- $220 \div 110$ קילוולט (ק"ו), הגורם העיקרי בקביעת רמת הבידוד היה מתחי יתר עקב ברקים. יחד עם עליית המתח הנקוב של המערכות ושיפור ניכר באמצעי ההגנה בפני ברקים, נעשו מתחי היתר עקב פעולות מיתוג, הגורם העיקרי שלעתיים קרובות קובע את רמת הבידוד בקו.

מתחי יתר עקב פעולות מיתוג

סוג שני של מתחים המשפיעים על בידוד הקו הינו מתחי יתר הנובעים במערכת עקב שינויים פתאומיים בסכימתה כגון: קצרים, חיבור או ניתוק קווים של שנאים, סוללות קבלים וכו'. באופן תאורטי הערך המירבי של מתחי יתר עקב פעולות מיתוג עלול להגיע עד ל- $5p.u$, כאשר

$$\frac{1}{p.u} = U_n \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{3}}$$

סטטיסטיקה של הפרעות ונזקים בקווים שנאספה לגבי מערכות חשמל שונות, בעשרות השנים האחרונות, מצביעה על כך שבתנאים מסויימים של סביבת קו מתח גבוה מרבית הפריצות בבידוד נוצרות תחת מתח עבודה רגיל, ולא נגרמות על ידי השפעת מתחי יתר עקב פעולות מיתוג או עקב ברקים. על סמך לימוד יסודי, של מקרים רבים כאלה התברר שהסיבה העיקרית לפריצות הבידוד באיזורים אלו הינה צרוף של שני הגורמים:

במציאות, הערך המעשי של מתח זה לא עולה מעל $3p.u$ (2.5 ÷ 3) ותלוי בכמה פרמטרים של המערכת כולה: סוג מפסקי הזרם, אורך הקווים, האימפדנסים של השנאים, הקווים, סכימות חיבורים במערכת וכו'. משך זמן הופעת מתחי היתר עקב פעולות מיתוג והשפעתן על הבידוד יכול להמשך עד כמה מילישניות.

— זיהום גבוה של המבדדים.

— תנאי אקלים העוזרים להופעת פריצות על פני המבדדים.

מתחי יתר עקב ברקים

לפיכך, באיזורים אלו, נהפך מתח העבודה לגורם הקובע את גודל הבידוד בקו. לימוד הרכב הזיהום של מבדדים וקצב הזיהום בהתאם למיקום הקווים, הופך לבעיה רצינית ביותר בעלת השפעה טכנו-כלכלית על פעילות מערכת החשמל כולה.

סוג שלישי של מתחים המשפיעים על בידוד הקו הינו מתחי יתר עקב ברקים. אמפליטודת מתח הברק עלולה להגיע עד ערך של כמה אלפי ק"ו ובאופן תאורטי, לא ניתן לבנות בידוד קו שמשוגל לעמוד בפני מתחים כאלה. למזלנו ערכים גבוהים כל כך של מתחי יתר עקב ברקים מופיעים לעתים רחוקות ביותר. על מנת להגדיר את הדרישות לבידוד הקו מבחינת יכולתו לעמוד בפני מתחי יתר עקב ברקים, מקובל לקחת בחשבון ערך מסויים של מתח זה, כך, שמספר ההפסקות של הקו לא יעלה מעל ערך קבוע מראש. משך הזמן

המקורות לזיהום המבדדים

יש להבדיל בשלושה מקורות זיהום מבדדים הנובעים בנפרד או ביחד:

- זיהום טבעי.
- זיהום תעשייתי.
- זיהום עקב ריסוס חקלאי.

ד"ר מ. דרבקין — הרשת הארצית, חברת החשמל.

השפעת חומרי ריסוס חקלאי, בעיקר זה הנעשה ממטוסים, דומה לזאת של זיהום תעשייתי.

הרכב הזיהום

באופן כללי ביותר, ניתן לאפיין את הרכב הזיהום של המבדדים על ידי שלושה מרכיבים עיקריים והם:

- חומרים בעלי חוסרי תגובה כימית,
- מלחים בעלי מוליכות גבוהה יחסית,
- מים.

השפעת המים על תהליך פריצת המבדד

התברר שנוכחות זיהום גבוהה אבל ללא מים איננה מספיקה לגרימת פריצות על פני המבדד. לתחילת תהליך הפריצה דרושה נוכחות של מים. המים „משחקים” תפקיד כפול: כמות גדולה של מים בצורת גשם חזק שוטפת את פני המבדד ומשפרת בכך את יכולתו לעמוד בפני השפעת ה- מתח. כמות קטנה של מים בצורת טל או ערפל ממוססת את המלחים הנמצאים על פני המבדד וכתוצאה מכך עולה המוליכות השטחית של ה- מבדד בצורה ניכרת וגורמת להיווצרות פריצה על פני השטח של המבדד.

תהליך היווצרות פריצה על פני מבדד מזוהם

תהליך היווצרות פריצה על פני שטח מבדד ידועה כיום די טוב. ישנם כמה שלבים בתהליך זה (ראה ציור מס' 1).

זיהום טבעי של מבדדים נוצר כתוצאה מפעילות רוחות הנושאות חלקיקים של חול ואבק. חלקיקים אלו מועברים על ידי הרוח למרחקים של עשרות ולעיתים מאות ק"מ ומזהמים את פני ה- מבדדים. תוך כדי לימוד הבעיה התברר שמרבית החלקיקים האלו מצטברים על המשטח התחתון של פני המבדד וסותמים את חריצי המבדד, דבר שגורם להקטנה ניכרת של אורך הזחילה וכת- צאה מכך — הקטנת מתח הפריצה על פני ה- מבדד.

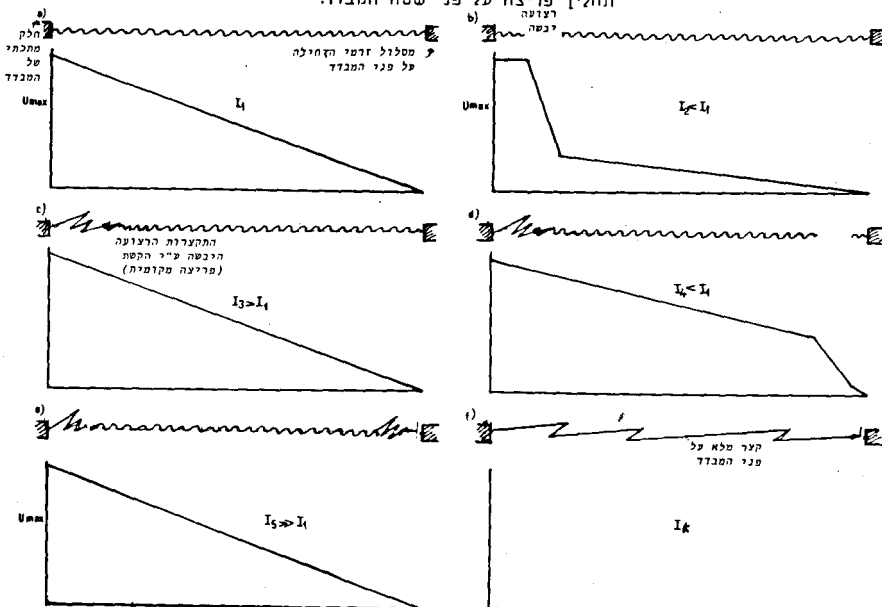
לעיתים, חלקיקי חול ואבק הנאספים על פני המבדד הופכים עקב תגובות כימיות לגוף הומורני עם חומר המבדד עצמו ולא ניתן להורידם ללא שבירת הגלזורה של המבדד. מרכיב חשוב ביותר בזיהום טבעי של מבדדים הינו מלחים המועברים יחד עם טיפות מים קטנות על ידי הרוח למרחקים ניכרים.

זיהום תעשייתי

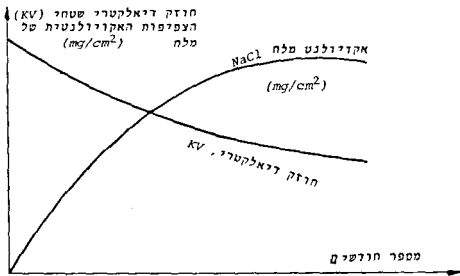
מרכיבים חשובים של זיהום תעשייתי המשפיעים ביותר על היווצרות פריצות על פני מבדדים הינם אבק מלט, חלקיקי פחם, חלקיקי מתכת, מלחים וחומצות שונות. כתוצאה מהצטברותם הם מייצ- רים על פני המבדדים שכבה בעלת מוליכות גבוהה וגורמים בכך להגדלת זרמי הזחילה דרך הבידוד ובסופו של התהליך, להפסקת הקו. חומצות מי- סויימות, עקב תגובות כימיות עם חומר המבדד, משפיעות על הופעת פגמים במבדדים הגורמים לשבירתם במשך הזמן.

ציור מס' 1

תהליך פריצה על פני שטח המבדד.



התלות בין הצפיפות האקויוולנטית של מלח (NaCl) ובין החוזק הדיאלקטרי השטחי של המבדד בהתאם לזמן הצטברות הזיהום.



מיפוי ישראל לפי רמת הזיהום

היות ובארץ עוד לא קיים מיפוי איזורי זיהום, ולאור העובדה כי מידע זה חיוני ביותר לבחירה נכונה של סוגי המבדדים ומספרם בשרשרת מבי-דדים, במיוחד עבור קווי מתח עליון, התחילה לאחרונה הרשת הארצית של חברת החשמל ב-שיתוף עם מעבדת החשמל והמחוזות בביצוע סקר מקיף שמטרתו לספק למתכננים מידע מלא על איזורי הזיהום ומאפייניהם כדי שתכנון הקווים יוכל להתבסס על נתונים מלאים ומעודכנים במה שנוגע לרמות הזיהום.

לתוצאות הסקר תהיינה השלכות גם לגבי שיפור האמינות בקווים הקיימים. בהתאם לתוכנית ה-עבודה של אחזקת המערכות הוחלט להתקין יותר משלושים אתרי בדיקה וניסויים במקומות שונים בארץ המאפיינים איזורים שונים מבחינת תנאי האקלים, ההתרחקות משפת הים, נוכחות מקורות זיהום שונים וכו'. במשך שלוש שנים יעקבו אחר קצב זיהום המבדדים והרכב הזיהום. מידע זה יאפשר בסופו של דבר להכין מפת זיהום שלפיה כאמור לעיל, ניתן יהיה לבסס את בחירת רמת הבידוד האופטימלית לקווי חשמל בכל רחבי הארץ.

שלב ראשון (1a) הגדלת זרם הזחילה על פני המבדד עקב הופעת מים על פני המבדד והמסתת-ה-מלחים במים אלו. הגדלת זרמי הזחילה גורמת לחימום של פני המבדד. חימום זה משפיע על התייבשות שכבת הזיהום כך שבמקומות בהם צפיפות זרמי הזחילה גבוהה (ליד פיך, ליד כיפה וכו') תהליך ההתייבשות מהיר יותר מאשר בשאר המקומות.

בשלב השני של תהליך הפריצה (1b) מופיעות רצועות של שכבת זיהום יבשות עקב זרמי הזחילה המוגדלים. תהליך ההתייבשות גורם לח-לוקה חדשה של המתח לאורך מסלול הזחילה על פני המבדד כך שרוב המתח מופיע על רצועה דקה יחסית של שכבת הזיהום היבשה.

מחלוקת המתחים החדשה נוצרת פריצה מקומית (1c) והרצועה היבשה מתקצרת על ידי קשת חשמלית. זרם הזחילה גדל עוד יותר בהתאם ל-הקטנת ההתנגדות השטחית של מסלולו על פני המבדד.

הגדלה נוספת של זרם הזחילה גורמת להיווצרות רצועות יבשות נוספות ולהתקצרותם על ידי הק-שת החשמלית עקב פריצות מקומיות חדשות עד שכל מסלול זרם הזחילה יקוצר על ידי קשת חשמלית, דבר שיוצר קצר בין פזה לאדמה. הקצר מופסק כמובן על ידי פעולות אמצעי הגנה מת-אימים (ראה 1d, e, f).

איפיון הזיהום של מבדדים

היות ואחד מהגורמים החשובים ביותר בתהליך היווצרות הפריצה על פני המבדד המזוהם הינו נוכחות מלח בשכבת הזיהום, מקובל לאפיין את מידת זיהום המבדד ואת התנהגותו הצפויה על ידי הצפיפות האקויוולנטית של המלח (NaCl) על פני המבדד. הוכח על ידי ניסויים רבים כי קיים קשר הדוק בין הצפיפות האקויוולנטית של המלח על פני המבדד ובין ערכו של מתח פריצת המבדד על פניו (ראה ציור מס' 2).

ניתן לאפיין את מידת הזיהום של המבדד גם על ידי ערך מינימלי של אורך זחילה סגולית (cm/kv) הדרוש על מנת להבטיח עמידת מבדד מזוהם בפני מתח עבודה רגיל.

בטבלה שלהלן מובא המיון, המקובל על הוועדה הבינלאומית (IEC), של איזורים שונים בהתאם למידת זיהום מבדדים:

הגדרת האיזור מבחינת רמת הזיהום	הכמות הסגולית של מלח (mg/cm ²)	הערך המינימלי של אורך הזחילה הסגולי (cm/kv)	מספר האיזור בהתאם לרמת הזיהום
רמת זיהום קטנה	0.03 ÷ 0.06	1.6	I
רמת זיהום בינונית	0.05 ÷ 0.2	2.0	II
רמת זיהום גבוהה	0.1 ÷ 0.6	2.5	III
רמת זיהום גבוהה במיוחד	0.25 ÷ 1.0	3.1	IV

הצרכנות הביתית - סקר חורף 1978/9

נ. צור — סטטיסטיקאי

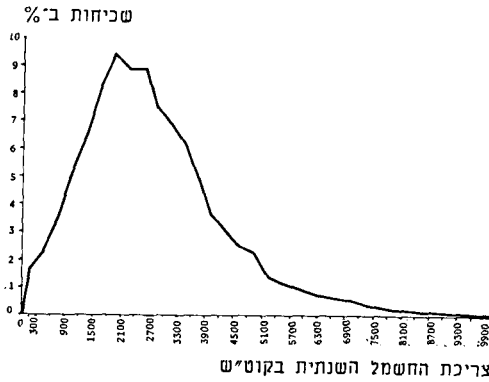
צריכת החשמל הביתית

צריכת החשמל הממוצעת של משק בית בישראל מסתכמת ב-2900 קוט"ש לשנה.

מאתיים אלף משפחות צורכות מתחת ל-1500 קוט"ש בעוד שאצל 50 אלף משפחות מסתכם ה- ביקוש לחשמל בלמעלה מ-6000 קוט"ש לשנה. התפלגות האוכלוסיה לפי רמת הצריכה מוצגת בדיאגרמה מס' 1.

דיאגרמה מס' 1

התפלגות האוכלוסיה לפי רמת הצריכה



ריכוז האינפורמציה מהדיאגרמה הנ"ל נערך ע"י צבירת 5 קטגוריות של רמות צריכה. קטגוריות אלה מייצגות את כל האוכלוסיה ומופיעות ב-טבלה מס' 1.

מתברר כי רמת הצריכה השכיחה באוכלוסיה היא 3000-1500 קוט"ש. כרבע מהמשפחות (240 אלף) מגיעות לצריכה של 4500-3001 קוט"ש בשנה.

בעלות על מכשירי חשמל

צריכת החשמל מושפעת מהרכב המכשירים החשמליים שברשות משק הבית וממידת השימוש במכשירים אלה. נתונים לגבי שכיחותם של מכשירי חשמל שונים בקרב המשפחות בישראל ניתנים ב-טבלה מס' 2.

טבלה מס' 1

התפלגות האוכלוסיה לפי רמת צריכת החשמל

סה"כ משפחות	סה"כ באחוזים	צריכת חשמל שנתית בקוט"ש				
		0-1500	1501-3000	3001-4500	4501-6000	6001 ומעלה
975	187	417	240	78	53	100.0
		42.8	24.6	8.0	5.4	100.0

נ. צור — המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים, אגף מערכות מידע ומחשבים, חברת החשמל.

החשמל לשימוש ביתי מסוגק לדירותיהן של כ- מיליון משפחות בישראל. השימוש הביתי בחשמל בשנת 1978/9 הסתכם ב-2,820 מיליוני קוט"ש המהווים למעלה מרבע מצריכת החשמל הכוללת בישראל.

משקלה של הצרכנות הביתית בשיא הביקוש ה- חורפי עולה בהרבה על משקלה בצריכת האנרגיה. למיכך, לשם הכרת מאפייניו של סקטור זה נדרש מחקר יסודי וזאת על מנת לאפשר תכנון יעיל של משק החשמל לשנות ה-80.

מספר יעדים נקבעו למחקר זה, הכוללים:

- איפיון משפחות המשתמשות במכשירי חשמל שונים וברמות שונות של צריכה עמ"י משתנים סוציו-כלכליים כמו: הכנסה, גודל משפחה, גודל דירה, משך זמן נישואין, סוג מבנה המגורים, ארץ מוצא אבי המשפחה וסוג הישוב.

- יצירת מערך אינפורמציה שיאפשר מתן תשובות בנושאי צרכנות ותעריפים.

- איתור מוקדים לחסכון.

- יישום הממצאים לצרכי שיפור אמינותן של תחזיות הביקוש לחשמל לשנות ה-80.

הסקר התבסס על מדגם של 2000 משפחות עירוניות, מדגם המייצג כ-98 אחוזים מכלל הצרכנים הביתיים.

ביצוע הראיונות נעשה ע"י מכון למחקר שיווק ("גאלופ ישראל"). משפחות המדגם נפקדו בחורף 1978/9. עבור כל משפחה שנפקדה מולא שאלון שחיל פרטים רבים המתארים את משק הבית, מצאי מכשירי החשמל שברשותו, הרגלי השימוש במכשירים אלה ועוד.

תכנון המדגם וניתוח הממצאים המתבססים על עיבוד נתונים בוצע ע"י המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים בחברת החשמל.

הממצאים המובאים להלן הם תמצית מעבודה שפורסמה והוקדשה לקשר שבין המשתנים ה- סוציו-כלכליים ומשתני החשמל (בעלות על מכשירי חשמל והצריכה).

טבלה מס' 2
בעלות על מכשירי השמל

מס' מכשירים ל-100 משפחות באוכלוסיה	מס' המכשירים באוכלוסיה (באלפים 4)	מכשירי חשמל
87	848.8	מקרר רגיל
7	68.3	מקרר "יבש"
94	917.1	סה"כ מקרר
83	809.8	טלוויזיה שחור לבן
9	87.8	טלוויזיה צבעונית
		או שנים ויותר
		שחור לבן
92	897.6	סה"כ טלוויזיה
83	809.8	מכונת כביסה
74	722.0	תנור אפיה חשמלי
		משפחות שבבעלותן
57	556.1	מכשירי הסקה חשמליים
43	419.5	דוד מים חשמלי (1)
11	107.3	מזגן (לקרור בקיץ)
4	39.0	כיריים חשמליות
3	29.3	מקפיא
2	19.5	מדיח כלים
2	19.5	מיבש כביסה חשמלי
		מכשירי מטבח
157	1531.8	חשמליים (2)
		מכשירים חשמליים
274	2673.3	נוספים אחרים (3)

נתוני הטבלה מצביעים על כך כי מקרר, מכונת כביסה וטלוויזיה יחזור-לבן הם מכשירים שכיחים הנמצאים כמעט בכל בית בישראל. לא צפוי גידול משמעותי נוסף בשערי הבעלות על מכשירים מ-קבוצה זו מעבר לגידול הטבעי במספר המשפחות. עם זאת המעבר למקררים משוכללים וגדולים י-תר וטלוויזיות צבעוניות עשוי להיות בעל משמ-עות ניכרת מבחינת הביקוש לחשמל.

תנור אפיה חשמלי, הסקה חשמלית ודוד מים חשמלי שכיחים גם הם באוכלוסיה אם כי במידה פחותה וזאת מכיוון שיש בנמצא מכשירים המ-פעלים בעזרת אנרגיה תחליפית (נפט, גז, וכו'). המגמה אשר תסתמן בעתיד מבחינת שעורי בע-לות על מכשירים אילו מותנית ביחסי המהירים בין סוגים שונים של אנרגיה ומידת האטרקטי-ביות של מכשירים אלה.

מזגן, מקרר מיוחד, מדיח כלים, מקפיא, מייבש כביסה הם מכשירים נדירים באוכלוסיה וכפי ש-נראה בהמשך נמצאים בבעלותם של משפחות "מ-בוסות".

כדי לבחון את הרכב המיכשור החשמלי באוכל-ר סיה נבנו 24 קומבינציות שונות של מכשירים. קומבינציות אלה מתארות מבנה "היארכי" של מכשירים בהתאם למידת "החישמול" של משק ה-בית.

ברמה הנמוכה ביותר נמצא המיכשור הבסיסי הכולל מקרר ומאור בלבד. יש לציין כי הטלוויזיה הפכה בשנים האחרונות למיכשור הנמצא כמעט בכל בית בישראל. לפיכך ניתן היה להכלילה ב-מסגרת המיכשור הבסיסי. אולם הניתוחים שנעשו מתייחסים אך ורק לטלוויזיה הצבעונית במסגרת מכשירי מותרות.

הטבלה הבאה מציגה את קומבינציות מכשירי ה-חשמל השכיחות בקרב המשפחות. ההרכבים ה-מתוארים בטבלה מכסים כ-72 אחוז מצרכני ה-חשמל.

בהתייחסות להרכב המיכשור הנמצא במשק בית ניתן לומר שאצל כרבע מהמשפחות (224 אלף)

- (1) לא כולל דודי שמש עם אלמנט חשמלי.
- (2) מספר המכשירים ללא אבחנה בין סוגי המכשירים הבאים: טוסטרס שונים, קולט'אדים, מיקסר ובלנדר, גריל נייד, קומקום חשמלי.
- (3) מספר מכשירים ללא הבחנה בין סוגי המכשירים הבאים: מיבש שיער, כרית או שמיכה חשמלית, מכונת תפירה חשמלית, רדיו/פטיפון סטריאו, מאור, כלי עבודה חשמליים (מקדחה, משור וכו'), מעגילה, שואב אבק.
- (4) מבוסס על סה"כ 975 אלף צרכני חשמל ביתיים, עפ"י אוכלוסית המחקר, במרץ 1979.

טבלה מס' 3

בעלות על מכשירי חשמל באוכלוסיה לפי קבוצות מכשירים (באחוזים מתוך סה"כ משפחות).

אחוז המשפחות שברשותן קומבינציות מכשירי חשמל		קומבינציות של מכשירי חשמל
מתוכן בעלות דוד מים חשמלי	סה"כ	
1.6	3.8	מיכשור בסיסי בלבד
2.4	5.5	מיכשור בסיסי + כביסה בלבד
8.4	23.6	מיכשור בסיסי + כביסה+אפיה בלבד
16.2	33.5	מיכשור בסיסי+כביסה+אפיה+הסקה בלבד
2.3	5.8	מיכשור בסיסי+כביסה+אפיה+הסקה +2 עד 5 מכשירי מותרות*
30.9	72.2	סה"כ משפחות בקומבינציות דלעיל.

* טלוויזיה צבעונית, מקרר "יבש", מקרר שתי זלזות, מייבש כביסה, מקפיא, מדיח כלים.

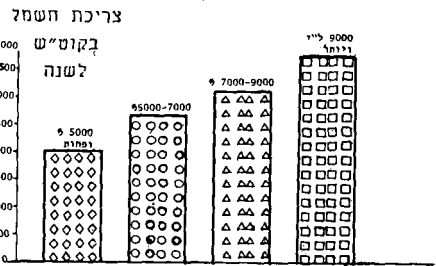
כולל המיכשור החשמלי (ללא התייחסות לשיטת חימום המים): מאור, מקרר, טלוויזיה, מכונת כביסה ותנור אפיה חשמלי בלבד. צריכה שנתית ממוצעת למשפחה שברשותה מיכשור זה היא כ- 2800 קוט"ש לשנה. בבעלות שליש נוסף של משפחות (322 אלף) אותו הרכב מיכשור חשמלי בתוספת לפחות מכשיר חשמלי אחד להסקת הדירה, קבוצה זו צורכת כ-3400 קוט"ש בשנה. הדגש נפרד ניתן לדוד המים החשמלי וזאת עקב היותו של מכשיר זה דומיננטי במערכת המיכשור הביתי מבחינת צריכת החשמל והעומס. כ-420 משפחות המהוות כ-43 אחוז מכלל המשפחות משתמשות בחשמל לחימום מים (לא כולל דודי שמש עם גיבוי חשמלי).

השפעת ההכנסה וגודל המשפחה על השימוש בחשמל

מכל המשתנים הסוציו-כלכליים אשר נבחנו נמצא כי להכנסה ולגודל המשפחה השפעה מכרעת על מצאי מכשירי החשמל וצריכת החשמל. משפחות מעוטות הכנסה מסתפקות ב-1990 קוט"ש לשנה במוצע בעוד שמשפחות בעלות הכנסה גבוהה מגיעות לצריכה של כ-3735 קוט"ש לשנה. כ-22 אלף משפחות בעלות הכנסה גבוהה מגיעות לרמת צריכה העולה על 6000 קוט"ש בשנה לעומת זאת מציינת משפחה מעוטת הכנסה המגיעה לרמת צריכה זו הוא דבר נדיר. המגמה המסתמנת בצריכת החשמל של השכבה מעוטת היכולת לעומת השכבה „המבוססת" מרצנת בדיאגרמה מס' 2.

דיאגרמה מס' 2

צריכת החשמל כפונקציה של ההכנסה



הכנסה חודשית נטו בל"י

השפעת ההכנסה על רמת המיכשור ניכרת בעיקר במכשירים כמו: מזגן, מקרר מיוחד, מדיח כלים, מקפיא ומיבש כביסה, מכשירים אלה נמצאים, אם כי עדיין באחוזים בודדים, בקרב משפחות בעלות הכנסה גבוהה. עליה בהכנסה הריאלית של המשפחות בישראל תביא לעליה באחוזי הבעלות של מכשירים אלה.

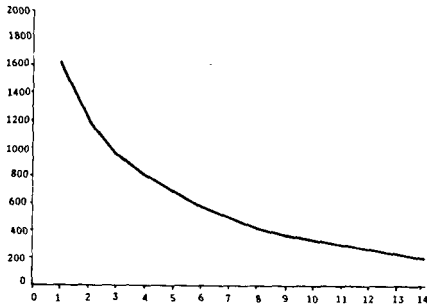
מכשירים בסיסיים ודוד מים חשמלי ניתן למצוא גם במשפחות שרמת הכנסתן נמוכה למדי. מכאן שלהכנסה הכספית של משק הבית אין כל השפעה

על הנטיה להשתמש במכשירים אלה. גודל המשפחה הוא גורם דומיננטי בקביעת רמת הצריכה. הצריכה הממוצעת אצל הבודדים היא 1,618 קוט"ש, במשפחות ללא ילדים 2,399 קוט"ש ובמשפחות בנות 8 נפשות ויותר 3,029 קוט"ש בשנה.

את הנטיה להשתמש בחשמל כפונקציה של גודל המשפחה נוכל לראות בדיאגרמה מס' 3:

דיאגרמה מס' 3
צריכת החשמל לנפש

צריכת החשמל לנפש בקוט"ש



גודל משפחה — בנפשות

הבדל בולט קיים בין שכוחותם של תנור אפיה חשמלי ומכונת כביסה אצל הבודדים (35 אחוז) לעומת זוגות (60 אחוז) וכמו כן בין זוגות למשפחות עם ילדים (90—80 אחוז).

במשפחות בעלות 3 ילדים קיימת נטית ירידה בשימוש במכשירים כמו: הסקה חשמלית, דוד מים חשמלי ובישיל על חשמל. ירידה זו מלווה בעליה מקבילה של מכשירים המופעלים באנרגיה תחליפית.

המימצאים אשר הובאו לעיל הצביעו על כך כי למשתנים הסוציו-כלכליים בכלל ולגודל משפחה והכנסתה בעיקר, השפעה נכבדה על צריכת החשמל. צריכה זו מושפעת למעשה משני גורמים:

- מצאי מכשירי החשמל המשמשים את המשפחה.
- מידת האינטנסיביות בה משתמשים בני המשפחה במכשירים שברשותם.
- מידת השפעתם של כל אחד משני הגורמים הנ"ל יהיו חלק ממגוון הנושאים אשר מחקר זה עתיד לכסות והכוללים:
- תאור מפורט של מכשירי חשמל שברשות משק הבית.
- תרומתם של המכשירים השונים לצריכה הכוללת.
- תרומתם של המכשירים השונים לעקומת העומס הביתית ומאפייני עקומה זו בחורף.
- שימוש בממצאים אלה לצורך חיזוי.

מידע לחשמלאים מטעם

היחידה לחשמל ואלקטרוניקה במשרד העבודה והרווחה *

רשיון כזה מחזיקים גם טכנאים והנדסאי חשמל בעלי ניסיון מקצועי מתאים והוא מיפה את כוחו של המחזיק בו לבצע עבודות במתקנים עד 400 A. מן הראוי לציין כי היחידה מעניקה גם רשיונות למהנדסי חשמל וזאת לאחר שהמציאו דיפלומות ואישורי ותק המוכיחים השכלתם וניסיונם הי- מקצועי ואושרו על ידי ועדה מקצועית שליד היחידה.

4. האם קיימת אפשרות לקידום מקצועי במקצוע החשמל ואיך ניתן לרכוש השכלה אשר תאפשר קידום זה?

נושא נוסף המיחד את תחום מקצוע החשמל הוא המוביליות המקצועית. למעשה חשמלאי יכול כיום ללמוד בקורס חשמל, לרמת חשמלאי מוסמך בשלשה אופנים;

א) בקורסי יום — באחד ממרכזי ההכשרה הרבים הקיימים ברחבי הארץ, כאשר הלימודים מתנהלים 6 ימים בשבוע משך כשנה.

ב) בהשתלמות ערב במשך כשנתיים, וזאת כאשר ביום מועסק התלמיד כחשמלאי מתלמד.

ג) בעזרת קורסים של האוניברסיטה הפתוחה המתבצעים בשיתוף ובפיקוח משרדנו.

חשמלאי מוסמך או ראשי שירצה להמשיך בלימודיו לקראת תואר גבוה יותר יוכל לעשות זאת באחת מעשרות השתלמויות שמשרדנו מקיים ברחבי הארץ.

ברצוני להזכיר כי יחידות הלימוד בנויות בצורה של נדבכים, כך שהמתחיל בהשתלמות מסויימת נהנה מהידע שצבר בקורס הקודם.

אגב, חשמלאי ראשי ובכיר נהנה מקרדיטציה רצינית בבואו להרשם לקורס טכנאי חשמל.

כמו כן, מתקיימות השתלמויות רבות בנושאי התמחות ספציפיים, כגון: חשמלאי מעליות, קרוור ומזוג אוויר, תאורה וכו'.

5. חשמלאים חסרי רשיון או כאלו שברצונם להתקדם, למי עליהם לפנות לקבלת אינפורמציה ולהרשמה לקורסים ולהשתלמויות?

חברת החשמל והגופים המעסיקים חשמלאים מקפידים לאחרונה כי החשמלאים הבאים במגע אתם יחזיקו ברשיונות ההולמים את תפקידיהם. מכאן שאנו חשים, באחרונה, בלחץ רציני של מבקשי רשיונות. רובם של אלו מעוניינים בהשתלמויות אשר תאפשרנה הגשתם לבחינות ממשלתיות לרישוי גבוה יותר.

אינפורמציה בקשר להרשמה לקורסים, להשתל- מויות ולמתן רשיונות ניתן לקבל ביחידה לחשמל ואלקטרוניקה רחוב מחלקי המים 21 ירושלים ת.ד. 4023, טלפונים 02-665760/1 או באחד המשרדים המחוזיים של המנהל להכשרה ופיתוח כ"א.

בתל-אביב — רחוב יונה הנביא 13.

בחיפה — דרך העצמאות 82.

בבאר-שבע — בנין מרכז הנגב.

בירושלים — במגרש הרוסים.

1. מהן הפונקציות שממלאת היחידה ולשם מה הוקמה?

היחידה ממלאת שתי פונקציות. א) הכשרה והשתלמות מקצועית למתבגרים ו- מבוגרים. ב) רישוי. חשמלאים לפי חוק החשמל 1954, וסיווג אלקטרונאים.

היחידה הוקמה כדי לשמש כתובת מרכזית לבעלי המקצוע, בענפים אלו, וכן משמשת כתובת שאליה יכולה אוכלוסיה זו להפנות בעיותיה, בתחומים השונים, ולזכות בתשובות מהימנות ומקיפות.

2. מדוע חייב חשמלאי להחזיק ברשיון לביצוע עבודות חשמל?

חשמל הינו מקצוע, אשר העוסק בו ללא ידיעה מקצועית מספקת, מסכן עצמו מחד, ואת המש- תמשים במתקן מאידך. לפיכך חוקק בשנת 1954 חוק החשמל אשר מגביל את העיסוק במקצוע למרשים בלבד.

כמו כן, מן הראוי לציין, כי חשמל הנו המקצוע היחיד המאפשר לאדם שאינו מהנדס להגיש תכ- נית לאישור הגופים המספקים אנרגיה, — כגון חברת החשמל.

משמע שלרשיון החשמל ערך כפול ומשולש.

א. הוא משמש את המחזיק בו — כעין תעודת זיהוי מקצועית.

ב. החשמלאי נהנה מפרסטיז'ה וממוניטין מק- צועי כאשר הרשיון שהוא מחזיק בו מהווה עדות להישגיו המקצועיים.

ג. המחזיק ברשיון חשמל נהנה מאפשרות ביצוע עבודות ההולמות את סוג רשיונו, כאשר הגישה לעבודות אלו חסומה בפני חשמלאים חסרי רי- שיון.

3. איך ניתן לזכות ברשיון חשמל ואלו סוגי רשיונות קיימים?

קיימים מספר סוגי רשיונות. הסוג הנמוך ביותר הינו **חשמלאי עוזר** והוא מאפשר למחזיק בו ל- בצע עבודות חשמל בפיקוחו של בעל מקצוע הי- מחזיק ברשיון מסוג גבוה יותר. רשיון זה ניתן לבוגרי קורסים חסרי ניסיון או לחילופין, לעובדי חשמל החסרים השכלה מקצועית פורמלית. הסוג השני הינו **חשמלאי מוסמך** והמהזיק בו ראשי ל- בצע ולתכנן עבודות חשמל במיתקנים שהיקף הי- הסקה שלהם הוא עד 60 A. רשיון זה מוענק לבוגרי קורסים ובתיספר מקצועיים בעלי ניסיון כחשמלאי עוזר.

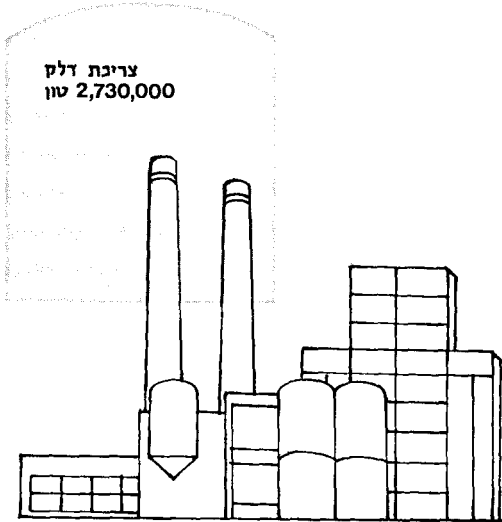
הדרגה השלישית הינה **חשמלאי ראשי**, רשיון זה מוענק לחשמלאים מוסמכים שעברו השתלמות מקצועית ושימשו פרק זמן מסויים כחשמלאים מוסמכים. רשיון כזה מאפשר למחזיק בו לבצע מתקני חשמל בהיקף 200 A.

הרשיון מהסוג הגבוה ביותר נקרא בשם **חשמלאי בכיר** והוא מוענק לחשמלאים ראשיים אשר צברו ותק מקצועי והשתלמו בקורסים מתאימים, ב-

* תשובותיו של מר ד. תרזה (המפקח הארצי לחשמל ואלקטרוניקה במשרד העבודה והרווחה) לשאלות שהופנו אליו בימי עיון — "התקע המצדיע" בע"פ.

יצור חשמל ומכירות חשמל - 1978/79

יצור חשמל



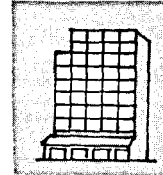
יצור ברוטו
11,650
מיליון קוט"ש

מכירות חשמל
לצרכנים
10,350 מיליון קוט"ש

שימוש עצמי
לתחנות כח
692 מיליון קוט"ש

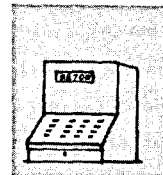
אבודים במסירה וחלוקה
608 מיליון קוט"ש

מכירות חשמל לפי שימושים



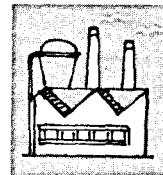
27%

2,820 מיליון קוט"ש ביתי



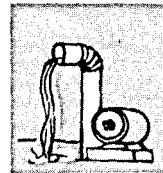
17.1%

1,770 מיליון קוט"ש מסחרי



34.9%

3,615 מיליון קוט"ש תעשייתי



16.6%

1,715 מיליון קוט"ש שאיבת מים



4.2%

430 מיליון קוט"ש חקלאות

טוב שיש חשמל



חסור - שלא יחסר

חברת החשמל לישראל בע"מ