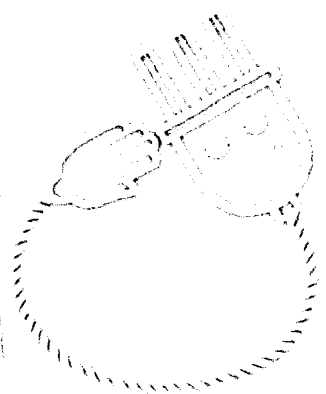


התקוע המוצרים



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



בחורף-חשמל לא בבת אחת!

הימנעות משימוש בוזמני
במכשירי חשמל ביתיים
בעלי הספק גבוה, בעיקר
בשעות שיא הביקוש
(1700 - 2200), מצמצמת
את ההפרעות/התקלות
במתקן הדירתי ובמערכות
חברת החשמל.

תוכן העניינים

3	דבר העורך
4	יישום התעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תע"ו)
4	פעילויות "התקע המצדיע" - ידיעות מידע דיווח
6	השוואת מחירי הסקת חדרים באמצעות מכשירים ומתקנים שונים
7	ממסר ממתג עומס וחשיבות יישומו במתקני החשמל - פרופ' למדור
9	התקנות החדשות בדבר הארקות ושיטות הגנה נגד חישמול - הגישה החדשה - נ. פלג
12	קטעים מהדו"ח הסטטיסטי השנתי של חברת החשמל לשנת 1982/3
13	מתקן החשמל למעליות - נ. פלג / י. לוקביץ
16	תכנון וביצוע של מערכות הגנה בפני פגיעות ברק, למבנים ולמתקנים - א. לבינון
	מדור מודעות - שרות פרסומי
23	איתור חיבורים לקויים ברשתות חשמל בעזרת מכשיר תרמוגרפי - א. שגב
28	חומרים מתכונצים בחום עבור סגירות סופיות לכבלי מתח גבוה - א. שטיינר
31	דרישות בטיחות למכונות המופעלות בחשמל והמיועדות לשימוש משרדי - א. אנגל
32	מה חדש בתקינה
33	תקן ישראלי חדש לעמודים מפוליאסטר מזוין למאור דרכים - ז. פתיר
34	תקינה בענף המונועים החשמליים - א. ורנר
35	הגנה קטודית - נשק יעיל במאבק נגד קורוזיה - מ. גיבלברג
39	קורוזיה במקצרים ניידים לרשתות מתח נמוך - ד. פריש
40	מדוע מפסק המגן אינו מתחבר - ז. זיס
41	תאונת חשמל ולקחה - ז. זיס
43	טבלת הספקים של מכשירי בית נמוצים

עורך :

א. לייטנר

עורך המשנה :

א. ונגדקו

מנהל המערכת :

ש. וולפסון

המערכת :

צ. אביתר, י. בלבל, מ. זיסמן,

ל. יבלונובסקי, ש. מרדיקס,

י. נוימן, ז. ספורן, נ. פלג,

נ. פרבר, ה. ציפר

מנהלה :

מ. ציטרון

כתובת המערכת :

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת.ד. 25, תל-אביב - 61000

טל. 03-625963

סדר והדפסה :


פרסום אלי בע"מ, חיפה

דפוס ואופסט י. גרף בע"מ, חיפה

ב ש ע ר :

מכשירי חשמל ביתיים בעלי הספק גבוה (דוד לחימום מים - "בוילר" או דוד שמש - , תנור לחימום חדרים, מכונת כביסה, תנור אפיה ובשול, קומקום חשמלי, מזגן, מדיח כלים, מייבש כביסה וכו') הימנעות מהשימוש הברזומני בהם, בעיקר בשעות שיא הבקוש (17.00 - 22.00) מצמצם את ההפרעות/התקלת במתקן הדידתית ובמערכות חברת החשמל.

זגור העורך



חשמלאים יקרים,

החורף אשר התאחר השנה, אך הגיע סוף סוף בכל זאת, טומן בחובו – לפי תחזיות המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים של חברת החשמל – שיא חדש בביקוש הארצי לחשמל: **2,450 מגו"ט**.

זוהי עליה בשעור של פחות מ-2% שהיא "חיוורת" לעומת שעור העליה של כ-13% שהיתה בשיא הביקוש של החורף שעבר (1982/83 – 2,410 מגו"ט) לעומת החורף הקודם לו (1981/82 – 2,130 מגו"ט). אך בכל זאת 40 מגו"ט זה הרבה!

המיתון בעלית שיא הביקוש הצפויה בחורף זה נובע, קרוב לודאי, ממצב המשק בארץ ובכלל זה העליה הגבוהה יחסית במחיר החשמל לצרכנים ובמחיר מכשירי החשמל הביתיים שרכישתם ה"מסיי" בית" אשתקד והפעלתם הרבה בעיקר בשעות הערב, גרמה לשיא.

כמובן שגם לעובדה שהחורף השנה הינו קל יחסית לעומת החורף הקשה בשנה שעברה, יש השפעה על בלימת העליה המסחררת בשיא הביקוש החורפי הצפוי השנה.

יחד עם זאת, צפינו גם השנה ללחץ-כבד על צוותי המשגיחים של חברת החשמל המטפלים בתיקון ההפרעות בחורף – הן בגלל פגעי הטבע (רוחות עזות, ברקים, גשמים, שלגים וכו'), והן בגלל ביקוש רב לחשמל במגזר הביתי, בעיקר בשעות הערב (או נוהגים הצרכנים הביתיים להפעיל את התנורים החשמליים להסקה ואת הדודים החשמליים לחימום מים וכן את הגיבוי החשמלי של דודי השמש, שצצו כפטוריות אחרי הגשם, בשנים האחרונות).

כתוצאה מהלחץ הנ"ל קרה לא פעם שצרכנים רבים נותרו שעות ארוכות ללא חשמל.

השנה, כדי להקדים רפואה למכה, נקטה חברת החשמל במספר צעדים:

א. במרוצת האביב, הקיץ והסתיו בוצעו שיפורים רבים במערכת – חזקו עמודים ועוגנים, נמתחו רשתות רפוינות, הוגדלו תחכי מוליכים, שופרו חיבורים לבתים רבים וגוספו טרנספורמטורים במקומות בהם חל גידול במספר הצרכנים.

ב. לקראת החורף מתחילה חברת החשמל במערכת הסברה רצינית (כולל ניצול "שרותיו הטובים" של **אדון צ'יבוטו** שחוזר אל הטלוויזיה) כדי להדריך את הצרכנים הביתיים כי "**השתמש בחשמל בתבונה**" בחורף, פרושו בעיקר – "**חשמל, לא בבת אחת**" (זאת בנוסף לעצות הבסיסיות הקשורות בחיסכון בחשמל ובמיניעת בזבז).

במקביל פונה חברת החשמל אליכם החשמלאים, בבקשה לעזור לנו במאמצינו הן במגזר הצרכנות הביתית והן במגזרים אחרים:

א. יש לבצע את מתקני החשמל ברמה מקצועית נאותה תוך הקפדה על הסלקטיביות של המבטחים בחלקי המתקן ובעיקר – מניעת סילופם של המבטחים הראשיים, שלגביהם מבטחי חברת החשמל הינם בבחינת קו הגנה אחורי (Back-up Protection).

ב. יש להימנע מפתרונות מאולתרים במתקני צרכנים שאינם בנויים וערוכים לביקוש וצריכה מוגברים.

ג. חשוב לזכור כי כאשר חשמלאי נקרא לטפל במתקן של צרכן, מחובתו לבצע את העבודה בהתאם לדרישות חוק החשמל ותקנותיו וכללי המקצוע הטוב, כך שהצרכן יוכל להשתמש בחשמל ללא הפרעות וללא סיכונים בטיחותיים.

בברכה,

אורי זייטנר

יישום התעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תעו"ז)

התקנת המונים לתעו"ז אצל כל הצרכנים שהאספקה אצלם נמדדת במתח עליון או במתח גבוה הושלמה עד 1.10.83, בהתאם למתוכנן.

מתאריך זה ואילך חל תעו"ז כתעריף מחייב על כל הצרכנים האלה.

בחברה נערכות הכנות ראשוניות לקראת החלת תעריף הבנוי לפי עקרונות תעו"ז גם על צרכני המתח הנמוך. הכוונה היא להחיל תעריף כזה תחילה על הצרכנים הגדולים יחסית, ורק לאחר מכן להרחיבו לצרכנים אחרים.

לצורך לימוד נושאים שונים הקשורים בהחלת התעריף (כגון סוג ציוד המדידה המתאים, מבנה התעריף, מגבלות תפעוליות שונות וכו'), מתוכננים ניסוי ומחקר עומס אשר ייערכו לגבי הצרכנים הנדונים.

פעילויות "התקנת המוצדיע" – ידיעות, מידע, דיווח

הכנס הארצי הראשון של "התקנת המוצדיע"

תל-אביב – ינואר 1984

בין התאריכים 16.1.84 – 19.1.84 יתקיים כנס ארצי ראשון של "התקנת המוצדיע". הכנס יתקיים בתקופת קיומה של **תערוכת החשמל המאורגנת ע"י צוות שטיר והמהווה מוקד משיכה ארצי לאנשי מקצוע החשמל במגוון עיסוקיהם.**

תכנית הכנס תהיה כדלקמן:

א. יום עיון ארצי לחשמלאים – יום ב' 16.1.84

יכלול את ההרצאות הבאות:

- * תוכניות חברת החשמל
- * מדיניות בפיתוח כח-אדם מקצועי בתחום החשמל.
- * מגמות ברישוי החשמלאים
- * היבטים טכניים ומדידות הקשורים במערכות הארקה והגנה נגד חישמול.
- * נהלי בדיקה ורישוי של מתקני חשמל.

ב. מפגש ארצי של מועדון "התקנת המוצדיע" למהנדסים יועצי חשמל – 17.1.84 (בערב)
יכלול 2 הרצאות:

- * תכנון הגנה בפני ברקים במתקני מתח גבוה.
- * תכנון מתקנים לאור התקנות החדשות בדבר הארקות ושיטות הגנה נגד חישמול

ג. מפגש המועדון הארצי של "התקנת המוצדיע" לחשמלאי הקיבוצים – 18.1.84
המפגש יכלול 3 הרצאות:

- * דרישות בטיחות בקווים עליים ותת-קרקעיים במתח-גבוה.
- * איתור תקלות בכבלים תת-קרקעיים ותכנון נכון למניעת תקלות אלה.
- * ההערכות הנדרשת ברשתות ובקווים בקיבוץ לקראת פרסום התקנות בדבר הארקות ושי-טות הגנה נגד חישמול.

ד. מפגש המועדון הארצי של "התקנת המוצדיע" למורי החשמל – 19.1.84
המפגש יכלול 3 הרצאות:

- * השלכות הרובוטיקה על הוראת מקצועות החשמל – שימושים וישומים מודרניים.
- * ציוד חדשני להגנות בפני יתרות זרם וזרמי קצר.
- * הנדסת אנוש בתחום הפיקוד והבקרה בחשמל.

בכל מפגש יתקיים רבי-שיח בו יוכלו המשתתפים להעלות נושאים אליהם יתייחסו הנוציגים המוסמכים של חברת החשמל.

המעוניינים לקבל הזמנות לכנס הארצי ולימי העיון – "התקנת המוצדיע" (ואשר אינם מקבלים את ההזמנות באופן שוטף) מתבקשים למלא תלוש מס' 30/30 בדף השרות הפרסומי (בקשות למידע נוסף) ולשולחו לפי כתובת המערכת.

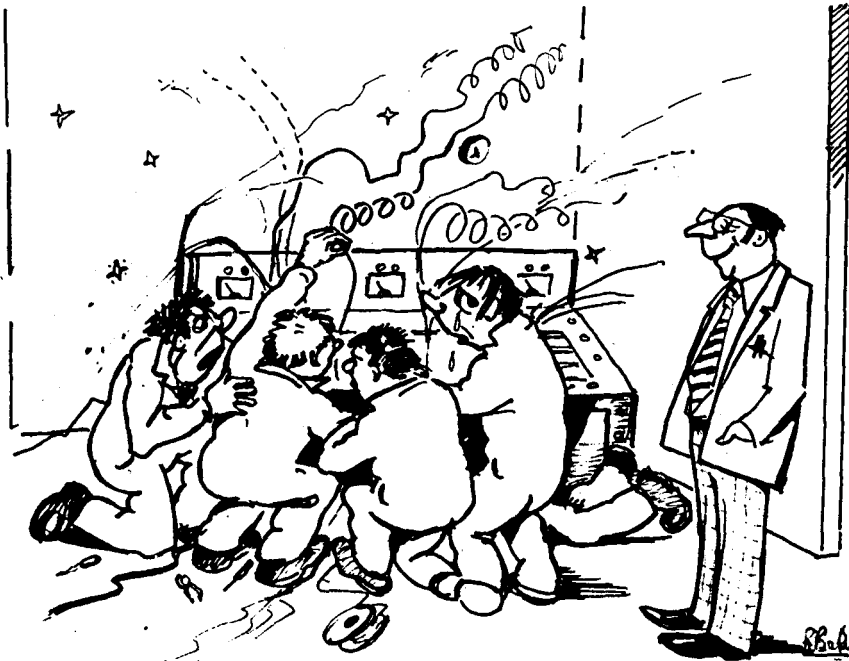
ימי העיון המרכזיים

— סדרה מס' 12 הסתיימה בבאר־שבע ב־20.12.83.
— סדרה מס' 13 תתחיל בתל־אביב בינואר 1984 במסגרת הכנס השנתי.
ימי העיון המרכזיים מתקיימים, כידוע, בתל־אביב, חיפה, ירושלים ובאר־שבע.

מועדוני ה"תקע המצדיע" באזורים

סדרה מס' 10 של המועדונים התקיימה ב־5 אזורים במחוז הצפון: נהריה, טבריה, צפת, עפולה וחדרה, ומתקיימת כעת ב־8 אזורים במחוז הדרום: נתניה, רעננה, פתח־תקוה, רחובות, ראש־ל"צ, אשקלון ורמלה.
הסדרה תסתיים בחודש ינואר 1984.

הנושא המרכזי בסדרה: "גדלים סטנדרטיים של חיבורים ואופן חישוב מחירי יחידות רשת וקווי חל"ב.
בסדרה זו המשכנו להפעיל בהצלחה את הסדר ההחתמה בחותמת המערכת על תעודות המנוי של החשמלאים — דבר שיוקף לזכותם לקראת קבלת רשיון וסיווג גבוה יותר.
במסגרת המועדונים נמשכה מכירתם של קובצי "התקע המצדיע" (10 — 1) וכן ניתנה האפשרות לרכוש את ספר "חוק החשמל תשמ"ד 1984".
כ־30% במוצע ניצלו בכל מועדון אפשרויות אלו.



כנראה שאיבדו את הסכימה החשמלית...

השוואת מחירי הסקת הדריים באמצעות מכשירים ומתקנים שונים

(מחירי יחידת חום – 1000 קק"ל)

מטרת הנתונים דלהלן לאפשר חישוב הוצאות ההסקה (הוצאות שוטפות בלבד, לא כולל ההשקעה ברכישת המכשירים והמתקנים ותחזוקתם).
 אופן החישוב המלא הוצג במאמרים שהופיעו ב"התקע המצדיע" 13 (דצמבר 1975), 19 (פברואר 1978) ו-28 (דצמבר 1982).

הנסיס לתחשיבים (טבלה 1.)

לאורך את החדר על מנת למנוע הצטברות של גזים רעילים הנפלטים בזמן תהליך השריפה של דלקים נוזליים (סולר, קרוסין) וגז, ולהעלות את כמות החמצן בחלל האויר של החדר.

בטבלה 1 מפורטים 13 סוגים של מכשירי חימום ביתיים מקובלים הניתנים ליישום בדירת מגורים בבתים קיימים. לגבי כל סוג מופיע בטור השני מחיר מקור האנרגיה ל-1000 קק"ל "ברוטו" (דהיינו הערך הקלורי המושקע במכשיר) בהתאם למחירי הדלקים ותעריפי החשמל הרשמיים.

בטור השלישי מופיעים ערכי מקדם התפוקה המשוערים לכל סוג.

בטור הרביעי מופיעים מחירים של 1000 קק"ל "נטו" (דהיינו הערך הקלורי המושקע בפועל לחימום החדר). יש לציין שהמחירים המופיעים בטור הרביעי של טבלה 1 חושבו לפי המחירים הרשמיים, אשר בתוקף החל ב-4.11.83. ובהתאם לערכים משוערים של מקדם התפוקה המופיעים בטור השלישי של טבלה 1. במידה ולגורם כלשהו המעוניין להשתמש בטבלה 1, יש נתונים על ערכי מקדם תפוקה השונים מאלו שמופיעים כאן יש לעדכן את המחירים בהתאם. כמו כן, כמובן, לעדכן את המחירים בכל מקרה של שינוי בתעריפים.

מחירי יחידת חום (1000 קק"ל) לגבי המכשירים המקובלים להסקה בדירות מגורים, מחושב לפי הערך הקלורי של מקור האנרגיה והמחירים הרשמיים, אשר בתוקף החל ב-4.11.83. ובהתחשב במקדם התפוקה של המכשירים.

בהקשר לטבלה זו יש להבהיר את הגדרת המושג "מקדם תפוקה" שהוא: "היחס בין כמות החום המתקבלת למעשה לצורך העלאת הטמפרטורה בחדר לבין כמות האנרגיה הטמונה בדלק או בחשמל הנצרך על ידי ההסקה ואשר עבורה משלם הצרכן".

הגורמים המשפיעים על ערכו של מקדם התפוקה:

- מידת ניצולו של הדלק שהוכנס למכשיר.
 - כמויות החום הנפלטות אל מחוץ לקטע המרחבי בחלל החדר, אשר בו נדרש החימום למעשה.
 - ניצולו בזמן הרצוי של החום המופק מן התנור.
- מידת ניצולו של הדלק שהוכנס למכשיר תלויה בין היתר במידת השלמות של שריפת הדלק במכשיר, רמת התקינות והתחזוקה של המכשיר, רמת ההפסדים התרמיים בצורת (במקרה של הסקה מרכזית).

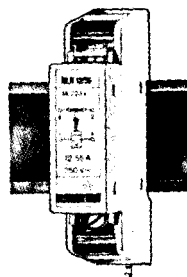
כמויות החום הנפלטות אל מחוץ לקטע המרחבי בחלל החדר, אשר בו נדרש החימום למעשה, ונבעות מהצורך

(א. לייטנר)

טבלה 1			
מחיר יחידת חום (1000 קק"ל) לגבי מכשירי ההסקה המקובלים לדירת מגורים בבית קיים			
סוג המכשיר	המחיר ל-1000 קק"ל ("ברוטו") בשקלים	מקדם התפוקה המשוער	המחיר ל-1000 קק"ל ("נטו") בשקלים
1	2	3	4
תנור חשמל – קורן	7.69	0.95	8.09
תנור חשמל – מפור חום עם מנוע	7.69	0.95	8.09
תנור חשמל – מולך חום ("קונבטור")	7.69	0.95	8.09
תנור חשמל – רדיאטור שמן	7.69	0.90	8.54
משאבת חום (מזגן אויר)	7.69	1.95	3.94
תנור חשמל – אוגר ("זרם לילה")	6.63	0.85	7.80
מתקן חשמל תת-רצפתי	6.63	0.70	9.47
תנור נפט ("פירסייד")	5.08	0.70	7.26
תנור נפט עם ארובה	4.87	0.65	7.49
תנור סולר עם ארובה	4.56	0.65	7.02
מתקן הסקה מרכזית (סולר)	4.53	0.50	9.06
תנור גז ללא ארובה (גז – בבלונים)	6.11	0.90	6.79
תנור גז ללא ארובה (גז – הספקה מרכזית)	7.59	0.90	8.43
תנור גז עם ארובה (גז – בבלונים)	6.11	0.70	8.73
תנור גז עם ארובה (גז – הספקה מרכזית)	7.59	0.70	10.84

ממסר ממתג עומס* והשיבות יישומו במתקני החשמל

פרופ' ליאון מדור'



מבוא

החשמל, כאנרגיה אוניברסלית, (אור, כח וחום) נכנס לשימוש נרחב תוך תקופה קצרה יחסית, וחשוב לציין שבימינו משמשת האנרגיה החשמלית גורם חשוב לפיתוח מודרני של התעשייה בעולם כולו, ומהווה חלק אינטגרלי של הנוחות (COMFORT) ורמת החיים.

בנוסף לכך יש להדגיש שעל מנת להשיג רמת חיים גבוהה ונוחות, ולשם הקלה והתייעלות בביצוע העבודה(בבתי מלאכה, במשק הבית וכו'), מוצלים כיום ניצול מירבי את הגדסת החשמל התורמת תרומה משמעותית לכך ואשר פיתחה מספר רב של מכשירי חשמל המהווים תחליף למכשירים המכניים ששימשו בעבר, החל ממב-רשת שיניים חשמליות, מכונית כביסה, מייבש שיער, מקררים, מוזגי אור, וכלה במכשירים רפואיים או בטוחניים מתוחכמים ביותר.

מסיבה זו נפוצים מאד מכשירי החשמל, וצריכת החשמל בגין השימוש הרב במכשירים אלה והכנסת מכשירים חדשים - נמצאת בעליה מתמדת.

מבלי להצדיק או לשלול את מדיניות ההכוונה, במדה והיא קיימת, של גופים ממלכתיים וציבוריים בדבר השימוש במכשירים הביתיים, ומבלי להתייחס לתרומה שיש בכך למשק הלאומי, עובדה היא שהשימוש במתקני החשמל הביתיים (וגם במידה רבה בבתי המלאכה ובתעשייה) מתרחב מאד והנושא דורש טיפול אובייקטיבי והדרכה מתאימה בדבר השימוש הנכון במיכשור זה.

בדיקת תקינות ואיכות מתקני החשמל

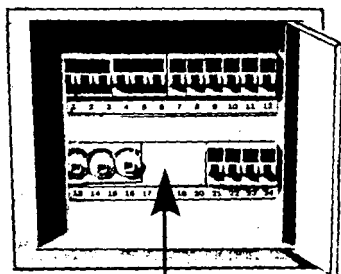
ניתן לומר שמורגש מאמץ ניכר להסדיר נושא זה בארץ באמצעות תקנים מתאימים והוראות.

כח"ל, ישנם גם ארצות בהם נוסדו משרדי פיקוח (INSPECTORATS) עירוניים או ציבוריים, לבדיקות אינטנסיביות של תקינות ואיכות מתקני החשמל.

דוגמא לפיקוח ציבורי הוא החתמת המתקנים בסמל G.S. - GEPRUFTE SICHERHEIT הכולל גם את סמל מכון התקנים הגרמני VDE - איור 1) ומאשר את תקינותו של המתקן מבחינה בטיחותית.

דוגמא נוספת מעין זו, המאשרת שהמתקן עבר בדיקה של חשמלאי מוסמך היא הופעת שמו וכתובתו של החשמלאי הבדוק, על גבי מדבקה המודבקת על המתקן וזאת למקרה של תקלה או בעיה כלשהי במתקן האמור (איור 2).

איור 2



ב'

מקום הדבכת תווית הפיקוח על לוח מודולרי

לאחרונה הופעל בגרמניה המערבית ובמספר ארצות נוספות של הקהילה האירופאית, הסדר נוסף לפיו נוהגים לסמן מתקנים חשמליים ב"כוכבים" (איור 3).

איור 3



LOAD SWITCHING RELAY — באנגלית:
LASTABWURFRELAIS — בגרמנית:

פרופ' ל. מדור' — הטכניון, חיפה.

המאמר בנושא זה נכתב לפי בקשת העורך ובאדיבותו הרבה של פרופ' ל. מדור'.

מספר הכוכבים שבתווית הסימון מבטא את מספר המעגלים במתקן ונותן בכך תמונת מצב של סדר גודל המתקן - מספר נקודות התאורה ובתי התקע - לדוגמא:

- e★ מסמן - מתקנים קטנים - עד 4 מעגלים.
- e★★ מסמן - מתקנים בינוניים - עד 5 מעגלים. ומספר גדול יותר של נקודות תאור רה ובתי תקע.
- e★★★ מסמן - מתקן מעולה המצטיין במספר רב יחסית של נקודות תאורה ובתי תקע וכן מעגל רודבי נוסף.

הרקע לתכנון ממסר ממתג עומס

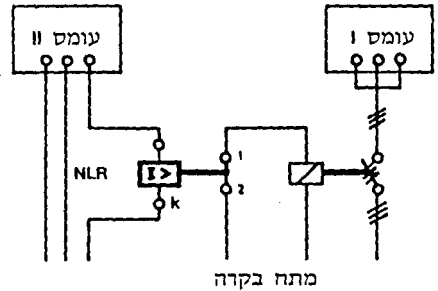
עם השינוי במצב הארגוני והכלכלי בקהיליה האירופאית, לאחר שנת 1970, היה הכרח לצמצם את צריכת החשמל. הוחל או בהסברה אינטנסיבית לשימוש רציונלי (חסכוני) באנרגיה וכן הושם דגש על ניתוק עומסי יתר מיותרים במתקנים.

בנוסף לכך נוצר אילוצן לצמצום בצריכת החשמל שנגרם עקב המחאות של תנועות שונות לשמירת איכות הסביבה ותנועות קיצוניות אחרות שהתנגדו לבניית תחנות כח גרעיניות וקונבנציונליות. היו מקומות בהן יצאו הוצץ אף נגד בניית קווי מתח גבוה ועליון להעברת האנרגיה - דבר שגרם צימצום נוסף בצריכת החשמל בעיקר נוכח המציאות הקיימת שגם אילמלא עיכובים אלו, קיימים העיכובים במתן רשיונות מתאימים לבניית תחנות כח וקווים כנ"ל, והדבר אורך מספר שנים.

הצורך בצימצום עומס מיותר הביא לפיתוח התקנים שונים לחיסכון ומיתוג, ובין היתר גם פותחו ממסרים ממתגי עומס (LOAD SWITCHING RELAYS). ממסרים אלה הם זעירים ומיוחדים ונועדו לייעל את מתקני החשמל ולנתק חלק מהעומס באמצעות חיגור חשמלי בין 2 מעגלים - (איור 4).

איור 4

סקימה חיבורים של ממסר ממתג עומס (מ"ע)



מתח בקרה

בגרמניה המערבית נמצאים כבר בשימוש רחב ממסרים אלה, והחברות להספקת חשמל מדריכות ומסבירות את עקרונן פעולתם ודרך יישומם המעשי של ממסרים אלה כדלקמן:

יישום הממסרים

בחצרים מסוימים הספקת החשמל היא באמצעות מוליכים אשר אינם מיועדים ומסוגלים לשאת את כל עומס הביקוש הברזומי של סה"כ מכשירי החשמל באותם חצרים.

במקרים אלה מתקנים ממסרים ממתגי עומס, הממסרים מנתקים את העומסים בעלי צריכת החשמל הגבוהה והמתמשכת (קבועה), לפרקי זמן קצרים, מבלי לגרום לאי נוחות בולטת או הטדרה בחיי השגרה של משק הבית.

ממסרים ממתגים אלה מצטיינים באפשרות של קביעת דרגת העדפה למעגל אחד או שני, (קבועים בהתאם לרצונו של הצרכן, ובכך נמועת האפשרות להכיר ברוזימת 2 עומסים "כבדים" בבת אחת.

הממסר (תמונה בכותרת - מודל סטנדרטי 17.5 מ"מ), דומה במידותיו וצורתו למפסקים האוטומטיים הזעירים המקובלים בהתאם לתקן ישראלי ת"י 745, או התקן הגרמני VDE 0641, או התקן הינלאומי CEE 19.

מבנה הממסר

מבנה הממסר הוא סטנדרטי וחזק (SOLID STATE) מבחינה מיכנית וחשמלית כאשר מספר ההפסקות הנומינלי של ממסר כזה גדול מ-106. (הממסר מסוגל אף להגיע עד ל-1800 הפסקות בשעה) - כלומר אורך חייו של ממסר כזה יכול להגיע מעל ל-15 שנה. (את הנתונים האנרגטיים של הממסר ניתן לראות בטבלה מס' 1 - לממסרים חד פזיים ותלת פזיים).

טבלה 1

תאור Description →				זרם הפעלה - Operating current I _{max}	
2 pol. 220 v		3 pol. 380 V		A ~	A ~
[KW]					
P min	P max	P min	P max	A ~	A ~
1,32	5,5	3,95	16,4	6	25
2,64	12,2	7,90	36,1	12	55
5,27	12,2	15,80	36,1	24	55
7,70	12,2	23,00	36,1	35	55

מחירו של ממסר ממתג עומס הוא נמוך יחסית (בערך כ-30% יותר ממחיר מאמ"ת (מפסק אוטומטי מנגטי תרמי) זעיר, וזו גם הסיבה לחדירותו המהירה לשוק המקומי בגרמניה.

סכום

לסיכום הנושא ראוי להדגיש כי למרות העובדה שבארץ פועלת בהתאם לחוק ועדת הוראות המסדירה באמצעות הוראות, תקנות, והנחיות את הטיפול הנכון במתקני חשמל, כולל נושא הגנה בפני חישובול, הגיעה העת לטפל, בעיקר על ידי הדרכה או הסברה נאותה, גם בנושא חשוב זה של מניעת העמסת יתר וצימצום הצריכה.

בנוסף לכך ברצוני להזכיר, כי לפי תקנות החשמל ("מעגלים סופיים הנוזונים במתח נמוך"), ישנה דרישה למעגל נפרד למכונות כביסה, מעגל נפרד למוזן אוויר וכן למעגל נפרד לחימום מים ובעת נמצאת בעבוד סופי תקנה אשר תחייב מעגל נפרד בגודל 25 אמפר לבישול בחשמל (פינת בישול במטבח), ואשר קרוב לודאי שתפורסם תוך זמן קצר.

לאור האמור לעיל הכרחי, לפי דעתי, להוסיף תקנה מתאימה שתכסה גם את התדירה המשמעותית של מכשירים בהספקים גבוהים כגון: מחממי מים מידיים למשקי בית רבים בהספק של 4 קו"ט ומעלה, וכו'. תקנה זו תחייב אותנו לאמץ את הנישח האירופאית ולבחון גישה חיובית ליישום מעשי של התקנים המאפשרים את צימצום הצריכה והקטנת הביקוש כדוגמת הממסר שהובא כדוגמא במאמר זה.

אין לי ספק שבכל ענקדים ביישום המעשי של התקנים אלה למערכות החשמל בארץ, יתרום הדבר תרומה חיובית, הן למשק החשמל ככלל, והן לצרכן הבודד כפרט.

ולבסוף, הנני רוצה להבהיר שהאינפורמציה הקצרה שהועברה במאמר זה הינה מבוא בלבד שמטרתה להביא נושא חשוב זה לתודעת העוסקים בנושא החשמל, ובאחד מעלוני "התקע המצדיע" הבאים, אשתדל להביא מאמר מפורט יותר הכולל תוצאות בדיקה ויישור מים מעשיים של ממסרים אלו.

התקנות החדשות בדבר הארקות ושיטות הגנה נגד חישובול – הגישה החדשה

אינג' נחום פלג

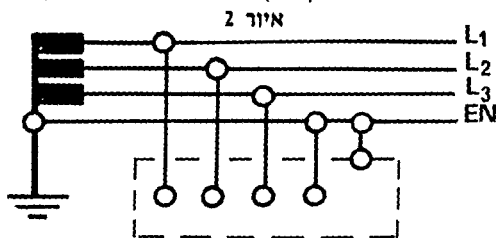
בשעת כתיבת שורות אלו נמצאות בשלבי עריכה סופיים התקנות החדשות העומדות להחליף את התקנות הקיימות (לפי חוק החשמל) בשם "הארקות או הגנות אחרות" אשר פורסמו בשנת 1962.

נתחיל בכך שהרביזיה, תחילתה כבר בשינוי שם התקנות והתקנות החדשות תיקראנה "הארקות ושיטות הגנה נגד חישובול במתח עד 1000 וולט". דבר זה לכשעצמו כבר מצביע על הורדת הדגש מהגנה על ידי הארקות לשיטת הגנה אחרת שעליה עוד נרחיב את הדיבור. ניתן לומר כי התקנות החדשות – שעליהן שקדו שתי ועדות משנה וכן מליאת ועדת ההוראות, משרד האנרגיה והתשתית, במשך מספר שנים כוללות מספר רב של חידושים בתפיסה הכללית של ההגנה נגד חישובול במתקנים שמתחם עד 1000 וולט ובראש וראשונה העברת הדגש מהגנה באמצעות הארקות הגנה להגנה בשיטת האיפוס המודרני בשילוב עם הארקות יסוד. במקביל בוטלה שיטת ההגנה באמצעות מפסק מגן למתח תקלה – שיטה שממילא כמעט ולא היתה בשימוש בארץ.

השיטות לאספקה והגנה לפי I.E.C

הועדה, בעבודתה, התבססה בראש וראשונה על התקנות הקיימות והלקחים שהצטברו בשטח זה בארץ וכן על מסמכי הנציבות הבין לאומית לאלקטרוניקה. I.E.C (International Electrotechnical Commission) הנציבות הבין לאומית לאלקטרוטכניקה מחלקת את השיטות לאספקת חשמל לארבעה סוגים ראשיים: TN; TN (PEN); TT; IT כאשר האות השמאלית (הראשונה) מציינת את הנועשה במקור הזינה והאות השנייה את שיטת ההגנה במיתקן. נתבונן כעת בארבעת השיטות הללו:

שיטת האיפוס הקלסי (איור 2)
TN (PEN) – Terre / Neutral (PEN)

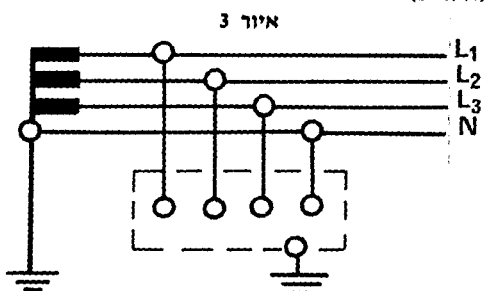


זוהי שיטת האיפוס הקלסי (האיפוס המוזכר גם בתקנות הישנות שלנו) שבו האותיות PEN משמעותם Protective Earth and Neutral – משתמשים במו"ל אך משותף גם לאפס וגם להגנה בתוך מתקן הצרכן. לשיטה זו מספר מגרעות שבעקבותיהם הוחלט לאסור שיטה זו בארץ.

המגרעת העקרית בשיטה זו נובעת מהעובדה כי פסק או חיבור רופף במוליך האפס בין מקור הזינה למתקן הצרכן עלול לגרום, לכשעצמו, חישובול הגוף המחובר אליו.

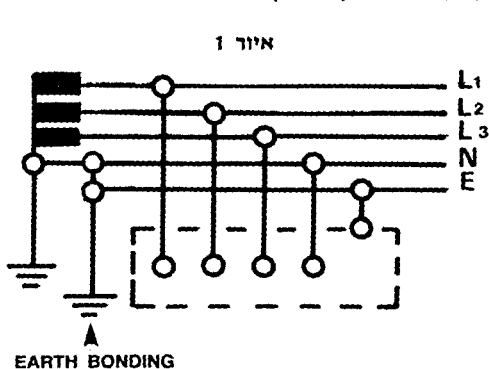
השיטה השלישית היא:

שיטת הארקה באמצעות אלקטרודה להארקה הגנה (איור 3)
TT – Terre / Terre



שיטה זו היא, למעשה, שיטת הארקה הגנה הותיקה והמוכרת בה משתמשים, במתקן הצריכה, באלקטרו"דה להארקה הגנה (למשל – צנרת המים) שאליה מחברים את גופי המתכת של הציוד החשמלי החייב בהארקה (סוג I).

שיטת האיפוס (איור 1)
TN – Terre / Neutral



זוהי למעשה, שיטת האיפוס (איפוס מודרני) כפי שהיא באה לידי ביטוי בתקנות החדשות וזוהי גם השיטה שאנו מניחים שתהיה הדומיננטית החל מפירסום התקנות. יש לשים לב שבמתקן הצריכה קיימת השו"ר את פוטנציאלים (Earth Bonding). עוד נחזור ונדון בשיטה בשיטה זו.

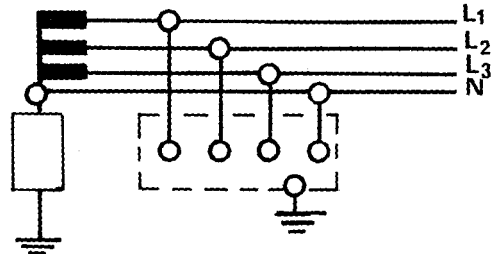
השיטה הבאה היא:

אינג' נ. פלג – מנהל שירותים טכניים לצרכנים, הרשת הארצית וחבר מערכת "התקע המצדיע", חברת חשמל.

השיטה הרביעית נקראת שיטה IT — Isole / Terre או, לפי התקנות אספקה ב"שיטה בלתי מאורקת".

השיטה הבלתי מאורקת (איור 4) IT — Isole / Terre

איור 4



■ אותו שיקול נשאר ביחס לצורך בנישור בין חלקי הצנרת של המים (מעל מונה המים, למשל). התקנות החדשות מאפשרות שימוש בצנרת מים מתכתית כאלקטרודה במיגבלות משוימות הכרוכות, למשל, בבעלות על צנרת המים, הבטחת הרציפות המתכתית וכו'. כמו כן הוכנסו הוראות בהקשר לבעיה המתעוררת כאשר רשות המים מחליפה צנרת מים מתכתית בצנרת אל-מתכתית וזאת כאשר צרכני חשמל משתמשים בצנרת המתכתית כאלקטרודה. במקרה כזה מתחייב תיאום בין רשות המים לחברת החשמל כדי למנוע מצב מסוכן שבו המשתמשים בחשמל יהיו חשופים לסכנת הישמול עקב שלילת רציפות ההארקה ללא ידיעתם. כמו כן בוטלה, למשל ההרשאה לשימוש במעטה מתכתי של כבלים כמוליך ההארקה או אלקטרודה וזאת מאחר שבמצביאות הקיימת בארץ אין משתמשים בכבלים כאלה — ביחוד לא במתח נמוך.

הגדרות לסוגים השונים של צורות ההגנה של מכשירים חשמליים:

בין ההגדרות שוספו לתקנות נמצא:

מכשירים מסוג I —

מכשירים הניזונים במתח נמוך המצוידים בבידוד בסיסי כלכלד וחייבים בהארקת הגנה.

מכשירים מסוג II —

מכשירים הניזונים במתח נמוך ובהם הבידוד הוא כפול או מוגבר (סימונם □) ואשר אסור להאריקם בהארקת הגנה.

מכשירים מסוג III —

מכשירים הניזונים במתח בטיחות נמוך מאוד (מתח עד 50 וולט) ולכן אינם חייבים בהארקה.

אגב, כאן אולי המקום להצביע כי בבול המתח שממנו ומעלה יש צורך בהגנה נגד הישמול הורד מ-65 וולט ל-50 וולט או, במילים אחרות, מתח בטיחות נמוך מאוד הוא מתח עד 50 וולט.

כפי שכבר נאמר, לא ניתן במסגרת מאמר או הרצאה, לאזכר את כל ההבדלים בין התקנות הישנות לחדשות ונתמקד, לכן, במספר חידושים:

תאור שיטות ההגנה השונות והשינויים שחלו בהן: שיטת האיפוס

שיטת ההגנה שתפסה את מקום הבכורה בתקנות החדשות היא שיטת האיפוס אשר כבר אוזכרה קודם.

המציין שיטה זו הוא, התניית בקיום הארקה יסוד (פרט לחריג) בכניסת החשמל למבנה (ורק שם) נעשה חיבור גלוי בין מוליך האפס של הרשת לבין פס השוואת הפוטנציאליים. במיתקן עצמו קיימת הפרדה מוחלטת בין מוליך האפס לבין מוליך ההארקה. במידה וקיים קצר במיתקן כזה יזרום זרם התקלה חזרה למקור הזינה (כגון שוא) דרך מוליך ההארקה שבמיתקן ואחר כך, בעיקר, דרך מוליך האפס של הרשת. מאחר שבצד זה כזו מובטח מסלול מתכתי מלא של לולאת התקלה ניתן לממש, כאן, דרישה בטיחותית המופיעה בתקן הבין לאומי (וכן בתקן הגרמני המעודכן) של שריפת הנתין (או פעולת שמלול מתכתי מלא של לולאת התקלה פעת התקלה. מתוך העקומות של הנתכים התקניים נקבל את הטבלה הבאה בתוספת את גודל הנתין, הזרם הגורם לשריפת הנתין בבטחון תוך 5 שניות לכל היותר בעכבת לולאת התקלה.

בשיטה זו — שיטה אשר משום מה לא היתה לה מוד ענות גבוהה בציבור אנשי המקצוע — אין נקודת הכובב של מקור הזינה מוארקת ישירות אלא מצוידת במכשיר המודד, באופן רצוף, את הבידוד לאדמה Earth insulation monitor ומפעיל התראה כאשר רמת הבידוד לאדמה של המיתקן (כולל כל גופי המתכת של המכשיר הצריכה המזוהים ממנו) יורדת מתחת לרמה שנקבעה. שיטה זו, אשר גם בה נדון בנפרד, מתאימה במיוחד לחרי יניחות של בתי חולים, מעגלי פיקוד וכן מתקנים חיוניים אחרים בהם יש לצמצם את מספר ההפסקות עד כמה שאפשר.

השינויים שהוכנסו לתקנות החדשות:

במסגרת מאמר זה אשתדל להתייחס למספר שינויים שהוכנסו לתקנות החדשות (בהשוואה לקיימות) ולהביר את השיקולים הטכניים שהנחו את עבודת הועדות שטיפלו בדבייה. ברור שאין מאמר זה יכול לשמש תחילת כל שהוא לידע מעמיק של התקנות החדשות — לכשיופיעו.

■ ובכן — ראשית הוגבל תחום התקנות למתח עד 1000 וולט וזאת בשעה שהתקנות הקיימות מתייחסות גם למתחים מעל 1000 וולט וזאת במטרה להתמקד בנושא הנמצא בטיפול רוב דובם של החשמלאים כאשר מכלול הבעיות הנוגעות להגנות במתח גבוה הן בתחום פעולתם של מספר מוגבל של חשמלאים או של אנשי חברת החשמל ויש, לפעמים צורך בהתייחסות ספציפית לכל מקרה ומקרה. יש, למעשה, איזכור של מתח גבוה גם בתקנות החדשות וזאת כאשר קיימת אפשרות (או סכנה) של הופעת מתח גבוה כתוצאה מתקלה כגון בשואי שאז יש להבטיח כי התקלה תופסק בעוד מועד.

■ אשר להגדרות יש לשים לב כי, בהשוואה לתקנות הקיימות, נעלמה גם ההגדרה (וכמובן גם ההתייחסות אליה) של "אלקטרודה טבעית". אותה אלקטרודה "טבעית" שהיתה במשך שנים רבות מערכת צנרת המים שבה השתמשו בצורה נרחבת הן להארקת השייטה והן להארקת ההגנה אינה קיימת יותר במתכונת המאפשרת להתייחס אליה כדבר "טבעי" המובן מאליו. יש, כמובן, לזכור כי במידה ובמבנה קיימת צנרת מים מתכתית יש לחברה אל פס השוואת הפוטנציאליים (כנדרש בתקנות המתייחסות להארקות היסוד) אך המטרה היא למנוע הופעת הפרשי פוטנציאלים בין חלקים שונים של המבנה ולא להשתמש בצנרת כאלקטרודה.

טבלה 1

I_n זרם נקוב של המבטח אמפר	Z_L עכבת לולאת התקלה המירבית המותרת האווה	I_k זרם הקצר / המינימלי הדרוש אמפר
6	8.85	26
10	4.89	47
16	3.19	72
20	2.55	90
25	1.91	120
35	1.25	183
50	0.92	250
63	0.63	360
80	0.51	450
100	0.39	580
125	0.30	750
160	0.232	990
200	0.164	1400
250	0.143	1600
315	0.109	2050
400	0.085	2700
500	0.065	3500
630	0.046	5000
800	0.034	6700
1000	0.027	8500
1250	0.019	12000

בכל מבנה בו יבוצע איפוס יהיה צורך להתקין שלט ובו המילה "איפוס" ליד מקום החיבור על מנת שהמטפל במיתקן יהיה מודע לצורת ההגנה שבמיתקן.

חשוב לציין שמבחינת התילו של מיתקן החשמל הממוקם במבנה אין כל הבדל בין מיתקן המוגן בשיטת האיפוס לבין מיתקן המוגן בשיטת הארקה הגנה – בשני המקרים חייבים להיות מוליכי אפס ומוליכי הארקה נפרדים.

כל ההבדל מתבטא בזה שבאיפוס מגשרים בין מוליך האפס שבכניסה למבנה לבין פס השוואת הפוטנציאלים.

הארקה הגנה

שיטת ההגנה הבאה בה נדון היא הארקה הגנה. השיטה הזו, אשר עד לפני זמן קצר היתה למעשה השיטה המקובלת ביותר, יורדת מבכורתה מאחר שיש לצפות שרוב רובם של המתקנים החדשים יהיו מוגנים בשיטת האיפוס.

מבחינת הדרישות למהירות הפעולה של אמצעי ההגנה (5 שניות לכל היותר) מחייבות כל הדרישות שבטבלה המתייחסת לאיפוס וזאת על מנת שלא לדרת ברמת הבטיחות. חברי הועדה היו מודעים לעובדה שיתכן וי היו מקרים בהם לא ניתן להשיג את הנדרש כאשר משתמשים בהארקה הגנה אך, כאמור, אין נכונות לורר תר בשאלה בטיחותית זו.

הגנה באמצעות מפסק מגן המופעל בזרם דלף

שיטת ההגנה השלישית שבה דנות התקנות היא באמצעות מפסק מגן המופעל בזרם דלף. השימוש בשיטה זו כהגנה **בלעדית** הוגבל לסוגים מסויימים של מיתקנים בלבד כמפורט להלן:

א. באתר בניה, בקרון מגורים, או במבנה ארעי אחר; ב. במבנה אשר בו השתמשו בהגנה עליידי הארקות – ומסיבה כלשהי הגנה זו לא עונה יותר על דרישות התקנות ולא ניתן להשתמש במיתקן זה כהגנה עליידי איפוס.

ג. במבנה אשר קיימת בו הארקה יסוד בהתאם לתקנות ואשר בו התנגדות הארקה היסוד למסה הכללית של האדמה אינה עומדת בדרישות לגבי הארקה הגנה וגם לא ניתן להשתמש בהגנה עליידי איפוס.

ד. גופי תאורה המותקנים על עמודים מחומר מוליך ברשת חלוקה של חברה ציבורית לאספקת חשמל.

ה. בכל מתקן אחר רק על-פי היתר מאת המנהל ובהתאם לתנאי היתר.

וואת בנוסף לדרישה שזרם הפעולה של המפסק יהיה 0.3 אמפר או יותר.

דרישה זו נובעת מהשיקול שרגישות כזו תגרום לפחות הפסקות בהשוואה למפסקים בעלי רגישות גבוהה ומצב זה ימנע את התמריץ הקיים, (לצערנו, לא פעם) לגשר את המפסק ועל ידי זה לטבל את ההגנה.

במיתקן המוגן על ידי מפסק מגן המופעל בזרם דלף יש לקיים את התנאי שמכפלת זרם ההפעלה של המפסק (באמפרים) בהתנגדות הארקה המקומית למסה הכללית של האדמה לא עלתה על 50 וולט במתקנים רגיריים או על 24 וולט במתקנים בהם נמצאים מכשירים רפואיים או באורוות, רפתות וכדומה.

אין לשיכוח, בהקשר למפסק המגן המופעל בזרם דלף, שקיימת לגביו מיגבלה מסויימת – המפסק הזה הוא בסיכומו של דבר התקן מכני וכמו כל התקן מכני הוא עלול לאכזב ולא לפעול בשעת הצורך ומחייב לכן הפעלת ביקורת תקופתית – דבר שלא תמיד נעשה.

כאן גם המקום לציין כי מותר (ולדעתי גם רצוי) להשיג תמש במפסק מגן המופעלים בזרם דלף של 0.03 אמפר ר. 0.015 אמפר ואפילו פחות במיתקנים המוגנים בשיטת האיפוס או הארקה הגנה לשם קבלת הגנה נוספת ויעילה גם נגד מגע מקרי במופע, למשל.

שתי שיטות ההגנה הבאות – מתח בטיחות מנוך מאוד

בטבלה זו:

I_n – הזרם הנקוב של הנתין או מפסק הזרם הזעיר. המפסק האוטומטי הזעיר תוך 5 שניות.

Z_L – העכבה המכסימלית Z_L לולאת התקלה המאפשרת את פיתוח הזרם I_k במתח 230 וולט.

במבט ראשון, כאשר משווים את הנדרש בתקנות החדש שות למה שנודרש בתקנות הקודמות – זרם קצר מינימלי של 2.5 פעמים זרם הנתין או 1.5 פעמים זרם מפסק הזרם – נדהמים ממש מההתמרה אך במבט שני ניתן לראות כי ההתמרה בדרישת הבטיחות להפסקה מהירה של המעגל ניתנת להשגה מאחר שמדובר בלר לאת תקלה מתכנית הכוללת את מוליך האפס של מערכת החלוקה.

אם נזכור כי במיתקן טוב אסור שמפל המתח בעומס מלא יעלה על 5% הרי שבמקרה של קצר בין מוליך מופע למוליך אפס (או מוליך הארקה המחובר למוליך האפס) נוכל להגיע לערכים הנדרשים בטבלה.

אחד התנאים לקיום איפוס הוא, לכן, שמוליך האפס ברשת החלוקה יהיה גם אמין מבחינת רציפותו, וחכתו יהיה שווה או קרוב (במחכים גבוהים) לחתך מוליך המופע ודרישה זו תהיה מפורטת בתקנות.

בנקודה זו אנו נוכחים כי בוטלה ההתניה שהיתה קיימת בתקנות הקודמות – היתר שזרם התקלה לא ייפסק בתנאי שמתח התקלה לא יעלה על 65 וולט.

בתקנות החדשות חייבים גם במקרה של איפוס וגם במקרה של הארקה הגנה להשיג הפסקה של המעגל תוך 5 שניות מהתרחשות התקלה. חברי ועדת ההוראות הגיעו למסקנה כי הסתמכות על מתח התקלה שאי נו עולה על 50 קרוב וולט בלבד עלולה להיות מסוכנת, מאחר ותנאי זה הוא פועל יוצא של מאון מסויים בין התנגדויות שונות (התנגדות הארקה השיטה, התנגדות הארקה המקומית ומוליך האפס, התנגדות מוליך הארקה, התנגדות מוליך המופע). הפרה של מאון זה עלולה, בקלות, לגרום למצב בו מתח התקלה יעלה מעבר לגבול המותר אך זרם התקלה לא יעלה עד כדי הפעלת אמצעי ההגנה. כל אלו זמן יזרום זרם התקלה במסלול לא מבוקר ולכן עלולים להיווצר סיכונים אחרים כגון שריפה.

איפוס, הארקה הגנה, מפסק מגן וכי'.
ברור שמערכת כזו מחייבת פיקוח של חשמלאי ובדיקה תקופתית של אמינותה והדבר אכן נדרש בתקנות החדשות.

סיכום

לסיכום, נחזור כאן על שיטות ההגנה נגד הישגול המוכרות על-ידי התקנות וצורת פעולתן:

איפוס – על-ידי ניתוק הגוף המחושמל מן הזינה.

הארקה הגנה – על-ידי ניתוק הגוף המחושמל מן הזינה.

מפסק מגן – על-ידי ניתוק הגוף המחושמל מן הזינה. **מתה בטיחות נמוך מאוד** – על-ידי יצירת מצב שבו לא יופיע בשום מקרה מתח העולה על 50 וולט.

הפרד מגן – על-ידי יצירת מצב שבו לא יסגור גוף של אדם מעגל של לולאת התקלה בה עלול לזרום זרם.

בידוד מגן – על-ידי יצירת מצב שגם בזמן תקלה במכשיר לא יופיע מתח נגיש על גוף המכשיר.

כל שיטות ההגנה המפורטות הן שיטות בדוקות ומגור סות – אך אף אחת מהן אינה מקנה בטיחות אבסולוטיית ולכן על בעל המקצוע להיות תמיד ער לתקלות מתקלות שונות – החל ממכשיר מסוג II שגרטב ובידוד דו נגם זמנית ועד לבדיקה תקופתית של רציפות הארקה והאיפוס על מנת לגלות חיבור רופף או נתק – וזאת לפני שיקרה אסון.

אנו גאים ששכיחות ההיפגעות מחשמל (תאונות חשמל) בארץ היתה בשנים האחרונות **מהנמוכות בעולם** – הבה נשמור על הישג זה.

הפרד מגן – הן למעשה שיטות מיוחדות שתוכלנה לשמש למטרות מוגבלות וזאת מאחר שמתח בטיחות נמוך מאוד ניתן ליישם רק לחלקים מוגבלים של מתקני חשמל כגון מגורות יד או תאורת חרום בעוד שהפרד מגן בו מוונים מכשיר צריכה אחד בלבד משנאי מبدל, למשל מוגבלת, כאמור, לאתרים מיוחדים בהם נדרשת רמת בטיחות גבוהה במיוחד כגון בזמן עבודה על פיגור מים בתוך דוד מתכתי.

במקרים כאלה נדרשת גם השוואת פוטנציאלים של ציוד בעל מעטפה מתכנית על-ידי חיבורה הגלוני למשטח עליו עומד המפעיל באמצעות מוליך נחושת בחתך 4 מ"מ"ר לפחות השלם לכל אורכו.

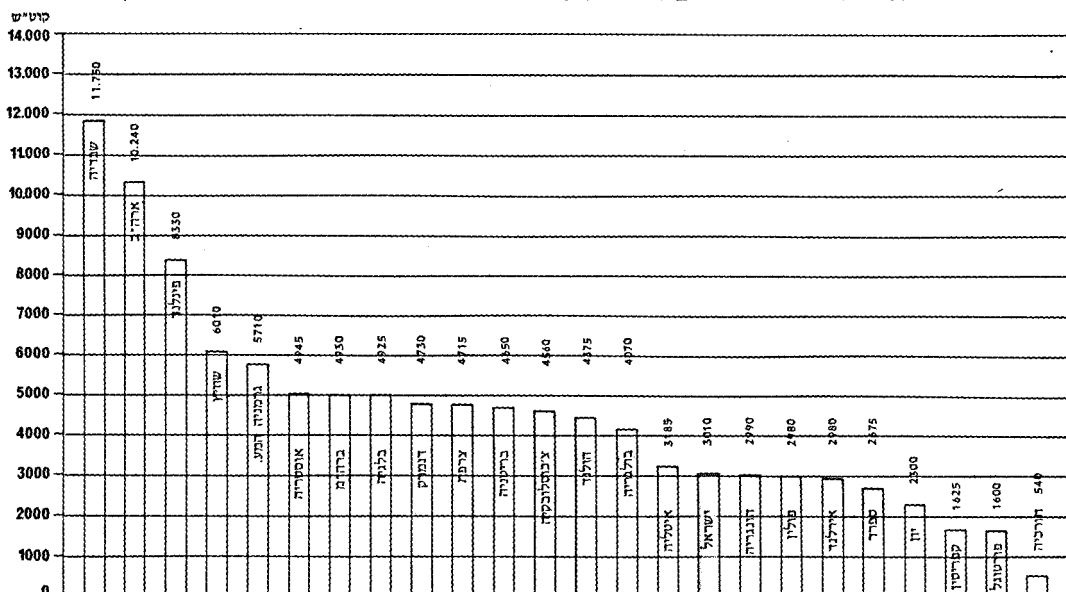
שיטה נוספת היא למעשה שיטת הגנה שהיא בלתי תלויה בכל גורם חיצוני כגון הארקה, איפוס, שנאי מبدל וכי' ומתייחסת למכשירים וציוד חשמלי מסוג בידוד כפול, או לפי לשון התקן, סוג II (שסימנו □).

ציוד כזה, גם אם יש לו חלקים מתכתיים נגישים, אסור בחיבור לארקה וזאת מאחר שמבנהו מבטיח אי הופעת מתח גם במקרה של תקלה פנימית.

השיטה הבלתי מאורקת (II)

מערכת כזו ידועה ומקובלת במיוחד במיתקנים בהם חייבים לצמצם את מספר ההפסקות הבלתי צפויות למינימום כגון בחדרים ניתוח, זינת מחשבים, מעגלי פרי קוד וכי'. בשיטה זו הרי תקלה ראשונה של ליקוי בברי דוד בין מופע והארקה (במתקן או במכשיר המוגן על-ידו), לא תגרום לניתוק הזינה במעגל אלא תיתן התראה אקוסטית ו/או חזותית ותאפשר המשך הפעולה עד שניתן יהיה לתקן את הליקוי (בזמן הפסקה מתוכננת או בלעדית). וזאת בניגוד לשיטת הגנה על-ידי

דיאגרמה מס' 8 – ייצור החשמל לנפש בארצות שונות ב-1981 *



* ייצור לשימוש מקומי (בנכחי ייצוא ובתוספת יבוא).

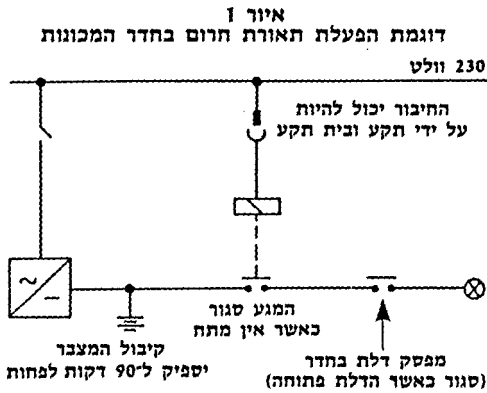
תדפיס מתוך הדו"ח הסטיסטי לשנת 1982/83.

(קטעים נוספים – ראה בעמודים 21 ; 38).

מתקן החשמל למעליות

דרישות טכניות חשמליות וביטחונות

אינג' נחום פלג, אינג' יורם לנקביץ'



— מיד לאחר הפסקת המתח במעגל הרגיל לתאורת חדר המכונות ורק כאשר דלת או פתח חדר המכונות פתוחים בחלקם או בשלמותם, תופעל אוטומטית תאורה נוספת ממצבר המוטען במקום על ידי מטען אוטומטי הניזון מהרשת.

— המצבר יספק תאורה שרמת ההארה שלה... לוקס במשך שעה וחצי לפחות, בסמוך למקום בו יש לבצע עבודות חילוץ. (עדיין לא הוחלט סופית על רמת ההארה).

לחצן תאורה חדר המדרגות ליד הדלתות (של הפיר) — (סעיף 409 בתקן)

ברוויזיה הוספה דרישה שליד כל דלת של הפיר או בסמוך לה יהיה לחצן המאפשר הדלקת התאורה של המעבר (פרדודר או חדר מדרגות).

תאורה של מתקן הפיקוד לתחזוקה על גג התא — (סעיף 8) 1101.3 בתקן

ברוויזיה פורטו דרישות לגבי התאורה הנ"ל כדלקמן: המתקן יכלול התקן תאורה לצרכי תחזוקה, אשר יכול להיות מוזן במתח בטיחות נמוך מאד (דהיינו עד 50 וולט) או במתח נמוך (במקרה זה מעל 50 וולט ועד ל-230 וולט).

כאשר התקן התאורה מוזן במתח נמוך, על המנורה להיות מסוג בידוד כפול ומוגנת בפני פגיעות מכניות.

הוראות כלליות (של מתקן החשמל) — (סעיף 1201 בתקן)

בסעיף הוכנסו שתי דרישות חשובות ועיקריות: הדרישה הראשונה מתייחסת לשעור התנגדות הבידוד שבין שני מוליכים ושבוין כל מוליך ולבין הארקה כאשר המינימום הוא:

- 1.5 מגאוהם בין המוליכים של מעגלי ההזנה או בין מוליכי המכשירים, בבדיקה ראשונית (הפעלה).
- 0.25 מגאוהם בין המוליכים של מעגלי פיקוד, איתות וכדומה. בבדיקה תקופתית (שיגרית).

הדרישה השנייה באה לוודא במיוחד שקצר אחד או יותר בין שני המוליכים או בין מוליך להארקה או לגוף יגרמו להשבתת הפעולה של התא, אך לא יגרמו לשיבוש פעולתם של מתקני הביטחות ומפסקי הביטחות.

התקן הישראלי ת"י 24 "מעליות נוסעים ומעליות משא" ממאי 1981, למרות הימצאו בתוקף שנתיים בלבד, עבר לאחרונה רוויזיה, בעיקר בחלק המתייחס לחשמל.

התקן המחייב כעת מהווה כבר מהדורה רביעית. המהדורה הראשונה יצאה לאור ב-1948, השנייה ב-1951 והשלישית ב-1969 (החלק ת"י 24.3 "הפיקוד, מתקני החשמל, השילוט והאחזקה" יצא לאור רק ב-1974).

המאמר מתייחס להצעת רוויזיה של פרקים המתחייבים לנושאי החשמל בתקן.

יש לציין שמדובר בהצעת רוויזיה בלבד (טיוטה שניה של מכון התקנים) שטרם אושרה על ידי גורמי המכון והנמצאת בשלבי עיון למתן הערות, גם מטעם יצרני המעליות.

לפיכך יהיו הבדלים בין האמור במאמר לבין מה שיופיע ברוויזיה עצמה.

ברור שהדרישות הכלולות בתקנות של חוק החשמל חלות גם על מעליות והתקן מתייחס רק לדרישות נוספות הנובעות מהאופי הספציפי של מתקן המעליות עם כל הבעיות הכרוכות בו כגון בעיות חילוף בזמן תקלה וכו'. אנוכרו חלק מדרישות החוק בתקן (כגון: התקנה שלפיה כל המפסקים המותקנים בתנוחה אחת, אופקית או אנכית יהיו בכיוון זהה לחיבור ולהפסקה, כפי שנדרש בתקנות בדבר כללים להתקנת לוחות במתח נמוך וחלק לא כגון: שמסילות המעליות יתחברו ישירות לפס השוואת הפוטנציאלים כפי שדרוש בתקנות הארקות יסוד).

התקן עצמו נמצא במכון התקנים באחריותה של הועדה המרכזית המטפלת בתקנים מכניים וזאת מאחר שרוב רובו של התקן מתייחס למעשה לדרישות המכניות של המעליות (הרוויזיה שאלה אתייחס במאמר זה נעשתה בשיתוף צוות אנשי חשמל במטרה להתאימו למינוח המקובל וכדי להתאים דרישות שבתקן לתקנות חשמל שבתוקף).

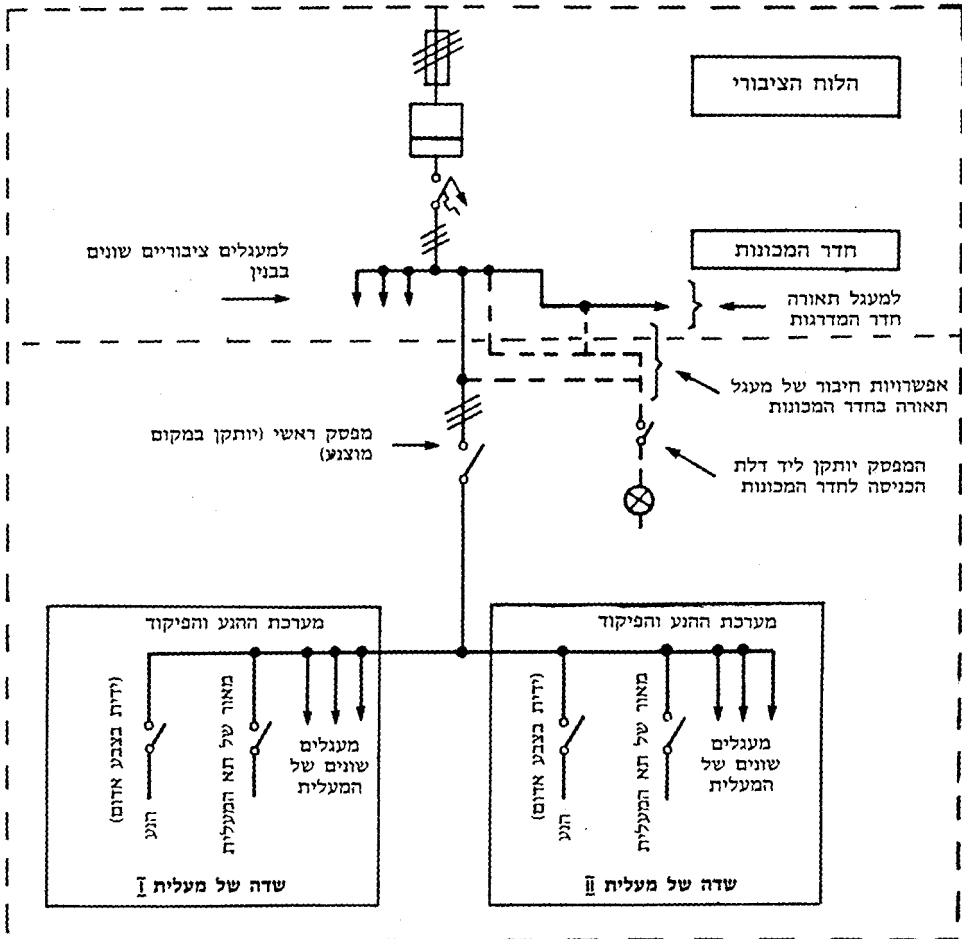
אי לכך, למרות שלא היתה כוונה לשנות את דרישות התקן, לא מבחינה בטיחותית ולא מבחינה ביצועית, השינויים הם בטיחותיים בעיקרם.

ההבדלים העיקריים בין התקן ממאי 1981 לבין הרוויזיה:

תאורה בחדר המכונות (סעיף 307 בתקן). (איור 1) ברוויזיה פורטו דרישות לגבי התאורה הנ"ל כדלקמן: תאורה זו לא תהיה תלויה במעגל המזין את מערכת ההנעה של המעליות ואת מערכות העזר שלה ותהיה ממעגל אחר כגון ממעגל חדר המדרגות.

אינג' י. לנקביץ' — שרותים טכניים לצרכנים, הרשת הארצית, חברת החשמל.

איור 2
מתקן החשמל בחדר המכונות



הערה: בסכימה לא סומנו הגנות למיניהם, מצברים, מטען, תאורת חרום, פעמון וכיוצא בזה. בסכימה סומנו דרישות המופיעות בסעיף 1202.2 בלבד.

סדר המופעים. דרישה זו שונתה וברווזיה נדרש שהמתקן כולו (ולא רק המנוע) יוגן בפני שינוי סדר המופעים.

מפסקים, מגענים וממסרים – (סעיף 1206 בתקן)
ברווזיה צויין מפורשות שמפסקים ומגענים יתאימו לדרישות התקן הישראלי ת"י 644 דרגת שרות III המתוארת בסעיפים 106 ו-305 של אותו תקן.

ההארקה – (סעיף 1208 בתקן)
הרוויזיה מאפשרת להגן על חלקי מתכת של מתקן המעליות לא רק על-ידי הארקה אלא גם על-ידי הגנות אחרות (כגון מותח בטיחות נמוך מאד, הפרדה וכו') בהתאם לחוק החשמל.

תאורה (של תא המעלית) – (סעיף 1209 בתקן)
ברווזיה נדרש שלכל תא יהיה מעגל תאורה נפרד בלעדי עבורו. מעגל זה לא יזון מהמעגל המזין את מערכת ההנע של המעלית או ממערכת העזר שלה.

מתקן חדר המכונות – (סעיף 1202.2) (איור 2).
התורשים מצביע על דרישות התקן. נוסף לכך קיימות בסעיף זה וגם בסעיף 1204 (לוח החשמל) הדרישות כדלקמן:

- לוח החשמל יהיה סגור וימנע מגע מקרי בחלק חי כלשהו וזה בניגוד למה שהיה מקובל עד כה.
- בכל חדר המכונות לא יהיו חלקים נגישים חיים בשעת העבודה התקינה;
- הגישה לחלקים חיים של הלוח תתאפשר אך ורק לאחר הפעלת ידיות, מנועול או שימוש בכלים;

מתקן חשמל בפיר המעלית – (סעיף 1203 בתקן)
במידה ובפיר המעלית עובר מעגל כלשהו (השייך כמור בן לאותה מעלית אך לא קו הזנה לאותה מעלית) מיכסה קופסאות ההסתעפות או המעבר לא יפתחו לתוך הפיר.

הגנת המנועים – (סעיף 1205 בתקן)
בתקן קיימת דרישה שהמנוע יוגן, בין היתר, בפני שינוי

אספקת חשמל לשעת חרום – (סעיף 1212 בתקן) (איורים 4 ו-5)

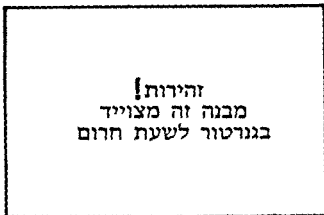
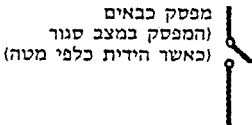
הרווייה מוסיפה סעיף חדש – 1212, שלא קיים בתקן, המאפשר אספקת חשמל לשעת חרום לתאורת התא ולהתקן האזעקה (סעיפים 1210 ו-1211 – וגם לטלפון פנים או לאינטרקום), ממצבר מוטען אוטומטית משו"ת, בתנאי שהמצבר יספיק לכל השימושים הנ"ל בעת ובעונה אחת בהתאם לצורך.

איור 6

שלטי אזורה, מפסק כבאים ופעמון אזעקה חיצוני ממוקמים מחוץ לבנין.



הפעמון יקושר לכל המעליות שבבנין, בקופסה תותקן מנורה שתחובר במקביל לפעמון.



גנרטור לשעת חרום – (סעיף 1305) (איור 6)

הרווייה מוסיפה סעיף חדש מס' 1305 המתייחס לגנרטור לשעת חרום:

אם מותקן גנרטור להפעלת המעלית בשעת חרום, יש לנקוט בצעדים הבאים:

– שלט אזורה יותקן ליד הכניסה הראשית למבנה ("זהירות! מבנה זה מצוייד בגנרטור לשעת חרום").

– תהיה אפשרות לדוּמם את הגנרטור באמצעות מפסק כבאים, שימוקם עלידו שלט האזרה.

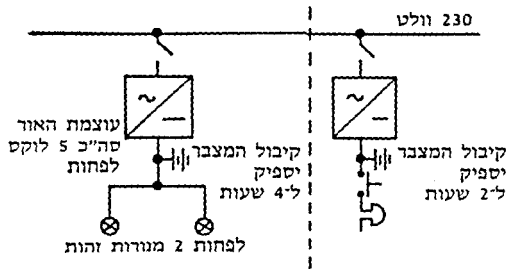
אם במבנה קיים גם גנרטור לשעת חרום וגם פעמון אזעקה, מפסק הכבאים לגנרטור, הפעמון ושלט האזהרה יהיו ממוקמים כולם יחד, ליד הכניסה הראשית למבנה.

שלטים מחוץ לפיר – (סעיף 1404 בתקן)

לשלט תיווסף ההערה הבאה: "בשעת שריפה או בשעת חרום (אזעקה) השימוש במעלית אסור".

במאמר אוכרו רק הסעיפים העקריים המובאים בהצ"ע הרווייה של ת"י 24 שבהם הוכנסו תיקונים, אך מובן שבעלי המקצוע המטפלים במעליות יצטרכו לעיין בתקן עצמו כאשר יצא לאור.

**איור 3
הזנת פעמון אזעקה המופעל מתוך התא והזנת תאורת חרום של התא.**



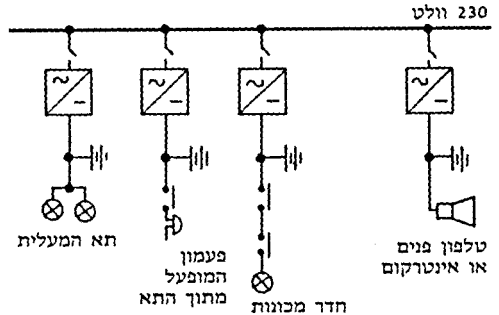
תאורת החרום של התא – (סעיף 1210 בתקן) (איור 3)

יש לציין שבשינוי שברווייה נדרשת רמת הארה של 10 לוקס עבור תאורת החרום (לעומת 2 לוקס כפי שמופיע בתקן).

התקן אזעקה – (סעיף 1211 בתקן) (איור 3)

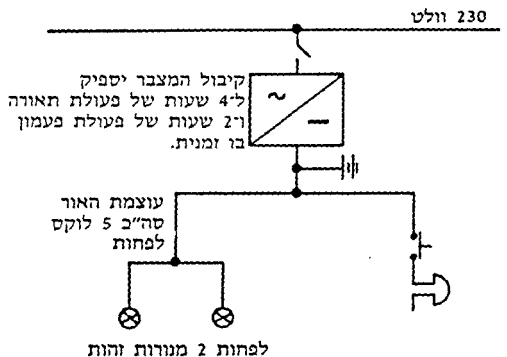
ברווייה נמחקה דרישה לקוטרו מינימלי של הפעמון, לעומת זאת תהיה דרישה למפלס רעש מינימלי של הפעמון שערכו טרם הוחלט סופית. כמו כן אין התייחסות לקיבולת באמפרי-שעות של המצבר שזיון את הפעמון אך נדרש שקיבול זה יספיק להפעלת הפעמון במשך 4 שעות לפחות.

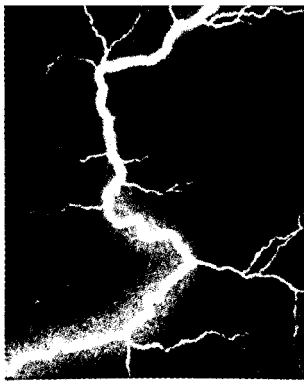
**איור 4
אספקת חשמל לשעת חרום למערכות שונות של מיתקן המעלית**



איור 5

הזנה משותפת של פעמון ותאורת חרום של התא ממצב המוטען אוטומטית.





תכנון וביצוע של מערכות הגנה בפני פגיעות ברק, למבנים ולמתקנים (לאור פרסום ת"י 1173 – אוגוסט 1982)*

אינג' אלכסנדר לבינון

בשנת 1982 סיימה ועדת התקינה את עבודתה בהכנת תקן ישראלי חדש. תקן זה דן בצורך במערכות הגנה מפני פגיעות ברק, בתכנונם, בביצוען ובבדיקתן. התקן דן במערכות הגנה על מבנים כגון: בנייני מגורים או מבנים ציבוריים, בתי כנסת, מסגדים, כנסיות, בתי-ספר, בתי-חולים, בתי-חרושת ומחסנים ועל מתקנים כגון: שטחי אחסנה.

תקן זה מבוסס על תקנים הקיימים בארצות שונות, על מחקרים אשר בוצעו בשנים האחרונות ועל ידע מקורי.

קביעת הצורך במערכת הגנה

מידת הצורך בהתקנת מערכת הגנה מפני פגיעות ברקים למבנה (או גוף) מסוים נקבעת באחוזים למאה. שישה גורמים עיקריים תורמים לצורך זה; תרומתו היחסית המקסימלית של כל אחד מן הגורמים הללו רשומה בטבלה 1.

טבלה 1.

מס' הגורם סדורי	הגורם	תרומה מקסימלית כהערכת הצורך במערכת הגנה (%)
1	דמה קראונית	25
2	גובה המבנה החשוף	20
3	סיכון לסביבה	15
4	החומר שהמבנה עשוי ממנו	10
5	יעוד המבנה וחשיבותו	25
6	איזור הרדי	5
	סה"כ	100

בעזרת מפה איווקראונית* שמסומנים בה קווים איווקראוניים קובעים את מספר האחוזים שיש לדקוף לגורם זה לפי טבלה 2.

*תרשים המפה מופיע "בתקע המצדיע" 24.

טבלה 2.

מספר ימי סופות רעמים בשנה	ניקוד (%)
1	1
3	2
5	3
10	7
15	11
20	16
25	20
30	25

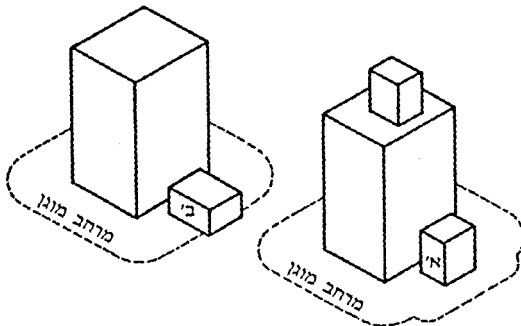
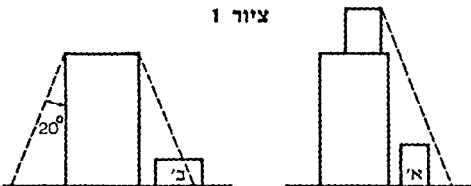
טבלה 3.

ניקוד (%)	גובה המבנה מעל פני הקרקע
0	עד 6 מ'
7	מעל 6 עד 15 מ'
14	מעל 15 עד 24 מ'
20	מעל 24 מ'

גובה המבנה החשוף – פירושו גובה המבנה הנדון מעל פני הקרקע.

את השיפוט המבנה ניתן להגדיר עלידי מרחב מוגן (ראה ציור 1).

ציור 1



עצם ב' חורג מן המרחב המוגן

עצם א' נמצא כולו במרחב המוגן

*מאמר זה בא להרחיב ולעדכן את הנושא שהועלה כבר על דפי "התקע המצדיע" 24 – ספטמבר 1980.

אינג' א. לבינון – מעבדת מחקר ופיתוח, חברת החשמל.

אם בעקבות פגיעת ברק עלולה להתהוות סכנה לאנשי שים או למבנים השופים (לפי טבלה 5) הנמצאים בסביבה, ייקבע הניקוד לפי טבלה 4.

טבלה 4.

מידת הסיכון	ניקוד (%)
אין סיכון	0
סיכון קטן (תחנת דלק)	5
סיכון בינוני (מפעל לייצור חומרים כימיים)	10
סיכון גבוה (חומרי נפץ, חומרים דליקים)	15

בהתאם לחומר שממנו עשוי המבנה ייקבע הניקוד לפי טבלה 5.

טבלה 5.

סוג המבנה	ניקוד (%)
מבנה עשוי מתכת או בטון מזוין שקיימת בו רציפות חשמלית לקרקע	0
מבנה עשוי בטון, לבנים או חומר לא דליק אחר	5
מבנה שהוא או שחלק משמעותי ממנו עשויים חומר דליק	10

טבלה 6.

ניקוד (%)	ייעוד המבנה או דרגת חשיבותו
5	א. - ייעוד מקום ריכוז ל-1 עד 50 איש
15	מקום ריכוז ל-50 עד 100 איש
25	ליותר מ-100 איש
0	ב. - דרגת חשיבות מבנה בעל חשיבות מעטה
25	מבנה בעל חשיבות ציבורית, בטחונתית או מבנה חיוני

אם המבנה הנדון נמצא באזור הררי יש להוסיף 5%.

יישום הנתונים

כאשר סה"כ האחוזים לפי הטבלה 1 הוא עד 50% אין חובה להתקין מערכת הגנה. כאשר סה"כ האחוזים הוא בין 50 לבין 60, מומלץ להתקין מערכת הגנה. כאשר סה"כ האחוזים גבוה מ-60, חובה להתקין מערכת הגנה כזו.

נתונים להלן מספר דוגמאות לקביעת הצורך במערכת הגנה בפני פגיעות ברקים:

טבלה 7

קביעת צורך במערכת ההגנה מפני פגיעות ברק לבנין רב קומות שגובהו 30 מ'.

ה מ ק ו ם					הגורם
חדרה	באר-שבע	אשקלון	בתיים	חיפה	
20 (25)	7 (10)	16 (18)	16 (20)	25 (30)	רמה קראונית
20	20	20	20	20	גובה המבנה החשוף
-	-	-	-	-	סיכון לסביבה
5	5	5	5	5	החומר שהמבנה עשוי ממנו
25	25	25	25	25	ייעוד המבנה וחשיבותו
-	-	-	-	5	איזור הררי
70%	57%	66%	66%	80%	סה"כ

טבלה 8
קביעת צורך במערכת ההגנה מפני פגיעות ברק לבנין שגובהו עד 6 מ'

ה ג מ ק ו ם			הגורם
נגבה %	געש (שמיים) %	סאסא %	
(15) 11	(20) 16	(23) 20	רמה קראונית
—	—	—	גובה המבנה החשוף
—	—	—	סיכון לסביבה
10	10	10	חומר המבנה
5	5	5	ייעוד המבנה וחשיבותו
—	—	5	איזור הררי
26%	31%	40%	סה"כ

טבלה 9
קביעת צורך במערכת ההגנה מפני פגיעות ברק לבנין של חדרי-אוכל (או אולם תרבות)

ה ג מ ק ו ם			הגורם
נגבה %	געש (שמיים) %	סאסא %	
(15) 11	(20) 16	(23) 20	רמה קראונית
7	7	7	גובה המבנה החשוף
—	—	—	סיכון לסביבה
5	5	5	חומר המבנה
25	25	25	ייעוד המבנה וחשיבותו
—	—	5	איזור הררי
48%	53%	62%	סה"כ

עקרונות תכנון של מערכת ההגנה

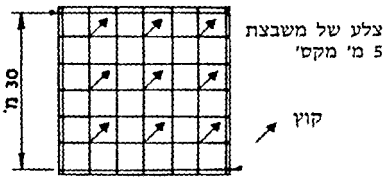
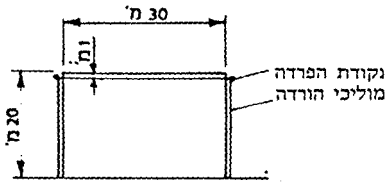
לאחר קביעת הצורך במערכת ההגנה, יש לבסס את תכנון המערכת על מידע רחב וממצה.

תכנון מערכת הגנה מפני פגיעות ברקים יעשה על ידי מהנדס חשמל רשום לפי חוק רישום המהנדסים, שהתמחה בנושא של תכנון וביצוע מערכות הגנה מפני פגיעות ברקים.

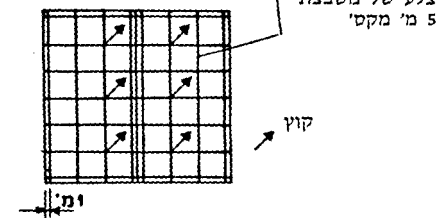
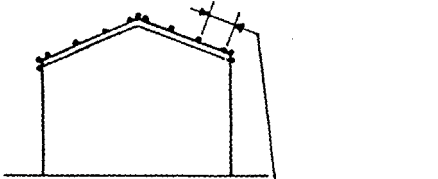
לצורך התכנון דרושים נתוני יסוד כדלקמן: תרשים סביבה, תרשים המבנה, מידע על מערכות פנימיות וחימוניות, התנגדות סגולית של הקרקע, דרישות מיוחדות להגנה מוגברת, הנמקה, שימוש בסמלים מוסמכים לתכניות של מערכת ההגנה מפני פגיעות ברקים לפי ת"י 758 חלק 10.

להלן מספר דוגמאות להגנת מבנים בפני פגיעות ברקים (ציורים 2, 3, 4).

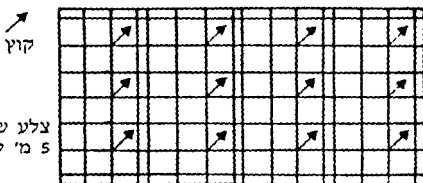
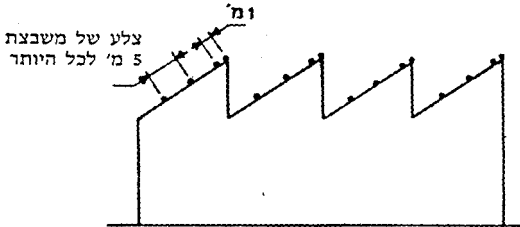
ציור 2
מבנה בעל גג שטוח



ציור 3
מבנה בעל גג משופע



ציור 4
מבנה בעל גג קמטים



הרכב מערכת ההגנה

שלושה חלקים עיקריים מהווים את מערכת ההגנה:
 - מערכת הקליטה
 - מערכת ההורדה
 - מערכת ההארקה
 מערכת הקליטה מורכבת ממוליכי קליטה אופקיים או ממוליכי קליטה אנכיים (מוטות קליטה) או משילובם של שני אלה.

מערכת ההורדה מהווה מעצמה מוליכים (מוליכים, צנרת, גופי מתכת) אשר יעבירו את זרם הברק אל מערכת ההארקה ואשר תואמים את מגבלות תקן זה. מערכת ההארקה תורכב ממוליכי הארקה או אלקטרו-דות הארקה ואורכן הכללי לא יהיה קטן מ-60 מ' (פרטים ראה בתקן 1173).

בחירת מוליכים

המוליכים של מערכת ההגנה מפני פגיעות ברקים ייבחרו על סמך טבלה 9 אשר בתקן זה. בתכנון מערכות ההגנה יש לשים לב לשימוש בחומרים מתאימים. אם משתמשים בחומרים העלולים לגרום לשיתוך, יש לנוקט אמצעים הדרושים למיניעת השיתוך.

כמו כן רצוי להימנע משימוש במוליך שזור בגלל התנאי עות של כוחות אלקטרו-דומיים גדולים, הנוצרים עקב מעבר זרם הברק והעלולים לגרום לשיתוך המוליך.

התקנה

רשת הקליטה המורכבת ממוליכים אופקיים תהיה צמודה למשטח הגג או במרחק 0.10 מ' לפחות. מוליכי קליטה יכולים להיות צמודים למעקה.

מוליכי הורדה יותקנו רחוק ככל האפשר מחלונות ומדלתות. במסלול אנכי וישר ככל האפשר וללא כיפוף פים מיותרים.

חיבורים יבוצעו באמצעי חיבור נפוצים, כגון: מחברים, מהדקים או ריתוכים.

דגש מיוחד יש לשים על שיטות חיזוק המוליכים ולהתקנתם.

מוליכי ההורדה יצויידו ככל האפשר בנקודות הפרדה לשם מדידת התנגדות ההארקה.

בדיקת מערכת ההגנה ותחזוקתה

בדיקות המתחייבות מתקן זה ייעשו רק על-ידי בודק מוסמך שהוא חשמלאי - מהנדס או חשמלאי-בודק.

הבדיקות יערכו במועדים דלקמן:

בדיקה מוקדמת - בשעת התקנת מערכת ההגנה.

בדיקה ראשונה - תוך חודש מסיום ההתקנה.

בדיקה שנייה - שלושה חודשים לאחר הבדיקה הראשונה.

כמו כן יערכו בדיקות שיגרתיות נוספות וכן לא שיגרתיות כמפורט בתקן זה.

בעל המתקן, המחזיק במתקן או אחראי לתחזוקתו, הכל לפי הענין, יהיו אחראים לתחזוקת מערכת ההגנה.

אמצעי הגנה של מערכות חשמל ואלקטרוניקה

בהתאם לתקן VDE 0185 part I - "מערכות הגנה בפני פגיעות ברקים", קיימת חלוקה ברורה בין "הגנה היצור" נית לבין "הגנה פנימית".

הגנה חיצונית כוללת את כל סידורי ההגנה בפני פגיעות ברקים מחוץ למבנה ארכיטקטורי לצורך קליטת ופריקת זרם הברק לאדמה כאשר הכוונה היא ל"כלוב פדר".

ההגנה הפנימית כוללת אמצעי הגנה בפני השפעת זרם הברק ושדות חשמליים ומגנטיים על מתקנים ומערכות חשמל, פרוש הדבר אמצעים ראשוניים להשוואת הפוטנציאלים והגנה בפני יתרות מתח.

להלן סיכום סיפורתי של אמצעים הדרושים להגנת מערכות חשמל אשר כוללות ציוד אלקטרוני:

- הבטחת ההגנה החיצונית בפני פגיעות ברקים (מידות קטנות של תאי רשת של ציוד קליטה, מספר מוגדל של מוליכי הידרדה) בכל הבניינים ובכל המערכות;

- התחברות של מערכות הארקה טמונות בקרקע אל מערכות הארקה חיצונית;

- התחברות של התקנים להשוואת הפוטנציאלים בתוך הבנין אל התקן להשוואת הפוטנציאלים החיצוניים;

- הקמת נקודות התפרקות מלאכותיות בעזרת מרווחי פריצה;

- התקנת כולאי ברק עם התנגדות לאילינארית או בעלי מערכת כיבוי הקשת הדרגתית במתקני תח"כ;

- התקנת הגנה עדינה בפני יתרות מתח בהתחלה וב"סוף של כבלים (MCR-cables) אלקטרוני;

- סיכוך של כבלים (MCR-cables) והארקת הסיכוך בשני הקצוות;

- שימוש בכבלים רב-זוגיים עם זוגות שזורים יחד (MCR-cables with wires in pairing)

- הכנת נתיבים ל"כיבוי הדרגתי" של יתרות מתח. חלק של אמצעי ההגנה ניתן ליישם רק במתקנים חדשים אשר בבניה, אחרים ניתן להתקין במערכות שכבר קיימות; כאשר במקרה זה הדגש הוא על שימוש בכולאי ברק בעלי התנגדות לא - לינארית ומפריצים.

אמצעי ההגנה בפני יתרות מתח

מספר רב של אמצעי ההגנה בפני יתרות מתח אשר ידוע כיום (כגון: מפריצים, כולאי ברק בעלי התנגדות לא-לינארית, מגיני מתח יתר (voltage suppressors), ניתן לחלק לפי קיבולת הפריקה לשני סוגים בסיסיים:

- כולאי מתח יתר - סוג 1: המיועדים להגבלת מתחי יתר כתוצאה מפגיעות ברק מרוחקות, תופעות השראה ופעולות מיתוג.

- כולאי מתח יתר - סוג 2: המיועדים להגבלת מתחי יתר כתוצאה מפגיעות ברק קרובות או ישירות.

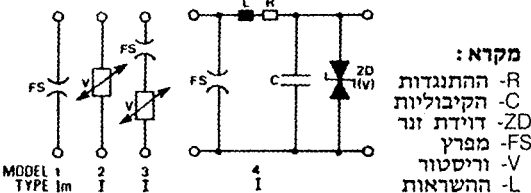
כולאי מתח יתר מסוג 2 יכולים להבטיח הגנה יעילה בפני מתחי יתר מרוחקים, פגיעות ברק ישירות או קרור בות ובפני פעולות מיתוג.

כולאי מתח יתר תקינים מסוג 1 מאפשרים פריקת מתחי יתר הנובעים מפגיעות ברק רחוקות ומבטיחים הגנה בפני יתרות מתח מפעולות מיתוג; במקרה של פגיעה קרובה הכולאים עלולים להיחרס אחרי התפרקות חלקית ראשונית ואילו התפרקות ברק חלקיות נוספות עלולות לחזור לתוך המערכת ללא כל מגבלה.

דגמים עיקריים, ביצועיהם ושטחי השימוש
 ארבע סכימות בסיסיות ידועות כיום משמשות לצורך ההגנה בפני מתחי יתר (ראה ציור 5).

ציור 5

סכמות עקרוניות של אמצעי הגנה בפני יתרות מתח.



מפרצים ממולאים גז (GAS TUBE) בנויים כמפרצים רגיר לים ונמצאים בגז בלחץ נמוך. ניתן לרכוש בשוק מפרץ צים אלה בעלי מתח פריצה מ'90 וולט ומעלה. מפרצים אלה בעלי התנגדות קשת נמוכה ובעלי תגובה מסוימת בקליטת זרמים גבוהים קבועים. חלקם מתוכננים להתנתקות עצמית מזרמי קצר או זרמי יתר. לאור האמור לעיל, אמצעי הגנה בפני יתרות מתח חייב להיות בעל כושר ספיגה של אנרגיות גבוהות (j 100), ובעל כושר תגובה מהירה (מתחת ל-10⁻⁶ msec). בטבלה 10 מרוכזים מפרצים מסוגים שונים הידועים כיום.

לפי שימושיהם אפשר לשייך אותם למיני מתח יתר לפי סוגים 1 ו-2 כדלקמן:

— סכימה מס' 1 מורכבת ממפרץ בלבד. כאשר המפרץ הנבחר בהתאם יכול לשמש כהגנה במקרה של פגיעות ישירות או קרובות ומשתייך לסוג 2 של מגיני מתח היתר.

מפרצים (SPARK GAPS) פועלים בלחץ אטמוספרי אך במתחי הפעלה משתנים. מתח פריצה מינימלי מעשי נע בין 1,500 – 1,000 ווט עם מתח קשת בערך של 20 וולט.

טבלה 10
סוגי מפרצים ממולאים בגז
Spectrum of Gas-filled protectors

סוג Type	יעוד ההגנה System	משך מתח ההגנה לוג מתח ההלם Surge Response	קיבולת גל זרם ההלם Surge Current capability	מתח פריצה Sparkover Voltage	סוג הגז Gas
A	PCM	6msec 10x200msec, 1kv surge	1x40msec, 8000A	240v(DC)	Ar
B	PCM jack panel	3msec 10x200msec, 1kv surge	1x40msec, 800A	60—100v (DC)	Ne—0.7%Ar
C	Equipment Submarine Coaxial Cable	6msec 10x200msec, 1kv surge	1x40msec, 800A	230—320v(AC)	Ar
D	System	0.5msec 1x40msec, 1kv surge	1x40msec, 10000A	80v(DC)	Ne—0.7%Ar

להגנת קוי תקשורת מיועדים מפרצים בעלי 3 אלקטרודות. מתחי פריצה ואופייניים של מפרץ בעל 3 אלקטרודות מובאים בטבלה 11.

טבלה 11

מפרץ בעל 3 אלקטרודות	מפרץ בעל 2 אלקטרודות	מתח פריצה לנחשולי מתח
480v (10x200)msec, 1kv surge	280v (1x40)msec, 1kv surge	DC AC מתח פריצה
320v (AC) 1kv/ms ...0.7ms	170v (DC) 5kv/ms ...0.2ms	V-I אופיין
100v/ms ...6.5ms (10x200)ms, — 200A	500v/ms ...1.0ms (10x1000)ms, — 100A	מספר פריצות
120 Times	200 Times	קיבוליות
2 pF	0.7 pF	

סוג אחד של מפרצים אלה הנקרא TYPE LFS "QUENCHED SPARK GAP" מותקן לפני הציוד המוגן, בין קוי הונה לבין פס השוואת הפוטנציאלים. מפרצים אלה הם בעלי כושר פריקה לזרם קצר של מערכת החשמל הזורם לאחר התפרקות הברק.

מפרצים מסוג זה שימושיים רק לפריקת חלק קטן של זרמי הברק ולהגנה בפני יתרות מתח כתוצאה של פעולות מיתוג.

בשנים האחרונות פותחו מפרצים בעלי כושר ספיגה של הספקים גבוהים, אשר מיועדים להגנה בפני פגיעות ברק ישירות ובעלי אורך חיים של 20 שנה לפחות.

הסוג השני של מפרצים בעלי כושר ספיגה של אנרגיות גבוהות נקרא TYPE HSFS "High — Current Spark Gap". מיועד להגנה בפני פגיעות ברק ישירות בעלות אנרגיות גבוהות מאד ונבדקות על-ידי נחשול זרם גבוה במיוחד. באמצעות מפרצים אלה ניתן להגן על קוי בניסה של מערכות חשמל בפני יתרות מתח ופגיעות ברק ישירות. Carbon Blocks בעלי מרווח אויר או מרווחים סגורים אשר נפרצים במתח של 500-600 וולט. מתח הקשת הוא 25 וולט וכאשר הזרם העובר עולה על זרם נומינלי, הבלוקים מתקצרים.

Atmite Blocki דומים לפי המבנה ל־ Carbon Blocks ומ' הווים מעצמם התנגדות בעלת תכונות איילינאריות. מתח פריצה חיצוני הוא כ־500 וולט ומתח הקשת הוא כ־50 וולט.

רכיבים בעלי התנגדות איילינארית Vavistors

בשנים האחרונות ניתן לרכוש רכיבים בעלי התנגדות איילינארית להגנה בפני יתרות מתח המבוססים על תכונות החומרים הבאים: סלניאום (Selenium) סיליקון קרביד (Silicon carbide) ו־ Metal oxide. וריסטורים (Varistors) הם התנגדויות בעלות תלות חדה במתח; המוגדרים בנוסחה:

$$I = K \cdot V^\alpha$$

בהתאם למידת התלות במתח וכושר הספיגה של אנרג' יות גבוהות, הוריטורים משמשים כאמצעי הגנה בפני יתרות מתח.

לדוגמה ב־ Silicon carbide ווריטורים ומרווחי פריקה המחוברים ביניהם בטור משמשים ככולאי ברק בעלי התנגדות איילינארית, כאשר ZnO-Oxide ווריטורים בעלי $\alpha > 30$ יכולים להתחבר ישירות אל המוליכים

המיועדים להגנה.

מתח פריצה של וריטורים הוא מ־10 וולט עד ל־2000 וולט כאשר זמן התגובה הוא כ־10 msec.

וריטורים הם אמצעי מוצלח לדיכוי מתחי יתר. שינוי ההתנגדות של הוריטורים מ־ 10^6 עד ל־1 מאפשרים פעולותיהם החוזרות.

וריטורים מסוגלים לפזר, לדוגמה זרם של 1000 A הור' רם במשך כ־7 msec.

מיישרים (Silicon Controlled Rectifier)

Silicon Controlled Rectifier יכול לשמש כמגביל מתח, אך כושר ספיגת נחשולי הזרם נמוכה יחסית. דבר זה דורש מוליכות מתמדת אם קיים זרם קטן בכיוון ההול' כה. כמו כן הדבר דורש מעגל trigger נפרד.

דיודות (Diodes)

הדיודות המשמשות במצב ההולכה במצעות הגבלה במתחים נמוכים, לדוגמה: 500mv לדיודות סיליקון (Silicon diodes) ו־ 300mv לדיודות גרמניום (Germanium). דיודות מחוברות במעגל בטור על מנת להשיג את המתח הדרוש.

דיודות זנר (Zener Diodes)

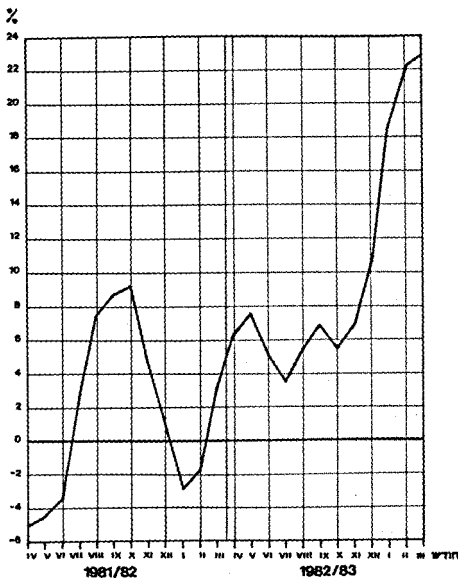
דיודות זנר משמשות ב־ Avalanche mode ומגבילות את המתח בשעור לו מיועדת הדיודה, אך חייבים להתחשב במגבלה בכושר הספיגה של נחשולי הזרם.

מדבר Transzorbis

TRANSZORBIS — הוא מדבר (המדכא) יתרות מתח. (Transient Voltage Suppressor) על בסיס של מוליך למחצה DN Silicon ומאופיין על ידי כושר עמידה בפני נחשולי מתח או זרם וזמן תגובה מהיר מאד ובעל התנג' דות טורית נמוכה לעומת דיודות זנר (Zener diode).

צריכת החשמל הביתית

דיאגרמה מס' 9 מגמות התפתחות חודשיות בצריכת החשמל הביתית שעורי הגידול באחוזים לעומת התקופה המקבילה בשנה הקודמת



הצריכה הביתית גדלה בשנת 1982/83 ב־11.9 אחוזים לעומת השנה הקודמת והסתכמה ל־3,272 מיליון קוט"ש. משקל הצריכה הביתית נשאר קבוע לאורך עשר השנים האחרונות, הוא מהווה 27 אחוזים מכלל הצריכה הכוללת. הצריכה הממוצעת למשק בית היתה בשנת 1982/83 כ־2,800 קוט"ש לשנה. בשנה החולפת גדלה הצריכה הממוצעת למשק בית בכ־10 אחוזים לאחר שנתיים קודם לכן הסתמן חסכון משמעותי בצריכה כפי שמשקף בלוח מס' 30. במשך השנתיים האחרונות חלו תנודות משמעותיות בשעורי הגידול החודשיים של הצריכה הביתית המשקפים את מגמת התפתחות הצריכה לטווח הקצר. מדיאגרמה מס' 9 ניתן לראות כיצד גדלה צריכת החשמל הביתית בקצב הולך וגובר החל מן המחצית השנייה של שנת 1982/83. התפתחות צריכת החשמל הביתית במחצית השנייה של השנה נבעה משילוב של מספר גורמים אשר השפיעו סימולטנית באותו כוון.

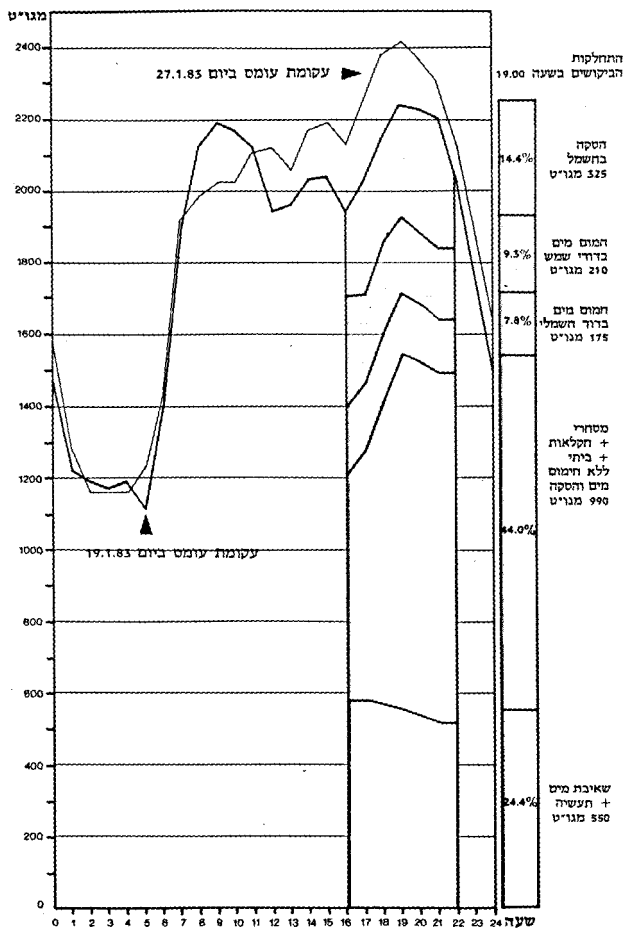
- ההשפעה המצטברת של הגידול בצריכה הפרטית ובעיקר רכישות של מוצרים בני קיימא. בשנת 1982/83 עלתה הצריכה הפרטית ב־7.5 אחוזים. רכישות מוצרים בני קיימא עלו ב־19 אחוזים, לאחר שגדלו ב־38 אחוזים בשנה הקודמת. רכישות אלו משקפות כמובן הגדלה במלאי של מכשירי החשמל בבעלות הצרכנים אשר מעלים מידית את רמת צריכת החשמל.

לוח מס' 31 משקל צריכת החשמל הביתית בתוך כלל ההוצאה על הצריכה הפרטית 1972 — 1982 *

יחס קוט"ש לשקל הוצאה פרטית		ההוצאה לצריכה פרטית		צריכת החשמל הביתית		
השנוי לגבי השנה הקודמת באחוזים	קוט"ש לשקל	השנוי לגבי השנה הקודמת באחוזים	במליוני שקל (במחיר 1975)	השנוי לגבי השנה הקודמת באחוזים	במליוני קוט"ש	
+6.3	0.490	+9.9	3,965	+16.8	1,941.3	1972
+2.7	0.503	+8.2	4,289	+11.2	2,158.8	1973
-7.6	0.465	+7.6	4,615	-0.6	2,146.6	1974
+6.9	0.497	+0.3	4,629	+7.2	2,302.1	1975
+2.9	0.512	+4.3	4,828	+7.3	2,470.3	1976
+1.3	0.518	+4.2	5,031	+5.5	2,606.4	1977
-0.4	0.516	+7.4	5,403	+7.0	2,788.1	1978
-4.7	0.492	+7.1	5,787	+2.1	2,845.8	1979
+5.3	0.518	-3.2	5,601	+1.9	2,900.4	1980
-9.9	0.467	+10.5	6,190	-0.4	2,888.2	1981
0.0	0.467	+7.5	6,654	+7.5	3,105.2	1982

* שנות לוח (ינואר-דצמבר)

דיאגרמה מס' 10 התחלקות העומס בעת שיא הביקוש



2. כ-80 אלף משפחות הצטרפו השנה למעגל המשתמשים בדודי שמש, עם גבוי חשמלי. סוג צריכה זה מאופיין לעונת החורף בלבד והוא השפיע ישירות על גידול הצריכה בעונה זו. יש לציין כי בסוף שנת 1982/83 היו דודי השמש בבעלות שני שלישי מן האוכלוסיה.

3. החורף של השנה הנסקרת היה קר במיוחד; תוצאותיו של סקר שערכה המחלקה לסטטיסטיקה מורים כי בחודשי החורף הקרים נרכשו בין 300 ל-350 אלף תנורי חשמל ומזגנים להסקת הדירות. עובדה זו השפיעה כמובן גם על הגידול בשיא הביקוש לחשמל (שהיה כאמור 2,410 מגריט) וכן גם מוליכה אותנו לקבלת ההנחה כי קיים מעבר לשמוש בחשמל לצרכי הסקה על חשבון סוגי אנרגיה אחרים כגון: נפט, סולר וכד'.

4. מחירי החשמל הולו מבחינה ריאלית בהשוואה לשנה הקודמת (ראה דיאגרמה מס' 17). כידוע מחירי החשמל עלו לאחרונה בקצב קבוע של 5 אחוזים לחודש, ואילו מדד המחירים לצרכן עלה בקצב מהיר יותר.

השנויים הנ"ל במחיר הריאלי לצרכן השפיעו, ללא ספק, על הקטנת המוטיבציה להסכון. לוחות מס' 32 ו-33 מתארים את התפלגות הצרכנים לפי גובה הצריכה הדרוחדשית בקיץ ובחורף בהתאם לגודל הדירה.

השפעת תנאי מזג האוויר בחורף 1982/83 והשמוש המוגבר בהסקה חשמלית באים לידי ביטוי גם בעקומת העומס החורפית כפי שמשקפת מדיאגרמה מס' 10. לפי הערכות למעלה מ-30 אחוז מכלל שיא הביקוש השנתי נבעו מאמצעי חמום. כאשר ההסקה הוותה 14.4 אחוזים, ואילו לחמום המים באמצעות חשמל נוקפו 17.1 אחוזים.

ברק כ"ח בע"מ

ייצור שנאים (טרנספורמטורים)
בהסכם ידע עם
BENMAT CO L.I.C NEW YORK U.S.A

* חד פאזי ותלת פאזי * שנאי זרם לאמפרמטר להרכבה
בלוחות חשמל ומתקני חשמל

* שנאים 110V - 220 לשימוש ביתי עבור הפעלת
מכשירי חשמל אמריקאים 110V

* למקררי NO FROST
עם תו-תקן ושנה אחריות

להשיג: במפעל

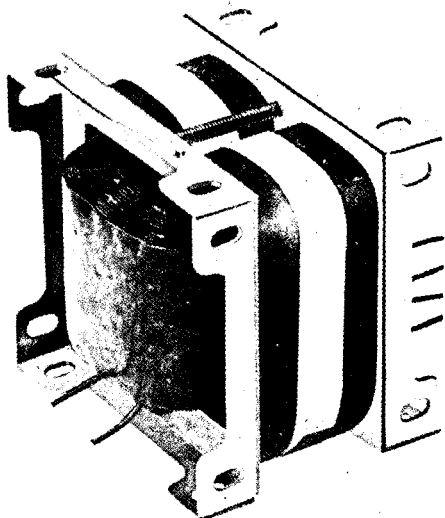
ברק כ"ח

ייצור טרנספורמטורים (שנאים)

רח' רוויגו 8, בינת שד' הר ציון 91

תל-אביב

או בחנויות חומרי חשמל



שד' הר ציון 91 (סמטת רוויגו 8)

טל: 377692

שרות פרסומי לקוראים

למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

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

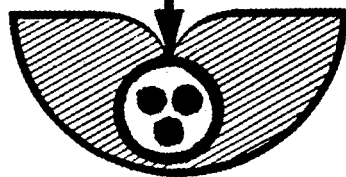
מערכת "התקע המצדיע"

ת.ד. 8810

חיפה 1087

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

בדקן כבל



בדיקת כבלים
קביעת מקומם בשטח
אתור מקום התקלה

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

ת.ד. 27154, יפו 61271

טלפון: 821661

שרות פרסומי - דף למידע נוסף

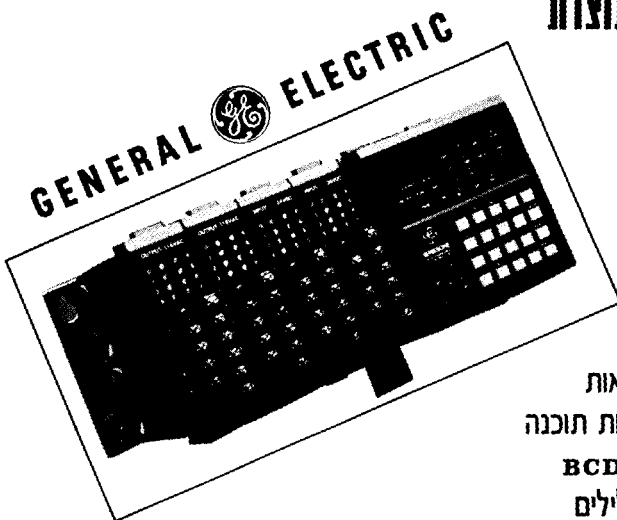
30 / 3	30 / 2	30 / 1
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 6	30 / 5	30 / 4
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 9	30 / 8	30 / 7
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 12	30 / 11	30 / 10
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 15	30 / 14	30 / 13
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 18	30 / 17	30 / 16
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 21	30 / 20	30 / 19
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 24	30 / 23	30 / 22
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 27	30 / 26	30 / 25
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת
30 / 30		
שם	שם	שם
כתובת	כתובת	כתובת

ג'נרל מהנדסים בע"מ



חברת ג'נרל מהנדסים מציעה:

בקר מתוכנת SERIES 1
המשפחת הבקרים המוצרת



- * מודולרי - עד כניסות יציאות
- * קיבולת זכרון של עד 1.7 מילות תוכנה
- * אפשרות חיבור כניסות בקוד BCD
- * פונקציות תוכנה: - מגעים וסלילים

64- קוצבי זמן ומונים

64 SEQUENCERS טע 1000 נ"י

צעדים כ"א

SHIFT REGISTER-

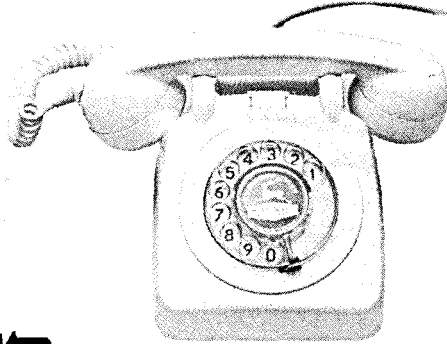
MASTER CONTROL RELAY-

* מחירים נוחים ביותר *

הציבור מוזמן לבקר במרכז יישום והדגמה של המחלקה לאוטומציה תעשייתית

ליד משרדנו באזור התעשייה בהרצליה ב'

מיקוד 46105 - ת.ד. 557 - טל. 552233 052 - טלקס 341908



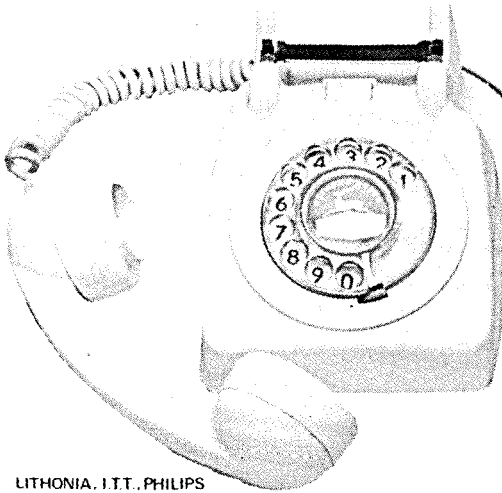
קשר ישיר ממהנדס למהנדס

הפרוייקט שלך אושר. אך המיפרט הטכני טרם הושלם. בנושא תאורה למשל, בוודאי היית רוצה לדעת יותר על גופייתאורה מסויימים לפני שתחליט ניה מתאים לתכנית התאורה שלך.

לפעמים, שיחת מהנדס עם מהנדס יכולה לקצר לך את הדרך למציאת גופייתאורה ונורות נכונים. ד"ר סטרומזה, מי שהיה ראש מחלקת תאורה בעיריית ירושלים, ומהנדס התאורה דניאל קלינה, ישמחו לשוחח אתך. טלפן אליהם. טלפון:

(052)78985-8

הם יעדכנו אותך בכל מה שקשור לגופייתאורה ונורות געש. I.T.T., PHILIPS, ISOCEL, MARLIN, RAB, SPERO, COUGHTRIE, HITEK, LITHONIA, אחריהכל. תאורה היא חלקן הראווה של כל פרוייקט.



LITHONIA, I.T.T., PHILIPS
מספקות שירותי מחשב.

מפעלי תאורה
געש



קיבוץ געש: טל 052)78985-8
מוצרי תכני: רח הארבעה 8 ת"א טל (03)268251
ובכל מרכזי תכני בארץ.
אזור הצפון: אהר"אור ספרץ חיפה. מול מוסך חושי
טל 04)721321-2'3

דבר

*תאורת רחוב*תאורת שטח*תאורת בטחון*תאורה תעשייתית*תאורת גנים*תאורת מניס*תאורת חירום.

געש מאירה כל מטרה בשטח

"אורית 9416"
לתאורת כבישים חרכים באזורי
מגורים ובאזורים כפריים.

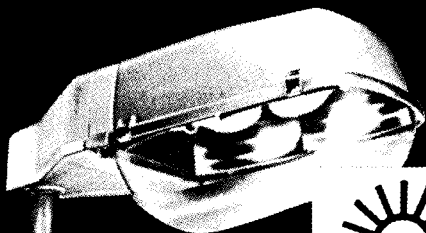


געש מציעה לך מיגוון רחב של פנסים וזרקורים מעולים, העונים על כל צורכי **תאורת החוץ**. החל מתאורה בחניונים ובמבנים ועד לתאורה בצמתים ובכבישים עירוניים.

מוצרי "געש" לתאורת חוץ מצטיינים במבנה חזק ובאטימות מלאה המגינה עליהם מנזקי האקלים. הם עמידים בפני פגעי קורוזיה, קרינה אולטרה סגולה, ונדלזים וכד'. עמידות המורידה למינימום את רמת התחזוקה הנדרשת.



"אמריקן"
לתאורת כבישים ראשיים,
צמתים וככרות.

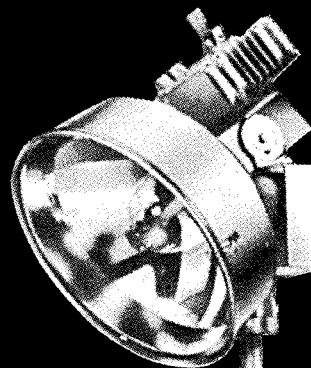
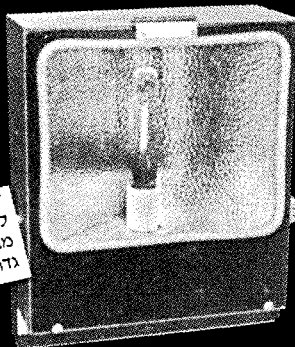


מפעלי תאורה געש

קיבוץ געש: טל. 8-78985(052)
מוצרי תכנ: רחי הארבעה 8 ת"א, טל. 263267(03)
ובכל מרכזי תכן בארץ.
אזור הצפון: זיהר-אור, מפרץ חיפה, מול מוסד חושי.
טל. 3-2-721321(04).

"פיליפס"
התשובה האופטימלית לתאורת
כבישים בהם דרושה רמת תאורה
גבוהה ואחידה, ללא כל סינוור.

"זוהר"
לתאורת שטח במתקני ספורט,
מבנים, חניונים, תחנות דלק,
גדרות בטחון וכד'.



"אומני געש"
זרקור המתאים למגרשי ספורט.

ייעוץ חינוך ממקור ראשון.

ההשקעה הכספית בגופי-תאורה היא הקטנה ביותר מסך כל ההשקעה בתשתית שכוללת: חפירות, כבלים ועמודים. ועם זאת - גופי-תאורה הם החלק החשוב ביותר במערכת-התאורה. אל לך לחסוך על חשבונם או להתקין גופי-תאורה ללא ייעוץ מקצועי.

לנעש יש צוות מהנדסי-תאורה מדופלמים ובעלי ניסיון. כל אחד ממהנדסים אלה עומד לרשותך בייעוץ, ללא התחייבות מצדך. בתחום התאורה, החל מייעוץ להחלפת גופי-תאורה ונורות במתאימים יותר ועד להתקנת מערכת-תאורה חדשה.



מפעלי תאורה
נעש 

קיבוץ נעש: טל 8*89857(052)
מוצרי תנן: רח' הארבעת 8, ת"א טל (03)268251
ובכל מרכזי תנן בארץ.
אזור התעסוקה: אור, מפרץ חיפה, מול מוסד חושי.
טל 2*3211321(04)

חבר

*תאורת רחוב *תאורת שטח *תאורת בטחון *תאורה תעשייתית *תאורת גנים *תאורת פנים *תאורת חירום.



מעכשיו אתה יכול לקבל את פיליפס ואת געש בהזמנה אחת. ובמילים אחרות: פיליפס משלימה את המעגל החשמלי של געש עם גופי-תאורה ונורות המפורסמים באיכותם ובעיצובם בכל העולם.

איכות גבוהה אך לא במחיר גבוה. מוצרי פיליפס עולים כמו מוצרים אחרים שנופלים מהם ברמתם. כי מי יכול להתחרות בפיליפס בשליטה המקסימלית על מקור האור, או במיגוון הגדול והחדשני, או בטיב המעולה ובחיים הארוכים של הנורות?

ואם אינך מסתפק בפחות מתכנית תאורה מלאה ומדוייקת - תוכל להיעזר גם בשירותי המחשב של פיליפס. לשם כך, או לקבלת פרטים נוספים - התקשר למחלקת הייעוץ של געש, טלפון 8-052-78985.

מפעלי תאורה

געש



קיבוץ געש: טל 8-05278985

מוצרי תכן: רח הארבעה 8, ת"א. טל (03)268251

ובכל מרכזי תכן בארץ.

אזור הצפון: זהר-אור, מפרץ חיפה. מול מוסד חושי.

טל 3-04721321

דובר

*תאורת רחוב*תאורת שטח*תאורת בטחון*תאורה תעשייתית*תאורת גנים*תאורת פנים*תאורת חירום.

חברת

הנע מוסת מהירות ASEA

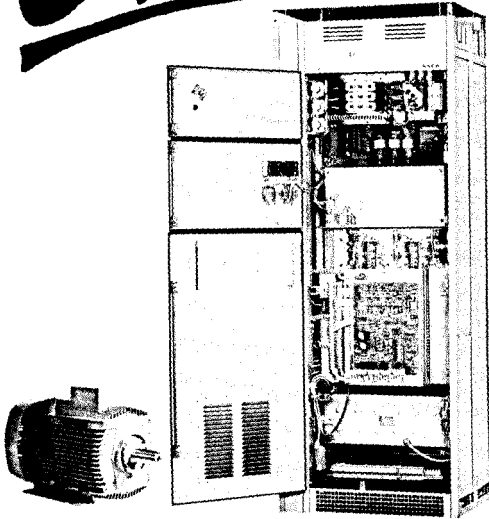
Asea (מחלקת אלקטרוניקה) מזמינה אותך לבחון את "הלהיט" החדש בתחום ויסות מהירויות למנועים אסינכרוניים רוטור כלוב. המרת תדר בשיטת (Pulse Width Modulation) P.W.M. — לויסות ושינוי מהירות רצוף עם שמירה על מומנט קבוע מ-0 עד למהירות מנוע נומינלית, ומומנט קטן במהירויות מעל מהירות מנוע נומינלית.

2 דגמים עיקריים:

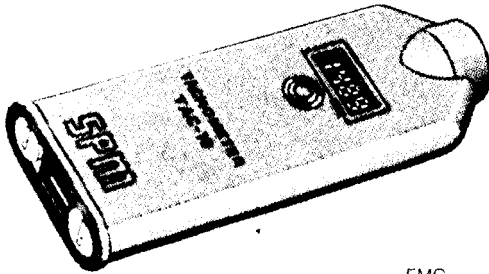
1. דגם. YRSA למתחים 380-וולט, 55A. 30A ועד 85 אמפר לויסות מהירות למנועים עד 45 קו"ט.
2. דגם: YRRA למתחים 380-וולט, 500, 660-וולט, עד 570 אמפר ולויסות מהירות למנועים עד 630 קו"ט (110).
3. כמו כן ניתן לקבל וסתי מהירות למנועים אסינכרוניים עם רוטור מלוּפף (בשיטת קסקד). מנועים אסינכרוניים Asea הטובים בעולם (ניתן לקבל עם ווסתי המהירות כמתקן "Turn key"). מנועי מעצור, מנועי גיר, מנועים עם טבעות החלקה, מנועי קומוטטור (שרגא).

— מנועי זרם ישר מעשירית עד אלפי כ"ס. ויסות מהירות ע"י הנע מבוקר YRAK-8, מן המשוכללים בעולם.

פנה אלינו ליעוץ, ומובטחת לך העזרה המקצועית של מומחי ASEA לקבלת הפתרון הטוב והאמין ביותר



מכשירי עזר לאחזקה במפעלים תוצרת SPM



1. מכשיר לבדיקת טיב מיסבי s43A היחיד בעולם היכול לקבוע את מצבם של מיסבי המנוע ולהעריך כמה זמן עוד ימשיכו לשרת
2. סטטוסקופ — אלקטרוני — ELS-10 — לשמיעת רעידות במכונות וקביעת תקלות בהם.
3. טכומטר TAC 10 חדיש לבדיקת מספר הסיבובים, ללא מגע תוך ניצולת אפקט סטרוובוסקופי, המכשיר עם תצוגה דיגיטלית, כמו כן אפשרות מדידה עם מגע.
4. חדש !! מכשיר אוניברסלי לבדיקת מנועי חשמל דגם 10 — EMC.

כליאי ברק מתח נמוך ומתח גבוה ASEA מגענים הטובים בשוק !!!

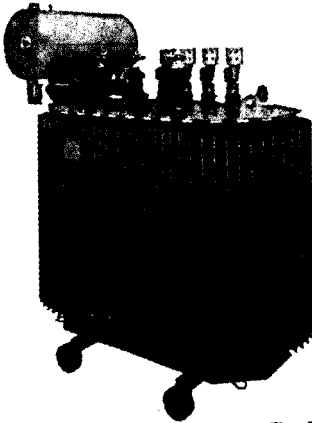
630 — EG 10 וי EH חדשים

הנדסת חשמל בע"מ ASEA-



ביאליק 129 — ת.ד. 8229 רמת גן 52523 (ליד גשר ההלכה)

טלפונים: 03-7291467-8, טלקס לועזי 32154 פקסימיליה 731628 — מפה



מתח

שנאים

טרנספורמטורי חלוקה

100-2500 קו"א.

הידעת שנאי ASE זולים ובעלי הפסדים נמוכים ! ! ! !

במחירי האנרגיה של היום תחסוך את מחירם תוך זמן קצר רק בהפרש מחיר הפסדים ! ! !

פנה אלינו לקבלת מידע נוסף ! ! ! !

ציוד מיתוג מתח גבוה ASE

מפסיקי זרם בשמן מינימום ASE-HKK ל-22 ק"ו ול-13.2 ק"ו הם הטובים והזולים בשוק היום !

משני הזרם ומשני המתח הידועים בטיבם

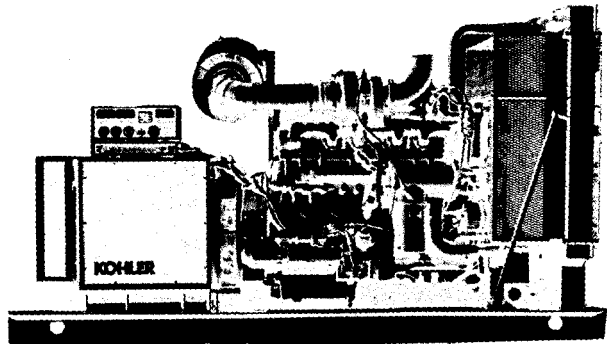
הגנות ASE ללוחות מתח בינוני וקוימתח גבוה :

- א. ריליים אלקטרומכניים RI, RIDA, RVBA.
- ב. ריליים אלקטרוניים חדישים.
- ג. ממטרי זליגה מתח גבוה.
- ד. הגנות דיפרנציאליות לשנאים.
- ה. הגנות מרחק לקיום.
- ו. הגנות פסי צבירה.

דיזל גנרטורים וציוד אל-פסק

- מערכות ASE - UPS עד 300 קו"א ביחידה אחת המהימנים ביותר.
- דיזל גנרטורים בגדלים 5000 — 1.5 קו"א במלאי.
- גנרטורים עם מנועי בנזין 5 קו"א במלאי במחירים הזדמנותיים.

היחידה מורכבת עם הגנרטור החדש בעל טירסטורים מס-תובבים, עם זמן תגובה קצר ביותר, הנותן עד שמונה פעמים זרם נומינלי, דבר הדרוש לחנעת מנועים. (כל גנרטור אחר נותן רק פעמיים זרם נומינלי)



שיוו לך
לבתוכתנו
החגישה

הנדסת חשמל בע"מ-ASE



ביאליק 129 — ת.ד. 8229 רמת גן 52523 (ליד גשר ההלכה)
טלפונים: 03-729146-78, טלקס לועזי 32154 פקסימיליה 731628 — מפה

משפחה ברזכות... בבקרים

בוא והשווה את מגוון הבקרים המתוכנתיים
של ALLEN-BRADLEY (וכלם מהדור החדש!)
-לאילו של כל יצרן אחר:

עד: 32 I/O, 1/2K (16 bit) MICROTRON PLC-4

עד: 128 I/O, 1K (16 bit) MINI PLC-2

עד: 128 I/O, 2K (16 bit) MINI PLC-2/15

עד: 896 I/O, 8K (16 bit) PLC-2/20

עד: 1792 I/O, 16K (16 bit) PLC-2/30

עד: 8192 I/O, 192K (16 bit) PLC-3

אז מה הפלא ש-  היא המובילה

בבקרים מתוכנתיים בעולם

פנה למחלקת הנדסה ומכירות של חברת קונטל
אנשיה ישמחו להתאים הבקר לדרישותיך

תל אביב, רח' חוצרת הארץ 10, ת.ד. 36005, טל. 03-254162 (10 קווים), טלפקס: 52336

 קונטל
העיסה מיישם ובקרה מעמ
CONTEL
CONTROL & INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD.

מערכות פיקוד ובקרה לתעשייה ולמבנים תחת גג אחד

צגים גרפיים צבעוניים
תצוגות סינכטיות
בשיטת הפסיפס
(מוזאיקה)

מערכות
בקרים
מתוכנתים
ALLEN-BRADLEY

מערכות בקרה
מחושבות ואנלוגיות
לתעשייה ולמבנים.

מערכות בקרה
למתקני קרוו
חימום ומיזוג אוויר
מרכזיים.

יצור לחות
חשמל, פיקוד
ובקרה.

אנו מביטים לאי צמיחה
מראשית התכנון ועד הסלאת הציד

- מחלקת הנדסה למתן שרותי הנדסה
ייטוץ, תיכנון, תיכנות וביצוע.
- מלאי לאספקה מיידית.
- מחלקת שרות שדה ומטבדה.



קונטל
הנדסת מכשור ובקרה בע"מ
CONTEL
CONTROLS INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD

תל אביב, רח' תוצרת הארץ 10, ת.ד. 36005 ת"א 61360, טל' 03-254162 (10 קווים), טלפקס: 32336

קבוצת קצנשטיין אדלר

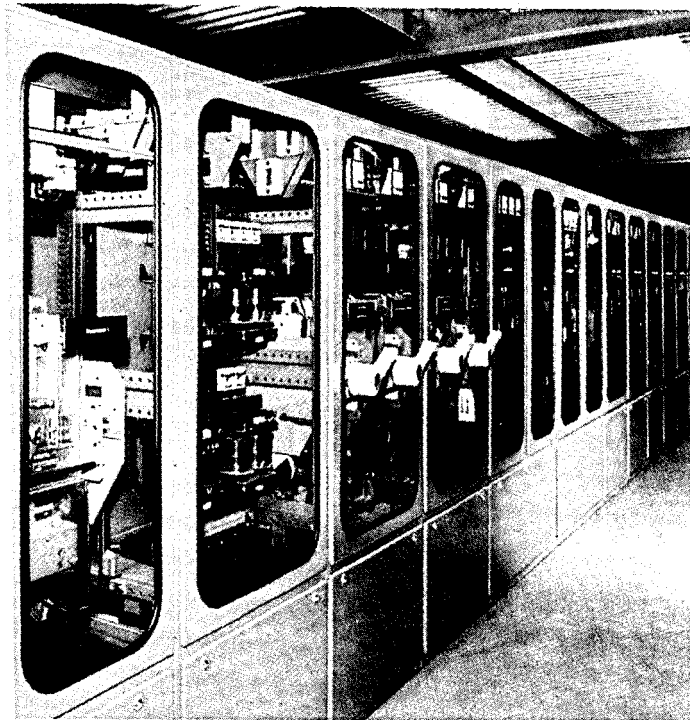


MH

ניצול
(בהתאם)

הגנו
מגו

מידע נוס
כיה



קבוצת קצנשטיין אדלר

אנו תמיד קרובים אליך:



מלאי חלקים

בקרת איכות

שרות

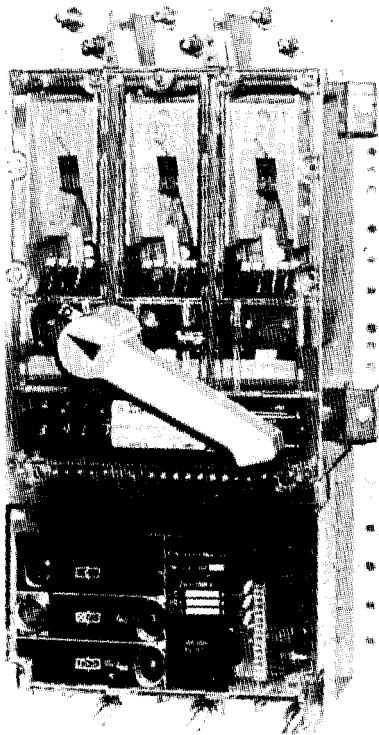
יצור

תכנון

אמינות

אחריות

קלות



NZM – NZ

פטימלי של הכבלים
זוק החשמל, עידכון 1982)



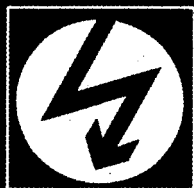
גל המתקן על ידי
לי זרם – NZMH

חברת מס. 44; 45 בנושא זה
קבל במשרדינו הטכניים

טל 03 614668
טל 03 614668
טל 03 829469
טל 04 532175
טל 052 24003
טל 051 26719
טל 02 536332
טל 057 35916

תל-אביב
תל-אביב
תל-אביב
חיפה
כפר-סבא
אשקלון
ירושלים
באר-שבע

קצנשטיין אדלר תעשיות (1975) בע"מ
קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ
א הודל-קצנשטיין אדלר בע"מ
הנדסה אלקטרומכנית חיפה בע"מ
נחור והודסת חשמל כפר-סבא בע"מ
קרקו בע"מ
קמק, הודסת חשמל בע"מ
קא אלקטרומכניקה באר-שבע בע"מ



קונטאל'סריג

לוחות והתקנות השמל' ופקוד בע"מ

CONTEL SARIG LTD.

ELECTRICAL CONTROL BOARDS LTD.

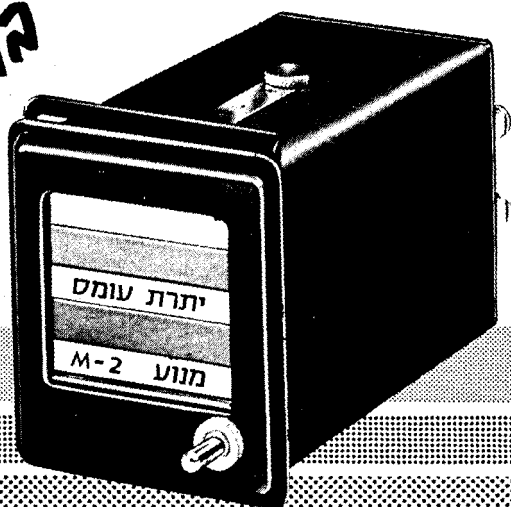
ממסרי התראה MR-11

mauell

גרמניה

מתוצרת

התנאי



עודן

תל אביב, רח' תוצרת הארץ 10, ת.ד. 36005, טל' 03-254162 (10 קווים), טלקס: 32336

חדש!

BBC METRAWATT
BROWN BOVERI

המתקפלים של עידן חדש של מולטימטרים



- תצוגה ענקית מתקפלת, ניתנת לסבסוב ב-180 מעלות.
- סגירה קומפקטית, הגנה מושלמת על המכשיר.
- עשרות תחומי מדידה בכל דגם.
- כלים מעולים לחשמלאים, לאלקטרונאים ולאנשי תחזוקה.



רצועת נשיאה
עבודה בידיים חופשיות
נעילה חשמלית אוטומטית
מתקפל ולכיס



בכל הדגמים:
עד 10 אמפר (ac/dc)
עד 650 וולט (ac/dc)
מדידת התנגדויות

- * דגם M2030 — לחשמלאים
- * דגם M2031 — עם תחום מיוחד להתנגדויות בתוך מעגל
- * דגם M2032 — TRUE R.M.S.
- * דגם MA 3E — אנלוגי.

ענשיו גם במלאי במחירי היכרות

ועוד במלאי: צבתות להספק, ל- $\cos \phi$, לזרם וכן מולטימטרים רשמים ועוד.

נציגים ושרות:

חברת ישראלמקס בע"מ

ארלוזורוב 25, ת"א 62488 • ת.ד. 6014 ת"א 61060
טלפון 24 33 33 (6 קווים) • טלקס 22 66 34

אל: ישראלמקס בע"מ ת.ד. 6014 ת"א 61060
המתקבלים של B.B.C. רעיון מריל / הנעות מחיר
נא שילחו לי מידע סכני / הנעות מחיר
שם ותפקיד
כתובת
טל.

למנהלי כח אדם, מנהלי הדרכה, מהנדסים ואנשי אחזקה בתעשייה

האם נושאי ההדרכה המקצועית או ההסבה המקצועית קרובים אליכם?

כ ד א י ש ת ד ע ו

* רק אנו מסוגלים לתת את ההדרכה המקצועית המעולה ו/או ההסבה המקצועית הקולעת.

ו ז א ת מ כ י ו ו ן

* שאנו גוף פרטי וגמיש.

* לנו הקשרים עם טובי המרצים בארץ ובחור"ל.

* לנגד עינינו רק רמת ההדרכה המקצועית של המשתלם ותרומתו המירבית למפעל.

* רק אנו מסוגלים לשנות תוכניות לימודים ולהתאימם בדיוק לצרכי המשתלמים.

* רק אנו פיתחנו מיקרו מחשב שיענה על צרכי ההדרכה בנושא זה.

על האמור לעיל

יעידו עשרות מובוגרי הקורסים במוסדינו, בעבר ובהווה, מקשת רחבה של מפעלי תעשייה.

פנו אלינו -

אנו משוכנעים שתצאו נשכרים - מכיוון שהדרכה מקצועית היא מומחיותינו

ב כ ר כ ה

מרכז פיתוח והדרכה

להלן דוגמאות ממגוון הקורסים המתקיימים אצלנו באופן סדיר (למעט השתלמויות מזומנות):

קורס מבני נתונים - מיועד למתכנתים, מנתחי מערכות ומהנדסי תוכנה.

קורס זה יתן למשתלם בזמן קצר ביותר את הכושר למצוא אלגוריתם מתאים ביותר לבעיותו.

קורס אלקטרוניקה תעשייתית - מיועד לאנשי תחזוקה ללא כל רקע באלקטרוניקה, חשמלאים ואנשי אלקטרוניקה הרוצים להשתלם באופן האפקטיבי ביותר בנושאי אלקטרוניקה תעשייתית.

קורס מיקרו מחשבים - מיועד לאנשי אלקטרוניקה הרוצים להכיר את מבנה המיקרופרוססור והאלמנטים ההקפיים בצורה הנכונה ביותר על מיקרו מחשב תעשייתי, שפותח במיוחד לשם כך (חמרה ותכנה).

יום השתלמות במיקרומחשבים - מיועד למנהלים אנשי תעשייה והדרכה הרוצים להכיר הכרות עניינית ומהירה את כל המושגים והעקרונות של המיקרו מחשבים.

כמו כן, אנו שמחים להודיע לציבור, שנכנסנו להדרכת רובוטיקה כולל מעבודות עם רובוטים (מאת החברות המובילות כולל VISION)

לבקשת רבים מובוגרי הקורסים אצלנו, אנו נערכים לקורסים בשפת C ושפת ADA עם מומחים מחו"ל.

באם רוצונו להמנות על רשימת התפוצה שלנו - שלח שמך, כתובתך, טלפון, כתובת המפעל ובעיקר - הצעות נוספות. כל הצעה תשקל בעיון.

טלסקס: TLX - 342184 COSML IL ATT D.E.C.

למנהלים, אנשי הדרכה ומנהלי כח אדם בתעשייה

הננו שמחים להודיעכם, כי רכשנו בית לקיום הקורסים של חברתנו - מרכז פיתוח והדרכה - ברח' שפירא 42, פתח-תקווה. אוטובוסים מותחנה המרכזית ב"ח: 71, 72, 88.

כן הגיעה חברתנו להסכם ידע עם חברת Interfacing Technologies Corp. הקנדית, לחילופי מידע ומרצים, מתוך רצון לסייע לכם בארגונו של כל קורס בבקשתכם - סיוע טכני בנושאים ספציפיים ביותר.

אנא, פנו אלינו ואנו נבנה לכם השתלמות מעמיקה ויסודית, אפשרי גם במוסדכם/מפעלכם.

כדי שנהיה מעשיים, כתבו אלינו או טלפנו. יצינו שם איש הקשר, כתובת מדוייקת, מספר טלפון ותחומי התעניינות.

השתלמות פוריה - ולהתראותו

תוכנית ההדרכה לחודש זה:

מחיר לא כולל מע"מ	מס' שעות	מועד	ה קורס
\$ 200	40	מתקיים בימי ו' בין השעות 08.30-13.00	1. קורס מבנה נתונים
\$ 320	85	לשלושת הקורסים 2, 3, 4 מחזור יום: יום מרוכז בשבוע בימים ב' או ד' או ו' בין השעות 8.30-14.30. מחזור ערב: פעמיים בשבוע בין השעות 17.30-21.00, בימים א' ד' או ב' ה'	2. אלקטרוניקה תעשייתית, בסיסי
\$ 275	60		3. אלקטרוניקה תעשייתית, מתקדם
\$ 320	60		4. מיקרו מחשבים תעשייתיים בסיסי
כמו כן מתוכננים קורסים וימי עיון נוספים:			
\$ 30	יום	בימים ב', אר ד', או ו' בין השעות 08.30-14.00 ניתן להזמין קורס זה במשעלכם בתאום מראש במזכירות מ.ס.ה.	5. יום השתלמות מרוכז במיקרו מחשבים
\$ 50	יום	ביום ה' - נפתחה ההרשמה	6. יום השתלמות עקרונות P.L.C.
\$ 50	יום	יום ה' - נפתחה ההרשמה	7. יום עיון סיבים אופטיים בתעשייה רפואה ותקשורת
\$ 50	יום	יום ה' נפתחה ההרשמה	8. יום עיון מערכות תקשורת מקומית Local Area Network
\$ 275	60	נפתחה ההרשמה	9. MC 68000
\$ 250	40	נפתחה ההרשמה	10. 4 Bit Slice
\$ 200	30	בימים א' או ד'	11. קורס תקשורת נתונים

ימי השתלמות והקורסים הנוספים מותנים במספר מועמדים מינימאלי שיקבע ע"י מרכז פתוח והדרכה. **לאנשי תוכנה:** מומלצים: קורס 1 - מבנה נתונים (40 שעות), קורס 2 - אלקטרוניקה בסיסית (85 שעות).

לפי פנייתם של משתלמים רבים, אנו נפעל להרחיב את פעילותינו לאזורים: חיפה, עפולה ובאר-שבע, על מנת להקל על הלומדים. מוכן שפתיחתו של קורס כזה מותנה במספר מינימלי של מועמדים מהאזור.

מרכז פתוח והדרכה ישמח לעמוד לרשותכם לפי פנייתכם ובקשותיכם.

הגנה על חיי אדם ומתקן החשמל שלך באלקטרודות ארדינג

- א. מוטות ברזל עם ציפוי נחושת בעובי של עד 1 מ"מ ובחתך נחושת של עד 50 מ"מ².
- ב. מצמד קוני עשוי סגסוגת נחושת. הקונוס במצמד איננו מהווה מקור לקורוזיה. מבטיח שטח מגע רציף בין המוטות, וחוזק מכני וזרמי קצר גבוהים.
- ג. שיטת ההחדרה קלה ביותר עד לעומק רב לקבלת התנגדויות נמוכות.
- ד. אורך חיי אלקטרודת הנחושת הינו רב יותר מאשר האלקטרודה המגולבנת.
- ה. אלקטרודה עם ציפוי הנחושת וסיכוך להגנה על מחשבים ומתקנים רגישים הסובלים מקליטת בלתי רצויים בשכבת הקרקע העליונה.
- ו. מוטות הארקה עם ציפוי באבץ חם.
- ז. צוות החדרת אלקטרודות לעומק רב לקבלת התנגדות נמוכה ואמינה, לשרותכם בכל אתר ואתר פתרון מלא להארקה במתקנים.

טבלה לבחירת מהדק טבעת מתאים			
המוט			
12.5	16	19	החוט
15	15	19	16 מ"מ
15	15	19	25 מ"מ
15	15	19	35 מ"מ
15	15	20	50 מ"מ
19	19	20	70 מ"מ
20	20	20	95 מ"מ
20	20	20	120 מ"מ

קוטר המוט	אורך המוט	עובי הנחושת	חתך הנחושת	מצמד קוני נחושת
12.5 mm	1.5 m	0.75 mm	25 mm ²	12.5 mm
15 mm	2 m	0.75 mm	35 mm ²	15 mm
19 mm	1.5 m	1 mm	50 mm ²	19 mm
19 mm	1.5 m	מגולבן	מגולבן	מגולבן
15 mm	3 m	עם סיכוך להארקות מחשבים	להארקות	15 mm

אמינות שווה אורך חיים.

לשרותכם,
אטקה

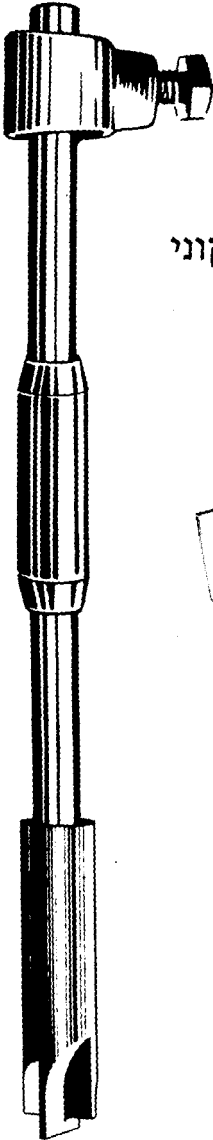
אטקה בע"מ חברה לשיווק והפצה

רח' בר-כוכב 6, בני-ברק, ת.ד. 917 בני-ברק 51625, טל: 03-707146, טלפקס: 33665 FEUCO IL

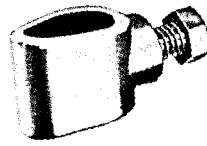
ATEKA

מקבוצת פויכטונגר תעשיות

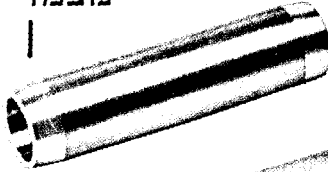
ארדינג



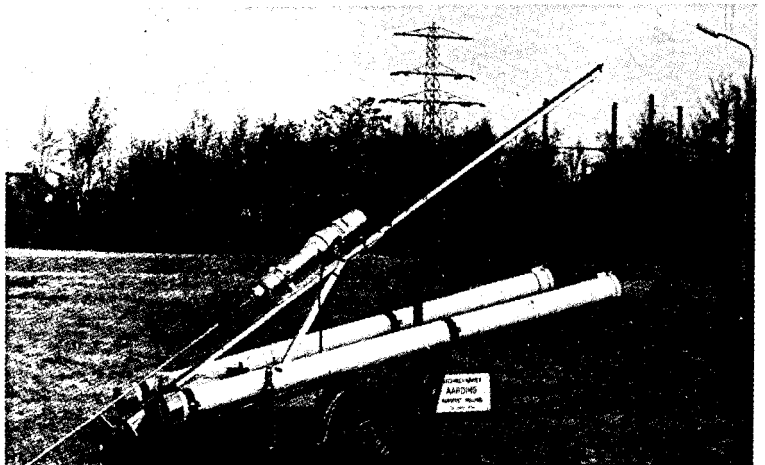
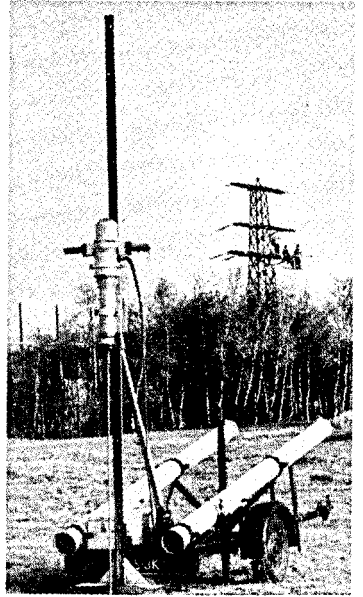
מהדק טבעת



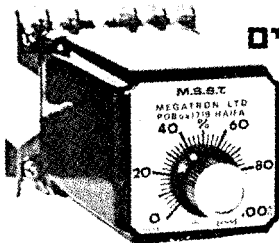
מצמד קוני



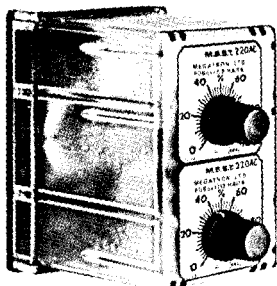
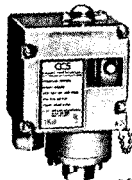
ראש קידוח טובב



מתקן להחדרת אלקטרודות



טיימרים

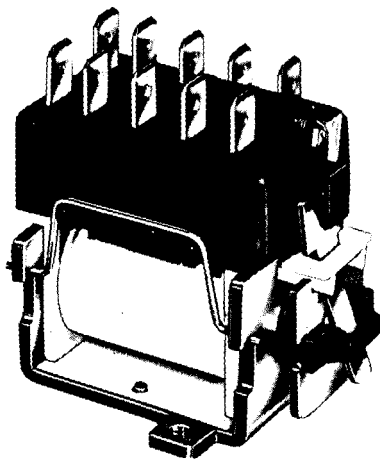


מוצר אמין, נוח להתקנה, מסופק מהמלאי במחיר נמוך, מיגוון של סוגי הפעלה, תחומי זמן, מתחי הפעלה. לפי דרישת הלקוחות. אנו מייצרים גם טיימרים עם סוקט של 8 פינים.

אחריות 5 שנים לפעולה תקינה!
למידע נוסף סמן מס' 30/19

Miniature - Contactor E 3250

אנו שמחים להודיע לכם שהתמנינו לנציגים ומפיצים של חברת "EICHHOFF" בישראל, המייצרת מגוון רחב של ממסרים, קונקטורים מיניאטוריים, סולנואידים, שנאים ועוד.



למידע נוסף סמן מס' 30/21

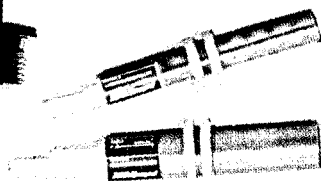
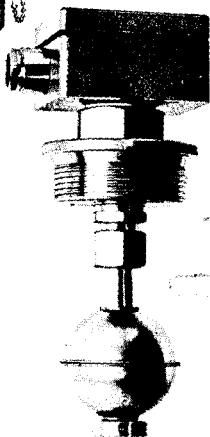
מפיצים של:

מפסקי לחץ טמפ' זרימה
מפסקי קרבה אינדוקטיביים
מפסקים מגנטיים,

בקרי גובה

למידע נוסף סמן

מס' 30/18



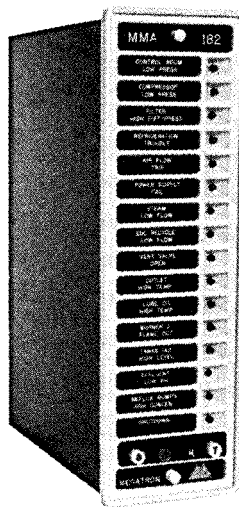
יצרנים של:

- * מערכות התרעה
- * קוצבי זמן מהבהבים
- * יחידות להגירת סיגנלים
- * בקרים מיוחדים
- * מתקנים ומכשור בהתאם למרטי המזמין

MMA 182

מערכת התרעות ממוחשבת
MMA-182

המערכת החדשה מבוססת על מיקרו מחשב, אשר מאפשר גמישות רבה והתאמה לכל הדרישות הנוכחיות והשינויים שעלולים להופיע בעתיד. בחירת כל האופציות מתבצעת ע"י קביעת מפסקים זעירים (Bit-Switches) המערכת מיועדת עבור 16 ערוצי התרעה, ויכולה לקבל כניסות מכל סוג שהוא.



למידע נוסף סמן מס' 30/20

מגטרון



ת.ד. 1719 חיפה, טל. 04-888356

אלקטרוניקה ובקרה בע"מ

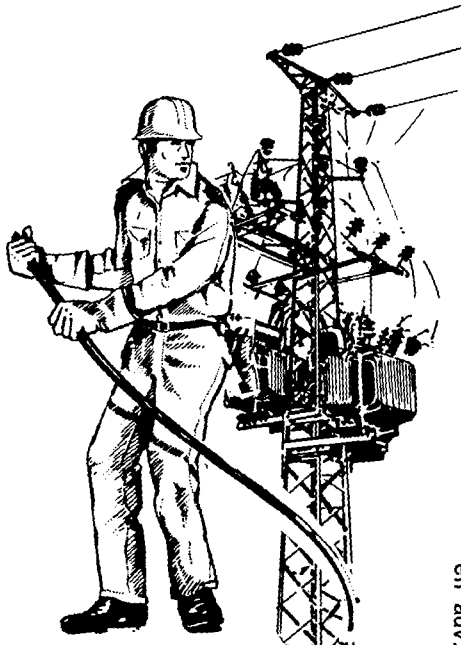
יעד אלקטריקה

שרות וביצוע
עבודות חשמל בע"מ
נצרת עילית.
אזור תעשייה ב'
רח' העמל 3, ת.ד. 609
טל. 065-74434

מפיצים בלעדיים
בצפון הארץ
לציוד טלמכניק



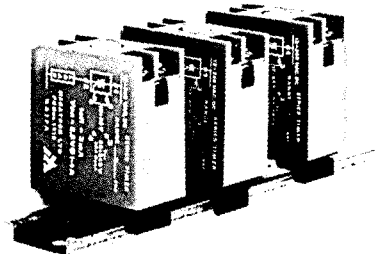
Telemecanique



eli adv.

M.S.S.T. 701

טיימר
טורי



- יחידה אחת המתאימה למתח החל מ-12 וולט ועד 230 וולט.
- 10 תחומי זמן ניתנים לבחירה ע"י חיבור פנימי מ-1 שניה עד 16 דקות.
- מתאים למסילת DIN סטנדרטית, איכות מעולה במחיר נמוך (\$ 17) אספקה מהמלאי!
- דגם 702 B שהיה פולס (ויש רלי).
- דגם 702 F טיימר מחזורי (בלינקר)
- דגם X 701 — "זמן התאוששות" 10 מילי שניות.

למידע נוסף סמן מס' 30/22

מ ב צ ע !!

לרגל תערוכת החשמל ימכרו הטיימרים הטוריים 701 במחיר הנחה מיוחד 9.95 \$ (לתשלום במזומן), לתקופה 15-20.1.84 לגבי שאר המוצרים 15% הנחה מהמחירון.
כדאי לך לנצל הזדמנות זאת!

אנא בקרו אותנו
בתערוכה שתתקיים
בהילטון ת"א
בתאריכים 16-19/1

megatron

electronics & control ltd.

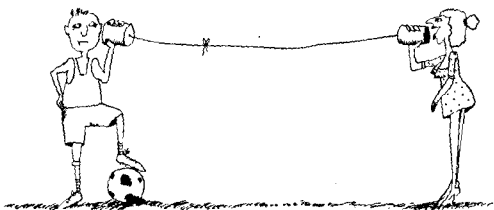
התעלה המובילה... כבלים לתקשורת



נוחה להרכבה
דקורטיבית
חוסכת בעבודה
חוסכת את קופסאות החלוקה
מונעת שמוש בזווית
סגורה בפני מכרסמים

עמידה ב-20°C עד +70°C
עמידה בקרינת UV
מבודדת ממתחים גבוהים
מחולקת ל-2 מדורים
מאריכה שנים

PVC קשיח
התקנה פשוטה
רוחב: 60 מ"מ
גובה: 42 מ"מ
צבעים: קרם, אפור או לפי הזמנה
צבעים יציבים



משרד תל-אביב
רחוב החשמונאים 117
טלפון: 03-253405-6

חפציבה
ד. נ. גלבוע 19135
טלפון: 065 31629
065 31094-5, 31101
טלקס: 46381

פלגל
תעשיות מוצרים פלסטיים



לדשותך צוות אנשי מכירות וקטלוג מוצרים הגדול בארץ

יבואים ומכיצים בלנדיים:

NIKO
מבסקי השמל
ביתיים



בלגיה

KÜHNEL

פיקוד
פוטואלקטרי



אוסטריה

**CONZEN-
KABEL**

כבלים



גרמניה

FRIEDLAND

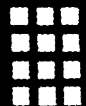
פנחונים
לבית
ולחכטלים



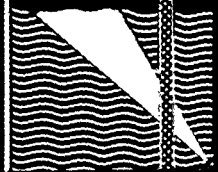
אנגליה

MAEHLER & KAEGE

ציוד חובן
התפוצצות



גרמניה



! קשטן חומרי השמל בע"מ

תל-אביב 61000 רחוב אלנבי 121 ת.ד. 802 טל. 613208-623854



**נדיבי
עדן אור**

התקנה ואחזקה של תאורת
רחוב, מגרשים, סככות.

**השכרת
המנוף**

**לביצוע עבודות שונות
עד לגובה 16 מטר * אשקלון 051-22927**

למידע נוסף סמן מס' 30/26

הזמנת מודעות לתקע המצדיע מס' 31



פרסום אלי בע"מ
ת.ד. 4505 חיפה - 31044
טל. 04-667534

*ניתן למסור הנחיות בלבד,
ואנו נעצב ונבצע את מודעותיכם לשביעות רצונכם המלאה.

למידע נוסף סמן מס' 30/27

איתור חיבורים לקויים ברשתות חשמל בעזרת מכשיר תרמוגרפי

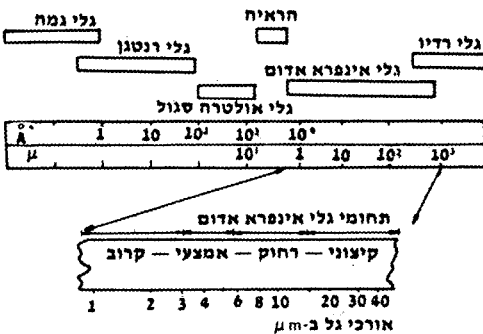
הנדסאי אריה שגב

קרינת אולטרה סגול היא בעלת תדירות גבוהה מאינפרא אדום ומאופיינת ביציאת אלקטרונים מגזים מתפרקים (לדוגמא: נורות פלואורוסצנט).

קיימת חפיפה בין קרינת אינפרא אדום ואולטרה סגול בתחום הנראה לעין.

בתדירות גבוהה מאוד ובגלים קצרים נמצאים קרני הרנטגן (קרני x) הנוצרים כאשר אלקטרונים יוצאים משופרת במהירות גבוהה ומוצאת. קרני הגמא הם בעלי תדירות אולטרה גבוהה-בדרך כלל גבוהים מ- 10^{14} cycles/sec ועד 10^{21} cycles/sec עם אורכי גל של 1×10^6 מטר ופחות, הנוצרים בדרך כלל מחומרים רדיו-אקטיביים.

איור 1
ספקטרום גלים אלקטרו-מגנטיים



ספקטרום האינפרא אדום

כל גוף הנמצא בטמפרטורה הגבוהה מטמפרטורת האפס המוחלט (-273°C) פולט קרינה אינפרא אדומה (א"א). החום האופייני לקרינת גלים אינפרא אדום בספקטרום הגלים האלקטרו-מגנטיים, מתחיל מ- 100°C מיקרומטר ויורד ל- 0.1 מיקרומטר באורכי גל.

ככל שטמפרטורת גוף עולה, חלים שינויים בקרינת האנרגיה האינפרא אדומה: יותר אנרגיה נפלטת, והבהירות משתנה מפני שחלוקת האנרגיה היוצאת מוזאת לגלים קצרים יותר.

לדוגמא: כאשר לוקחים מבער ומספקים לו מעט גז, יכולים להרגיש חום, אך לא רואים אש.

כאשר מגבירים מעט את הגז, מרגישים חום גבוה יותר (כלומר נפלטת אנרגיה רבה יותר), ומבחינים בצבע אדום כהה (כלומר האנרגיה מוזאת לתחום האינפרא אדום לאורכי גל קצרים יותר בתחום הנראה לעין).

אחת הבעיות העומדות בפני חברות החשמל בהקשר אמיונת אספקת החשמל, היא איתור תקלות מוקדם ככל האפשר ותיקונן בעוד מועד.

התקלות האופייניות הן: ניתוקים בלתי מכוונים הנגרמים עקב קריעתם או ניתוקם של מוליכים מעבירי זרם, שריפת מפסיקים ומנתקים בחיבורים, ליקויים במערכות השנאה ומגיני ברק.

הדרכים לגלות תקלות אופייניות אלו בעוד מועד ובצורה מבוקרת הן: אחזקה מונעת ושוטפת של מתקני חשמל ובדיקות שגרתיות שלהם.

אחת הבדיקות השיגרתיות שהתפתחו בעשור האחרון בחברות החשמל בעולם ובמפעלים תעשייתיים היא בדיקה תרמוגרפית או: איתור מוקדי חום (Hot Spots). טכניקה זו מאופיינת בהשגת תמונה כוללת של הנבדק בזמן אמיתי בעזרת צילום אינפרא אדום.

שימוש נכון של התוצאות גורם לכך שהבדיקה התרמוגרפית הינה מכשיר אמין לקביעת איבחון מחיר של תקלות וחיסכון ניכר באנרגיה.

תחום הגלים האלקטרו-מגנטיים

קרינה אלקטרו-מגנטית היא העברת אנרגיה מנקודה אחת לנקודה שניה דרך החלפת שדות חשמליים ומגנטיים. לעיתים מתייחסים אליהם כגלים אלקטרו-מגנטיים. כל הגלים האלקטרו-מגנטיים נעים במהירות האור 3×10^8 m/sec.

אורך גל אלקטרומגנטי יבוטא בנוסחה הבאה:

$$\lambda = v/f$$

כאשר:

v = מהירות האור	[m/sec]
f = תדירות	[cycles/sec]
λ = אורך הגל	[μm]

בתחום התדירות הנמוכה והסופית של ספקטרום הגלים האלקטרו-מגנטיים נמצאים גלי הרדיו והמיקרו-רוגלים בתדירות 10^4 ו- 10^{14} cycles/sec (לדוגמא: מאורך 30 ק"מ עד 1 מ"מ) המשמשים להעברת שידורי רדיו. מספקטרום, המיקרוגלים מגיעים לתחום גלי אינפרא אדום אשר כוללים את התחום הנראה לעין.

אנרגיית אינפרא אדום נפלטת ע"י תנועת אלקטרונים, היוצאים מגוף הנמצא בטמפרטורה הגבוהה מטמפרטורת האפס המוחלט (-273°C). כאשר גוף נמצא בטמפרטורה גבוהה מהאפס המוחלט, הוא מוציא אנרגיה בתדירות מסוימת. תחום הנראה לעין הוא בעל תדירות גבוהה באזור האינפרא אדום ומאופיין בפליטת טמפרטורה גבוהה (לדוגמא: השמש, גופי תאורה וכו').

הנדסאי א. שגב — מעבדת החשמל למחקר ופיתוח, חברת החשמל.

לבסוף, כאשר מספקים גז בעוצמה המירבית, רואים צבע צהוב בהיר והאנרגיה המוקרנת מורגשת גם במרחק מה מהמבער.

כאשר דנים בקרינה אינפרא אדומה, נהוג לחלק קרינה זו לארבעה תחומים:

תחום אינפרא אדום קרוב ($0.75:2 \mu m$) — מאופיין בפליטה של גופים חמים מאוד והוא קרוב לתחום הנראה לעין.

תחום אינפרא אדום אמצעי ($2:6 \mu m$) — מאופיין בדרך כלל כאשר מעוניינים בפליטת חום מגוף עד $1000^{\circ}C$ (תחום תרמוגרפי).

תחום אינפרא אדום רחוק ($6:15 \mu m$)

תחום אינפרא אדום קיצוני ($15:100 \mu m$) — מאופיין בדרך כלל בטמפרטורות גוף נמוכות מאוד וקרינות החוזרות מהאדמה.

תחום השימוש התרמוגרפי

תחום השימוש התרמוגרפי המקובל הוא $2:15$ מיקרומטר, שהוא בתחומים האמצעי והרחוק של ספקטרום אינפרא אדום. תחום זה מתחלק לשניים ושימושי בשני מכשירים נפרדים:

אינפרא אדום אמצעי (עבור אורכי גל קצרים $2:6$ מיקרומטר)
אינפרא אדום רחוק (עבור אורכי גל ארוכים $8:15$ מיקרומטר).

קיימות שתי סיבות לחלוקת תחום השימוש בשני סוגי מכשירים:
רגשים ואבזרים אופטיים, בעלי רגישות אופטית טובה בין התחומים $2:15$ מיקרומטר.

סיבה שניה בסיסית יותר; האטמוספירה בולעת את רוב גלי האינפרא אדום בתחום אורכי גל $6:8$ מיקרומטר, וקיימת שבירה פיסיקלית בתחומים הטרמוגרפיים של האטמוספירה בתחומים $2:6$ מיקרומטר ו- $8:15$ מיקרומטר (ראה איור 2ב').

חישוב קרינה אינפרא אדום

לפני שנבין כיצד מחשבים קרינה אינפרא אדומה, קיים הצורך להבין כיצד גוף מוציא קרינה זו.

גוף שחור אידיאלי בולע כל קרינה לתוכו, ומוציא קרינה יחסית לטמפרטורה שבו הוא נמצא. לעומת זאת, כל גוף אחר מלבד שחור אידיאלי, בולע פחות קרינה באופן מוחלט, ופולט פחות קרינה ביחס לטמפרטורה ולאורך הגל התלוי במקדם הפליטה שלו.

החוק הידוע של **מקס פלנק** מתאר אנרגיה פליטה מונכרומטית של שטח פנים שחור. כלומר, בפשטות היכולת לתאר מתמטית חלוקת אנרגיה דרך ספקט-רום אורכי גל שלמים למען קבלת טמפרטורה ומבוטא בנוסחה:

$$W_{\lambda b} = \frac{2\pi hc^2}{\lambda^5 (e^{hc/k\lambda T} - 1)} \cdot \left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot \mu\text{m}} \right]$$

כאשר:

$W_{\lambda b}$ — כמות האנרגיה המוקרנת ממשטח שחור ליחידות שטח ויחידות אורך גל, סביב אורכי גל ספציפיים λ

C — מהירות האור 3×10^8 [m/sec]

h — קבוע פלנק 6.6×10^{-34} [Joule sec]

K — קבוע בולצמן 1.4×10^{-23} [Joule/°K]

T — טמפרטורה אבסולוטית ב-[K] של הגוף השחור

λ — אורך הגל המיוחד במטר.

הנוסחה נראית מסובכת קצת וניתן לפשטה על ידי כך שהערכים C, E, h, K הם קבועים. כמו כן, נוכל לומר ש- $W_{\lambda b}$ משתנה כתלות בטמפרטורה אבסולוטית ואורכי גל בלבד.

חוק זה חשוב מאוד עבור מדידות מדוייקות של אורכי גל ורגישות של גלאי הקרינה מגוף מקרין כלומר — מדידת טמפרטורה.

על ידי צרוף נוסחת פלנק לאורכי גל המשתנים מ- $\lambda = 0$ עד $\lambda = \infty$ אנו יכולים לחשב את סה"כ הקרינה הנפלטת מגוף שחור, ונקבל:

$$W_b = \sigma \cdot T^4 \left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2} \right]$$

כאשר:

W_b — סה"כ קרינה נפלטת מגוף שחור

σ — קבוע סטפן-בולצמן- 5.7×10^{-8} $\left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot (^\circ\text{K})^4} \right]$

T — טמפרטורה אבסולוטית ב-[K] של גוף שחור
נוסחה זו נקראת על שם שני הפיזיקאים סטפן בולצמן, אשר אומרת כי כמות הקרינה הכוללת של גוף שחור, היא יחסית לטמפרטורה האבסולוטית ברביעית.

בעקבות ההתפתחות הפיסיקלית הדוהרת, התברר כי האנרגיה הנפלטת על ידי קרינה אינה משתנה בהמשכות, או ברציפות כפי שניסה פלנק להוכיח, אלא, הקרינה מתוארת כאנרגיה נסתרת בעלת **קשרים** או **קוונטים** הנקראים **פוטונים**. אנרגיה **פוטון** גם היא מתייחסת לקרינת אורכי גל, על כן **נוסחת סטפן-בולצמן** מתאימה לחישוב סה"כ פליטת פוטונים מגוף שחור עבור טמפרטורה מיוחדת.

$$N_b = \frac{0.37 \cdot \sigma T^3}{K} \cdot \left[\frac{\text{Photons}}{\text{sec} \cdot \text{m}^2} \right]$$

כאשר:

N_b — סה"כ פליטת פוטונים מגוף שחור

σ — קבוע סטפן-בולצמן- 5.7×10^{-8} $\left[\frac{\text{Watt}}{\text{m}^2 \cdot (^\circ\text{K})^4} \right]$

T — טמפרטורה במעלות קלוין

K — קבוע בולצמן 1.4×10^{-23} [Joule/°K]

מתוך נוסחה זו ניתן להבין, שסה"כ פליטת פוטונים מגוף שחור מתייחסת רק לטמפרטורה המוחלטת בשלישית.

טכניקת בניית גבישים ורגשים אופטיים הביאה לאפשרות מדידת היחסים הנ"ל על ידי גלאי מתח אופטיים, הקולטים את הפוטונים הנפלטים ומתרגמים זאת למתח.

כמו כן, ניתן לערוך מיפוי על פני התמונה, לשם קבלת גבולות טמפרטורה אחידה ביחס לגוף יחוס בעל טמפרטורה ידועה, או טמפרטורה הגבוהה ביותר של הגוף הנבדק.

המכשיר מאפשר הבחנה בהפרש טמפרטורות של עד 0.1 מעלות צלסיוס, בין גופים שונים ודיוק מדידה בתנאים סבירים של פחות מ-1% שגיאה.

מדידת טמפרטורה בעזרת מכשיר תרמוגרפי

תאור הבדיקה

בעת סריקה על פני גוף בעזרת המצלמה, מתגלה על פניו מקור חום הריג אשר דורש מדידה. לצורך המדידה יש צורך לקרב גוף יחוס בעל מקדם פליטה, הקרוב מאוד לאחד, או להשתמש בגוף בטמפרטורת הסביבה הידועה. מיפוי גוף יחוס על ידי בקרה איזותרמית שיש במכשיר לתחום איזותרמי הנמוך ביותר, המשך מיפוי איזותרמי של גוף הנבדק לשם קבלת מספר איזותרמות של הנקודה החמה על גוף הנבדק בהמשך.

לאחר מכן, כאשר נתון לנו מספר האיזותרמות של הנקודה החמה ושל גוף היחוס יש לעבור לחישוב בעזרת הנוסחה הבאה:

$$I_0 = \frac{\Delta I_{or}}{\epsilon_0} + \frac{\epsilon_r}{\epsilon_0} I_r + (1 - \frac{\epsilon_r}{\epsilon_0}) I_a$$

$$I_0 = \frac{\Delta I_{or}}{\epsilon_0} + \frac{\epsilon_r}{\epsilon_0} + (1 - \frac{\epsilon_r}{\epsilon_0}) \cdot I_a \quad \text{כאשר:}$$

- I_0 — מספר יחידות איזותרמות של גוף הנבדק.
- ΔI_{or} — הפרש יחידות איזותרמות של גוף הנמדד לגוף היחוס
- ϵ_0 — מקדם פליטה של גוף הנמדד
- ϵ_r — מקדם פליטה של גוף היחוס
- I_r — מספר יחידות איזותרמות של גוף היחוס
- I_a — מספר יחידות איזותרמות של טמפרטורת הסביבה

לאחר שקיבלנו את I_0 מספר יחידות איזותרמות של הגוף החם, ניתן לתרגם אותם למעלות צלזיוס בעזרת גרף נתון ולהיפך.

בעת מדידת טמפרטורות יש לזכור שלגופים הבנויים מחומרים שונים ובעלי גוונים שונים, מקדמי פליטה שונים, לכן יש להתחשב בעת החישוב בנוסחה באיבר ϵ_0 המייצג ערכים אלו, הניתנים עבור חומרים שונים בטבלאות.

כמו כן, נתונה הנוסחה הנ"ל בתוך חשבון HP67 בעזרת כרטיסים מתוכנתים והכנסת הנתונים המתאימים לקבל את הטמפרטורה מיידית.

בשימוש ובמדידה בעזרת מכשיר תרמוגרפי ברשתות ניתן בדרך כלל להשתמש באויר או בעמוד, כגוף יחוס, שמקדם הפליטה שלהם קרוב לאחד. כמו כן, במחברים, בדרך כלל מקדם הפליטה גם הוא בין 0.9-1.0, כך שהנוסחה מתפשטת אז לשני איברים בלבד.

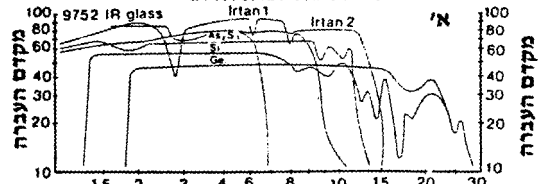
אומנם הדיוק אז הוא בין 1% ± — 2% ± בתנאים סבירים של מזג אוויר.

הגלאים הנמצאים בשימוש הם: יסוד כימי, אינדיום-אנטומוניד ($InSb$) עבור מכשירים העובדים בתחום אורכי גל 2-6 מיקרומטר.

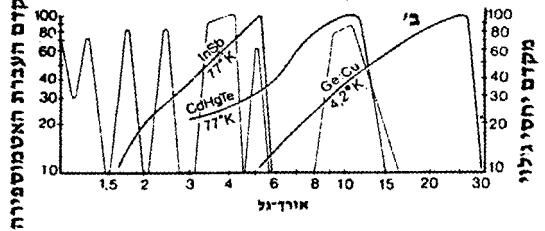
יסוד כימי קדמיום, כספית טרליום ($CdHgTe$) עבור מכשירים העובדים בתחום אורכי גל 8-15 מיקרומטר. (איור 2ב).

איור 2

גרף מקדמי העברה של עדשות אופטיות בעובי לשימוש באינפרא אדום



מקדם העברה של האטמוספירה בקרינת אינפרא אדום במרחק 1 מילי ימי ומקדם יחס גילוי של גלאים במכשיר אינפרא-אדום.



מבנה מכשיר תרמוגרפי

רוב מכשירי גילוי קרינה אינפרא אדומה, בנויים בשיטה דומה, המורכבת ממצלמה ומזג.

המצלמה:

מערכת עדשות סיליקון או גרמניום בהתאם לתחום אורכי הגל הנבדקים (ראה איור 2א).

שתי מערכות פריסמות מסתובבות אחת אנכית, והשנייה מאוזנת. מערכות אלו, מסתובבות במהירויות שונות, וקובעות את הסריקה הרוחבית והאנכית על מסך התצוגה, ממקדות את קרינת גלי אינפרא אדום למערכת עדשות, ומסננות המעבירים את הגלים לגלאי אשר מודבק לכוסית הממולאת בחנקן נוזלי השומר על טמפרטורה של $196^\circ C$ — של הגלאי למניעת רעשים, באותות מתח היוצאים מהגלאי למגבר, המגביר אותות אלו למעגלים אלקטרוניים הנמצאים במכשיר התצוגה.

מכשיר התצוגה:

מערכת הספקת מתח ומעגלים אלקטרוניים, המתרגמים אותות המועברים מהמצלמה למסך התצוגה לשם קבלת תמונה טלביזיונית של הגוף הנבדק בצורת תמונה תרמית בגוונים שחור לבן, כאשר השחור מהווה את התחום הקר, והלבן את התחום החם.

יתרונות מכשיר תרמוגרפי ברשתות חשמל

- 1) במכשיר תרמוגרפי ניתן לגלות ולמדוד טמפרטורות מרחוק, בלא צורך בהכנות מיוחדות לצורך הבדיקה.
- 2) המכשיר מאפשר מדידה בזמן ובתנאים אמיתיים של הנבדק.
- 3) המכשיר נותן תמונה המאפשרת גילוי ליקויים במתקנים.
- 4) המכשיר הוא כלי עזר מתוחכם לגילוי הפסדי אנרגיה המבוזבזים לסיביבה.
- 5) המכשיר מגדיל את אמינות הספקת החשמל.
- 6) מרחק המדידה של המכשיר הוא מ-30-0 מטר.
- 7) מרחק הגילוי של המכשיר הוא עד כ-1000 מטר.
- 8) תחום המדידה במכשיר אשר בשירות חברת החשמל הוא מ-20°C עד 900°C+.
- 9) המכשיר הוא נייד ומאפשר מדידה כמעט בכל מקום.

שימושים במכשיר תרמוגרפי בחברת החשמל בישראל
בחברת החשמל לישראל החל השימוש במכשיר תרמוגרפי בצורה אינטנסיבית בשנת 1979. המכשיר הוא מסוג AGA Thermo Vision 680 מתוצרת שבדיה שהוא דגם מיושן וכיום קיימים מכשירים חדישים ומשוכללים יותר.

השימוש כיום במכשיר תרמוגרפי הוא בעיקר בתחנות השנאה ומיתוג כאשר בהם נבדקים: מחברים, מוליכים, מפסיקי זרם, מנתקים, מערכות השנאה וסוללות קבלים. כמו כן, משתמשים במכשיר זה בתחנות כוח, וברשתות עליות של מתח גבוה ועליון, בלוחות חשמל ומסדרים משוריינים.

שימוש זה הביא ברוב המקרים, לתיקון מהיר ומניעת נזקים הכרוכים בהפסקות לא מתוכננות, להפסדי אנרגיה, ולחיסכון בתפעול המערכת.

שימוש מכשיר תרמוגרפי בעולם

- השימוש במכשירים תרמוגרפיים בעולם הוא רחב מאוד וחולש על תחומים רבים כגון:
- א) שימוש רפואי: בחקר הסרטן, במציאת נקודות תורפה של מחלות זיהומיות פנימיות בגוף האדם.
 - ב) פיקוח ובקרה על תהליכים במפעלים: שימוש בעיקר במפעלי יציקה שונים, שמירה על טמפרטורות מתאימות של חומרים יצוקים, בקרת איכות במפעלים אלו ועוד.
 - ג) פיקוח מפני דליפות בכבשנים והתרעות על פגמים בבידודים תרמיים.
 - ד) בקרה מרחוק של מיכלים, ראקטורים, מגדלי קירור, צנרת ומוקדי טמפרטורה גבוהה או נמוכה במפעלים פטרוכימיים.
 - ה) איתור פגמים בבידוד תרמי של מבני מגורים ומשרדים הגורמים לחיסכון אנרגיה במשק.
 - ו) איתור תופעת זיהומים אקולוגיים, ובקרה על פליטות ממפעלים ותחנות כוח באזורי רבים.
 - ז) בדיקות חימום על פני גנטורים ומנועים חשמליים.
 - ח) בדיקות חום במעגלים אלקטרוניים מוכללים.

הצלחות חברות החשמל בעולם השנים האחרונות

בשימוש במכשיר תרמוגרפי היו בשני תחומים:

סריקה של קוים עליים בעזרת מסוק, דבר הניתן להעשות עקב הקליטה המהירה והברורה של התמונה המתקבלת, אשר הביא לחיסכון בתפעול ובהעברת אנרגיה.

בתחנות כח, השימוש במכשיר תרמוגרפי הוא רחב מאוד.

בדיקת סטטורים של גנטורים לשם קביעת מדיניות שיפוץ, הבדיקה מתבצעת על ידי דימוי שטף מגנטי בליבת הסטור, בעזרת ליפוף הליבה בכבלי מתח גבוה, הזרמת זרם משנאי עזר או טורבינת-גז בכבלים אלו. הכנסת מצלמה על עגלה נעה עם בקרה מרחוק וצילום החריצים. במקומות שבהם הבידוד בברזל ליבת הסטור פגום, נוצרים זרמי מערבולת גבוהים יותר ונקודה זו מתחממת. קיימים קריטריונים של גובה טמפרטורה המהווים שיקול במדיניות האחזקה. התמונה הברורה, וריגשות גבוהה של המכשיר בהבחנה להפרש טמפרטורות, מהוות כלי עזר בתיקון מהיר ומדויק של הגנטור.

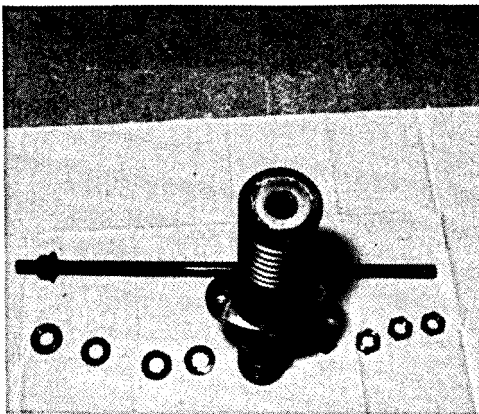
בדיקת צנרת מובילה נוזלים וגזים בטמפרטורות שונות, אשר בהם ניתן להבחין בבידוד פגום או בדליפה הזעירה ביותר.

בדודי קיטור סורקים את הדפנות החיצוניות של הדוד, ברגע שמגלים מקור חם חריג, היכול לנבוע עקב דליפת חום מבידוד פגום, או פגם בצינור אשר יש לו דליפה אל דופן הדוד.

לבדיקת **מאגרי פחם**, סורקים ערמות פחם כדי למנוע התלקחות ערמות, אשר מתחממות יתר על המידה, כדי לבדודם ולמנוע את הבעירה הפנימית האגורה בהם.

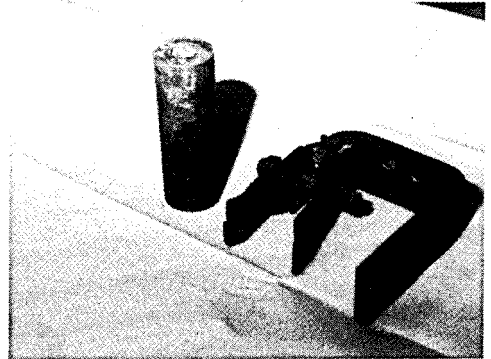
איור 3

חיבור לקוי במבדד מעבר במסדר משורין 22 ק"ו
הביא להתחממות המוט המרכזי ושינוי ציבעו.



איור 4

מגע שרוף במנתק 22 ק"ו מסוג "דל" הביא להתחממות יתר וחיבור לקוי של המנתק.



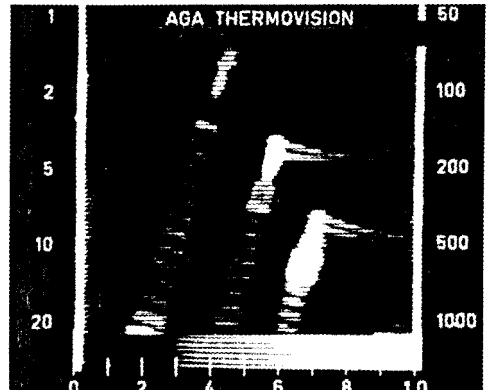
איור 5

חיבור לקוי של פסי צבירה במסדר משורין הביא לשריפת כיסוי אפוקסי של מס הצבירה.



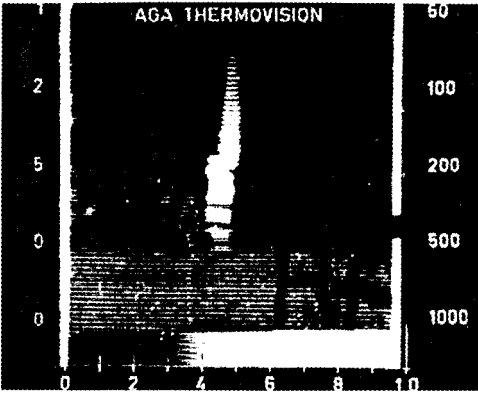
איור 6

חיבור לקוי בשתי יציאות 160 ק"ו של שנאי 285 מו"א השייך ליחידה 6 בלחנת הכח אשכול ג' באשדוד. הגוון חלבן מסמך את מקור החום הגבוה — כ-100° צלזיוס. תיקון מהיר מנע הפסקת יחידה בצורה לא מתוכננת והתמוצות מבודד השנאי.



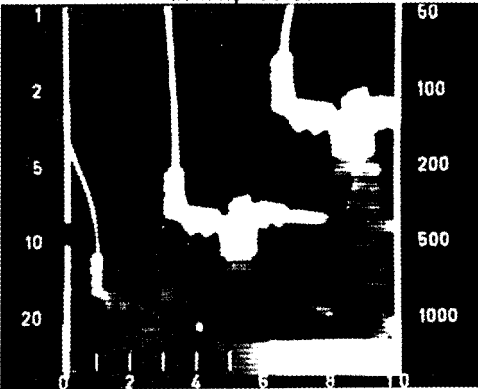
איור 7

חיבור לקוי ביציאת 18 ק"ו של שנאי עתודה 25 מו"א השייך ליחידות 2, 1 בתחנת הכח "מאור דוד" בחדרה. הגוון חלבן מסמך את מקור החום הגבוה — כ-140° צלזיוס. בזמן התיקון נתגלה החיבור השרוף.



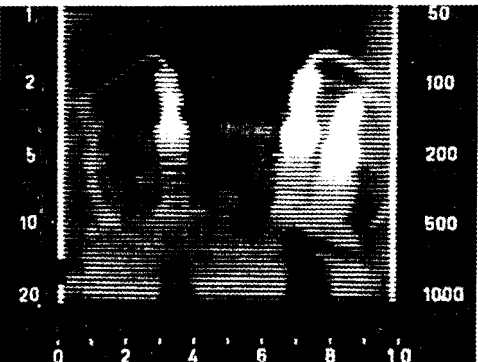
איור 8

חיבור לקוי למנתק קבלים 22 ק"ו בתחנת משנה. בזמן הבדיקה והתיקון נתגלו ברגים משוחררים וסימני קורוזיה.



איור 9

חיבורים לקויים למפסק זרם בשמן למתח 22 ק"ו. מתוצרת F.K.B בתחנת משנה. בזמן הבדיקה והתיקון נתגלו ברגים משוחררים וסימני התחממות יתר.



חומרים מתכווצים בחום עבור סגירות סופיות לכבלי מתח גבוה

אינג' אנדרי שטיינר

מבוא

שיטות העבודה בסגירות סופיות לכבלי מתח גבוה השתנו במשך 50 השנים האחרונים מקצה לקצה.

באותה תקופה היו בשימוש כבלי מתח גבוה עם בידוד ניר רווי שמן והסגירות הסופיות עבור כבלי לים אלו היו בדרך כלל עשויות מיציקה כבדה, ממולאת ביטומין ואטומות בעופרת מרוחה בין הסגירה הסופית והכבל.

עם התפתחות הכבלים עם בידוד פלסטי נמשך השימוש בסגירות סופיות קונבנציונליות. מתכני אביזרים לכבלי מתח גבוה לא קלטו מידית מהי ההשפעה של התפתחות מהירה כל כך של חומרי פלסטיים, ולמרות התקדמות הטכנולוגיה של ייצור הכבלים נשארו אביזריהם מ"הדור הישן". עד היום אפשר לראות סגירות סופיות מותקנות על כבל מתח גבוה עשויות עם מברדי חרסונה כבדים מאוד, ממולאות בביטומין. התקנתם היתה מסוכנת בהתחשב בעובדה כי לצורך הסגירה היתה נחוצה שפיכת ביטומין חם בכ-150 מעלות צלסיוס.

עם התפתחות הכבלים בעלי מעטה פלסטי לא ניתן היה לעצור התקדמות סגירות סופיות עבור כבלים אלה. הסיבה לכך נעוצה בצורך בהקלה בזמן ההתקנה, אך גם מבחינה כלכלית היו הסגירות הסופיות החדשות עדיפות. כיום מוכרות שלוש שיטות בסיסיות של סגירות סופיות למתח גבוה:

- א. סגירות סופיות על בסיס אפוקסי.
- ב. סגירות סופיות גמישות "מולבשות" בלחץ.
- ג. סגירות מתכווצות.

במאמר זה נתייחס לקבוצה השלישית של סגירות סופיות בשיטה המתכווצת. במסגרת קבוצה זאת אנו מבדילים בין שני סוגי חומרים פלסטיים:

סוג ראשון הוא חומר פלסטי, ששיטת הכיווץ שלו היא מכנית; הסוג השני מוכר כחומר המתכווץ בחום.

העקרון של שיטת ההתכווצות המכנית מבוסס על מתיחת החומרים על קפיץ והוצאת הקפיץ ממקומו, עם סיום העבודה חוזר החומר בשיטה זו למצבו ההתחלתי.

השיטה השנייה היא כיווץ בחום. הטכניקה של חומרים מתכווצים פותחה אופקים חדשים לביצוע סגירות סופיות. את הסגירות הסופיות מ"הדגם הישן" ניתן להחליף בסגירות סופיות מתכווצות במהירות וביעילות רבה ללא הבדל בסוג ההתקנה (חיצוני או פנימי). חומרים מתכווצים בחום מבוססים על פולימרים תרמופלסטיים שקיבלו טיפול הצלבה (CROSSLINKING)

אינג' א. שטיינר — הרשת הארצית, חברת החשמל.

עלידי הקרנה של אנרגיה גבוהה. באמצעות טיפול זה מקבל החומר תכונות אלסטיות, כגון זכרון וזאת מעל נקודת ההתרככות של החומר.

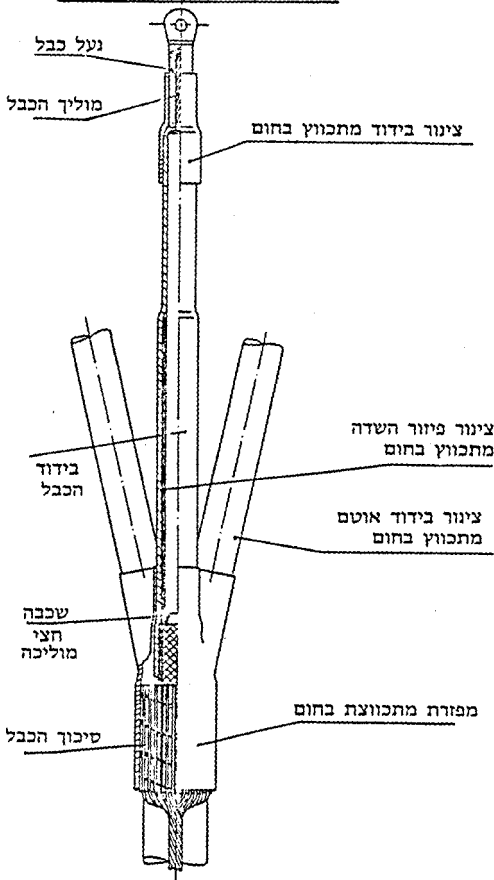
תהליך ההצלבה מבוסס על הורדת אטומי מימן משרשראות הפולימרים וקישור בין השרשראות עם אטומים חופשיים ביניהם. התוצאה היא שבטמפרטורת הגבוהות בנקודת ההתרככות מתנהג החומר כמו גומי. נתונים אלה מאפשרים לתת לחומר צורה מסוימת בטמפרטורה רגילה ואחר כך עלידי חימום ניתן להחזירו למצבו הקודם.

נתונים חשמליים, תרמיים או כימיים ניתן לשפר עלידי הוספת חומרים המתנגדים לשריפה, חומרים לא רעיי לים וכו'.

חומרים אלו מעובדים לצורת צינורות או "מפזרות" (ראה שרטוט 1), שניתנים לשימוש כחלקים שונים של סגירות סופיות ואפשר לבנות מהן מערכות שונות, להתקנות חיציניות או פנימיות.

שרטוט 1

סגירה סופית מתכווצת בחום עבור כבל תלת גידי



סגירות סופיות למתח גבוה מ"הסוג הישן".

השיטה הקלאסית של סגירות סופיות למתח גבוה התבססה על כבלים עם בידוד ניר רווי שמן. סגירות אלו היו בנויות מתיבות יציקה, אשר אטמו את הכבל והיו ממולאות בשמן או בביטומין. החיבורים החיצוי ניים של הסגירות הני"ל בוצעו בעזרת מבדדי מעבר מהרסינה, המחוברים ישירות לתיבות היציקה. על מבדדי החרסינה הוטלו כמה תפקידים, כגון: בידוד החיבור, תמיכת החיבור החיצוני, שמירה על מרחק הזליגה והגנה בפני השפעות סביבתיות.

לכבלים תלת גידיים וגם לכבלים בעלי סיכון לכל גיד היה צורך לבנות קונוס פיזור השדה בקצה הסיכון בצור רת משפך. תשתית קונוס זה היתה בנויה מניר בעל נתונים דומים לגור הבידוד של הכבל והקונוס עצמו היה עשוי מליפופי מוליך נחושת מעל התשתית.

בכבלים למתח נומינלי קטן מ-15 ק"ו היה הסיכון משותף לשלושת הגידים. בתנאים אלה לא היה צורך בבנית קונוס פיזור השדה.

במשך הזמן החליפו סוגי פלסטיק שונים את הבידוד בניר רווי שמן לכבלי מתח גבוה. כיום החומרים הפלסטיים המקובלים ביותר כבידוד לכבלים למתח גבוה הם: פוליאטילן ופוליאטילן מוצלב. חומרים אלו מתאימים מכל הבחינות לסגירות סופיות מתכווצות בחום, יחד עם זאת קיימות גם כיום סגירות מתכווצות בחום, שניתן להתקנים על כבלי מתח גבוה עם בידוד ניר רווי שמן.

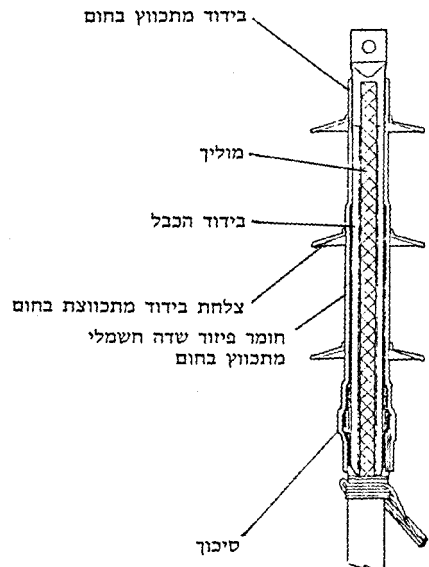
סגירות סופיות עשויות מחומר מתכווץ בחום

ברור שנוח להחליף סגירה סופית עשויה מיציקה כבדה, מצוידת במבדדי חרסינה שבריים, שדורשת מילוי שמן או ביטומין, בסגירה סופית חדשה שהינה פשוטה להרכבה ולשימוש, וזולה יותר ומתאימה יותר לתנאים הסביבתיים. חומר פולימרי, בעל תכונות חשמליות, תרמיות, מכניות וכימיות טובות יכול לענות לדרישות אלו.

בחירת סגירה סופית מתאימה דורשת בדיקה יסודית של הנתונים של סגירות סופיות בשלושת המישורים הבאים:

שרטוט 2

סגירה סופית מתכווצת בחום



בידוד חיצוני

ידוע, שרוב החומרים הפולימריים עומדים בתנאים סביבתיים קשים כגון אור מזוהם, אך הבעיה המשווית תפת של רובם היא יצירת נתיב גרפיט על השכבה החיצונית של החומר בזמן של פריצה חשמלית. גרפיט זה יכול לגרום לזליגה ובשלב שני גם לפריצה חשמלית מלאה. תופעה פחות ידועה של חומרים פולימריים היא ארוזיה (התזזה) של חלקיקים קטנים מן השכבה החיצונית. תופעה זאת גורמת להחלשת החומר ולפריצה במשך הזמן.

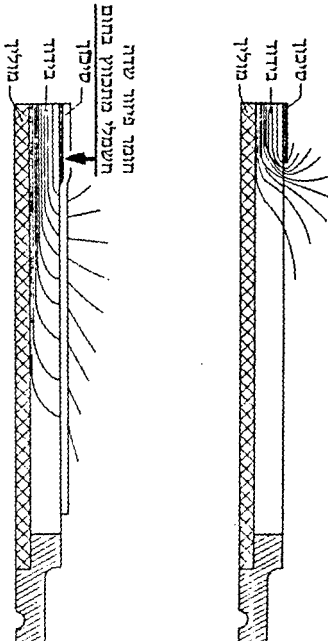
בדיקת התכונות של חומרים פלסטיים שונים במעבדה בתנאים סביבתיים הזהים לאלו שפוגעים בחומרים הפלסטיים נותנת תמונה על עמידותם במתחים שונים. הבדיקה המקיפה היא לפי תקן אמריקאי ASTM D2303. לפי בדיקה זאת דיגמת החומר מורכבת בזווית של 45 מעלות בין שתי אלקטרודות בתנאים אטמוספריים קשים ביותר. המתח ההתחלתי על האלקטרודות הינו 1.5 ק"ו ומעלים אותו בהדרגה (בקפיצות של 0.25 ק"ו) עד לפריצה. בטבלה הבאה נתונים גורמי הפריצה עבור חומרים שונים:

חומר	מתח פריצה	גורם פריצה
פוליוניל כלוריד	1.5 ק"ו	גרפית
פוליאטילן	6 ק"ו	שריפה
גומי סיליקון	2 ק"ו	גרפית
גומי בוטיל	1.5 ק"ו	גרפית
פוליאטילן מוצלב	6 ק"ו	ארוזיה + שריפה
חומר מתכווץ בחום	6 ק"ו	ארוזיה

שרטוט 3

כבל עם סגירה סופית ופיזור שדה חשמלי

כבל ללא פיזור שדה חשמלי



פיוזר השדה החשמלי

את בעיית פיוזר השדה החשמלי הקיים בקצה הסיכון של כבלי המתח הגבוה מנסים לפתור ע"י הורדת ריכוז קווי השדה החשמלי באמצעות קונוס פיוזר השדה, שמטרתו להרחיק את קצה הסיכון ממרכז הכבל בצורה רה הדרגתית. כל הטכניקות לבנית קונוס פיוזר השדה עלולות לגרום להחזרת בוטות אויר לאזור בידוד הכבל, בשגורמות במשך הזמן ליוניזציה, שריפה ולבסוף להרס הסגירה הסופית.

לאחר נסיונות רבים בחומרים מתכווצים בחום התברר, שהשיטה הטובה ביותר היא בנית צינור מתכווץ בשיי לוב עם חומרים המאפשרים בנית השדה הכולל התנגדות וקיבוליות כלפי הכבל. צינור זה מפזר את השדה החשמלי באופן שווה לכל אורכו, ללא צורך בהרחקת קצה הסיכון ממרכז הכבל. צינור זה הוא בעל התנגדות של 10¹⁰ אום עם חזירות מנגטיית של 25. צינור רות אלה מיוצרים כיום בצורה סטנדרטית עבור סגירות סופיות עד 45 ק"ו.

השוואת תוצאות בדיקה שנעשו בכבל חד-גידוי בעל בידוד פוליאתילן החלו התפרקות המתח ללא קונוס ב"ק 4¹ ואילו בצינור מתכווץ בעל תכונות של התנגדות גבוהה החלו התפרקות המתח ב"ק 18¹.

כאשר מדובר בכבלים תלת גידיים, בעלי סיכון משותף לשלושת הגידים, קיימת בעיה קונסטרוקטיבית לבנות צינור מתכווץ, כאשר מצד אחד נכנס כבל תלת-גידוי וכצד השני יוצאים שלושה גידים. הפתרון שנמצא לביצוע זה הוא באמצעות מפרדות מתכווצות בעלות התנגדות קטנה, המאפשרות את העברת הסיכון המשותף מהכבל כולו אל כל אחד משלושת הגידים הבודדים.

אטימות

בעיה נוספת הקיימת בסגירות הסופיות היא לבנות מערכת אטימה, שאינה מאפשרת חדירת לחות ומגינה גם מבחינה מכנית על הכבלים בפני תקלות ברשתות חשמל.

דבק, צריך להבטיח אטימות טובה, צריך לעמוד בדרישות חשמליות, מכליות וכימיות וזאת בתנאי עבודה קשים ביותר. הדגם החדש, שפותח עבור סגירות סופיות מתכווצות בחום, הוא דבק בצורת סרט המלו"ף על הכבל בכל מקום שבו דרושה אטימה. כאשר הסגירה הסופית מכווצת על הכבל הסרט ניתן בחום והופך להיות צמיגי וממלא את כל החללים המחייבים אטימה בסגירה. לאחר קיורו מהווה דבק זה אטימה מוחלטת. סרט הדבק עשוי מחומר "מוצלב", ואינו מאפשר את מתיחתו במצב קר. כמו כן עומד הסרט מבחינה חשמלית, במתחים חשמליים גבוהים במידה זהה עם חומר הסגירה הסופית.

בדיקות של סגירות סופיות

כל סגירה סופית נמצאת בתהליך הבדיקה במערכת סגורה, בתנאי עבודה הקשים ביותר. את הבדיקות אפשר לחלק לשלוש קבוצות:

בדיקות חשמליות

הנתונים החשמליים של הסגירה הסופית במשך כל אורך החיים חייבים להיות מתאימים לרמה כזו, שתאפשר לסגירה לעמוד בכל התנאים ובכל מצבי העבודה.

מתח פריצה

בדיקות מתח הפריצה של סגירות סופיות נעשות, כאשר הן מותקנות על כבלים בעלי בידוד פלסטי עד 45 ק"ו. שמן וגם על כבלים עם בידוד פלסטי עד 45 ק"ו. עמידה במתח הפריצה של הסגירות הסופיות חייבת להיות לפחות באותה רמה המתאימה לכבלים עליהם מותקנות הסגירות.

בעיה מיוחדת היא התקנת סגירות סופיות מתכווץ

צות בחום על כבל עם בידוד ניר רווי שמן. שילוב של חומר פלסטי עם שמן כבלים גורם בדרך כלל להתפרקות חלקיות קטנות במתח עבודה רגיל. מסיבה זו יש להשתמש רק בכבלים עם בידוד ניר רווי שמן מסוג "לא נויל" לעבודות עם סגירות סופיות פלסטיות.

עמידה במתח

בדיקות כמותית במתח בכבלים נעשית בדרך כלל כאשר מתח הבדיקה הוא פי 2.5 גבוה יותר ממתח העבודה.

בדיקות זהות נעשות גם על סגירות סופיות שמותקנות על כבלים עם בידוד ניר רווי שמן וגם עם בידוד פלסטי.

בדיקות בהלם מתח

התקן קובע עבור סגירות סופיות מתח הלם של 95 ק"ו עבור כבלים המיועדים לעבודה ב"ק 13.2, 125 ק"ו עבור כבלים של 22 ק"ו, ו"ק 170 ק"ו עבור כבלים של 33 ק"ו.

בבדיקות מרגמיות של סגירות סופיות מתכווצות בחום התברר, שהסגירות הסופיות עמידות לפחות ב"ק 10% יותר, מדרישת התקן וזאת גם בהלם חיובי וגם בהלם שלילי.

רמת בידוד

רמת הבידוד של סגירות סופיות מתכווצות בחום נבדקת על דגמים עם התקנה חיצונית.

בבדיקה הוכנסו הסגירות הסופיות לאמבטיה של מים ולאחר מכן הועמסו במתח שנמצא שווה ל-150% ממתח העבודה שלהן. הבדיקה נמשכה 4 שבועות והשוואת התוצאות לפני ואחרי הבדיקה לא העלתה שום שינויים משמעותיים ברמת הבידוד.

בדיקות שדה

תחת המושג "בדיקות שדה" מתכוונים לעמידה של הסגירות הסופיות בהשפעות החיצוניות של סוגי זיהומים שונים באויר, כגון: אפר, גשם, שלג, קרני שמש וכו'.

כל סוג של חומר שממנו עשויה הסגירה הסופית מתנהג ומגיב בצורה שונה על ההשפעות החיצוניות העלולות לגרום במשך הזמן לפריצה בסגירה הסופית.

סגירות סופיות מתכווצות בחום בנויות מחומר בעל כושר "דחיה" לאבק כאשר הסגירה נמצאת תחת מתח. נתון זה מאפשר להתקין את הסגירות הסופיות מסוג זה תוך כטחון מירבי במקומות הבעייתיים ביותר.

סגירות סופיות אלו נוסו במכרות ברזל בשבדיה, כאשר המקום היה מלא אבק מתכתי. ניסוי זה הוחל לפני כ-15 שנה וכל הסגירות עובדות עד היום.

גם בארץ קיים ניסיון מצטבר של כ-10 שנים בסגירות סופיות אלו, כולל בהתקנה חיצונית באיזור חוף הים, בו אחוז המלח גבוה ביותר.

התקנה ושימוש

סגירות סופיות מתכווצות בחום פותחו במיוחד בהתחשב בעובדה, שכל הסוגים של הסגירות הסופיות יות מ"הדור הישן" דורשות עבודה קשה, שמתמ"שכת זמן רב ודורשת מיומנות גבוהה מצד המתקין. הסגירות הסופיות החדשות פשוטות להתקנה, חוס"כות זמן ומהוות צעד גדול בהתפתחות חלוקת האנרגיה בעולם.

סיכום

סגירות סופיות מתכווצות בחום ניתנות להתקנה בכל סוגי הכבלים למתח גבוה הנמצאים בשימוש בארץ, עבור כבלים חד גידיים או תלת גידיים, עם בידוד ניר רווי שמן או בידוד פלסטי. התקנתם פשו"טה, קצרה, חסכונית ונקיה ביותר.

דרישות בטיחות למכונות המופעלות בחשמל והמיועדות לשימוש משרדי*

אינג' אמיל אנגל

השימוש בחשמל מהווה סכנה מתמדת שאיננה גלויה לעין, אולם זו הופכת למינימלית כשנוקטים את כל אמצעי הזהירות.

בייצור מכשירי חשמל, לרבות מתקנים חשמליים, יש להקפיד הקפדה יתרה בהענקת בטיחות מקסימלית למשתמשים בהם, כדי שלא ייפגעו בדרך כלשהי. עיקרון זה נועד לשמש כסיס לקביעת דרישות בטיחות מנקודת מבט הנדסית. אולם ההיבט ההנדסי הוא רק אחד מההיבטים, שיש להביאם בחשבון. היבטים אחרים יכולים להיות הסתברות של ליקויים, הסתברות של מגע בחלקים חיים או מגע בחלקים פגומים, היחס שבין מתח מגע צפויים לבין מתח מגע המתהווים כתוצאה מליקויים. כאשר נוגשים לקבוע דרישות בטיחות, יש לשקול בזהירות את כל ההיבטים הללו, את האפשרויות הטכניות ואת הניסיון המעשי שורכש.

V 400 או כאילו נועדו לתדר 50 הרץ.
(ב) כן צוין, כי למכונות יש לצרף גיליון הדרכה ובו הוראות שימוש, הוראות טיפול והוראות אחזקה בטיחותית, בשפה העברית.

(ג) ולבסוף, סעיף מיוחד, הודן בדרישה לבדיקות אינדיווידואליות ואימותן; הבדיקות, המפורטות במור סף לתקן, מיועדות לגלות שיוויים בחומרים או בייצור, העלולים להפחית מרמת הבטיחות של המכונות; בדיקות אלה אינן פוגעות בתכונותיהן של המכונות או בבטיחותן וכל פריט במכונה ייבדק לפיהן לאחר ייצורו. על היצרן או היבואן או באיכותם, לצרף לכל מכונה הצהרה חתומה עלידי הבדוק, שיצוין בה כי המכונה נבדקה בבדיקות האינדיווידואליות ועמדה בהן; הצהרה זו אינה משמשת הוכחה כי המכונה עמדה בכל דרישות התקן.

מכון התקנים הישראלי או בודקים מטעמו בלבד, יאמתו את הבדיקות האינדיווידואליות לפי הנוהל המתואר בתקן.

וכעת לתקן הבין-לאומי עצמו, אשר אושר, כאמור לעיל, כתקן ישראלי.

נכללו בתקן פרטים לגבי הסימון, הוראות מבנה, הוראות לגבי יציבות וכן הוראות לבדיקות, שהמכונה צריכה לעמוד בהן. אלה, בתוך השאר, הן כמה מדרישות הבטיחות שצוינו בתקן:

1. בתקן נקבעו כללי מיון אחדים, המבחינים בין מיני המכונות השונות. אחד הכללים קובע כי מבחינת השייך, טה, המשמשת להגנה מהלם חשמל, יש שלושה סוגים של מכונות.

בסוג האחד (I) — משתמשים לחיבור כל חלקי המתכת הנגישים למסת האדמה (שיטת ההארקה);

בסוג האחר (II) — סומכים על הגדלת הבידוד ומשתמשים בבידוד מוגבר או בבידוד כפול ומקטינים בכך את הסכנה של פריצה;

ובסוג הנוסף (III) — סומכים על הקטנת הזינה מתחת לערך שהוגדר "מתח בטיחות נמוך מאוד". אין התקן קובע עדיפות לשום שיטה משיטות אלה, אך נאסר השימוש במכשירים שאינם סומכים.

המספרים, המציינים את הסוגים השונים של דרגות ההגנה, אינם מיועדים לציין את רמת הבטיחות של המכונה, אלא לציין את האמצעים להשגת רמת בטיחות זו.

2. הוראה אחרת בתקן קובעת, שבמכונה לא יהיו פתחים שגודלם מאפשר גישה לחלקים המסוכנים המצויים בתוכה. את הבדיקה עורכים בעזרת מכשיר הקרוי "אצבע בדיקה" (הדומה לאצבעו של האדם); הבדיקה נעשית בניסיון להחדיר את האצבע דרך הפתחים שבמעטפת המכונה.

תקן ישראלי חדש, ת"י 1121, שפורסם לאחרונה, דן בדרישות הבטיחות, החלות על המכונות המופעלות בחשמל והמיועדות לשימוש במשרדים, בחנויות, במחסנים או במקומות דומים. התקן נועד למנוע מקהל המשתמשים תקלות בשעת השימוש.

להלן דוגמות של מכונות משרד, שתקן זה חל עליהן; מכונות כתיבה, מכונות חישוב, קופות רושמות, מכונות ניקוב, מכונות שכפול, מכונות צילום, מכונות להעתקת מסמכים, מכונות תיוק, מכונות הקדנה, מכונות למיקרוגרפיה (זיעור) וכו'.

בהתאם למדיניות השתלבות התקינה הישראלית בתקינה הבין-לאומית, החליטה ועדת התקינה ל"דרישות בטיחות למכונות חשמל לשימוש משרדי" לאשר כתקן ישראלי את התקן של הניציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה IEC 380.

תקן זה הוא תולדה של פעולה, שהוחל בה לפני כ-15 שנה בניציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה.

מהדרתו הראשונה הוצאה לאור בשנת 1972, ובשנת 1977 הוצאה לאור מהדרתו הנוכחית, מעודכנת ומורחבת.

עבודתה של הניציבות הבין-לאומית ה"ל מתרכזת בעיקרה למניעת הסכנה הכרוכה בשימוש בחשמל.

לנגד עיניה של ועדת התקינה הבין-לאומית היו כמה נקודות שהושגתו עליהן הוראות התקן: על המכונות להיות מוגנות כהלכה מסיכונים הנובעים מהחשמל, מסיכונים הנובעים מפעולתן המכנית ומסיכונים העלולים להופיע כתוצאה מהתחממותן.

על המכונות להיות חזקות כדי עמידה בפני טרחת העוללות להתנהות במשך השימוש בהן לאורך ימים.

התקן של הניציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה IEC 380 הוא מקביל לתקן בין-לאומי אחד, IEC 355-1, המשמש כסיס לתקן הישראלי ת"י 900, הודן בכללי בטיחות למכשירי חשמל למיניהם, המיועדים לשימוש ביתי ולשימושים דומים.

בתקן הישראלי הוכנסו שינויים כמפורט להלן, וזאת לאור התנאים השוררים בארץ וצרכיה המיוחדים:

(א) צוין, כי למכונות, המשווקות בארץ והמיועדות לחיבור ישיר לזינה (לרשת החשמל הציבורית), יהיה המתח הנומנלי V230 אם הן חד-מופעיות, או V 400 אם הן רב-מופעיות, והתדר 50 הרץ.

מותו לחבר לרשת הציבורית מכונות בעלות מתחים ותדרים אחרים וזאת לאחר שנבדקו במתח ובתדר הנקובים לעיל, כאילו סומנו במתח V 230 או "מתח מתי" — כתביעת של מכון התקנים הישראלי.

אינג' א. אנגל — רכז תקינה ראשי במכון התקנים הישראלי, מרכז את עבודותיה של ועדת התקינה לדרישות בטיחות של מכונות משרדיות.

6. בסעיף נוסף נדונו הדרישות החלות על מעגל ההארץ קה, שחשיבותו ניכרת בהיותו שומר על הבטיחות בשעת השימוש במכונה.

7. סעיפים אחרים חלים על החלק המכני של המכונה; חלק זה, שאינו פעיל בביצוע התפקיד שהמכונה נועדה לו, הוא חלק חשוב של המכונה בהיותו מגן על המכונה ומונע פגיעה בביצועה של המכונה כשהיא מוטרחת במאמצים מכניים. אחת הבדיקות היא יציבותה של המכונה: מכונה, המיועדת לעמוד על הרצפה או על השולחן, לא תתהפך כשמטים אותה.

8. הסעיפים האחרונים של התקן דנים במבחנים מיוחדים לגבי סכנת שרפה, אש או נתיבות על חומרים מבודדים; כן פורטו דרכים לבדיקת החלקים הברזליים ועמידתם בהחלדה.

חשיבות רבה נודעת לתקן זה בהיותו זהה לתקן הבין לאומי; הדבר יקל על היבוא ועל היצוא של מכרזות אלה, ואם יסומנו ב"תרתקן", אין ספק שיתקבלו במדינות חוץ ללא היסוס.

יש להניח, שהתקן יוכרז כרשמי (*), ומיותר לציין, כי מכונה המתאימה לדרישות ת"י 1121, היא מכונה בטוחה בשימוש ותחזיק מעמד זמן סביר.

3. מניעת הסיכונים, הנובעים מליקויים בבידוד, נבדקת במדידת זרם הדלף ועלידי ניסוי של פריצת הבידוד כשהמכונה מופעלת; תכונות בידוד אלה משתנות עם שינוי הטמפרטורה ולכן יש לחזור על בדיקות אלה אחרי התקררות המכונה.

4. סעיף אחר דן בפעולת המכונה בתנאי פעולה לאיתקניים; מכונה עלולה לפעול ללא תקלה בהתקני הבקרה. בתנאים אלה, אם החלק הפעיל של המכונה הוא גוף חימום, עלולה המכונה להיזקק עקב עליית הטמפרטורה; לדוגמה, מכונה ובה מונע עלולה להיזקק עקב עציירה לא-צפויה של המנוע. ההוראות שצוינו קובעות, שהטמפרטורה לא תעבור מעבר לגבול מסוים ומעטפת המכונה לא תיזוק באופן שהסכנה תגבר.

5. הוראות אחרות דנות במניעת הפרעות רדיו וטלויזיה וברכיבים השונים, הכלולים במכונה, בחיבור ליונה, בתיוול הפנימי ובהדקים, המשמשים לחיבור שבין מוליכי כו היונה לבין המעגל הפנימי.

(*) שר התעשייה והמסחר רשאי עלי- החוק להכריז על תקן ישראלי ככל תקן רשמי. במקרה כזה אסור ליצר, לשווק, לייבוא או לייצא מוצרים שאינם מתאימים לדרישות התקן. המפר אסור זה מפר את חוק המדינה.

מה חדש בתקנית

תקנים ישראליים חדשים בהנדסת חשמל שפורסמו לאחרונה

ת"י 994 חלק 1 - מזגני אוויר לחדרים: דרישות בטיחות חשמליות

Room air conditioners: electric safety requirements
(גיליון תיקון לתקן מיולי 1978, ג"ת 1 ממאי 1980 וג"ת 2 מיולי 1982)

בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בכותרת התקן ובסעיפים המתייחסים לחלות התקן, הוראות כדיקה כלליות, סימון וכותרת הפעולה.

ת"י 994 חלק 2 - מזגני אוויר מפרזלים: דרישות בטיחות חשמליות

Split air conditioners: electric safety requirements
(גיליון תיקון לתקן מינואר 1980, ג"ת 1 ממרס 1980, ג"ת 2 מיולי 1982)

בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בכותרת התקן ובסעיפים המתייחסים לחלות התקן, הוראות כדיקה כלליות, סימון וכותרת פעולה.

ת"י 757 - כלי עבודה חשמליים מיטלטלים המוחזקים ביד: דרישות בטיחות - כללי

Portable electrical hand-tools: safety requirements - general
(גיליון תיקון לתקן מנובמבר 1970 וג"ת 1 מספטמבר 1977)
בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בסעיף המתייחס לכותרת הפעולה.

ת"י 474 - כבלים, פתילים ומוליכים מבודדים חשמליים למתח נומינלי עד 1000 וולט: שיטות בדיקה

Electric cables, cords and insulated conductors for nominal voltage up to 1000 volts: methods of testing
(גיליון תיקון לתקן מיוני 1973, ג"ת 1 מספטמבר 1978 וג"ת 2 מפברואר 1980)

בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בסעיפים המתייחסים למתח הפריצה בזרם חילופים. בסוף פרק ד' נוספו שלושה סעיפים חדשים.

ת"י 32 תקעים ובתי תקע חשמליים לשימוש ביתי ודומה עד 16 אמפר

Electric plugs and socket-outlets for domestic and similar purposes, up to 16A
(גיליון תיקון לתקן מאפריל 1978 ובא במקום ג"ת 4 מדצמבר 1978)

בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בסעיפים המתייחסים לסימון, דרישות כלליות, הגנה מפני הלם חשמלי, תארה, מידות המבטיחות חלשים והיתקע קבועים וכו'.

ת"י 547 - כבלים חשמליים מבודדים מפוליוניל כלורי עד 1000 ו'

PVC insulated underground cables for voltage not exceeding 1000 volts
(גיליון תיקון לתקן מאוגוסט 1980 וג"ת 1 מאפריל 1981)

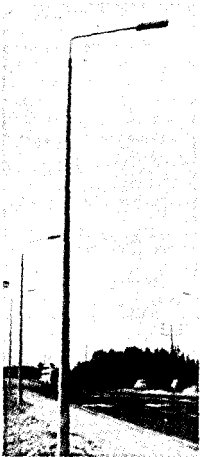
בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בסעיפים המתייחסים להגדרות, לסימון, למעטה פנימי, לעמידות במתח פריצה בזרם חילופים וכו'.

ת"י 583 - שמיכות, כריות ומזרנים מחוממים חשמלי

Electrically heated blankets, pads and mattresses
(גיליון תיקון לתקן ממרס 1983)
בגיליון תיקון זה הוכאו שינויים בכותרת התקן ובסעיפים המתייחסים למיון, הסימון, החווק המכני וכו'.

ת"י 717 חלק 1 - רתכות בקשת חשמלית: ספקי זרם

Electric arc welding machines: power supplies
(בא במקום הפרקים א', ב', ג' של התקן מנובמבר 1968)
תקן זה חל על ספקי זרם לרתכות בקשת חשמלית, המספקות זרם ישר או זרם חילופים כהתליכים שלהן; ריתוך באלקטרודות מצושות, ריתוך אוטומטי במיגון גז, ריתוך אוטומטי למחצה במיגון גז וריתוך במיגון אבקה. בתקן פורטו הוראות לגבי תנאי שירות, מתח ריקם ומתח הריתוך, הנצילות, מקדם ההספק, התארה, חומרים מבודדים, הגנה מפני הלם חשמלי וכו'.



תקן ישראלי חדש לעמודים מפוליאסטר מוזין למאור דרכים* אינג' זיוה פתיר

לאחרונה פורסם תקן ישראלי חדש ת"י 1122 - עמודים למאור דרכים וזרועותיהם העשויים מפוליאסטר מוזין.

ועדת התקינה לעמודי תאורה התלבטה קשות עד לניסוחו הסופי של התקן. הבעיה נבעה מהצורך להכין תקן למוצר חדשני, שהניסיון בשימוש בו היה מוגבל ועדיין ניטש ויכוח על ההצדקה בקיומו.

א. החומרים - התקן דורש שימוש ברפוי פוליאסטר עמידים בגורמי אקלים. שכבת הפוליאסטר החיצונית צריכה להיות בטולת סיבים ועוביה 0.4 מ"מ לפחות. השכבות הפנימיות של הפוליאסטר יורגו בסיבי זכוכית, או בגדילי זכוכית או בברד זכוכית (או בשלושתם יחד) העשויים מזכוכית ממין E. חומרי היוזן יהיה מאושפדים בחומר מקשר מתאים, המבטיח הידבקות טובה בין חומרי היוזן לבין השרף. מותר להשתמש במלאנים ומוספים מתאימים. הכלייה באור של המוצר נבדקת על שרף בלא תוספת סיבים והדרישות הן ירידה מקסימלית של 20% בתכונות מכניות מסוימות.

ב. בטיחות - סעיף זה טרם סוכם. התברר, שאין הצדקה לטפל במיוחד בבטיחות במקרי התנגשות כעמודי פוליאסטר. תכונה זו היא בעלת חשיבות עליונה לכל עמודי התאורה ולכן תסופל במסגרת תקן נפרד לבטיחות בהתנגשות. בינתיים מנסה הוועדה לגייס משאבים לעריכת ניסויים מקיפים בתחום זה.

ג. כפף העמוד ותסכולו - כבדיקה זו מניחים את העמוד בתנוחה אופקית ומעמיסים אותו לאורכו בעומס מחולק המוגדר בתקן. גודל העומס תלוי בכמה גורמים וכיניהם מהירות הרוח וצורת העמוד. הבדיקה מתחלקת לכפף מידי, כפף משתייר ותסכולת העמוד. יש דרישות לגבי הכפף המידי לאחר שתי דקות. מגדילים את העומס וכודקים את הכפף המשתתיר לאחר הסרתו של העומס. בשלב השלישי מגדילים את העומס וכודקים אם העמוד נשבר או שהופיעו בו סדקים ופגמים אחרים.

קביעת העומסים הנדרשים בבדיקה התבססה על חישובי תוכן ומקדמי ביטחון מתאימים.

מכחנו של התקן יהיה בשימוש בו. רק אז נוכל לבדוק אם התקינה לא היתה תקינת כוסר, כפי שחששו חלק מהחברים בתחילה.

אין לי ספק, שהכנת תקן כזה תקל על ועדות תקינה אחרות בעבודתן לעריכת תקנים למוצרים אחרים העשויים פוליאסטר מוזין.

בהעדר תקנים מארצות אחרות, שבהם אפשר היה להיעזר, עמדו בפני הוועדה שתי אפשרויות:

1. "לתפור" את התקן לפי המוצר המקומי.
2. להכין תקן שיהיה מבוסס על עקרונות תכנון של עמודים קלים למאור דרכים, אגב התחשבות מרבית בטיבו של חומר הגלם וכדרישות הבטיחות והאיכות של העמוד.

הוועדה בחרה באפשרות השנייה. כן התחשבה הוועדה בדעותיהם של מומחים רבים, שעזרו לה במהלך עבודתה בתחומים כמו: חומר הגלם (פוליאסטר וחומרי היוזן), תכן ובטיחות. מחד גיסא, צריך העמוד להחזיק מעמד במשבי רוח עזים וזאת בהתאם לאזורי הרוחות השונים בארץ ומאידך גיסא, צריך העמוד לענות על דרישות הבטיחות ולאפשר פגיעה מינימלית בנפש וברכוש בשעת התנגשותם של כלי רכב בעמוד.

גראח הדבר כאילו דבר והיפוכו: עמוד חזק מאוד וחלש כאחד. מובן, שאפשר לחזק את העמוד ולהחלישו בכיוונים שונים.

הדגש בתקן אינו מושם על עקרונות התוכן, אם כי הם מצורפים לתקן כנספח. עיקר התקן הוא האפשרות לערוך בדיקות המתייחסות לתנאי העבודה של המוצר. התקן מאפשר עריכת בקרה מקפת ושיטתית על תהליך הייצור ועל המוצר הסופי קודם קבלתו.

תהליך הכנת התקן היה ממושך, בהיחמו כולל שלבים של דיונים בקשר לצורך בהכנת תקן למוצר. אחריכין הוכן תקן לעמודים חזקים מאוד והיה חשש, שהאספקטים הבטיחותיים ייפגעו. בשלב מאוחר יותר העמודים היו אמנם בטיחותיים, אך היה חשש ש"יעופו" ברוח.

לכסוף נמצא שביל הזהב, שבו ניתן פתרון אופטימלי לאספקטים השונים.

אציין כמה נקודות, שלהערכת י יש להדגיש בהקשר לתקן זה:

- ימתוך מת"י - כתביעת של מכון התקנים הישראלי.
- אינג' גב' ז. פתיר - רכות תקינה ראשית באגף התקינה במכון התקנים הישראלי.

תקינה בענף המנועים החשמליים*

אינג' אוטו ורנר

המנוע החשמלי הוא מוצר מוכר וידוע בענף האלקטרוטכניקה. יחד עם זאת, אנו עדים להתפתחות המתמדת ובד בבד להתקדמות התקינה הבין-לאומית בתחום זה.

מובן אפוא כי היה צורך בעדכון של שני התקנים הישראליים ת"י 298 – מנועים אסינכרוניים כלוביים (השם הקודם: מנועים אסינכרוניים בעלי רוטור כלוב) ות"י 549 – מידות המנועים החשמליים.

הרוויזיה של התקנים האלה התבססה בעיקרה על התקנים של הנציבות הבין-לאומית לאלקטרוטכניקה IEC 34 ו-IEC 72 וכן פרסומים בין לאומיים אחרים ועל תקנים ישראליים, שפורסמו בשנים האחרונות.

חשיבות מיוחדת נודעת לאחידות המינוח בכינויים של צורות המבנה ושל הגדלים וביסמוך ההדקים; וכל זאת כדי להקל על רכישת מנועים ממקורות שונים, על מכירתם לקונים שונים, על התקנתם, על חליפם תם ועל הטיפול בהם. לא פחות חשוב התיאום בין שיטות הבדיקות במעבדות שונות.

להלן עיקר השינויים במהדורות החדשות של התקנים האמורים.

בתקן הישראלי ת"י 298

מומלץ לסמן את משקל המנוע, אם הוא 500 ק"ג או יותר, את אופן ההתקנה ואת הנצילות המוצהרת.

בתקן מפורטים הכללים לסימון ההדקים, השונים מהכללים הקודמים, למשל, אם מוצאים ששה סיימי הליפופים, עדיף הסימון $U_1, V_1, W_1, U_2, V_2, W_2$, אם כי מותר עדיין לסמן באותיות $Z, Y, X - W, V, U$.

הורחבו הסעיפים הדנים במומנט ההתנעה ובבדיקות סעיפים מיוחדים מוקדשים לבדיקות הריטוט והרעש.

בתקן הישראלי ת"י 549

מלבד הרחבת הטבלות של מידות המנועים ראוי לציין את כינוי המנוע וסימניהם החדשים. הכינוי למנועים מותקני רגליים מורכב מאלמנטים אלה:

- 1) אחת האותיות L, M, S (בהתאם למרחק, הרשום בטבלה, בין המרכזים של חורי הקביעה כמקביל לציר המנוע).
- 2) משמאל לאות – מספר המבטא במ"מ את גובה ציר המנוע.
- 3) מימין לאות – מספר המבטא במ"מ את הקוטר של קצה הגל;

לדוגמה: M 28 FT 112.

הכינוי למנועים מותקני אוגן מורכב מאלמנטים אלה:

א) צמד האותיות FF או צמד האותיות FT, כלומר הצמד FF חל אם חורי הקביעה שבאוגן מפולשים ללא תבריג ואילו הצמד FT חל אם בחורי הקביעה תבריג פנמי והחורים אינם מפולשים.

ב) משמאל לאותיות – מספר המבטא במ"מ את קוטר קצה הגל.

ג) מימין לאותיות – מספר המבטא במ"מ את הקוטר של מעגל הצירים של חורי הקביעה, לדוגמה: FT 165 28.

הכינוי של מנועים המצוידים גם ברגליים וגם באוגן להתקנה, הוא שילוב של שני הכינויים, למשל FT 165 M 28 112.

כאמור לעיל, יש לסמן את הכינוי בשלט הסימון של המנוע.

התקן חל עתה על מנועים, שהספקם הנקוב מ-0.06 עד 1000 קו"ט ושמתחם הנקוב עד 6.6 ק"ו בין המופעים.

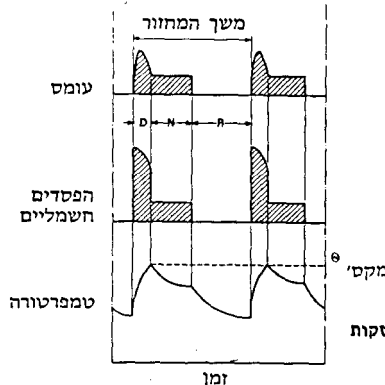
(בתקן הקודם: עד 100 כ"ס או 75 קו"ט ועד 400 וולט בין הפוות). בתקן מוגדרים שמונה מיני "עימוס" (משטר) וסימניהם (הגדרות אלה יפות לא רק לגבי מנועים

אסינכרוניים כלוביים): S1 – עימוס רצוף, S2 – עימוס לזמן קצר, S3 – עימוס מחזורי בהפסקות, S4 – עימוס מחזורי בהפסקות הכולל התנעה (ראה ציור 1), S5 –

עימוס מחזורי בהפסקות, הכולל בלימה חשמלית. S6 – עימוס מחזורי בפרקי זמן רצופים של פעולה, S7 – עימוס מחזורי בפרקי זמן רצופים של פעולה, הכולל בלימה חשמלית, S8 – עימוס מחזורי בפרקי זמן רצופים של פעולה בשינויי מהירות.

אם העימוס, שהמנוע מיועד לו, שונה מ-S1, יש לסמן את העימוס על שלט המנוע. התקן קובע, כי על שלט הסימון יופיעו בתוך השאר: המלים "מנוע אסינכרוני" בעברית או בלועזית, כינוי המנוע לפי התקן הישראלי ת"י 549 –

סעיף 3 (ראה להלן), ודרגת ההגנה בהתאם לתקן הישראלי ת"י 981 (לדוגמה: IP 45).



ציור 1 – עימוס מחזורי בהפסקות הכולל התנעה (S4)

* מתוך מת"י – כתביעת של מכון התקנים הישראלי.

אינג' א. ורנר – יושב ראש ורכז של ועדת התקינה 212 למנועים חשמליים, מכון התקנים הישראלי.

הגנה קתודית – נשק יעיל במאבק נגד קורוזיה

אינג' מירון גיבלברג

נושא הקורוזיה וההגנה מפניה כבר מעל דפי "התקע המצדיע" בחוברת מס' 9 מיולי 1970. היות והמאמר דן אז בנושא בצורה מתומצתת ומרוכזת השתדלתי במאמר זה להעמיק ולהרחיב את הנושא בכדי לאפשר לחשמלאים לקבל מושג מפורט יותר בכל הקשור בקורוזיה ובהגנה הקתודית.

הקורוזיה

אחת התופעות ההרסניות ביותר בטבע היא תופעת הקורוזיה.

ניתן להגדיר תופעה זו באופן הבא:

"הקורוזיה היא תהליך של הפיכת המתכת לתחמוצות ומלחים כתוצאה מתגובה כימית עם סביבתה המיידית."

מכאן מובן שקורוזיה מוקה במיוחד לאותם אובייקטים או עצמים מעשי ידי אדם, אשר עשויים ממתכות. ככל שהמדינה מפותחת יותר והשימוש במתכות בה גובר, כך עולים גם נזקי הקורוזיה למשק המדינה. כך למשל נזקי הקורוזיה השנתיים בארה"ב נאמדים על-ידי המומחים בלמעלה מ-10 מיליארד דולר בשנה. אומדן נים אלה אינם כוללים בדרך כלל נזקים עקיפים כגון: תאונות הנגרמות כתוצאה מקורוזיה, מפגעים ונזקים למתקנים כולל הוצאתם מכלל שימוש ועוד.

גם בארץ יש לנושא הקורוזיה ולמאבק נגדה חשיבות רבה וזאת בהתייחס לשתי העובדות הבאות:

א. בהיותנו בעלי משק מפותח עם שימוש נרחב ומגוון במתכות.

ב. חלק גדול משיטחה של הארץ נמצא בקירבת הים, סביבה בה התנאים נוחים במיוחד להיווצרות קורוזיה.

הנסיון העולמי של עשרות שנים מראה כי המאבק נגד קורוזיה כדאי מבחינה כלכלית וחוסך בסופו של דבר משאבים גדולים למשק.

ככדי להבין מהן דרכי המאבק נגד קורוזיה יש לעמוד ראשית על מהות הקורוזיה עצמה.

סוגי קורוזיה, מנגנוניה ודרך פעולתה.

בהתאם לאופי הכימי של התהליך מבחינים בין שני סוגי קורוזיה עיקריים – קורוזיה כימית וקורוזיה אלקטרוכימית.

קורוזיה כימית, מהווה תהליך כימי טהור של תגובה בין מתכת לבין סביבה בסיסית או חומצית, היא נדירה יחסית ומתרחשת בתנאים מיוחדים בלבד, לכן לא נעי סוק בה כאן.

קורוזיה אלקטרוכימית מאופיינת על ידי תגובות כימי יות המלוות בוריימת זרם חשמלי בין מתכות שונות או בין חלקיה השונים של אותה מתכת, כל זאת בנוכחות סביבה אלקטרוליטית. סוג זה של קורוזיה הוא הנפוץ ביותר ומתרחש בכל סוגי הסביבה בה נמצאת המתכת: בקרקע, במים ובתמיסות כימיות, באוויר לח ואף בבטון מזוין.

מונח עברי המקביל לקורוזיה הוא שיתוך. מונח זה לצערנו לא השתרש עדיין מספיק בשפה הטכנית. על כן נשתמש בהמשך במונח הלועזי.

אינג' מ. גיבלברג – מעבדת חשמל למחקר ופיתוח, חברת החשמל לישראל בע"מ.

כאשר מתכת באה במגע עם אלקטרוליט מתפתח בינה לבין האלקטרוליט הפרש פוטנציאלים הנגרם על ידי מעבר יונים מהמתכת אל האלקטרוליט. פוטנציאל המתכת כלפי האלקטרוליט מאפיין את תכונותיה הקורוזיביות של המתכת. ככל שהפוטנציאל חיובי יותר, כך עמידה יותר המתכת בפני קורוזיה, ככל שהוא שלילי יותר כך גוברת נטייתה לקורוזיה.

סדרה גלוונית

אם נמקם מספר מתכות לפי סדר ירידת הפוטנציאל שלהן (מלמעלה למטה) נקבל טור המכונה סדרה גלוונית. (טבלה 1). מידת עמידות המתכת בפני קורוזיה בסדרה זאת ממוקמת גם היא לפי אותו סדר, כלומר מתכת כלשהי עמידה יותר מכל הנמצאות מתחתיה בטור ועמידה פחות מכל הנמצאות מעליה. בתא גלווני של שתי מתכות (ראה תרשים 1-א) תתנהג זו, שמיקומה בטור נמוך יותר, כאנודה. היא תאכל מקורו זה ותגן על ידי כך על המתכת השניה העמידה יותר בפני קורוזיה, אשר תשמש קתודה. קצב האיכול או חומרת הקורוזיה, של הראשונה וכן מידת ההגנה של השניה, כל אלה תלויים בהפרש הפוטנציאלים בין המתכות בתא גלווני כזה. סדרה גלוונית יכולה לשמש מדרך בבחירת מתכות המיועדות לעבוד בזיווג או בחיי בזר בסביבה קורוזיבית.

טבלה 1
סדרה גלוונית

↑ יותר קתודי	זהב פלטינה כסף נחושת עופרת ניקל ברזל
יותר אנודי ↓	כרום אבץ טיטניאום מגנזיום

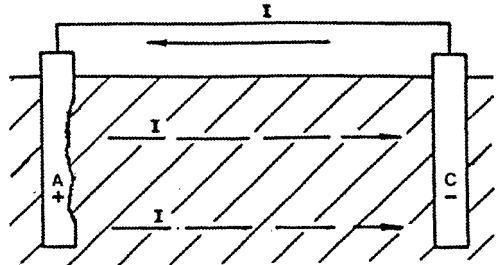
כמו כן ניתן ללמוד מהסדרה כי מתכות כגון: כסף, פלטינה וזהב הן העמידות ביותר בפני קורוזיה (זאת אגב הסיבה העיקרית לכינויין "אצילות") ואילו ברזל, למשל, שהשימוש בו במשק נרחב ביותר, הוא דווקא חלש מבחינה זו.

נהוג למדוד את פוטנציאל המתכת כלפי סביבתה באמצעות אלקטרודות מיוחדות כאשר כל סוג של אלקטרודה מותאם לסוג מסוים של סביבה קורוזיבית, כפי שמתואר להלן, לדוגמא:

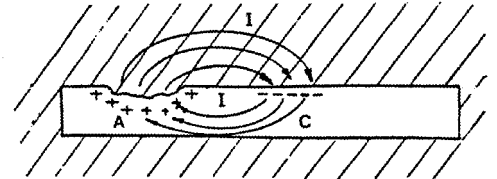
בקרקע – באלקטרודות נחושת – גפרת-נחושת.
במים – באלקטרודות כסף – כסף כלוריד.
ובים – באלקטרודות מאבץ טהור.

ברור כי פוטנציאל של אותה מתכת משתנה כאשר הוא נמדד כלפי אלקטרודות שונות. (על כן לא הובאו בסדר זה הגלווניות ערכי הפוטנציאלים של המתכות).

תרשים 1 קורוזיה אלקטרוכימית במתכות



א. תהליך בין שתי מתכות שונות



ב. תהליך במתכת אחת

קורוזיביות הסביבה

גורם שני חשוב (לאחר הפרש הפוטנציאלים) שאוחד כבר קודם, הוא קורוזיביות הסביבה, כלומר, יכולת הסביבה לדרבן קורוזיה.

כמות יונים חופשיים וכושר ניידותם, או במלים אחרות, מוליכות הסביבה, היא התכונה שקובעת בראש וראשונה את קורוזיביות הסביבה. כך למשל קרקע יבשה בעלת מוליכות קטנה יחסית, קורוזיביותה נמוכה עשרות מונים מזו של מי ים אשר מוליכותם גבוהה. מטבע הדברים יכולתו להשפיע על קורוזיביות הסביבה ולהקטינה היא למעשה מוגבלת ברוב המקרים.

דבר מעניין הוא, כי נוכחות שתי מתכות שונות אינה הכרחית להופעת קורוזיה, גם מתכת בודדה בסביבה קורוזיבית תסבול ממנה (ראה תרשים 1 ב) וזאת משתי סיבות עיקריות:

א. אי שלמות ואי אחידות במתכת הגבישית גורמות לכך שחלקים שונים על פני אותה מתכת יזוהו פוטנציאלים לים אלקטרוכימיים שונים וכך נוצר ביניהם תא גלווני בסביבה מוליכה.

ב. אי אחידות בהרכב ובתכונות אלקטרוכימיות של הסביבה עצמה גם הם גורמים לכך שפוטנציאלים של חלקי המתכת השונים כלפיה משתנים ונוצר ביניהם תא גלווני.

המסקנה העיקרית מכל הנאמר עד כה היא, כי זרימת זרם במעגל חשמלי של תא גלווני מהווה תנאי הכרחי לקיום קורוזיה אלקטרוכימית. על כן מבוססים האמצעים והשיטות למניעת קורוזיה על עקרון הפסקת זרימת הזרם בכיוון בלתי רצוי במעגל כזה.

לדוגמה - צבעים וציפויי מגן למיניהם יוצרים חיץ מבודד בין מתכת לסביבתה הקורוזיבית ומונעים על ידי כך היווצרות תאים גלווניים.

הגנה קתודית - יסודות ושיטות

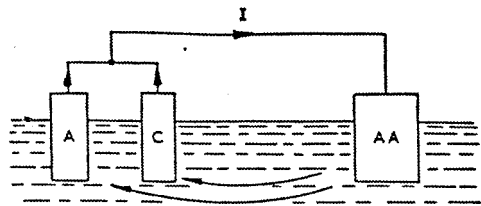
אם נהפוך את כיוון זרימת הזרם במעגל של תא גלווני את שהוא יזרום מהסביבה אל תוך המתכת נוכל למנוע את איכולה של המתכת. הדבר נעשה על ידי יצירת הפרש פוטנציאלים מלאכותי בכיוון ההפוך מהטבעי. בתהליך זה נעשית המתכת קתודית יותר (וזהו גם מקור שמה של השיטה) עד שהיא מגיעה לערך פוטנציאל

אל מסויים, הקרוי פוטנציאל הגנה, בו נפסק תהליך הקורוזיה. פוטנציאל זה מושפע גם מהרכב הכימי של הסביבה בה נמצאת המתכת.

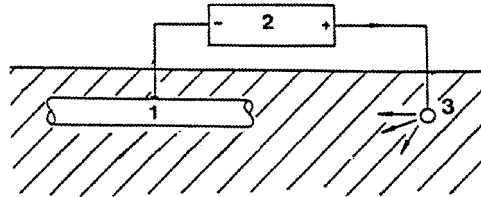
לדוגמה, פוטנציאל ההגנה של ברזל או פלדה באדמה הוא 0.85V - (כלפי אלקטרודת נחושת - גופרת נחושת)

בהתאם לסוג האמצעים המשמשים ליצירת פוטנציאל ההגנה מבחינים בשתי שיטות הגנה קתודית (ראה תרשים 2) והן:

תרשים 2 שיטות הגנה קתודית



- א. הגנה ע"י אנודת הקרבה
- A - מתכת אנודית
- C - מתכת קתודית
- AA - אנודת הקרבה



- ב. הגנה בזרם מאולץ
- 1 - המבנה המוגן
- 2 - מקור ז"י
- 3 - אנודת הזרמה

הגנה באמצעות אנודות הקרבה והגנה באמצעות זרם מאולץ

לשיטות הללו מספר יתרונות וחסרונות משלהן ובהם תאם לכך שונים גם תחומי השימוש בהן. נעמוד, איפוא, על טיבן של כל אחת מהן.

הגנה על ידי אנודות הקרבה

הגנה זו נעשית על ידי חיבור מתכת נוספת (אנודה) לזרם המיועדת להגנה (ראה תרשים 2 א).

מתכת זו נבחרת על ידי הפוטנציאל האלקטרוכימי שלה, כך שבתא הגלווני החודש שנוצר היא תאכל, ותגן בכך על המתכת המקורית.

מבחינה טכנית שיטה זאת פשוטה יחסית, אינה מצריכה ציוד יקר, מקורות אנרגיה או מעקב כלשהו. שטח הפנים של אובייקט המיועד להגנה, צפיפות הזרם הדרושה להשגת פוטנציאל והתנגדות סגולית של הסביבה - 3 פרמטרים אלה מספיקים כדי לחשב את כמות האנודות הדרושה על בסיס איבוד משקל שנתי. כל זאת, כמובן, בהתחשב בסוג האנודות ובאורך חייהן הרצוי.

לשם הבטחת רמת הגנה אחידה, חשובים מיקום האגף דות ופזיזון סביב האובייקט.

הטיפול היחיד, שדרוש לאחר התקנת המערכת, הוא החלפת האנודות מדי מספר שנים, עם גמד חייהן.

החומרים לאנודות הקרבה נבחרים בהתאם לסביבה בה הן מיועדות לעבוד. כך למשל, להגנת גוף מתכת המר תקן באדמה – משתמשים באנודות מגניאום, ובים – באנודות אבץ או אלומיניום.

מגבלות השיטה הן בעיקר באי גמישותה. הפרש הפוטנציאלים, שניתן להשיג, מוגבל ל-2 וולט, כמו כן קשה להתאים את המערכת לשוני פרמטרים של האובייקט המוגן או של הסביבה הקורוזיבית.

תחומי השימוש של השיטה – מחליפי חום, מיכלי דלק, צנורות באדמה, מתקנים מרוחקים בים, אוניות ועוד.

אחת הדוגמאות המובהקות לשימוש בשיטה הזאת היא ציפוי אבץ או גיליון של ברזל. להבדיל משאר הציפויים, תפקידו של גיליון הוא לשמש אנודת הקרבה לברזל ולהגן עליו על ידי כך.

שימוש נוסף בהגנה מפני קורוזיה על ידי ציפוי הוא במחממי מים חשמליים (בוילרים). התקן הישראלי ת"י 69.1 (מרס 1977) סעיף 204 קובע:

"מחממים העשויים פח פלדה, המיכל שלהם וחלקי המחמם האחרים, הנמצאים במגע עם המים יוגנו כראוי בפני קורוזיה. כאשר משתמשים בציפוי, יבטיח הציפוי את כל המשטחים הפנימיים, הוא לא יהיה רעיל וייער שיה מאחד החומרים האלה: אבץ, אלומיניום, חומר פלסטי, צמנט או אמאיל. צבע מכל מין שהוא לא יחשב כהגנה מספקת בפני קורוזיה. מותר להשתמש בהגנה קתודית, בתנאי שביצוע הגנה זו יבטיח את יעילותה".

הגנה באמצעות זרם מאולץ

בשיטה זו משתמשים במקור זרם ישר חיצוני כאשר המינוס שלו מחובר אל הגוף המיועד להגנה בעוד שהפז' לוס מחובר לאנודת הזרמה הנמצאת בסביבה קורוזיבית (ראה תרשים 2 ב). במעגל זה מאולץ הזרם על ידי המקור לזרום בכיוון הפוך מהטבעי וכך נמנעת הקורוזיה.

שיטה זאת מתוחכמת וגמישה הרבה יותר אך היא דורשת הן ציוד חשמלי ומקורות אנרגיה להפעלתו והן מעקב ואחזקה תקופתיים.

יחידת שני-מיישר מספקת זרם הגנה לאובייקט דרך מערכת כבלים ואנודות הזרמה. בהתאם להפרש וי-סות הזרם מבחינים בין שני סוגי מיישרים – עם ויסות ידני או עם ויסות אוטומטי. בתור מושב לויסות אוטומטי של המיישר משמש פוטנציאל הגוף הנתון להגנה. פוטנציאל זה הנמדד כאמור באמצעות אלקטרודות מיוחדות הוא הקריטריון למצבה הקורוזיבי של המתכת.

אנודות הזרמה למערכות זרם מאולץ מייצרים מחומרי רים וסגסוגות שונות בהתאם לתנאי הסביבה בה הן יפעלו, למשל באדמה – האנודות הן מגנזיום, במים ים – סגסוגות הן מעופרת או אנודות מטיטניום מצויה פה פלאטינה.

אפשרות ויסות ההספק בשילוב עם בקרת פוטנציאלים – תכונות אלו הן שבמטיחות גמישות מירבית של השיטה. משתמשים בה כאשר דרושים הספקים גבוהים או כאשר פרמטרים של המתכת או של סביבתה צפויים לשינויים, למשל, בנמלים, במתקני תעשייה כימית, במעבים של תחנות כח ועוד.

סיכונים ותופעות לואי בהגנה קתודית וכיצד למנוע אותם

בצד התועלת הרבה שבהגנה קתודית יש לה גם מספר היבטים שליליים. מודעות להיבטים הללו ונקיטת

אמצעים מתאימים ימנעו סיכונים וזיקים אפשריים ויבטיחו תיקוד אמין של המערכות במשך שנים רבות.

הגנת יתר

כאשר פוטנציאל המתכת נעשה שלילי ביותר מ-15% מפוטנציאל ההגנה שלה, עלול להגרם נזק לצבע או לצפוי המגן.

במקרה של ברזל או פלדה ניתן בדרך כלל לזהות תופעה זו לפי משקעים לבנים באזורי הגנת היתר. התופעה אופיינית להגנה בזרם מאולץ ולמניעתה יש לשמור על פוטנציאל המתכת בגבולות המומלצים.

הפיכת קוטביות

במערכות עם זרם מאולץ תגרום לקורוזיה מוגברת ולנזק חמור למבנה (כתוצאה מאי תשומת לב). יש לכן לבדוק קוטביות פעם נוספת לפני הפעלת המערכת.

נוקים למבנים סמוכים

כאשר בקרבת המבנה המוגן נמצאים מבנים מתכתיים נוספים לא מוגנים, עלולים אלה האחרונים לשמש אנודת כלפי המבנה המוגן ולהיזקק מקורוזיה על ידי כך. חיבורם החשמלי למבנה המוגן ו/או למערכת הגנה קתודית מביא להשוואת הפוטנציאלים בין המבנים ומונע קורוזיה.

סיכונים בטווחים

נפוצים הם התחשמלות, התלקחות והתפוצצות, כאשר הם חמורים יותר במערכות עם זרם מאולץ.

למניעתם נוקטים מספר אמצעים כגון:

- שמירה על כללי בטוחות רגילים בעבודה עם ציוד חשמלי;
- הקטנת מתח העבודה של המערכת עד למינימום האפשרי;
- העדפת שיטת אנודות הקרבה במקומות בהם יש חומרים דליקים או עלולים להוצר גזים נפוצים.

הגנה קתודית ומערכות אחרות – השפעות הדדיות

מערכות הגנה קתודית יכולות לשמש מקור לזרמים תנועים המתפשטים לעתים למרחקים ארוכים. זרמים אלו בנוסף לנזק הקורוזיבי שהם גורמים, עלולים אף לשבש עבודת מתקנים רגישים כגון כבלי פיקוד ואחרים.

ציוד הגנה קתודית עלול גם הוא להיזקק ממערכות אחרות הנמצאות בקרבתו כאשר מפיעים בהן מתחי יתר. מקורות למתחי יתר הם בעיקר מערכות הארקה, מערכת הגנה בפני ברקים. זרמים מושרים המתפתחים במערכות הגנה קתודית כתוצאה ממתח יתר, יכולים לשבש ויסות אוטומטי של המיישר או אף להוציא את המתקן כולו מכלל שימוש.

האמצעים למניעת השפעות הדדיות הם:

- בידוד המבנה מסביבתו על ידי ציפוי או צבע מתאים;
- הפרדה חשמלית בין חלקים שונים של המבנה. בצינורות, למשל, נעשה הדבר על ידי הכנסת אוגני חיוך; הפרדה בין מעגלים חשמליים והגבלת הזרמים בהם על ידי מפרצים, דיודות, נתיכים וכו'.

בחירת שיטת ההגנה

יתרונות וחסרונות של כל אחת משיטות ההגנה הקתודית, כפי שהובאו כאן, משמשים קו מנחה בבחירת שיטת ההגנה. שיקולים נוספים, שיש להביא בחשבון, הם תפעול ואחזקה (הנמצאות כח אדם מיומן, חלקי חילוף וכו'). עם זאת קיימים מקרים רבים כאשר שתי השיטות שוות פחות או יותר מכל הבחינות ושתי הן יכולות להבטיח הגנה טובה לאורך זמן. במקרים כאלה השווה כלכלית בין השיטות היא זאת שמכריע עה. ראוי לציין כי לעתים מביאים כל השיקולים הנ"ל

■ בציוד חברת החשמל – מעבים ומחליפי חום בתחנות כוח, צינורות דלק, מים ועוד.

אחד הפרוייקטים הגדולים והמעניינים בתחום זה (הענף מד בפני ביצוע קרוב) הוא מערכת הגנה קתודית עבור מסוף הפחם בתחנה"כ בחדרה ("מאור דוד"). כידוע, נשען מבנה המסוף על עשרות כלונסאות פלדה המונח"ד דים אל תוך קרקעית הים. כלונסאות אלו, עקב היותם טבולים בים, נתונים בתנאי קורוזיה תמורים. הם יוגנו על ידי מערכת אוטומטית בזרם מאולץ בעלת כושר הזרמה של למעלה מ-1000 אמפר.

לסיכום

הגנה קתודית הוכיחה את עצמה במשך שנים רבות כנושק יעיל ואמין במאבק נגד קורוזיה. במשך שנים אלו נצטברו ידע תאורטי רב והן נסיון מגוון. היות והנושא עצמו הוא בין-תחומי נדרש מהעוסק בו ידע הן בשטח החשמל, והן בתהליכים כימיים המלווים קורוזיה.

הרחבת השימוש בהגנה קתודית תוך העמקת הידע בתחומים ה"ל" עשויים לצמצם במידה ניכרת את נוקי הקורוזיה בארץ ולתרום בכך תרומה נכבדה לחיסכון במשק הישראלי.

לבחירת הגנה משולבת, כאשר חלק אחד של המבנה מוגן באמצעות מערכת זרם מאולץ ואילו חלקו השני – על ידי אנודות הקרבה.

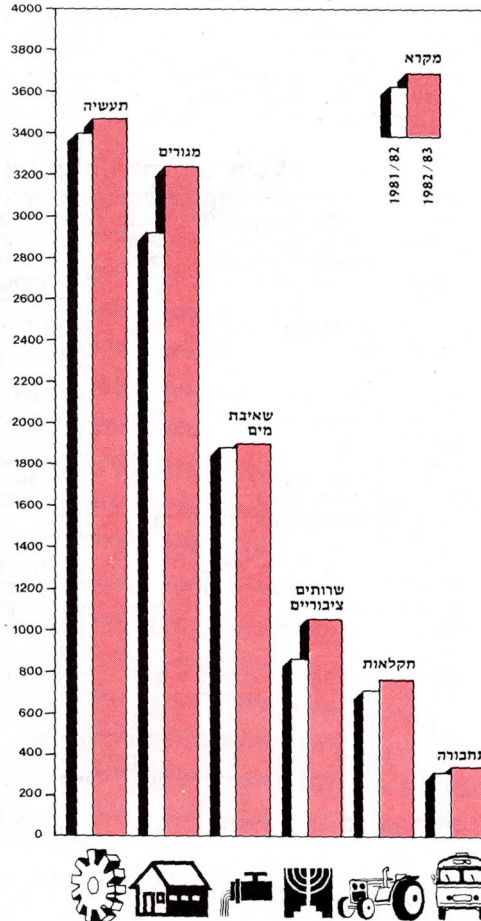
יישומי הגנה קתודית בארץ

נושא המאבק נגד קורוזיה בארץ מפותח למדי ושימוש בהגנה קתודית על שתי שיטותיה הוא רב ומגוון. בכדי להמחיש זאת, להלן מספר דוגמאות מתחומי שימוש שונים:

- בנמלים – ציוד ומתקנים שונים כגון מסופים, מבדוקים ועוד;
- בתעשייה – ציוד שבא במגע עם סביבה קורוזיבית במיוחד במפעלים כימיים;
- במשק הבית – כאן משמשות אנודות הקרבה כאמצעי יעיל וזול יחסית להגנת מחממי מים כגון דודי חשמל ושמש ביתיים. הגנה קתודית מגדילה באופן ניכר את אורך חייהם של הדוודים והתקנתה בהם אף מאושרת בתקינה.
- באדמה – קווי צינורות דלק ומים, כבלים, תווים מיכלים, יסודות של מתקנים שונים;

צריכת החשמל לפי ענפי המשק, 1981/82 – 1982/83

דיאגרמה מס' 7



לוח מס' 29 – צריכת החשמל לפי ענפי המשק*
1982/83 – 1979/80
במיליוני קוט"ש

	1981/82	1980/81	1979/80	ענפי המשק
712.8	687.0	615.1	597.8	חקלאות
3,469.0	3,396.0	3,379.8	3,375.0	תעשייה
28.4	26.4	25.9	22.7	בניה, כולל עבודי צבוריות
2,342.9	2,257.8	2,075.5	1,889.9	חשמל, מים ושירותים סניטריים
266.5	240.1	214.6	196.3	מסחר
119.3	103.8	92.8	83.5	כספים ובטוח
345.7	311.5	307.1	309.5	תחבורה, אחסנה וקשר
1,051.8	853.3	803.9	824.3	שירותים צבוריים
317.2	300.2	264.0	265.1	שירותים אישיים
3,238.0	2,916.0	2,858.2	2,936.3	מגורים
11,891.6	11,092.1	10,636.9	10,500.4	סה"כ הענפים
189.2	171.2	193.5	225.8	לא ממויין לענפים
-14.1	+41.5	+34.1	+3.5	לקנים והחזרות לצרכנים
12,066.7	11,304.8	10,864.5	10,729.7	סה"כ צריכת החשמל

החלוקה לפי ענפי המשק מתבצעת עפ"י הסוג הענפי של הלשכה המרכזית לסטטיסטיקה, בעוד שהחלוקה לפי חמשת השמושים העיקריים על מערכת התעריפים של החברה.

קורוזיה במקצרים ניידים לרשתות מתח נמוך

אינג' דוד פריש

העיתון השוויצרי של אגודת האלקטרוטכנאים בגליונו מחודש יוני ש"ז, מביא תאור של תאונת חשמל, שארעה באחת מחברות החשמל בגרמניה המערבית.

למרות שתוצאות התאונה לא היו חמורות, וסוג התאונה כמפורט להלן נדיר, יש לדעתנו ערך רב בתאור התאונה על־מנת ללמוד מהשגיאות.

תאור התאונה

בשנת 1980 שלח מנהל עבודה חשמלאי העובד בשור תו להתיר תילי חיבור עיליים לבית.

התילים היו מחוברים באופן זמני לזיו המותקן על גג רעפים.

מתח התילים (380 וולט) הופסק בתחנת ההשנאה (הטרנספורמציה).

החשמלאי עלה על הגג, חגר את עצמו לזיו וחיבר מקצרים על שני התילים לפני התרתם. לאחר שפירק את התיל הראשון, נגע בתיל השני וקיבל חבטת חשמל. כתוצאה מהחבטה מעד החשמלאי ונפל על הגג. נפילתו ארצה נמנעה בהיותו קשור בחגורת בטיחות. הנוק שנגרם לחשמלאי היה למזלו פעוט: פצעו שריפה בדרגה נמוכה מאוד ביד ימין ושפשוף קל בברך עקב הנופילה.

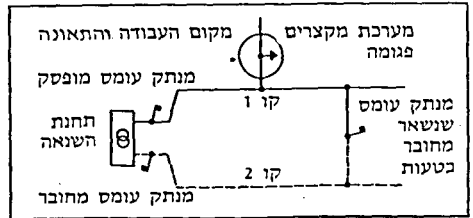
נסיבות התאונה

מתחנת ההשנאה יצאו 2 קוי מתח נמוך מקבילים. אחד מהם, אליו היה מחובר הקו לחיבור הבית ובו היה צריך לבצע את העבודה, נותק, ואילו הקו השני נשאר מחובר למתח.

ברם, באחת הנקודות בין 2 הקווים היה חיבור מקביל באמצעות מנתק, אותו שכחו לפתוח. כך נשאר הקו אותו ניתקו בתחנת ההשנאה, תחת מתח. אי־פתיחת המנתק המקביל היתה הסיבה הראשונה לתאונה.

איור 1

תאור מערכת אספקת החשמל



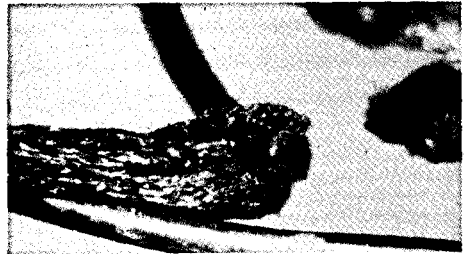
איור 2

מצב חוטי המקצר הפגומים.

באיור ניתן להבחין בקורוזיה מתקדמת בחוטים, עד כדי ניתוק.



ניתוק התיכים



קורוזיה על הגדילים

אינג' ד. פריש — מנהל מח' קווים ורשתות, לשעבר, חברת החשמל

הכרחית, כאשר המערכות מיוצרות לפי הוראות VDE לשם הגברת הבטיחות מסתפקים בבדיקה ויזואלית של שלמות המערכות לפני כל שימוש. גם מחלקת הבטיחות של חברת החשמל מפרסמת הוראות מחייבות לעובדיה בנדון.

לסיכום

- יש הכרח לקיים את הוראות הבטיחות וסדר הפעולות בשימוש נכון במקצרים כדלקמן:
- להפסיק את המתח כך, שהמערכת החשמלית באתר העבודה תהיה ללא מתח מכל הכיוונים.
- להבטיח את המנותקים נגד חיבור חוזר או נגד חיבור לא מכוון.
- לבדוק העדר מתח לפני חיבור המקצרים (גם ברשת מתח נמוך)!
- לחבר את החוט המקצר לאדמה ולאחר זאת אל תילי הרשת — באמצעות מהדקים מתאימים.
- לכסות את הקווים ו/או את המכשירים המחוברים למתח והנמצאים בשכנות מקום העבודה.
- אם בודקים את שלמות מערכת המקצרים לפני השימוש ולא משתמשים במקצרים שעבר בהם זרם קצר, ומבצעים את סדר הפעולות הנ"ל בקפדנות, יש תקווה שהעבודה תתבצע בבטיחות מירבית, ללא תאונות.

רבים ושכבת הירוקת נעלמת בגלל השפשוף בין הגדילים. כך יכול תהליך החימוץ להמשיך עד שכל החוט נאכל, מבלי אפשרות להבחין במצב החוט, בגלל בידודו הבלתי שקוף.

האמצעים לשיפור

מאז שנודעה אפשרות חימוץ של תילים מבודדים, הוצאה הוראה על ייצור חוטים אך ורק עם מעטה שקוף. ההוראה הזאת מעוגנת בתקן VDE 0683 דרך המעטה השקוף ניתן להבחין בקלות בצבע השחור על גדילי הנחושת המעיד על קרוויה. במקרה כזה יש להחליף את החוט.

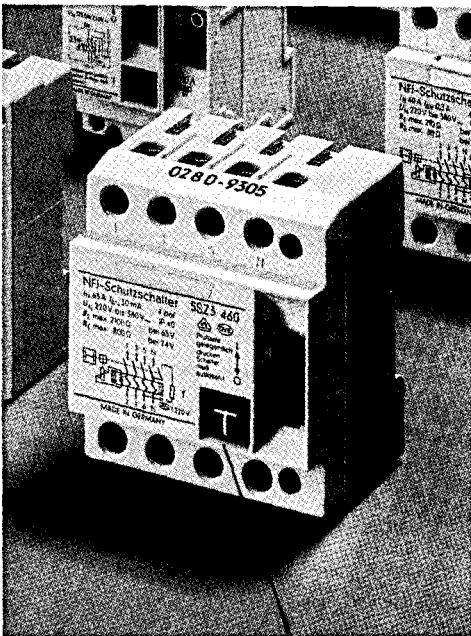
הרשת הארצית של חברת החשמל לישראל הומינה לאחרונה מקצרים לקווים עיליים וגם לתחנות השנאה פנימיות ואף תכונה מפרט טכני לאספקת מקצרים אלה. המפרט מבוסס על הוראות התקן VDE 0683 וכמובן כל חוטי המקצרים מיוצרים לפי מפרט זה עם מעטה שקוף.

לשם שמירת בטיחותם של המקצרים, רצוי לבדוק מדי פעם את כושר עמידתם של המקצרים בתנאי קצר. אך טרם נמצאה שיטה לבדיקה שאינה הורסת את המקצרים. גם החלפה שגרתית ושרירותית של חוטי המקצרים נכשלת עקב הוצאותיה המרובות והיא אינה

מדוע מפסק המגן אינו מתחבר

אינג' ויקטור זיס

מפסק מגן לזרם פחת



כפתור בדיקה ז

בהתאם להוראות היצרנים השונים, יש לבדוק מידי פעם את כושרם של מפסקי המגן נגד התחשמלות הפועלים בזרם דלף באמצעות לחיצה על כפתור ניסוי T. מטרת הבדיקה היא לבדוק את תקינות מנגוני המפסק ולמנוע מעצורים מכניים.

צרכן מסויים אשר נהג בהתאם להוראות אלו, לא הצליח לאחר הניסוי לחבר חזרה את מפסק המגן ולחדש את אספקת החשמל. רק הזמנת חשמלאי הביאה לפתרון הבעיה.

בבדיקת המקרה נתגלו העובדות הבאות:

1. לאחר ניהוק תנור בישול משולב גז/חשמל, התאפשר חיבור חוזר של מפסק המגן.
2. נמדדה התנגדות הבידוד של התנור שנמצאה שווה לכי-5KΩ בלבד.
3. בבדיקת התנור התברר שירידת רמת הבידוד נגרמה על-ידי פריצת שכבת אבק שהצטברה על מהדקי החיבור של פתיל היינה אשר היו מותקנים בחלק התחתון של התנור.
4. לאחר ניקוי מהדקי החיבור בתנור עלתה רמת בידודו ל-5MΩ וניתן היה להפעילו גם דרך מפסק המגן.

המסקנה

לאור הממצאים הנ"ל, יש להגיע למסקנה שהירידה הפתאומית ברמת בידודו של התנור נגרמה על-ידי פריצה כתוצאה מהופעת מתח יתר בזמן פעולת המיתוג של מפסק המגן ובפרט שבמתקן הדירתי קיימים קב"לים וסלילים. תופעה מסוג זה יכולה להתרחש בקלות במתקנים שבהם חסרים מכסים על יציבות ההסתעפות והמעבר, או כאשר מכסים אלה אינם סגורים היטב ואינם מונעים חדירת אבק על מהדקי המתקן החשמלי.

תאונת השמל ורקחה

אינג' ויקטור זיס

"המחמם המייד המחשמל"

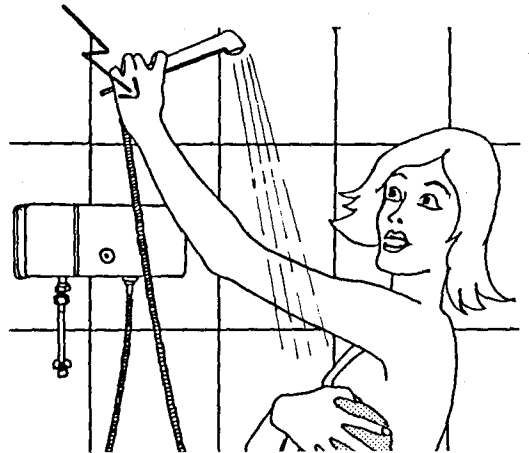
תאור תאונת חשמל קטלנית שנבעה מהתקנה לקויה ומתקן לחימום מים מהיר לקוי.

למרות מודעות הציבור לעובדת הסכנות הרבות אשר כרוכות בשימוש במכשירי חשמל ומתקן ני חשמל בלתי תקינים, קורות לעיתים תאונות חשמל קטלניות בהם מתגלים פגמים חמורים ביותר.

הרשלנות שמתגלית לאחר מקרים אלו אשר גרמו, עקב זילזול משווע בתקנים ובתקנות (שנועי דו להגן על חיי האדם), לאבדן חיי אנוש, באים להתרועע ולעודד את הציבור לשמירה מהישנות מקרים חמורים אלו.

להלן תיאור של תאונת חשמל קטלנית אשר קרתה לאחרונה בתל-אביב ושבה נהרגו בני הזוג דורית ורמי מלול ז"ל.

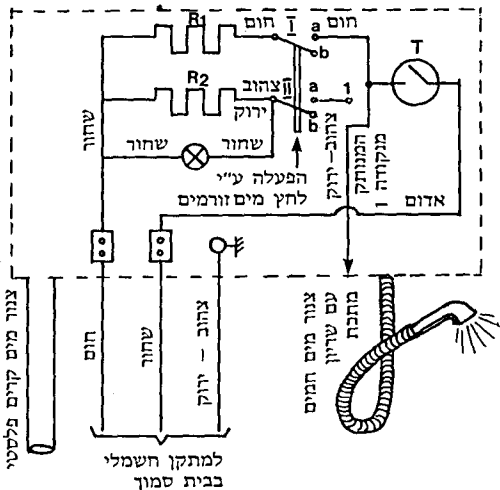
"המחמם המייד מחשמל" היה בהספק של 5 קו"ט - 230 וולט, והיה מחובר לפי התרשים דלהלן לרשת מים קרים באמצעות צינור פלסטי, ויציאת המים הח- מים ל"טלפון" המקלחת היה עשויה מצינור פלסטי עם שיריון מתכת.



"מחמם המייד המחשמל" ובמתקן החשמלי נמצאו הליקויים הבאים:

1. היציאות של המפסק הזעיר - II היו מתאימות לחיבור מוליכים באמצעות הלחמה, ולא באמצעות מהדקי תותב כפי שנעשה במחמם. המוליך הצהוב-ירוק המחובר את הטרמוסטט - T עם המפסק הזעיר - II השתחרר מנקודה 1 וקצהו החשוף נגע בגוף הדוד. המפסק הזעיר - II היה תפוס במצב כפי שמתואר בתרשים.

תרשים



נסיבות התאונה

המנוחה דורית מלול ז"ל התחשמלה כאשר התקלחה במקלחת דירתה. בעלה רמי מלול ז"ל התחשמל כאשר חש לעזרת אשתו. אנשי צוות מגן דוד אדום התחשמלו אף הם בזמן שניסו להציל את הנפגעים.

דירתם של הזוג מלול נבנתה בחצר בית משותף שבו מתגורר אבי המנוח. הדירה הייתה מחוברת באמצעות שני כבלי אוור למתקן חשמלי בדירת אבי המנוח. ככל הזנה אחד סיפק חשמל לדוד מים לחימום מייד ללהלן "המחמם המייד המחשמל", וככל הזנה שני סיפק חשמל לכל יתר דברי החשמל שבדירת הזוג.

הכבל שהיוו את "המחמם המייד המחשמל" נותק מיד לאחר התרחשות התאונה על ידי משגיחי תכרת החשמל.

קיימות שתי אפשרויות של חיבור מוליכי הכבל לרשת:

- א. מוליך חום - חובר לפאזה ומוליך שחור - חובר לאפס.
- ב. מוליך חום - חובר לאפס ומוליך שחור - חובר לפאזה.

אינג' ו. זיס - מנהל עניני החשמל, משרד האנרגיה והתשתית.

מהטרמוסטט – ז'זאת בתנאי שהמים החמים זורמים (מפסק זעיר I נמצא במצב a) ומגעי הטרמ' וסטט מפסקים.

ב. כאשר כבל ההזנה חובר בצורה המפורטת בסעיף (ב) הנ"ל: מופיעה פאזה במישורין על הקצה החשוף של המוליך הצהוב־ירוק היוצא מהטרמוסטט ז'זאת בתנאי שמגעי הטרמוסטט מחוברים ואין חשיבות באיזה מצב נמצא המפסק הזעיר I (a או b).

המסקנה

ראוי לציין שהתאונה קרתה כתוצאה משילוב המקרים דלקמן:

- התקנה גרועה של המחמם וליקוי "במחמם המיידית המחשמל" (שימוש במפסק זעיר II לא מתאים).
 - מתקן החשמל בדירת הווג מלול ז'ל חובר לדירה אחרת, במקום במישורין לרשת החשמל, וזאת בניגוד גמור לכללים בדבר הספקת חשמל לצרכנים.
- עלי להדגיש שהמתקן בדירת הווג מלול ז'ל לא נבדק על ידי חברת החשמל ולא הותקן בו אפילו לוח חשמל וזאת בניגוד לתקנה 2 של תקנות החשמל – כללים להתקנת לוחות במתח נמוך (קובץ תקנות 25.5.76 מיום 3531).

2. מוליך הארקה של כבל ההזנה (בצבע צהוב־ירוק) לא היה מחובר היטב לגוף המחמם (אום חופשי), ולפיכך לא היה "המחמם המיידית המחשמל" מאורק, וזאת בניגוד לתקנה 14 של תקנות החשמל – הארקות או הגנות אחרות (קובץ תקנות 1325 מיום 25.5.62).

3. מפסק המגן נגד התחשמלות בדירה שממנה ניזון "המחמם המיידית המחשמל", לא פעל.

4. בדירת הווג ז'ל לא היה מותקן מפסק זרם דריקוטבי עבור "המחמם" וזאת בניגוד לתקנה 31 (ג) של תקנות החשמל – מעגלים סופיים הניזונים במתח נמוך (קובץ תקנות 4036 מיום 21.10.79).

בני הווג מלול ז'ל התחשמלו בתנאים הקשים ביותר האפשריים, דהיינו כאשר הם היו רטובים ועומדים יחפים על ריצפה רטובה. בכך הם סגרו מעגל חשמלי לאדמה דרך גופותיהם מ"המחמם המיידית המחשמל" (דרך צינור מים חמים עם שידיון מתכתי).

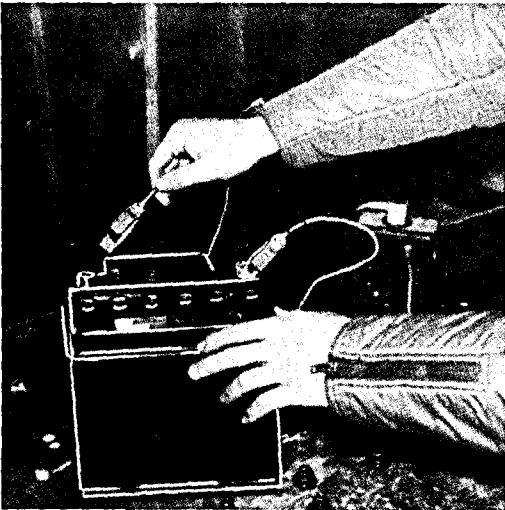
חישמול "המחמם" היה אפשרי בשתי צורות חיבור של כבל הזנה:

א. כאשר כבל ההזנה חובר בצורה המפורטת בסעיף (א) הנ"ל: מופיעה פאזה חוזרת על הקצה החשוף של המוליך הצהוב־ירוק היוצא

מצבר התפוצץ בשעת הטענה

כמו כן, מוכן מאליו, שבשעת עבודה בחומצות ובסיסים יש להשתמש באמצעים המונעים התזתם ושיפכתם וכן בציוד מגן־איש, כגון משקפי־מגן או מגן־פנים, כפפות, סינר וכדומה.

תאונה זאת מוכיחה פעם נוספת, שאין לזלול בכללי בטיחות ושאסור לעבוד באלתורים.



התאונה

במחסן של חברת בנייה סידור מערכת להטענת מצברים, וזאת כדי למנוע את קשוי ההתנעה של מנועי דיזל בעונת החורף הקרה, ואחד מעובדי המחסן טיפל במצברים. בשעת ניתוק החיבורים של מכשיר ההטענה מהמצבר נוצרו פתאים זיקים, דבר שגרם להתפוצצות המצבר. חומצה ניתזה מהמצבר על פניו ועל ידיו של העובד. למזלו, הוא הגיב בזריזות ובצורה נכונה: הוא רץ אל הכיור הקרוב ביותר למקום התאונה ושטף היטב את פניו ואת ידיו ובכך מנע פגיעה חמורה בעיר. בנס לא חדרו נתזי חומצה לעיניו. יש לשער, שתגובת עפעפיו היתה מהירה די הצורך ובכך נמנע אסון. עם זאת קול הנפץ פגע בשמיעתו.

הלקה

חקירת התאונה העלתה, שאתר הטענת המצברים היה מאולתר ולא ננקטו בו כל אמצעי הבטיחות הנדרשים, דבר שהביא לתאונה שתארה לעיל.

לפי כללי הבטיחות, תנאי מוקדם למניעת התפוצצות באתרי טעינת מצברים הוא לוודא אורזור מספיק, כיוון שבשעת טעינה במתח מוגבר או בשעת טעינת־יתר נוצרת כמות גדולה של גזא המימן. יצירת ניצוץ, וכמובן גם עישון, אסורים בהחלט במקומות עבודה כאלה, כי מימן הוא גזא שניצת בקלות.

הקפדה על כללים חשובים אלה מונעת סכנה כלשהי בעבודת ההטענה של מצברים.

טבלת הספקים של מכשירי בית נפוצים

ההספק (וטים)	שם המכשיר	
100, 75, 60, 40, 25, 15 40, 20	ליבון פלורסצנט	נורות תאורה
150 — 90 200 — 150 720 — 150	"רגיל" ("חצי-אוטומטי") עם הפשרה מחזורית ("אוטומטי") ללא הצטברות קרח ("No-Frost")	מקרר
180 — 75 200 — 50	שחור-לבן צבעונית	טלוויזיה
2000 — 1500	דוד לחימום מים ("בוילר") או מערכת סולארית ("דוד שמש")	
3500 — 1000	תנור חשמלי להסקת חדרים	
2800 — 2300	תנור אפיה	
3200 — 2000	מכונת כביסה	
600 — 400	מערבל	
800 — 300	מצונם לחם (Bread-Brain Toaster)	
1400 — 800	תא צליה (Toaster-Oven)	
1000 — 700	שואב אבק	
1200 — 900	מגהץ	
20 — 10	רדיו	
200 — 30	מערכת סטריאו	
120 — 90	שמיכה חשמלית	
5	שעון חשמלי	
160 — 90	מקפיא	
2400 — 600	קומקום חשמלי	
3150 — 850 2900 — 800 3200 — 1650 3000 — 1450	מזגן "חלון" מזגן מפוצל	מזגן אוויר
3200 — 2200		מדיח כלים
3300 — 2800		מייבש כביסה
1400 — 1300		תנור "מיקרו-גל"
2200 — 1000		משפת (פלטת בישול)

א. מקררים: צריכתם (בקוטש"ם) מהווה מרכיב משמעותי בצריכת החשמל הכללית של הדירה כיון שהם משרתים בפעולה רצופה בכל שעות היממה.
במקררים מסוג "No Frost" העומס הגבוה יחסית, איננו רצוף אלא קיים רק בעת הפעלת גופי החימום לצורך ההפשרה.

ב. במכונת כביסה ובמדיח כלים העומס הגבוה קיים בעיקר בעת פעולת ההרתחה והחימום.

צרכן נכבד,

אנו משקיעים מאמצים ומשאבים רבים כדי לקיים אספקת חשמל סדירה ולאפשר לך להנות מחורף נעים בביתך.
גם בידך לסייע - עשה שימוש נכון בחשמל.
בכך תהנה גם מהקטנת תשלומיך.

להלן מספר עצות:

- וודא שההספק הכולל (קילוואטים) של מכשירי החשמל המופעלים ברזמנית לא יעלה על גודל חיבור החשמל לדירה. בכך תמנע שריפת הנת"ך הראשי שלנו, ("הפיק").
- הימנע משימוש במכשירים חד-פאזיים עתידי הספק, שהספקם הברזמני מעל 3 קילוואט.
- דאג להפעיל בצורה מבוקרת - ושלא בשעות בהן יש ביקוש מירבי לחשמל (17:00 - 22:00) - מכשירים בעלי הספק גבוה (מכונת כביסה, תנור אפיה, מייבש כביסה וכו').
- נצל את המתג בורר הדרגות ואת התרמוסטאט בתנורי החימום. בכך תשיג גם חסכון בצריכת החשמל שלהם.
- הימנע מהפעלת הגיבוי החשמלי של דודי-שמש בשעות הביקוש המירבי. דודים בעלי בידוד תרמי שומרים על חום המים במשך מספר שעות לאחר הפסקת החימום החשמלי.
- הקפד על בידוד תרמי ואטימה בדירתך (קירות, חלונות, צנרת מים חמים).
בכך תוכל להסתפק בהספקים נמוכים, ואף תחסוך חשמל.



השתמש בחשמל בתבונה.

לחורף נעים הביתק!



בגב חשבון החשמל אשר נשלח לצרכנים הביתיים בימים אלה מופיעות עצות מעשיות בהקשר לשימוש נכון בחשמל בעונת החורף, במטרה לסייע לחברת החשמל במאמציה לקיים אספקת חשמל סדירה.

חשמלאי נכבד,

ביצוע נאות של מתקני החשמל – דבר הנתון בידך בתוקף הידע המקצועי שלך – מהווה תרומה חשובה ובסיסית לשימוש נכון בחשמל עליידי הצרכנים.
בידך גם להסביר לצרכנים את משמעות הדברים המודפסים בגב חשבון החשמל.