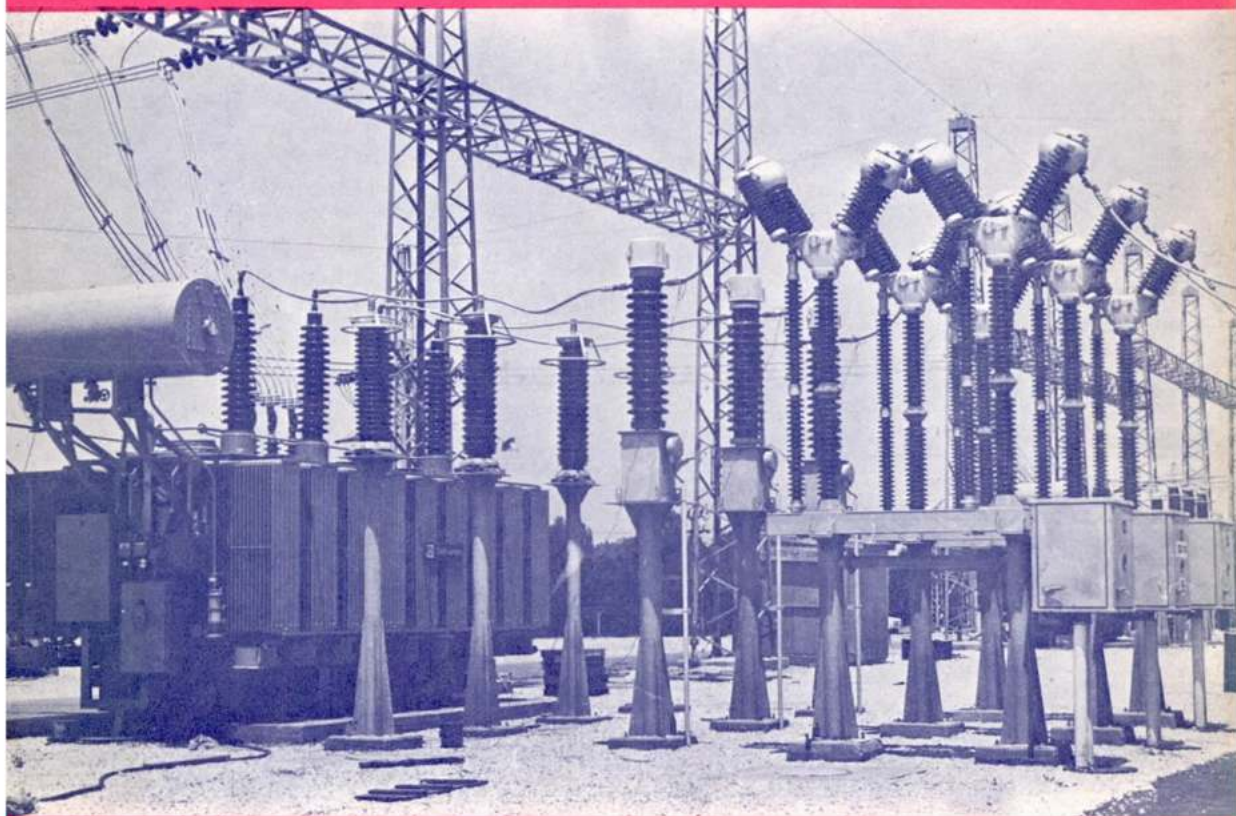


התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



יוני 1977

מס' 17

תוכן הענינים

3	הודעה בענין מקדם ההספק
4	הנחיות טכניות למיתקני קבלים לשיפור מקדם ההספק במתח נמוך
5	מכתבים למערכת
7	על ייעול וחיסכון בצריכת החשמל של המקרר
9	ימי עיון לחשמלאים — „התקע המצדיע“ בע"פ
10	ניצול יעיל של מתקן החשמל — הביטוי בתעריף
11	הארקות והגנות אחרות — בעיות ופתרונות
14	תכנון וביצוע סקרים לייעול וחיסכון בצריכת החשמל במפעלי תעשייה
17	מהדורה חדשה של תקנות בדבר כללים להתקנת לוחות במתח נמוך
18	מערכת ציוד חדש למדידות ולכיול מונים

מדור מודעות שרות פרסומי

	ייעול וחיסכון בצריכת החשמל ע"י שימוש בווסת אנרגיה מתולכת
19	לניחול עומס (PROGRAMMABLE ENERGY CONTROLLER)
24	אחזקה וטיפול בנגרטורים לשעת חרום
27	מתח עבודה — 660 וולט
31	הוראות בטיחות לעבודה במסדרי חשמל
33	שבוע הבטיחות בחשמל
34	חידון בקיאות מס' 17 בתקנות החשמל
35	פתרון החידון מס' 16

העורך :

א. לייסנר

המערכת :

צ. אביתר, מ. זיסמן, ל. יבלונובסקי,

ז. ספורן, י. פישר, נ. פלג, ג. פרבר

מנהלה :

ש. וולפסון

תסדיר וביצוע :

מ. ציסרון

כתובת המערכת :

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת. ד. 25, תל-אביב — 61000

טלפון 03'34039

הדפסה :

דפוס ואופסט נורמן, חיפה.

בשער : תחנת המשנה „עמק-חפר“ אשר הוכנסה לאחרונה לניצול. התחנה היא הראשונה בסדרה חדשה של תחנות-משנה הנמצאות כרגע בשלבי תכנון וביצוע. תחנות אלה מיועדות לאיזורי צריכה צפופים, בעיקר במרכז הארץ ומתוכננות בשלב הסופי לכלול 4 שנאים — 45 מו"א כל אחד. עד כה נבנו התחנות לשנאים של 30 מו"א בלבד. בתחנות החדשות יושמו כמה חידושים ופתרונות טכניים מעניינים.



הודעה בענין מקדם ההספק-COSP

ביוזמה משותפת של משרד המסחר והתעשייה וחברת החשמל הוכנסו, החודש, שינויים בעלי משמעות בכללים לאספקת החשמל לצרכנים ובתעריפי החשמל המת-ייחסים לענין מקדם ההספק.

בכללי האספקה בנוסח המעודכן נאמר:

„על הצרכן לנקוט בכל האמצעים הדרושים על מנת להבטיח שמיתקנו יפעל במקדם הספק שלא יהיה פחות מ-0.85 בכל זמן שהוא.

הערה: כלל משנה זה יהיה בתוקף עד ליום 31.3.79 ואילו החל מ-1.4.79 יחול כלל המשנה הבא:

על הצרכן לנקוט בכל האמצעים הדרושים על מנת להבטיח שמיתקנו יפעל במקדם הספק שלא יהיה פחות מ-0.92 בכל זמן שהוא.”

בתעריפי החשמל בנוסח המעודכן נאמר:

„25 ב' (1) — תשלום בעד מקדם הספק נמוך

(1) על הצרכן לנקוט בכל האמצעים הדרושים כדי למנוע ממקדם ההספק שיהיה פחות מ-0.85. במקרה שמקדם ההספק יהיה באיזה זמן שהוא פחות מ-0.85, ישלם הצרכן, נוסף על המחירים הרגילים, הוספה כלהלן; מבלי שתשלום זה יפטור אותו מן ההתחייבות לנקוט בכל האמצעים כדי להביא את מקדם ההספק ללא פחות מ-0.85.

(א) במקרה שמקדם ההספק יהיה לא פחות מ-0.80 — הוספה בשעור של 1% מן המחיר בעד כל 0.01 ממקדם ההספק החסר להשלמת מקדם ההספק עד 0.85;

(ב) אם מקדם ההספק יהיה פחות מ-0.80 אך לא פחות מ-0.70 — הוספה בשעור של 1.25% מן המחיר בעד כל 0.01 ממקדם ההספק החסר להשלמת מקדם ההספק עד 0.85;

(ג) אם מקדם ההספק יהיה פחות מ-0.70 — הוספה של 1.5% מן המחיר בעד כל 0.01 ממקדם ההספק החסר להשלמת ההספק עד 0.85.

הערה: תוקף הוראה זו הוא עד 31.3.79.

החל מ-1.4.79 תחול ההוראה הבאה: —

תשלום בעד מקדם הספק נמוך

(1) על הצרכן לנקוט בכל האמצעים הדרושים כדי למנוע ממקדם ההספק שיהיה פחות מ-0.92. במקרה שמקדם ההספק יהיה באיזה זמן שהוא פחות מ-0.92, ישלם הצרכן, נוסף על המחירים הרגילים, הוספה כלהלן; מבלי שתשלום זה יפטור אותו מן ההתחייבות לנקוט בכל האמצעים כדי להביא את מקדם ההספק ללא פחות מ-0.92.

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

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

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

* * *

יש לציין שהכניסה לתוקף של השינויים החדשים היא החל מ-1.9.77 אולם הדבר יתבצע ב-2 שלבים:

שלב א' (בתקופה 1.9.77 — 31.3.79) תהיה העלאה בתשלום בעד מקדם הספק נמוך אולם עדיין רק לגבי מקדם הספק הנמוך מ-0.85.

שלב ב' (החל מ-1.4.79) תועלה רמת מקדם ההספק, שמתחתיו מחוייב הצרכן בתשלום, ל-0.92.

* * *

- עד לאותו מועד של תחילת שלב ב' על הצרכנים להיערך:
- 1) במתקנים הקיימים בהם יש להתקין קבלים כנדרש.
 - 2) במתקנים החדשים אותם יש לתכנן מראש למקדם הספק של 0.92 לפחות, הן בבחירת הציוד וכן בהתאמת האמצעים לשיפור מקדם ההספק כדי לשמור על רמתו הנאותה. בודקי החברה יקפידו בשעת הבדיקה לודא שהמתקן הנבדק תוכנן ובוצע לרמת מקדם הספק 0.92 לפחות.

* * *

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

מקדם ההספק	0.92	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
% ההוספה הישן (עד 31.8.77)	0	0	0	3.5	7	10.5	20	25	45	52.50
% ההוספה (החל מ-1.9.77 עד 31.3.79)	0	0	0	5	12.50	18.75	30	37.50	45	52.50
% הוספה (החל מ-1.4.79)	0	2	7	12	21.25	27.50	40.50	48	55.5	63

הנחיות טכניות למיתקני קבלים לשיפור מקדם ההספק במתח נמוך

בחוברת „התקע המצדיע“ מס' 14 (אפריל 1976) פורסמו הנחיות טכניות למתקני קבלים לשיפור מקדם ההספק במתח נמוך. להלן עדכון לסעיף 6 של ההנחיות:

מניעת הספק קיבולי.

יש להמנע ממצב בו יהיה מקדם הספק קיבולי משמעותי כאשר הצרכן אינו מועמס (או מועמס באופן מזערי) וזאת הן בגלל האיבודים הנובעים מזרימת הזרם הקיבולי והן בגלל אפשרות של מתח יתר העלול לגרום נזק לאותם מכשירי צריכה המחוברים לרשת (נורות וכו'). לשם שמירה על הדרישות הנ"ל, נקבע כדלהלן:

6.1 סוללת קבלים שהספקה 60 קוא"ר או יותר תצויד במערכת פיקוד אוטומטית, אשר תבטיח שמקדם ההספק הכללי של הצרכן יישמר בגבולות: 0.95 קיבולי — 1.00 — 0.92 השראתי.

6.2 כאשר מותקנים קבלים בהספק מעל 15 קוא"ר אך פחות מ-60 קוא"ר, יש לצייד את המערכת לפחות במנגנון חיבור/ניתוק אוטומטי אשר ינתק את מערכת הקבלים כאשר הזרם **בשאר** מתקני הצרכן יורד מתחת ל-30% של הזרם הנומינלי של הצרכן ויחבר אותה כאשר הזרם עולה על 40% של הזרם הנומינלי. (מערכת הפיקוד צריכה להיות מותקנת כך שלא תמדוד את הזרם למתקן הקבלים).

6.3 אם הספק הקבלים המותקן אינו עולה על 15 קוא"ר ניתן להסתפק במפסק ידני בלבד.

מפתחים / מערכת

התקנים הישראלי או מכון מתאים בארץ מוצאם. ה. החיבור המוצע לא יעזור נגד פיצוץ במקרה שתואר במאמר: „הדוד נשאר מחובר לרשת החשמל בסוף שבוע כאשר הצרכן אינו בבית” וכאשר, נריך להבין, גם התרמוסטט וגם שסתום הבטחון, שניהם לא בסדר.

ו. הגדלת הבטיחות נגד פיצוץ הדוד צריך לחפש בשיפור שסתום הבטחון והתרמוסטט, אולי אף בשימוש בשני תרמוסטטים וזה ענין למכון התקנים, ולא בחיבור שהוצע.

ז. התרופה נגד סכנה לחשמלאי בגלל תקלה במפסק, היא לבדוק אם אין מתח במתקן לפני התחלת העבודה. לחשמלאי שלא יעשה זאת לא יעזרו כל מנורות סימון וכל אמצעי בטיחות וסופו יהיה מרי.

אינג' ו. דוניבסקי, חיפה

מפסק-מגן „רגיש-מדי”

קורה לי במסגרת עבודתי, לעתים די קרובות, שאני נקרא לטפל ב„קצר” אשר לאחר בדיקה מתברר כי הוא נובע מזרם דלף לאדמה טנוצר ע”י הצטברות של „דליפות” מ-2 מכשירים שונים כאשר הדליפה בכל אחת מהם היא כה זעירה עד שאינה מפעילה את מפסק המגן, אך, בזמן הפעלת 2 המכשירים בו זמנית נוצרת דליפה מצטברת המגיעה ל-30 מיליאמפר ומפעילה את מפסק המגן. במקרה זה, אין לי ברירה אלא ליעץ לצרכן לנתק את אחד המכשירים ולא לחברם בו זמנית או בתור אלטרנטיבה לנתק את מעגל ההארקה של אחד המכשירים ולסמוך על ההגנה של מפסק המגן בלבד.

את התקלה במכשיר עצמו קשה בדרך כלל לאתר בתנאי „שדה”.

נ. משה, קרית אתא

כל מכשיר שהבידוד שלו גרוע מ-1/4 מגאוהם ב-ערך, יש לראותו כמכשיר פגום שדורש תיקון. אם יש 2 מכשירים כאלה גם אז הזרם עדיין לא מגיע ל-30 מיליאמפר ב-230 וולט.

לכן, אם זרם הדלף הכולל מגיע ל-30 מיליאמפר פירוש הדבר שהמכשירים לקויים ודורשים תיקון. „להפגיר” מהבעיה ע”י תרוץ „שקשה לאתר את התקלה” ולפתור את הבעיה ע”י קיצור המפסק. זוהי פעולה מסוכנת ונוגדת את כללי המקצוע. חובת החשמלאי להביא את המכשירים למצב תקין. אחרת, במקרה של פסק בהארקה יכולה להגרם תאונה קטלנית!

הערות למאמר: „איך להגביר את הבטיחות של דודי מים חמים”

(פורסם בחוברת מס' 15)

בחיבור המקובל עד כה, מאפשרת נורת הסימון קביעת מספר גורמים:

1. הדוד מופעל

2. משך זמן החימום (רגיל/לא רגיל)

3. קביעת ליקוי בגוף החימום או בתרמוסטט. עמ”י הצעתו של אינג’ זיס, ניתן אמנם למנוע את התקלה אשר צויינה במאמר, אך לי נראה, כי החיבור הקיים מפיך מנורת הסימון את המירב בעוד שבחיבור המיועד תלמד הנורה על קיום מתח הרשת בלבד. אלא אם טעיתי? באשר לסכנת הפיצוץ, האין שסתום בטחון עונה? והאם בחיבור המוצע הבטחון הוא מוחלט?

א. אראלי, רחובות

לדעתי, פסולה שיטת החיבור של הדוד המתוארת במאמר בתרשים מס’ 3, והנה הנימוקים:

א. השימוש במפסק דו-קטבי מיועד לנתק שני המוליכים של המתקן מהזינה לשם בטיחות מיריבה, ובמיוחד למנוע סכנה במקרה של טעות בין פזה ואפס במעגל, או הופעת מתח במוליך האפס בגלל תקלה במתקן או ברשת.

חיבור מוליך אחד לפני המפסק מבטל יתרון זה. ב. כיום משתמשים במפסק בנורות ניאון בלבד. מי יערוב כי בעתיד לא יופיעו נורות ליבון זעירות מתאימות למטרה זו. לא יהיה מי שישמור שלא ישתמשו בנורות אלה להחלפת נורת ניאון אשר התקלקל במקרה כזה וישאר הדוד עם הפסקה חד-קטבית בלבד, עם הסיכון שהוסבר כבר.

ג. באופן עקרוני יש להשתמש בכל אבזר ומכשיר למטרה שעבורה הוא מיוצר. סטיה מכלל זה הינה תמיד מקור לטענות ולסיכון. מפסק דו-קטבי מיועד לניתוק שני מוליכי הזינה מהמתקן על כל מרכיביו, ורק כך צריך להשתמש בו.

אין „לרמות” אותו על ידי חיבור מוליך אחד לפני המפסק, ומוליך אחד אחריו.

ד. אם נחשוד בכל מפסק שהוא עלול להשאיר קוטב אחד לא מנותק, לא יהיה לכך קץ. מצב כזה עלול לקרות גם בכל מפסק תלת-פזי, ואז ישאר מתח בפזה אחת של מנוע או מכשיר תלת-פזי.

תקלה כזו נדירה ביותר אם משתמשים במפסקים של יצרנים בעלי מוניטין, אשר נבדקו על ידי מכון

טעינת מצברים בשיטת ה"פולסים"

בהזדמנות זו הנני להודות לכם על מאמכם המעניין: "גישות מודרניות בטעינת מצברים" (חוב' 16), אולם לדעתי חסר בה פרק הון בטעינת מצברים בשיטת ה"פולסים". מטעמים בשיטה זו מיוצרים גם ע"י יצרן מקומי. לדברי היצרן שיטה זו טובה יותר מחשיטה של זרם דלף והיא שומרת

על המצבר ומאריכה את חייו. מאחר ולא מצאתי בספרות חומר בנושא זה הייתי מודה לכם אם תשלמו את המאמר בהסבר שיטה זו וביתרונו" תיה — אם ישנם.

שלמה לבנברג, גבעתיים

באחת החוברות הבאות אנו מקוים להביא מאמר נוסף בנושא הקשור בטעינת מצברים.

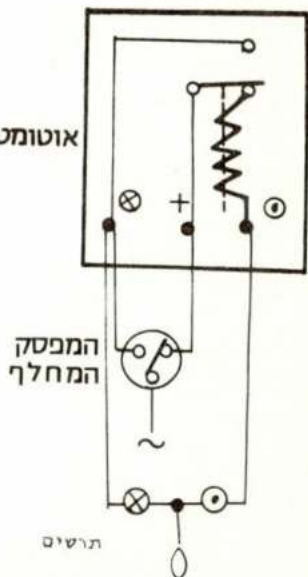
ייעול וחיסכון בחשמל בבנייני ציבור וחדרי מדרגות

בחדרי מדרגות יש צורך לעתים קרובות להדליק את התאורה באופן קבוע ולא רק למספר דקות, כפי שהדבר נעשה ע"י אוטומט המדרגות. לדוגמא: כדי לנקות את הדרה המדרגות יש להפעיל את התאורה לזמן ממושך יחסית, או אם האוטרט מס יצא מכלל פעולה יש להפעיל את התאורה בקביעות או לסירוגין, עד שיופיע החשמלאי, לתיקון התקלה, בפרט בבניינים שבהם התנועה בחדרי המדרגות בשעות מסוימות, מוגברת, כגון ב"ש ערב, בנייני משרדים וכד'.

הפתרון המאוחר הוא דחיפת גפרור באחד הלחצנים שבחדרי המדרגות, הגורם לתקלות בלחצנים ולבלאי מהיר של האוטומט.

ייעול במערכת זו יכול להעשות באופן פשוט ביותר ע"י הרכבת מפסק מחליף מסוג "עליהס"ח", ליד האוטומט כפי שמתואר בתרשים.

אוטומט המדרגות



לפי הצעה זו קיימת אפשרות בחירה:

1. כשהמפסק במצב "למעלה" האוטומט מופעל כרגיל ע"י הלחצנים.

2. כאשר דרושה הדלקה ממושכת של התאורה, יש לחוריד את המפסק למצב "למטה", האוטומט נעקף והנורות דולקות בקביעות.

עמר יורם, חולון

* *

ברצוני להציע להתקין בחדרי המדרגות של הבתים המשותפים מנורות פלורסצנט במקום המנורות הרגילות הדולקות בחדרי המדרגות ב' כניסה למשך כל הלילה.

דבר זה יביא לחסכון ניכר בצריכת החשמל בכך שיאפשר להחליף מספר מנורות רגילות במנורת פלורסצנט בודדת של 20 וואט.

דן בלאו, ירושלים

* *

תופעה מקובלת היום שבמוסדות ציבור רבים אנו ניתקלים בתאורה הפועלת במשך שעות היום למרות שאין בה צורך. הסיבה פשוטה: שכחו להפסיק.

בחדרי מדרגות נתקלים בתופעה זו פעמים רבות. המאור דולק במשך שעות היום, או משום שילדים מפעילים אותו ללא צורך או משום שהאוטומט מקולקל.

בבתים משותפים קיים בדרך כלל מספר די ניכר של מנורות אשר נדלקות ע"י מפסק (לא דרך האוטומט) כגון: מספר מואר, תאורה בחדר אשפה, תאורה בחצר ומסיבות שונות הן דולקות שלא לצורך.

הצעתי היא להתקין שעון מיתוג ("שעון שבת") אשר יגביל את התאורה לשעות הרצויות.

כל התופעות שהוזכרו לעיל תמנענה לאחר התקנת שעון המיתוג אשר יהווה גורם לחיסכון בכך שיפסיק את התאורה שלא לצורך.

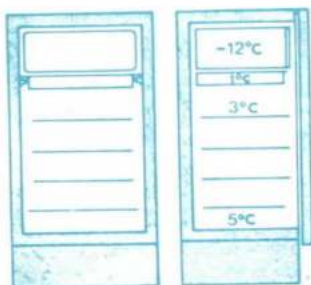
דביר אריה, תל-אביב



על ייעול וחיסכון בצריכת החשמל של המקרר

מקרר „רגיל“

הוא בעל דלת חיצונית אחת וחלל קירור אחד. בחלק העליון של חלל הקירור נמצא תא ההקפאה, שממנו מקבל חלל הקירור כולו את הקור. במלים אחרות חלק מהקור, הנוצר בתא ההקפאה, „נופל“ ומתפזר במקרר.



קרח בתא ההקפאה מניין?

כידוע האוויר מכיל לחות. כאשר אוויר זה נכנס לחלל המקרר (בשעת פתיחת דלת המקרר), הוא מתקרר ומפריש מותכו אדי מים המתעבים על המשטח הקר ביותר. הדבר דומה לתופעה הידועה של התעבות אדי מים על הדופן החיצונית של כלי קר שהוצא מן המקרר לאוויר החופשי (אדי מים אלו „נתרמו“ על ידי הלחות שבאוויר).

כיוון שהמשטח הקר ביותר שבמקרר הוא דופן תא ההקפאה מצטברת עליו הלחות, ההופכת לקרח. כמות המים תלויה במידת הלחות של האוויר החי (ברוב חלקי הארץ לחות האוויר גבוהה ביותר בחודשי הקיץ) ובמספר פתיחות הדלת של המקרר. „תרומה“ נוספת של לחות מהווים כלי קיבול המכילים מזון נוזלי כשאינם מכוסים.

תהליך ההפשרה

מאחר שהקרח, הנוצר על תא ההקפאה, מהווה שכבה מבודדת, המפריעה לחזרת הקור מלוחות הקירור אל תוך המקרר, יש לבצע הפשרה תקופתית:

ההפשרה במקרר „רגיל“

בתנאים הרגילים יש לבצע הפשרה בממוצע אחת ל-10 ימים. לשם הפשרה יש להפסיק את פעולת המדחס באחת מ-2 הדרכים האלה:
(א) עלידי ניתוק אספקת החשמל, כלומר הוצאת התקע מבית-התקע שבקיר.

(ב) עלידי סיבוב התרמוסטט עד למצב „מופסק“. רצוי לבצע את ההפשרה בדרך 1, דהיינו, על ידי הוצאת התקע מבית-התקע משום שתהליך ההפשרה מנוצל בדרך כלל גם לניקוי המקרר ומנקודת הראות הבטיחותית עדיף לנקות את המקרר כשהוא מנותק מזרם החשמל. מי ההפשרה מתנקזים למגירת הצינור הנמצאת מתחת לתא ההקפאה. בגמר ההפשרה יש לשפוך את המים, שהצטברו במגירת הצינור, להחזירה למקומה והמקרר מוכן להפעלה מחדש.

ההפשרה במקרר „חצי אוטומטי“

ההבדל בין מקרר רגיל למקרר חצי-אוטומטי הוא בכך שפעולת ההפשרה במקרר „חצי-אוטומטי“ מת-בצעת על ידי לחיצה על כפתור ההפשרה, הנמצא בדרך כלל במרכז התרמוסטט.

המקרר החשמלי „צרכן חשמל נכבד“

המקרר הביתי הוא אחד המכשירים הבסיסיים של משק הבית המודרני. אפשר להגדיר את המקרר כארון שבו מתקיימים, באופן מבוזק, תנאי הטמפרטורה ההכרחיים לשמירת טריותם של מצרכי מזון שונים, שמסיבות תברואתיות אי-אפשר לשמור אותם בטמפרטורת החדר.

צריכת החשמל של המקרר החשמלי היא חלק נכבד מצריכת החשמל הביתית הכוללת. לפיכך, מן הראוי לתת את הדעת על הדרכים האפשריות לניצול הנכון של המקרר החשמלי כדי להשיג ייעול וחיסכון בצריכת החשמל שלו.

עקרון פעולתו של המקרר החשמלי

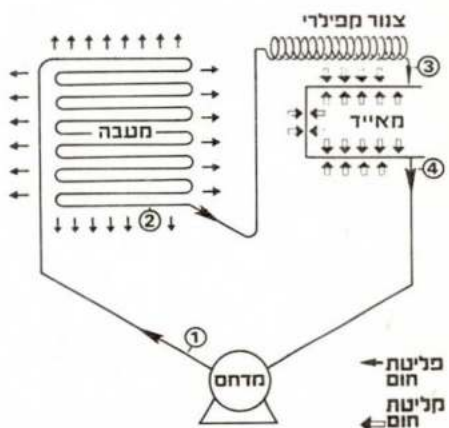
גז הקירור נדחס במדחס לחץ גבוה ומתחמם תוך כדי כך (1).

הגז החדש נכנס לתוך המעבה (הנמצא בדרך כלל על גב המקרר).

תוך כדי זרימתו במעבה פולט גז הקירור חום אל הסביבה והוא הופך לנוזל (2). מן המעבה עובר הנוזל לתוך צינור קפילרי. הוא יוצא ממנו בלחץ נמוך ובמצב קר ביותר (3).

הנוזל הקר זורם במאייד, קולט חום מן החלל, שאותו הוא מקרר, ונאפה עלידי כך לגז בלחץ נמוך (4).

הגז חוזר מן המאייד למדחס והמחזור חוזר חלילה.



תהליך הקירור

סוגי המקררים

מקובל למיין את המקררים החשמליים הביתיים ל-3 סוגים עיקריים:

- (א) מקרר „רגיל“ (או „חצי-אוטומטי“)
- (ב) מקרר „אוטומטי“
- (ג) מקרר „אוטומטי-יבש“ (קירור יבש).

דירוג אקלימי

המקרים המיוצרים בעולם מתחלקים ל-2 סוגים:
 א. מקרים המיועדים לעבודה באקלים ממוזג או קר. מקרים אלה מסומנים באות N.
 ב. מקרים המיועדים לעבודה באקלים טרופי. מקרים אלה מסומנים באות T.
 המקרים מסוג N (המיועדים לאזורי אקלים ממוזג או קר) מבודדים בשכבת בידוד דקה ביותר ומצויים דים ביחידת קירור קטנה יחסית.
 המקרים מסוג T (המיועדים לאזורי אקלים טרופי) הם בעלי בידוד מוגבר ויחידת קירור גדולה יותר המותאמת לעבודה בתנאים הקשים.
 כאשר מקרים, שתוכננו ונבנו לאקלים קר, מופעלים באקלים חם, כמו בישראל, הם נאלצים לעבוד "קשה" יותר מהמתוכנן וצריכת החשמל שלהם גבוהה במיוחד.

דירוג כוכבים

בהתאם לתקן הישראלי (ת"י 721) מחלקים את המקרים, בהתאם לכושר הקירור וההקפאה שלהם ל-4 דרגות:

- * זהו מקרר שהטמפרטורה בתא ההקפאה שלו היא -6°C
- ** זהו מקרר שהטמפרטורה בתא ההקפאה שלו היא -12°C
- *** זהו מקרר שהטמפרטורה בתא ההקפאה שלו היא -18°C
- **** זהו מקרר שהטמפרטורה בתא ההקפאה שלו -18°C ובנוסף לכך הוא בעל כושר להקפאה מהירה.

יש לציין שקיים קשר בין דירוג הכוכבים לבין הדירוג האקלימי. למשל, מקרר שבאזורי אקלים קר הוא בעל 3 כוכבים עשוי להיות מסווג, בהתאם לביצועו שלו, ל-2 כוכבים באזורי אקלים חם.

נתונים חשמליים של המקרר

חשוב להתאים את המתח הנקוב (וולט) והתדירות הנקובה (הרץ) של המקרר לתנאים הנקובים של מערכת אספקת החשמל, שאינם זהים בכל הארצות: — מקרר שנועד לעבוד במתח שאיננו זהה למתח מערכת האספקה בישראל (230 וולט) חייב להיות מצויד בשנאי (טרנספורמטור) כדי לבצע את התאמת המתח. השנאי מהווה צרכן זרם נוסף למקרר.

— מקרר שנועד לעבוד בתדירות רשת של 60 הרץ, למשל, כמקובל בארה"ב, כאשר הוא מחובר למערכת האספקה בישראל, שבה התדירות היא 50 הרץ, יעילות הקירור שלו תוקטן ב-16%.

צריכת החשמל של המקרר

צריכת החשמל של המקרר תלויה בגורמים דלקמן:
 א. קיבולו הפנימי של המקרר. יחידת הקיבול היא ליטר או רגל מעוקבת (וזאת מכונה בפי העם "קוב").

- 1 רגל מעוקבת = 28.32 ליטר
 - ב. קיבולו הפנימי של תא ההקפאה.
 - ג. סוג המקרר ("רגיל", "אוטומטי", "יבש").
 - ד. טיב הבידוד התרמי, לרבות אטימת המירווחים בין הדלתות לדפנות.
 - ה. מקורות האנרגיה למערכות העזר (נורות, גופי חימום חשמליים)
- במקרר "רגיל" או "חצי-אוטומטי" צרכן החשמל המשמעותי היחידי הוא המדחס (צריכת החשמל של התאורה הפנימית המופעלת בשעת פתיחת הדלת היא בלתי-משמעותית).
- במקרר אוטומטי קיימים פרט למדחס ולנורה, גופי חימום חשמליים:
1. גוף חימום חשמלי לביצוע הפרשה מחזורית אוטומטית של לוח הקירור בתא המזון (ההפרשה מתבצעת בערך אחת לשעה).

במקרר "חצי-אוטומטי" פעולת הקירור מתחדשת מעצמה בגמר תהליך ההפשרה. (פעולת ההפשרה יכולה להתבצע כאשר המקרר סגור ואין צורך לעקוב אחרי תהליך ההפשרה). גם במקרר זה יש לשפוך את מי ההפשרה מגירת הצינון.

הערה: בעת ניקוי המקרר יש להוציא את התקע החשמלי מבית-התקע שבקיר.

מקרר "אוטומטי"

למקרר "אוטומטי" 2 תאים נפרדים: תא ההקפאה ותא המזון. תא ההקפאה מבודד באופן תרמי מתא המזון, עקב כך ניתן להגיע להקפאה עמוקה (-18°C). בטמפרטורה זו ניתן לשמור מזון לתקופות ארוכות.

מאחר שמטבע הדברים פותחים את דלת תא ההקפאה לעתים רחוקות, תחלופת האוויר בו מועטה יחסית וכמות הלחות היוצרת קרח נמוכה. אי לכך יש צורך בהפשרת תא ההקפאה של תא ההקפאה שים. ההקפאה של תא ההקפאה היא כמו במקרר רגיל.

לתא המזון לוח קירור נפרד הנמצא, בדרך כלל, בחלקו העליון של הגב.

הלחות מהאוויר החיצוני, החודרת לתא המזון, מופרשת על לוח הקירור ובימים לחים במיוחד גם במידה מועטה על הכלים שבתא ועל המדפים.

מאחר שקיימת הפרדה תרמית בין תא המזון לבין תא ההקפאה, מהווה לוח הקירור שבתא המזון את מוקד היווצרות הקרח. קרח זה מסולק אוטומטית ומי ההפשרה מתנקזים לתוך קעריית אידוי, הנמצאת מחוץ למקרר, ומתאדים. בימים לחים שוררת לחות מסוימת בתא המזון של מקררים "אוטומטיים". כדי להקטין לחות זו, יש להימנע מפתיחות מיותרות של הדלת ולכסות כלים, המכילים נוזלים.

מקרר "אוטומטי יבש"

במקרר זה מתקבל הקירור על-ידי הזרמת אוויר יבש וקר, באופן מבוקר, לכל אחד משני התאים — תא ההקפאה ותא המזון.

בחלק מסוים של תא ההקפאה נמצאת מערכת תרמודינמית היוצרת אוויר יבש וקר. אוויר זה מוזרם באופן מבוקר לתא המזון ולתא ההקפאה.

הבקרה למידת הקור בכל אחד משני התאים היא נפרדת (היא ידנית או אוטומטית).



הבידוד התרמי

כל קירותיו של המקרר, לרבות הדלתות, בנויים מדופן פנימית ודופן חיצונית כשבין שתי הדפנות מותקן חומר בידוד שנועד למנוע מעבר חום מחלל החדר החם אל החלל הפנימי של המקרר בו שוררת טמפרטורה נמוכה.

קיימים 2 סוגים עיקריים של חומרי בידוד המקרר בלים בבניית מקררים:

- א. סיבים מינרליים — כגון, צמר זכוכית וצמר סלעים.
- ב. בידוד של פוליאוריתן יצוק.

כושר הבידוד של פוליאוריתן יצוק כפול מזה של הסיבים המינרליים ועל כן במקרר, שבו משמש הפוליאוריתן כחומר הבידוד, משיגים תוצאות טובות יותר של בידוד בעובי קירות קטן יותר.

2. גופי חימום חשמליים, הממוקמים מסביב לפתח תא ההקפאה, כדי למנוע הצטברות לחות.

3. גופי חימום חשמליים למניעת הצטברות לחות בתקרת תא המזון.

עקרונית, ניתן לבצע חלק מהפעולות דלעיל לסילוק הלחות, תוך ניצול אנרגיית החום, המוצאת מהמקרר. דבר זה נעשה הלכה למעשה במקרים החדישים שתוכנו מראש לחיסכון בצריכת החשמל: במקום שאנרגיית החום תתפזר לתוך חלל החדר, היא מנוצלת לביצוע הפעולות למניעת הלחות. בכך נחסך חלק מעבודתם של גופי החימום החשמליים.

ו. בנוסף לכל הגורמים דלעיל יש גם למזג האוויר השפעה על צריכת החשמל: בקיץ צריכת החשמל גבוהה יותר ובחורף נמוכה יותר.

צריכת החשמל ה**ינימית** האופיינית למקרים מהסוגים המוקבלים בארץ היא כדלקמן:

- מקרר „רגיל“ או „חצי אוטומטי“ 1—2 קוט"ש
מקרר „אוטומטי“ 2.5—5 קוט"ש
מקרר „אוטומטי-יבש“ 4—9 קוט"ש
- על ידי הרגלי הפעלה ושימוש נכונים של המקרר אפשר, במקרים תקינים, להגיע לערך הנמוך של צריכת החשמל.

כיצד לחסוך בצריכת החשמל של המקרר?

- הקפדה על הוראות היצרן להפעלתו הנכונה של המקרר.
- מיקום נכון של המקרר. רצוי למקם את המקרר בריחוק ממוקדי חום כגון תנור בשול ומקרני השמש. יש להשאיר מרווח מתאים לאוורור המעבה ולא להצמידו אל הקיר. (במקרים בעלי סידור לאוורור דינמי אין צורך להשאיר מרווח).
- כוונון נכון של התרמוסטט המקרר מחובר לאספקת החשמל באופן רצוף 24 שעות ביממה, אך המדחס עובד לסירוגין בהתאם ל„פקודת“ התרמוסטט. כוונון התרמוסטט למצב קר יותר פירושו עבודת המדחס במשך זמן ממושך יותר ו„מנוחתו“ לתקופות קצרות יותר. משמעות הדבר — תצרוכת חשמל גדולה יותר.
- צמצום חדירת אוויר חם. כאשר פותחים את דלתות המקרר יש חדירה של אוויר חם, הטמפרטורה הפנימית עולה ואז חייב המדחס להיכנס לפעולה. לכן יש להימנע מפתוחות מיותרות של הדלתות ולקצר עד כמה שאפשר את הזמן, שבו הדלת פתוחה.
- הקפדה שהמקרר אטום במרווחים בין הדלתות והדפנות. כדי לבדוק אם המקרר אטום במרווחים שבין הדלתות והדפנות כדאי לערוך ניסוי פשוט: שים פיסת נייר על מסגרת המקרר וסגור את הדלת, נסה למשוך את הנייר. אם אין התנגדות כלשהי למשיכת הנייר הרי שהמקרר איננו אטום במידה מספקת, ויש לדאוג לתיקון הליקוי.
- הקפדה שסוגיות דלתות המקרר תהיה הרמטית. אין להשאיר כלים וסירים בסמוך לדלת כשהם בולטים מעבר למדפים.
- יש להימנע מהכנסת מזון חם למקרר!
- יש להימנע מהכנסת מזון בלתי-מכוסה. יש להקפיד בעיקר על כיסו מאכלים המכילים נוזלים (במיוחד במקרים „יבשים“), כיוון שהלחות בתוך חלל המקרר גורמת לעבודתו המאומצת.
- המקרר ותא ההקפאה עובדים כהלכה כאשר אינם ממולאים במזון מעבר לכמות המומלצת.

מקם את המקרר רחוק ממקורות חום.



הימנע מפתחה מיותרת של דלתות המקרר.

דאג לסגירה הרמטית של הדלתות.

אין להכניס למקרר מזון חם.

ימי עיון לחשמלאים — „התקע המצדיע“ בע"פ

- לאחרונה התקיימו 2 ימי עיון נוספים —
- בבאר־שבע** ב-27.4.77 השתתפו כ-175 איש.
- בירושלים** ב-22.6.77 השתתפו כ-100 איש.
- בבאר־שבע** היתה הרצאת פתיחה של מנהל מחוז הדרום **אינג' ב. בלנקמן**: אתגרים בתוכניות מחוז הדרום.
- בירושלים** היתה הרצאת הפתיחה של מנהל מחוז ירושלים **אינג' פ. שפר**: אתגרים בתוכניות מחוז ירושלים.
- כן נתנו הרצאות הבאות ב-2 ימי עיון הנ"ל:
- ✧ העמסת מוליכים והגנתם בפני יתרת זרם, מנגות בחקיקה — (בבאר שבע הרצה **אינג' ז. דוניבסקי** — מהנדס יועץ וחבר בוועדת ההוראות הממשלתית. בירושלים הרצה **אינג' ז. ספורן** — מנהל מחלקת הצרכנים הטכנית וחל"ב).
 - ✧ שילוב אנרגיית שמש וחשמל לחימום מים — אספקטים טכניים, מסחריים וכלכליים. (המרצה: **אינג' א. לייטנר**).
 - ✧ הגנות יעילות במתקן הצרכן (המרצה: **אינג' א. ירום** ממחלקת הצרכנים הטכנית במחוז הצפון).
 - ✧ בתום ההרצאות נתנו ע"י **מר י. יערי**, מנהל המחלקה למחקר כלכלי באגף המסחרי, תשרבות לשאלות בנושא הכללים החדשים בדבר תשלומים בעד חיבורים למערכת אספקת החשמל.

ניצול יעיל של מתקן החשמל - הביטוי בתעריף

ש. ברט, כלכלן

משטר עבודתו „החשמלית“ של צרכן ואופן ניצול מתקני החשמל שלו, משפיעים על תשלומיו עבור צריכת האנרגיה. לצורך השוואה נתיחס ל-2 צרכנים, אשר על צריכתם חל תעריף ב' לכח לתעשייה. כל אחד מהצרכנים צרך לדוגמא 120,000 קוט"ש אולם הצריכה נעשתה במשטרי עבודה שונים, כדלקמן: —

צרכן א' — מתקן בן 400 קו"ט — הפועל בממוצע 300 שעות לחודש.

צרכן ב' — מתקן בן 240 קו"ט — הפועל בממוצע 500 שעות לחודש.

פרטי התשלומים (לחודש) לפי התעריף שבתוקף מ-1.12.76

צרכן א'

1.	תשלום בעד ביקוש מירבי שנתי	400 קו"ט × 8.25 ל"י	3,300.— ל"י
2.	תשלום בעד הקוט"ש	150 קוט"ש × 400 קו"ט (60,000 קוט"ש × 30.2 אג' / קוט"ש — 18,120 ל"י)	15,540.— ל"י
		150 קוט"ש × 400 קו"ט (60,000 קוט"ש × 25.9 אג' / קוט"ש — 15,540 ל"י)	120,000 קוט"ש
			33,660.— ל"י
		סה"כ תשלום (ביקוש + זרם)	<u>36,960.— ל"י</u>
	או בממוצע 30.8 אג' / קוט"ש =		
		120,000 קוט"ש	

צרכן ב'

1.	תשלום בעד ביקוש מירבי שנתי	240 קו"ט × 8.25 ל"י	1,980.— ל"י
2.	תשלום בעד הקוט"ש	150 קוט"ש × 240 קו"ט (36,000 קוט"ש × 30.2 אג' / קוט"ש — 10,872 ל"י)	9,324.— ל"י
		150 קוט"ש × 240 קו"ט (36,000 קוט"ש × 25.9 אג' / קוט"ש — 9,324 ל"י)	9,036.— ל"י
		150 קוט"ש × 240 קו"ט (36,000 קוט"ש × 25.1 אג' / קוט"ש — 9,036 ל"י)	12,000 קוט"ש
		(כל קוט"ש נוסף)	2,748.— ל"י
		120,000 קוט"ש	31,980.— ל"י
		סה"כ תשלום (ביקוש + זרם)	<u>33,960.— ל"י</u>
	או בממוצע 28.3 אג' / קוט"ש =		
		120,000 קוט"ש	

מסתבר, שצרכן ב' המשתמש במתקן החשמל שלו בצורה יעילה יחסית לצרכן א', ישלם עבור צריכת החשמל בהיקף שווה סכום הנמוך ב-3,000 ל"י לחודש (כ-36,000 ל"י לשנה) מאשר צרכן א' וזאת עקב פיזור הצריכה על פני זמן ארוך יותר.

הארקות והגנות אחרות - בעיות ופתרונות*

אינג' ג'. אברהם

הרקע לנושא

תמש בהם אך ורק אם מנהל עניני החשמל נתן להם את הסכמתו בכתב.

כדאי לציין שהיו סיבות טובות להוראה זו. הרוב המכריע של רשתות האספקה במתח נמוך בארצנו הן של קווים עיליים. הוא הדין כמובן גם לגבי מערכות מתח גבוה. רציפות המוליכים ברשתות, כאלה היא כידוע פחות אמינה מאשר בכבלים, וזה נוגע גם למוליך האפס. מאידך הייתה הנטייה אצל נציגי חברת החשמל לישראל, שרובם היו חבריט פעילים בצוותים שהכינו את התקנות, לחשוש מן האחריות הנובעת ממכירת „בטיחות ע"י הארקה" יחד עם זרם החשמל, עם הסיכון הכרוך בכך. שאלת החתך של מוליך האפס עוררה דאגה נוספת, כי ברוב רשתות האספקה הוא קטן מן החתך של מוליכי הפזות. אפילו אם יש הוראות להארקת נקודת האפס של שנאים או של קווי אספקה, בטיחות הצרכנים היא מטרותן העיקרית של התקנות.

השימוש בסוגי אלקטרודות שונים, הותר בי תנאי שהן מבטיחות, במקרה של קצר לאדמה, שזרם הדלף יעלה על הזרם הנומינלי של הנתין כפול 2.5 או הזרם להפעלת מפסק אוטומטי כפול 1.5. לחילופין יש להבטיח שבשעת תקלה המתח המופיע בחלק כלשהו של המערכת לא יעלה על 65 וולט.

התפיסה הבסיסית היא שיש להשתמש, בתור אלקטרודה, במערכת צינורות המים המתכתיים, שקוראים לה „אלקטרודה טבעית“, כאילו נוצרה בידי הבורא. כדי שתשמש כאמצעי הארקה. התעל-מו מקיים „שותף“, והוא רשות אספקת הנעים וזאת עד היום שבו היא החליטה לממש את זכויותיה ואז התחילו „כל הצרות“.

התקנות מרשות להשתמש במפסקים, המופעלים ע"י מתח - תקלה בתנאי שההתנגדות בין אלקטרו-דוט הארקה לאדמה אינה עולה על 500 אום ושהמנגנון יופעל ע"י מתח שאינו עולה על 65 וולט. כמו כן מותר להשתמש במפסקי זרם דלף לאדמה המופעלים ע"י הזרם או ממסרי זרם דיפרנציאליים, המופעלים ע"י זרם, שאינו עולה על 5 אמפר או 15% מן הזרם הנומינלי. העכבה (אימפדנס) של מעגל הארקה חייבת להבטיח את הפסקת המעגל במקרה תקלה לאדמה.

אין חובה להתקין מפסקי זרם כאלה, אם התקלה נורמת לשריפת הנתין או להפעלת המפסק האו-טומטי במקרה שעכבת מעגל הארקה גבוהה מדי לשם כך. הממסרים ישמשו כתחליף. כדאי לחזקו שאין דרישה מחייבת לגבי רגישות מפסקי הזרם לפי ייעודם ומקום התקנתם.

הוראות להגנה מפני זרם דלף לאדמה ניתנו לראשונה בארץ בתקן הישראלי 108 בתחילת שנות החמישים. התקן דן במתני חשמל בכללותם ולי-הוראות שבו אופי של המלצות מבלי שיהיה לחן תוקף מחייב.

באמצע שנות החמישים פורסם חוק החשמל והכוונה הייתה שפרקי התקן 108 ייכללו בתחיקה, בוח אחר זה, כמשך השנים הבאות ע"י חוצאת תקנות במסגרת החוק האמור.

כל תקנה הייתה צריכה לכלול הוראות מחייבות לביצוע עבודות חשמל. מספר תקנות כאלה כבר פורסמו, אחרות נתונות עדיין בשלבי עיבוד מת-קדמים.

הכנת התקנות הייתה בידי ועדה, המורכבת מי-למעלה מעשרים חברים, שאותם מינה שר המסחר והתעשייה (לפנים שר הפיתוח) והם מייצגים את רוב הגופים המעוניינים, כגון אגודת האינג'נרים והארכיטקטים, מכון התקנים, משרד השיכון וכי-מובן גם משרד המסחר והתעשייה עצמו. ועדות-משנה עוסקות בניסוח תקנות חדשות ובתיקון תקנות קיימות. אחת מהן היא הוועדה להארקות והגנות אחרות.

למרבה הצער מבנה התקנות, כפי שהן, שונה במידה ניכרת מן ההוראות של גופים בין-לאומיים כגון הוועדה האלקטרוטכנית הבין-לאומית (I.E.C.). הדבר מקשה על השלמת ההוראות שלנו או תי-קונו תוך תיאום עם המסמכים הבין-לאומיים.

רעיונות היסוד של תקנות-ההארקות מ-1962

נשדל עתה לציין את רעיונות היסוד של תקנות הארקות והגנות אחרות כפי שהם מובאים במסמך משנת 1962. ואשר למרבה הפליאה תקפים עד היום הזה.

אפילו אם התקנות מתירות דרכים שונות של הגנה, כגון השימוש במתח נמוך מאוד או בידוד כפול, נראה כי האמצעי העדיף הוא הארקה מקו-מית. וכשאנו מדברים על הארקה, כדאי להדגיש שכוונתנו להארקת כל חלק מתכת גלוי במתקן הצרכן ע"י חיבורם לאלקטרודת הארקה. ככלל, השיטות השונות של איפוס אסורות ואפשר להשי-

הרצאת פתיחה בסימפוזיון „הארקות“ שנערך בחודש אפריל בתל אביב

חוסר האפשרות, "לחיות" עם התקנות

היו שני גורמים עיקריים לחוסר האפשרות להמשיך "לחיות" עם התקנות. כמובן יש כמה טעויות ואי-דיוקים בפרקים השונים, אולם כדאי לציין את אלה, הנובעים מתנאים משתנים, אלה העובדות שגרמו לדאגות הגדולות.

ראשית כל יש להצביע על תהליך גידול הצריכה, המשותף לרוב ארצות העולם. תהליך זה היה ניכר במיוחד בארצנו, שהיא מדינה המתפתחת במהירות, שתעשייתה גדלה באופן מתמיד משלב של בתי-מלאכה ב-1948 למצב של ימינו, שבו רבים הם מפעלי התעשייה הגדולים.

לכן יש להדגיש את הגידול המתמיד של הזרמים הנומינליים ברשתות. הזרם הנומינלי של נתיכים ומפסקי זרם גדל יותר ויותר. כדי להפסיק את המעגל בשעת הופעת זרם קצר לאדמה, עכבת מעגל הארקה חייבת להיות קטנה יותר. אפשר להשיג זאת ע"י כך שמעגל זרם התקלה יעבור בדרך שהיא כולה מתכתית.

הבעיה העיקרית — ה"שותפות" עם הרשויות לאספקת מים

נדון עכשיו בבעיה העיקרית: כבר סמוך לזמן פרסום התקנות, גילו אנשי הרשויות לאספקת מים שקיימות דרכים טובות יותר להעברת מים נאשר באמצעות צינורות מתכת. שיקולים כגון גודל השקעה אורך חיים וגורם ההטרדה הניעו אותם להעדיף צינורות פלסטיק וצינורות אסבסט-צמנט בכל מקום שהדבר היה אפשרי. נסתיימה איפוא תקופת "האלקטרודה הטבעית". כדאי להזכיר שאספקת המים היא בדרך כלל בידי הרשויות המוניציפליות, בו בזמן שאספקת החשמל היא כולה בידי חברת החשמל לישראל. האחריות לרציפות הארקה מוטלת על פי החוק על הצרכן בלבד. הצרכן מצידו הוא בדרך כלל חסר ידע מקצועי ואינו מודע לאחריותו.

רוב העוסקים בבעיה זו חשבו כי יש לבדוק את הכדאיות הכלכלית הכוללת של הענין. הדבר היחיד שלא תפסו, הוא שה"שותפים", כלומר רשויות אספקת המים, היו "בעלי הבתים" האמיניים. הם היו מסוגלים לעשות ומוכנים לעשות כל דבר שבעיניהם היה טוב לעניינם שלהם.

כדאי להדגיש כאן כי אנחנו מודעים שהדרך הטובה ביותר להבטיח הארקה נאותה היא באמצעות צינורות המתכת, שרציפותם והתנגדותם הנמוכה לאדמה מספקים את הדרושות. לגבי כל סוג אחר של אלקטרודות יש להתחשב במצב הקרקע, שב-

ארצנו שונה ממקום למקום ומצטיין ביושב חמור במשך 6 עד 8 חודשים בשנה.

בלל סיבות אלה קשה לאנשים להשתחרר מן הגישה החיובית ל"אלקטרודה הטבעית".

הבעיה נהייתה חמורה יותר מיום ליום לאחר שהרשויות לאספקת מים החלו להניח צינורות על-מתכתיים באזורים חדשים. נוסף לכך היה דבר רציני ואפילו מסוכן יותר: נעשו שינויים "פראיים" ולא-מתואמים בקווי צינורות קיימים, שבהם הוחלפו קטעים גדולים למדי לצינורות על-מתכתיים אפילו ללא ידיעת הצרכנים שנשארו ללא הגנה נאותה. במקומות רבים נקבעו הוראות עי-רוניות למניעת חיבור בניינים לרשת המים כל זמן שהארקתם היתה תלויה בצינורות המים.

מתחילה ננקטו צעדים כדי למצוא פיתרון לבעיה. משלחת בראשות מנהל ענייני החשמל הקודם יצאה לאירופה לסיור לימודים והיא פרסמה דו"ח מעניין. ועדות שונות וגופים מקצועיים דנו בנושא, ביניהם המועצה הטכנית של אגודת האינג'נירים והארכיטקטים שפרסמה מסמך מסכם שהכיל אוסף מרשים של דעות. מכל מקום, בשל ההשקפות השונות והמנוגדות של המשתתפים, לא הושגה הסכמה ולא הוסקו מסקנות.

הועדה להכנת רביזה לתקנות הארקות

הוועדה שכותב המאמר עומד בראשה החלה בעבודתה בתחילת שנת 1974 במגמה לבדוק, לתקן ולשנות את התקנות הקיימות לפי הצורך ולפרסם מהדורה חדשה שתכלול מגוון פתרונות לבעיות שהזכרנו. התקנות חייבות לתת הוראות להגנה ע"י הארקה בבניינים קיימים, בבניינים חדשים באזורים בניינים ובאזורי פיתוח. במשך הזמן נתברר שהכנת התקנות תדרוש זמן ניכר. הוסכם שכדי לפתור את הבעיות הדחופות ביותר היה צורך לפרסם תקנה מיוחדת שתדון רק באלקטרודות ביסודות של בניינים בהקדם האפשרי, כתוספת לתקנות הקיימות ושבעתיד הרחוק יותר יהיה צורך להחליף את כל סדרת התקנות במסמכים חדשים. התקנות הנוגעות לארקות יסוד הן כעת בשלב הסופי לפני פרסומן, בו בזמן שסדרת התקנות הכוללת עדיין רחוקה מהשלמתה.

נסכם עתה את העקרונות המקובלים באופן כללי וגם את אלה, שלגביהם אין הסכמה וקיימים עדיין חילוקי דעות.

צינורות המים כ"אלקטרודה טבעית" — הסדר לעתיד

הכל הסכימו סוף־סוף שצינורות המים אינם צריכים לשמש כ"אלקטרודות טבעיות", אלא במקרים האלה:

1. הצרכן עצמו הוא בעל מערכת הצינורות.
2. חלק ניכר של מערכת הצינורות נמצא בתחום שבעלותו של צרכן תעשייתי, שלרשותו צוות מקצועי לתחזוקת מתקן החשמל שיעסוק גם במעקב ובביקורת של רציפות מעגל ההארקה.
3. קיים מסמך כתוב של הרשויות לאספקת המים המאשר את השימוש בצינורות כאלקטרודות. במקרה זה יובטח שתינתן הודעה לצרכן בעוד מועד לפני ביצוע כל שינוי במערכת הצינורות, העלול לפגוע ברציפות ההארקה.

התחליף לצנרת מים מתכתית שהוחלפה לצנרת אל־מתכתית

אשר למערכות אספקת מים קיימות ברובעי מגורים קיימים, הושג הסכם סופי בין מרכז השלטון המקומי (בשם ספקי המים) לבין חברת החשמל לישראל, שלפיו הגוף המבצע שינויים בצינורות יניח חיבור מתכתי במקביל לצינורות ויספק תחליף להם, בהתאם לדרישות הטכניות של חברת החשמל על פי הסדר מימון בין הצדדים.

הוסכם פה אחד שכל בניין חדש ללא יוצא מן הכלל יצויד באלקטרודת הארקה ביסודותיו וש־יובטח חיבור שווה־פוטנציאל בין כל חלקי המתכת של הבניין.

מעגל סגור של מתכת ייכלל בתוך הבטון במפלס נמוך ככל האפשר ומוטות זיון יחוברו למעגל זה. הדרישות, הכוללות את חיבור כל מערכות המתכת לפס שווה הפוטנציאל, דומות למגמה הכללית של התקנה הבינלאומית.

נשאר שתי שאלות:

1. האם יש צורך לגלוון את חלקי אלקטרודת היסוד?
2. האם יש צורך להניח טבעת, העשויה במיוחד למטרה זו או שמא אפשר להשתמש בחלקי ברזל קיימים, כלשהם וליצור את הטבעת ע"י עשיית חיבורים אם שטח החתך של החלקים גדול דיו יש למדוד את ההתנגדות לאדמה לפני שעושים את

החיבורים לשירותים המתכתיים השונים ולצינורות המים. אם ההתנגדות גדולה מדי, יש לנקוט צעדים מיוחדים כגון הוספת אלקטרודות הארקה בצורת מוטות, התקנת מפסקים לזרם דלף לארקה וכיו"ב.

המפסקים לזרם דלף

אשר למפסקים לזרם דלף, קיימות דעות שונות. יש שגורסים התקנתם כאמצעי חובה. אחרים סבורים שהיא יכולה להיות אמצעי רצוני. מכל מקום יש לתת את הדעת לשאלות הרגישות, בגלל הנסיון הרע, בשימוש בהתקנים בעלי רגישות גבוהה מדי אשר קוצרו כדי למנוע הטרדה.

יש נטיה לבחור בהתקנים בעלי רגישות נמוכה, במקומות בהם שיטת ההגנה תתבסס על מפסקים לזרם דלף. דבר זה יבטיח הגנה יעילה אך לא יבטיח הגנה נגד נגיעה מקרית של חלקים חיים.

היתר לשיטת האיפוס

בעיתנו המרכזית היא בקשר להתרת שיטת האיפוס: P.M.E. (Protective Multiple Earthing). יש הסכמה

עקרונית כי יש להתיר ואף להמליץ על שיטה זו. זאת בניגוד לתקנות הקיימות אשר, כפי שהדבר כרתי, למעשה אסרו על כך. מלבד בעית שטח החתך של מוליך האפס, יש לחקור גם השפעות הדדיות אפשריות בין שיטות שונות באותה סביבה.

לגבי איזורים חדשים או צרכן תעשייתי גדול הניזון משנאי המיועד רק לו, הוסכם כי יש להפעיל ולהתיר שיטת איפוס ללא שהות.

ביחס להשפעה הדדית בין צרכנים שחלקם מוגן בשיטת הארקה מקומית וחלקם בשיטת איפוס יש ללמוד מנסיון אחרים (באנגליה מופעלת שיטה זו בהצלחה מלאה ללא תקלות).

כאן אני מבקש להדגיש על־אף כי הדבר מובן מאליו, כי אנו מדברים בתוך הבנין על מוליכים נפרדים לאפס ולהגנה (הארקה). קיימים חילוקי דעות בענין כליא ברק ואנטנת טלוויזיה. אחדים רוצים לדרוש לכך אלקטרודה נפרדת, דבר שנראה לי פתרון לא מעשי, אחרים, כמוני, חושבים כי יש לחבר אותם למערכת אלקטרודת היסוד או במישרין או דרך פס השואת הפוטנציאל. קיימות עוד שאלות, כגון איך להבטיח רציפות הצנרת בתוך הבנין בפני התערבות השרברב אשר, למרבה הצער, אינו ער בדרך כלל לבעיות הרציפות החשמלית ושאלות אחרות אשר אף הן צריכות להידון, אך כאן השתדלתי להעלות את השאלות העקרוניות בלבד.

תכנון וביצוע סקרים לייעול וחיסכון בצריכת החשמל במפעלי תעשייה

אינג' פ. קישיניאבסקי, הנדסאי א. ונגרו

כידוע חברת החשמל רואה את הייעול והחיסכון בצריכת החשמל אצל צרכני התעשייה כמשימה חשובה ולפיכך אנו מבצעים סקרים, שהם ראשוניים במהותם, לבדיקת האפשרויות המעשיות בנדון.

צרכני התעשייה והיקף הנושא

קיימים בארץ כ-24,000 מפעלי תעשייה שניתן לחלקם ל-4 קבוצות לפי גודל צריכת החשמל שלהם ובהתאם לחלוקה זו נקבע אופן הטיפול/הייעוץ לייעול וחיסכון בצריכת החשמל שלהם.

א. מפעלים בעלי צריכת חשמל עד 10,000 קוט"ש בחודש. קבוצה זו כוללת כ-22,500 מפעלים שסה"כ צריכת החשמל החדשית שלהם היא 19 מיליון קוט"ש ומהווה כ-7 אחוז מצריכת החשמל בתעשייה. בקבוצה זו לא נערכו על ידנו סקרים טכניים מפורטים והסתפקנו בפעולות הסברה והדרכה באמצעות עלונים, מאמרים, ימי עיון.

ב. מפעלים בעלי צריכת חשמל מ-10,000 עד 100,000 קוט"ש בחודש. קבוצה זו כוללת כ-1,000 מפעלים שסה"כ צריכת החשמל החדשית שלהם היא כ-38 מיליון קוט"ש ומהווה כ-14 אחוז מצריכת החשמל בתעשייה. מתוך קבוצה זו נערכו עד כה סקרים מפורטים ב-6 מפעלים (מפעל למוצרי גומי, מפעל לייצור נעליים, 2 מפעלי מתכת, ננריה ומפעל מזון). בהתאם לתוצאות הסקר אפשר להגיע לחיסכון של 10-60 אלף קוט"ש בשנה למפעל, שהם 10-35 אחוז מצריכת החשמל הכללית של המפעל, המתבטא ב-4,000 ל"י עד 20,000 ל"י.

ג. מפעלים בעלי צריכת חשמל מ-100,000 עד 500,000 קוט"ש בחודש. קבוצה זו כוללת כ-220 מפעלים שסה"כ צריכת החשמל החדשית שלהם היא כ-80 מיליון קוט"ש שהם כ-28 אחוז מהצריכה הכללית בתעשייה. מתוך קבוצה זו נסקרו עד כה 5 מפעלים (2 מפעלי מתכת, מפעל מזון, בית דפוס, מפעל לייצור צבעים). החיסכון השנתי הציפי למפעל נע בין 40,000 קוט"ש ל-460,000 קוט"ש ובכסף מתבטא הדבר ב-15,000 ל"י — 150,000 ל"י למפעל.

ד. מפעלים בעלי צריכת חשמל מעל 500 אלף קוט"ש לחודש. קבוצה זו כוללת כ-70 מפעלים שסה"כ צריכת החשמל החדשית שלהם היא כ-140 מיליון קוט"ש שהם כ-51 אחוז מצריכת החשמל הכללית בתעשייה. מתוך קבוצה זו נסקרו עד כה רק מפעל אחד ובהתאם לתוצאות הסקר אפשר לחסוך בו כמיליון קוט"ש בשנה דבר המתבטא ב-350,000 ל"י בקירוב.

לנבי מפעלים מקבוצה ד' וחלק מקבוצה ג' שצריכת החשמל החדשית היא מעל 250,000 קוט"ש נבדקת האפשרות לשימוש במחשבים לפיקוח וניהול צריכת החשמל כדי להקטין את שיא הביקוש ואת צריכת החשמל של המפעל.

הקבוצה	צריכת החשמל החדשית הממוצעת למפעל (קוט"ש)	מספר המפעלים הכלולים בקבוצה (בקירוב)	% מהצריכה השנתית הכוללת של מפעלי התעשייה	הצריכה השנתית הכוללת במיליוני קוט"ש	החיסכון השנתי הצפוי (בגבולות 20%-5%) במיליוני קוט"ש	החיסכון בדלק לייצור החשמל (באלפי טונות)
א	עד 10,000	22,500	7%	205	10—40	3—12
ב	10,000—100,000	1,000	14%	410	20—80	6—24
ג	100,000—500,000	220	28%	820	40—160	12—48
ד	מעלה מ-500,000	70	51%	1,495	75—300	22—90
			סה"כ	2,930	145—580	43—174

הערות:

- 1. מיליון קוט"ש אצל הצרכנים פירושו שריפת כ-300 אלף טון מזוט בתחנת הכוח.
- 2. צריכת הדלק הכוללת לייצור החשמל בישראל היא כ-2,300 אלף טון.
- 3. צריכת הדלק הכוללת לייצור החשמל לתעשייה היא כ-800 אלף טון.
- 4. תרומת התעשייה לשיא הביקוש היא כ-800 מגו"ט ומהווה כ-50% משיא הביקוש היומי הכולל שהוא כ-1,600 מגו"ט.

תיכנון הסקר

ספת תשלום. אמנם בשעות שיא העומס נמדד מקדם הספק נמוך בהרבה מ-0.85 אך מאחר ובשעות השפל בצריכה, הופעלו בעיקר מתקני חימום המהווים עומס אקטיבי, — גרמו אלה לשיפור מקדם ההספק הממוצע, והתקבלה תמונה כאילו המצב תקין יחסית. אולם דווקא במצב של עומס מירבי חשוב מאוד כי מקדם ההספק יהיה גבוה כי מקדם הספק נמוך בשעות שיא העומס מגדיל עוד יותר את האיבודים ומקטין את יכולת האספקה של האנרגיה האקטיבית, דבר אשר לעיתים מחייב אפילו הגדלת הייבור והשנאים אשר עלול להסתכם בהשקעה של מאות אלפי לירות.

לדוגמא:

א. מפעל לייצור צבעים:

מקדם הספק ממוצע לחודש — בין 0.85—0.92

נמדד מקדם הספק בשעות שיא העומס: 0.79

נמדד מקדם הספק בשעות שפל העומס (לילה): 0.94

ב. מפעל לייצור מקררים:

מקדם הספק ממוצע לחודש — בין 0.85—0.88

נמדד מקדם הספק בשעות שיא העומס: 0.78

נמדד מקדם הספק בשעות שפל העומס (לילה): 0.92

שיא הביקוש

במהלך הסקרים נבדקת האפשרות להקטנת שיא הביקוש ע"י העברת עומסים מ"זרם יום" ל"זרם לילה". כידוע מהוות שעות "זרם לילה" שפל ב"עומס מערכת החשמל הארצית. בנוסף לאמור לעיל נבדקות האפשרויות לתפעול פונקציונלי יעיל בהפ"עלת המתקנים השונים, בכדי לגרום, עד כמה שהדבר ניתן מבחינת תהליכי העבודה במפעל, המנעות מהפעלה ב"זמנית של מתקנים רבים וע"י כך לגרום ל"יישור" עקומת העומס של המפעל. הקטנת שיא הביקוש במפעל מקטינה את האיבוי דים מחד ואת התשלום עבור צריכת החשמל המשולם ע"י הצרכן מאידך.

לדוגמא:

מפעל לייצור זייתני אלומיניום:

שיא הביקוש החודשי נע בין 430—490 קו"ט

והיה בין השעות 15.00—17.00. ע"י העברת התח"ת

לת העבודה בתנור החימום בהספק 200 קו"ט

משעות שיא העומס במפעל לשעות שפל (אחרי

23.00) ירד שיא הביקוש החודשי ל-220 קו"ט.

ההקטנה המשמעותית הנ"ל בשיא הביקוש גרמה

במישרין לדחיה בצורך להגדיל את הספק הטרנס-

פורמטורים המזינים את המפעל לאור הרחבת

המפעל והוספת מתקנים, וכן הקטינה את התש-

למים עבור צריכת החשמל אשר לא השתנתה.

תיכנון הסקר כולל את השכבים הבאים:

א. הוצאת נתוני צריכת החשמל, מקדם ההספק ושיא הביקוש של המפעל במשך השנתיים האחרונות. נתונים אלה מספקים את המידע הראשוני על אופי וגודל צריכת החשמל במפעל, וכך מתקבלת תמונה כללית על אופי עבודת המערכות השונות במפעל (תאורה, מיזוג אוויר וכו').

ב. ביקור וסיור ראשון במפעל. נלמדים בביקור תהליכי העבודה, אופן העבודה של המערכות השונות ומוקדי הצריכה העיקריים (תאורה, מיזוג אוויר, הסקה, תנורי חימום ומכונות פונקציונליות).

ג. ריכוז מידע ספציפי של המפעל מתקבל ממנהל הייצור, מנהל התחזוקה והאחראי על מתקני החשמל.

ד. הכנת תכנית הבדיקות הנעשית בהסתמך על השלבים הקודמים, בה מופיעה תמונת המצב של המפעל ופרוט הבדיקות שתבוצענה.

ביצוע הסקר

ביצוע הסקר במפעל כולל תצפיות ומדידות אשר מתחלקות למספר סוגים:

א. מדידות רגעיות של עומסים, מתחים, עוצמות תאורה, טמפרטורות, לחות וכו'.

ב. מדידות ממושכות באמצעות מכשירים רושמים אותם מחברים באופן זמני למשך מספר ימים.

ג. רישום מצב המונים הקיימים במפעל בפרקי זמן קצובים, למשל, אחת לשעה או בתחילת וסוף משמרת. נתוני רישום אלה מספקים מידע על השינויים במקדם ההספק, שעות שיא הביקוש וצריכת החשמל בהתאם למשמרות.

ד. במקביל למדידות הנ"ל (סעיפים א"ג) נלמדים תהליכי הייצור והעבודה של המכונות השונות במפעל, לצורך השלמת הנתונים הדרושים.

נושאי הבדיקות

מקדם החספק

כידוע נדרש עלידי חברת החשמל שערך מקדם החספק לא יהיה קטן מאשר 0.85. במקרה ש-מקדם החספק קטן מן הערך הנ"ל משלם המפעל תוספת תשלום עבור מקדם הספק ירוד — תשלום זה מתבטא לעיתים באלפי לירות ומגיע לפעמים עד כדי 50% מהתשלום עבור צריכת החשמל הכללית במפעל (כאשר מקדם החספק 0.52).

בנוסף לתשלום הנ"ל, גורם מקדם החספק הירוד להקטנה משמעותית ביכולת ההספקה של האנר-גיה האקטיבית ומגדיל את האיבודים במערכת החשמל.

במהלך הסקרים אשר נערכו נתברר שלמרות ש-מקדם החספק הממוצע החודשי היה בחלק מהמפע-לים גבוה מ-0.85 והמפעלים לא נדרשו לשלם תר-

במהלך עריכת הסקרים נתקלנו בשתי קבוצות מיזוג אוויר:

1. מיזוג אוויר לצורך נוחות העובדים (מיזוג אוויר מרכזי או מקומי);
2. מיזוג אוויר תעשייתי אשר מתחייב מתהליכי הייצור (מיזוג אוויר מרכזי בלבד).

נמצא בזבז בצריכת החשמל במערכות מיזוג האוויר, אשר נבע מחוסר מודעות לחיסכון במערכת אלה ולהלן מספר נקודות אשר נתגלו:

✘ שעות עבודה מיותרות של מערכות המיזוג בהשוואה למספר השעות בהן יש צורך במיזוג במפעל. במספר מפעלים נמצא כי עבודת מערכת מיזוג האוויר המרכזית אינה חופפת את שעות העבודה במחלקות הממוזגות, היות וההפעלה של המיזוג הינה ידנית. בכדי ששעות עבודת מערכת מיזוג האוויר תהינה תואמות את שעות העבודה במחלקה יש להתקין פיקוד אוטומטי אשר יכוון כך שההפעלה וההפסקה של המתקן תהיה בהתאם לנדרש ולא מעבר לזה כפי שזה קיים במציאות.

מצב זה של חוסר פיקוד אוטומטי נמצא ברוב המפעלים בהם נערכו הסקרים ומתקנת בהם מערכת מיזוג אוויר מרכזית.

בבדיקות במתקני מיזוג אוויר בהספקים של עד 150 קו"ט נמצא כי החיסכון הצפוי עשוי להסתכם ב-10,000—50,000 קו"ט לשנה. ובמתקנים גדולים יותר בהספק של 700 קו"ט ניתן להגיע לחיסכון של 500,000 קו"ט בשנה (מתקן מיזוג אוויר מרכזי בבית חולים).

✘ ויסות לעוצמה מקסימלית, גם כאשר התנאים במקום אינם מחייבים זאת.

✘ חוסר תחזוקה וטיפול שוטפים, אשר מתבטא בעיקר במסננים סתומים, אשר בנוסף לצריכת החשמל המוגברת גם גורמים להתחממות המדחס.

✘ בידוד תרמי לקוי של האולמות הממוזגים אשר התבטא בפתיחת חלונות ודלתות בשעות הפעלת מיזוג האוויר.

מערכת התאורה

אחד ממוקדי הצריכה אשר נבדק בצורה יסודית ומקיפה ברוב המפעלים הינה מערכת התאורה. אמנם צריכת החשמל של מערכת התאורה היא חלק יחסי קטן מצריכת החשמל הכללית של המפעל, אולם דווקא במוקד צריכה זה ניתן להגיע לחיסכון של אחוזים רבים.

לפי ממצאי הסקרים אשר התייחסו למוקד צריכה זה נמצא כי:

אחד ממוקדי הצריכה העיקריים במפעלים רבים הם תנורי החימום התעשייתיים (תנורי יבוש, תנורי יציקה וכו').

במהלך הבדיקות נתגלו מספר תופעות דומות במפעלים שונים אשר משתמשים בתנורי חימום (מפעלים לייצור מצננים, זיטני אלומיניום, בתי דפוס וכו').

✘ התנורים היו מחוברים לזינה גם בשעות בהן לא היה בהם שום צורך, לשם תהליך הייצור השוטף.

במפעל לייצור מצננים, פעל תנור חמום בהספק 20 קו"ט כמשך 15 שעות ביממה. בהתאם לדרישות תהליך הייצור, היה ניתן להסתפק ב-6 שעות חימום בלבד.

החיסכון הצפוי מן ההקטנה המשמעותית במספר שעות השימוש בתנור הנ"ל, התבטא ב-33,000 קו"ט לשנה.

חיסכון זה הושג ללא השקעה כספית כלשהי, והיה צורך בשינוי זמני ההפעלה וההפסקה של התנור בלבד.

✘ שימוש בלתי יעיל — בתנורי יציקה בבית דפוס. בבית דפוס בו היו מופעלים 2 תנורי יציקה, כאשר אחד מהם שימש לעבודה השוטפת והשני חומם לצורך עתודה בלבד בכדי שיהיה מוכן לשימוש מידי במקרה של הפסקת העבר דה בתנור הראשון.

התנור אשר הוחזק בעתודה, חומם באופן קבוע ורצוף לטמפרטורת העבודה (300 מעלות), בו בזמן שהתברר לאחר הבדיקות שנערכו במקום כי כאשר התנור המשמש לעתודה יהומם רק עד 220 מעלות, יהיה צורך בזמן של 1/4 שעה בכדי לחממו עד לטמפרטורה הנדרשת והיא 300 מעלות — תהליך העבודה השוטף מאפשר המתנה של 1/4 שעה אשר נחוצה לשם חימום התנור מ-220 מעלות עד 300 מעלות. החיסכון הצפוי מיישום המלצה זו התבטא ב-160,000 קו"ט לשנה.

✘ חלק מגופי החימום נמצאו שרופים והיה צורך לחמם את התנור שעות רבות בכדי להגיע לטמפ. הנחוצה. דבר זה גרם לצריכה מוגברת בגלל ההגדלה באיבודים התרמיים.

✘ בידוד תרמי לקוי — גורם אשר הגדיל את האיבודים התרמיים וגרם לצריכת חשמל מוגברת בעיקר באותם תנורים אשר שמשו כתנורי „אמבטיה“ אשר לא כוסו במכסים בעלי תכונות בידוד תרמיות נאותות בשעות בהן חיממו תנורים אלה.

אולם זה כולל בנוסף למכונות הייצור גם מחסנים ופרוזדורי מעבר בהם לא נדרשת עוצמת הארה כמו ליד מכונות הייצור.

באם היה שילוב נכון בין תאורת הרקע לבין התאורה המקומית וכן אילו הונמכו גופי התאורה ב-1 מטר לכל היותר ניתן היה לחסוך עד 400,000 קוט"ש לשנה, כאשר החזר ההשקעה עבור השינויים הנדרשים לא יעלה על שנה אחת.

✦ תקרות וקירות כהים אשר מקטינים את מקדם ההחזרה של קרני האור.

✦ חוסר מודעות לשימוש בחומרים ומתקנים אשר גורמים להגברת ההארה הטבעית (כגון פלטות מ-פ.י.ו.סי. שקוף או מתקנים אחרים אשר מאפשרים את חדירת האור מבחוץ).

מימוש המלצות הסקרים

לסיכום הדברים מן הראוי להדגיש כי התועלת בדו"ח — הנמסר באופן אינדיבידואלי לכל צרכן תעשייה ובו כלולות המלצות לביצוע, לרבות תחשיבי בים על ההשקעה הנדרשת לעומת החיסכון הכספי הצפוי — מותנית בכך שימושו ההמלצות ויישמום הלכה למעשה.

מתוך התחשיבים הקונקרטיים שנערכו לגבי המפעלים שבהם בוצעו סקרים מקיפים מתברר שההשקעה והכספית הדרושה ליישום ההמלצות (רכישת קבלים והתקנתם, התקנת אמצעי פיקוד ופיקוח וכד') היא בדרך כלל זהה לחיסכון הכספי אשר יושג תוך השנה הראשונה שלאחר יישום ההמלצות.

✦ קיים שימוש מופרז בתאורה בשעות היום, כאשר ההארה הטבעית (מבחוץ) מספקת.

✦ במספר רב של מפעלים שיטת הפיקוד איננה מאפשרת הארה מקומית ובמיוחד אין תכנון אשר לוקח בחשבון אפשרות של הפסקת התאורה במקומות אשר קרובים לחלונות או לפתחים דרכם חודר אור טבעי.

✦ שימוש בגורות ליבון בעלי נצילות אורית נמוכה במקום שימוש בגורות פלורסצנט או כספית בעלי נצילות אורית גבוהה יותר.

✦ אחזקה לקויה של גופי התאורה אשר מתבטא בחוסר ניקיון של גופי התאורה.

✦ התקנה גבוהה מדי של גופי התאורה, אשר מקטינה את ההארה ומחייבת הגדלת מספר גופי התאורה.

✦ חוסר תכנון יעיל של מערכת התאורה הכללית אשר איננה מאפשרת שילוב נכון בין התאורה הכללית אשר צריכה לתת את תאורת הרקע לבין התאורה המקומית. בדרך כלל ההארה המקומית מבוססת על התאורה הכללית באולם.

לצורך המחשת מצב קיים נתייחס למפעל טקסטיל אשר אולם העבודה המרכזי משתרע על פני מאות מ"ר ומערכת התאורה הכללית בהספק של כ-200 קו"ט מחוברת כל שעות העבודה.

גופי התאורה מותקנים בגובה של כ-5 מטר ומחולקים כך שהארה היא שווה פחות או יותר על שטח כל האולם.

מהדורה חדשה של תקנות בדבר כללים להתקנת לוחות במתח נמוך

- * רויזיית תקנות „לוחות" אשר פורסמה בקובץ התקנות 3531 ביום כ"ה באייר תשל"ו 25.5.76 נכנסה לתוקף מחייב ב-25.5.1977.
- * תקנות „לוחות" במהדורה החדשה מבטלות את התקנות הישנות שפורסמו ב-1957.
- * התקנות החדשות חלות על —
 - (1) כל לוח שהותקן לאחר תחילתן (25.5.1977) או על כל שינוי בלוח כאמור;
 - (2) כל שינוי יסודי שיעשה לאחר תחילתן בלוח שהותקן לפני תחילתן.
- * בתקנות החדשות יש מספר שינויים וחידושים מהותיים לעומת התקנות הישנות. למשל:

תקנה 19:

19. לא יותקנו מפסקים או מבסחים על לוח עץ.

תקנה 34(א):

34. (א) ניתן לתקן ביתי מלוח ראשי, יותקן מפסק אוטומטי ראשי לפי הוראות אלה:

- (1) מפסק אוטומטי תלת-קטבי או ארבע-קטבי אם האספקה היא תלת-פזית;
- (2) מפסק אוטומטי חד-קטבי דו דו קטבי אם ה' הספקה היא חד-פזית; מותקן מפסק אוטומטי חד-קטבי, ינתק מוליך הפזה.

תקנה 35(ב):

35. (ב) כל מוליך אפס ייקבע על ידי בורג מיוחד להתקן האמור, באופן שבזמן ניתוק אחד מהם לא ינותקו יתר מוליכי האפס.

מערכת ציוד חדש למדידות ולכיוול מוניים במבדקת המוניים של מחלקת המוניים הארצית בחברת החשמל

המערכת החדשה

כיום, עם הכנסת המערכת החדשה לפעולה, ניתן יהיה לחסוך בחלק מהתהליכים הנ"ל ולמקד את רוב הנושא בדיוק המירבי במבדקת המוניים. בנוסף לכך תשמש מערכת זו לבדיקות שונות, כגון בדיקות אבטיפוס של מוניים חדישים מביה"ח, ולטפל בציוד מגוון אחר הדורש זרנות דיוק גבוהות. כן יענה הציוד לצורכי הבדיקות שנערכות במחלקה במסגרת פיתוח מכשירי מדידה חדישים בלתי סטנדרטיים.

כיוול מוניים אלקטרוניים בעתיד

מזה כמה שנים מייצרים מוניים אלקטרוניים מדוייקים קים ביותר. הם עדיין בשימוש מצומצם. מוניים כאלה הוזמנו להתקנה בתחנות הכח של החברה. בעתיד ככל הנראה יורחב השימוש בהם ואולי הם יחליפו גם את המונה ההשראתי הרגיל. ה"PRECIGYR" מתאים גם לבדיקה ולכיוול מוניים אלקטרוניים.

סקרים על מוניים בבתי הצרכנים

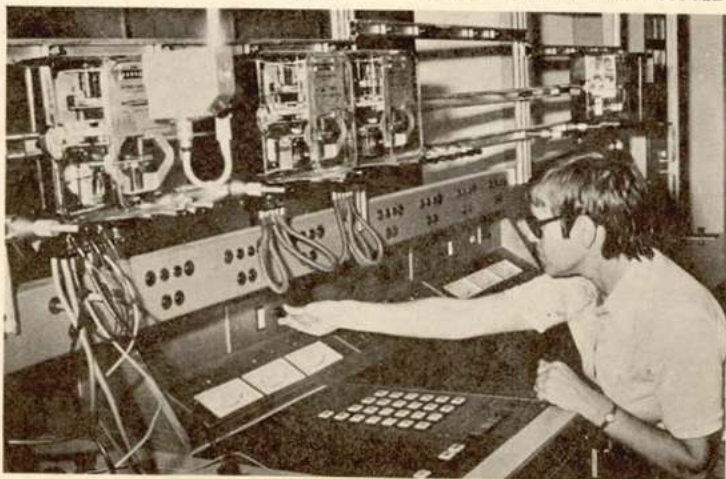
מחלקת המוניים מבצעת על המוניים בבתי הצרכנים סקרים לפי תוכנית רבי-שנתית. הסקרים נעשים לפי מדגמים סטטיסטיים מייצגים והם מהווים את האמצעי העיקרי למעקב על דיוק המוניים ותקינתם. ה"PRECIGYR" מאפשר בדיקות מגוונות ומדוייקות ביותר כפי שהדבר נדרש לביצוע ה"סקרים". הכמות הגדולה של המוניים אצל צרכנים, והגידול הטבעי השנתי, וכמוכן דיוקם של המוניים הן לגבי הצרכנים מהווים בסיס לקביעת שיטות הבדיקה, ועם הכנסת המערכת האמורה יענה הדבר מהבחינה הטכנית, המסחרית, והשרות הטוב והאמינות ל- צרכן.

"המילה האחרונה" הקיימת בעולם בנושא מכשירי מדידה לצורך כיוול מוניים נמצאת כיום במחלקת המוניים של החברה. על כך מסר לנו מר מ. שטרקהמר, מנהל אגף שרותים ומשק לשעת חרום, והסברים שמענו מפי מר ש. אקסלרוד מנהל מחלקת המוניים הארצית בחברת החשמל. המכשיר הנקרא "PRECIGYR" הינו מתקן משוכלל ומדוייק ביותר, ובעולם הרחב הוא נמצא בשרותן של חברות חשמל ומכונינים ציבוריים המפקחים על חברות החשמל, ועדיין בכמות קטנה ביותר.

להבנת הצורך במערכת הנ"ל חייבים להסביר את תהליך הטפול במוניים באופן כללי: תכונותיה של מערכת זו הכוללת בין השאר, מונה אלקטרוני תלת-פזי, מערכת ווטמטרים וכו', הינן בהדגש על דיוק מירבי ולפי התכנון השנייה ה"מצטברת של המערכת כולה לא צריכה לעבור את 0.1%. המערכת מוזנת ע"י מייצב משוכלל ביותר שלא רק שומר על יציבות גבוהה ביותר של המתח והזרם, אלא גם משפר את צורת הגל שלהם.

תהליך הטפול במוניים

מחלקת המוניים הארצית המופקדת על תקינות ר" דיוק של כ-1,500,000 מוניים, בכל סוגי הצרכנות, נוהגת לערוך בדיקות הן במבדקה והן אצל הצרכנים בעזרת מוניים סטנדרטיים מסוג דיוק של $\pm 0.5\%$, דבר הבא לענות על דרישות חוקי המדידה לגבי מוני הצרכנים שהינם מסוג הדיוק של $\pm 2.0\%$. הבדיקה והכיוול של המוניים הסטנדרטיים האמורים נעשתה עד כה בתהליך ובאמצעים מיושנים יחסית, מבחינת אורך התהליך והסירובל הטכני, וחייבה גם העברת ציוד שונה (ווטמטרים, סטנדרטים וכו') לבדיקות אימות במוסדות מוכרים מחוץ לחברה.



תלוש הזמנה

לכבוד

חברת החשמל לישראל בע"מ
מערכת „התקע המצדיע“

ת.ד. 25 תל-אביב

א"נ,

הנני מזמין מודעה בגודל.....עמוד

שם המפעל.....

הכתובת.....

לשם בירור תוכן וצורת הפרסום נא

להתקשר עם מר.....

טלפון.....

שרות פרסומי לקוראים

למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

1. סמן בעיגול את מספרי המודעות בהן יש לך ענין.
 2. מלא את הפרטים המופיעים בגלויה בכתב יד ברור.
 3. שלח את הגלויה למערכת כשהיא מבוילת.
- הפרטים יישלחו למפרסם המודעה, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו.

שרות וביצוע עבודות חשמל

בתעשייה, במבנים ציבוריים,
תחנות טרנספורמציה,
פקוד ובקרה.

בחברתנו

צוות עובדים צעיר ומנוסה
המבצע עבודות חשמל לתעשייה,
בנייני ציבור, מתקני מתח גבוה,
פיקוד ובקרה.

מוקדי עבודה בכל צפון הארץ,
טלפון וקשר אלחוטי מהמשרד
לכל מכונית — מבטיח שרות
מהיר ללקוחותינו.

יעד אלקטריקה

רחוב דהאן 15, טבריה, טל: 067-21226

לתשומת-לב המפרסמים!

לנוחיות כל אלה, המעניינים 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 — 2000 ל"י

1/2 " — 1000 ל"י

1/4 " — 500 ל"י

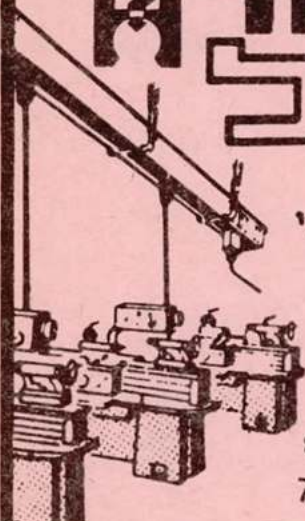
לא כולל מ.ע.מ.

ההדפסה היא באופסט

(אין צורך בגלופות)

יעל מתקן חשמלי ע"י שיטת

חבור קל



מתקן טרום
לחלוקת
החשמל
לתעשייה

תל-אביב :

יהודה הלוי 71
03-613893

חיפה : 04-24 32 83



אלקטרוטכניקה בע"מ

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

* לוחות חלוקה, פקוד וסינופטיים

* ליפוף מנועים

* ייצור טרנספורמטורים ומטענים

* מתקני חשמל (אינסטלציה)

בתעשייה ובמשק

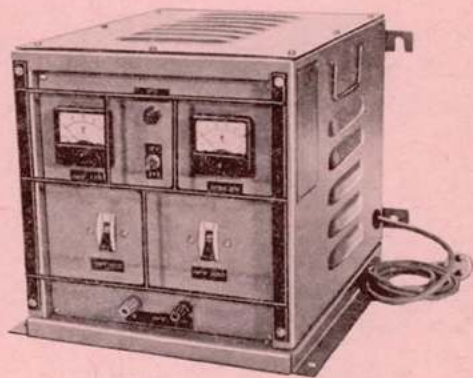
* שרותי תחזוקה ותיקונים

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, מלגוזות, גנרטורים.
- לקבלת עלון מפורט שלח את גלוית השירות הפרסומי.

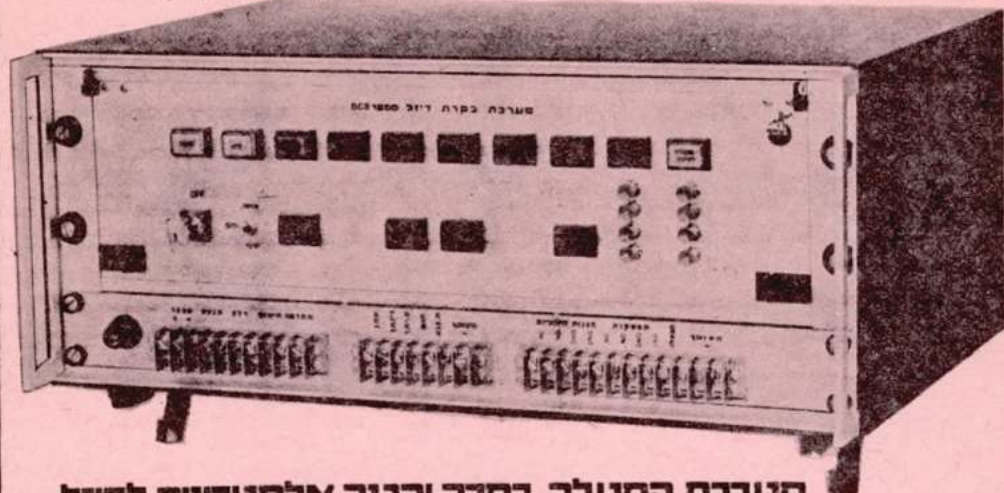
ש.וינטרפלד בע"מ

ת.ד. 1972 חיפה,
טל' 8-740307-04



שרותים השמליים מוכניים

חברת בת של מקורות חברת מים בע"מ
 חולון, רח' הפלד 1 (אזור התעשייה) • ת.ד. 308 חולון • טלפון 806111



חברת הפעלה, בקרה והגנה אלקטרונית לדיזל.

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

האם בדיקת בשנה האחרונה את מפסק הפחת?

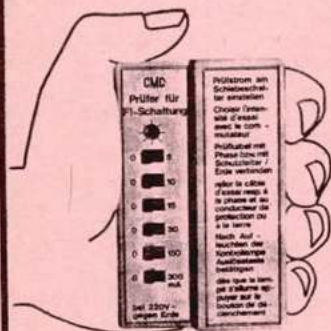
קח את המכשיר Fi (כבתמונה) ובדוק!

- מאחר ומדובר בחיי אדם חשוב לבדוק את מפסקי הפחת אחת לשנה לפחות.
- רק המכשיר Fi מאפשר לך לבדוק את מפסק הפחת בתנאי התחשמלות.

כי:

1. תוכל להעביר דרכו זרם ב- ma כרצונך (עד $500 ma$).
 2. תמיד תקבל זרם זה למשך זמן של $0.1-0.2$ שניות (חיקוי מושלם למצב התחשמלות).
 3. תוכל לקבוע את זרם הדלף הקבוע של המערכת.
- זכור!** הלחיצה על הלחצן של מפסק הפחת גורמת למעבר זרם של כ- $90 ma$ בלי הגבלת זמן ולכן אין פלא שמפסק המגן יפעל.

המכשיר יישלח לכל דורש לכל מקום בארץ. המעוניינים מתבקשים לסמן את מספרנו בגלוית השרות.



רח' המסגר 16 מפרץ חיפה
 ת.ד. 10159 טל. 740711, 725081

רג'אד שיווק בע"מ

האגד שיווק בע"מ

מפרץ חיפה, רח' המסגר 16
ת"ד 10159, טל: 725081

מתכות והנדסה
בע"מ

אלקטרה

רח' הנגב 4 ת"א טל: 37029, 30851

מערכת הגנה

בפני זרם קצר לאדמה

מתוצרת Westinghouse ארה"ב

G.F.P. (Ground Fault Protection System)

מערכת GFP תוכננה להגנת מתקני חלוקה בפני זרמי קצר במתח נמוך לאדמה



כוללת:

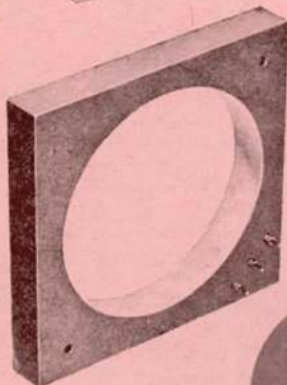
גלאי (SENSOR):

תחום כוון זרם ההגנה: דגם א: 5 - 60 אמפר

דגם ב: 100 - 1200 אמפר

תחום כוון זמן ההשהיה:

מזמן מיידי ועד 60 מחזורים.



CURRENT MONITOR משנה זרם

בעל פתח עגול או מלבני

(במשנה זרם בעל פתח מעבר מלבני,

דופן אחת ניתנת לפרוק לשם התקנה על

פסי צבירה או כבלים מותקנים.

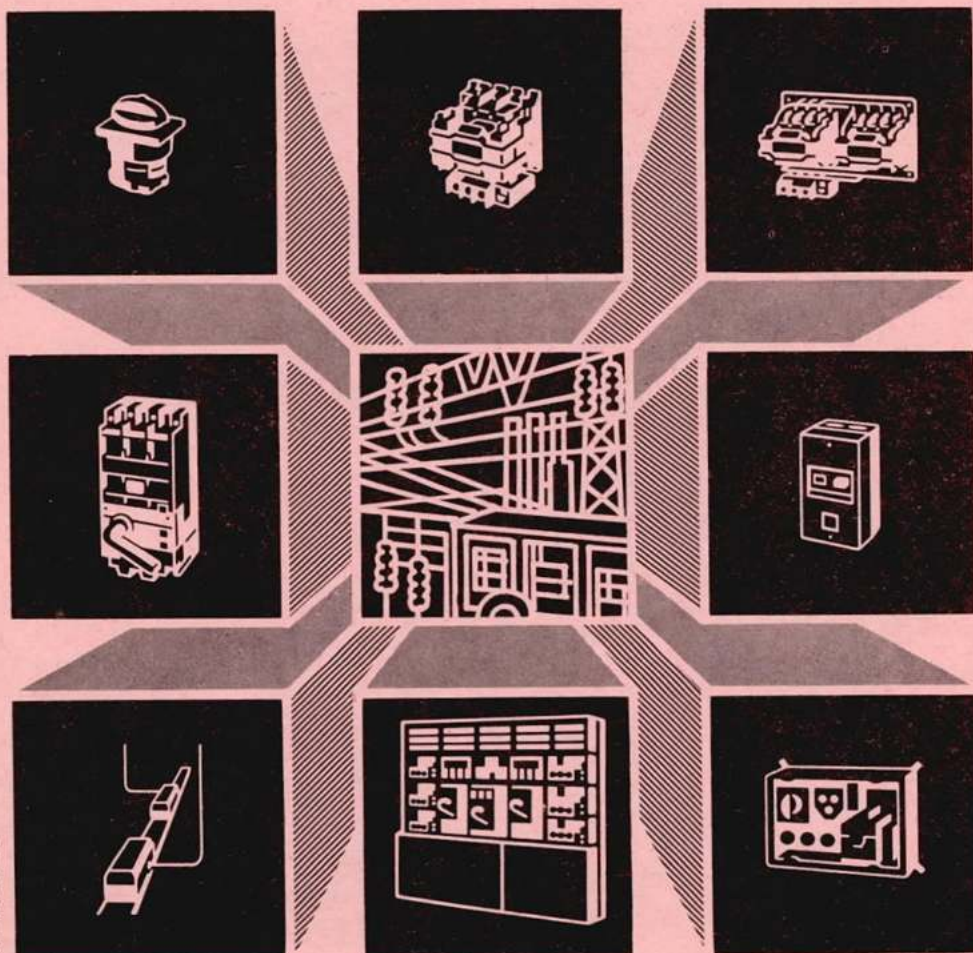
TEST PANEL לוח בדיקה

לשם בדיקת והפעלת המערכת



לשליטה מלאה בזרם KLÖCKNER-MOELLER הבחירה הטובה יותר

משרדינו הטכניים תמיד קרובים אליך.
+ קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ. תל-אביב, דרך פתח-תקוה 37, טל 03-614668
+ קדקו בע"מ. אשקלון, אזור התעשייה, טל. 051-22209
+ הנדסה אלקטרו-מכנית חיפה בע"מ. חיפה, דרך יפו 121, טל. 04-526148
+ הנדסת חשמל כפר-סבא בע"מ. כפר-סבא, רח' וייצמן 94, טל. 052-24003
+ ק. מ. ק. הנדסת חשמל בע"מ. ירושלים, רח' יפו 214, טל. 02-231610



מסוכן שני - נינו

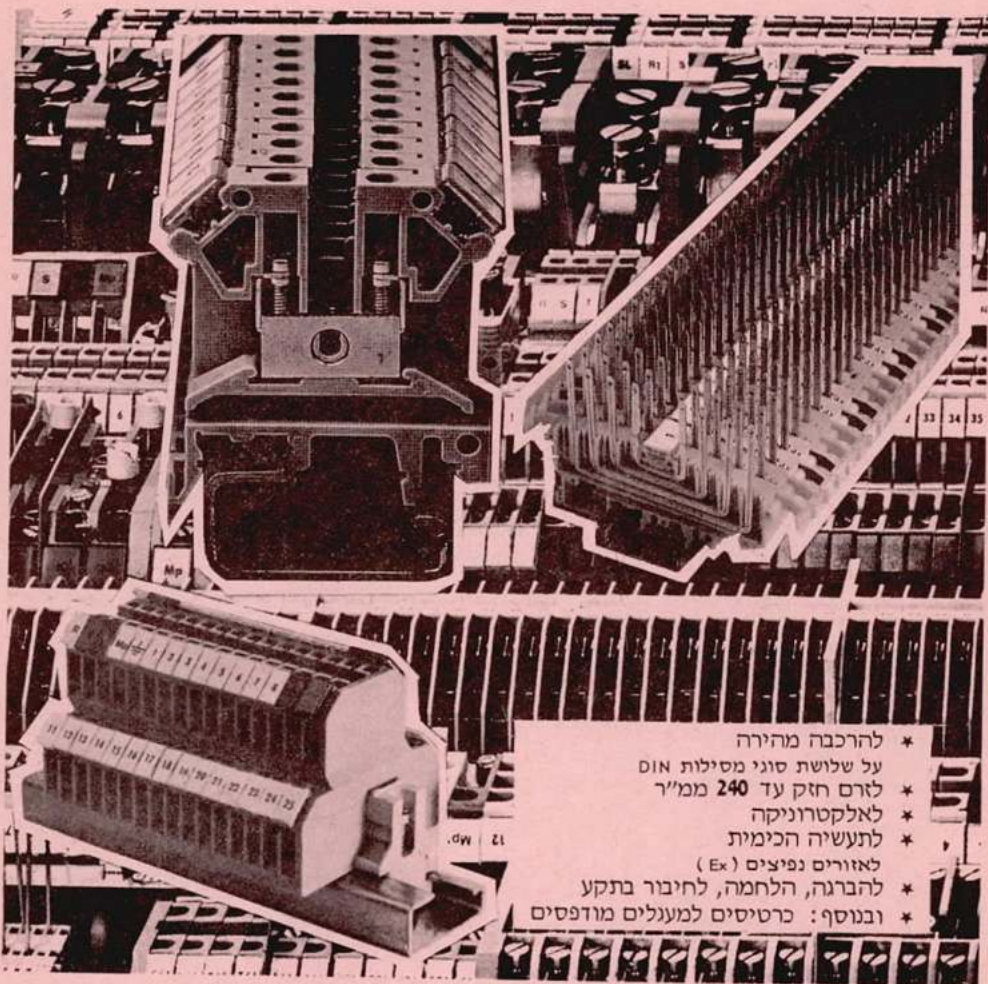
שרות פרסומי מודעה מס' 75



Phönix
Terminals פְּנִיקְס

... of copper plus !deas

המהדק האידיאלי



- * להרכבה מהירה
- * על שלושת סוגי מסילות DIN
- * לזרם חזק עד 240 מ"מ"ר
- * לאלקטרוניקה
- * לתעשייה הכימית
- * לאזורים נפיצים (Ex)
- * להברגה, הלחמה, לחיבור בתקע
- * ובנוסף: כרטיסים למעגלים מודפסים

סניף אזור הצפון:
רח' השיש 3, חיפה.
טל. 04-740801

המשווק:

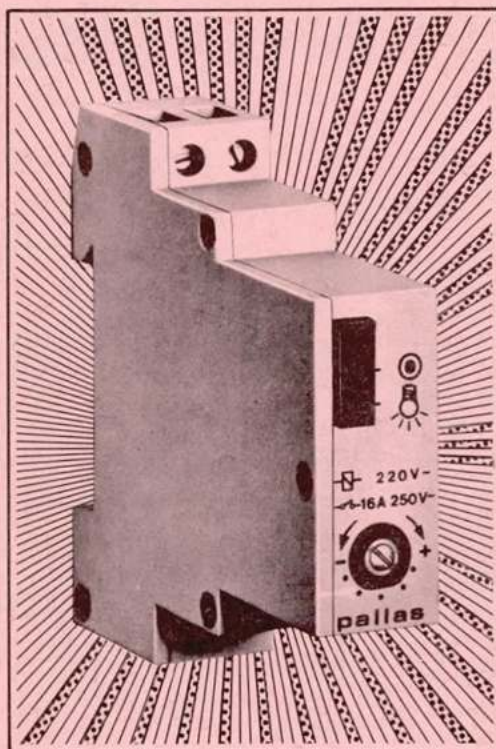
אטקה בעמ

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

הורדי בע"מ ייצור לוחות חשמל

רח' סלמה 136, תל-אביב 66032 * טל. 829266

ממסר חדר מדרגות חדיש



* מבנה של 17.5 מ"מ רוחב
45 מ"מ גובה
68 מ"מ עומק
אפשרות להרכבה על מסילה.

* השהייה פניאומטית של 15 שניות
עד 15 דקות.

* מפסק מקצר במבנה הממסר
להפעלה ידנית.

* אגס כספית מיועד ל-16 A עבודה
קשה (תאורת כספית כולל קבלים).

* מתאים למתח $220 V \pm 15\%$.

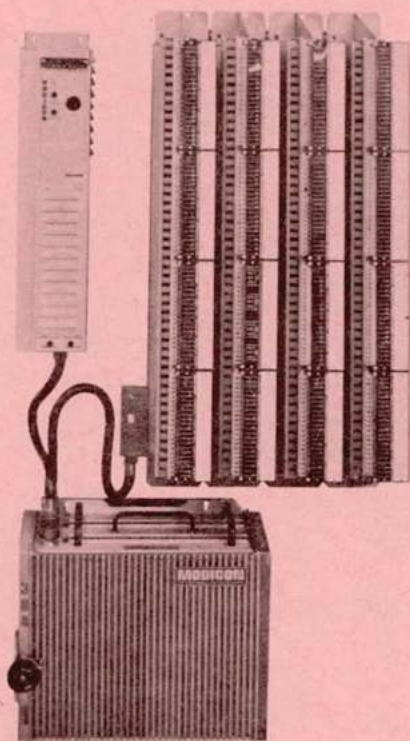
* אפשרות חיבור למערכת של 50 לחצנים מוארים (זרם 1mA כל אחד).

* קיים כסוי מתאים להרכבה בלוחות מונים (בחדרי מדרגות).

ועתה -
לבקרת צריכת אנרגיה!
באמצעות הבקר המתוכנת

MODICON

WORLD'S LARGEST PROGRAMMABLE CONTROLLER COMPANY



יישום, התקנה וגבוי טכני:

אשר פויכטונגר בע"מ הנדסה חשמלית

תל-אביב, רח' פינסקד 14, טלפונים: 299617-297106.

שרות פרסומי מודעה מס' 78

ראד שיווק בע"מ

מפרץ חיפה, רח' המסגר 16
ת"ד 10159, טל: 725081

אלקטרה מתכות והנדסה
בע"מ

רח' הנגב 4 ת"א טל: 37029, 30851

מפסיקי זרם חצי אוטומטיים תלת פזיים קומפקטיים

דגמי Seltronic
תוצרת Westinghouse ארה"ב

המפסק של שנות ה-80



Westinghouse
Seltronic Breakers

בעלי מערכת הגנה אלקטרונית
מתכוונת

מפסקים ראשיים

להגנה על שנאים

זרם נקוב: 300 - 3,000 אמפר

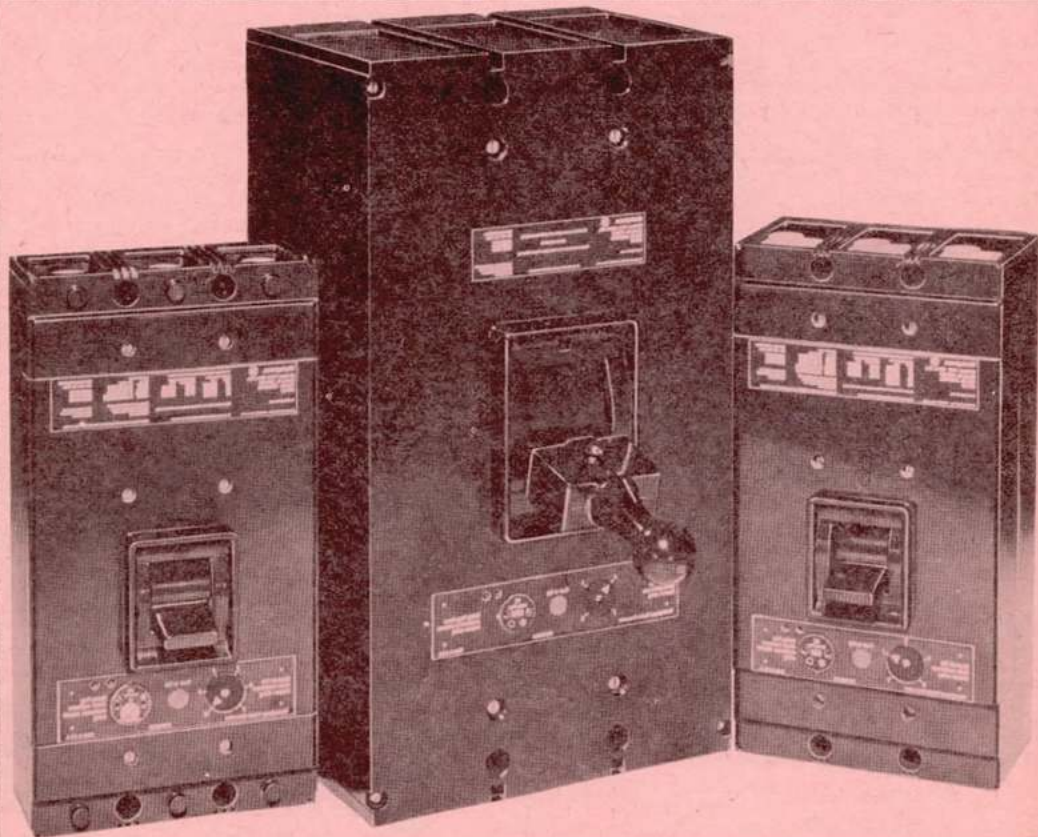
כושר ניתוק: 35,000 -

100,000 אמפר

מפסקים סלקטיביים

להגנה בפני עומס יתר וזרם קצר

מתכוונת



מועצת פועלי חיפה
המח' להכשרה ולהשתלמות מקצועית

משרד העבודה מחוז חיפה
האגף להכשרה ולהשתלמות מקצועית

**המרכז להשתלמות מקצועית - חיפה
קורסים להשתלמות חשמלאים**

- ✧ לקראת רישוי: חשמלאי מוסמך — חשמלאי ראשי-חשמלאי בכיר
 - ✧ קריאת שרטוט חשמלי ומעגלי פקוד.
 - ✧ למודי הכשרה לחשמלאים מתחילים.
 - ✧ אלקטרוניקה תעשייתית לחשמלאים העוסקים במכשור אלקטרוני.
 - ✧ מתח גבוה לקראת רשוי מתאים, לעוסקים בשטח זה.
 - ✧ קורס בסיסי בפיקוד דיגיטלי.
 - ✧ השתלמות לחשמלאים במתקנים
 - ✧ השתלמות לחשמלאים במכונות והנעה חשמלית
 - ✧ קורסים מיוחדים לפי דרישת המעוניינים.
- כל הלימודים מתקיימים בחיפה בשעות הערב — פעמיים בשבוע.
הרשמה ופרטים נוספים: מועצת פועלי חיפה — המח' להשתלמות מקצועית — רחוב החלוץ 45, חיפה חדר 806 טלפון 04-641781.
ובמרכז ההשתלמות בסמ"ת. או סמן מספרנו בגלית השרות.

**הצטרף גם אתה לכל
הנהגים**

מטיימרים ופלשרים באיכות יצוא
מחירים נמוכים! אספקה מיידית!
שרות מהיר ויעיל גם להזמנות
מיוחדות.



בקש קטלוג ומחירון
(דרושים מפיצים בכל הארץ)



מגטרון אלקטרוניקה ובקרה בע"מ
megatron electronics & control ltd.

ת.ד. 1719 חיפה טלפון 04-88835

שרות פרסומי מודעה מס' 71

ט טלדור

תעשית מזליכים וכבלים

לטלקומוניקציה, אלקטרוניקה
וחשמל בע"מ

- חוטי "ט" לבנין
- כבלים טרמופלסטיים
NXY, NXM
- חוטי תאורה ורכב
- פנדל פלסטי
- מוצרים אחרים:
- כבלי מיכשור
- כבלים למערכות השקיה
- כבלי מיקרופון
- כבלי אינטרקום ורכות
- כבלים משותפי ציר
(קואקסליים)
- כבלי טינזל
- חוטי תיול מצופים
טפולן או טפול

מוצרי טלדור הינם באיכות גבוהה, נושאים
את תו התקן הישראלי ואישורי תקנים
בינלאומיים בהולנד, גרמניה, צרפת, ארה"ב וקנדה.

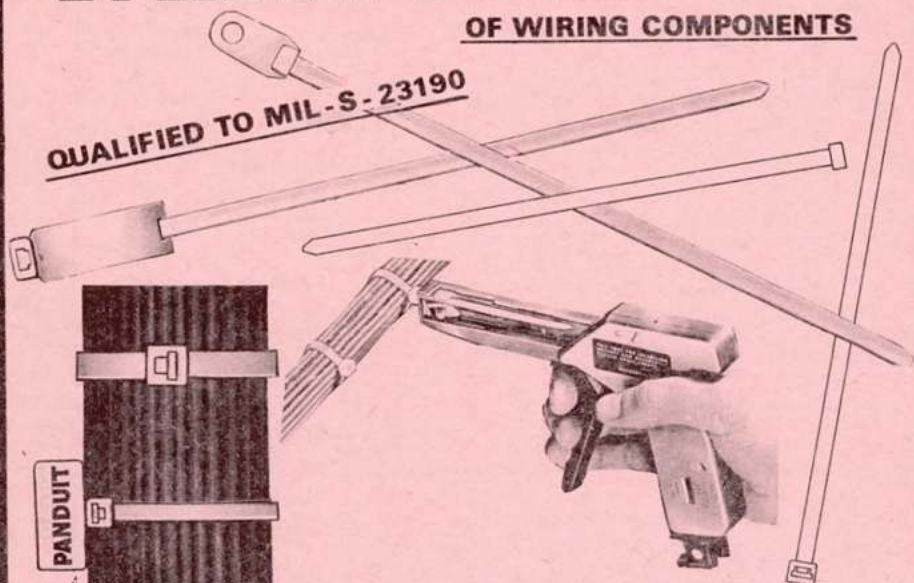
קיבוץ עין דור, דואר-נע יזרעאל 19335
טלפון 065-37422/3/4

PANDUIT

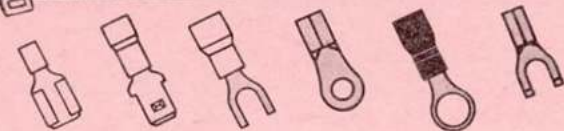
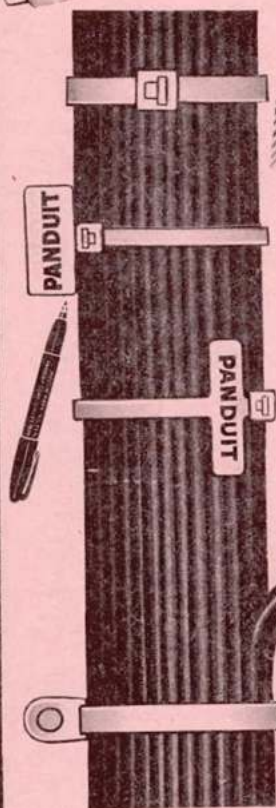
COMPLETE LINE

OF WIRING COMPONENTS

QUALIFIED TO MIL-S-23190



לשנוש צבאי ואזרחי- בתעשייה, אחזקה, התקנות ושרותים.
הדגמות ודוגמאות חנים ע"י צוות מקצועי ומעולה.
אין כמו פנדואיט!



אצלנו במלאי

PANDUIT



אלכסנדר שניידר בע"מ

תל-אביב, דרך פתח-תקוה 44 טל. 34607, 32089

כנס חשמלאים משולב בסיור בתחנת הכח בחיפה במסגרת „התקע המצדיע“

בהמשך לפעולותינו להגברת התקשורת עם ציבור אנשי המקצוע (מהנדסים, הנדסאים, וחשמלאים) בשטח החשמל, נקיים בחיפה סידרה של מפגשים המשולבים בסיור בתחנת הכח.

המפגשים יתקיימו בתאריכים:

1. ביום רביעי 24.8.77

2. ביום רביעי 31.8.77

לאור העובדה שמספר המשתתפים בכל מפגש מוגבל, רצוי להקדים את הודעת אישור ההשתתפות בצרוף דמי השתתפות בסך — 100 ל"י.

התוכנית היא כדלקמן:

08.30—08.00 : התכנסות ורישום — מלון „דן-כרמל“

08.30—08.45 : דברי פתיחה — אינג' א. לייטנר, מנהל המחלקה לפיתוח הצריכה, האגף המסחרי ועורך „התקע המצדיע“.

08.45—09.45 : שיפור מקדם ההספק, האספקטים הטכניים והכלכליים — אינג' א. רייך, מנהל הרשת הארצית.

09.45—10.15 : הפסקה — כיבוד קל.

10.15—11.00 : מגמות בצריכת החשמל לאור משבר האנרגיה — מר ש. ריטן, מנהל המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים, אגף מערכות מידע ומחשבים.

11.00—11.30 : הסברי רקע לקראת הסיור בתחנת הכח — אינג' ע. אוקון, מנהל תחנות הכח בחיפה.

11.30—12.00 : נסיעה מאורגנת באוטובוסים מיוחדים לתחנות הכח בחיפה.

12.00—13.30 : סיור מודרך, בקבוצות, בתחנות הכח בחיפה.

13.30—14.00 : נסיעה מאורגנת באוטובוסים מיוחדים בחזרה למלון „דן-כרמל“.

14.00—16.00 : ארוחת צהרים ורבישיח במלון „דן-כרמל“.

הערה: בקשר להרצאה על מקדם ההספק תהיה תצוגה של אמצעים לשיפור מקדם ההספק.

----- גזור ושלח במעטפה מבוילת -----

לכבוד

חברת החשמל לישראל בע"מ

מערכת „התקע המצדיע“

ת"ד 25

תל-אביב

תאריך.....

אני החתום מטה מאשר את השתתפותי במפגש החשמלאים המשולב בסיור בתחנות

הכח בחיפה, במסגרת „התקע המצדיע“, בתאריך 24.8.77

בתאריך 31.8.77

מצ"ב דמי השתתפות בסך — 100 ל"י (המחיר כולל גם את ההסעה וארוחת הצהרים)

(נא סמן במשבצת שליד התאריך הרצוי לך X)

שיק/המחאת דואר מס'

נא לכלול אותי ברשימת המשתתפים.

שם: (בכתב יד ברור)

כתובת:

בכבוד רב

חתימה.....

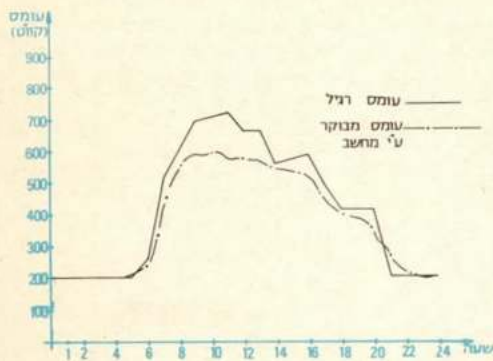
ייעול וחיסכון בצריכת החשמל ע"י שימוש בווסת אנרגיה מתוכנת לניהול עומס (PROGRAMMABLE ENERGY CONTROLLER)

אינג' א. מרחב

אחד האמצעים החדשים והיעילים לייעול וחיסכון בצריכת החשמל הוא השימוש במחשב או בקר מתוכנת (PROGRAMMABLE CONTROLLER) לשליטה ובקרה על מערכת החשמל במפעלי תעשייה ומוסדות ציבור ומסחר. נתאר את עקרונות השימוש במחשבים אלה לשיפור עקומת העומס היומית, ואת אפשרויות החיסכון שניתן להשיג על-ידי מחשב המבצע בצורה שוטפת ומדויקת פיקוח ובקרה על העומס החשמלי של הצרכן.

הנושא של חיסכון בהוצאות עבור החשמל על-ידי שימוש במחשב או בבקר מתוכנת נמצא בעולם בהתפתחות מתמדת עקב יעילותו המוכחת בחיסכון אנרגיה. גם בארץ החלו לאחרונה להתקין אותם ויש לצפות שעם ההתרחבות בשימוש תחול גם ירידה במחירים, ולכן תגדל עוד יותר כדאיות השימוש במחשב ובבקר המתוכנת להשגת ייעול וחיסכון בצריכת החשמל.

הן מבחינת האפשרות להכניס לתוכן נתונים טכניים בצורת מספרים, נתייחס בהמשך המאמר אל מתקן זה כאל "מחשב". דבר שיקצר את המינוח מבלי לפגוע בתוכן העניינים.



שרטוט 1: עקומת עומס יומית של מפעל לעומת עקומת העומס של אותו מפעל אחרי שהוכנס מחשב לניהול העומס.

בשרטוט מס' 1 מתואר עקום עומס אופייני של צרכן, פעם בפעולה רגילה ופעם לאחר שלאותו מפעל הוכנס מחשב השולט ומבקר על העומס הלא חיוני שב. מהשרטוט רואים שהמחשב מקטין את צריכת החשמל ואת שיא הביקוש של המפעל. להקטנת שיא הביקוש ושיפור עקומת העומס יש חשיבות רבה הן

עיקרון החיסכון המושג ע"י בקר (CONTROLLER) לניהול העומס

אצל כל צרכן חשמל גדול, בין אם זה מפעל תעשייתי או מלון גדול, ניתן למצוא מקומות בהם אפשר לייעל את הצריכה ולחסוך באנרגיה חשמלית.

השלב הראשון מכוון בעיקרו להבטחת מקדם הי-הספק בגבולות המותרים, הקטנת שיא הביקוש, הקטנת עוצמת התאורה לערכים הגיוניים הדרושים. הפעלת והפסקת מתקנים כנדרש לצורך הפעולה התקינה וקביעת תחומי טמפרטורה נכונים במערכות ההסקה ומיזוג האוויר. אחרי שבוצע שלב חיסכון ראשוני זה, ניתן להשיג חיסכון נוסף על-ידי הכנסת מחשב (או מערכת בקרה אלקטרונית אחרת) אשר שולט ומבקר על חלק ממתקני הצרכן.

את צריכת החשמל ניתן לחלק לשני חלקים: חלק מהצריכה נובע מעומס חיוני כגון תאורה ומכונות החיוניות לתהליכי הייצור. החלק השני כולל עומס שאינו חיוני לתהליך הייצור או לתפעול השוטף של המפעל, כגון: חימום, מיזוג אוויר, משאבות ומדחי-סים. מכאן נובע שזמן ההפעלה של העומסים הלא חיוניים הוא גמיש, וכאשר העומס-המחובר-הכולל גדול מדי, ניתן להפסיק לפרקי זמן קצרים את פעולתם של העומסים הלא חיוניים.

השימוש במחשב מקטין את הוצאות החשמל בעיקר על-ידי שליטה ובקרה על העומס שאינו חיוני (NON-ESSENTIAL LOAD) לתפעול השוטף של המפעל. מכיוון שה-PROGRAMMABLE CONTROLLER לניהול העומס בנוי בדומה למחשב אלקטרוני הן מבחינת המבנה של המעגלים האלקטרוניים

ההספק, יבצע המחשב חישוב והשוואה בין העומס והצריכה שבפועל לבין העומס והצריכה המותרים, בהתאם לתוצאות ההשוואה מוסר המחשב פקודה אם ואיזה עומסים לנתק או לחבר. קיימות כמה שיטות חישוב והשוואה לפיהן עובד המחשב, ב התאם לסוג המחשב ומחירו נקבעת גם מידת היערי לות והתייחסות של פעולתו, ולפיכך גם מידת החיס כון באנרגיה ובכסף שמושגת על-ידי המחשב.

חיסכון נוסף שמושג על-ידי המחשב הוא בכך שהוא גורם להפעלה מדוייקת בזמן של היחידות השונות במפעל, בכך משיגים שזמן פעולת היחידות יהיה הזמן הדרוש בלבד ולכן נמנעת הפעלת יתר ומושג חיסכון בצריכת החשמל.

סדר הגודל של החיסכון המושג על-ידי המחשב הוא בתחום של 10% עד 20%, שהוא הישג לא מבוטל מבחינת החיסכון בצריכה ובכסף.

ההבט הכלכלי

מחיר המחשב כולל התקנתו נע בין \$3,000 ל-\$40,000. תחום המחירים נובע מכך שקיימים סוגים רבים של מחשבים הנבדלים זה מזה בשיטת הפעולה העקרונית לפיה הם פועלים, כמו כן תלוי המחיר במספר העומסים עליהם המחשב שולט ומבקר מכאן נובע שעל כל מפעל להתאים לעצמו את מערכת המחשב המתאימה לו, בהתאם לגודל המפעל ואופי הצריכה.

משך הזמן בו החיסכון הכספי עקב הקטנת הצריכה מכסה את מחיר המערכת והתקנתה, נקרא תקופת החזר ההשקעה. הנסיון מראה שתקופת החזר ההשקעה הממוצעת היא שנה וחצי, ותלויה בגודל המפעל ומחיר המחשב והתקנתו.

מנקודת הראות של צרכן החשמל והן מנקודת הראות של חברת החשמל. מבחינת חברת החשמל משמעות של הקטנת שיא הביקוש היא ניצול יעיל יותר של תחנות הכוח, ולכן קיימים שני תעריפים עבור צריכת החשמל: בתעריף א' לכה לתעשייה — התשלום קשור לצריכה בלבד. בתעריף ב' לכה לתעשייה — התשלום תלוי בשיא הביקוש החודשי ובצריכה, לכן צרכן חשמל שאופי צריכתו לא כולל שיא ביקוש גדול, יזכה לחיסכון כספי ניכר בעת התשלום לפי תעריף ב' לכה לתעשייה.

הסבר עקרון החיסכון והיעול הנגרם על-ידי המחשב.

השמוש במחשב מקטין את צריכת החשמל על-ידי שליטה ובקרה על העומסים הלא חיוניים של הצרכן שהנם עומסים שזמן הפעלתם גמיש ושניתן לכן ל הפסיק לפרקי זמן קצרים את פעולתם מבלי לפגוע בתהליכי הייצור או בתפקיד המתקן.

החיסכון שמתקבל נובע מכך שכאשר העומס גדול יותר מערך שקובעים מראש, נותן המחשב פקודה לנתק, למשך זמן קבוע מראש, חלק מהעומסים הלא חיוניים, אם העומס ממשיך לגדול, למשל עקב הפעלת מכונות ייצור שאינן בשליטת המחשב, יתן המחשב פקודה לנתק עוד עומסים לא חיוניים. ול הפך, את העומס קטן מתחת לרמה מסויימת המוכ תבת מראש, יתן המחשב פקודה לחבר מחדש חלק מהעומסים הלא חיוניים. בצורה זו שומר המחשב שהעומס לא יהיה גדול מדי או קטן מדי.

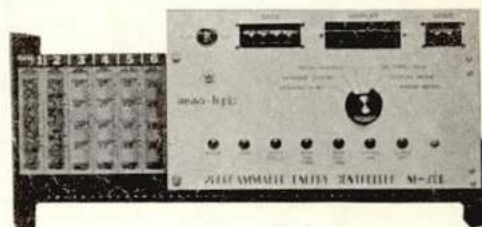
מכאן נובע שלצורך פעולתו של המחשב יש להכניס לזכרון שלו את רשימת כל העומסים הלא חיוניים, את פרקי הזמן בהם מוכנים שעומסים אלה יהיו מופסקים ואת רמת הצריכה ושיא הביקוש המות רים. מנתונים אלה וממידת קצב הצריכה בעזרת מדי



דוגמא למחשב גדול :

מערכת לבקרת וניהול מערכות חשמל

המחשב נמצא לפנינו, ומאחור נמצאת המדפסת להכנסת הנתונים למחשב.



דוגמא למחשב קטן :

מערכת מתוכנתת לבקרת אנרגיה

דוגמא לחישוב החיסכון הכספי

הפריע לתפעול התקין של המפעל. בנוסף לקביעה מהם העומסים הלא חיוניים, צריך לדעת את ההספק הנקוב בקו"ט של כל אחד מהעומסים. ואת סדר העדיפויות שלהם. הכוונה לכך שהעומסים יוכנסו למחשב לפי סדר חשיבותם, תחילה העומס החשוב ביותר ואחריו העומס השני בחשיבותו וכך הלאה עד לעומס האחרון שהוא הפחות חשוב. בטבלה ש' בהמשך מופיעים העומסים הלא חיוניים של המפעל שבדוגמא שלנו, אשר מבוקרים ע"י המחשב לפי סדר העדיפויות שלהם.

רשימת העומסים המבוקרים ע"י המחשב

הספק נקוב (קו"ט)	היחידה	עדיפות העומס
87.5	יחידת מיזוג (50 טון קירור)	1
55	חימום מים	2
7.5	מדחס אויר (5 כ"ס)	3
20	חימום מים	4
7.5	מדחס אויר (5 כ"ס)	5
3.5	מאוררי מיזוג (5 כ"ס)	6
4	מאוררי מיזוג	7
3.5	מאוררי מיזוג (5 כ"ס)	8
43.7	יחידת מיזוג (25 טון קירור)	9
87.5	יחידת מיזוג (50 טון קירור)	10
7.5	מדחס אויר (5 כ"ס)	11
7.5	מדחס אויר (5 כ"ס)	12
43.7	יחידת מיזוג (25 טון קירור)	13
43.7	יחידת מיזוג (25 טון קירור)	14
20	חימום מים	15
20	חימום מים	16
סה"כ העומס המבוקר — 462		

3. הערכת החיסכון הצפוי :

לשט הערכת החיסכון הצפוי בהוצאת החשמל עקב הכנסת מערכת מחשב לניהול, נזדקק לחשב את מקדם העומס של המפעל ולכן נסביר ונגדיר אותו. מקדם העומס הוא מספר הנע בין 0 ל-1 ומבטא באיזה מידה משתנה העומס היומי של המפעל. ככל שהעומס היומי של המפעל יהיה יותר קבוע, כן יהיה מקדם העומס קרוב יותר ל-1. ולהפך.

$$k = \frac{W_m}{720 \times P_m} \quad \text{כאשר:}$$

- k — מקדם העומס
- W_m — צריכה חודשית (קוט"ש)
- P_m — שיא הביקוש (קו"ט)
- 720 — שעות בחודש (24 × 30)

נביא דוגמא לחישוב החיסכון הכספי המשוער שני תן להשיג בעזרת מערכת שמחירה, כולל הוצאות ההתקנה, כ-15,000\$. זו מערכת יקרה מאוד שרק המפעלים הגדולים בארץ זקוקים לה, ובדוגמא זו נתייחס למפעל גדול שצריכתו החודשית היא 800,000 קוט"ש ושיא הביקוש הוא 2000 קו"ט. אולם, כאמור ישנם מחשבים יעילים למפעלים קטנים, במחירים החל מ-3,000\$.

לשם חישוב החיסכון הכספי יש צורך לדעת את :

1. המצב ההתחלתי של המפעל והתשלום בעד החשמל :

כאמור נדון בדוגמא שלנו במפעל גדול שצריכתו החודשית היא 800,000 קוט"ש ושיא הביקוש הוא 2000 קו"ט והמשלם בעד החשמל לפי תעריף ב' לכן לתעשייה שפרטיו הם :

בעד ביקוש מירבי שנתי : — 8.25 ל"י/קוט"ט

בעד הזרם :

150 קוט"ש ראשונים לכל קו"ט

של ביקוש נירבי חודשי — 30.2 אג/קוט"ש

150 קוט"ש נוספים לכל קו"ט

של ביקוש נירבי חודשי — 25.9 אג/קוט"ש

150 קוט"ש נוספים לכל קו"ט

של ביקוש מירבי חודשי — 25.1 אג/קוט"ש

כל היתר — 22.9 אג/קוט"ש

לכן יהיה חשבון החשמל של המפעל (ראה מאמר תעריפי החשמל לכה לתעשייה עמ' 26 בחוברת „התקע המצדיע" מס' 16) :

התשלום הקבוע עבור הביקוש :

$$= 2000 \times 8.25 = 16,500 \text{ ל"י}$$

התשלום עבור הצריכה:

$$= 90,600 \text{ ל"י} = 0.302 \times 150 \times 2000 = 0.302 \times 300,000$$

$$= 77,700 \text{ ל"י} = 0.259 \times 150 \times 2000 = 0.259 \times 300,000$$

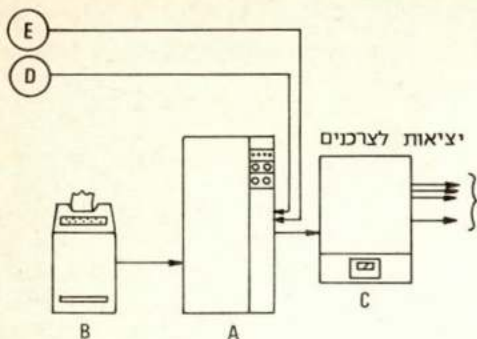
$$= 50,200 \text{ ל"י} = 0.251 \times (800,000 - 300,000) = 0.251 \times 500,000$$

$$= 235,000 \text{ ל"י}$$

נוכח נובע שהצרכן שבדוגמא ישלם 235,000 ל"י ל-חודש (יש לזכור שזה מפעל גדול המובא כאן רק ל-צורך הדגמת החיסכון הכספי האפשרי בו).

2. קביעת העומסים הלא חיוניים שבמפעל :

לכל מפעל יש אופי צריכה משלו הנובע מסוג המפעל ומשטר העבודה שבו, לכן על כל מפעל ומפעל לקבוע בעצמו מהם העומסים החיוניים שאסור להפסיק את פעולתם, ומה הם העומסים הלא חיוניים שניתן ל-בקר אותם, ולהפסיקם לפרקי זמן קצרים מבלי ל-



שרטוט מס' 2

התחברות המחשב למערכת החשמל

בשרטוט מס' 2 מופיעה סכמה של התחברות מערכת לנהול העומס וחיסכון בצריכת החשמל אל מערכת החשמל. החשמלאי מכניס באמצעות מדפי-סת B אל המחשב A את מכסימום הצריכה ושיא הביקוש המותרים. המחשב מחובר אל מונה הצריכה D ומונה שיא הביקוש E, ומחשב מהם את ההספק הרגעי. בעזרת תוכנית פנימית המצויה בו, מבצע המחשב השוואה בין העומס והצריכה בפועל לבין העומס והצריכה המותרים. ההשוואה נעשית עפ"י אחת השיטות המתוארות בהמשך, ובהתאם לתוצאות ההשוואה נותן המחשב, דרך לוח הפיקוד C, פקודה לני-תק או לחבר חלק מהעומסים. מכאן נובע שמחיר המערכת כולל גם התקנה וחיט של כלי הפיקוד מלוח הפיקוד C אל הצרכנים.

שיטות פעולה עקרוניות

נתאר את שיטות החישוב וההשוואה הנפוצות ביותר לפיהן עובד המחשב כדי להשיג את החיסכון בצריכת החשמל.

א. שיטת "הצריכה המוגבלת" (LIMITED ENERGY)



שרטוט 3 — שיטת הצריכה המוגבלת

מהנסיגון שבשמוש מערכת המחשב מהסוג שבדוגמה שלנו, נובע שההערכה הראשונית לגבי מידת הקטנת שיא הביקוש, מתקבלת עלידי הנוסחה הבאה:

$$\Delta P = (1-k)P_C$$

כאשר: k — מקדם העומס.

ΔP — הקטנת שיא הביקוש (קו"ט).

P_C — סה"כ העומס המבוקר (קו"ט).

ובדוגמה שלנו:

$$k = \frac{800,000}{720 \times 2000} = 0.55$$

$$\Delta P = (1-0.55) \times 462 = 208$$

נזכור ששיא הביקוש הוא 2000 קו"ט, ולכן זו הקטנה של כ-10% בשיא הביקוש.

החיסכון בצריכה מושג ע"י כך שנותנים למחשב הר-ראה בנוגע לגודל הצריכה המקסימלית המותרת, והמחשב שומר שלא נעבור אותה ע"י בקרה על ה-עומסים הלא חיוניים.

חיסכון נוסף נובע מכך שבעזרת המחשב אפשר לבצע הפסקה מחזורית של חלק מהעומסים, למשל אפשר להפסיק לחילופין, פעם למשך 5 דקות, כל אחת מיחידות המיזוג ומאווררי המיזוג. הנסיגון הראה שעקב פעולות אלו משיגים חיסכון של 80,000 קו"ט"ש, שהוא 10% מהצריכה.

נחשב את חשבון החשמל של המפעל שבו הושג ה-חיסכון הנ"ל בשיא הביקוש ובצריכת החשמל.

שיא הביקוש החדש הוא:

$$1792 \text{ קו"ט} = 2000 - 208$$

הצריכה החודשית החדשה היא:

$$720,000 \text{ קו"ט"ש} = 800,000 - 80,000$$

ולכן חשבון החשמל החדש של המפעל יהיה:

התשלום הקבוע עבור הביקוש:

$$14,784 = 1,792 \times 8.25$$

התשלום עבור הצריכה:

$$81,178 = 0.302 \times 268,800 = 0.302 \times 150 \times 1972$$

$$69,619 = 0.259 \times 268,800 = 0.259 \times 150 \times 1972$$

$$45,782 = 0.251 \times (720,000 - 268,800 - 268,800)$$

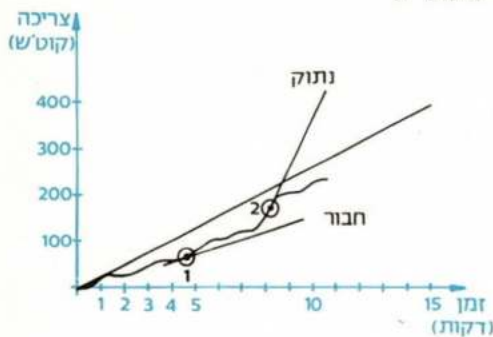
$$211,363$$

התשלום הכולל:

מכאן שהצרכן ישלם 211,363 ל"י לחודש. השוואה של סכום זה עם הסכום מסעיף 1, מראה שהחיסון כון החודשי הוא של 23,637 ל"י לחודש. הנסיגון שהצטבר עד כה בעולם מראה שזמן החזר ההשקעה נע בין שנה לשנתיים.

יש לציין שהדוגמה התייחסה למפעל גדול ומע-רכת מחשב יקרה, אבל קיימים סוגים רבים של מחשבים זולים עבור המפעל הקטן, ועל כל מפעל להתאים לעצמו את המחשב המתאים לו מבחינת המחיר.

קטנה מהצריכה המכסימלית המותרת, יתן המחשב פקודה לחבר חלק מהעומסים (ראה נקודה 2 ב' שרטוט 4.



שרטוט 5 — שיטת קצב הצריכה הרגעי

ג. שיטת "קצב הצריכה הרגעי" — (INSTANTANEOUS RATE PRINCIPLE)

השיטה מבוססת על מדידה רצופה של קצב הצריכה שהוא בעצם ההספק הממוצע, והשוואתה לגודל ההספק המכסימלי שנקבע מראש. אם בזמן מסויים קצב הצריכה גדול מההספק המכסימלי יתן המחשב פקודה לנתק חלק מהעומסים (ראה נקודה 1 ב' שרטוט 5). ולהפך: אם בזמן מסויים קצב הצריכה קטן מההספק המכסימלי, יתן המחשב הוראה ל' נתק חלק מהעומסים (ראה נקודה 2 ב' שרטוט 5). השיטות שנסקרו הן הנמוצות ביותר, ולכל מחשב יש תוספות ושכלולים האופייניים לו ולחברה המ' יצרת אותו. כאשר דרך החישוב והשיטה יותר משוכללים, גדלים גם היעילות והחיסכון המושגים ע"י מערכת המחשב, אך בהתאם לכך גדל גם מחירו.

סיכום

המאמר מתאר את עקרונות השימוש במחשב לניי הוג צריכת החשמל, ואת אפשרויות החיסכון שניתן להשיג ע"י מחשב המבצע בצורה שוטפת ומדוייקת פיקוח ושליטה על חלק מהעומס החשמלי של ה' צרכן. יש לציין שאת המחשב מתקינים לא רק במפעלי תעשייה שהם המועמדים הטבעיים לניוול ובקרת ההספק, אלא גם במקומות ציבוריים כגון מוסדות מחקר, בתי מלון ושדות תעופה. הנושא של חיסכון בחשמל ע"י שימוש במחשבים נמצא בהת' פתחות מתמדת עקב יעילותו המוכחת בחיסכון ב' אנרגיה ולכן גם בהקטנת התשלום הכספי עבור צריכת החשמל. יש לצפות שעם התרחבות השימוש במחשבים למטרות אלה, תהיה גם ירידה במחירים, ולכן תגדל עוד יותר כדאיות השימוש בהם. כמו כן קיימות כעת מערכות תעשייתיות לבקרת תהליכים ותחזוקת המפעל שבנויות מראש עם ה' תוספת של בקרת וניהול ההספק של המפעל ולכן במפעלים חדשים אפשרית השיטה כבר מהתחלת הפעלתם.

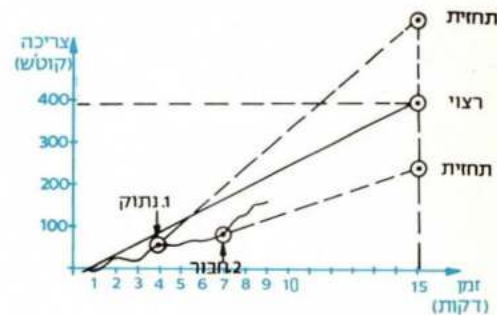
בשיטה זו מבוצעת השוואה בין הצריכה המעשית לבין הצריכה המכסימלית המותרת. לדוגמא נניח שקובעים כי בקטע זמן של 15 דקות, לא תעלה הצריכה על 400 קוט"ש. המחשב מבצע בצורה רצופה השוואה בין הצריכה המעשית לבין הצריכה המכסימלית המותרת, כאשר הצריכה המעשית שווה לצריכה המכסימלית המותרת (נקודה 1 ב' שרטוט 3), יתן המחשב פקודה לנתק מאספקת הכוח חלק מהעומסים.

אם בהמשך תהיה הצריכה המעשית קטנה מה' צריכה המכסימלית המותרת (נקודה 2 ב' שרטוט 3) ביותר מאשר גודל מסוים הנקבע מראש, (שבדוגמא זו נלקח כ-50 קוט"ש), יתן המחשב הוראה לחבר חלק מהעומסים אל אספקת הכוח.

על ידי דרך פעולה זו המבוצעת כל הזמן בצורה רצופה, מבטיחים שהצריכה המעשית לא תעלה על הצריכה המכסימלית שקבענו.

משך הזמן של הניתוק מאספקת הכוח נקבע מראש לגבי כל עומס ועומס. הדבר מבטיח שאחרי שמשך הזמן הזה חולף, יחובר העומס אל אספקת הכוח בצורה אוטומטית. כלומר — אם עקב צריכה גדו' לה מדי מנותקים חלק ממוזני האוויר, הם יחוברו בצורה אוטומטית אחרי זמן מה, למשל — אחרי 4 דקות. אם עקב החיבור האוטומטי של המזגנים תהיה הצריכה גדולה מדי, יתן המחשב הוראה ל' נתק עומס אחר, למשל — תנור חימום. בצורה זו מונעים את המצב שבו רק חלק מהעומסים יהיה מנותק לפרקי זמן ארוכים, ופעולת הניתוק מחו' לקת בצורה שווה בין כל העומסים.

ב. שיטת תחזית הצריכה (PREDICTING METHOD)



שרטוט 4 — שיטת תחזית הצריכה

בשיטה זו המחשב מבצע תחזית של הצריכה הסו' פית שתתקבל בסיום קטע זמן מסוים. למשל של 1/4 שעה, ומשווה את תחזית הצריכה אל הצריכה המכסימלית המותרת שנקבעת מראש. במידה וה' תחזית היא שהצריכה הסופית תהיה גדולה מה' צריכה המכסימלית המותרת, יתן המחשב פקודה לנתק חלק מהעומסים (ראה נקודה 1 ב' שרטוט 4). ולהפך: אם התחזית היא שהצריכה הסופית תהיה



אחזקה וטיפול בגנרטורים

אינג' א. קושניר

מיתקנים לייצור כוח לשעת חרום פזורים ברחבי הארץ בגדלים שונים החל מגנרטורים למקלטים (3-5 קו"א), גנרטורים לבניינים רבי קומות (30-35 קו"א), גנרטורים לבתי חולים, מאפיות, קיבוצים, מכוני מים, מפעלים חיוניים וכו' (100-1000 קו"א).

ריבוי המיתקנים מדגמים שונים מעמיד בפני החשמלאי מספר בעיות.

בדרך כלל איש החשמל אינו מצוי בנושא מנועי בנזין ודזל ולעומתו המכונאי אינו מתמצא בחלק החשמלי של הגנרטור או הפיקוד החשמלי כגון סדרהפזות, ווסת-מתח, סינכרוניזציה וכו'. כתוצאה מכך הטיפול ביחידת הכוח לשעת חרום לוקה בחסר ויש לצערנו מספר דוגמאות בהן איכזבה המערכת בגלל תחזוקה לקויה.

מטרת המאמר להדגיש מספר נקודות חשובות במיוחד באחזקה שוטפת של הגנרטור אולם לא להיות תחליף להוראות תחזוקה מפורטת של היצרן.

תעשה באמצעות הידרומטר עם סקלה — המשקל הסגולי של האלקטרוליט צריך להיות גבוהות 1160-1180 — באם המשקל הסגולי נמוך מזה פרוש הדבר שהטעינה איננה מספקת.

1.3 מים מזוקקים — מומלץ להחזיק מיכל עם מים מזוקקים וצינור גמיש ליד המצברים.

1.4 נקיון — א. יש לנקות את המצברים בסמ"ט טוט רטוב (יש להזהר מהאלקטרוליט החומצי) או לשטוף במים ואחר וידוא שהפקקים סגורים היטב). ב. בחיבורי המצברים מצטברת לעיתים קורוזיה אותה יש לנקות — מומלץ למרוח בגרז את החיבורים או לרססם.

2. מערכת הדלק

2.1 כמות הדלק במערכת — הדלק כידוע מתנדף, יש לדאוג לכך שבמיכל התפעולי יהיה תמיד דלק בכמות מספקת — כמו כן יש לוודא שמלאי הדלק הרזרבי הנוסף ייבדק (יש להעריך לכמה שעות הפעלה מספיק מלאי הדלק).

2.2 נקיון וטיב הדלק — מעת לעת יש לנקות את תחתית המיכל התפעולי משאבת הדלק ומסנן הדלק. (ראה הוראות היצרן). יש להמנע מאחזקת דלק לתקופות ממושכות ללא שימוש ומומלץ להחליפו מעת לעת.

2.3 מילוי טנק תפעולי — לפעמים מצוי הטנק התפעולי על המנוע. **אסור** למלאו כאשר המנוע בפעולה או עדיין חם.

2.4 נזילות — יש לוודא שאין נזילות בחיבורים של הצנרת.

3. מערכת הקרור במים

3.1 גובה פני המים ברדיאטור — ייבדק כל שבוע.

3.2 מילוי הרדיאטור במים מרוככים — רצוי לדאוג לרזרבה של מים מרוככים בחדר הגנרטור.

3.3 מומלץ להוסיף למים תוספת ננד שיתוך (קורוזיה).

מערכת יחידת כוח כוללת בדרך כלל את תת-המערכות כדלקמן:

1. יחידת ההתנעה (המצבר והמטען) STARTING SOURCE
2. מערכת הדלק FUEL SYSTEM
3. מערכת הקרור COOLING SYSTEM
4. מערכת כניסת אויר AIR INLET SYSTEM
5. יחידת ההנע (בנזין או דזל) PRIME MOVER
6. הגנרטור + מעורר GENERATOR + EXCITER
7. לוח חשמל של הגנרטור CONTROL UNIT
8. יחידת המיתוג TRANSFER SWITCH
9. הארקה של היחידה EARTHING
10. כללי — מטפי כיבוי, ניקיון ובטיחות

1. יחידת ההתנעה בחרום

השיטה הנפוצה ביותר להתנעת גנרטורים היא באמצעות מצברים הנטענים מרשת החשמל. במערכת כות גדולות מקובל להתנע באמצעות אויר דחוס (שיטה שלא תפורט להלן).

על מנת שהמצברים יוכלו להניע את הגנרטור יש לדאוג לכך שיהיו תמיד טעונים.

הטעינה נעשית באמצעות מטענים בעלי פיקוד ידני או אוטומטי.

במטענים האוטומטיים דואגים לטעינה מהירה עם התרוקנות המצבר ולאחר מכן שומרים על טעינה ציפה (FLOATING CHARGE)

במטענים ידניים המעבר לטעינה מהירה נעשה על ידי מתג אותו יש להחזיר למצב טעינת ציפה מיד עם גמר הצורך בטעינה מהירה אחרת יתאייד האלקטרוליט והמצבר ייהרס. אחת לשבוע יש לבדוק את המצבים כדלקמן:

1.1 גובה פני האלקטרוליט בתאים יהיה כ-15 מ"מ מעל פני הפלטות — במדה וחסר יש להוסיף מים מזוקקים.

1.2 מדידת המשקל הסגולי של האלקטרוליט

5.5 **ניקיון המנוע** — ימנע סכנת התלקחות ויאפי' שר גילוי נזילות ודליפות.

5.6 **הפעלת היחידה** — תעשה בפעולה יזומה מידי חודש מהפעולה האחרונה.

היחידה תופעל כ-3 דקות ללא עומס (לצורך בדיקה של היחידה וכווני מתח ותדירות יש לוודא שהמפסק של הנגרטור במצב מופסק. (off)

לאחר מכן תועמס היחידה בעומס מלא למשך של כ-30 דקות. בזמן זה ייבדקו המכשירים

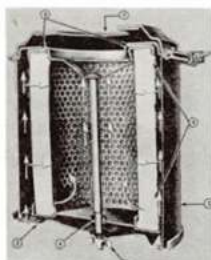
1. מדי החום של מים ושמן
2. מד לחץ שמן
3. יציבות המתח
4. מדי הזרם
5. מד הספק

כמו כן תעשה בדיקה לאיתור:

- א. נזילות שמן, דלק ומים
- ב. רעשים, דפיקות וחלקים רופפים.
- ג. בדיקת מערכת הפליטה ואיתור דליפות (הגז הרעיל לאדם בחדר סגור) בצנרת הפליטה.
- ד. טעינת המצבר — יש לוודא שהמצבר נטעו בעת עבודת הנגרטור.

6. הגנטור + המעורר

6.1 **חיבורים רופפים** — יש לוודא, לפני הפעלה היחידה ומעת לעת שכל החיבורים החשמליים תקינים ומאודקים היטב, החיבורים מתרופפים



תמונה מס' 3
מסנן אויר יבש

עקב הרעידות הבלתי נמנעות של המערכת. התרופ' פותם של החיבורים עלולה לגרום להיווצרות קש' תות, התחממות מקומית (נזק לבידוד) ושריפות.

6.2 **מעורר עם פחמים** — מומלץ לבדוק את אורך הפחמים ולוודא שאורכם מספיק. יש להחזיק מלאי פחמים בחדר הנגרטור.

6.3 **רטיבות בנגרטור** — בכל מקרה של חשד רטיבות בנגרטור יש לבדוק את הבידוד בעזרת מגר. אם התוצאות אינן משביעות רצון יש לייבש את הנגרטור באמצעות אויר חם (בעזרת מיבש שער למשל). **אסור** להשתמש במקרן אינפרא אדום ל- תכלית זאת מחשש פגיעה בבידוד.

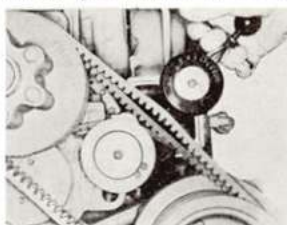
3.4 במקומות קרים יש להוסיף **תוספת נגד הקפאה**. (Anti Freeze)

3.5 **ניקיון הרדיאטור** — יש לוודא שצלעות הר- דיאטור נקיות מחלקים, או מכל לכלוך אחר — על מנת לאפשר זרימת אויר חופשית לקרור.

3.6 **מסנן המים** — יש לבדוק מסנן המים כל 250 שעות הפעלה לערך.

3.7 **רצועות המאורר** — יש לבדוק שלמות ומתי- חות הרצועה.

3.8 **נזילות** — יש לוודא שאין נזילות במערכת.

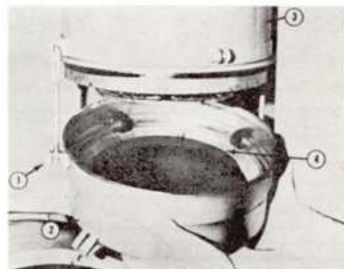


תמונה מס' 1
בדיקת מתיחת הרצועה

4. מערכת כניסת אויר

4.1 **מסנן האויר** — בדיקה וניקוי מסנן האויר תעשה לפחות אחת ל-250 שעות הפעלה של הנג- טור — ברם במקומות מאובקים במיוחד י- לבצע את הבדיקה לעיתים קרובות יותר) מומלץ להחזיק קרב מסנן רזרבי.

פרטי הטיפול ושיטת הפירוק מצויים בהוראות היצרן.



תמונה מס' 2
מסנן אויר בשמן

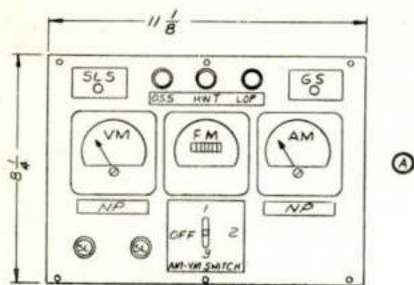
5. יחידת ההנע

5.1 **שמן המנוע** — יש לבדוק כמות השמן במנוע.

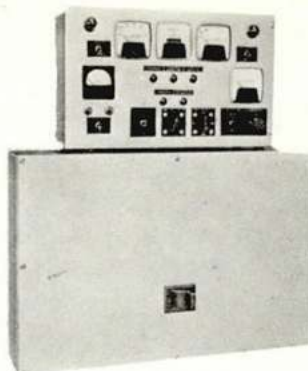
5.2 **התחממות השמן** — מחייבת החלפתו גם אם המנוע לא היה בפעולה נימושכת (ראה הוראות היצרן וספק השמן).

5.3 **זרובה של שמן מנוע** — תוחזק בחדר הנג- טור — לפחות כדי החלפה אחת.

5.4 **סיכת המנוע והנגרטור** — יש לבצע בהתאם להוראות היצרן — יש לזכור שהיחידה מועמסת בעת הפעלתה וחוסר חומרי סיכה יגרום לבלאי מהיר של המיסבים.



סכימה לדוגמה



לוח החשמל של הנגרטור

תמונה מס' 4

אחת, ומעלית באספקה שניה — במקרה זה יש לבדוק שכל יחידות המיתוג מתפקדות כהלכה.

9. הארקה

בנגרטור יש להאריק את נקודת האפס (הארקת שיטה), גוף הנגרטור ולוח החשמל שלו (הארקת הגנה).

לפי התקנות (הארקות או הגנות אחרות) יש לבדוק את הארקה השיטה לפני ההפעלה הראשונית ולפחות אחת ל-5 שנים. בדיקות אלה תרשמה בספר הנגרטור.

10. כללי — מטפי כיבוי, ניקיון ובטיחות

יומן הנגרטור — ימולא בקפדנות תוך ציון הפריטים הנוגעים להפעלה, תיקון, בדיקה, סיכה וכו'.

בטיחות

הגנה בפני אש

(א) יש לצייד את החדר במטפי כיבוי עם דו-תחמוצת הפחמן. (יעיל גם נגד שריפת דלק וגם לכיבוי שריפה כשיש חשמל).

(ב) חול — להספגת שמנים, דלק וכו'.

הגנה על המפעיל

(א) מניעת הפעלת הנגרטור באופן מקרי או אוטומטי כאשר מטפלים בו. (בדיקת מתיחת רצועות, בדיקת כמות שמן, תידלוק וכו').

(ב) בידוד חלקים מתחממים — או גידורם. נגד נייעה מקרית (כגון מפלט).

(ג) איזורור חדר הנגרטור — פתחי האיזורור חייבים להיות חופשיים ופתוחים לכניסת ויציאת אוויר. על מנת לספק אוויר לנגרטור ולקרורו ולפליטת החום.

(ג) גזי שריפה — דליפה של גזי שריפה ממערכת פליטה בלתי תקינה עלולה להיות קטלנית.

ניקיון — בנוסף לניקוי הנגרטור עצמו יש להחזיק את חדר הנגרטור במצב נקי וחופשי ממכשולים.

תאורה — חייבת להיות מספקת לטיפול בנגרטור.

תאורת חירום — מומלץ שתהיה תאורת חירום שתאפשר טיפול בנגרטור גם כאשר יש הפסקת זרם.

7. לוח החשמל של הנגרטור

לוח החשמל עשוי להיות מורכב על הנגרטור או על הקיר. בדרך כלל הלוח כולל את מערכות הפיקוד של הנגרטור. שעונים לבדיקת לחץ שמן, וטמפרטורה, וולטמטר, אמפרמטר, מד-תדירות מטען המצבר וכו'.

7.1 נתיכים להגנת מערכות הפיקוד יבוקרו להתאמתם ושלמותם.

יש לעקוב אחרי נתיכים הנשרפים לעיתים תכופות ולתקן את הליקוי.

מומלץ להחזיק בחדר נתיכים זרביים בגדלים תואמים.

7.2 נורות התראה — תקינות.

7.3 איפוס מכשירי המדידה — לוודא שהקריאה מאופסת.

7.4 פסי צבירה חיוניים — יש לוודא שפסי הצבירה החיוניים לא יועמסו מעל כושר האספקה של הנגרטור.

7.5 זימון כניסת עומסים גדולים בהתנעה — עקב זרמי ההתנעה הגבוהים של עומסים גדולים יש לדאוג שאלה יתחברו באופן הדרגתי. הפעלתם בו זמנית עשויה להקפיץ את הגנות הנגרטור.

8. יחידת המיתוג

יחידת המיתוג ח"ח/נגרטור עשויה לכלול רכיבים שונים כגון: מפסק מחלף בודד, צמד קונטקטורים, מפסקים חצי אוטומטיים וכו'.

יחידת המיתוג יכולה להיות ידנית או אוטומטית — עם אינטרלוק חשמלי ו/או מכני.

מערכת זאת נמצאת בדרך כלל במצב סטטי ומופת לעיתים רחוקות. לכן יש סכנה שהמנגנון „ייתקע" מסיבות מכניות, גם האינטרלוק המכני המכוון בצורה מדויקת עשוי לצאת מהכיוון. יש לכן להפעיל מידי פעם את מנגוני המערכת, לכוונם ולעשות סיכה בהתאם להוראות היצרן.

יש לזכור שבמתקנים אחדים מצויים יותר ממנגנון יתוקן אחד. למשל חדרי מדרגות ומקלט באספקה

מתח עבודה - 660 וולט

אינג' ש. הרפז

קביעת מתח העבודה האופטימלי מושפעת משתי קביעות ודרישות נוגדות. האחת — הרצון והצורך להגדיל ככל האפשר את מתח העבודה, עקב הקטנת זרמי העבודה וזרמי הקצר, והיתרונות הצומחים עקב זאת. השניה — מצב הפיתוח הטכני של אמצעי ההפעלה וכדאיותם הכלכלית, וכן ההגנה על אנשים מפני תאונות חשמל.

כיון שההתפתחות הטכנית מהירה, יש להתאים לכך את המצב גם בנושא מתחי העבודה, הם צריכים להיות גבוהים יותר מאשר קודם מתח עבודה של 660 וולט הוא **הצעד הבא קדימה!**

יותר משנות דור משתמשים כבר במתח של 220/380 וולט לתעשייה בארצות שונות. המתח החדש של 660 וולט יחליף יותר ויותר את מתח העבודה התלת-מופעי של 380 וולט, כאשר יתרונותיו מקדמים את סיכוייו בכל מקרה ומקרה בנפרד. נובן שמדובר כאן במתח עבודה, כיון שבכל מקרה עדיף מתח פיקוד של 220 וולט על פני מתחים אחרים, כך שאין שנוי מבחינה זו. מתח של 660 וולט, בשימוש כמתח עבודה כבר נלקח בחשבון בתקנים שונים, ואף בתקן החשמל הבינלאומי I.E.C. 38/1967. כמו כן, שייכות לנושא תקן זה אף קבע את המתחים הסטנדרטים לשמוש — בהגדרה מס. I.E.C. 38/1967. בתיקנות אלה מוגדרות הדרישות זה תקנות VDE המיועדות למערכות זרם חזק במתחים עד 1000 V, בתקנות אלה מוגדרות הדרישות לבטיחות בפני תאונות — במתחי מגע עד 1000 וולט, לשם כך תוקנו התקנים והועלה ערך המתח הגבולי, במתח נמוך, מ-500 וולט ל-1000 וולט.

5 הערות להארת הנושא

1. השמוש בציוד המצוי — במתח החדש.

האינטרס של הצרכנים ושל היצרנים הוא למצוא את הדרך לשמוש כל הציוד הקיים המיועד ל-500 וולט, גם ל-660 וולט. דבר זה יחסוך ליצרנים את הצורך לפתח קוי ייצור חדשים למכשירי מיתוג (מנתקים מנענים וכו'), כאשר ברור שבתחילה היקף המעבר למתח החדש לא יצדיק את ההשקעות הדרושות לכך. כמו כן חשוב שהמלאי המצוי אצל הצרכנים יהיה אחיד ולא יהיה צורך להכביד עליהם בכמה וכמה סוגים של ציוד — למטרה זהה.

מובן שקודם כל חשוב השמוש בציוד הקיים והמיועד למתח עבודה של 500 וולט במתח העבודה החדש של 660 וולט, בכך שהוא מאפשר שלא להחליף את כל הציוד הקיים, בזמן הקרוב ובבת אחת. הציוד שעד כה שומש כהלכה יותאם במשך הזמן לדרישות המיוחדות הנוספות למתח זה, כאשר כושר המיתוג הוא החשוב בדרישות. מובן שנלקחת בחשבון גם מבנה חדיש יותר של ציוד שיותאם למתח החדש של 660 וולט.

2. מרווח אוויר ומרווח זחילה עבור 660 וולט

התקנות הקיימות לפי VDE המנדטוריות מרווחי אוויר ומרווחי זחילה, מתייחסות לשני מתחים, 500 וולט וכן 750 וולט. ביניהם אין. מכאן ברור שיש לקחת בחשבון בנושא זה את התקנות המנדטוריות עבור 750 וולט.

3. מתח פקוד — ללא שנוי 220 (או 110) וולט

עבור מעגלי פקוד, מתחי עזר, מתחי ויסות, אין למתח החדש שמוש, המתח נשאר כמקודם, מתח של 220 (או 110) וולט. יתרונותיו רבים ולא כדאי להחליפם בחסרונות. עבור יחידות בודדות ללא יציאות של חוטי פקוד, ניתן להשתמש במתח עד 500 וולט. קבלת 220 וולט תעשה כמובן בעזרת טרפו פקוד.

4. שמוש ב-660 וולט

מתח עבודה של 660 וולט יכנס לשמוש, בעתיד הלא רחוק, במקומות שבהם ישנם הספקים גדולים, ארכי כבלים גדולים וצפיפות אנרגיה. דברים אלה קיימים לא רק במפעלי ענק הם יכולים להופיע בחלקי מתקן של מפעל כלשהוא שניתן לאתרם ולשמש בהם את המתח החדש של 660 וולט, ישנם גם מקומות בהם תשלובת קטנה בלבד, או אפילו מכוונות בודדות, כדאי להעביר למתח החדש, כגון מנועים גדולים ומערכת משולבת עם אספקה מקומית של טרנספורמטור נפרד. מערכים כאלה קיימים בתעשייה הכימית, הפטרוכימית, מחצבים, תעשיית מתכת כבדה, תחנות שאיבה ומערכות מים. למעשה הגורם המסייע הראשוני הוא הטרנספורמטור העצמאי לרשת הפנימית.

5. הכנה להחלפה בעתיד ל-660 וולט

כיון שהמערכות הקיימות וכן אלה הנמצאות בכנייה, הן כולן למתחים רגילים הנמצאים בשמוש, ועדיין לא למתח החדש, יש לחשוב כבר היום על האפשרויות להחלפה בעתיד הלא רחוק. לשם כך יש לדאוג בעיקר בשני תחומים, מכשירי המיתוג (כושר מיתוג ומתח עבודה) וכבלים, כיון שהרוב המוחלט של הכבלים החדשים הומצאים היום בשמוש ובהתקנה מיועדים לעבוד עד מתח של 1000 וולט, לא מהווה נושא זה בעיה מיוחדת במינה — הנושא של מכשירי מיתוג אף הוא אינו כה קשה לטיפול מאחר ולציוד המעולה

המיוצר כיום יש כבר נתונים לעבודה במתח 660 וולט. מובן שבמתח עבודה גבוה יותר ניתן להשתמש עבור אותו הספק במכשירים שזרמיהם נמוכים יותר, אך אם זאת יש לדאוג לכך שכושר הניתוק אכן יעמוד בדרישות המופיעות במתח זה.

מכאן ברור שרצוי כבר היום, בעת הבניה של לוחות חלוקה והפעלה, לדאוג להרכבת ציוד שיוכל להיות שמיש גם בעת החלפת מתח הרשת ל-660 וולט, אפילו אם כרגע מתח העבודה עדיין 380/220 וולט.

קביעת מתח עבודה אופטימלי

כאשר רוצים לנתח את אופי העבודה במתח נומינלי 660 וולט, יש לבחון את הדבר משני היבטים — טכני וכלכלי — כמו כל בעיה הנדסית. נתוח המשמעותיות הטכניות והכלכליות יתן לנו למעשה מאזן שלפיו נוכל לנסות ולקבוע מה עדיף וכיצד יש לבצע באופן הטוב ביותר. בנתוח המשמעותיות הטכניות אנו מבינים, בעצם, בדיקת השמוש בציוד חשמלי שמיועד היום ל-380 וולט כגון: שנאים, מנועים, קבלים וכו'. בנתוח המשמעותיות הכלכליות, עלינו לבחון למעשה את התחשיב של שמוש בציוד העובד ב-380 וולט לעומת ציוד שיעבוד ב-660 וולט, מובן שיש לקחת בחשבון גם השקעות יסוד, בהחלפת ציוד שאינו מתאים, באותם מקרים בהם משתמש צרכן בציוד שאינו מסוגל לעבור מ-380 וולט ל-660 וולט. כמו כן יש, כמובן, לחשב את החסכון שמצטבר — שהוא תלוי בזמן — בנוסף לחסכון התחלת.

התפתחות מתחים סטנדרטיים

בחירת מתח עבודה, הוא נושא העולה מחדש מדי כמה שנים בהתחשב בצרכים המשתנים. המתחים השמושיים הם, כמובן, 380/220 וולט לגבי רובה המוחלט של אירופה. מתח 110 וולט חד פזי אף הוא ידוע ומקובל באירופה ובארה"ב, וכו"כ שמושי מתח של 440 וולט בארה"ב, בנוסף ל-220 וולט. תחום המתח הנמוך עד כה היה 125 עד 500 וולט. רק לאחרונה נוסף המתח החדש של 660 וולט. המתח של 5000 וולט ירד כליל, בתחום המתח הגבוה, והמתחים 6 קילוולט ו-15 קילוולט יורדים מ-שיבותם, ולעומתם עולה 10 ק"ו ו-20 ק"ו שהם בעצם ידועים כשורה 10 ושורה 20.

מתח עבודה של 1000 וולט הוא קשה ומסורבל. מצד אחד כבר איננו מתח נמוך, ומצד שני אף אינו מתח גבוה. בדיקת מחיר מראה שמנועים במתח 1000 וולט נעשים כדאיים רק החל מ-10 כ"ס. הציוד עצמו אינו קונבנציונלי ויש להחליף את כל המכשור, שכן גם ציוד שהוכנס בהתחשב בתקנים גבוהים יותר, עומד ב-750 וולט, דרגה C, או בכבלים, 1000 וולט לפי ת"י 547, או 0.0271/4.60 V/D. כמו כן אין שום קשר מתמטי בין מתח זה ל-380 וולט. אם כבר, מתאים יותר 1140 וולט.

רשתות של אנרגיה מרוכזת

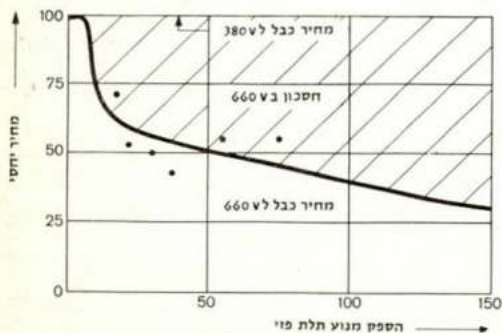
רשתות תעשיתיות מכילות בנוסף לצרכנים במתח נמוך גם צרכנים במתח גבוה. אנו פוגשים מפעם לפעם צרכנים במתחים של 3.3 ק"ו או 6.6 ק"ו. מובן שאלה אינם צרכנים רגילים וייחודם בכך שהם צרכני הספק גדולים מאד, בתחום של 100 עד 500 קילוואט.

הבעיות העיקריות ברשתות עם צפיפות אנרגיה גדולה:

הקטנת גודל זרמי הקצר — מתוך הרצון להגדיל ככל האפשר את הספק השנאים. ריכוז או פיזור מרכזי האנרגיה — בהתחשב בהפסדים בקוים, ומפלי המתח. מחירי ההשקעה — העברת אנרגיה במתח גבוה כוללת שנאים למתח זה במחיר המתקן.

הספקי שנאים וזרמי הקצר

כאשר קיימת, או מתוכננת, רשת בעלת הספק גבוה, המכילה מרכזי הספק מוגדרים כגון מנועים גדולים, או תנורים גדולים וכו', סביר שהנטיה היא להגדיל את הספק השנאי, בכדי לקבל אפשרות חבור פשוטה של העומס, ישיר לקו, ועם מיינומום של תקלות בצרכני הרשת. אולם הגדלה של הספק השנאי מגדילה את גודל זרם הקצר שעלול להתקבל, ועל ידי כך מסכנים את ציוד המתקן, או חייבים לבחור ציוד עם אביזרים גבוהות ויקרות. הקטנת הערך של זרמי הקצר יכולה להעשות על ידי העלאת מתח המשני בשנאי והקטנת הזרם הנדרש עבור הספק הנתון. בכדי להבין את חשיבות הדבר והמשמעותיות הגלומות באפשרות זו, ניתן לעשות השוואה קצרה. בבדיקה של גודל הספק השנאי המקסי' שנוכל לקחת, עבור זרם קצר נתון מקסי' של 50 KA, במתחים שונים, עבור מתח קצר של 6% — המקובל בשנאים מעל 630 קו"א — נקבל: —



תרשים מס' 1

מתח שלוב.	$U = 220 \text{ V}; S = 1150 \text{ KVA}$
מתח שלוב.	$U = 380 \text{ V}; S = 2000 \text{ KVA}$
מתח שלוב.	$U = 500 \text{ V}; S = 2600 \text{ KVA}$
מתח שלוב.	$U = 660 \text{ V}; S = 3500 \text{ KVA}$

מכאן אנו למדים שניתן לקבל הספקים גבוהים מאד במתח 660 וולט, דבר המאפשר עבודה בתחום זרמי קצר לא גבוהים מדי, אפשרות התנעה ישירה לקו, ללא כל בעיה, של מנועים עד 500 KW (i) וכן מחיר השקעה נמוך יחסית לקו"א.

יתרונות השימוש במתח 660 וולט

מתח עבודה שלוב (קוי) של 660 וולט קיבל את ערכו המספרי ע"י הכפלת 380 ב $\sqrt{3}$. החשיבות של היחס $\sqrt{3}$ בין המתח 380 וולט למתח זה היא ברורה ומובנת. דבר זה מאפשר לנו להשתמש במכשירים שיועדו לעבוד במתח של 380 וולט בחבור משולש, על ידי שנחבר אותם בחבור כוכב, כיון שמתח של 380 וולט הוא מתח הכוכב (מתח פזי) ברשת תלת פזית עם מוליך רביעי, כאשר המתח הקוי הוא 660 וולט. על ידי העלאת מתח העבודה, ירד הזרם הדרוש לאותו הספק. עלית מתח של פי שורש משלוש תגרום להקטנת הזרם ביחס זהה, ז"א אנו נקבל זרם הקטן ב-42%, מובן שדבר זה יתן מכשירים קטנים יותר, זולים יותר וכלכליים יותר.

כיון שהזרם יהיה יותר נמוך, גם הקווים המחברים אותו — חוטים או כבלים — יהיו יותר דקים. נוכל לקחת שטחי חתך מוקטנים עבור אותו הספק. וכיון שידוע לנו שבחתכים הנמוכים יותר של מוליכים תהיה תמיד נצולת טובה יותר, עקב העובדה שהחתך האפקטיבי היחסי גדול יותר (צפיפות הזרם $A \text{ mm}^2$ גדולה יותר ככל שהחתך של המוליך קטן יותר) מתקבל חסכון שיש לו השלכות בשני תחומים, התחום הפרטי והתחום המשקי. בתחום הפרטי, ניתן לחסוך במחיר על ידי שמוש במוליכים יותר קטנים, ולהוזיל על ידי כך את מחיר ההשקעה.

בתחום המשקי פרושו חסכון בחומר גלם (נחושת או אלומיניום) המתבטא ביותר מ-50% ! לדוגמא: עבור מנוע של 20 כ"ס, שהזרם הנומינלי שלו 30 אמפר אנו משתמשים בקו שחתכו לפחות 10 ממ"ר, באם המתח השלוב הוא 380 וולט.

עבור מתח שלוב של 660 וולט נקבל זרם נומינלי של 17,5 אמפר, שעבורו דרוש קו שחתכו 4 ממ"ר. ירידה בשתי דרגות שפרושה חסכון של 60%.

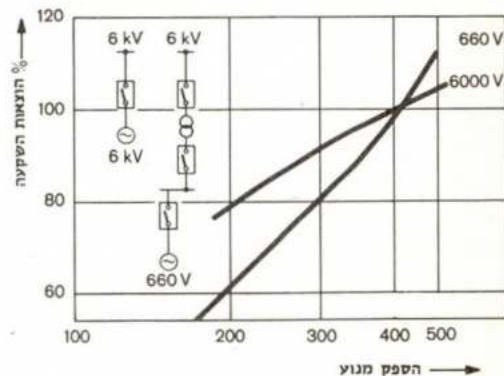
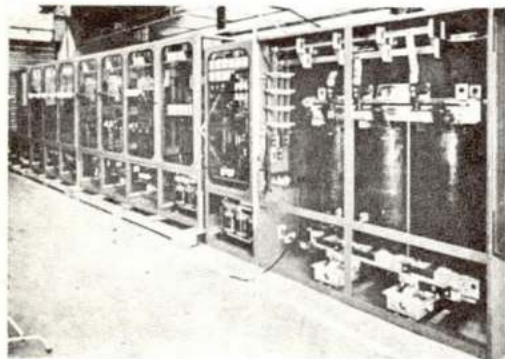
עבור מנוע של 60 כ"ס שהזרם הנומינלי שלו 85 אמפר אנו משתמשים בקו שחתכו לפחות 35 ממ"ר, באם השימוש הוא ברשת מתח שלוב של 380 וולט.

עבור מתח שלוב של 660 וולט נקבל זרם נומינלי של 49 אמפר, שעבורו דרוש קו שחתכו 16 ממ"ר. גם כאן ירידה בשתי דרגות וחסכון דומה. ככל שנעלה בהספק יסתבר שנגיע להבדל של 3 דרגות בחתכי הקווים וחסכון הולך וגדל.

החסכון במחיר ילך ויגדל — דבר המתואר בתרשים מס' 1

מתח עבודה אופטימלי למנועים גדולים

כאשר אנו מנסים לקבוע את המתח האופטימלי להפעלת מנועים עלינו לבדוק את השקולים הטכניים והכלכליים ולבחור את הנכון בין שניהם. ברור שאם נבדוק את ההבדל בין מנוע שיעבוד במתח של 660 וולט לבין המנוע הרגיל, המקובל, של 380/220 וולט, נוכח שאין הבדל, אין שנוי בתכונות הטכניות ביניהם. מובן שדבר זה פרושו שמנוע העתיד הוא מנוע 660/380 וולט. מתעוררת השאלה — מה תחום הכדאיות של השימוש במתח גבוה. שאלה זו יש לבחון שוב, לגבי המצב כיום, במתח עבודה 380/220 וולט, ולגבי המצב העתידי — 660/380 וולט. כיום נמצא תחום הכדאיות בין מנועי מתח נמוך למנועי מתח גבוה, בסביבות 600 אמפר, עבור יחס של 380 וולט לעומת 6,6 קילוולט. העליה במתח ל-660 וולט מעלה את גבול הכדאיות עד ל-500 קילוואט! פרושו שעצם כבר לא כדאי שמוש מתח גבוה למנועים, של 6,6 ק"ו, והמתח עולה ל-10 ק"ו.



תרשים מס' 2

הדבר המעשי המסתבר לנו מכך, הוא, שמונעים במתח של שורה 10, בהספק שמתחת ל-500 קילוואט אינם כלכליים. מובן שמונעים המיועדים למתח נמוך הם קטנים יותר, פיזית, הם זולים יותר, ואמצעי ההפעלה שלהם פשוטים, ובעיקר ניתנים להשגה והחלפה בנקל. ובהתחשב בעובדה שהמלאי של חלפים בארץ עבור דברים חריגים, או מעטים בשימוש, הוא מצומצם, ולעומת זאת קיים מלאי של ציוד בעל איכות במתח נמוך — עד 660 וולט, מתברר העדיפות הרבה של שימוש במתח נמוך של 660 וולט למנועים.

מערכות המיועדות למתח 660 וולט

מערכות המיועדות לעבודה במתח של 660 וולט, הן רגילות ופשוטות כמו המערכות המקובלות של 380/220 וולט. אין כל בעיה בתכנון, בניה והפעלה של המערכות האלו. כל הדרישות הקובעות איכויות הציוד לפי V.D.E. 0100 מתאימות גם למערכות הפועלות במתח 660 וולט, כאשר הן בנויות עבור מתח של 1000 וולט.

מערכות חדישות שמתח הפעולה שלהן 660 וולט כבר פועלות באירופה, בהספקים גבוהים. מחירי המנועים הוזלו וכנ"ל המתקנים. תאי מתח גבוה 6.6 קילוולט למנועים בהספקים גבוהים הולכים ונעלמים. ניתן להפעיל, לדוגמה, שני מנועים של 400 קו"ט עם טרפו אחד של 800 קילוולט אמפר, בהתנעה (כוכב משולש) לכל מנוע. בנוסף לכך הוקלה האפשרות ליצור תחנות רשת קומפקטיות, כאשר הטרנספורמטור נמצא בתוך תא הלוח (טרנספורמטור יצוק) עם יציאות לצרכנים ועם תא כניסת מתח גבוה, הכל יחד ביחידה אחת.

ש מ ו ש י ם

1. מנועים

שימוש במנועים, במתח של 660 וולט, מקטין את הצורך להשתמש בהתנעת כוכב-משולש. כפי שידוע עדיפה שיטת ההתנעה הישירה לקו, בכל מקרה שבו אין צורך, בגלל שקולים מכניים, בהתנעה מדורגת. הקטנת זרמי ההנעה מרחיבה את תחום השימוש, של ההתנעה הישירה לקו, למנועים בעלי הספקים גבוהים מאד. גם באותם מקרים שרוצים להשתמש במנועים קיימים, והמיועדים לעבוד במתח של 660 וולט, ניתן להשתמש בהם מבלי לשנותם או להחליפם, על ידי חבורם בחבור כוכב לרשת החדשה של 660 וולט, רק להקפיד באותם מקרים שבהם המנועים מיועדים לעבוד בסוג בדוד שאינו עומד במתח זה, ולודא שאכן המנוע בנוי לתקן הנכון, לדוגמה: מנועים מוגני התפוצצות, בנויים לפי תקנים שונים. יש לודא התאמתם לתחום של 750 וולט לפי V.D.E. או כל תקן מקביל.

2. טרנספורמטורים

אין כל בעיה מיוחדת בשימוש בטרנספורמטורים של 22/0.66 קילוולט. הספק הטרפו הניתן לשימוש, תוך התחשבות באותו זרם קצר מותר, עולה ב-73% על הרגיל. ניתן גם להבא להשתמש במתח של 220 וולט למאור, וזאת בשתי דרכים עיקריות: האחת — טרפו נפרד עבור המאור. והשנייה — יציאת ביניים מהטרנספורמטור. השיטה השנייה של יציאות ביניים — מקובלת מאד זה שנים רבות בארצות-הברית.

3. קבלים

ההספק העיור, Q, של הקבלים תלוי במתח ביחס רבועי, פרוש הדבר הוא שההספק עולה, בשימוש במתח 660 וולט, פי 3! הפרוש המעשי הוא שניתן לקחת $\frac{1}{3}$ מסוללת הקבלים שבה משתמשים היום, ולשפור הדרגתי של כופל ההספק ניתן להשתמש בקבלים קטנים פי 3, לאותן דרגות. אין כל בעיה במתח 660 וולט לגבי הקבלים הנמצאים בשימוש כיום.

4. מוליכים

ניתן לשמש את המוליכים והכבלים עם תכונות הבדוד המוגדרות עבור 1000 וולט. תכונות אלה מוגדרות ע"י ת"י 547, וכן ע"י תקן V.D.E. 0271/4.60 כמו כן ניתן להשתמש תוך בדיקה, במוליכים המיועדים למתח עבודה של 750 וולט.

לא ניתן להשתמש בכבלי מגן טרמופלסטיים עם מלוי ביטומין (N.Y.M.), כיון שהם, לפי ת"י 473, וכן לפי V.D.E. 0250/11.60, מיועדים רק עד מתח של 500 וולט.

מובן מאליו שבקטגוריה הראשונה, של הכבלים הניתנים לשימוש, נמצאים הכבלים NAYBY, NAYZ, NYBY, N.Y.Y. שהם המקובלים אצלנו. ברור שבכל מקרה יש לבדוק — כמו תמיד — כל פתרון לגופו של ענין, וביחוד את ההתאמה לתקנים.

5. מכשירי מדידה

נושא המדידה מחולק למעשה לשניים. המכשירים עצמם, והשנאים המשרתים אותם. לגבי משני הזרם, יש לדאוג רק למעבר החוטים המבודדים ל-1000 וולט דרכם. עבור משני המתח יש לדאוג למתח עבודה של 1000 וולט עבורם.

מכשירי המדידה חייבים לעמוד במתח בדיקה של 3000 וולט. גם כאן ניתן לבצע מדידות ישירות בזרמים עד 60 אמפר, ומדידות בעזרת שנאי בזרמים גבוהים יותר. תחום המדידה של מדי המתח — וולטמטרים — יהיה ל-800 — 0 וולט.

הוראות בטיחות לעבודה במסדרי חשמל

אינג' ג. פרבר M.Sc.

הוראות בטיחות פנימיות של חברת החשמל

כדי להשלים רכיב החסר בחוק החשמל, כשלב בעבודות תחזוקה או ביצוע במתקן חשמלי הוציאה חברת החשמל בעבר קבצי הוראות בטיחות פנימיים מיוחדים לסוגי מתקנים שונים, ומתחים שונים, אשר שמו דגש מיוחד על שלבי שחרור המתקן או הקו ממתח.

בשנת 1976 יצא לאור בחברת החשמל קובץ הוראות בטיחות מעודכנות: „הוראות בטיחות לעבודה במסדרי מתח עליון“* ומתח גבוה בתחנות הכוח ובתחנות המשנה. כפי שמשמע מתוך השם הרי קובץ זה מתאים רק לתחום מסוים ולסוג מתקנים מסוים ואינו מכסה את כל מגוון המתקנים וכל תחום המתחים.

הוראות הבטיחות החדשות הנ"ל שמות דגש בין השאר על הנקודות הבאות:

1. סוגי מורשים לתפקידים ועבודות — **במסגרת חברת החשמל בלבד!**
2. כללי נעילה של מסדרים, תאים, אולנות וציוד מיתוג מתח עליון ומתח גבוה.
3. נוהלים למתן פקודות לפעולות מיתוג ופעולות קיצור.
4. סוגי פעולות הדורשות לביצוען מורשה יחיד, וכאלה הדורשות לביצוען שני מורשים.
5. „כללי הזהב“ לשחרור מתקן ממתח: הפסקה, ניתוק ונעילה, בדיקת היעדר מתח, קיצור.
6. מרחקי מינימום ממוליכים חיים.
7. הליכים ופעולות לפני ביצוע העבודה ובגמר ביצועה.

1. סוגי מורשים

לצורך שיחרור מתקן ממתח מבחינים בהוראות החדשות בשלושה מישורי הרשאה: (בפנים חברת החשמל בלבד).

„מורשה בכיר“ — אשר אחראי, בין השאר, לעריכתן אישורן והוצאתן של פקודות מיתוג וקיצור. „מורשה אחראי לפעולות“ — תפקידו, בין השאר, לנהל ישירות את פעולות המיתוג והקיצור „מורשה לביצוע פעולות“ — תפקידו, בין השאר, לבצע את פעולות המיתוג והקיצור. מישורי ההרשאה קיימים בתחום המקצועי ואינם מבטאים מדרג היארכי אדמיניסטרטיבי.

2. כללי נעילה

מבחינים בשני סוגי מנעולים: מנעולי כניסה: מנעולים המשמשים לנעילת חצרות ואולמות מ"ע ומ"ג. מנעולי תפעול: מנעולים המשמשים לנעילת

חוק החשמל ותקנותיו

החשמל נושא בחובו סיכון לאדם המשתמש בו. מתוך ידיעת עובדה זו קיימת דרישה לספק מוצר זה ב„אריזה“ מתאימה. לצורך זה נחקק חוק החשמל במדינת ישראל בשנת תשי"ד. ניתן לדמות את החוק ותקנותיו כמורכב משלושה רבדים או משלוש צלעות המשלימות משולש סגור.



חלק מהתקנות שהוכנו במסגרת חוק זה דנות בסוג החומרים בהם יש להשתמש בבניית מתקן חשמלי:

„תקנות בדבר כללים להתקנת לוחות“.

„תקנות בדבר התקנת מובילים“.

„תקנות בדבר התקנת כבלים“.

מטרת תקנות אלה בין השאר להבטיח שימוש בחומרים נאותים לבניית המתקן החשמלי. „תקנות בדבר רשיונות“: באות להבטיח שכוח האדם המקצועי יהיה מיוכן הן בשטח הביצוע והן בשטח התכנון.

„תקנות בדבר הארקות או הגנות אחרות“: כוללות הנחיות מתאימות לתכנון מתקן חשמלי. גם התקנות אחרות כוללות הנחיות לתכנון.

חוק החשמל חסר הנחיות בדבר האופן הנכון של ביצוע העבודה במתקן החשמלי. „התקנות (של חוק החשמל) בדבר עבודה במתקנים חשמליים חיים במתח נמוך“ הן בבחינת יוצא מן הכלל שבהן אולי להראות את הכלל.

חיסרון זה מודגש אולי במיוחד בכל האמור ל"שלב הכנת המתקן לקראת העבודה בו, שלב שחרור המתקן ממתח. שהרי אין לגשת לעבודה במתקן חשמלי בטרם הובטח שאין בו מתח. (מלבד כ"מובן עבודה במתקן חי לפי התקנות הנוגעות).

מסיבות תפעוליות, ארגוניות ואחרות מקובלת בחברת החשמל הפרדת משנה של המתח הגבוה. בחוק החשמל הוא מוגדר: כמתח ששיעורו בפעולה עולה על אלף וולט בין המוליכים. בהוראות הבטיחות הנידונות ההגדרה היא כדלקמן: „מתח עליון — מי: מתח אפקטיבי של 66 קילוולט (ק"ו) בין המוליכים ומעלה. מתח גבוה — מיג: מתח אפקטיבי העולה על 1000 וולט בין המוליכים ואינו עולה על 52 ק"ו.

הערה: הפרדה זו מתאימה גם להגדרת חלוקת המתחים בתקן הבינלאומי:

I.E.C. Standard Voltages Publication 38, 1967

שאושר במתכונתו גם ע"י ישראל.

מנתקים ותאי מ"ע ומ"ג הנמצאים באולמות ודל-
תות מסדרים משוריינים.

תנועת המפתחות מבוקרת בהקפדה ע"י רישום.

3. פרוצדורות למתן פקודות

פקודות לביצוע פעולות מיתוג וקיצור תהינה
תמיד בכתב. גם כאשר יש צורך להעביר את ה-
פקודה למרחקים באמצעות אלחוט, טלפון וכד',
יש לרשום אותה אצל המוסר ואצל הקולט בכתב,
ורק לאחר מכן לבצע הפעולות.

מבחינים גם בין פקודה לביצוע פעולות מיתוג
וקיצור, לבין הוראה או הודעה לביצוע פעו-
לות מיתוג בלבד.

הפקודה חייבת להיות מפורטת, ברורה וחד-מש-
מעית ומלווה בסכימות.

בהוראות הנ"ל יש הנחיות מאוד מפורטות לגבי
הנושאים שצריכים להיות כלולים בפקודה.

יש חשיבות רבה ונדרשת הקפדה לביצוע פעולות
המיתוג והקיצור לפי הסדר שנקבע בפקודה.

4. אופן ביצוע פעולות המיתוג והקיצור

מבחינים בהוראות בין סוגי פעולות הדורשות שני
מורשים לבין סוגי פעולות הדורשות מורשה יחיד.

א. פעולות לביצוע ע"י שני מור-

שים: האחד ברמת הרשאה של מורשה אחד

ראי לפעולות אשר יפקח על הפעולה ש-

תבצע ע"י מורשה לביצוע פעולות. השני ברמת

הרשאה של מורשה לביצוע פעולות אשר יבצע

למעשה את הפעולה. על הפרדה כזו יש להקי-

פיד גם כאשר שני המורשים הם בדרג שווה של

מורשה אחראי לפעולות. (היינו: אחד מפקח

ושני מבצע).

הפעולות הן, בין השאר: התקנת מקצר מי-

טלטל.

שכיפת מפסקי זרם במסדרים משוריינים.

פתיחה או סגירה של מנתקים ומן המקום).

בדיקת העדר מתח באמצעות בוחן מתח.

ב. פעולות לביצוע ע"י מורשה יחיד, בין השאר:

— חיבור או הפסקה של מפסק זרם (מ"ג).

— פתיחה או סגירה של מנתקים בהפעלה מרהוק.

5. "כללי הזהב" לשחרור מתקן ממתח.

להלן עיקרי הכללים:

— לפני ביצוע הפעולות הדרושות לשחרור המתקן

ממתח בהתאם לפקודת המיתוג והקיצור יש

לערוך תיאומים עם כל הנוגעים בדבר.

— את ההפסקות והניתוקים יש לעשות לפי הס-

דר כמפורט בפקודת המיתוג והקיצור.

— אחרי פתיחת המנתק יש לוודא במראה עיניים

ובנוסף לביקורת לפי מכשירי ההוריה למרחק)
שכל הסכינים אמנם נפתחו לגמרי.

— כשעומדים לפתוח מנתק יש לוודא על פי כל
ההוריות האפשריות שהמפסק הטורי אמנם
מופסק.

— כאשר ניתוק מ"ע ומ"ג נעשה בהפעלה יזנית
חייב המורשה המבצע פעולת מיתוג זו ללבוש
כפפות מגן מבדדות.

— לאחר סיום פעולות המיתוג המפורטות בפקו-
דת המיתוג והקיצור, המורשה לביצוע פעולות
יבחון היעדר מתח באמצעות בוחן מתח מתי-
אים.

— את המקצר יש להתקין על מוליכים המהווים
רצף מתכתי מוליך עם מקום העבודה.

— אם המקצרים שהותקנו אינם נראים ממקום
העבודה צריך להתקין מקצרים נוספים כך ש-
לעובד תהיה אפשרות לראות את המקצרים
כל זמן עבודתו.

— כאשר מתקנים מקצר יש לחברו תחילה אל
מוליך ההארקה, ורק לאחר מכן למוליכים
המופסקים. כאשר מסירים מקצר מפרידים או-
תו תחילה מהמוליכים של החלק המופסק ורק
לאחר מכן מנקודת ההארקה.

— בזמן התקנת מקצר חייב מבצע הפעולה בנוסף
לחבישת קסדת מגן ללבוש גם כפפות מגן
מבדדות על שתי ידיו ולהרכיב משקפי מגן.

6. מרחקי מינימום ממוליכים חיים.

מותר לעבוד סמוך למוליכים חיים מ"ע או מ"ג,
בלתי מוגנים ע"י מחיצות. בתנאי שאף חלק מנופו
של העובד בכל מצב עמידה שלו, ואף מכשיר שבי-
שימוש לא יקרבו למרחק קטן מהנתון להלן:

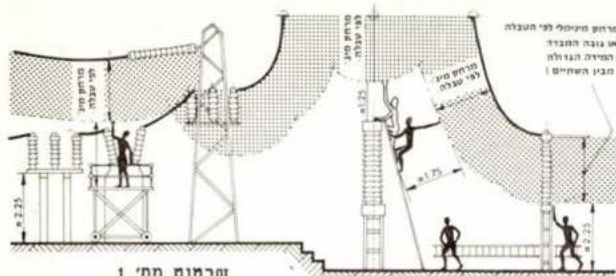
המרחק המינימלי (מטר)	המתח הנקוב (ק"ו)
1.0	עד 33
1.5	עד 110
2.0	עד 161

במבדד יש לראות חלק המתקן החי אשר בו ה-
מתח יורד בהדרגה עד בסיסו המאורק.

יש לציין כאן שהמרחק המינימלי נמדד מהנקודה
הרחוקה ביותר שגוף האדם יכול להגיע אליו ב-
עמידה נורמלית ולמשל מקצה היד המושטת). כדי
להמחיש זאת ניתנים בחוברת ההוראות איורים
עם מידות למטרות אומדנה של גוף האדם במצב
ביום אפשריים שונים. באיור אחר מודגמים דרכי
מדידת המרחק המינימלי הנ"ל.

— מותר להתרומם לצורכי עבודה עד לגובה ה-
בסיס המאורק של מבדד.

— אין לעבוד בצורה מכופפת כאשר במצב זקוף
המרחק למוליכים חיים קטן מהמרחק המי-
נימלי.



שרטוט מס' 1 הליכים ופעולות לאחר גמר העבודה.

עם גמר העבודה חייב מנהל העבודה לאסוף את כל הכלים והחומרים שהוכנסו על ידו, ולהוציאם ממקום העבודה, להוציא את כל אנשיו ממקום העבודה ולהודיע למורשה האחראי לפעולות על גמר עבודתו, ועל אפשרות החזרת המתח למסדר מצידו, וכן עליו לחתום על פקודת המיתוג לאישור ה"דעתו זו.

לאחר קבלת ההודעה על גמר העבודה יסיר המור"ש את האחראי לפעולות את המקצרים ויתר התקני הבטיחות אשר הותקנו לפי פקודת מיתוג והקיצור, יוודא שלא נותרו מקצרים נוספים ויכין את ה"מסדר לחיבור למתח.

סיכום

הובאו להלן עיקרי הנושאים מתוך הנראות הבטיחות החדשות לעבודה במסדרי מ"ע ומ"ג ובת"מ של חברת החשמל. החומר להלן הוא מקוצר ואיננו כוללני, אין גם להתייחס אליו כאל חומר שניתן ליישום פשוטי וישי. בכל מקרה שיש עניין ליישום חומר זה, יש להתאימו בזהירות ובקפדנות מירבית לתנאים השוררים במתקן או במפעל.

שבוע הבטיחות בחשמל

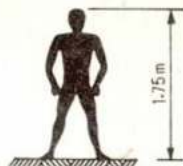
השבוע הראשון של חודש מאי הוכרז כשבוע בטיחות ארצי בחשמל, ע"י המוסד לבטיחות ו"גיהות בטיחות עם חברת החשמל לישראל בע"מ. מטרת המבצע לקדם את בטיחות השימוש ב"חשמל.

במסגרת שבוע בטיחות זה הוכרזה תחרות בין עקרות הבית על רמת בטיחות החשמל בבית, מתוך מטרה להביא לידיעת הציבור ולתודעתו את הצורך לשמור על תקינותם ואמינותם של מכשירי הבית והמתקן החשמלי בו.

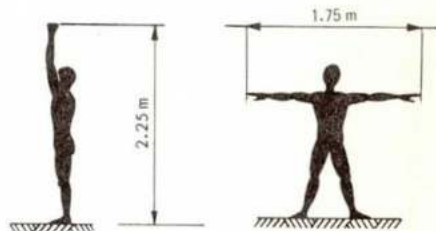
כמו כן הוכנה כרוזה חדשה בנושא הבטיחות בחשמל, אשר הופצה ברחבי הארץ. הוכנו מדבקות וחולקו לתלמידי בתי הספר ב"מטרה להדביק על אזורי החשמל בבית כאות אזהרה לשימוש נכון.

נערכו ערבי הרצאות והסכרה ברחבי הארץ על נושאי בטיחות חשמל.

אחת מכרזות שבוע הבטיחות מופיעה בשער ה"אחורי של חוברת זו. בחוברת הבאה נביא פרטים מלאים.



גובה ממוצע



זרועות מורמות בעמידה על הקרקע או על משטח עז

זרועות פרושות



זרוע מורמת מעל משטח עבודה

המורשה האחראי לעבודות יוודא לפני תחילת העבודה שהמרחקים של העובדים בעבודה מתוכננת, אל מוליכים חיים סמוכים הם בתחום המותר.

שרטוט מס' 2

7. הליכים ופעולות לפני התחלת העבודה.

בטרם מתחילים לעבוד על המתקן ששוחזר ממתח, נדרשים עוד מספר הליכים ופעולות כלהלן:

אחרי שהמורשה האחראי לפעולות ביצע את כל המוטל עליו לפי פקודת המיתוג והקיצור, עליו לאשר זאת בחתימה עם ציון תאריך על הפקודה הנמצאת בידו ובידו מנהל העבודה. לאחר זאת יראה המורשה האחראי לפעולות למנהל העבודה את סידורי הבטיחות במקום העבודה.

— מנהל העבודה יוודא שהמרחקים של העובדים בעבודה המתוכננת אל מוליכים חיים סמוכים יהיו בתחום המותר.

— מנהל העבודה יהיה חייב להראות לעובדים (לא למסור במלים בלבד) את המקומות שבהם הותקנו מקצרים ושליטים ואת גבולות המקום שבהם מותר להם לעבוד, וכן יהיה חייב להסי"ביר את מהות העבודה ואת כללי הזהירות בהם יש לנקוט. לכל עובד תינתן האפשרות להיווכח שהמתקן בו הוא צריך לעבוד, מקוצר.

חידון מס. 17

- יש להתקין מפסק ראשי על כל לוח משני בכל מקרה למעט המקרים הבאים:
 - המרחק בין הלוח בו מותקן המפסק הראשי לבין הלוח המשני אינו עולה על 3 מטר.
 - המפסק הראשי נראה לעין מהמקום בו מותקן הלוח המשני.
 - ניתן לעבור באופן חופשי בין המקום בו מותקן המפסק הראשי לבין המקום בו מותקן הלוח המשני.
 - כאשר קווימו בו 3 התנאים דלעיל כולם ביחד.
- הותקן מוליך בהתקנה גלויה בבית קולנוע, יש לדאוג שיתקיימו לגבי התנאים הבאים:
 - המוליך יותקן עד כמה שאפשר בקווים אופקיים או אנכיים לפי הענין.
 - המוליך יוגן ע"י בידוד או רישות מתאים.
 - שטח החתך של המוליך לא יהיה קטן מ-1.5 מ"מ².
 - אסור להתקין מוליך בהתקנה גלויה בבית קולנוע.
- כבל/תרמופלסטי באורך 12 מטר בעל 4 מוליכים בעלי שטח חתך של 25 מ"מ² כל אחד הותקן במפעל לעיבוד שבבי. הכבל חוזק לאורבו בחבקים מתאימים כאשר הרווח המקסימלי בין החבקים סמוכים לאורך הכבל היה צריך להיות:
 - 45 ס"מ, ב. 40 ס"מ, ג. 30 ס"מ.
 - אין חשיבות לרווחים בין החבקים כאשר הכבל מותקן במפעל לעיבוד שבבי בו אין סכנת אש או התפוצצות.
- צינור פלדה בעל קוטר פנימי 9.5 מ"מ ניתן להתקנה:
 - סמויה בלבד.
 - במקומות בהם אינה קיימת השפעה מוגברת של חומרים מאכלים.
 - כאשר מספר המוליכים המושחלים לתוכו אינו עולה על שנים.
 - אין להשתמש בצינור פלדה בעל קוטר פנימי קטן מ-11.0 מ"מ.
- אדם שסיים את לימודיו בבית ספר גבוה למהנדסי חשמל ואין לו נסיון מעשי בעבודות חשמל, רשאי לקבל עם תום לימודיו ללא בחינות נוספות רשיון מסוג:
 - חשמלאי מוסמך.
 - חשמלאי ראשי.
 - חשמלאי בודק.
 - חשמלאי מהנדס.
- מערכת צינורות מתכת לאספקת מים יכולה לשמש כאלקטרודה טבעית כאשר היא רצופה מבחינה חשמלית, וטמונה ברובה באדמה:
 - בכל מתקן חשמלי.
 - בכל מתקן חשמלי פרט למתקנים לזרם ישר.
 - בכל מתקן חשמלי בתנאי שמערכת הצינורות אינה משמשת למים חמים.
 - אף תשובה אינה נכונה.
- טרנספורמטור לריתוך בקשת יוגן זרם יתר ע"י נתיכים או מפסק אוטומטי:
 - בכל אחד ממוליכי הפזות בצידו הראשוני, כאשר עוצמת הזרם הנומינלית של הנתיכים או וויסות המפסק האוטומטי לא יעלו על עוצמת הזרם הנומינלית של הטרנספורמטור כפול 2.
 - בכל אחד ממוליכי הפזות בצידו הראשוני כאשר עוצמת הזרם הנומינלית של הנתיכים או וויסות המפסק האוטומטי לא יעלו על עוצמת הזרם הנומינלית של הטרנספורמטור כפול 1.25.
 - בכל אחד ממוליכי הפזות בצידו המשני.
 - אין חשיבות באיזה צד מתקינים את ההגנה העיקר שעוצמת הזרם הנומינלית של הנתיכים או וויסות של המפסק האוטומטי לא יעלו על עוצמת הזרם הנומינלית של הטרנספורמטור כפול 1.25.
- מקדם החספק במתקן חד-פזי נתון על ידי:
 - היחס בין החספק ההיגבי (הראקטיבי) לבין החספק הפעיל (האקטיבי).
 - היחס בין החספק הפעיל לבין החספק הנדמה.
 - היחס בין החספק ההיגבי (הראקטיבי) לבין החספק הנדמה.
 - היחס בין מכפלת הזרם לבין החספק הפעיל (האקטיבי).

סמן בעגל את התשובה הנכונה, ציין את שמך וכתובתך, נזור ושלח לפי כתובת המערכת.

שאלה 1:	שאלה 2:	שאלה 3:	שאלה 4:	שאלה 5:	שאלה 6:	שאלה 7:	שאלה 8:
א	א	א	א	א	א	א	א
ב	ב	ב	ב	ב	ב	ב	ב
ג	ג	ג	ג	ג	ג	ג	ג
ד	ד	ד	ד	ד	ד	ד	ד

תשובות תתקבלנה עד 31.7.77

השם _____

הכתובת _____

(אם ברצונך לשמור על שלמות החידון, כתוב את התשובות על דף נפרד).

בין הפותרים נכונה את החידון יוגרלו פרסים.

פתרון חידון מס' 16 *

שאלה 1 (ב)	שאלה 3 (ב)	שאלה 5 (ד)	שאלה 7 (ב)
שאלה 2 (א)	שאלה 4 (ד)	שאלה 6 (א)	שאלה 8 (ד)

הערות והארות ליחידון

לשאלה מס' 1 — התשובה הנכונה (ב)

ראה: תקנות כללים להתקנת לוחות במתח נמוך פרק שישי סעיף 34 א'; ניזון מתקן ביתי מלוח ראשי יותקן מפסק אוטומטי-ראשי לפי הוראות אלה: (2) מפסק אוטומטי חד-קוטבי או דו-קוטבי, אם ההספקה היא חד-פזית, מותקן מפסק אוטומטי חד-קוטבי, יתק מוליך הפזה".

לשאלה מס' 2 — התשובה הנכונה (א)

ציון הסוגים L, H, G הושאל מתקן גרמני ומרמז, לפי ראשי תיבות, על השמוש הנכון: L — מרמז על "קו" — Leitung בגרמנית; H — מרמז על "משק בית" — Haushalt; G — מרמז על "מכשיר" — Gerate.

לשאלה מס' 3 — התשובה הנכונה (ב)

ראה תקנות בדבר הארקות או הגנות אחרות. פרק שישי סימן י"א — איפוס, סעיף 56(א), "לא ישתמש אדם בהגנה על ידי איפוס, אלא על פי היתר מאת המנהל בהתאם לתנאי ההיתר".

לשאלה מס' 4 — התשובה הנכונה (ד)

ראה: תקנות בדבר כללים להתקנת לוחות במתח נמוך 1976 סעיף ה/34: "מפסק ראשי יותקן על כל לוח משני פרט אם קוימו בו התנאים הבאים כולם ביחד: (1) המרחק בין הלוח בו מותקן מפסק ראשי והלוח המשני אינו עולה על 3 מטר; (2) קיים קשר עין בין מקום הלוח בו מותקן מפסק ראשי והמקום בו מותקן הלוח המשני; (3) קיים מעבר חפשי בין מקום הלוח בו מותקן מפסק ראשי והמקום בו מותקן הלוח השני".

לשאלה מס' 5 — התשובה הנכונה (ד)

ראה: תקן ישראלי 108 פרק 4/2 503, "טרנספורמטורים בשמן שהספקם אינו עולה על 10 קו"א לכל יחידה מותר להתקין בתוך כל בנין בתנאי שגוף הטרנספורמטור לא יהיה במגע בלתי אמצעי עם חומרים דליקים".

לשאלה מס' 6 — התשובה הנכונה (א)

ראה: תקן ישראלי 108 פרק 3.1/2 503, "כל מנוע בין תלת פזי, בין חד-פזי יוגן בפני עומס יתר על ידי מפסק אוטומטי. מספר התקני ההפסקה (סליל, התקן טרמי או כדומה) במפסק הנ"ל יהיה לפחות 2 בהזנה תלת-פזית ולפחות אחת בהזנה חד-פזית".

לשאלה מס' 7 — התשובה הנכונה (ב)

ראה: תקנות בדבר התקנות מובילים פרק חמישי סעיף 69 (א) מושחלים לתוך צינור פלסטי מוליכים מבודדים בעלי חתכים שונים, ייבחר צינור פלסטי בעל קוטר פנימי שהוא אחד מהמפורטים בתקנה 16

$$D = 2 \sqrt{\sum d_i^2}$$

לפי התוצאה המתקבלת מחישוב המשוואה הבאה: (ב) לצורך משוואה שבתקנת משנה (א) משמעות הסימנים היא: "D" — קוטר פנימי של הצינור — במילימטרים. "di" — קוטר חיצוני של כל מוליך מבודד המושחל במילימטרים.

לשאלה מס' 8 — התשובה הנכונה (ד)

ראה: תקנות בדבר הארקות או הגנות אחרות: פרק ששי סימן ה' סעיף 94, 95, 99: "לא ישתמש אדם בחגנה על-ידי הפרד, אלא במתקן בעל זרם קיבולי פעוט שלא יגרום הלם חשמלי מסוכן. המתקן המוגן על פי הפרד ימצא כולו בתוך אותו המבנה ובפרד ממתקני חשמל אחרים. המתח בשיטה המוגנת על-ידי הפרד לא יעלה על 250 וולט לאדמה".

- בסך הכל הגיעו למערכת 145 פתרונות. רק 3 מ-
 בין הפותרים, "קלעו למטרה" בכל 8 התשובות: 1. דוד בן-יהודה, שדה יעקב.
 הפרסים יישלחו אל הזוכים: 2. אהרן סילברמן, בית חרות.
 3. יעקב וקסלר, נתניה.

* ההערות והארות ליחידון נערכו על-פי פתרון החידון של הקורא יעקב וקסלר מנתניה.

חברת החשמל לישראל בע"מ



שמעו
נכון
מונע אסון

תמונת לנטיחות וניהול