

התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל



תחנת כוח המונעת על ידי טורבונת גז תעשייתית הממוקמת באילון תבור



תוכן העניינים

	3	משק החשמל בשנת 1990
23	בחירת ציוד מיתוג ומיקוד ללוחות חשמל ג' מזור	בעיות תיפועל במערכת החשמל איוון בין ביקוש לייצור ד' סטרולוביץ
32	רשת אזורית במתח נמוך עם מוליכים מבודדים י' בסטר	הגנה בפני מתח יתר במערכות חשמליות למתח גבוה י' בלבל
35	תערוץ (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה) – תמונת מצב וחידושים ע' אורן	שיטת האיפוס – שיטת הגנה בפני חישובול א' גבאי
36	מוני חשמל המופעלים בכרטיסים מגנטיים א' שטרן	11 הכשרה והשתלמות לחשמלאים ד' תרזה
37	מערכת בקרת אנרגיה וקריאת מוני חשמל בתערוץ י' גלאור	16 בדיקות קבלה של שגאי חלוקה ש' אמשטיין
39	מיקבצי שעות הצריכה ויחסי המחירים ביחס לשפל השנתי בתערוץ א' מ' שפיגל	17 תחנת משנה (תחמייש) נצרת עילית א' בונצל
40	תקציב האנרגיה של בניינים מ' שפיגל	20 פיתוח שיטה לחישוב העמסת השגאי (סימולציה) א' רויסנברג
43	הכנס המקצועי השנתי ה-8 של העוסקים בתחום החשמל בישראל א' ונגרקו	21 התפלגות הצריכה הביתית לפי עשירונים, 1990 מדור שירות פירסומי לקוראים

עורך:
אורי לייסגר

עורך משנה:
אריה ונגרקו

מערכת:

יוסף בלבל, בן ציון גמליאלי, אברהם יזן, נתן ולצר, משה מרגלית, שמעון מרדוקס, אלו נאסרה, נרשון סרבר, יהודה סרף, יוסף רוזנקרנץ

מינהלה והוצאה לאור:
משה ציטרון

עריכה לשונית, גרפיקה וסדר:
סרפיק כתיבה והפקה בע"מ
המנינים 35, חיפה

לוחות והדפסה:
דפוס תמיר בע"מ
יהודה הלוי 51, חיפה

כתובת המערכת:
חברת החשמל לישראל בע"מ
ת.ד. 8830 חיפה 31087
טל. 04-548336

בשער:

תחנת כוח המונעת על ידי טורבינת גז (טי"ג) תעשייתית הממוקמת באילון תבור למרגלות התבור. טי"ג זו נמצאת בשלבי בנייה מתקדמים ומתוכננת להיכנס לפעולה בסוף 1991.

עם כניסתה לפעולה יכולת הייצור המותקנת של חברת החשמל תהיה כדלקמן:

- תחנות כוח קיטוריות – הספק כולל של 4,110 מגואט.
- טורבינות גז תעשייתיות – הספק כולל של 620 מגואט.
- טורבינות גז סילוניות – הספק כולל של 545 מגואט.

טורבינת הגז באילון תבור תהווה נדבך נוסף במערך הייצור הארצי שישתכם בסוף 1991 ב-5,275 מגואט, ותהווה כ-4 אחוזים מיכולת הייצור הכוללת.



צילום: עפרים אלבו

משק החשמל בשנת 1990*

בשנת 1990 התחילה לזרום אנרגיה חשמלית בקו 400 ק"ו (מוביל החשמל הארצי) – בקטע הראשון שלו מתחילת "ירוטנברג" לתחנת המיתוג "צפית" ובהמשך עד תחנת המיתוג "פתח תקוה", באורך של 97 ק"מ. כמו כן, ניספו קו מתח עליון במתח עליון של 110-160 ק"ו באורך של כ-30 ק"מ. מעגלי קו מתח עליון גדלו בשנה הנוסקת ב-103 ק"מ.

צרכנות

מספר צרכני החשמל הסתכם בשנת 1990 ב-1,560 אלף – ב-40 אלף צרכנים יותר מאשר בשנה הקודמת. תוספת זו במספר הצרכנים היא, כמובן, חריגה בהשוואה לתוספת השנתית שהיתה מקובלת בעבר (כ-20-25 אלף צרכנים לשנה). כאן אנו רואים לראשונה את תוספת הצרכנים שהתחברו לרשת החשמל, כתוצאה מהתגברות גל העליה (למרות שתוספת לצריכת החשמל טרם הסתמנה). במיגור הביתי ניספו כ-35 אלף צרכנים ועוד כ-5,000 צרכנים חדשים התחלקו בין מיגורי הצריכה האחרים.

ניתוח מגמות צריכת החשמל לאורך שנת 1990, מראה על שינוי מהותי בין המיגורים השונים. צריכת החשמל הביתית גדלה במשך השנה ב-2.8% לעומת אשתקד, כאשר בחודשי הקיץ הסתמן גידול של 7% ואילו ברביעי האחרון של השנה חלה ירידה אבסולוטית של כ-5%, לעומת הרביעי המקביל בשנה הקודמת. בשנת 1990 ירדה צריכת החשמל הממוצעת למשק בית בהשוואה לשנה הקודמת ב-50 קוטייש והסתכמה ב-3,950 קוטייש לשנה. הירידה בצריכה הממוצעת לצרכן התבטאה אצל כל שכבות האוכלוסייה, מרט לעשיריון התחתון, שעלה בכ-10 קוטייש בשנה הנוסקת. תופעה מעניינת נוספת הקשורה למיגור הביתי באה לידי ביטוי בכך, שכשנה הנוסקת גדלה ההוצאה לצריכה הפרטית בקצב מהיר יותר מאשר הגידול בצריכת החשמל הביתית, וזאת בניגוד למגמה שהיית מורגלים אליה בשנים האחרונות (ההוצאה לצריכה הפרטית גדלה ב-5.2% ואילו צריכת החשמל הביתית גדלה ב-2.8%).

לעומת השוני שבצריכה הביתית, ניכרת אחידות בשיעור הגידול בצריכה המסחרית-ציבורית, שהתבטאה ב-6.5% לערך לאורך כל השנה. במיגור זה ניתן לציין עוד את המשך הגידול המשמעותי בצריכת החשמל בשירותים הציבוריים, שהתבטא ב-12.3% וזאת לאחר גידול בשיעור של 12% בשנה הקודמת. לעומת זאת, ניתן להבחין בהשפעת מלחמת המפרץ על סקטור המסחר, באשר צריכת החשמל של סקטור זה בשנת 1990 גדלה ב-7.6% לעומת 10.9% בשנה הקודמת. ואילו ההשפעה המכרעת של המשבר באה לידי ביטוי במיגור השירותים האישיים, בו הסתמן גידול של 1.8% בצריכת החשמל לעומת 7.7% בשנה הקודמת.

התנהגות צריכת החשמל במיגור החקלאי זהה פחות או יותר לזו שבסקטור הביתי – גידול של 7% לערך בעונת הקיץ, לעומת עזירה במגמת הגידול, או אפילו ירידה אבסולוטית של כ-2% בראשית השנה ובסופה. בשהיכ גדלה הצריכה בסקטור החקלאי ב-3% בלבד.

במיגור התעשייתי ניכר קיפאון בגידול הצריכה בשלושת הרבעונים הראשונים של השנה, כאשר צריכת החשמל גדלה ב-2% לערך, לעומת התקופה המקבילה אשתקד. רק ברביעי האחרון הסתמנה התאוששות, כאשר צריכת החשמל בתעשייה גדלה ב-8% לערך, בהשוואה לרביעי האחרון של השנה הקודמת.

בצריכת החשמל לשאיבת מים הסתמנה ירידה חריפה לאורך כל השנה, כאשר במחצית הראשונה ירדה הצריכה ב-25% לערך, ואילו במחצית השנייה התמתנה הירידה לכדי 5%, בהשוואה למחצית השנייה של השנה הקודמת. בשהיכ ירדה צריכת החשמל לשאיבת מים בכ-13% לעומת שנת 1989.

מבוא

מערכת אספקת החשמל נכנסה ליעדן חדש בשנת 1990, עם הפעלתה של היחידה הראשונה (מתוך 2 יחידות) בהספק של 550 מגואט, בתחנת הכח "ירוטנברג" באשקלון והפעלת הקטע הראשון של מוביל החשמל הארצי במתח 400 קילוולט. מעבר לכך, תוגברה המערכת ע"י הכנסה לפעולה של 2 טורבינות נזר חדשות (לאספקת הביקוש בעת השיא), בהספק של 105 מגואט כל אחת. תוספת משמעותית זו במערך האספקה, יחד עם התמתנות הגידול בביקושים לחשמל בשנה הנוסקת, הביאו לידי הקלה ניכרת בלחץ שבו היתה נתונה המערכת בשנים האחרונות.

מצד הביקוש התאפיינה שנת 1990 בשתי תופעות עיקריות:

1. ירידה גדולה בצריכת החשמל לשאיבת מים שהתבטאה ב-13% בהשוואה לשנה הקודמת;

2. השפעת המשבר במפרץ הפרסי, שאותותיו ניכרו בצריכת החשמל במחצית השנייה של השנה.

התוצאה של שתי תופעות אלה היתה, שייצור החשמל גדל בשנת 1990 ב-2.3% בלבד. זאת לעומת 6% אשתקד וכ-10% לשנה בשנתיים שקדמו לה.

האטה זו בשיעור הגידול של צריכת החשמל, מנוגדת לציפיות שהיו בראשית השנה לגידול חריג, נוכח גל העליה מברזיל שהתבטא בתוספת אוכלוסייה של כ-200,000 נפש. יש לציין, שעד כה לא מורגשת ההשפעה של גלי העליה על צריכת החשמל, מעבר לגידול הטבעי שהיית עדים לו במשך השנים האחרונות.

מערכת הייצור והמסירה

בסוף שנת 1990 התפלגה יכולת הייצור של חברת החשמל כדלקמן:

כ-40% באמצעות תחנות כח המופעלות במוזט, 40% באמצעות תחנות כח המופעלות בפחם ועוד כ-20% טורבינות נזר סילונית ונעשייתיות, אך מברחינת התפלגות הייצור ניתן לראות, כי טורבינות הזו הפיקו כ-2.5% בלבד מכלל הייצור השנתי, בעוד שהתחנות השורמות פחם הפיקו כ-52% מכלל הייצור וכ-45% הופקו ע"י היחידות המופעלות במוזט.

שיא הביקוש בשנת 1990 הסתכם ב-3,800 מגואט, ב-40 מגואט יותר מאשר בשנה הקודמת. גידול זהו וזם זה בשיא הביקוש מוסבר, הן בגלל תנאי מזג האוויר שהיו נוחים יחסית בחורף של שנת 1990 וכן בגלל השפעת המשבר במפרץ, שעוצמתו הורגשה בחורף 1990/91.

בד בבד עם פיתוח מערכת הייצור, נמשכה בשנת 1990 ההתרחבות המשמעותית במערכת המסירה והחלוקה. בשנה זו ניספו למערכת 700 שנאי חלוקה בהספק כולל של 330 מ"ו"א, וזאת לאחר תוספת של 366 מ"ו"א בשנה הקודמת. בשהיכ עמדו לרשות מערכת החלוקה, בסוף שנת 1990, כ-20,000 שנאים בעלי הספק של כ-7,200 מ"ו"א.

יכולת ההשגאה בתחנות המשנה גדלה במקביל ב-300 מ"ו"א, לאחר גידול של 470 מ"ו"א בשנה הקודמת. שהיכ יכולת ההשגאה בסוף שנת 1990, התבטאה ב-6,037 מ"ו"א, שהייתה מורכבת מ-5,180 מ"ו"א של שנאים בבעלות החברה ו-857 מ"ו"א בבעלות הצרכנים המזוונים ישירות ממתח עליון.

* נלקח מתוך הד"ר וחשבון הסטטיסטי של חברת החשמל לשנת 1990

בעיות תיפעול במערכת החשמל איזון בין ביקוש לייצור

אינג' דב סטרולוביץ

אחת הבעיות התיפעוליות המרכזיות שמערכת ייצור החשמל מתמודדת איתה היא ההתאמה הגדרשת, בכל רגע ורגע, בין ההספק החשמלי המיוצר ובין זה הנצרך על ידי הצרכנים. כלומר, בכל רגע ורגע חייב להתקיים איזון מוחלט בין ייצור חשמל לבין הביקוש לחשמל.

למעשה, כל צרכן חשמל המתחבר אל רשת החשמל או מתנתק ממנה, גורם לשינוי בביקוש הכולל, ומערכת הייצור צריכה להתאים את עצמה לביקוש החדש.

מאמר זה מתאר את האופן בו מתבצע האיזון בין הביקוש לחשמל ובין ייצור החשמל במצבים התיפעוליים השונים.

"המנצחת על התומרות". הוא מבקש מתורן היחידה לשנות את נקודת הייחוס בהתאם. קביעת היחידה "המנצחת" נקבעת על פי שיקולים כלכליים.

ויסות עומס ממוחשב

מתבצע ללא התערבותו של המפקח בביקוש הארצי על העומס. ויסות עומס זה מתבצע במסגרת הויסות המשני תוך שימוש במחשב המרכזי, הנמצא בביקוש הארצי על העומס, לצורך שינוי נקודת הייחוס של רוב היחידות במערכת הייצור במגמה לשמור על תדירות רצויה ולאפשר ייצור חשמל בעלות נמוכה ככל האפשר. ויסות עומס ממוחשב נמצא כיום בתהליך הכנסה לעבודה.

ויסות עומס שלישוני

מתבצע בהתערבותו של המפקח בביקוש הארצי על העומס. המפקח קובע למספר רב של יחידות ייצור קיטוריות תחום שינוי

■ ויסות עומס ממוחשב.

■ ויסות עומס שלישוני.

ויסות עומס ראשוני

מתבצע ללא התערבות של המפקח בביקוש הארצי על העומס. יחידות הייצור הקיטוריות משנות את הייצור בגבולות קטנים על פי נקודת ייחוס (תדר-עומס) שנקבעה להן. ויסות זה מתבצע באופן תמידי ואוטומטי.

ויסות עומס משני

מתבצע בהתערבותו של המפקח בביקוש הארצי על העומס. המפקח קובע שיחידת ייצור קיטורית, או שתי יחידות שיש להן חדר פיקוד משותף, תהיה "מנצחת על התומרות". המפקח נותן הוראה ליחידה זו לשנות את הספק הייצור בגבולות גדולים יותר, במטרה לשמור על התדר המוכתב על ידי הפיקוח, לאחר שנקבעה היחידה

ניהול מערכת ייצור החשמל

ניהול מערכת ייצור החשמל מתבצע בביקוש הארצי על העומס אשר מהווה יחידה מתאמת בין מערכת הייצור וההעברה ובין מערכת צריכת החשמל (איור 1).

התדר ברשת החשמל

הגורם המשתנה בגלל שינויים בביקוש החשמל או בייצור החשמל הוא התדר החשמלי.

חיבור צרכן חדש למערכת החשמל, במידה שהייצור נשאר ללא שינוי, גורם לירידת תדר המערכת. ניתוק אחד הצרכנים מרשת החשמל, במידה שהייצור נשאר ללא שינוי, גורם לעליית תדר המערכת.

תהליך ההשוואה בין ייצור החשמל לביקוש החשמל הוא תהליך תמידי המתרחש במערכת החשמל. משתתפות בו מערכות הבקרה של הגנרטורים, של דודי הקיטור ושל הטורבינות בתחנות הכוח, ובו זמנית, גם מערכת צריכת החשמל. השאיפה היא לקבל איזון בין ייצור החשמל לביקוש החשמל בתדר הרצוי.

במערכת החשמל שלנו התדר הרצוי הוא 50 הרץ. תחום השינוי המותר הוא תחום צר מאוד – מ-49.8 הרץ עד 50.1 הרץ, וזאת כיוון שקיימים במערכת הצריכה צרכנים הרגישים לשינויי תדר, ואפילו לשינויי תדר קטנים.

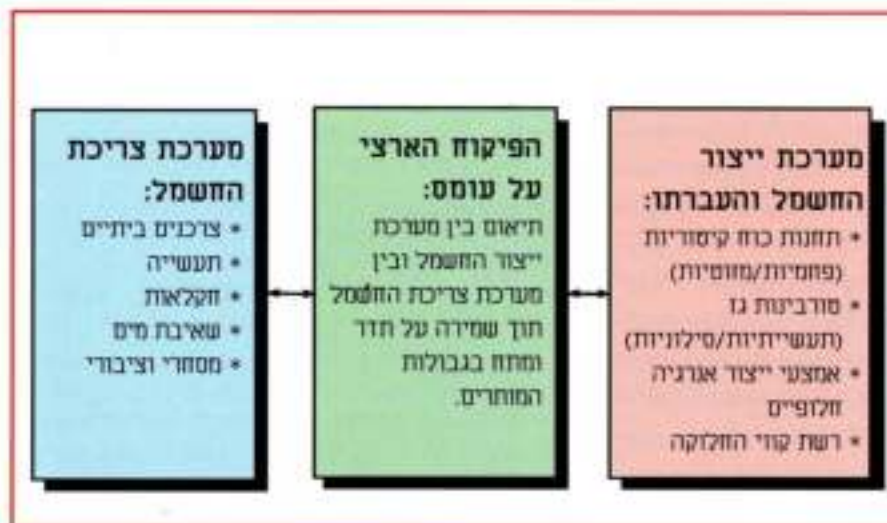
במנועים חשמליים קיים יחס בין התדר ובין מהירות הסיבוב, לכן שינויי תדר גורמים לשינוי מהירות הסיבוב.

השיטות לויסות העומס

השיטות לויסות העומס הן:

- ויסות עומס ראשוני.
- ויסות עומס משני.

די סטרולוביץ – סגן מנהל הפיקוח הארצי על העומס, אגף התיפעול, תחנת החשמל



איור 1
ניהול מערכת ייצור החשמל הארצית

מערכת החשמל שלנו נכנסת למצב זה לעיתים רחוקות מאוד. אם מצב זה קורה, מהלך האירועים במערכת החשמל הוא:

- ויסות ראשוני, ויסות משני, ולאחר מכן ויסות שלישוני, תוך הכנסה לפעולה של טורבינות זו ומינות. נוסף על כך הפעלת הסדרים תעריפיים מיוחדים עם צרכנים המקטינים את צריכת החשמל שלהם למי דרישת חברת החשמל.

- אם הוכנסה לניצול כל יכולת הייצור הזמינה, והביקוש ממשיך לעלות, המפקח נכנס לפעולה ומבצע הפסקות יזומות של צרכנים.

- המפקח בפיקוח הארצי מבקש מהמפקחים בפיקוחי הקווים לבצע תחלופה בין הצרכנים הנ"ל, כדי לחלק את הנטל בין הצרכנים השונים.

חוסר יכולת ייצור רגעית

תהליך זה מתרחש בפתאומיות ונובע בגלל הפסקה פתאומית של אחת מיחידות הייצור הקיטוריות.

מהלך האירועים במערכת החשמל כתוצאה מהפרעה זו הוא:

- ירידה פתאומית בייצור החשמל (ירידה ברמת ההספק הכוללת).

- ירידה בתדר ובהתאם ירדת מהירות הסיבוב של הנרטורים ביחידות הייצור השונות. כתוצאה מכך הפיקוח מבצע ויסות ראשוני ביחידות הייצור הקיטוריות כדי להגדיל את ייצור החשמל ולמצות על היחידה שנפלה.

- אם יחידות הייצור אינן מספיקות לנצור את ירידת התדר, ומתקיימים התנאים לקיום אחת הדוגות או יותר של השלת עומס, נכנסת לפעולה מערכת השלת עומס – מערכת ניתוק אוטומטית של צרכנים.

- המפקח בפיקוח הארצי מבצע ויסות שלישוני של העומס ביחידות הייצור הקיטוריות, ובמקביל, אם צריך, מכניס לפעולה טורבינות זו.

- לאחר שהמערכת מתייצבת, קיימת מערכת אוטומטית הדואגת לחיבור מחדש של אספקת החשמל לצרכנים שהושלו, אם התרחשה השלת עומס. מרק הזמן מהרגע שהצרכן נותק בגלל השלת עומס ועד שהוא מחובר חזרה למערכת החשמל נמשך כ-15 עד 20 דקות.

להלן שתי דוגמאות הממחישות את אופן התמודדות מערכת החשמל במקרה של חוסר יכולת ייצור רגעית ביחס לביקוש.

לאחר שהוויסות הממוחשב ייכנס לפעולה, חברת החשמל מקווה שהוא יתן תשובה מלאה לנושא ויסות עומס משני, והמפקח יאלץ להתערב רק כאשר יידרש ויסות עומס שלישוני.

ירידה בכושר הייצור ביחס לביקוש

קיימים שני מצבי הפרעה שבהם חלה ירידה בכושר הייצור ביחס לביקוש.

- חוסר יכולת ייצור (נגרציה) לזמן ארוך.

- חוסר יכולת ייצור (נגרציה) רגעית.

להלן תיאור האופן שבו מערכת החשמל מתמודדת כאשר מתרחש אחד מהמצבים האלה.

חוסר יכולת ייצור לזמן ארוך

תהליך זה מתרחש בהדרגתיות ונובע מתצד יכולת ייצור כאשר הביקוש לחשמל גדול יותר מהיצע החשמל הזמין.

תופעה מסוג זה מתרחשת במערכת חשמל שלא נערכה מבעוד מועד לשינויי צריכה צפויים, או במקרה שמשפר רב של יחידות ייצור יוצאות מכלל פעולה ואינן זמינות לצורך ייצור חשמל.

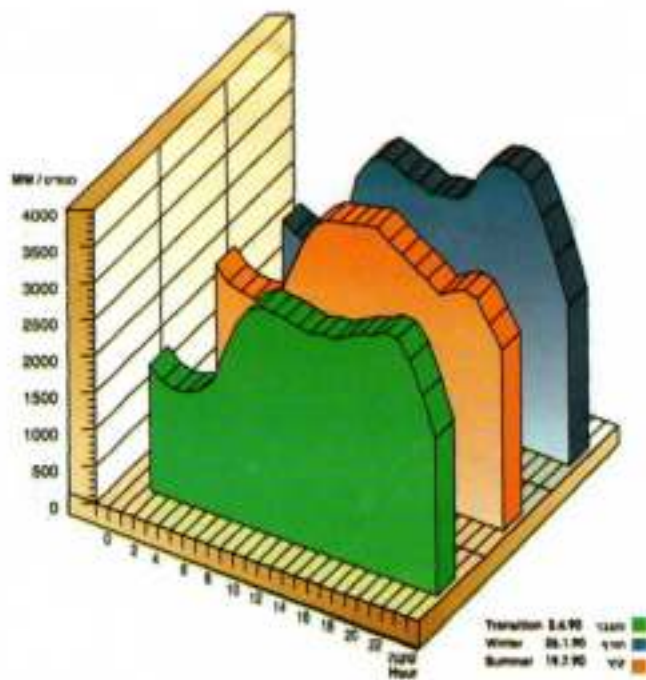
הספק ייצור רחב. פעולה זו מאפשרת שינויי הספק גדולים במרק זמן קצר. בשיטת ויסות זו משתמשים כאשר צפויים שינויי עומס גדולים, ואלה נקבעים על פי עקומת עומס אופיינית, או כאשר משתנה הרכב יחידות הייצור שבפעולה בתהליך ויסות זה המפקח מכניס לפעולה, או מוציא מפעולה, אמצעי ייצור כגון: טורבינות זו (תעשייתיות וסילוניות).

ויסות עומס בשיגרה

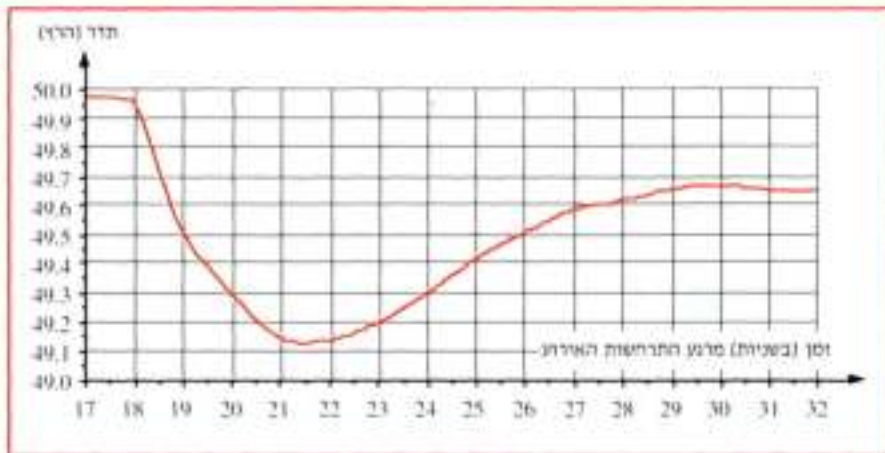
בשיגרה מתבצע בכל רגע ורגע ויסות עומס ראשוני. ויסותי עומס משני ושלישוני מתבצעים אם התדר חורג מהגבולות המותרים, או בהתאם לעקומות עומס אופייניות צפויות (איור 2). עקומות אלה תלויות בעונות השנה, ביום בשבוע, בחגים וכו'.

כדי לספק את האנרגיה הנדרשת בשיא הביקוש, נעזר המפקח בפיקוח הארצי, במסגרת הוויסות השלישוני, בשילובם של אמצעי ייצור נוספים שלרשותו, כגון: טורבינות זו.

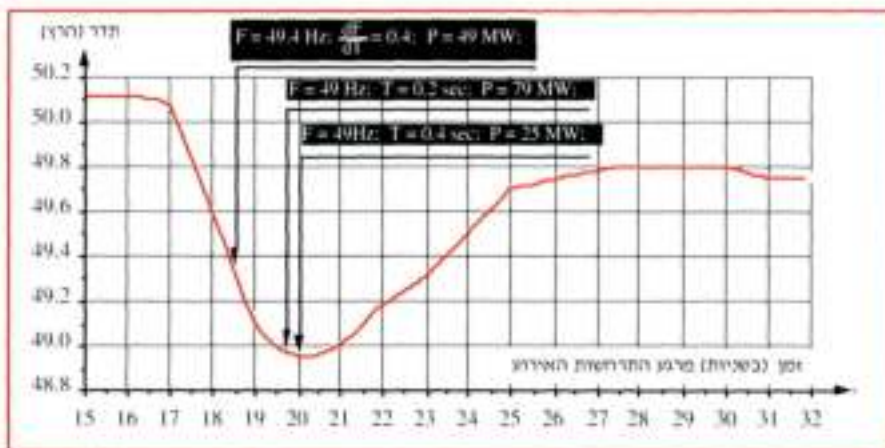
אמצעי אגירת אנרגיה הנמצאים בבדיקת כדאיות טכנית וכלכלית בחברת החשמל הם: אגירה שאובה, אגירת אוויר דחוס, אגירת אנרגיה במצברים. בשלב זה עדיין לא עומדים לרשות חברת החשמל אמצעי אגירת אנרגיה.



איור 2 עקומות עומס בימי שיא: קיץ, חורף ועונות מעבר, 1990



איור 3
עקומת התדר כתוצאה מהפסקת יחידת ייצור קיטורית, ללא השלת עומס



איור 4
עקומת התדר כתוצאה מהפסקת יחידת ייצור קיטורית, עם השלת עומס

■ מנייה לציבור לנתק רק את המזגנים ואת המכשירים החשמליים העלולים לגרום לשריפה.

אילו הציבור היה ממושמע, ירידת העומס היתה קטנה יותר, ואז, יתכן שהבקרה האוטומטית של היחידות היתה יכולה להתגבר על ההפרעה. אולם פעולה זו לא הוכחה כיעילה, מאחר שציבור הצרכנים לא שיתפו פעולה.

■ שימוש מוגבר בטורבינות זו ברזיעה, במקום שימוש בתחנות כוח קיטוריות, והפסקת פעולתן מיד עם הישמע את האזהרה.

פעולה זו אינה כלכלית, כיוון שעלות הפקת החשמל באמצעות טורבינות זו גבוהה יותר מעלות הפקת חשמל באמצעות תחנת כוח קיטורית.

בפועל, הציבור ניתק גם חלק ניכר ממכשירי החשמל הביתיים. כתוצאה מכך התרחשה ירידה גדולה בביקוש לחשמל.

תגובת מערכת החשמל הארצית להתרחשויות בעת האזהרה היתה:

- ירידה פתאומית בעומס.
- עלייה בתדר שגרסה לעלייה במהירות סיבוב הנגרטורים ביחידות הייצור הקיטוריות ולוויסות ראשוני במטרה להקטין את הייצור – הקטלת השריפה בדורים.
- אם קצב הורדת הייצור לא היה מספיק, קרה שיחידה קיטורית, אחת או יותר, נפסקו בגלל איבוד יציבות.

חברת החשמל התעורר צורך לבצע היערכות מחדשת כדי להתמודד עם תופעה זו. למיכך כוצע הפעולות הבאות:

זוגמה 1 – אירוע שהתרחש ב־27.3.91 בשעה 00:19

בגלל הפסקה של יחידת ייצור קיטורית, יחידה 2 בתחנת הכוח 'ירוטנברג', חלה ירידה פתאומית בייצור החשמל ביחס לביקוש.

- הספק המערכת לפני האירוע היה 1,880 מגואט.
- הספק יחידה 2 בתחנת הכוח 'ירוטנברג' לפני ההפסקה היה 240 מגואט.
- הספק המערכת לאחר שהתבצע ויסות ראשוני היה 1,857 מגואט.

מעקומת התדר, המוצגת באיור 3, ניתן לראות שהפסקת יחידת הייצור גרמה לירידת תדר הוויסות הראשוני גרם להתייצבות התדר מחדש. במקרה זה לא התרחשה השלת עומס.

זוגמה 2 – אירוע שהתרחש ב־30.11.90 בשעה 13:26

בגלל הפסקה של יחידת ייצור קיטורית, יחידה 4 בתחנת הכוח 'מאור דוד' חלה ירידה פתאומית בייצור החשמל ביחס לביקוש.

- הספק המערכת לפני האירוע היה 2,122 מגואט.
- הספק יחידה 4 בתחנת הכוח 'מאור דוד' לפני ההפסקה היה 340 מגואט.
- הספק המערכת לאחר שהתבצע ויסות ראשוני היה 1,913 מגואט.

מעקומת התדר, המוצגת באיור 4, ניתן לראות שהפסקת יחידת הייצור גרמה לירידת תדר. במקרה זה הוויסות הראשוני לא הספיק כדי לייצב את המערכת, ולכן הופעלה מערכת השלת עומס.

עקומת התדר מציגה גם את הנקודות שבהן התרחשה השלת העומס, את דרגות השלת העומס שהפעלו ואת העומס שהושל בכל דרגה.

ירידה פתאומית בביקוש ביחס לכושר הייצור

אחת מהבעיות שחברת החשמל נאלצה להתמודד עמן בתקופת מלחמת המפרץ היתה הירידה הפתאומית בביקוש לחשמל שהתרחשה מיד עם הישמע את האזהרה. כאשר האזהרות התרחשו בשעות שיאי הביקוש התקבלו נמילות עומס של כ־30 אחוז תוך פרק זמן של 80 עד 250 שניות.

עם הישמע את האזהרה, הנחיות חברת החשמל לצרכנים היו:

- לנתק את המזגנים כדי לא לאפשר כניסת אוויר מבוהץ.
- לנתק מכשירי חשמל העלולים לגרום לשריפה, כגון: ספריז חום ותנורי חימום עם נף חימום חשוף.

מצד המפקח במיקוח הארצי על העומס וגם הבנה ושיתוף פעולה מצד הציבור כדי לסייע למערכת החשמל להתמודד עם מצב הפרעה זה.

בעיה מתעוררת כאשר מתרחשת ירידה מתאומית בעומס, באירוע כזה יש צורך בנוסף למערכת הבקרה האוטומטית של היחידות, גם בתערובות אנוש. במקרה זה נדרשות פעולות

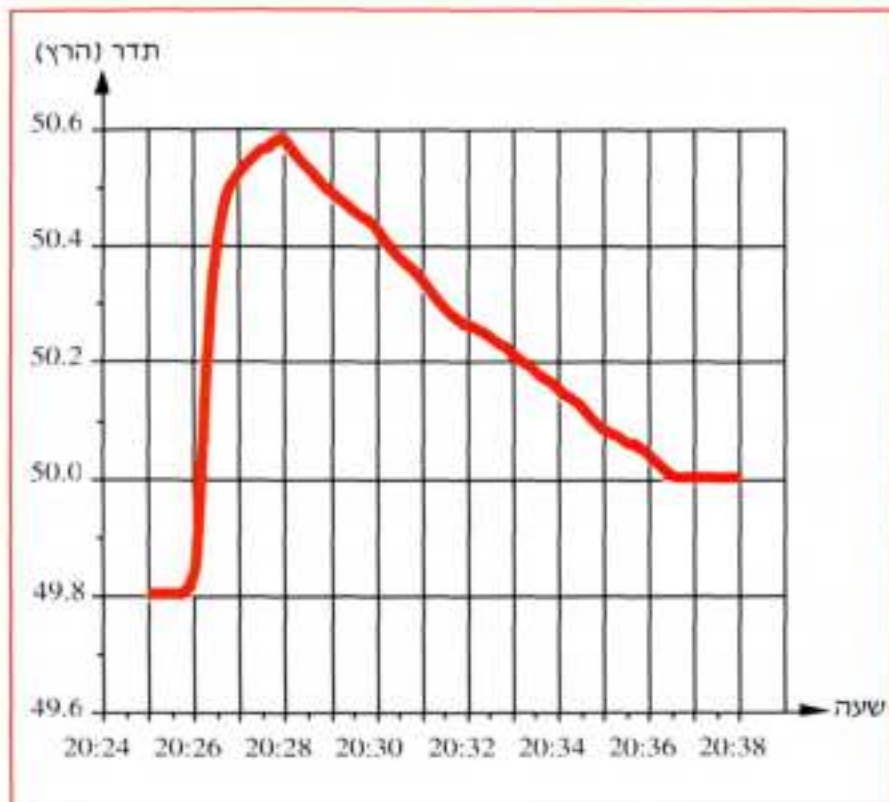
■ שמירה על תדר של 49.8 הרץ ברגיעה. פעולה זו איפשרה את הגדלת מרחב התימרון בעת ירידת העומס עקב האזעקה.

הבעייתיות שבשמירה על תדר נמוך היא העובדה שנמצאים בקצה תחום התדר המותר, וקרוב יותר לתנאי השלת עומס, ובו זמנית נגרם איחור בשעונים העובדים לפי תדירות הרשת.

הדוגמה שלהלן, איור 5, מציגה את השינוי בתדר כתוצאה מירידה מתאומית בביקוש לחשמל ביחס לכושר הייצור מיד לאחר הישמע את האזעקה בתאריך 2.2.91 בשעה 20:26.

העומס שהופסק, על ידי הציבור, בעת האירוע היה 800 מגואט, שהיוו כ-28 אחוז מההספק הכולל שהיה במערכת.

עקומת התדר, במקרה זה, מציגה את עליית התדר שהתרחשה בעקבות הירידה בעומס ואת התייצבות התדר לאחר האירוע ב-50 הרץ.



איור 5

עקומת התדר כתוצאה מירידת עומס שהתרחשה לאחר הישמע את האזעקה (2.2.91)

סיכום

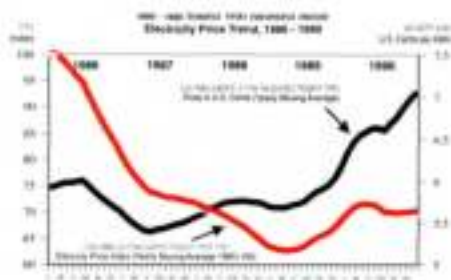
במאמר הוצגו שיטות לוויסות עומס המקובלות בחברת החשמל, כך שמערכת החשמל מגיעה לאיזון בין הספק החשמל המיוצר לבין הספק החשמל הנצרך.

מערכת החשמל במדינה ערוכה בצורה טובה לטיפול במקרים של ירידה מתאומית בכושר הייצור. הטיפול הוא באמצעות מערכת הבקרה האוטומטית של יחידות הייצור הקיטוריות ומערכת הבקרה האוטומטית של מערכת השלת העומס.

(משק החשמל בשנת 1990 – המשך מעמ' 3)

ההכנסות ממכירת חשמל בשנת 1990 הסתכמו ב-2,621 מיליוני שקלים חדשים. זו עליה נומינלית של כ-485 מיליוני שקלים, או 22.7 אחוזים לעומת אשתקד. באם נקוו את השפעת ההתייקרות הכללית במשק, נקבל עליה ריאלית של 4.1 אחוזים לעומת השנה הקודמת.

אחוז ההוצאות על החשמל בתעשייה מכלל הפדיון התעשייתי ירד בשנת 1990 ל-113 אחוזים מ-117 אחוזים ב-1989. זאת למרות העליה הריאלית במחירי החשמל.



הכנסות ומחירים

מחיר החשמל הממוצע בשנת 1990 התבטא ב-14.31 אג' לקוטי"ש והיה גבוה כ-20% לעומת המחיר הממוצע בשנה הקודמת. בהשוואה בין מינורי הצריכה השונים ניתן לציין, שהצרכנים הביתיים שילמו את המחיר היחסי הגבוה ביותר (15.32 אג' לקוטי"ש) ואילו צרכני שאיבת המים שילמו את המחיר היחסי הנמוך ביותר (12.86 אג' לקוטי"ש).

צרכני תערוך נהנו ממחירים נמוכים יחסית, בהשוואה לצרכנים האחרים. צרכני מתח נמוך בתערוך שילמו בממוצע 14.36 אג' לקוטי"ש, צרכני מתח גבוה – 12.91 אג' לקוטי"ש וצרכני מתח עליון 10.60 אג' לקוטי"ש. המחיר הממוצע לשאיבת מים, השתווה בשנת 1990 למחיר הממוצע ששולם ע"י צרכני תערוך בכל מינורי המשק.

מנקודת ראות של המחיר הריאלי לחשמל, נמשכת מגמת ההתייקרות במחיר החשמל שהחלה בשנת 1989. בשנת 1985 היה המחיר הממוצע לקוטי"ש (במחירי 1990) – 20.53 אגורות וירד בהדרגה עד לכדי 12.90 אג' לקוטי"ש בשנת 1988. בשנת 1989 חלה התייקרות ריאלית של 7.7% ובשנת 1990 התבטאה ההתייקרות בכ-3% נוספים, כאשר מחיר החשמל היה, כאמור, 14.31 אגורות בממוצע לקוטי"ש.

הגנה בפני מתח יתר במערכות חשמליות למתח גבוה

אינג' יוסף בלבל

כאשר ברק פוגע ברשתות עיליות מופיעים גלי מתח יתר הנעים לאורך הקווים וגורמים לסכנת פריצה של הציוד החשמלי המותקן במערכות החשמל המחוברות לרשת. השימוש במגיני הברק והתקנתם במקומות מסויימים במערכת יכול למנוע את הסכנה הזאת.

סוגי המיתקנים העלולים להיפגע מעליות מתח הם:

- ציוד המותקן ברשת עילית.
 - תחנות פנימיות המסתעפות ישירות מהרשת העילית.
 - מערכות כבלים תת קרקעיות.
- מטרת המאמר היא לעזור למתכננים בתיכנון יעיל של ההגנות בפני מתח יתר (מגיני ברק) ובקביעת מיקומם, בהתבסס על הידע אשר נרכש מחוברות טכניות של יצרני הציוד והניסיון שהצטבר בחברת החשמל.
- חברת החשמל הוציאה בשנת 1990 שני נהלים המתייחסים לבחירת מגיני ברק ולתיכנון מקום התקנתם ברשת. בהמשך המאמר נתייחס לתוכנם של נהלים אלה.
- מאמר זה גם סוקר בקצרה את סוגי מגיני הברק הקיימים בשוק ואופן קביעת המקומות המתאימים ביותר להתקנתם במערכת החשמלית למתח גבוה (עד 33 ק"ו).

מגן ברק

בחירת מגן ברק חייבת להתאים למתח הנקוב של רשת האספקה. כדרך כלל בוחרים במגיני ברק אשר זרם הפריקה השיורי שלהם הוא 5 קילו אמפר בצורת גל בעל אופיין 8/20 מיקרו שני.

המתח הנקוב של מגן הברק תלוי בגורמים הבאים:

- סוג מגן הברק
 - דגם עם מרווחי פריצה (Gap Type)
 - דגם תחמוצת מתכתית (Metal-Oxide Type)
- שיטת הארכת נקודת הכוכב לשנאי האספקה בתחנת ההשגאה מצד המתח הגבוה.
- בקשיחות.
- באמצעות טליל פטרסון.

מגיני ברק בתחנות השנאה

חובת ההתקנה של מגיני ברק להגנה על תחנות השנאה תלויה בשני גורמים:

- הספק השנאי.
 - הדרגה הקראונית של האיזור.
- הדרגה הקראונית של האיזור נקבעת לפי עוצמת פעילות הברקים באיזור. עוצמה זו נמדדת על פי מספר ימי סופות הברקים בממוצע לשנה באיזור.

■ **בלבל** – מנהל מחלקה, מינהל הצרכנות, מחוז הדרום, חברת החשמל לישראל

קבוצה 3

תחנות השנאה סופיות כלומר, תחנות השנאה המוזנות על ידי כבל תת קרקעי יחיד (ללא כבל יוצא), כאשר בין תחנת ההשגאה ובין קו (קטע) עילי יש לפחות שתי תחנות השנאה.

קבוצה 4

כל תחנת השנאה בחלק תת קרקעי של הרשת, אשר אינה שייכת לאחת מהקבוצות המפורטות לעיל.

אופן התקנת מגיני הברק בתחנת השנאה נעשה בהתאם לקבוצה אליה משתייכת התחנה המסויימת.

אופן התקנת מגן ברק בתחנות

השנאה מקבוצה 1

תחנות השנאה מקבוצה 1 יוננו במני מתחי יתר באמצעות מגן ברק בהתאם לאופן חיבורן לרשת, כמפורט בטבלה 1 ובאיור 1.

לדוגמה:

שנאים המותקנים ברשת חברת החשמל, שהספקם קטן מ-100 קו"א או שווה לו חייבים בהגנה באמצעות קרני פריקה בלבד. ההגנה על שנאים שהספקם גדול מ-100 קו"א תהיה באמצעות קרני פריקה או באמצעות מגיני ברק, תלוי בגודל השנאי ובדרגה הקראונית של האיזור. שנאים שהספקם שווה ל-630 קו"א או גדול ממנו חייבים, בכל מקרה, בהגנה באמצעות מגיני ברק.

מבחינים בארבע קבוצות של תחנות השנאה:

קבוצה 1

תחנות השנאה המחוברות לקטעים עיליים של קווי חלוקה ישירות או דרך כבלים תת קרקעיים.

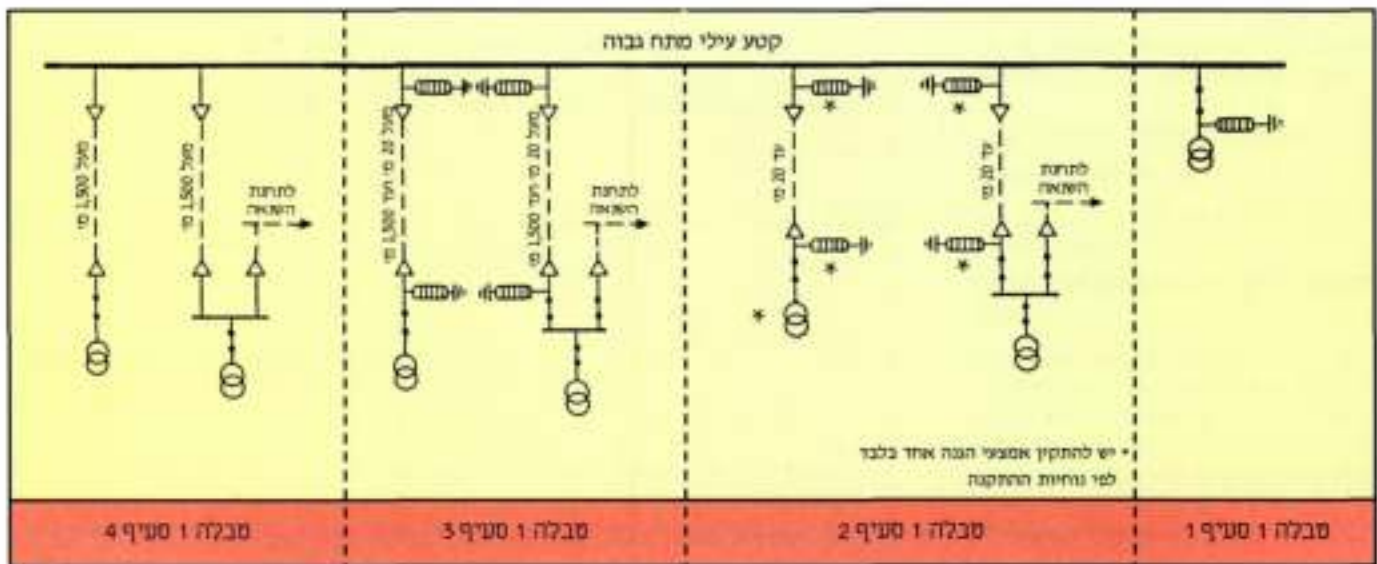
קבוצה 2

תחנות השנאה המחוברות דרך כבלים תת קרקעיים לתחנת השנאה מקבוצה 1.

טבלה 1

התקנת אמצעי הגנה בתחנות השנאה מקבוצה 1 בהתאם לאופן חיבורן לרשת עילית

מס' 1	אופן החיבור לרשת עילית	מקום התקנת מגן הברק
1	ישירות	בתחנת ההשגאה
2	על ידי כבל שאורכו עד 20 מטר	במקום התחברות כבל לקו עילי או בתחנת השנאה, רצוי בתחנת ההשגאה
3	על ידי כבל שאורכו 20-1,500 מטר	במקום התחברות כבל לקו (קטע) עילי וגם בתחנת ההשגאה
4	על ידי כבל שאורכו מעל 1,500 מטר	איך צורך באמצעי הגנה



מגן ברק בתחנת ההשאה מקבוצה 3 המרוחקת ביותר מקו (קטע) עילי.

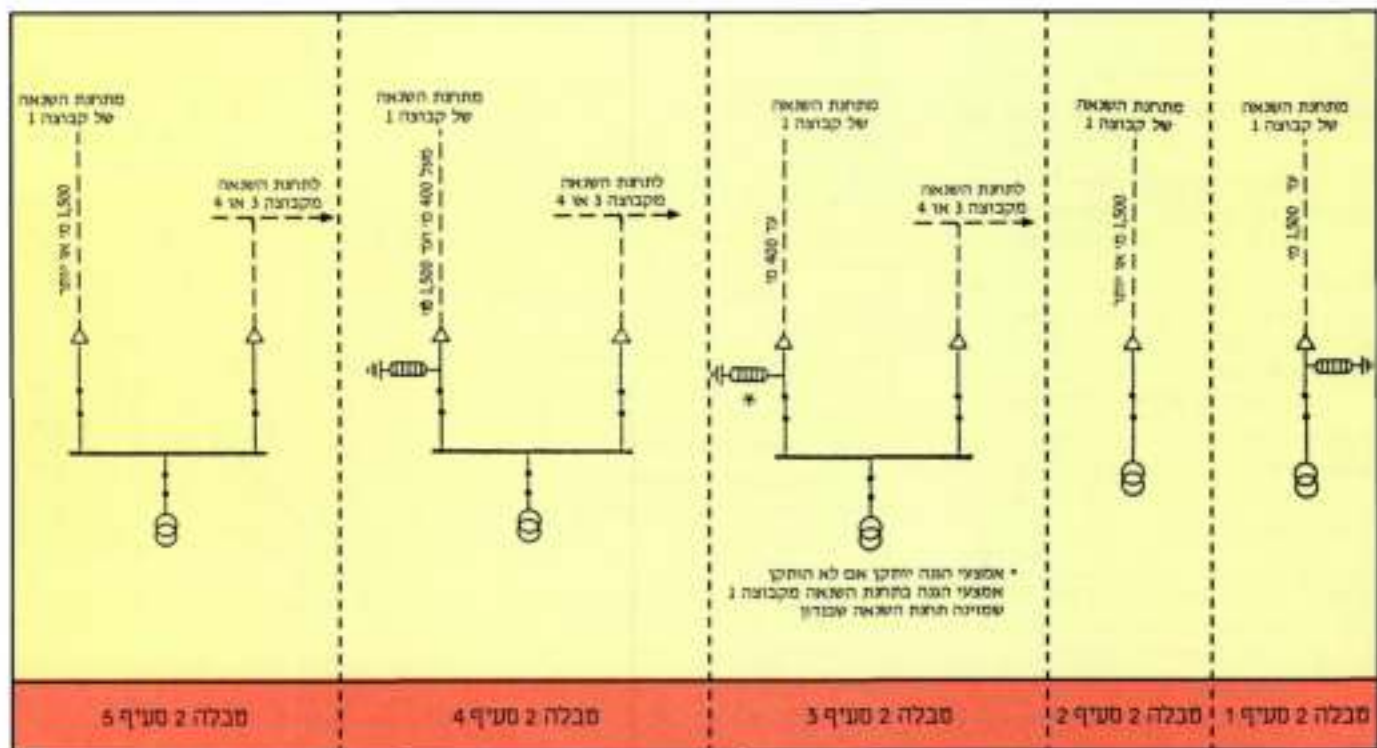
מגן ברק יותקן בתחנת השנאה זו אם המרחק ממנה עד לאמצעי הגנה המורכבים בתחנת השנאה אחרת כלשהי גדול ממרחק ייחוס "ד_ק" שנקבע לפי איור 4, וזאת בתנאי

אופן התקנת מגן ברק בתחנות השנאה מקבוצה 3

קביעת מגן ברק בתחנות השנאה מקבוצה 3 (איור 3) נעשית באופן הבא. ■ ראשית, יש לבדוק את הצורך בהתקנת

אופן התקנת מגן ברק בתחנות השנאה מקבוצה 2

תחנות השנאה מקבוצה 2 יוגנו בפני מתח יתר באמצעות מגן ברק בהתאם לאופן היבוךן לרשת כמפורט בטבלה 2 ובאיור 2.



מס' 1	תיאור תחנת ההשנאה	אורך הכבל מתחנת ההשנאה מקבוצה 1	מקום התקנת מגן הברק
1	תחנת השנאה מחוברת לרשת דרך כבל יחיד (ללא כבל יוצא)	עד 1,500 מטר	בתחנת ההשנאה
		1,500 מטר או יותר	אין צורך במגן ברק
3	תחנת ההשנאה מחוברת לרשת על ידי 2 כבלים לפחות	עד 400 מטר	בתחנת השנאה שבנדון או בתחנת השנאה מקבוצה 1 הקרובה
מעל 400 מטר ועד 1,500 מטר		בתחנת ההשנאה שבנדון	
מעל 1,500 מטר		אין צורך במגן ברק	

$k = 3$ – אם מגיני ברק יותקנו בשתי תחנות השנאה או יותר בין כל תחנות ההשנאה השייכות לאותה רשת תת קרקעית.

אופן התקנת מגן ברק בתחנות

השנאה מקבוצה 4

אין צורך בהתקנת מגיני ברק בתחנות השנאה מקבוצה 4.

תחנת השנאה הנמצאת בתוך טבעת פתוחה

עבור תחנת השנאה הנמצאת בתוך טבעת הפתוחה בעזרת מנתק של תחנת ההשנאה, יש לבחון צורך בהתקנת מגיני ברק נוספים לאלה הדרושים לפי הונה רגילה שלה על ידי בדיקת מיקומה ברשת ביחס לכל כיווני הזנה אפשרי.

יש לקבוע את השייכות של תחנת ההשנאה לקבוצה 2 או 3 כלפי כל כיוון הזנה, ולבחור באמצעי הגנה מתאימים לפי הקבוצה שאליה משתייכת התחנה בהתאם לסטואר לעיל. קיימת אפשרות של שיוך תחנת השנאה לקבוצות שונות כלפי כל אחד מכיווני ההזנה.

מיקום אמצעי ההגנה בפני מתחי

יתר בתחנות השנאה

מקום התקנת אמצעי ההגנה בפני מתחי יתר בתחנות השנאה יהיה כדלקמן:

- קרני המריקה יותקנו על סבד של נתוך הקרניים של השנאי (שנאים) מצד ההזנה מרשת מתח גבוה.
- מגיני הברק בתחנת השנאה עילית יותקנו לפי נתיבי הקרניים.
- מגיני הברק בתחנות השנאה פנימיות יותקנו סמוך לסופיות כבלי הכניסה לתחנת ההשנאה.
- המרחק בין מגיני הברק ובין השנאי לאורך מוליכי החיבור החשופים ברשת עילית לא יעלה על 5 מטר. אם חיבור השנאי לתא שלו נעשה על ידי כבל שאורכו לא עולה על 20 מטר, יולקח בחשבון רק אורך המוליכים בין מגן הברק לסופית הכבל הנזיל שלא יעלה על 5 מטר.

סיכום

בחירת סוג מגן הברק על איפיוניו השונים וקביעת המקומות בהם כדאי להתקין מגיני ברק היא מלאכה הדורשת מיומנות וידע.

התקנת מגיני ברק מתאימים עשויה לחסוך כסף רב ולכן כדאי להתייחס לנושא זה בוהירות תוך התייחסות לכל הגורמים המאפיינים את הגנת מיתקני החשמל במני ברקים.

שאף אחד מקטעי הרשת התת קרקעית שבתוואי אינו עולה על 1,500 מטר.

בקביעת מרחק הייחוס "d_k" יש להתייחס למקדם K, כאשר:

$k = 1$ – אם ברשת התת קרקעית הנבדקת קיימת נקודה אחת בלבד של קשר עם קו (קטע) עילי.

$k = 2$ – אם ברשת התת קרקעית הנבדקת קיימות שתי נקודות קשר או יותר עם קו (קטע) עילי.

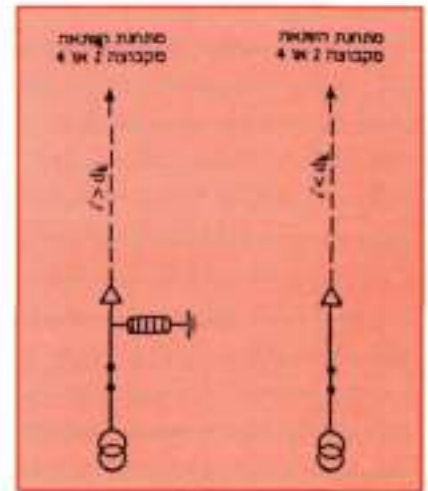
■ בשלב זה, אם לפי הבדיקה המתוארת לעיל נמצא שאין צורך בהתקנת מגן ברק בתחנת השנאה מקבוצה 3 המרוחקת ביותר מקו עילי, יש לחזור על כל שלבי הבדיקה המתוארים לעיל לגבי כל אחת מתחנות ההשנאה מקבוצה 3 לפי סדר ריחוקן מקו עילי. הבדיקה תימשך עד שתימצא תחנה ההשנאה שבה יש צורך בהתקנת מגן ברק.

בתנאים מסוימים יתכן מצב שלא יהיה צורך להתקין מגן ברק באף אחת מתחנות ההשנאה המשתייכות לקבוצה 3.

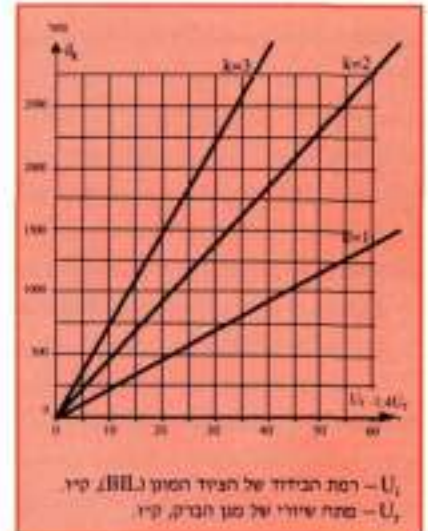
לאחר שייקבע מקום התקנת מגן הברק באחת מתחנות ההשנאה מקבוצה 3, ייבדק הצורך בהתקנת מגיני ברק נוספים באותן תחנות השנאה מקבוצה זו שלא נבדקו עד כה, בהתאם לשלבי הבדיקה שתוארו לעיל.

מגיני ברק נוספים יותקנו באותן תחנות השנאה נותרות מקבוצה 3, שעבודן המרחק בין התחנה ובין מקום ההתקנה של מגן הברק בתחנת השנאה אחרת כלשהי או בינה לבין תחנת השנאה שאליה מחוברים יותר משני כבלים, עולה על מרחק הייחוס "d_k" לפי איור 4 שייקבע בהתייחס למקדם K כדלקמן (ואת בתנאי שאורכו של אף אחד מקטעי הרשת לא יעלה על 1,500 מטר):

$k = 2$ – אם מגיני הברק יותקנו בתחנת השנאה אחת בלבד בין כל תחנות ההשנאה השייכות לאותה רשת תת קרקעית.



איור 3
אופן התקנת מגיני ברק בפני מתחי יתר בתחנות השנאה מקבוצה 3



איור 4
מרחק הגנה של מגיני ברק בתוך רשת תת קרקעית

שיטת האיפוס – שיטת הגנה בפני חישמול

אינג' אייל גבאי

שיטת האיפוס היא אחת משיטות ההגנה בפני חישמול המותרות לשימוש במדינת ישראל. שיטה זו נהוגה ברוב הבניינים שנבנו לאחר 1984, השנה בה פורסמו התקנות בדבר שיטה זו.

הבסיס החוקי לשימוש בשיטה זו כאמצעי הגנה בפני חישמול נמצא בתקנות החשמל – הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט. (עידכון תקנות חשמל אלו עומד להתפרסם בקרוב).

מאמר זה מביא סקירה על שיטת האיפוס – שיטת הגנה בפני חישמול. הסקירה כוללת תיאור של העקרונות החשובים בשיטת האיפוס, הסימונים המוסכמים והאופן בו מבוצע האיפוס. התיאורים מלווים בדוגמאות ליישומים של השיטה.

עקרונות חשובים בשיטת האיפוס

העקרונות החשובים בשיטת האיפוס הם:

■ בין מוליך האפס של רשת ההזנה (PEN) ובין פס השוואת פוטנציאלים (פהיפ) של הארקה היסוד קיים חיבור יחיד. צורת חיבור זו מבטיחה שבעת תקלה תהיה רציפות מתכתית של לולאת התקלה. רק במקרה שמוליך האפס של רשת ההזנה (PEN) נקרע, לא תהיה רציפות מתכתית של לולאת התקלה.

■ ניתוק בעת תקלה, של הגוף המחושמל ממקור הוונה, במרק זמן שלא יאפשר היווצרות מתח מגע הגדול ממתח המגע המסוכן באותו פרק זמן. בכל מקרה, משך הזמן מעת התקלה ועד ביצוע הניתוק לא יעלה על 5 שניות.

■ על פי תקנות החשמל מותר להשתמש בשיטת האיפוס רק במבנים שבהם קיימת הארקה יסוד, או במבנים ישנים בהם לא קיימת הארקה יסוד, אך קיימת אלקטרודת הארקה מקומית וקיימת בהם השוואת פוטנציאלים.

כאשר שיטת ההגנה בפני חישמול היא שיטת האיפוס, התקנות מחייבות שהתנגדות הארקה היסוד תהיה 20 אוהם לכל היותר, בעוד שבשיטת הארקה הגנה, התנגדות הארקה היסוד הנדרשת היא 5 אוהם לכל היותר.

הערך 20 אוהם נקבע, שכן זהו ערך שניתן לקבלו בהשקעה כספית סבירה – שימוש בהארקה יסוד או לכל היותר הוספת אלקטרודת הארקה.

חשיבות התנגדות הארקה היסוד בשיטת האיפוס באה לידי ביטוי בעת תקלה, כאשר יש נתק במוליך האפס של רשת ההזנה (PEN) ואו לולאת התקלה נמרת דרך הארקה היסוד.

בישראל קיים איסור לשימוש בשיטה זו במיתקנים חשמליים, אולם רשת ההזנה של חברת החשמל היא רשת TN-C.

■ מיתקן המוגן בשיטת TN-S קיימת הפרדה מוחלטת בין מוליך האפס למוליך ההארקה.

■ מיתקן המוגן בשיטת TN-C-S (איור 1) ברשת החלוקה משתמשים במוליך משותף (PEN) כמוליך אפס וכמוליך הארקה. אולם במיתקן הצרכן קיימת הפרדה מוחלטת בין מוליך האפס למוליך ההארקה.

הפרדה מתבצעת במיתקן הצרכן בפס השוואת הפוטנציאלים – מוליך הארקה נפרד החל מהכניסה למיתקן.

שיטת איפוס זו היא השיטה המקובלת ברוב מיתקני החשמל.

עכבת לולאת התקלה

עכבת לולאת התקלה המירבית המותרת במיתקן המוגן בשיטת איפוס היא כזו שבעת קצר בין מופע להארקה יזרום במעגל זרם קצר בעוצמה כזו שיתרום לניתוק המבטח תוך 5 שניות לכל היותר.

הקשר שבין עכבת הלולאה המותרת לזרם הקצר נתון בנוסחה הבאה:

$$I_k = \frac{230}{Z_s}$$

כאשר:

I_k – זרם הקצר המיזערי הנדרש להפעלת המבטח תוך 5 שניות.

Z_s – עכבת לולאת תקלה מירבית המאפשרת היווצרות זרם I_k במתח 230 וולט.

כאשר ההגנה על מיתקנים חשמליים מבוצעת על ידי נתיכים בעלי אופיין $I_{\Delta} \leq a$ או על ידי מאיזים בעלי אופיין I_{Δ} העומדים בתי 745, מאפשר השימוש בטבלה 1 לקבל ממנה, עבור כל זרם נקוב של המבטח (I_n), את ערך העכבה (Z_s) המתאים ואת ערכו של זרם הקצר המיזערי (I_k), כך שבמקרה של קצר

■ קבלת אישור מחברת החשמל לצורך הגנה על ידי שיטת האיפוס, כיוון שלצורך שימוש בשיטה זו יש לוודא קיום חתך מיזערי נדרש של מוליך האפס (PEN) ברשת ההזנה של חברת החשמל למבנה, ראה תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1,000 וולט).

הדרישה לחתך מיזערי זה של מוליך האפס נועדה לספק לו חוזק מכני וחשמלי. חוזק זה מבטיח שהמוליך לא ייקרע בקלות.

■ איסור השימוש בשיטת האיפוס ובשיטת הארקה הגנה באותו מבנה. אולם מותר להשתמש בשתי שיטות אלה להגנה על שני מבנים שונים המוגנים על ידי אותה רשת.

■ חובת קיום הארקה שיטה.

סימונים וכינויים

קיימים סימונים וכינויים מקובלים לסימון של:

■ מוליכי אפס והארקה.

■ מיתקנים המוגנים בשיטת האיפוס.

סימון מוליכי אפס והארקה

הסימון מתבצע באופן הבא:

N (Neutral) – מוליך האפס (מוליך בצבע שחור).

PE (Protective Earth) – מוליך הארקה (מוליך בצבע צהוב-ירוק).

PEN (Protective Earth/Neutral) – מוליך המשמש מוליך אפס ומוליך הארקה גם יחד.

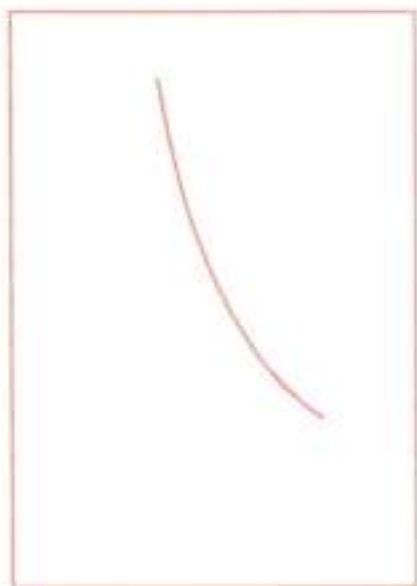
כינוי המיתקנים המוגנים בשיטת האיפוס

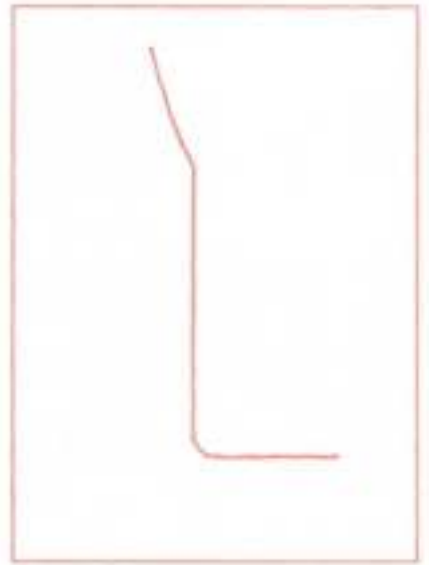
הכינויים המקובלים למיתקנים המוגנים בשיטת האיפוס הם:

■ מיתקן המוגן בשיטת TN-C

שימוש במוליך משותף PEN כמוליך אפס ומוליך הארקה (C-Combined).

אי גבאי – המחלקה ליעול הצריכה, אגף הנדסות, חברת החשמל





הזרמים דרך הארקת היסוד והשפעתם

במערכות רב מופעיות גורמת העמסה בלתי סימטרית של המופעים להיווצרותם של זרמי איזון הזרמים כמוליך האפס (PEN) של הרשת.

במיתקן המוגן בשיטת איפוס, חלק קטן מזרם איזון זורם דרך מוליך האיפוס והארקת היסוד (R_p). הסיבה שרק חלק קטן מזרם איזון זורם דרך מוליך האיפוס והארקת היסוד נובעת מהעכבה הנמוכה של מוליך ה-PEN ברשת החלוקה לעומת התנגדות הארקת היסוד. הזרם הזה, בעוברו דרך הארקת היסוד, גורם למפל מתח על התנגדות הארקת היסוד. מדובר במפל מתח קטן כיוון שהזרם קטן.

תופעה זו גורמת להפרש פוטנציאל בין פס השוואת פוטנציאלים ובין האדמה. הפרש פוטנציאל זה מועבר דרך פס השוואת פוטנציאלים לכל החלקים המתכתיים במבנה המחברים לפס השוואת פוטנציאלים.

אם קיימת במבנה השוואת פוטנציאלים טובה, אדם הנמצא במבנה ונוגע בגורם מתכתי הנמצא במבנה לא ירגיש בהפרש פוטנציאלים זה.

אדם הנמצא מחוץ למבנה ונוגע בחלק מתכתי הנמצא במבנה, למשל מרזב, עלול להרגיש בהפרש פוטנציאלים זה, אולם בצורה קלה בלבד, שכן מדובר, כאמור, בזרם נמוך, ולכן גם בהפרש פוטנציאלים נמוך.

בעיה מתעוררת כאשר נוצר נתק במוליך האפס של רשת ההזנה. תופעה זו עלולה להתרחש בעיקר כאשר מדובר ברשת הזנה עילית. נתק כזה גורם לכך ששטירת המעגל החשמלי, המזין את מיתקן הצרכן שבמבנה, נסגר דרך הארקת היסוד והארקת השיטה. התופעה גורמת לכך שהזרם הזורם דרך הארקת היסוד הוא בסדר גודל של הזרם הנקוב הזורם דרך מיתקן הצרכן. כלומר, זרם גבוה ולכן מתקבל מפל מתח גבוה על הארקת היסוד.

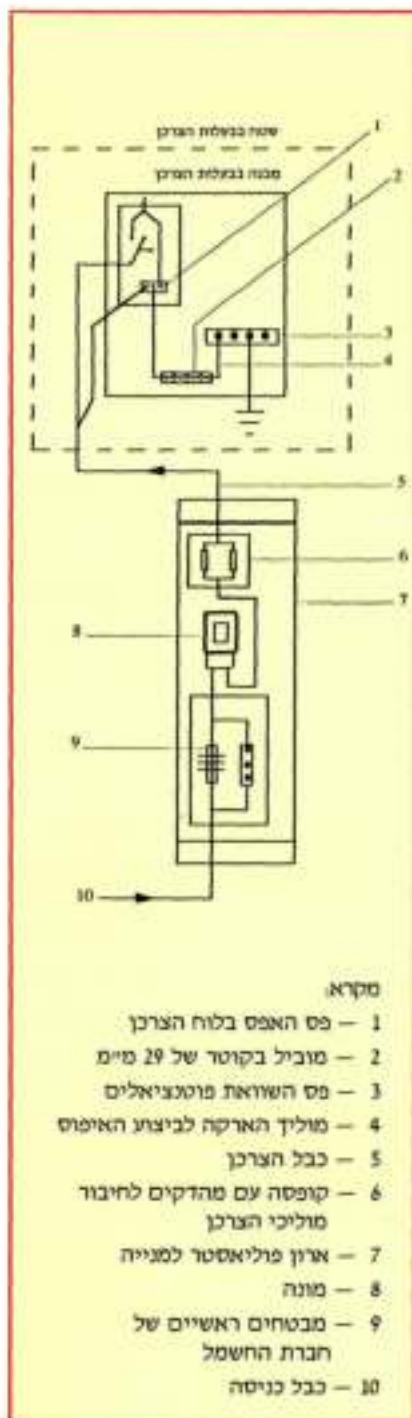
גם כאן מתח זה מועבר דרך פס השוואת פוטנציאלים לכל הגורמים המתכתיים המחברים לפס השוואת פוטנציאלים.

במקרה זה, אדם הנמצא בתוך המבנה ונוגע בגוף מתכתי במבנה לא נפגע. אולם אדם הנמצא מחוץ למבנה ונוגע בגוף מתכתי במבנה צמוי להתחשמלות, שכן קיים הפרש פוטנציאלים בין הגוף המתכתי ובין האדמה שעליה עומד האדם.

דוגמה לחיבור גוף תאורה מחוץ למבנה המוגן בשיטת האיפוס

סכנת החישמול קיימת גם כאשר מבנה המוגן בשיטת האיפוס מזין מבנה אחר הנמצא

במקרה של חיבור מסוג זה, מערכת החשמל במבנה הצרכן מוגנת במני חישמול בשיטת איפוס ומבוצעת על ידי הצרכן באישור חברת החשמל.



איור 5
איפוס במבנה שבו מבטחי חברת החשמל מותקנים מחוץ למבנה שבו נמצא פס השוואת פוטנציאלים



איור 4
איפוס במבנה שבו מבטחי חברת החשמל מותקנים במבנה בתוך ארון מבודד

בעת ביצוע חיבור זה יש להקפיד על הפרטים הבאים:

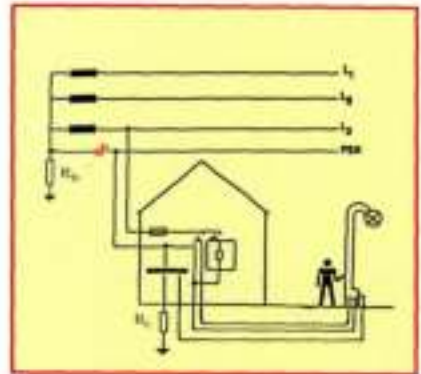
- מוליך ההארקה לביצוע האיפוס יחובר על ידי עובדי חברת החשמל.
- מוליך ההארקה לביצוע האיפוס יהיה שזור מנחושת, מבודד, בנוון שחור, בתוך השווה לחתך מוליך האפס של קו ההזנה, לא פחות מ-10 מ"מ ולא יותר מ-150 מ"מ, ויותקן בתוך מוביל שקוטרו 29 מ"מ.
- המוביל בין ארון הפוליאסטר בגודל י"ס ובין פס השוואת הפוטנציאלים יותקן על ידי המזיין.
- כאשר במקום ארון פוליאסטר יש ארנו מבודד האיפוס יבוצע באופן דומה למתואר כאן.

דוגמה 2

אופן חיבור האיפוס במבנה של צרכן יחיד שבו מבטחי חברת החשמל נמצאים מחוץ למבנה שבו נמצא פס השוואת פוטנציאלים מוצג באיור 5.

בסמוך, לזוגמה: מחסן, עמוד תאורה הנמצא בחצר וכו'.

סכנת החיפוש למקרה זה קיימת כאשר למבנה המזון אין הארקה יסוד והוא מחובר לפס השוואת פוטנציאלים של המבנה המזון, ובנוסף מתרחש נזק במוליך האפס של רשת החזנה (איור 6).



איור 6
חיבור של גוף תאורה מחוץ למבנה שמוגן בשיטת האיפוס

באיור 6 רואים שהפרש הפוטנציאלים בין פס השוואת פוטנציאלים לאדמה עובר דרך פס השוואת פוטנציאלים לגוף עמוד התאורה ויכול לגרום לחיפוש אדם הנוגע בגוף המתכתי של עמוד התאורה.

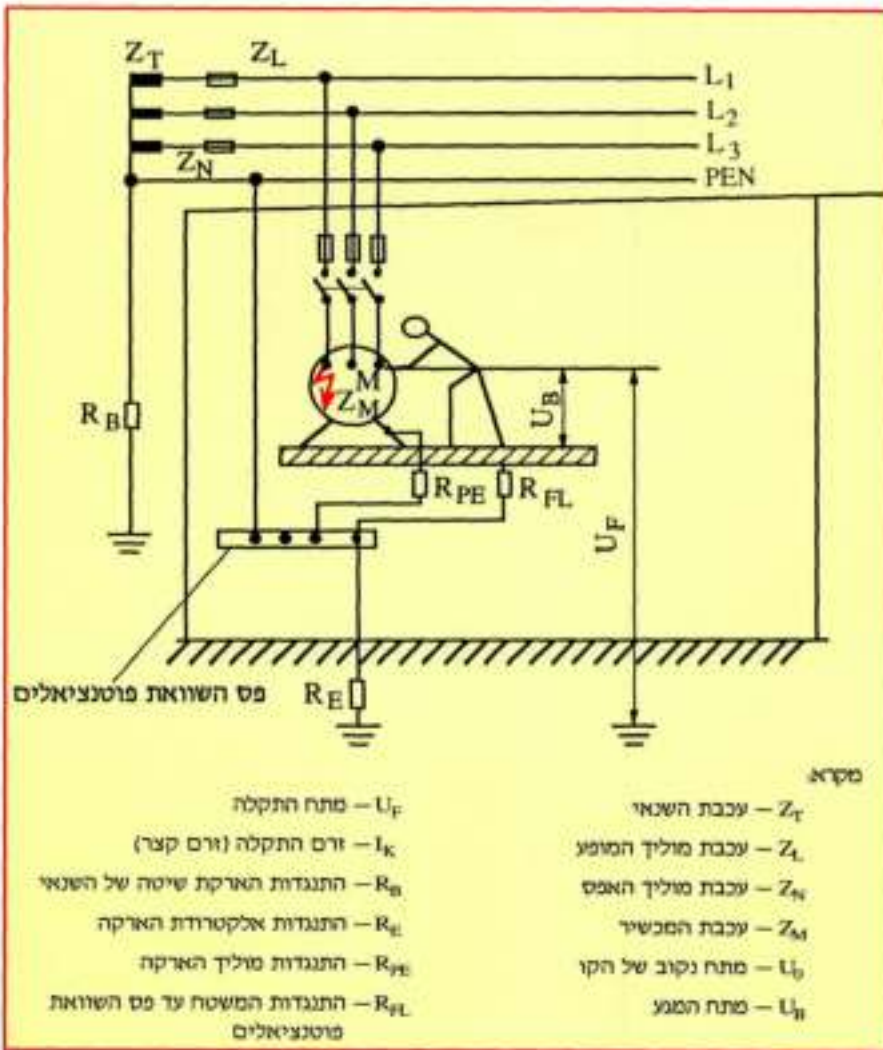
הפתרון הרצוי להתמודדות עם סכנת החיפוש שהוצגה היא להשתמש בעמוד תאורה מחומר מבודד, או להשתמש בעמוד מתכתי ולהשחיל בתוכו כבל מבלי לחבר את העמוד לפס השוואת הפוטנציאלים של המבנה, ולהתקין גוף תאורה מסוג בידוד כול.

מתונות אפשריים אחרים הם:

- לנתק בין מערכת ההארקה של המבנה המזין ובין מערכת ההארקה של המבנה המזון (עמוד תאורה) על ידי חיבור אלקטרודת הארקה נפרדת עבור המבנה המזון.
- לדאוג לחשוואת פוטנציאלים בין עמוד התאורה ובין סביבתו הקרובה. כלומר, להתקין בתוך האדמה סביב העמוד רשת ברזל בצורת משטח בקוטר 3 מטרים בערך ולהכר משטח זה לבסיס המתכת של העמוד.

ניתוח תקלה במיתקן המוגן בשיטת איפוס

איור 7 מציג תרשים של תקלה במיתקן המוגן בשיטת איפוס.



מקרא

- U_F – מתח התקלה
- I_K – זרם התקלה (זרם קצר)
- R_B – התנגדות הארקה של השנאי
- R_E – התנגדות אלקטרודת הארקה
- R_{PE} – התנגדות מוליך הארקה
- R_{FL} – התנגדות המשטח עד פס השוואת פוטנציאלים
- Z_T – עכבת השנאי
- Z_L – עכבת מוליך המופע
- Z_N – עכבת מוליך האפס
- Z_M – עכבת המכשיר
- U_0 – מתח נקוב של הקו
- U_B – מתח המגע

איור 7
תרשים תקלה במיתקן המוגן בשיטת האיפוס

סיבת התקלה היא קצר בין אחד המופעים לאדמה.

איור 8 הוא תרשים תמורה של איור 7. כעת נתייחס למקרה החמור ביותר שבו מניחים שהתנגדות המשטח (R_{FL}) היא זניחה. כלומר, ניתן להניח שהאדם כאילו עומד ישירות על פס השוואת פוטנציאלים.

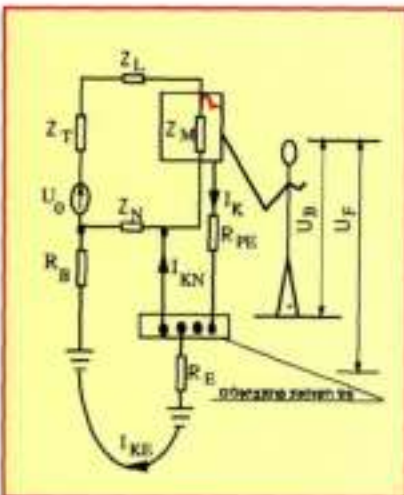
מאיור 8 רואים שזרם התקלה (I_K) זורם למקור בשני מסלולים:

- I_{KE}
- I_{KN}

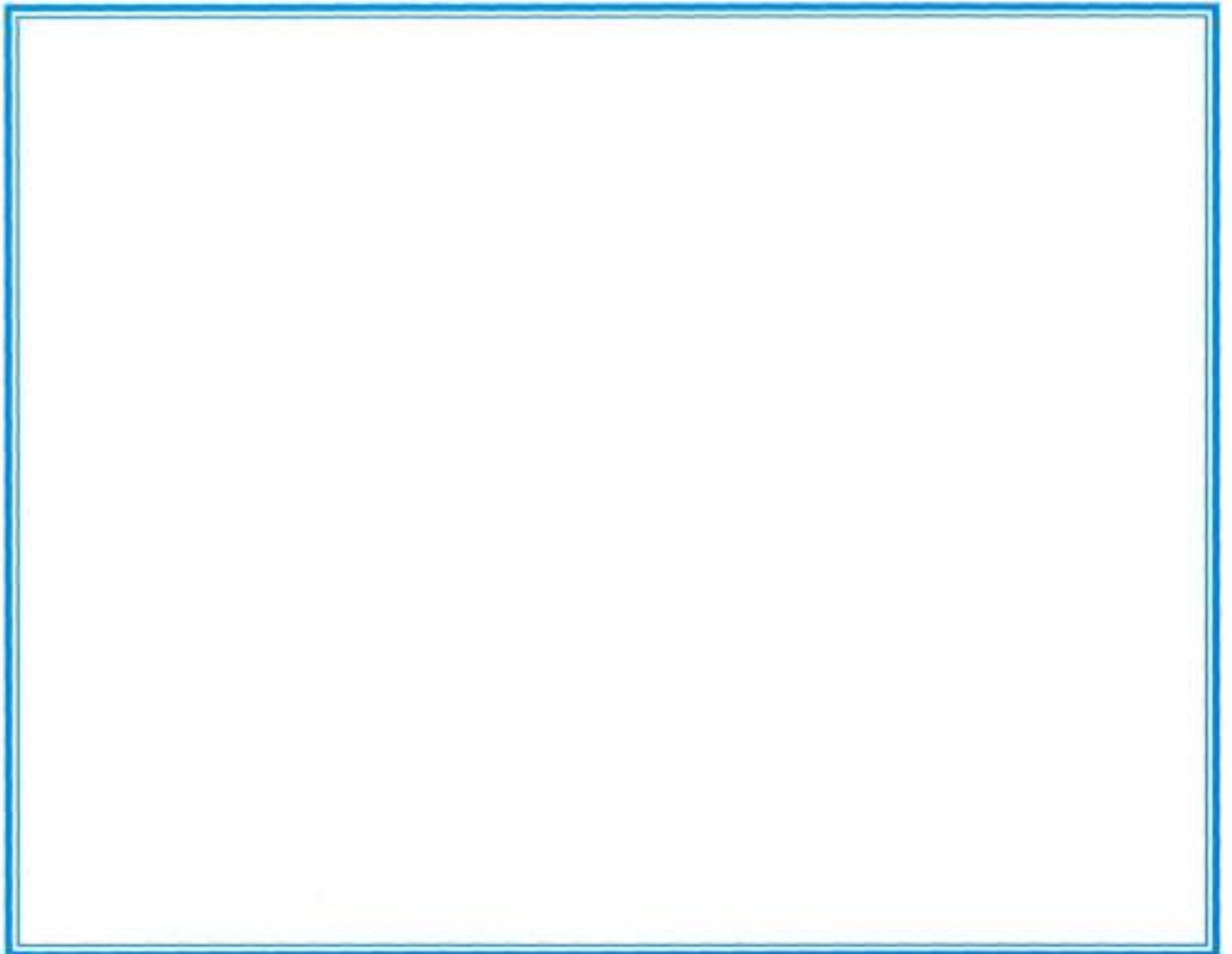
זרם התקלה שיתקבל במקרה זה הוא:

$$I_K = I_{KN} + I_{KE}$$

$$= \frac{U_0}{Z_T + Z_L + R_{PE} + \frac{Z_N(R_E + R_B)}{Z_N + R_E + R_B}}$$



איור 8
תרשים תמורה לאיור 7





שיטה אחרת לקביעת קבוצת חיבורים, על ידי עירור חד מופעי, מתוארת באיור 4. במהלך הבדיקה מספקים מתח חילופין חד מופעי אל היציאות 1U ו-1V של לימף

הלימף המשני מקבלים בעזרת נקודות החיתוך של המעגלים במחוג המתחים שנמדדו (לפי קנה מידה), כאשר מרכזי המעגלים בנקודות 1V ו-1W (איור 3).

סיכום הוראת מדי ההספק נותן את איבודי הריקס של השנאי. איבודים אלה הם הפסדי הברזל של השנאי והם צירוף של הפסדי זרמי מערבולת והפסדי עיבת החשל (Hysteresis).

אם $U=U'$ או הוראת מדי ההספק אינה דורשת תיקון.

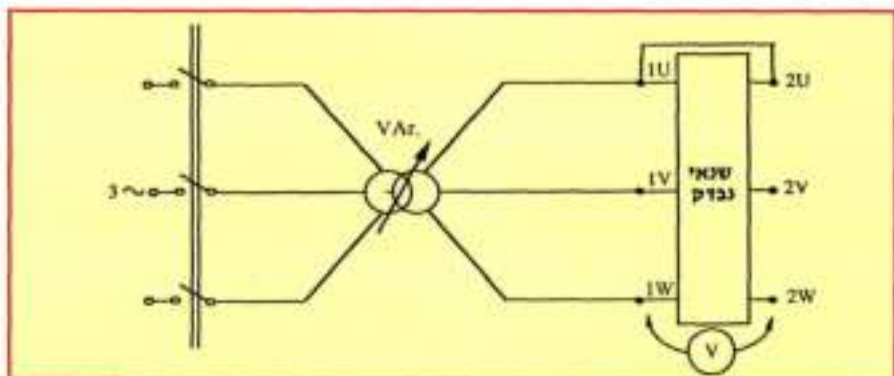
אם $U \neq U'$ או הוראת מדי ההספק תתוקן לפי הנוסחה הבאה:

$$P = \frac{P_m}{0.5 + 0.5 \left(\frac{U}{U'} \right)^2}$$

כאשר:

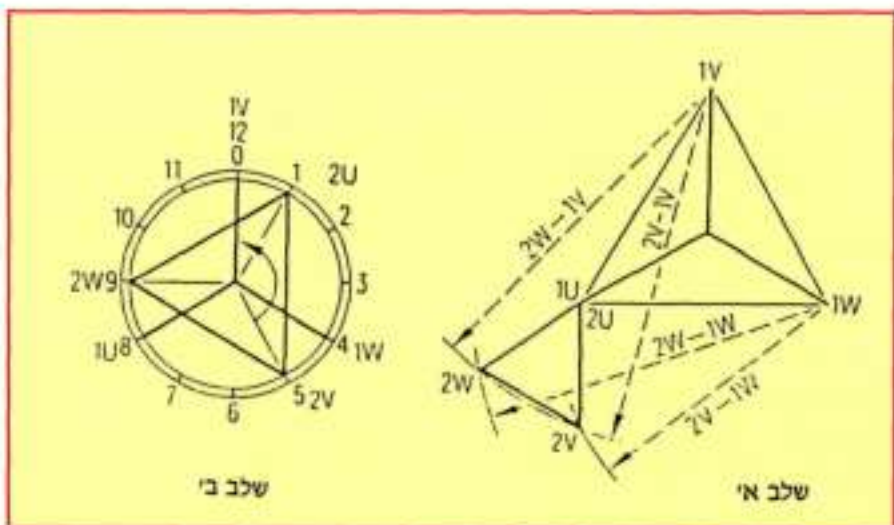
P – ערך מתוקן של הפסדי ריקס.

P_m – ערך נמדד של הפסדי ריקס.



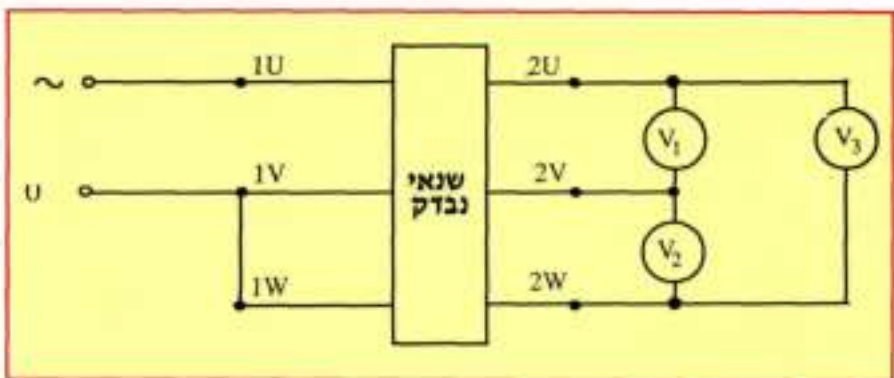
איור 2

מעגל בדיקה לקביעת הזות מופע על ידי עירור תלת מופעי



איור 3

קביעת השעה של הזות המופע עבור קבוצת החיבורים Yd5



איור 4

מעגל חשמלי עקרוני לבדיקת קבוצת חיבורים על ידי עירור חד מופעי

מידת יחס המתחים ובדיקת קבוצת החיבורים

ידיעת יחס המתחים ובדיקת קבוצת החיבורים הכרחית לצורך קביעת יכולת הפעולה של שנאים במקביל. קבוצת החיבורים מוגדרת לפי סוג החיבור והשעה של הזות המופע בין המתחים הראשוניים והמשניים של השנאי.

היחס בין המתחים השלובים בצד המתח הנבחר ובין אלה שבצד המתח הנמוך יימדד במצב ריקס של השנאי, עבור כל דרגה של משנה הדרגות. לפי הורמים בריקס ניתן גם לקבוע את סוג החיבור ("כוכבי", "משולשי" או "יונגני").

אם הורמים בשני מופעים שווים וגדולים מהורם במופע השלישי (האמצעי), אזי החיבור הוא מסוג "כוכבי" (יחס הורמים הוא בערך 1 : 0.8).

אם הורמים בשני מופעים שווים וקטנים מהורם במופע החיצוני (יחס הורמים הוא בערך 1.3 : 1), אזי החיבור הוא מסוג "משולשי" או "יונגני".

כאשר יודעים את סוג החיבור ניתן לקבוע את השעה של הזות המופע בין המתחים הראשוניים והמשניים בעזרת המעגל החשמלי המתואר באיור 2.

במהלך הבדיקה מודדים את המתחים הבאים בין היציאות:

- 1V-2V ■
- 1V-2W ■
- 1W-2V ■
- 1W-2W ■

משרטטים, לפי קנה מידה, את הדיאגרמה המרוצת של המתחים בלימף הראשוני. את הדיאגרמה המחזורית של המתחים ביציאות

$$U_{KT} = \left[U_{kt}^2 - \left(\frac{W_t}{I_n} \right)^2 + \left(\frac{W_T}{I_n} \right)^2 \right]^{1/2}$$

כאשר:

- U_{KT} – מתח הקצר בטמפרטורת הייחוס.
- U_{kt} – מתח הקצר בטמפרטורת הסביבה.
- W_t – איבודי העומס לפי מדידה.
- W_T – איבודי עומס מתואמים לסמפרטורת הייחוס (T).
- I_n – זרם נקוב.

בדיקות בידוד

בדיקת בידוד השנאי, במסגרת בדיקות השיטרה לפי תקן IEC, מבוצעת בעזרת שני מבחנים במתח יתר:

■ מבחן מתח יתר חיצוני

מיועד לבדוק את תקינות הבידוד בין הליפוף הנבדק כלפי אדמה ושאר הליפופים.

■ מבחן מתח יתר מושרה

מיועד לבחון את תקינות הבידוד לאורך הליפוף הנבדק ובין שלושת המופעים של הליפוף.

שני המבחנים מבוצעים על ידי אספקת מתח חילופין בין הדקי השנאי. אך בעוד שבמבחן המתח המושרה, מקור המתח הוא תלת מופעי סימטרי, המסופק בהדקי הליפוף (בדרך כלל מתח נמוך) של השנאי כאשר יציאת האפס של הליפוף (אם קיימת) מאורקת, הרי שבמבחן המתח החיצוני, מקור המתח הוא חד מופעי והוא מסופק בין יציאות ליפוף (מקוצר) ואדמה כאשר יתר היציאות, הגרעין והמיכל (אם ישנו) מחוברים יחד לאדמה.

דרישות חברת החשמל לגבי הערך האפקטיבי של מתח המבחן כמונקציה של המתח השלוב הנקוב מוצגת להלן:

מתח שלוב נקוב (ק"ו)	מתח מבחן מתח יתר חיצוני (ק"ו)
0.4	3
12.6	38
22	50
33	70

מתח המבחן בבדיקה במתח יתר חיצוני הוא המתח של מקור המתח החד מופעי והוא מסופק במשך 60 שניות בתדירות שאיננה קטנה מ-80 אחוז של התדירות הנקובה של השנאי.

את מתח הקצר – המתח כאשר הזרם הוא בערכו הנקוב – יש להתאים לטמפרטורת הייחוס. 75 מעלות צלסיוס בשנאי שמן ו-95, 100 או 120 מעלות צלסיוס בשנאי יצוק, כאשר סוג בידוד הטמפרטורה של השנאי הוא E, H או F בהתאמה. טמפרטורת הייחוס תהיה 80 מעלות צלסיוס כאשר קירור השמן מאולץ ומכוון.

כמו כן, אפשר להניח שמתח הקצר יחסי לזרם, כלומר:

$$U_k = \frac{I_n}{I} \cdot U_{k,n}$$

כאשר:

- U_k – מתח קצר.
- I_n – זרם נקוב.
- I – זרם נמדד.
- $U_{k,n}$ – מתח קצר נמדד.

סיכום הוראת מדי החספק (W_t) ניתן את איבודי העומס של השנאי (הפסדי נחושת). איבודים אלה הם סכום של איבודים בגלל התנגדות הנחושת ($W_p = I^2 R$) ואיבודים נוספים כתוצאה של זרמי מערבולת בליפופים וחלקי מתכת סמוכים להם (W_f). איבודי העומס לפי המדידה הם:

$$W_t = W_p + W_f$$

על ידי החישוב הבא, יש להתאים את הערכים האלה לטמפרטורת הייחוס (T), אשר אליה יש לייחס גם את הדרישות במפרט הסכמי:

$$W_T = W_p \frac{235+T}{235+1} + W_f \frac{235+1}{235+T}$$

כאשר 1 היא טמפרטורת הסביבה.

מתח הקצר בטמפרטורת הייחוס מחושב לפי הנוסחה הבאה:

המתח הגבוה, כאשר היציאות V1 ו-V2 ו-V3 מקוצרות. מודדים את המתחים V1, V2 ו-V3 בין יציאות המתח הנמוך של השנאי.

יחס המתחים הנמדדים תלוי בקבוצת החיבורים. לדוגמה:

שעה	סוג החיבור	יחס המתחים V1 : V2 : V3
11 ו-5	$V_1 \Delta \Delta V_2$ $D_y \Delta \Delta$	0.5 : 0.5 : 1
6 ו-0	$D_x \Delta \Delta D_x$ $Y_y \Delta \Delta$	1 : 1 : 1

אם מצרכים למסקנות לעיל נתונים לגבי קוטביות הליפופים ויחס המתחים (יחסית ליחס המתחים המופיעים בין הראשוני והמשני), מגיעים למסקנה חד משמעית לגבי קבוצת החיבורים של השנאי.

הערה:

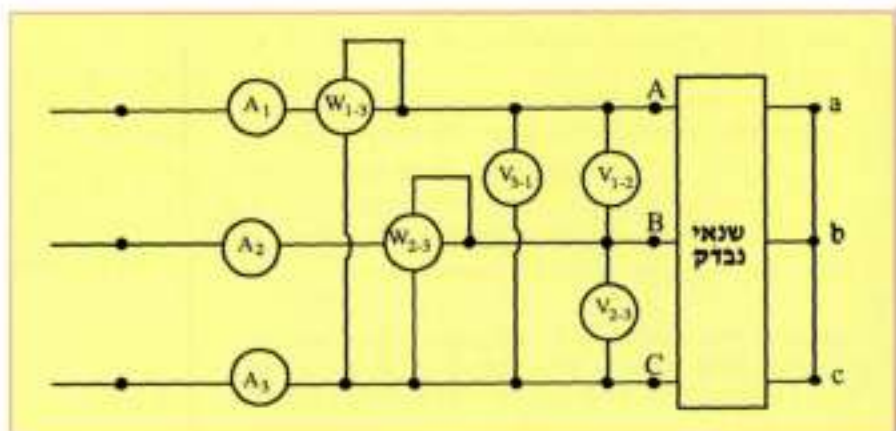
שיטה העדיפה החד מופעי מיושמת, בדרך כלל, במכשירי מדידה המיועדים לבדיקת יחסי מתחים וקבוצות חיבורים של שנאים. במכשירים אלה קיימים מעגלים (פנימיים) המאפשרים התייחסות לקוטביות הליפופים.

מדידת מתח קצר (של ליפוף ראשי)

ואיבודי עומס

מעגל המדידה לבדיקת מתח קצר ואיבודי עומס מתואר באיור 5.

המדידה מבוצעת על ידי אספקת מתח סינשוואידלי בתדר הנקוב של השנאי לליפוף אחד (בדרך כלל מתח גבוה) כאשר השני מקוצר. המדידה יכולה להיעשות בזרם של $(0.25+1)I_n$, אבל רצוי בזרם שערך לא קטן מ- $0.5I_n$, כאשר I_n הוא הזרם הנקוב.



איור 5

מעגל בדיקת מתח קצר ואיבודי עומס

סיכום

תיארונו בקצרה את בדיקות השיגור המוצעות בשנאי חלוקה. בדרך כלל, קבלת תוצאות בדיקות אלה אינה מהווה בעיה מיוחדת, מכיוון שלפי דרישות התקן, היוצרים חייבים לבצע בדיקות אלה על כל שנאי.

מבין הבדיקות שתוארו, יש להדגיש במיוחד את ההתייחסות למתח המבחן במתח יתר חיצוני ואיבודי ריקם ועומס של השנאי.

לנבי מבחן מתח יתר חיצוני, יש לשים לב במיוחד במקרה שמדובר בשנאים המיוצרים בחו"ל, מכיוון שלמעטים, דרישות הכידור שם שונות מאלה המקובלות בארץ. למשל, בגלל מבנה שונה של רשת החלוקה או בגלל אקלים שונה.

בהתייחסות לאיבודי ההספק, יש לקחת אותם בחשבון כבר בשלב השוואת הצעות הספקים.

בחברת החשמל מעריכים כיום כל קילוואט של איבודי ריקם ב-\$3,200 וכל קילוואט של איבודי עומס ב-\$700.

לכן חשוב לוודא שהיצרן עומד בהבטחתו לנבי האיבודים. (בעיית ההתייחסות לטולנסים שהתקן מאפשר בין הערך שהבטיח היצרן ובין האיבודים שהתקבלו בבדיקה היא נושא למאמר אחר.)

לסיים, יש לציין שהבדיקות שהוזכרו במאמר זה מהוות רק חלק מתוכנית רצויה של בקרת איכות בתהליך ייצור של שנאים.

המושג בין הדקי הסלילים (U) נבחר ותדירות מקור המתח בזמן המבחן (f_1) קבועה, אזי השטף המירבי בגרעין השנאי חייב לעלות.

לעומת זאת, אם מעלים את תדירות מקור המתח בזמן המבחן (f_1), בהתאם לעליית המתח המושג בין הדקי הסלילים (U), אזי זרם המינגוט נשאר בגבולות סבירים.

משך מבחן מתח יתר מוגדר לא יקטן בשום מקרה מ-15 שניות. במהלך המבחנים יש למדוד את ערך השיא של מתח המבחנים. מתח המבחן הוא ערך השיא מחולק ב- $\sqrt{2}$.

מתחילים כל מבחן במתח שערכו לא גדול משליש ערכו של מתח המבחן. מעלים למתח המבחן במהירות שנקבעת על פי יכולת העקיבה של מכשיר המדידה. בסיום המבחן יש להוריד את המתח במהירות לערך שהוא פחות משליש ערכו של מתח המבחן לפני ניתוק מקור המתח.

המבחן נחשב למוצלח אם במהלכו פעל השנאי ללא תקלות ולא התרחשה נפילת מתח בין הדקי הבדיקה כתוצאה מקצר כלשהו.

אם שנאי עבר מבחני מתח יתר, כפי שתואר לעיל, ומסיבה כלשהי התעורר צורך לחזור על מבחן, הבדיקה תבוצע במתח של 75% ממתח המבחן הראשוני.

ראוי להדגיש כי נוסף למבחנים אלה ממליץ תקן IEC 76-3 על בדיקות מבודדי המעבר המותקנים בשנאים בשמן לפי תקנים IEC 137 ו-IEC 233.

בבדיקת מתח יתר מוגדר, מתח המבחן הוא המתח השלוב המוגדר בלימפי השנאי והוא צריך להיות פי שניים מהמתח הנקוב משך 60 שניות, אם התדירות היא עד פעמים התדירות הנקובה, בתדרים יותר גבוהים משך מבחן מתח יתר מוגדר, הנמדד בשניות, הוא:

$$t_2 = \frac{t_1}{f_1} \cdot f_2$$

כאשר:

t_1 – תדירות נקובה של השנאי.

t_2 – תדירות מקור המתח בזמן המבחן.

תדירות מקור המתח בזמן המבחן (f_1) חייבת להיות גבוהה למדי, מעל לתדירות הנקובה (f_2), כדי למנוע זרם מינגוט גבוה במשך המבחן, וכתוצאה מכך את התחממות השנאי.

דרישה זו נובעת מהנוסחה הבסיסית:

$$U = 4.44 \cdot f_1 \cdot N \cdot \Phi_{max} = 3 \cdot f_1 \cdot \Phi_{max}$$

כאשר:

U – המתח המושג בין הדקי הסלילים.

N – מספר הבריכות בסליל.

Φ_{max} – הערך המירבי של השטף בגרעין השנאי.

k – קבוע עבור שנאי נתון.

השטף המירבי בגרעין השנאי (Φ_{max}) יחסי ישיר לזרם המינגוט. לכן, אם המתח

תחנת משנה (תחמ"ש) נצרת עילית*

שלב ב' (1991)

שלב זה כולל את הפעולות הבאות:

- בניית מסדר מתח גבוה מתוך נוסף שאיפשר את החלפת המסדר המשוריין השני.
- החלפת אחד השנאים הישנים בשנאי חדש. השנאי שהוצא נשאר בשטורה.
- הוספת שני קווי מתח עליון המתחברים לטורבינת הגז "אילון תבור".
- הרכבת מקשר 161 ק"ו בין פסי צבירה מתח עליון.
- ביצוע שיפור בהגנות הקווים הקיימות והוספת הגנות חדשות.

שלב ג' (תיכנון לקראת 1993-1994)

בשלב זה יבוצעו הפעולות הבאות:

- הוספת שנאי נוסף בהספק של 30 מ"ו"א.
- בניית מסדר נוסף למתח גבוה. המסדר יהיה מסדר סגור מבודד בבידוד SF_6 .
- התוצאה הסופית מהשיפורים תהיה הרחבת יכולת ההשגאה פי שניים – מ-60 מ"ו"א ל-120 מ"ו"א – ושיפור באמינות אספקת החשמל בעקבות השיפורים בנשא הגנות הקווים והשימוש בצידוד חדיש ואמין יותר.

איננו אוסקר בונצל

מנהל יחידת תחמיש צפון, אגף התיפעול, חברת החשמל

* ראה שער אחורי

במסגרת הגידול בצריכת החשמל בנצרת, הנובע מעליית רמת החיים ומקליטת עלייה מוגברת, ומתוך שאיפתה של חברת החשמל לשפר את אמינות אספקת החשמל לעיר, מבצעת חברת החשמל עבודות פיתוח והרחבה בתחנת המשנה (תחמ"ש) נצרת עילית.

מצב התחלתי (לפני 1989)

בתחמיש נצרת עילית היו שני שנאים, שהספק כל אחד מהם הוא 30 מ"ו"א. כל אחד מהשנאים הזין מסדר מתח גבוה משוריין. המסדרים המשוריינים הללו היו ישנים והגיעה העת להחליפם במסדרים חדשים ומשופרים. מצב התחלתי זה לא איפשר את הוצאת השנאים לטיפול ולאחזקה, ומצב באמינות אספקת החשמל.

השלבים בתהליך הפיתוח וההרחבה בתחמ"ש נצרת עילית

תהליך הפיתוח וההרחבה של תחמיש נצרת כולל שלושה שלבים:

שלב א' (1989-1990)

בשלב זה בוצעו הפעולות הבאות:

- הוספת שנאי שלישי בהספק של 30 מ"ו"א.
- בניית מסדר מתח גבוה מתוך שאיפשר הוצאה מכלל שימוש של אחד המסדרים המשוריינים.

פיתוח שיטה לחישוב העמסת השנאי (סימולציה)*

אלכסנדר רויטנברג

בשנים האחרונות משקיעה חברת החשמל משאבים רבים בשיפור אמינות אספקת החשמל לצרכנים. משאבים אלה באים לידי ביטוי בפעולות אחזקה שוטפת של מיתקני החברה, בהכנסת ציוד חדש, בפעולות שימנעו שריפת שנאים בגלל עומס יתר ובצעדים נוספים.

ברשת החשמל מותקנים כיום כ-20,000 שנאי חלוקה המפוזרים בכל רחבי הארץ. שנאים אלו מותקנים על עמודים (תחנות השנאה חיצוניות) או בתוך מבנים (תחנות השנאה פנימיות) או בתוך "קיוסקים" (תחנות השנאה זעירות).

כתוצאה מהעלייה ברמת החיים ורכישה מוגברת של ציוד חשמלי עתיר הספק כגון: מדיחי כלים, מייבשי כביסה, מזגנים, חל נידול משמעותי בשיאי הביקוש המורגשים היטב בשנאי החלוקה. כדי למנוע את העמסת השנאי מעבר למותר, יש צורך לעקוב אחר צורת עקומת ההעמסה ושיאי הביקוש. מעקב זה מחייב להתקין מכשירי מדידה רושמים בכל 20,000 השנאים. שיטה זו אינה מעשית בגלל מורכבותה ובגלל ריבוי השנאים.

בעשור האחרון התפתחה בעולם מגמה של חישוב העמסת השנאי לפי מודלים מתמטיים. לפי שיטה זו ניתן לאתר שנאים שהגיעו לשיא העמסתם ולהתריע בזמן לפני שהם נשרפים.

תוצאות הסימולציה

לאחר יישום הרעיונות ובניית מאגר אופייני עומס עבור צרכנים שונים, הותקנו מכשירים רושמים במספר תחנות השנאה לצורך מדידה רצופה של הביקושים בשנאי.

כמו כן נאספו נתונים המאפיינים את הצרכנים המחוברים לשנאי כגון:

- מספר הצרכנים.
- איפיון הצרכנים (כיתוי, מסחרי, בנקים, וכו').
- צריכת האנרגיה השנתית של כל צרכן.

כמו כן זקוקים לתוכנת מחשב המסוגלת לחשב את העמסת השנאי על סמך המידע הנייל באמצעות נוסחה המייצגת מודל מתמטי.

במדור מחקר עומס ברשת הארצית יושמה שיטה המסקרת בין צריכת אנרגיה שנתית ובין שיא הביקוש של הצרכן ופיתחה תוכנה המסוגלת לחשב את העמסת השנאי.

איור 1 מציג את שלושת מאגרי המידע המהווים קלט לתוכנה לחישוב העמסת שנאים (סימולציה).

שיטת ביצוע הסימולציה

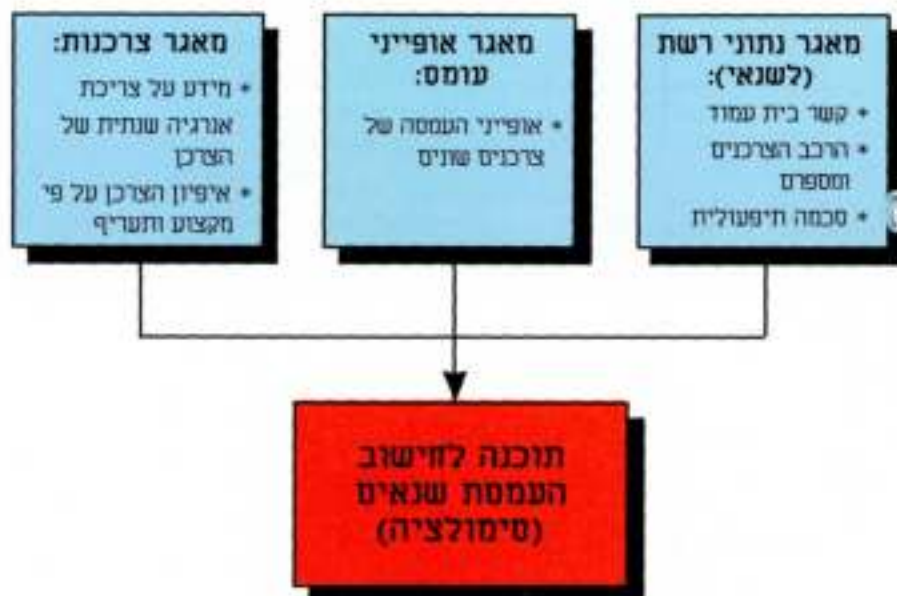
כדי שניתן יהיה לחשב את העמסתו המורכבת של שנאי חלוקה כלשהו, צריך לדעת את הפרטים הבאים:

- הרכב הצרכנים המוזנים מהשנאי ומספרם.
- איפיון הצרכנים וצריכת האנרגיה השנתית שלהם.

קיימים סוגים שונים של צרכנים: ביתיים, מסחריים, תעשייתיים, ומוסדות שונים כגון: בנקים, דואר, סופרמרקט וכו'. הצרכנים בחברת החשמל מחולקים לכ-50 קבוצות שונות.

- אופייני העמסה של צרכנים שונים. לכל אחד מהצרכנים הוכנו עקומות עומס לפי:
 - רמות צריכה (נמוכה, בינונית וגבוהה).
 - עונות השנה (קיץ וחורף).
 - ימות השבוע (ימי חול, שישי, שבת).

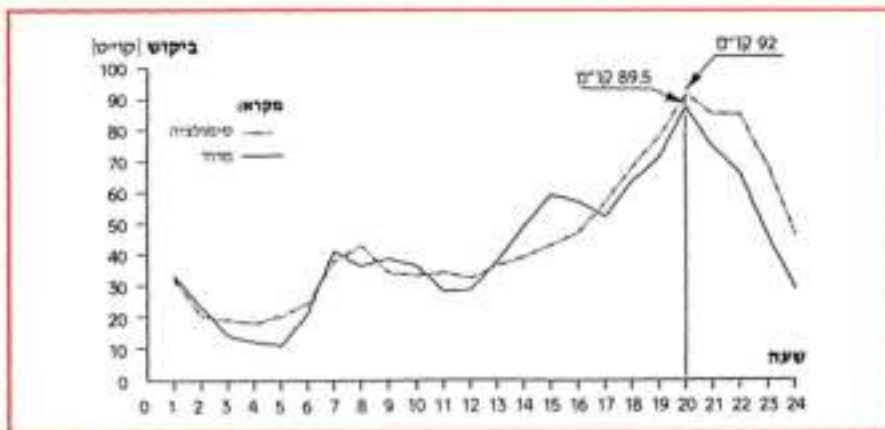
פותרה תוכנה הבונה ומעדכנת את מאגר העקומות המכיל כ-600 עקומות עומס, המייצגות את כל סוגי הצרכנות. עקומות אלה נבנו על סמך מדידות רב שנתיות במידגם של צרכנים שונים באמצעות מכשירי מדידה רושמים.



איור 1

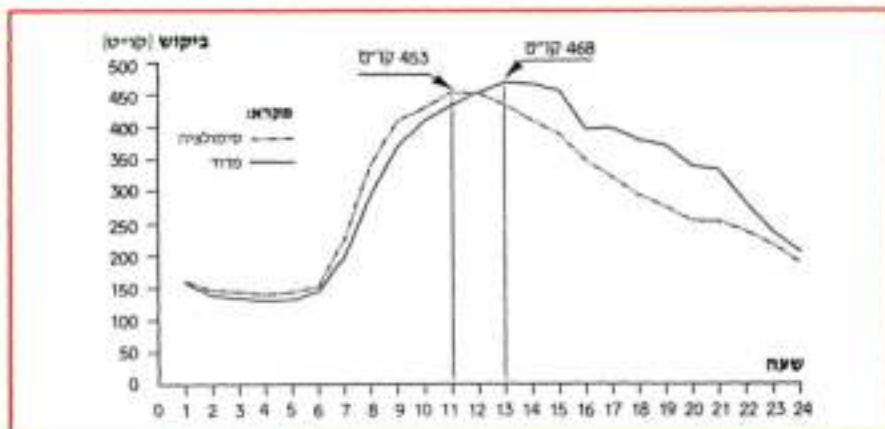
מאגרי המידע המהווים קלט לתוכנה לחישוב העמסת שנאים (סימולציה)

* רויטנברג - מחלקת רישוק, חליב והפעול, הרשת הארצית, אגף הברכות, חברת החשמל



איור 2

עקומת הביקוש בתחנת השנאה המזינה צרכנות ביתית - סימולציה לעומת מדידה



איור 3

עקומת הביקוש בתחנת השנאה המזינה צרכנות מסחרית - סימולציה לעומת מדידה

איורים 2 ו-3 מציגים את תוצאות הסימולציה לעומת תוצאות המדידה.

איור 2 מציג את הביקוש בתחנת השנאה המזינה צרכנות ביתית בלבד.

איור 3 מציג את הביקוש בתחנת השנאה המזינה צרכנות מסחרית, כגון: דואר, בנק, משרדים, תנויות וכו'.

סיכום

מתברר שהשיטה מאפשרת לאתר שנאים שהגיעו לשיא העמסתם ולקוטט מבעוד מועד שיפורים ופעולות אשר ימנעו את שריפת השנאי ויקטינו את מספר הפסקות החשמל לצרכן.

כמו כן, ניתן לאתר נקודות תורפה ברשת מתח נמוך. למשל, קטעי קו מעמסים.

בבדיקת השיטה התקבל מיתאם גבוה בין תוצאות הסימולציה ובין תוצאות המדידה, אולם עדיין יש צורך לבצע מדידות נוספות כדי לאמת את תוצאות הסימולציה.

שיטה זו - חישוב העמסת השנאי (סימולציה) - יכולה לשמש כלי תכנוני לחישוב העמסתם של שנאים חדשים.



בימים אלה יוצאת לאור מהדורה חדשה של המדריך המסווג לענף החשמל.

מדריך מקצועי זה כולל לבד משפע סיווגים של העוסקים בענף, גם מידע מגוון והדרכה בנושאים שונים שהם מעניינים של העוסקים בתחום החשמל.

המדריך מופץ בדיוור ישיר לעוסקים בתחום החשמל, לרבות: ספקים, מתכננים, מבצעים, חשמלאי תעשייה, חשמלאי ההתיישבות העובדת ורבים אחרים.

לקבלת המדריך טלפנו (בחינם) 177-022-2000.

התפלגות הצריכה הביתית לפי עשירונים, 1990
Domestic Consumption Distribution By Deciles*, 1990

סה"כ הצריכה הביתית Total Domestic Consumption		צריכה ממוצעת לצרכן (קו"ש) Average Consumption Per Consumer (KWH)	תחום הצריכה (קו"ש) Consumption Range (KWH)	עשירון Decile
באחוזים Percent	מילי קו"ש Million KWH			
1.5	75.0	595.2	0 - 1,188	1
3.9	195.8	1,553.8	1,189 - 1,877	2
5.5	272.5	2,160.2	1,878 - 2,430	3
6.8	338.8	2,685.5	2,431 - 2,939	4
8.1	401.9	3,192.6	2,940 - 3,450	5
9.4	469.4	3,724.4	3,451 - 4,015	6
11.0	548.4	4,339.9	4,016 - 4,691	7
12.9	643.2	5,105.5	4,692 - 5,583	8
15.9	788.9	6,260.5	5,584 - 7,103	9
25.0	1,245.7	9,895.0	7,104 +	10
100.0	4,978.6	3,950.7		סה"כ Total

* Households only.

* מק"ו: כ"ח בלבד (לא כולל חדי מרחק) (מחלקים מסומנים אחרים)

נלקח מתוך מדריך החשבון הסטטיסטי של חברת החשמל לשנת 1990

מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" מס' 48



למעוניינים במידע נוסף:

כדי לקבל מידע נוסף:

1. סמן בתלוש השרות הפרסומי את מספרי הסודעות בהן יש לך ענין במידע נוסף.
2. מלא את שמך וכתובתך, בכתב יד ברור.
3. שלח את תלוש השרות הפרסומי (בעלמנות) או העתק ממנו, לפי כתובת המערכת: מערכת "התקע המצדיע" ת.ד. 8810 חיפה 31086.

המטרים יישלחו לממסכם המודעה, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו.

תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

לכבי מערכת "התקע המצדיע"
ת.ד. 8810 חיפה 31086.

שם:

חברה / מוסד / מפעל:

המען לתשובות:


שוב:

הואיל נא לסמן עיגול סביב מספרי המודעות, בהן יש לך ענין במידע נוסף

48/13	48/12	48/11	48/10	48/9	48/8	48/7	48/6	48/5	48/4	48/3	48/2	48/1
48/26	48/25	48/24	48/23	48/22	48/21	48/20	48/19	48/18	48/17	48/16	48/15	48/14
									48/30	48/29	48/28	48/27

הודעה למערכת:

החלט למידע נוסף יענה עד יום 30.11.81 לאחר תאריך זה יש להפנות את בקשות המידע ישירות לחברות המפרסמות.

גזור ושלח: 

אתם מוזמנים לראות את הכוח באור

חדשנו כוח וייצורה ב-2% מהתמיכה במדינה. אמיץ המדיניות את 98 האזורים הענתיים. זה לא חזר שחברת החשמל והתעבורה איתי בכל דעה ודעה.

אתם מוזמנים לקבלו מכפונת, את משרתת הקרוב שיש איתנו. הן יעזרו לכם לראות את חיש את תודעתו של קרוביכם לקבל את החיים.

אנשי קבוצות וקבוצות אלפי מקוריה בן היום והוא איתו בחברות הכוח איתנו מודעים להצטרף אליהם.

בזכות דבר הסבר, היום, סיקור בהעריכה וסיכוי בשטח החתמה לדעת המבט של חוקר המסלול וכתב.

היקדים יעל לחשבו את אש:

★ מרכז החכמה והחופה הכוח זמא"י-דודי, חדרה, 04-327426/06-5117170

★ מרכז המחקר בתחנת הכוח ירוסטרובי, אשקלון, 051-31367/051-49209

★ מרכז המבט של משרתת קרוב, חיפה, 04-548460

★ מרכז המבט של משרתת קרוב, אשדוד, 051-663557/05

ביקור באזורים אחרים של חברת החשמל ניתן לתאם באמצעות גבי ש"ה שמש. במשרד הדיבור, ירחיקה והשגל, ת.ד. 3810 חיפה 098

אנרגיה

חברת החשמל לישראל



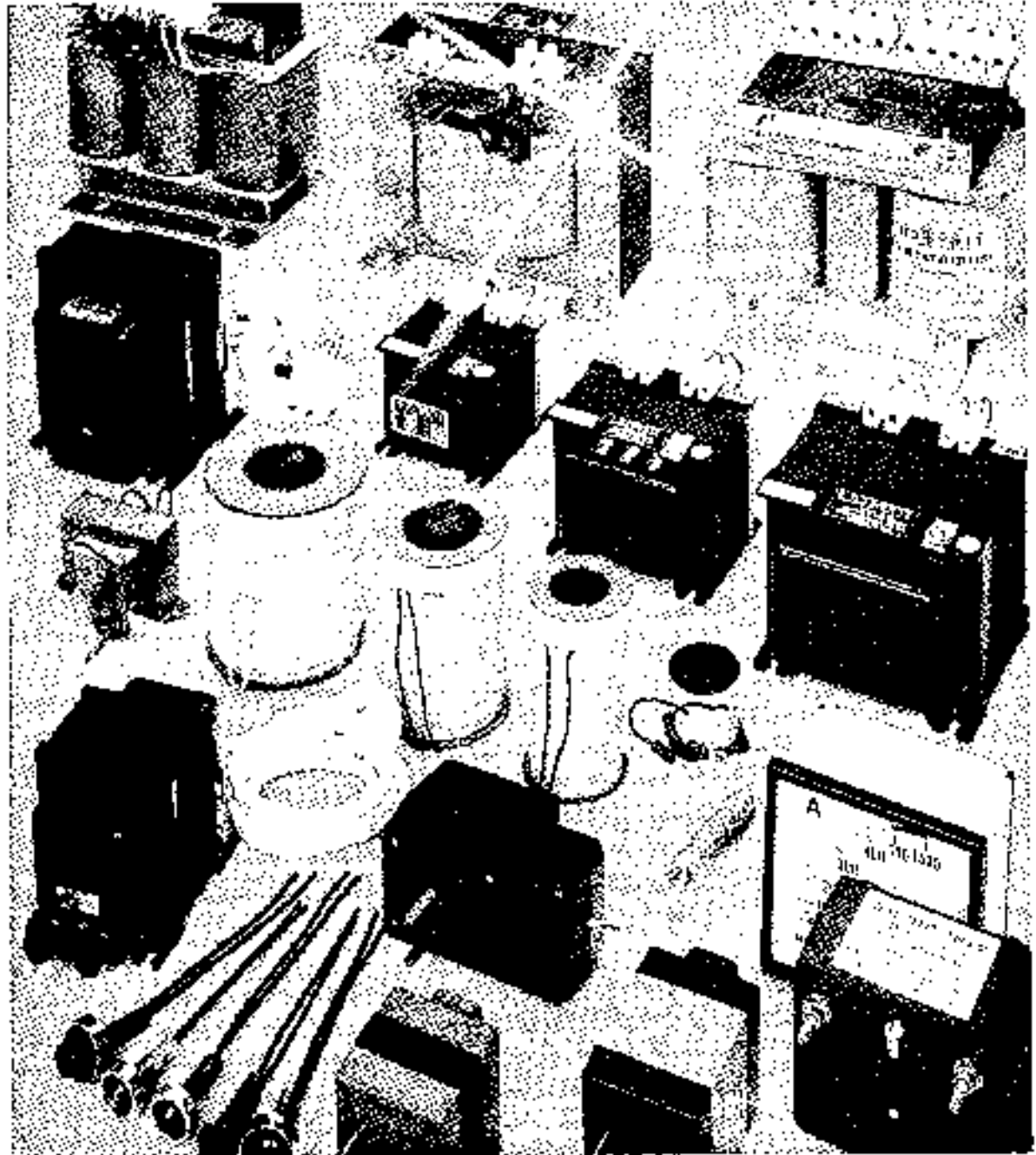


מאז 1970

ברק כח

ברק כח ייצור שנאים (טרנספורמטורים) בע"מ
יבוא ושוק מכשירי מדידה לחשמל

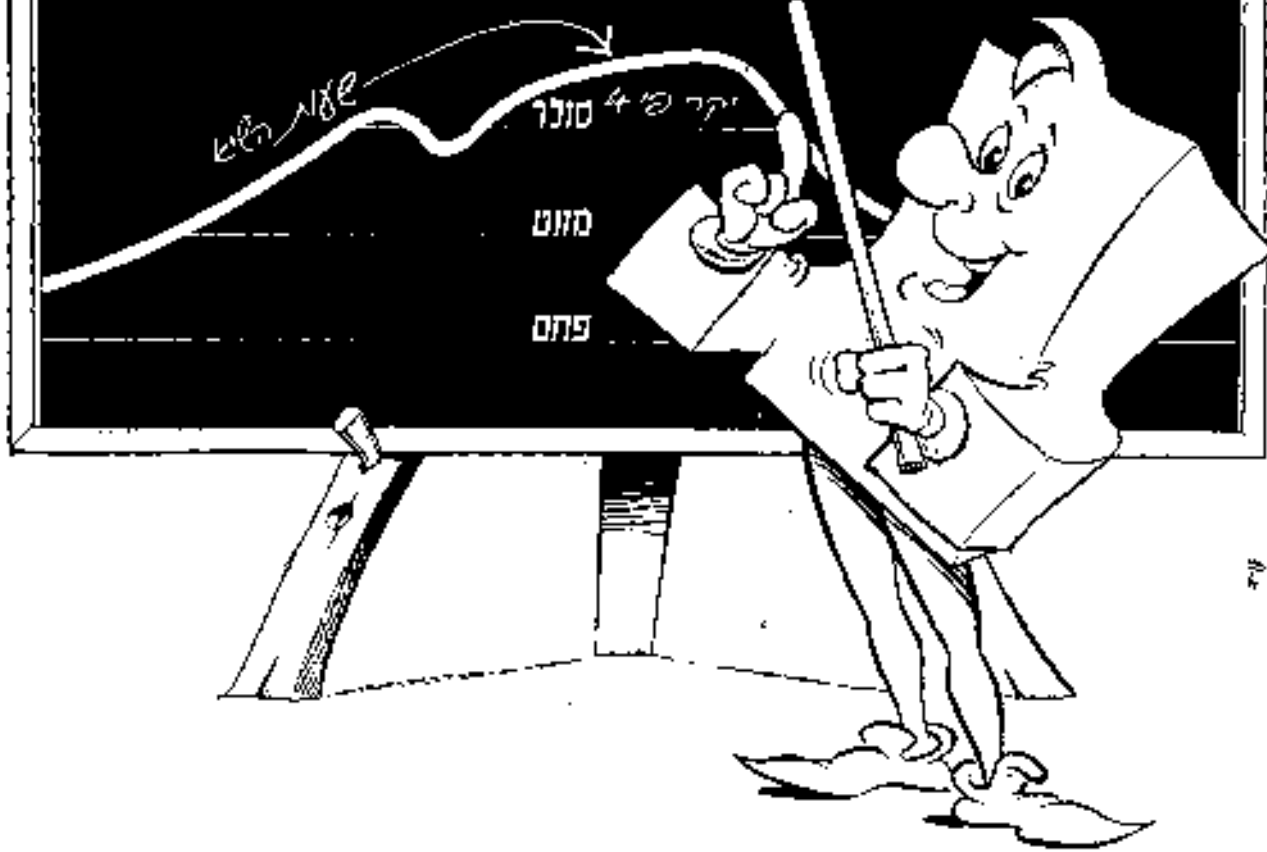
- ★ שנאים (טרנספורמטורים) חד פאזי ותלת פאזי
 - ★ להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
 - ★ שנאי אוטומטופו להחנעת מוטים חשמליים עד 2000 כח סוס.
 - ★ משוגר זרם לאמפרמטר להרכבה בלוחות חשמל.
- שנאים להפעלת מנשורי חשמל אסן 110 ו 230v.
שנאים לפיקוד ובקרה במערכות חשמל.
שנאים להפעלת נורות הלוגן 12v-230v.
מיצור לפי דרישת מו"ל, ת"י - 899.
פקס משד הבטחון מס' 0083084547



החברה אינה אחראית על

רח' רוניו 6 פינת הר ציון 91 תל אביב 66536 טל. 377892, פקסימיליה 03-370476
להשיג בכל בתי המסחר לחומרי חשמל בארץ

אך יכולים קצת וחלבה ורצון אוב
 להוציא את החומר החלוא



אם תצליח הברכה החשמל במחירך
 להקטין את עלויות ההון ואת הוצאות
 התפעול, יהיה פתיר החשמל לצרכן
 נמוך יותר.

לכן, אם אין הברכה להפיק בשעות השיא
 וכשליש בלבד מלפני ימי השוק - עדיף
 להפיק לאותן בשעות אחרות.
 אם נכחית את צריכת החשמל בשעות
 הלילה נאפשר אנפסת חשמל אסנה יותר
 במחירים נמוכים יותר.

כך, עם קצת חשמל ייצון סוג נרלי
 נולנו להוציא מהחשמל את הפסלים

ישראל מפיקה את ההספק האנרגי
 תחנות כוח המונעות בפחם, שהוא חל
 יחסית, בכל מבויח הצריכה. עליו והלך
 של תחנות הכוח קטנות בחום - וזה
 כבר יקר יותר
 כבשית שיח הצריכה ין הכוח להפיק
 בעתיד מורכבות הזכילות על סלד -
 וזה כבר באפה קר יקר פי ארבע
 הסבת הצריכה משעות השיא לשעות
 אחרות ראפסרת לספק יותר חשמל מדלק
 יזל כך אפשר קוצץ יותר מוג את
 האמצעים הקיימים ילדשין השקעות של
 חילידי ווקרים בתוספת של אמצעי
 יצור, שימשוך רק לצורך אספקה הביקש
 הגבוהה בשעות השיא.

חשמל אי אפשר לאנו, יום לספק את
 כל כמות החשמל לפי ביקוש באותו
 הרגע. זו הסיבה שבגללה פוטלות חברות
 החשמל שהולדמות לנהול עומס בתחום
 הצרכנות אז במילים אחרות, להסטה של
 צריכת החשמל משעות שיא לביקוש
 ללילות אחרות ילהיכון בחשמל.

חברות החשמל הישראליות גטילס
 עושים זאת למרה מקיימת בידיהן
 האפסרות לייבא חשמל ממזיקת בכוח
 כך, יזילות לבחור את שיקולי הכראיות
 רץ לשלטה באמצעי ייצור לכן ובישן
 פעולה הריוצר חללם באמצעים זולים,
 כמו הפעלים הידוראלמטיים, תחנות
 כוח גרעיניות וכו'. לחברה החשמל
 בישראל אין אלופה. באות, מפני שמסוכת
 החשמל בישראל היא מנרכת מבודדת
 ומנורה. אז כל בוחל החשמל הופרחת אנו
 חייבים לייצר באן, ככל עת, ידלדל
 מיובא, וישלב לכוון טעלות החשמל
 לשורה באמצעים הנדישים לייצור הכמות
 הנזרכת

להוציא מהחשמל את הפלוס.



מדרגונית



SM-91



אוטומט מודולרי לחדר מדרגות

- ספירת הזמן מתחדשת עם כל לחיצה.
- זמן הדלקה מתכוון 1.5 עד 13 דקות.
- ניתן לכונן למצב הדלקה רציף.
- מוגן מפני ברקים והפרעות ברשת החשמל.
- מיועד לנורות ליבון 230V, 10A max

S.M.-3



ON/OFF
עם השהייה זכרון
מופעל אוטומטית
לאחר השהייה

מדרגונית

יחידת הגנה למזגנים עד 3 כ"ס

- מודולרי - מתאים להתקנה
על"ט או תה"ט בתוספת
קופסה מתאימה.
- התקנה פשוטה ומהירה
(ללא פתיחת המכשיר).
- ממסר המיתוג נבדק על-
מכון התקנים.
- הגנה למזגן בדצמי מזגנית
רבים.

S.M.-4

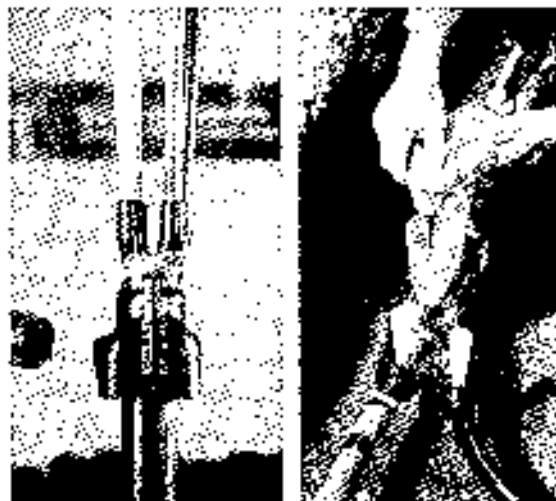


"שקע-תקע" עם השהייה,
זכרון והפעלה אוטומטית.
כולל שעון דיגיטלי + הרבה,
4 תוכניות הפעלה וכבוי.

יצרן - ש.מ. יוניברס אלקטרוניקה בע"מ 052-902975
הפצה לסיטוכאים - אלדין שיווק חשמל בע"מ

אל קם בע"מ EL-KAM LTD.

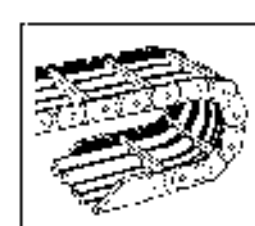
רח' טרומב 13, רמת-גן 52341 * טל. 771753 - 03-5740834 * פקס. 03-5742098
 יבוא, שיווק ויעוץ טכני בתחום החשמל התעשייתי



ציוד לכבלים

ציוד אביזרים וכלי עבודה לכבלי חשמל חז, נמדדות ומקצועות.

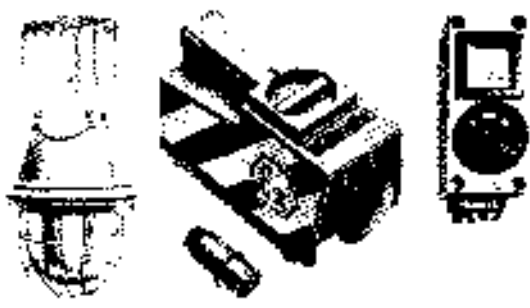
- GELPACK חיתוך כבלים מתח נמוך ונביח, מאגנט אופטי ומתכונות כיום.
- INDUPLAS צינורות נחושת ואלומיניום.
- KABLESCHLEPP תעלות נחושת לרובוטיקה.
- REMA שחזור חיסוד על כבל, לוחצים והתנאים הטובים.
- EQUATION ציוד ואביזרים למדידת חשמל ורשת.
- ID TECHNIK מחזורי כבל לכבלי חז ומתח גבוה.
- SIMEL ציוד לרשת אווירית מבודדת וציוד למתח גבוה ועליון, מניי בוק סיליקון.
- SAAP-MALICO ציוד לרשת אווירית נטיה ומבודדת.
- PRIMUS SIEVERT מכשירים למדידת כוח למתח שחוזים מתכונות.
- SAHLINS ציוד עזר למשיכת והקצפת כבלים.
- TECNIO דחסי שטיקה (הטלפון) בצבע שחור.
- SCORAME כלי עבודה לעיבוד כבלי מתח נמוך ותקשורת.
- GATTEGNO שחוזים וציוד עזר למשיכת כבלים.
- REDSJO מנדפים מחרסיה וסיליקון.



ציוד מוגן התפוצצות

כציוד מוגן התפוצצות עם מאפיין את התברות הנאות.

- STAPL ציוד חשמלי מנעור האלקטרוניקה תעשייתית.
- FUNKE & HUSTER ציוד לתקשורת טלפונים.
- IKOLSTRONIC ציוד לתקשורת תעשייתית אינטר-קום.
- HAWKE כישות כבלים מוסמכים ופלסטיים לכל סוגי הכבלים.
- RAXTON אביזרי עזר לחיבור ומיסות לכבלים.
- KILLARK ציוד תאורה וליחות לפי תקנים אמריקאים.



ציוד עזר לתאורה

ציוד עזר לתאורה

- בהי נורה מתוצרת BLM - גרמניה
- קאבריום לקפי תאורה פלורסצנטים, ניבון והלוגן.
- נפסי לים ממונים קוונים



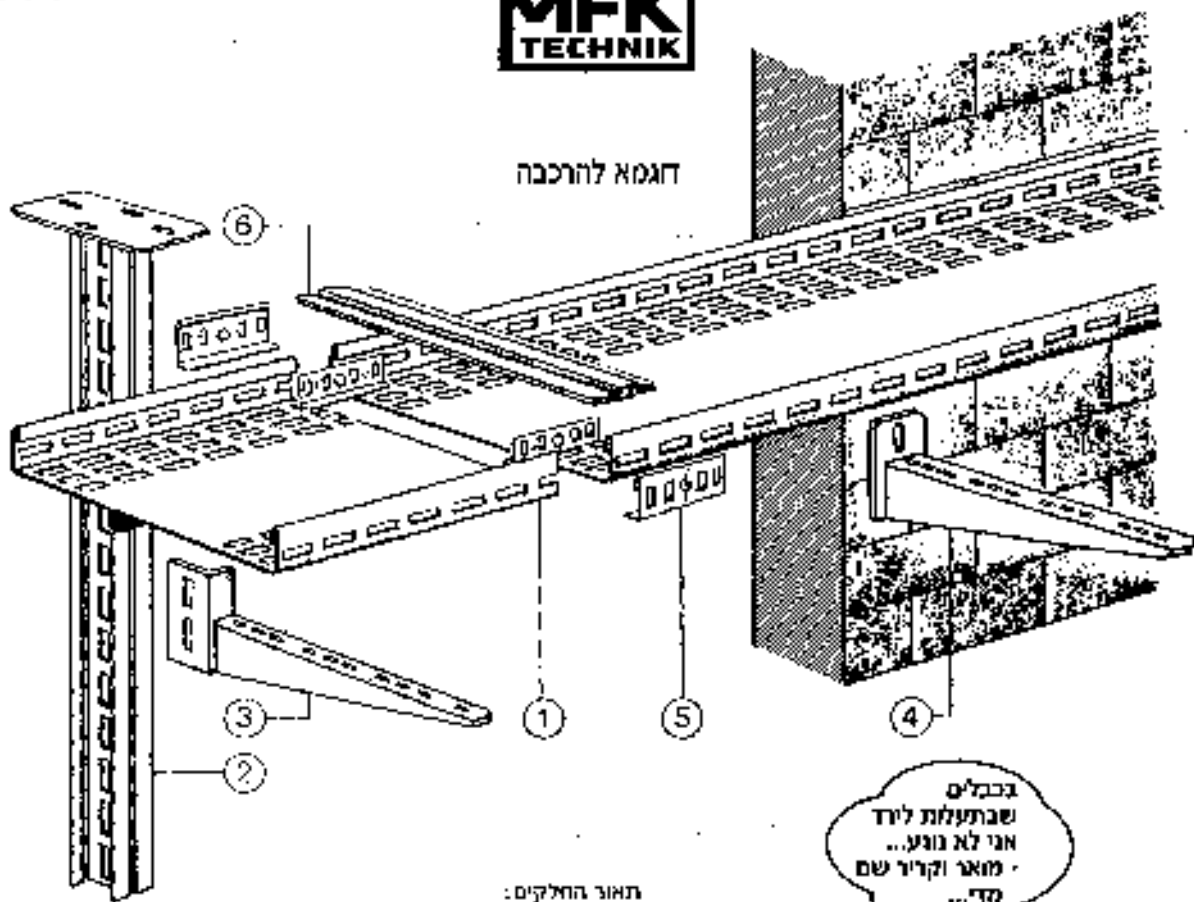
לירשתכם ברשותנו אתרומצה טכנית על ציוד ואביזרים מאתם נשאים מחברות יסופות, כמו כן, חומר טכני נושאים נוספים.
 נשמח לעמוד לרשותכם בכל אינפורמציה טכנית לפי דרישתכם או בקשתכם.
 או מקוום לשיתוף פעולה עודה ושימוצאי לטכך למשתמש בשירותינו הטכניים האמריקאים.

תמונות אלו בתוך - חופה

תעלות וסולמות כבלים



חגמא להרכבה



- תאור החלקים:
- 1. תעלות כבלים
 - 2. חומך תלוי
 - 3. משען לתומך תלוי
 - 4. משען קיר
 - 5. חיבור הביתן לכיפוף
 - 6. פלסה לחיבור עליון

גבילים
שבתעלות לירד
אני לא נועה...
- מאזר וקריר שם
מדי...
דידי



המוצרים של לירד נושאים תו תקן גרמני ומצטיינים בחזקת, נוחות ודיוק בהרכבה. החברה מספקת שירות וביצוע של עבודות חשמל ואינסטלציה למוצרית.

לקבלת פרטים נוספים וקטלוג מפורט פנה אל:

לירד שיווק בע"מ

ת.ד. 809, נצרת עילית
טל': 06-574434, פקס': 06-553357

פוסט אילי בע"מ - חיפה

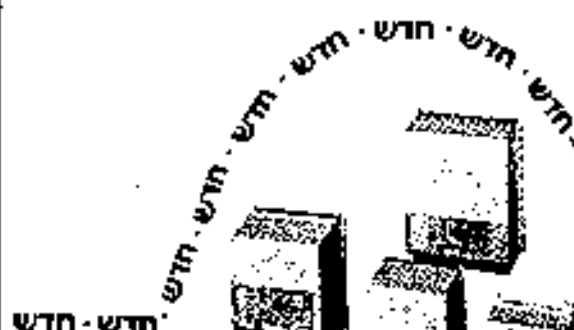


הנדסת הספק (1980) בע"מ

מקבוצת כלל תעשית

משפחת
מתנעים-רכים

SOF⁻R אנלוגי
STC⁻7 אבולגיה הגנת
STC⁻8 דיאטלי



משפחת
בלקרי-מהירות

PDB אנלוגי
PAD דיאטלי
PDC דיאטלי שקט



רח' החרושת 24 אזור תעשית חדש נ.ד. 256, אור יהודה 60200 טל. 03-344484 פקס' 03-347383

למידע נוסף סמן 48/8



אל תסמוך על המזל!

הגנה בפני התחשמלות
במיתקן ארעי ובתנאי הארקה קשים

BENDER

רק בזינה צפה* עם איזומטר

לגנרטורים ומערכות ניידות שבהם התנגדות מוט ההארקה גבוהה מהמותר

* עפי' חוק החשמל זינה מנגרנדור ארתי. (קצת 5000 סנטי 15)

הקדם תרופה ל"אכת" החשמל

אליפ

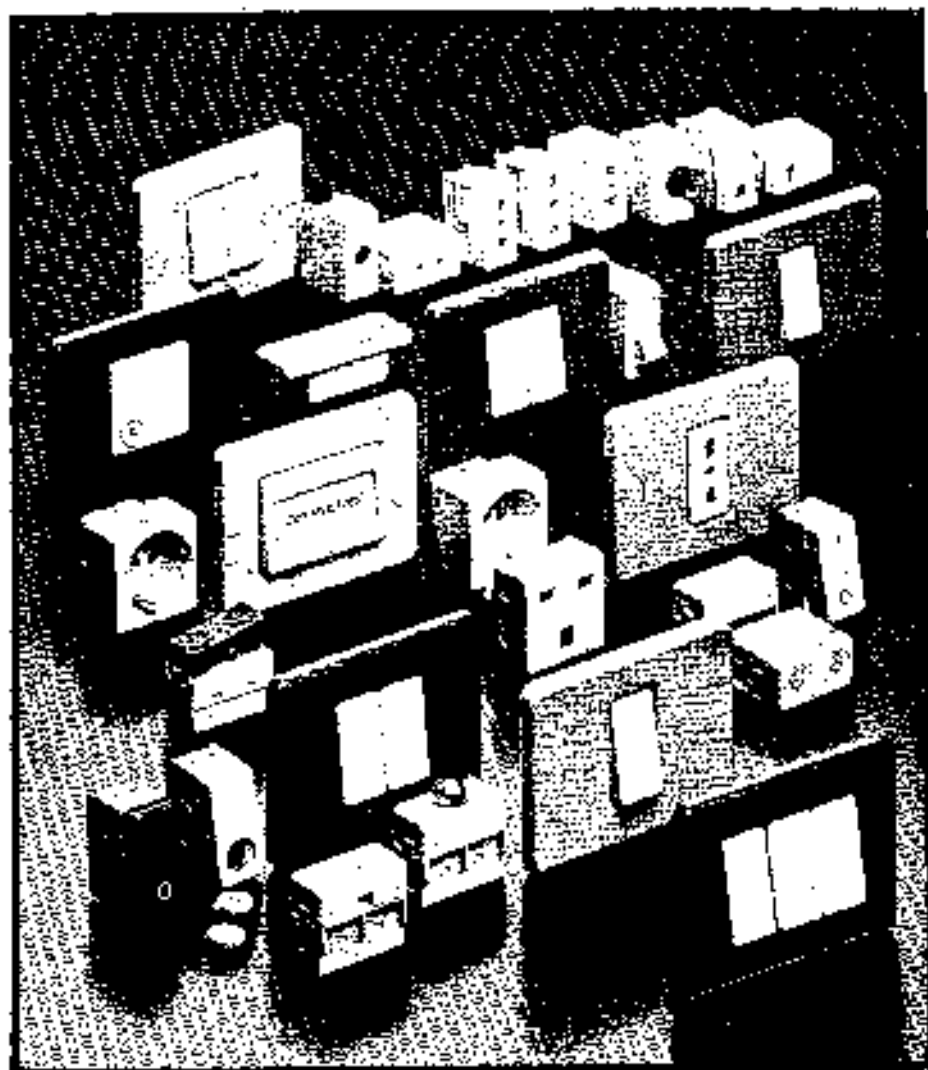
אליפ יענק ושוק בע"מ רח' צה"ל 98, קיראין
ח.ד. 994 קיראון 55109, טל. 03-343506, פקס. 03-340776

למידע נוסף סמן 48/7

המודולריים של GEWISS

GEWISS

סדרת 9000 תחת הטיח



סדרה חדשנית של מפסקים, לחצנים, שקעים, עמעמים, גוריות סימון, פעמונים, זמזמים וכל שאר האביזרים החשמליים – הכל ביחידות מודולריות הנתנות להרכבה עצמית בכל שילוב אפשרי במסגרות בצבעים שנהב, חום, אפור, אדום, ירוק, בורדו, תכלת וורוד. התקנה נוחה, בטיחות מירבית, בעיצוב יפיפה וגימור מושלם – פאר תוצרת איטליה.

סדרת 9000 מאושרת ע"י מכון התקנים הישראלי.
לקבלת קטלוג מפורט והדגמה פנה לי

זאב שמעון - חמיש בע"מ

שד' ושינגטון 18 ת"א, 66086, טל. 03-834111, פקס. 03-834114



מירב הדרכה
טל. 03-5621254, 03-5621255
פקס. 03-5621255

הכנס הראשון

'מירב הדרכה' בעיתון העיתותיים 'תעשיות'
'מבנים' 'מהשבים' ו'רעות מהשבים'
עורכת כנס מקצועי בנושא:

חידושים

והתפתחויות

במערכות חשמל

בתעשייה ואחזקה

ימים ג' ד' 29.10.91-30.10.91, מלון שדרתון ח"א,
כשעות: 08.30-16.00

ניהול מקצועי: מר אריה קיבר - איל"ם
הוועדה המייעצת להנהלת הכנס:

- פרופ' מ. ארליצקי - הסכמן, הפקולטה לתשמל
- פרופ' א. אלכסנדרוביץ - הסכמן, הפקולטה לחשמל
- ד"ר י. ולטר - רפאל, מנכ"ל סולקון

היקף האירועים הטכנולוגיים בתחום החשמל הוא עצום. תשמלאים בחוגי התעשייה והאחזקה חייבים להתעדכן בחידושים אלו. ידע ומדכון בחידושים בתחומי החשמל חורג בצורה משמעותית ליגול הייצור לחסכון ולמינצת תקלות בעבודה השוטפת בטפגל ובאחזקה סיתקים כמכני ציבור ובעשייה.

הכנס יעסוק בחידושים ובהתפתחויות בתחומים הבאים:

- איחוד ומינעת תקלות במערכות חשמל.
- מבניקה של לוחות חשמל. • תאורה.
- מבניקרי קדידה. • כבלי חשמל. • סיקורוב ובקרה. • מיזוג אויר. • בקרים מתוכנתים.
- גנעמי קירבה. • דודי קיטור. • מעאבות.
- מנועי חשמל. • הספקת חשמל חילופית.

חברות המאמינות לחציג בכנס יסגו
לחנית במידכ הדרכה

מחיר: 450 ש"ח + מע"מ כולל ארוחות צהריים וכיבוד

לרשומים נד' 26.9.91 10% הנחה
אירגונים ומיפעלים הדושמים מעל 5 עובדים
יקבכו הנחה נשל 10%.

לפרטים עספים והרשמות:

מירב הדרכה (1990) בע"מ

טל' 03-5621254, פקס' 03-5621255



אולטרה שילד

מגן אולטרה סאונד נגד מזיקים

השיטה האלקטרונית נגד מזיקים

מחקרים באוניברסיטאות רבות, במהלך שלושים השנים האחרונות קבעו באופן חד משמעי שניתן להשתלט על מברסמים ומזיקים אחרים תוך שימוש נכון במחוללים אולטרה סוניים הסורקים בתחום הדירוגית וכקצב נמוך.

כיצד משפיע אולטרה שילד על מזיקים?

- ★ **מברסמים** - נשמע להם כאינקות צורמות, דבר המערער את תפקודי מעם ומשבש שיווי משקלם.
- ★ **סקלים** - תנודות האויר תרמות לרטיט כמותיים. ואין הם מסוגלים למצוא מאן או את בני המין השני התוצאה שבר מעל הריבוי ורעב.
- ★ **פרעושים** - מקולטלים עי התנודות באויר ואינם מסוגלים לקנץ על קורבם הסיועד.
- ★ **הזיקים טעופים** - יתושים, זבובים ומזיקים נמנעים מנקיטה לתחום האויר הרחי תנודות.
- ★ **חיות סוף** - גלים מנדירוגיות נעצמת מרחיקים חיות סוף הסוקרות לגרות בעואן, לולים וגזולי חיות אחרים.

ייחודים של מכשירי אולטרה שילד:

- ★ הרכיבים פאננים פגלי רטיבות בהתאם יצקים בטרן סרפים.
- ★ חדגמים ראמים ובפיקות רישות לשימור הסביבה (E.P.A.) בארה"ב.
- ★ תמכשירים משנים את התדר ל פעמים כשנית, למניעת תסתגלות המזיקים לציטוף החזק שסופעל נגדם.
- ★ חסונה האפקטיבי של המכשירים גבוה יחסית כ"ס-20 מ. ומכשירים עצמאיים ללא תלות במערכת מרכזית.

- יבוא, שיווק ושירות לכל הארץ.

בית הבורג (1989) בע"מ

רח' וילס סומן 15, מפד' חיפה טל: 04-410110, פקס: 04-410418

ת.ד. 5198, ג. ביאליה 27151

אולטרה שילד - הנזק למזיק



Telemecanique



פתרונות מתקדמים

חדש

סדרה חדשה של מגעני F2 מ"מ 115A עד AC3/780A

- * הספק של עד 600A ב"א. AC
- * מגעי כוח ניתנים להתלפה.
- * מגעי עזר משותפים למגעני F2 ולמגעני LC1 - תסכון בחלקי חילוף.
- * ממסרי השחייה פניאומטיים מסדרת המגענים LC1.
- * אפשרות להפעלת המגען ע"י פיקוד ההספק נמוך 24V/50mA.
- * אפשרות לבלוק מגעי עזר IP54 לסביבה קשה.



חדש

וסתי מהירות מסדרה חדשה ALTIVAR 45.2

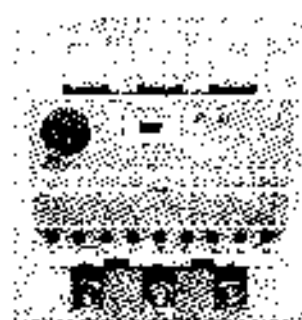
- * מוצר פשוט לשימוש אך רכביצונעים.
- * 68 דגמים מ"מ 200 עד 575V הנדירות 50/60Hz.
- * התאמה לתקנים הבינלאומיים.
- * "פתיחות" מלאה לכל סוגי היישומים.
- * תזמורת עם בקרים ומערכות אוטומציה.
- * הגנות משולבות במסגור.
- * טווח הספקים בין 1.1kW ל-110kW.
- * דגמים למומנט קבוע ומשתנה (מפוחים).



חדש

LT7 - ממסר יתרת זרם אלקטרוני עד 630A

- * בחירת דרגת הגנה 10, 15 או 20 במסגור עצמו.
- * 3 גדלים מ"מ 400 עד ל"מ 600 עם תפירה רעיון.
- * רכימתחי - מתח פיקוד בין 60V ל"מ 264V.
- * מגע קדם-התראה.
- * זכרון לטמפרטורה גם ללא מתח פיקוד.
- * הרצה ישירה על מגענים מסדרת F.



ובנוסף כל מגוון מוצרינו האמין לאספקה מהמלאי

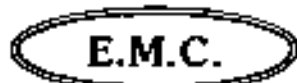
- * רקריות מתורבתים;
- * מתועים ישר זלף וגבי משולש;
- * מתועים טרמי-מגעניים;
- * מטסרי הגנה אלקטרוניים;
- * אכזרי פיקוד;
- * פסי צורה;
- * מפסקי גריל, גנשי קירנה ועיילים פוטו-אלקטרודות;
- * פניאומטיקה;

מיטום את המזל - תפוז

ציוד חשמל בע"מ רחוב מבטחים 1 קרית מטלון פ"ת 49130
טל: 03'9246505 פקס: 03'9249049



FAX: 03-752 28 401 טקס



מניה סיקרד בקרה בע"מ
ENERGY MEASUREMENT
AND CONTROL LTD.

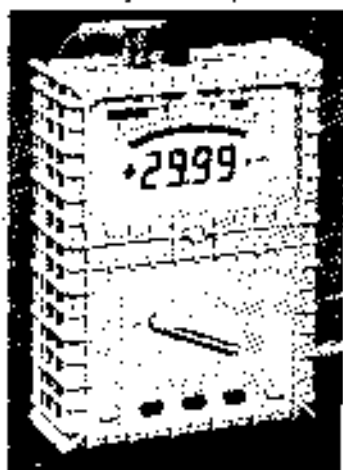
- יעוץ טכני • ייעוץ חשמל •
- יעוץ חשמל • יעוץ חשמל •
- יעוץ חשמל • יעוץ חשמל •
- יעוץ חשמל • יעוץ חשמל •

דבובינסקי 54, רמת גן • 62482 • 03-752 28 68



הצלה!
טלפון: 752 28 68

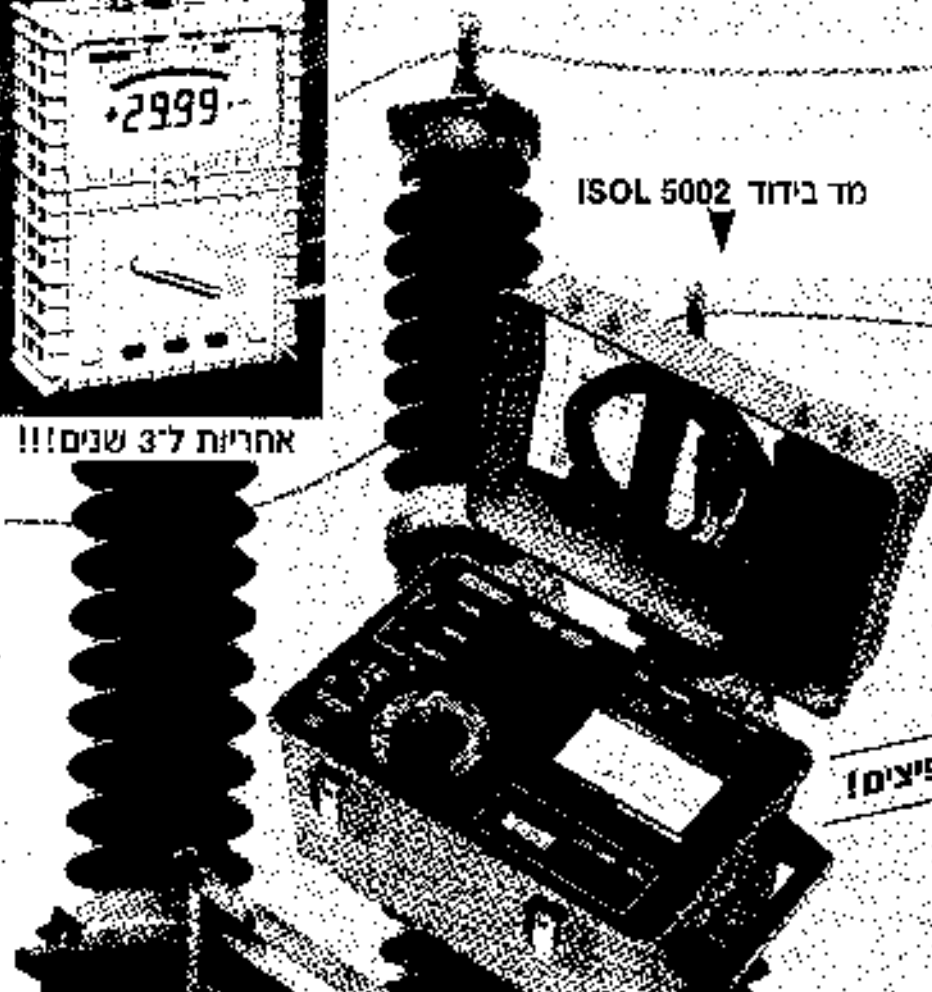
מולטימטר MAX 2000
אנלוגי/דיגיטלי, TRUE RMS



אחריות 3 שנים!!!

- ★ מד הארקה - TERCA 2
- ★ מאושר ע"י חברת החשמל הצרפתית
- ★ מד בידוד - ISOL 5002
- ★ מזוודת אנרגיה - PROWATT
- ★ מולטימטרים - TRUE RMS
- ★ צבתות זרם

מד בידוד ISOL 5002



דחשים מפצים!

פרסום איל בעלם - פרסום

100 שנות נסיון ואיכות



קבוצת קצנשטיין אדלר | איכות | אחריות | אמינות

Erstein

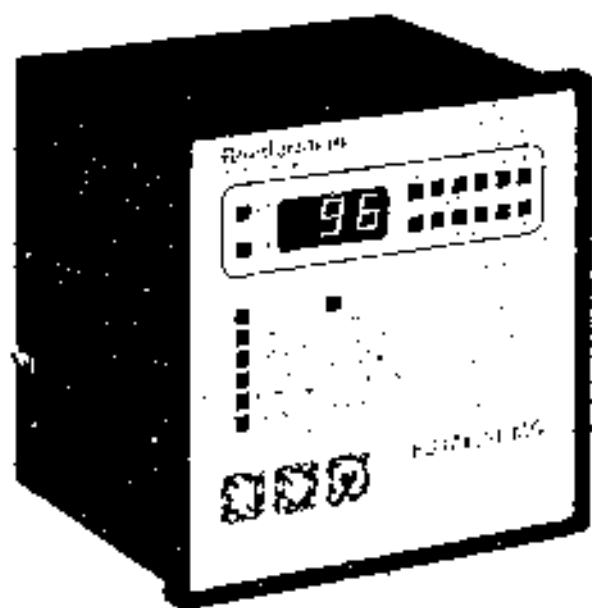
מקצצים לך בו

הפתרון הכולל לש

טמאט

ESTAmat

בקד דיגיטלי למיתוג אופטימלי של זרמות הקבלים



- * תצוגת נתוני זרם, מתח, מקדם הספק לכל זרמה, מספר הפעלות ואכני השחיה
- * הפעלה אוטומטית או ידנית
- * כמות אוטומטית למתח עבודה $690V \pm 5\%$
- * אפשרות לעבודה בזרם חזר
- * טריקה אוטומטית של נתוני הרשת
- * תקבלת משוב לתקוף עצמי
- * בחירה אוטומטית של זרמת החיבור תוך שימוש אופטימלי במגענים
- * תצוגה בזמן אמת של מצבי תקלה
- * רישום תצביות מספר ההפעלות

קצנשטיין אדלר תעשיות
קצנשטיין אדלר תעשיות
הנדסה אלקטרומוכנית ח
קמק הנדסת חשמל בע"

קבוצת קצנשטיין אדלר

אנו תמיד קרובים אליך



כנון | ייצור | שרות | בקרת איכות | מלאי חלפים

Roeder

שבון החשמל

צור כופל ההספק



ESTAProp

קבלים תלת פאזיים לשיפור כופל ההספק
קבלים גליליים ובקופסאות עד 100kvar

אובדני הספק נמוכים
פחית מ-0.3W לכל kvar

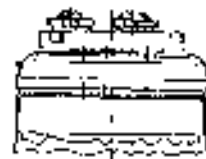
רמות בטיחות גבוהה ביותר

* תהליך היפוי עצמי לאחר סגירת יתר רגעים
תוך אובדן קיבוליות של 100% בלבד

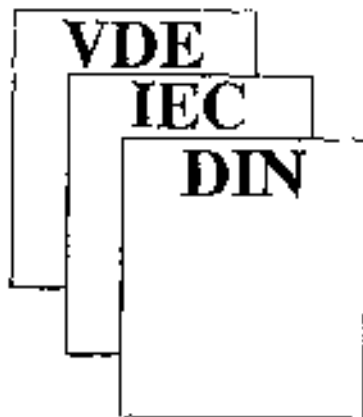
לפני
סכנת מבודדת
סכנת תפולין

אחרי
סכנת מבודדת
סכנת תפולין

* ניתוק עצמי לאחר לחץ יתר בתוך הקבל
אחרי
לפני



עומד בתקנים בינלאומיים



רמת השרון טל' 03-5492998
חיפה טל' 04-410330
באר-שבע טל' 057-35916
תל-אביב טל' 03-623421

קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ
קצנשטיין, אדלר ושות' (סניף חיפה)
קצנשטיין, אדלר ושות' (סניף באר-שבע)
אסטורגל בע"מ

(15 בע"מ רמת השרון טל' 03-5492998
דעננח טל' 052-904570
חיפה טל' 04-410330
ירושלים טל' 02-536332

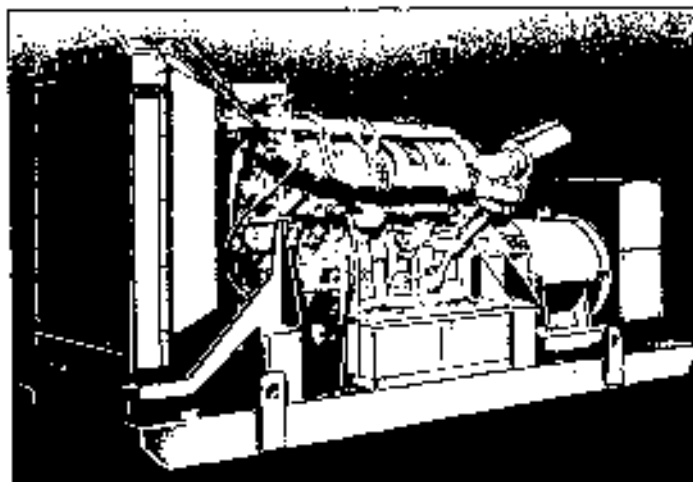


אלקו התקנות ושירותים (1973) בע"מ

הרצליה ב' אזור התעשייה
רחוב המדע 4, ת.ד. 2016
מלפזים: 052-554892, 0571207
פקס: 052-576774

האגף המכני

המחלקה לדיזל גנרטורים



- א. אספקת גנרטורים והתקנתם - TURN KEY PROJECTS, סלל יעוץ סביב נוקדם.
- ב. אספקת גנרטורים - מכירת יחידות מודעות ללקוח ללא התקנה, אך כולל הפעלה ראשונית ומתן שרות.

היחידות אולם אנו מציעים גם כולקמף:

1. יחידות עם מנוע PERKINS	בתחום הספקים 25 - 100	קריא
2. יחידות עם מנוע VECO	בתחום הספקים 30 - 350	קריא
3. יחידות עם מנוע GUMMINS	בתחום הספקים 30 - 1,800	קריא
4. יחידות עם מנוע VOLVO	בתחום הספקים 90 - 350	קריא
5. יחידות עם מנוע GM	בתחום הספקים 200 - 1,500	קריא
6. יחידות עם מנוע CATERPILLAR	בתחום הספקים 200 - 1,500	קריא
7. יחידות מנוע DORMAN	בתחום הספקים 430 - 2,000	קריא

- ג. מכירת יחידות דיזל גנרטורים משומשות RECONDITIONED ברשתנו מבחר של יחידות דיזל גנרטורים משומשות במצב מכני-חשמלי מצוין עם מספר שעות עבודה נמוך.

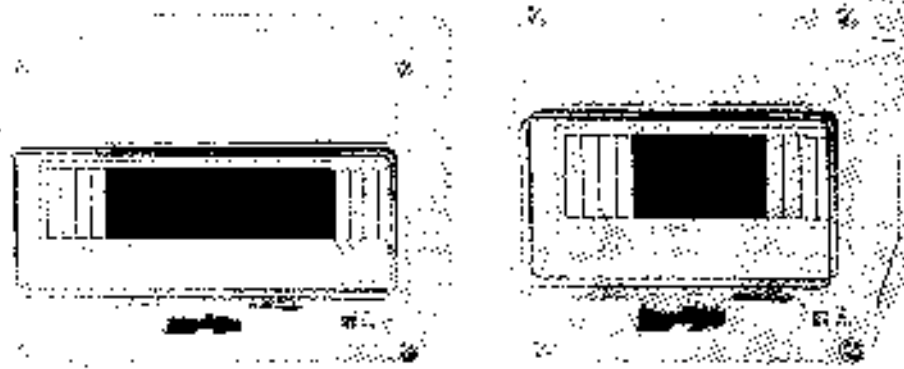
ד. יחידות הדיזל גנרטורים מתחלקות:

1. יחידות נייחות.
2. יחידות מידות.
3. יחידות עם חופה WEATHER PROOF
4. יחידות אקוסטיות עם רמת הורדת רעש עד 60 DB.
5. יחידות בעבודה מקבילה - סינכרון לתחנות כח גדולות.

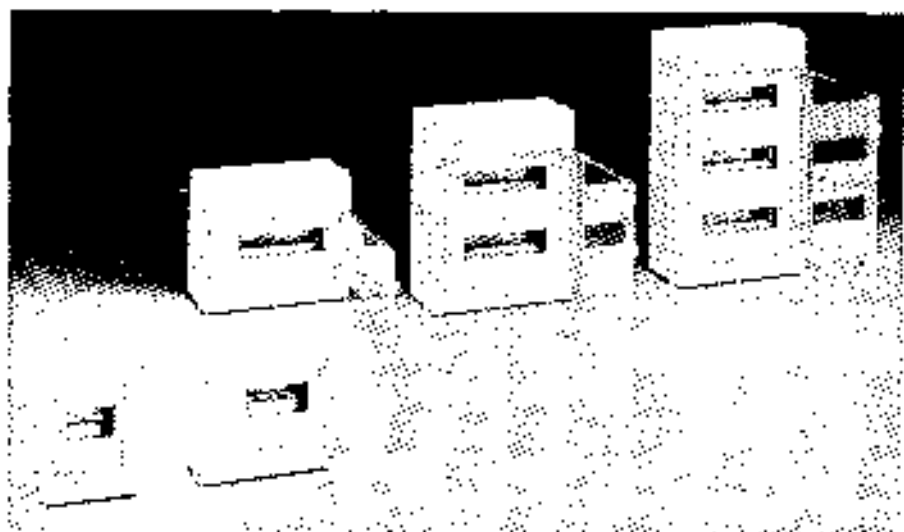
ה. השכרת דיזל גנרטורים - מזה זמן עוסקת המחלקה בהשכרה של דיזל גנרטורים

מוצרים חדשים בחברת א.ג. מולכו

דוד חדש של לוחות תקופסאות לצידו מודולרי אטומי מים 55 קו, מחומר פלסטי כבד מאליו
 בידוד כפול, מחוצרת טובי היצרנים באירופה: SAREL ו- HAGER



- 3 גדלים עבור 8,4 ו-12 מודולים.
- סגירה על ידי חלזית שקופה עם פטנט סגירה נדיש.
- CUT-OUT בדפנות המאפשר גישה נוחה לציוד.
- פס אום מתכוון ל-2 נגדים.
- KNOCK-OUT לכניסות כבל בשתי דפנות.
- דלון פורמי המאפשר ראיה טובה לתוך הקופסה.



hager

- הסידרה החדשה 50V אטומה למים 55 קו.
- מתקצימלית ומיצרת ב-3 גדלים עבור 8,4, 12, 24 ו-36 מודולים.
- סגירה על ידי דלת שקופה הניתנת להחלפה ושינוי כיוון פתיחה.
- אפשרות של פלומבה האו מליטה (ל-12, 24 ו-36 בלבד).
- KNOCK-OUT לכניסות כבל בשתי דפנות.

א.ג. מולכו ציוד חשמל ותעשייה בע"מ טל. 03-9247037/8
 רח' המבטחים 1, פתח-תקוה. מכתבים: ת.ד. 18121 תל אביב - 61181, פקס: 03-9233452

סמל - מ.א.ג. מולכו
 סמל - מ.א.ג. מולכו

"אופיר שי"

ייצור שיווק ואספקה

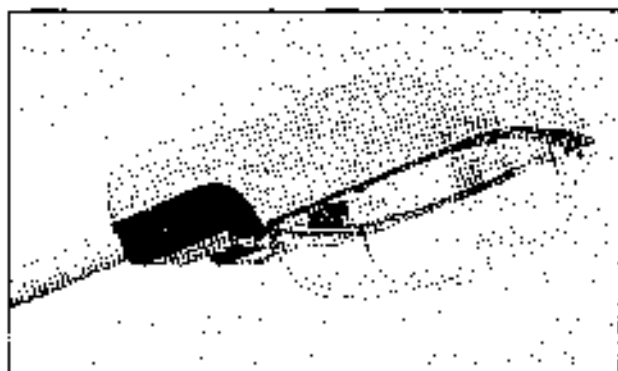
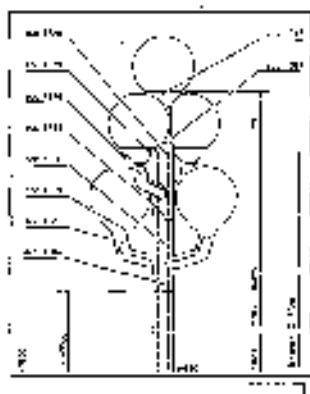


חומרי חשמל לתעשייה, בנין, רשת, אחזקה ותאורה



כבלים

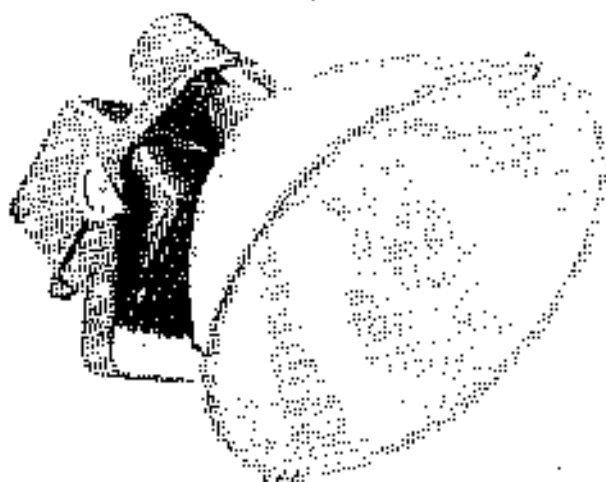
כבלי כח עליים ותת קרקעיים
מכל הסוגים, כל החתכים ובכל האורכים.
כבלי פיקוד ותקשורת, אספקה מהמלאי.
כבלי בטיחות - חסיני אש - נטולי הלוגנים
משפחת LYONOTOX תוצרת:
LES CABLES DE LYON



ציוד רשת
למתח נמוך
ומתח גבוה.
עמודי תאורה
זפנסים

תאורת רחובות ובטחון

מחסנים, אולמות ספורט
ותעשייה



רשת סניפים בכל הארץ:

אופיר שי ייצור שיווק ואספקה בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : קרית אריה, רח' עמל 37, טל. 052233193, פקס. 03-9233193
 סניף תל אביב : רח' החשמלאים 105, טל. 5614338, 03-5612376, פקס: 03-5614324
 סניף באר שבע : עמק שרה רח' הפועלים 20, טל. 32000, 38830, 067-36078, פקס: 057-32077

אופיר שי (1984) בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : רח' החרושת 10, אזור תעשייה רעננה, טל. 052-810589, פקס: 052-810926
 סניף ירושלים : דרך חברון 28, טל. 02-731060/5, פקס: 02-737010
 סניף הרצליה : רח' בן גוריון 48, טל. 052-557747, פקס: 052-557802
 רח' סוקולוב 60, טל. 540784, 052-640748, פקס: 057-557802

אור 87 — אופיר שי (1991) בע"מ
 אזור התעשייה החדש, טל. 058-31380, פקס: 059-78244

אופיר שי ייצור שיווק ואספקה צפון בע"מ
 משרד ומחסן ראשי : רח' בן יהודה 195, חל חנן, טל. 04-322277, 04-343415, פקס: 04-343415
 רח' המסגר 8, טל. 04-861898, פקס: 04-861891



תאורת גן

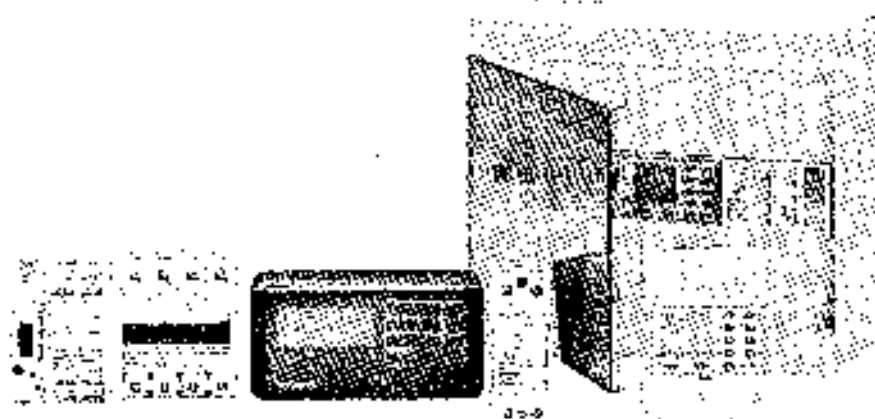
גופי תאורה למשרדים
 גופי תאורה מיוחדים -
 נגד סינוור לחדרי מחשב.



ציוד מוגן התפוצצות

קופסאות, אביזרי פיקוד
 כניסות וגופי תאורה

פרסום אילי בע"מ - חופיה



ציוד פיקוד

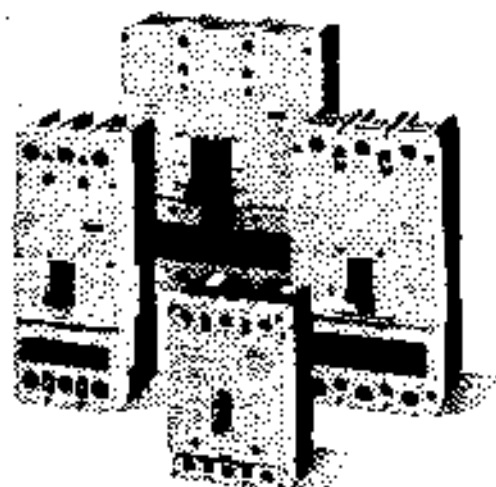
מיתוג ובקרה
 מתוצרת
לגרנד

ניסקו הקשר בינך

ציוד מיתוג

כוללת בנושא - רמת גבוהה החוכרת.

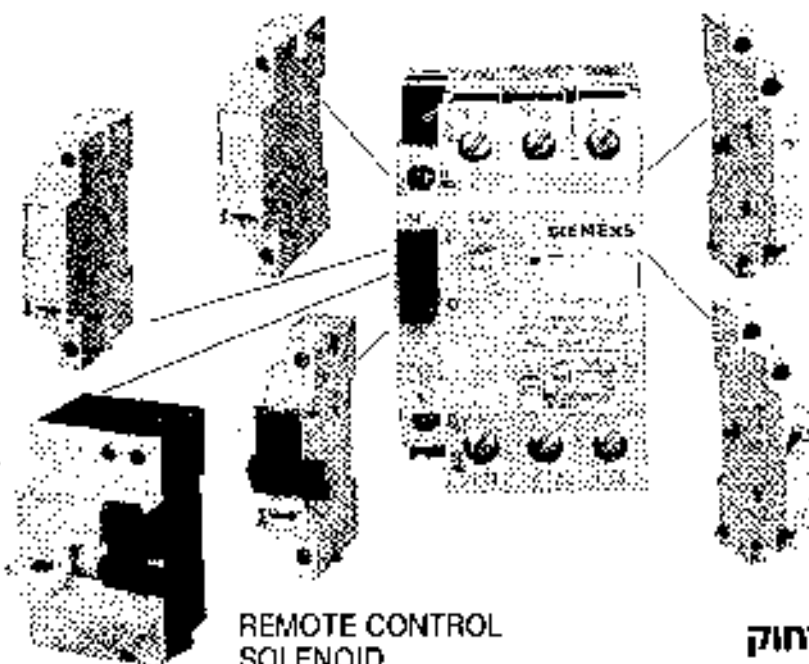
חדש



CURRENT-LIMITING
CIRCUIT BREAKERS

מנתקי הספק חצי אוטומטיים

כושר ניתוק 100KA, 65, 36
מ"ד עד 2000 אמפר.



REMOTE CONTROL
SOLENOID

מתנעים טרמו מגנטיים

בכושר ניתוק גבוה עד 6 אמפר
10 KA עד 10 אמפר
מופעלי "טוגל"
עד 25 אמפר, 11 קו"ט.
מגוון איזורים מתחברים:
מגעי עזר
מגע אזעקה לקצר
סליל חוסר מתח
סליל עבודה

ובמיוחד: סליל הפעלה מרחוק

סימוס - כבל השמול

סימוס - פנלים וגופי תאורה

אוסרם - המהפכה בתאורה

ובין החשמל

ופקוד מתוצרת SIEMENS



3TF20...-0

מגענים מ-4-325 קוו"ט

מסדרה 3TF אפשרות להרכבה של עד ארבעה מגעי עזר NC, NO



3TF30 - 3TF31
4 KW - 5.5 KW
עם מ"ע NC, NO



3TF32 - 3TF33
7.5 KW - 11 KW

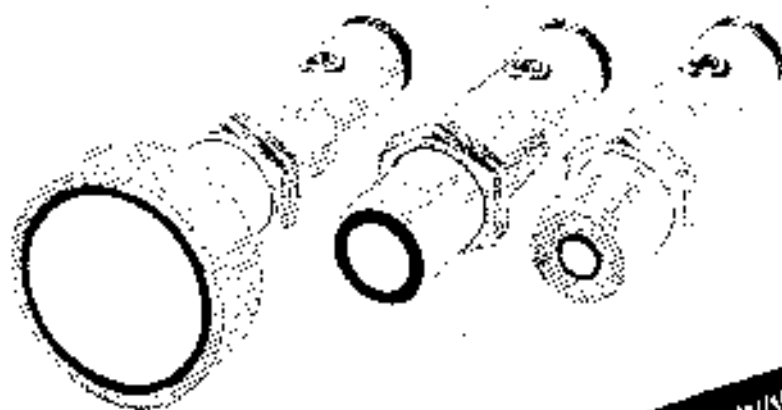


3TF34 - 3TF35
15 KW - 18.5 KW



3TF46 - 3TF68
22 KW - 330 KW
2 NO + 2 NC מ"ע

SONAR-BERO



גששים על-קוליים

גששי קירבה על קוליים ULTRA SONIC
במאור קומפקטי (ללא צורך במתאמים)
מתח עבודה 24VDC, מגע NC, NO
מרחק חישה 30 ס"מ, 100 ס"מ, 600 ס"מ

גבר פרטים ותמונות:

ניסקו

יבוא חשמל ואלקטרוניקה בע"מ. רח' חוקיה המלך 6 תל אביב 66530, ת.ד. 35052
פקס, 03-836972
טל. 03-835158

סימונס - ציוד לוחות חשמל

ניסקו - קופסאות שקעים ונתרים

"סופרגל" צינור שרשורי חדש מתוצרת וולטה כרמיאל

חברת וולטה כרמיאל הוסיפה לאחרונה לסל מוצריה את צינור ה"סופרגל" שהוא פיתוח חדשני של מחלקת המחקר של החברה, המצטרף לשורת מוצרי הצנרת השרשורית המשרתים את הענף שנים ארוכות. הצינור החדש "סופרגל" מצטרף לצינורות ה-וולטה בל (בקטרים 50-160 מ"מ), וולטה גל (בקטרים 29-11 מ"מ), ומתאפיין בדופן חסינה במיוחד המשלבת את העמידה בעומסים של הצינורות הכפופים ("כפופים") עם הגמישות של הצינורות השרשוריים.

ה"סופרגל" נוסה על ידי קבלני חשמל באזורים רבים ברחבי הארץ, ובמגוון רחב של אפליקציות ונמצא מתאים ומעיל ביותר בשימושים כגון: העברת מוליכים בתללים של קירות גבס, קירות בלוקים רגילים, מעבר בתקרות כפולות ומתחת לגגות רעפים, יציקה בתוך אלמנטים של בניה טרוכית ובניה מתועשת ויציקות של גגות. כמו כן כבר נעשה ב"סופרגל" שימוש נרחב בתעשיית הקרוונים והמגורונים. קבלני החשמל שכבר עובדים עם ה"סופרגל" ציגו שההשתלה בצינורות החדשים נוחה במיוחד, ההכנות ליציקה שדורשות שני עובדים, בוצעו ע"י עובד אחד ובזמן קצר מהנדרש בעבר וכן הושג כמותן חסכון כלכלי ניכר. יתרון נוסף נובע מהאפשרות להמשיך מהיציקה כל הדרך בירידות אל הנקודות ללא צורך בשימוש בחופות. צינור ה"סופרגל" נושא תו תקן והינו כבה מאליו לפי תקן 728 למתקני חשמל. צינור ה"סופרגל" מאושר לשימוש על ידי הרשויות השונות, והמתכננים הבכירים לפנייהם הוצג.



סופרגל הצינור שמתך איתך פעולה

- * "סופרגל" - צינור פלסטי שרשורי, גמיש במיוחד, מומלץ לעבודה ביציקות, בבטון ובחללים וקל לעיטוף.
- * "סופרגל" - חוק וקשיות וניתן לכיוונו ללא מחברים.
- * "סופרגל" - נוח להשחלת חוטים, חיסכון בכ"א.
- * "סופרגל" - כבה מאליו.

טאמאר ע"י מכון התקנים לפי תי 728.

טאמאר ע"י חברת החשמל.

56 שנות נסיון בצנרת חשמל

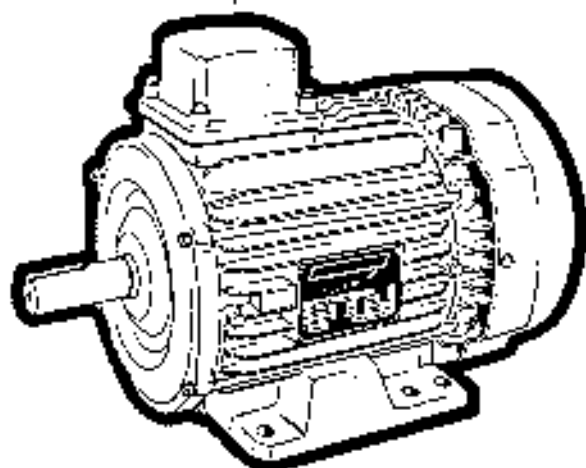
וולטה כרמיאל

ביחיד לחומרים פלסטיים בע"מ



חשד: רח' סתתיהו 8 בני-ברק 51605, ת.ד. 2036 בני ברק 51120, טל. 03-778021, 03-748693, 03-748693

ליפוף ותיקון מנועי חשמל ושירותי איזון דינמי



● ליפוף ותיקון מנועי חום חשמליים (100 סל המינימום)
● ליפוף ותיקון מנועי חום חשמליים (100 סל המינימום)



● ליפוף ותיקון מנועי חום חשמליים (100 סל המינימום)
● ליפוף ותיקון מנועי חום חשמליים (100 סל המינימום)

אלקטרומכניק
(1984) סג. בע"מ
רח' גואל 3 | פינת' ח'לץ 2,
[גשר פז] חיפה. ת.ב. 2636 חיפה,
סל. 04-644238, פקס. 678702



חוטים וכבלים לתעשייה

חברת DELTA SURPRENANT WIRE & CABLE החלה לשווק בארץ חוטים וכבלים המתאימים לשימושים תעשייתיים.

בידודי EXANE - פוליאלופין מוקרן, ל-800V או 2000V, עמיד בטמפי מוליך 110°C, שילוב של עמידה בשמנים ותכונות חשמליות ומכניות מצויינות, עומד בתקני UL ו-VW1 לעמידה נגד אש.

- בידוד חיצוני - EXANE, (ניאופרן), HYPALON
- כבלי - THERMOCOUPLE
- חוטים למתח גבוה (עד 40000 V)
- כבלים לתקשורת ומכשור
- כל הכבלים עומדים בתקני UL ו-GSA

נציגים בלעדיים בישראל:

C.C.S. טכנולוגיות בע"מ

ת.ד. 65082 תל-אביב 61651, סל. 03-5405421
פקס. 03-5403207

אחראים

למידע נוסף טל 03-5405421

למידע נוסף טל 03-5405421

קורס מנהלי אחזקה

קורס בן 10 שבועות שבועיים
בימי ד' בשבוע החל מ-30.10.91
בת"א שעות: 08:30-16:00
ניהול מקצועי איוול נכון נופס

רפרטים והרשמה: מירב הדריכה (1990) בע"מ
רח' חושיה 6 ת"א 67218,
טל 03-5621254 פקס 03-5621253



אחזקה בתעשייה ועודתים בצורה יעילה ומקצועית הפך כומוים אלו כאשר הטכנולוגיה מתחדשת מידי יום ניומו למקצוע אשר דורש ידע וערכון מהמיד הן בהידושים והן בשיטות הניהול והבקרה על האחזקה. ביצוע וניהול נכון של האחזקה תורם בצורה משמעותית לחיסכון וליעול הייצור והעבודה השוטפת במפעל או הארגון.

מחיר 2300 ש"ח + מע"מ

מספר המקומות בקורס מוגבל.

עשאי הקורס העיקריים

- | | | |
|----------------------|-----------------|-------------------|
| ● ניהול אחזקה | ● טיפול מונע | ● הידראוליקה |
| ● ניהול צוות עובדים | ● פנאומטיקה | ● צביעה תעשייתית |
| ● אביזרי הנעה | ● איתור תקלות | ● שימון |
| ● מיחשוב לאחזקה | ● בידוד | ● דלק ודודי קיטור |
| ● מדידה ובקרה | ● חריטה | ● טיפול במים |
| ● איזורר ומיווג אויד | ● אויד דחוס | ● אטמים |
| ● משאבות ועאיבה | ● תיגמול עובדים | ● בלימת זעזועים |

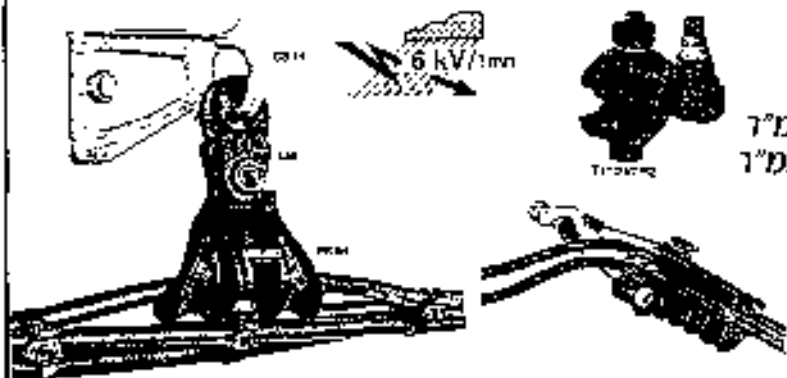
לתייעות נגד 03-5405421, טל. 03-5403207, פקס. 03-5405421
כל ארועי מניב הדרכה ע"י מירב הדריכה וכו' ארוחות צהריים ולינה

למידע נוסף טל 03-5405421

מוצרי חשמל
ואלקטרוניקה בע"מ

אלקוטרייד

ת.ד. 2016 הרצליה ב' 46733, טל. 052-558825, פקס: 052-546149



תיל אויירי מבודד

תילים 3 X 150 + 85 + 2 X 25 ממ"ד
3 X 70 + 54.6 + 2 X 25 ממ"ד

אביזרים SICAMEX

כל הדגמים והאביזרים
מהדקים ברמה של 6 kV



CONTINENTALE
D'EQUIPEMENTS
ELECTRIQUES

מפיצים בלעדיים של חב' CEE
החברה המובילה בתחום רב מודד
וממסרי הגנה דיגיטליים
כיוול ערכים, זכרון עצמי
קריאה מרחוק, תקשורת למחשב
עומדים לשרותכם -
לפרטים נוספים
ולהדגמת ביצועים - עם/בלי מחשב

קופסאות פוליאסטר - CAHORS

עם/בלי חלונות שקופים מוגני UV

במיוחד
עבור
מוני חשמל
גד או מים
סטנדט
E.D.F.



כולאי ברק

METAL OXIDE

היחידים במבנה

SILICONE

Mc GRAW EDISON

ארה"ב



מפסק זרם
על עמוד
סיתוג בואקום
עד 36KV



סולמות ותעלות מחורצות לכבלים.

מתוצרת RICO גרמניה
כולל כל האביזרים בגליון חם

צ.ל. מערכות בע"מ Z.L. SYSTEMS LTD.

IMPEX - ST-D 70 E - GERMANY

מכונת חריץ פתוחה למדידת קוטר
בצורה יחידה

IMPEX - ST-67 - GERMANY

מכונת חריץ סגורה למדידת קוטר



מכונת חריצים ST-D70E היא מוצר חדש מסוג
IMPEX, הבא לענות על בעיית החריצה והחיזור
בחומרים קשים, כגון: בטון מזוין, ברזל, אלומיניום, רעפים
ועוד. מבשיר זה מבוסס על הידע, הנסיון הרב והרמה
הטכנית הגבוהה שתצברת במפעל IMPEX.



מכונת חריצים והשקעים IMPEX-ST-67 בעלת
חזקת רב ואמינות מוכחת באחרי הבניה מזה שנים.

המכשיר ניתן לשימוש על קרח מבלוק לחץ יעיל
ביותר על חומרים רכים כגון: איסוף, גבס, סיליקס וכד.

רח' בודיזין 5, מרכז המלאכה נבעתיים, ת.ד. 873 מיקוד 53108
טל': 03-5715005, טלפקס: 03-5711073, 371385 א' ז' 71

למידע נוסף סמן 48/23



כשהזינה צפה אין עצירה!

BENDER ISOMETER כשהזינה צפה עם

אפילו קצר לא ישבית את הייצור!
(בניגוד לממסר פחת "מקובל")

מתבקש בתעשייה המותחכמות, במיתקנים ביטחוניים... **תשלום** למערכת אל-פסק

אתה בודאי יודע - כמה יקרה כל השביתה



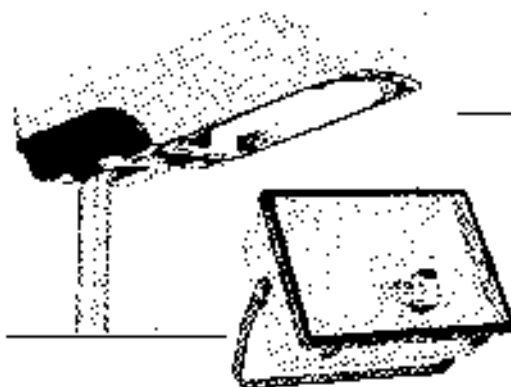
אלי פישק ומאן בע"מ רח' צה"ל 98, קידאון
ת.ד. 994 קידאון 55109, טל. 03-343506, פקס 03-340776

למידע נוסף סמן 48/24

זרמים - תעשיות חשמל בע"מ

מושב בני ציון, מיקוד 60910. טל. 903362, 052-916197, 052-916177. למכתבים: ת.ד. 1331 הוד השרון

סוכנים בלעדיים ויבואנים של החברות הבאות:



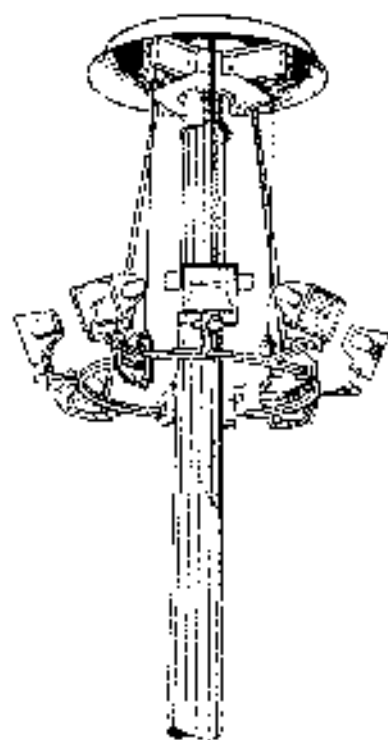
"יורופאן" - צרפת

- תאורת רחובות
- תאורת שטח
- תאורת ספורט חוץ ופנים
- תאורת פנים מכל סוג ועוד



"פטיזאן" - צרפת

- היצון הגדול בעולם לעמודים
- תאורה עד 120 מ'
- רשת עד 400 ק"ו
- אלומיניום ודקורטיביים



"אס אי אס" - צרפת

מערכות ממוחשבות לבקרת תנועה



"סילק" - צרפת

רמזורים, תאורה מיוחדת לתחבורה
פיקוד לרכבות



"יורוטק" - אנגליה

סיבים אופטיים לתמרור שילוט ודקורציה



"מאודסלי'ס" - אנגליה

- מנועי חשמל ACI DC
- מסירי תדר סיבוביים



"קונטרול טכניק" - אנגליה

- וסתי מהירות אלקטרוניים
- למנועי חשמל זרם חילופין
- למנועי חשמל זרם ישר
- למנועי חשמל סרבו מכל סוג



פרטים אודות מוצרינו - תופה

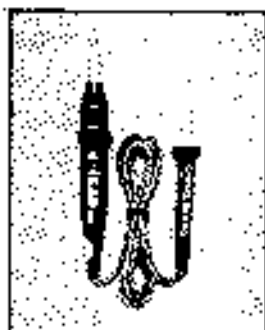
אמינות מעבר לקו

K&D

החברה המובילה בייצור גלאים ומכשירי עזר לחשמלאי

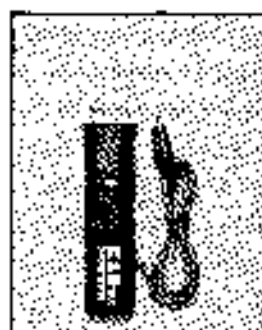


KD 4002 חב' אלדין גאה להציג את הגלאי המשולב גילוי V 240 - V 220 ללא מגע, אבחון נתק בכבל, בדיקת רציפות, בדיקת הארקה, טסטור מגע (2 חוטים) AC, DC, בדיקת קוטביות, מבחן בדיקת V 220 ל-V 380, זמזום + נורית בקרה



KD 1202
טסטור מגע
2 חוטים

נודק ימנחויי ביי
220 V - 240 V
ל V 380 - 420
מגיני בטיחות למאישת.
מגע בחשכל
2 משרכות עצמאיות
הפועלות בלפרד
על מנת להסביר
גילוי טקוד מרח



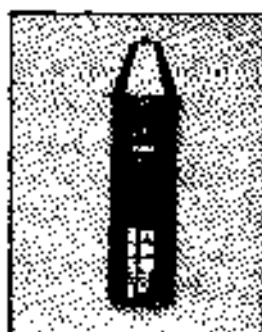
KD 1102
מד רצף

בדיקת רציפות
בדיקת הארקה
זמזום
+ נורית בקרה



KD 1002
גלאי כבלים
וצינוורות מתכת

מגלה ומזריק ספני
כבלים יצירות
מחכת ספני הקיר
בקה דו המלכות
המגלה ביי זמנית
מרח ומתמת; יכולת
החניה בין כבלו חשמל
כבן ענרת מתכת
בפתר כויטן הישית
זמזום + נורית בקרה



KD 7002
גלאי מתח

גלוי נכחות
V 220 - V 240
ללא מגע בכבל
או במכשיר, איתור
טח כבלו חשמל
זמזום + נורית בקרה



KD 37, KD 42
חונק צינוורות
מרידון

KD 37 - 37 ס"מ
KD 42 - 42 ס"מ

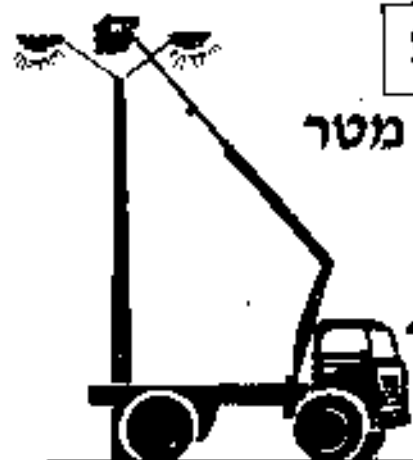


KD 1402
ננ"ס בודק נורות
נתיכים וסוללות

סדק את כל סוגי
סוללות 1.5 V ו V 9
נרגיות, אלהקן
ונכשיות, נורת
חשמל ביתיות
ל-ברנה ובולטן נתיכים
זמזום - סיחון בקרה

ס"מ 37 - 42 ס"מ - 01101

להשיג: חיפה והצפון: המשביר המרכזי, שי אופיר, צמר חשמל, אלקטרו חבש, אלקטרו מפ"ץ, אדגן, רמית ספרץ, אס אלקטרוניקה, זיל, **נתניה:** אדייר אורון. **תל אביב והמרכז:** המשביר המרכזי, שי אופיר, אריכה, אלחוני, חשמל רוזנבלד, חשמל זהבי, חשמל זיבטיסקי, חשמל מודיען, אדי-אור, קלאורה, עידית, **רחובות והאש"ף:** חביית, דרא. **ירושלים:** ארזים אינאמט, השבעה, לימשיץ, שי אופיר, המשביר המרכזי, **דרום:** אר 87 אוילת, המשביר המרכזי, סוקד ישץ לחנויות חומרי בנין: המרכז לחסכון בארנחה: 177-022-3939 **היבואן: אלדין בע"מ 03-816904**



חדש!!!

מנוף 18 מטר

**נדיבי
עדן-אור**

רשום: 59487

התקנה ואחזקה של תאורת רחוב, מגרשים, סככות

**השכרת מנופים
לביצוע עבודות שונות עד
לגובה 18 מטר**

מאושרים ע"י משרד העבודה
טל: 750927, 051-750850, אשקלון

למידע נוסף סמן 48/28



מערכות מיגון אש
(שריט 1988) בע"מ

**מערכות פסיביות למניעת
התפשטות אש ועשן**

- * חסימת אש במעברי כבלים וצנרות.
- * ציפוי כבלי חשמל ותיקשורת.
- * הגנה על קונסטרוקציות מתכת.

**FLAMMASTIK®
KBS System**



רח' העמל 10, ת.ד. 208 אזור התעשייה אור"הודקה 60251
טל. 716473, 717016, 03-347214
פקס/טלמייל 03-5339285

למידע נוסף סמן 48/27

**יצור אספקה והתקנה של
סולמות כבלים לתעשייה**



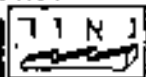
פרסום אלי בע"מ - חשמה

אנו מציעים:

1. פתרון לכל תוואי - סולם כבלים מודולרי
2. מנוון רחב של מידות ופניות שונות
3. חזק מובני מוראם לעומסים עד 200 ק"ג למ"ר
4. יציבי אנכי חס 77 מיקרון או צבע לפי דרישה.

אחריות 10 שנים לציפוי. אספקה מהירה

ודי. חייב נטי יחסינת קטר 2 ומחיוון נא לייצג: למשרדנו



**נאור בע"מ
קבלני חשמל לתעשייה**

מפרץ חיפה, רח' חלוצי התעשייה 29, ת.ד. 10256
טל. 04-411142, 04-414834, פקס. 04-414628

למידע נוסף סמן 48/28

**הזמנת מודעות
ל"התקע המצדיע" מס' 49**



פרסום אלי בע"מ

ת.ד. 4505 חיפה - 31044

טל. 04-667534

פקס. 04-678043 EXT. 9527

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

למידע נוסף סמן 48/28

בחירת ציוד מיתוג ופיקוד ללוחות חשמל

גבי מזור – הנדסאי חשמל

לוחות החשמל למתח נמוך מכילים ציוד רב ומגוון. שימוש נכון בציוד מאפשר למצות ביעילות את מיגוון האפשרויות הטכניות הגלומות בו, תוך כדי שמירה והקפדה על כללי בטיחות בעבודה והתייחסות להיבטים טכנו-כלכליים.

מטרת מאמר זה לאפשר לחשמלאי להכיר את מיגוון המוצרים והציוד להתקנה בלוחות החשמל למתח נמוך המוצע כיום בשוק, כך שיוכל לבחור מתוך מיגוון זה את הפריט המתאים ביותר לפרוייקט המבוצע, תוך התייחסות לאפשרויות פיתוח בעתיד. הציוד, על פי רוב, מבוקר על ידי בקרים מתוכנתים או על ידי מערכות ממוחשבות אחרות. מובן שבחירת הציוד אמורה להיות בהתאם לחוק החשמל ותקנותיו, כמו סעיפים מפורשים המופיעים בתקנות ונוגעים לצורת התקנת הציוד, העמסתו ואופן השפעת הטמפרטורה עליו.

נוסף לחוק החשמל ותקנותיו קיימים תקנים ישראליים ובינלאומיים המתייחסים למפסקים אוטומטיים – מפסקי זרם תרמו-מגנטיים זעירים, המכונים בלשון התקן מפסקים אוטומטיים זעירים (מא"ז) – וכן תקנים המתייחסים למגענים ומימסרים.

בכל מקרה הנוגע לשימוש בציוד שאין לו תקן ישראלי, אך קיימים לגביו תקנים בינלאומיים, כגון: I.E.C., V.D.E. ואחרים, יש לקבל, לפני הכנסתו לשימוש, אישור מוסמך.

דרישות חברת החשמל לגבי הציוד המותקן בלוחות חשמל במתח נמוך מתייחסות כולן להוראות חוק החשמל ותקנותיו, ולפי הצורך גם לתקנים הישראליים והבינלאומיים הרלוונטיים, ועל ציבור החשמלאים להקפיד ולשמור שהציוד המותקן בלוחות יתאים לדרישות אלה.

סוגי הציוד המתוארים במאמר זה ומיועדים להתקנה בלוחות חשמל במתח נמוך הם:

- **ציוד מיתוג (Protective Device)**
ציוד שמטרתו לאבטח את המיתקן החשמלי.
- **ציוד פיקוד ובקרה (Command and Control Device)**
ציוד המותקן על פי רוב במרכז פיקוד ונועד לקבל מידע מהמיתקן החשמלי המותקן בשטח ולשלט עליו.
- **שלד ומבנה הלוח**
מבנה הלוח הכולל את המעטפת החיצונית ואת חלקיו הפנימיים.



איור 1
מנתקים בעלי כיבוי קשת באוויר

סוגי ציוד מיתוג

ציוד המיתוג כולל את הסוגים הבאים:

- מנתקים בעלי כיבוי קשת באוויר.
- מפסקים תרמו-מגנטיים מודולריים.
- מפסקים תרמו-מגנטיים להתגנת מגעים.
- מפסקי הספק.
- מפסקים אוטומטיים זעירים (מא"ז).

מנתקים בעלי כיבוי קשת באוויר (Air Circuit Breakers)

קיימים שני סוגים של מנתקים בעלי כיבוי קשת באוויר (אוויר 1).


- מנתקים המיועדים להתקנה קבועה.
 - מנתקים המיועדים להתקנה מודולרית.
- בעת בחירת המנתק יש להתחשב בזרמי העבודה של המיתקן. נתוני הזרם של המנתקים מופיעים בקטלוגים של היצרנים.

גי מזור – מנהל המחלקה לציוד מיתוג ופיקוד
"סימנס" בחברת "ניסקו בע"מ"

טבלה 1
דוגמה לנתונים טכניים אופייניים של מפסק תרמו-מגנטי מודולרי בעל כיוונון
זרם תרמי וזרם מגנטי עם אפשרות הפעלה מרחוק

גודל		יחידות	תכונות
250		[אמפר]	זרם רצוף מקסימלי I_n ב-40°C (זרם חילופין) 50A60 הרץ
100	65	35	<ul style="list-style-type: none"> כושר ניתוק בזרם קצר I_{cu} כושר ניתוק זרם קצר בעבודה רגילה I_{cs}
50	33	18	
ניתוק עומס יתר/ניתוק זרם קצר			
250, 200, 160, 125			זרם נטיילי רצף I_n
0.8-1 I_n	[אמפר]	ניתוק מתכוונן של עומס יתר תרמו ניתוק מתכוונן של זרם קצר מידי	אמפר
5-10 I_n	[אמפר]		
1 I_n	[אמפר]	ניתוק בלתי מתכוונן של עומס יתר תרמו ניתוק מתכוונן של זרם קצר מידי	אמפר
5-10 I_n	[אמפר]		
-	[אמפר]	ניתוק בלתי מתכוונן של עומס יתר תרמו ניתוק בלתי מתכוונן של זרם קצר מידי	אמפר
-	[אמפר]		
ק			החלפת יחידות
אפשרי לפי דרישה			מגנון הפעלה מרחוק <ul style="list-style-type: none"> סליל הפעלה מונע הפעלה

טבלה 2
נתונים טכניים אופייניים של מפסקים תרמו-מגנטיים להתנעת מנועים

תחום כיוונון הזרם		זרם I_n	החסיק של המנוע החלת מומעי שיט להנף עליו 50 הרץ בזרם חילופין 380 וולט (ערך מתאים עבור מונע 4 קטבים סטנדרטי) [kW]	אופיין המפסק
ניתוק מיודי של זרם יתר	ניתוק תרמי בעומס יתר	[A]	[kW]	
I_{cr}	I_{cr}	[A]	[kW]	
1.9	0.10+0.16	0.16	-	
2.9	0.16+0.24	0.24	0.06	
4.8	0.24+0.40	0.40	0.09	
7.2	0.4+0.60	0.6	0.12	
12	0.6+1	1	0.18/0.25	
19	1+1.60	1.6	0.37/0.55	
29	1.60+2.40	2.4	0.75	
48	2.40+4	4	1.1/1.5	
72	4+6	6	2.2	
120	6+10	10	3/4	
190	10+16	16	5.5	
240	14+20	20	7.5	
300	18+25	25	11	

מפסקים תרמו-מגנטיים מודולריים
(Moulded Case Circuit Breakers)

מפסקים תרמו-מגנטיים מודולריים מיועדים לחיבור, ניתוק והגנה על מיתקני השמל בחירה במפסק מסויים תיעשה בהתאם לזרם ההפעלה הנקוב וזרם הקצר הצפוי במיתקן. קיימים מפסקים קבועים הניתנים לכיוונון הזרמים על פי הדרוש במיתקן (זרם תרמי וזרם מגנטי).

מפסקים אלה יכולים להיות, בהתאם לצורך, בעלי מגנון הפעלה מרחוק.

בטבלה 1 מוצגת דוגמה לנתונים טכניים אופייניים של מפסק תרמו-מגנטי מודולרי בעל כיוונון זרם תרמי וזרם מגנטי עם אפשרות הפעלה מרחוק.

איור 2 מציג לדוגמה מפסק תרמו-מגנטי מודולרי בעל כיוונון זרם תרמי וזרם מגנטי עם אפשרות לחיבור מגנון הפעלה מרחוק.



איור 2

מפסק תרמו-מגנטי מודולרי בעל כיוונון זרם תרמי וזרם מגנטי עם אפשרות הפעלה מרחוק

מפסקים תרמו-מגנטיים להתנעת מנועים

(Circuit Breakers for Motor Starting)

מפסקים תרמו-מגנטיים מיועדים לסבול זרם התנעה של מנועים ולהנף על מנועים קטנים עד 25 אמפר (איור 3).

בטבלה 2 מוצגים נתונים טכניים אופייניים של מפסקים אלה, כפי שסיפק היצרן.



איור 3

מפסק תרמו-מגנטי להתנעת מנועים

טבלה 3

אבזרי עזר המתאימים לחיבור למפסקים תרמו-מגנטיים למנועים (התייחס לאיור 3)

סוג (מתחים סטנדרטיים)	מידות: I _n (I ₁₀ + I _{max})	אבזרי עזר
2 רגיל פתוח 2 רגיל סגור	0.5	מגעי עזר 
1 רגיל פתוח + 1 רגיל סגור + דיגלון סימון	0.5	מגעים לאיתות זרם קצר 
פתח חילופין 50 הרץ / פתח חילופין 60 הרץ		ניתוק בחוסר מתח 
110-127V / 100-110V 130-140V / 115-127V 208-240V / 190-210V 250-270V / 220-240V 440-480V / 380-415V	1 1 1 1 1	
אפשרות לפתח חילופין אחר		
פתח חילופין 50 הרץ / פתח חילופין 60 הרץ		ניתוק במתח יתר עם מגעים חיצוניים 
110-127V / 100-110V 130-140V / 115-127V 208-240V / 190-210V 250-270V / 220-240V 440-480V / 380-415V	1 1 1 1 1	
אפשרות לפתח חילופין אחר		
פתח חילופין 50 הרץ / פתח חילופין 60 הרץ		סליל הפסקה, ניתוק משך העומס המתח, מקסימום 5 שניות 
24V- / 100-110 (-210)V 110-127 (-240)V / 115-127 (-240)V 130-140 (-270)V / 190-210 (-420)V 208-240 (-470)V / 220-240 (-480)V 250-270 (-540)V / 380-415 (-690)V 440-480 (-690)V	1 1 1 1 1 1	
מתח ישר 24-60V 110-240V	1 1 1	
אפשרות לפתח חילופין ישר אחרים		
פתח חילופין 220-240 וולט, 50/60 הרץ	3	מנגנון להפעלה מרחוק 

למפסקים אלה מיוחסים לעיתים אבזרי עזר, כגון: מגעי עזר חיצוניים, סימון זרמי קצר וחוסר מתח, אפשרות לפיקוד מרחוק וכו'. מידות של אבזרי עזר אלה ותוניהם הטכניים מופיע בטבלה 3.

מפסקי הספק

(Circuit Interrupters ON/OFF Load)

מפסקי הספק מיועדים לחיבור וניתוק המיתקן החשמלי אך אינם מכילים מנגנון הגנה בפני עומס יתר או בפני זרם קצר. באיור 4 מוצגת דוגמה למפסק זה.

בבחירת מפסקים אלה חשוב להקפיד שהזרם הנקוב, אשר לו מיועד המפסק, יתאים לזרם הצפוי במעגל. ניתן להוסיף למפסקים אלה גם מגעי עזר.



איור 4
מפסקי הספק

מפסקים אוטומטיים זעירים

(Miniature Circuit Breakers)

מפסקים אלה מיועדים להגנת המיתקן החשמלי וידועים ומוכרים היטב לציבור החשמלאים. הם קיימים במגוון סוגים וטיפוסים. בחירה במפסק בעל אופיין פעולה מסויים תיעשה בהתאם לצרכים.

התקן הישראלי למפסקים אוטומטיים זעירים, ת"י 745, מגדיר את אופייני המאיום. בתקן זה עדיין לא מוגדרים אופיינים חדשים. האופיינים המוכרים הם:

- אופיין L.
- אופיין G.

חידושים באופיינים של מפסקים

אוטומטיים זעירים

בחירת מפסק אוטומטי זעיר (מאיו) נעשית בעיקר כהגנה על מעגל סופי. המאיו מכיל הגנה תרמית ומגנטית המכוונת באופן סופי כך שאינה ניתנת לכיוונון ידני.

טבלה 4

שימושים אופייניים למא"ים בעלי אופיין L או אופיין G

שימושים	ניתוק מידי עבור כמות של הזרם הנקוב	תחום הזרם (אמפר)	האופיין
<ul style="list-style-type: none"> שימוש ביתי לקווי מאור הגנה על מנועים בעלי זרמי התנעה קטנים 	$3.6I_n + 6.25I_n$	6-10	L
<ul style="list-style-type: none"> מכשירי חשמל ביתיים הגנה על מערכות פיקוד 	$3.36I_n + 4.9I_n$	16-25	
<ul style="list-style-type: none"> תאורת מנורות ליכוכן בקבוצות לוחות פיקוד 	$3.11I_n + 4.55I_n$	32-63	
<ul style="list-style-type: none"> הגנה על מכשירים ומנועים בתעשייה (כל מכשיר הרגיש לזרמי יתר קטנים וממושכים) ובעלי זרם התנעה גבוה 	$7I_n + 10I_n$	0.5-32	G
<ul style="list-style-type: none"> הגנה על מנועים ומכשירים בעלי זרמי התנעה נמוכים 	$4I_n + 10I_n$	40-63	

אופיין L

אופיין המיועד להגן, בדרך כלל, על מעגלי חלוקה המכילים גופי חימום או תאורה ולא קיימת בהם בעיה של זרמי התנעה.

אופיין G

אופיין שנועד להגן על מעגלי חלוקה המכילים מכשירים חשמליים שבהם קיימים זרמי התנעה, למשל: מנועים.

שימושים אופייניים של מא"ים בעלי אופיין L ו-G מוצגים בטבלה 4.

עקומות אופייניות של זמן הניתוק כפונקציה של הזרם להפסקה מיידית של אופיין L או אופיין G מוצגת באיור 5.

כיום, עם המעבר של השוק האירופי המשותף לשוק מאוחד ואיחוד התקנים באירופה לקראת שנת 1992, קיימת נטייה לקבוע תקן אחיד גם למא"ים. מאפייניהם יהיו כדלקמן:

אופיין A

אופיין חדש שנועד להגן על מעגלי חלוקה המכילים חצאי מוליכים וצידוד הדרוש הגנה מהירה.

אופיין זה מגיב לשינוי זרם תרמי בתחום התחלתי של פי 1.5 מהזרם הנקוב. ההגנה על תופעת מעבר מכוונת בתחום ההגנה המגנטית שהיא 2-3 פעמים מהזרם הנקוב.

אופיין B

אופיין זה דומה לאופיין L (הישן).

ההגנה המגנטית שבו מגיבה בתחום שהוא 3-5 פעמים מהזרם הנקוב.

אופיין C

אופיין זה דומה לאופיין G (הישן).

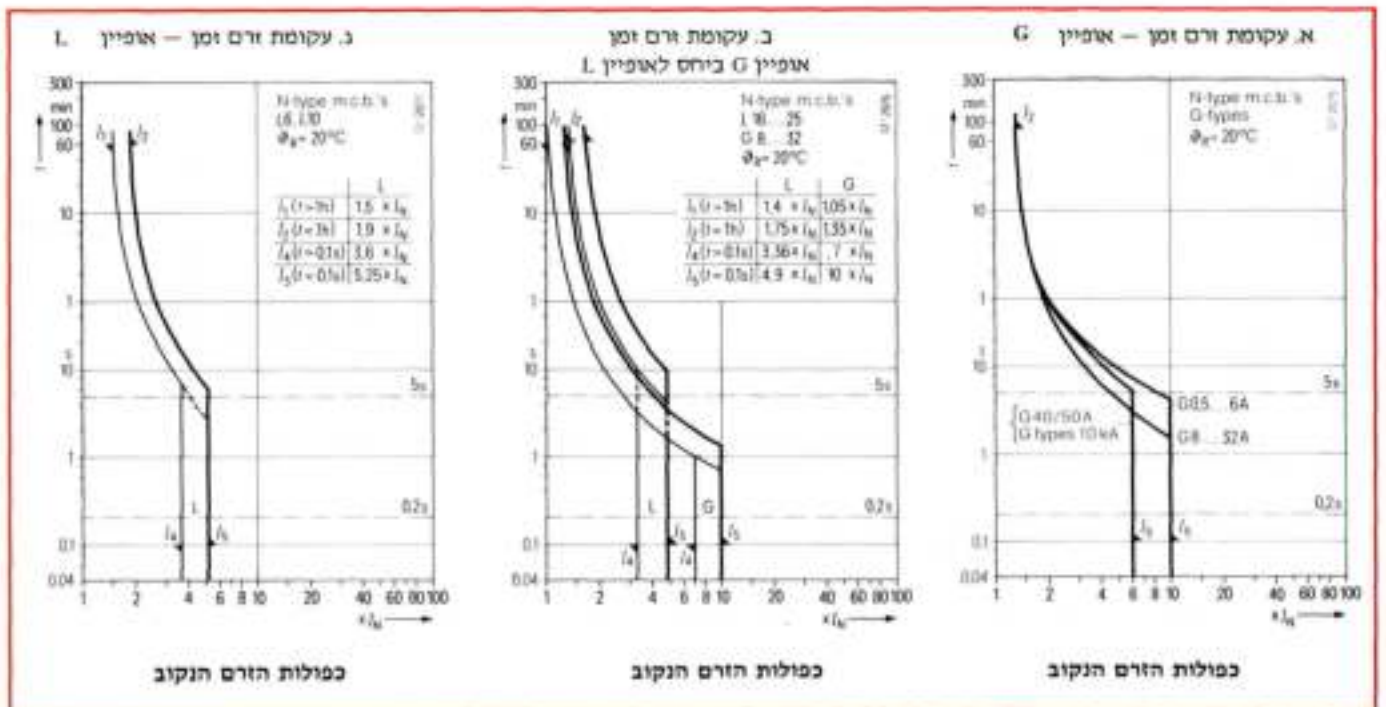
ההגנה המגנטית שבו מגיבה בתחום שהוא 3-5 פעמים סדרם הנקוב.

אופיין D

אופיין חדש שנועד להגן על מעגלים המכילים ציוד בעל קשוי התנעה מיוחדים, למשל מנועים העמוסים ברנע ההתנעה בעומס מלא.

ההגנה המגנטית באופיין חדש זה מתוכננת לפעול בתחום שהוא 10-20 פעמים מהזרם הנקוב.

איור 6 מציג עקומות אופייניות של זמן הניתוק כפונקציה של כמות הזרם הנקוב



איור 5

עקומות זמן הניתוק כפונקציה של כמות הזרם הנקוב

של אופייניים אלה לפי התקנים החדשים של השוק האירופי המשותף האמורים להיכנס לתוקף בשנת 1992.

הדרישות מהמא"ז

בזמן בחירת מא"ז יש להתייחס לגורמים הבאים:

■ אורך החיים

מוסלף שאורך חי המא"ז יהיה כזה שיאפשר למחות 20,000 פעולות של חיבור-ניתוק.

■ הגנה מגנטית מהירה

כשוק קיימים מאיזים שהגנתם המגנטית כוללת רכיב כפול, המאפשר את ניתוק זרם הקצר הצפוי בעת התהוותו (בגבולות של עד 1,350 אמפר ובזמן תגובה מהיר ביותר של 1.5 מילישנייה), באופן כזה גם המא"ז עצמו מוגן.

■ מגעי כסף

בחירה במא"ז בעל מגעי כסף מונעת בצורה טובה יותר את האפשרות של הידבקות המגעים של המא"ז.

■ מנגנון כיבוי קשת

מא"ז בעל מנגנון כיבוי קשת חשמלית משוכלל יתפקד באופן יעיל יותר בעת פעולה עם תופעות מעבר.

איור 6 מציג חתך אורכי במא"ז. באיור רואים את ההגנה התרמית, ההגנה המגנטית, את המגעים ומנגנון כיבוי הקשת. מא"ז כזה יכול לשמש מפסק זרם עם מרכיבי הגנה תרמית ומגנטית.

כדי לוודא שסא"ז אומנם עונה על הדרישות לעיל, יש להתייחס לדריה בדיקה ולאישור מתאים ממכון תקנים המוסמך לכך.

מפסק, מנתק, מנתק בעומס - עם הגנה וללא הגנה

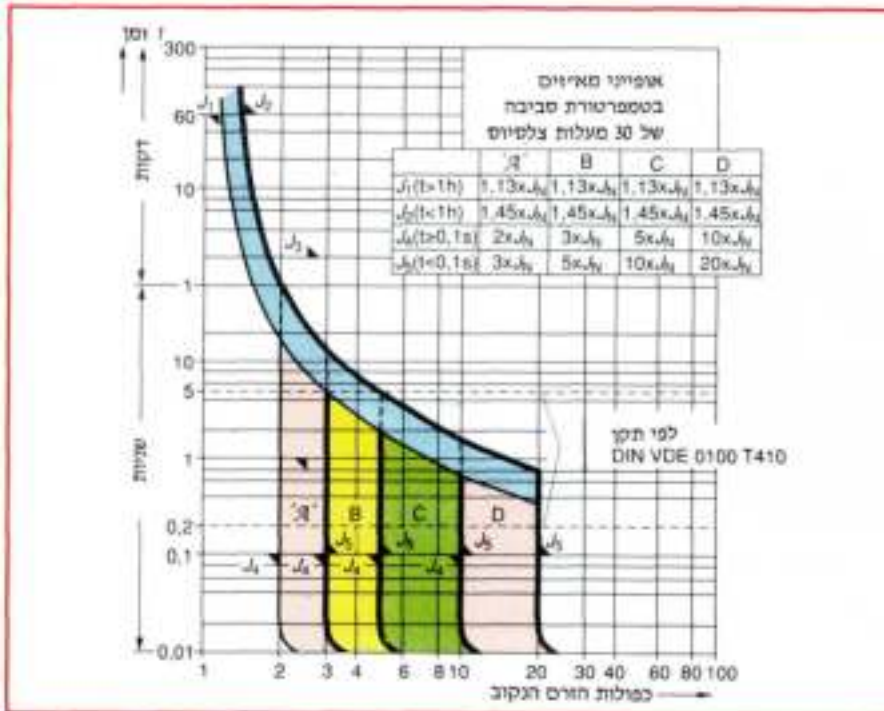
קיימים מפסקים ומנתקים שיש בהם רכיב הגנה ויש כאלה שאין בהם רכיב הגנה.

מפסק נועד לחבר ולנתק את המעגל החשמלי בעומס מלא. המפסק כולל רכיב לכיבוי הקשת החשמלית, הנוצרת בעת פעולתו. קיימים מפסקים אוטומטיים בעלי הגנות תרמיות, או הגנות מגנטיות, או כאלה המשלבים את שני סוגי ההגנה, והשימוש בהם מאפשר לתפעל ולהגן על המעגל החשמלי.

מנתק נועד לנתק את הציוד שמחובר למעגל מרשת ההזנה, כדי שניתן יהיה לבצע טיפול בציוד. הוא לא נועד לבצע ניתוק וחיבור תחת עומס!

למנתק בלבד לא מחובר, בדרך כלל, מנגנון הגנה.

מנתק בעומס, כמו מפסק, נועד לחבר ולנתק את הציוד שבמעגל מרשת ההזנה, גם בזמן שבו קיים עומס מלא. למנתקי עומס



איור 6

עקומות אופייניות של זמן הניתוק כפונקציה של כפולות זרם המא"זים על פי התקנים החדשים

שיקולים לבחירת ציוד מיתוג

בחירת ציוד המיתוג המיועד לצרכנים תיעשה לאחר שייבחנו מספר גורמים חשובים המאפיינים את המיתקן החשמלי. הפרט שייבחר יהיה בעל הנתונים הטכניים, כמו שפופיעים בקטלוגים של היצרן, העומדים בדרישות המיתקן החשמלי.

מאפייני המיתקן החשמלי שיש לבדוק לצורך התאמת ציוד המיתוג שבו הם:

- מיקום ציוד המיתוג במעגל החשמלי.
- אופי המיתקן החשמלי.

מיקום ציוד המיתוג במעגל החשמלי

בהתייחס לזרמי הקצר העתידים להתפתח במעגל החשמלי, יש לבחור בציוד מיתוג בעל כושר ניתוק (Breaking Capacity) שיתאים לזרמים המתפתחים במעגל שבו הוא מותקן. נתונים לגבי כושר הניתוק שפופיעים בקטלוגים של היצרנים. עם זאת, יש לוודא שלציוד יש אישורים ותעודות בדיקה של מכון התקנים המוסמך לכך.

אופי המיתקן החשמלי

ציוד מיתוג אמור להגן על המעגלים הבאים:

- מעגל חלוקה בלבד.
- מעגל בעל אופי מנועי (מנועים, תאורה מלאוהרנית).

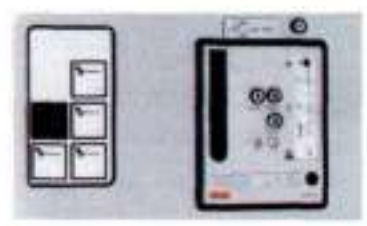
כאלה מרכיבים, בדרך כלל, תאי כיבוי מיוחדים לכיבוי הקשת החשמלית שנוצרת.

מנתקים המיועדים לצורך בטיחות בלבד ומיועדים לנתק את המעגל החשמלי שאליו הם מחוברים בעת טיפול בציוד חשמלי, הם בדרך כלל זולים יותר ממנתקים בעומס המכילים גם תאי כיבוי מיוחדים לכיבוי הקשת החשמלית.



איור 7

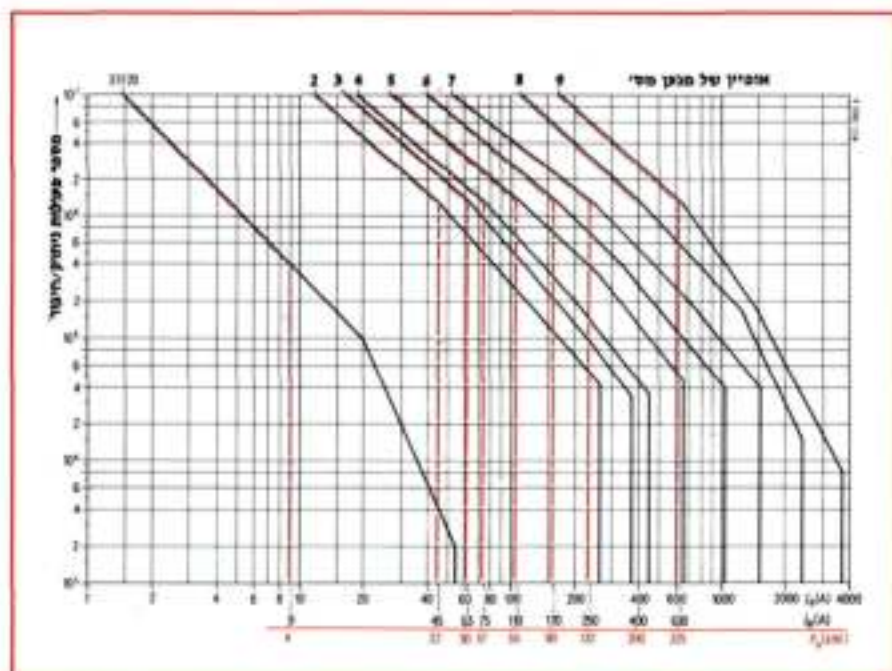
חתך אורכי של מא"ז





טבלה 6
דוגמה לנתונים אופייניים של מפסק אוטומטי
מגביל זרם קצר 2 – IEC 947 כושר ניתוק 65kA, 380/415V

נתוני הזרם		זרם נקוב I_n		זרם תרמי		זרם מגנטי		האופיין
זרם תרמי	זרם מגנטי	זרם נקוב	זרם תרמי	זרם מגנטי	זרם נקוב	זרם תרמי	זרם מגנטי	
		הגנה תרמית קבועה		הגנה מגנטית קבועה				
400	50	50	140	16	16	400	50	
500	63	63	160	20	20	500	63	
630	80	80	200	25	25	630	80	
800	100	100	240	30	30	800	100	
1000	125	125	280	35	35	1000	125	
1280	160	160	320	40	40	1280	160	
		הגנה תרמית קבועה		הגנה מגנטית קבועה				
			200-400	28-40	40			
			250-500	40-50	50			
			315-630	50-63	63			
			400-800	63-80	80			
			500-1000	80-100	100			
			625-1250	100-125	125			
			800-1600	125-160	160			



איור 11
עקומות של מגעים שונים
מספר הפעולות (חיבור/ניתוק) כפונקציה של זרם והעמסה

ציוד פיקוד ובקרה (Command & Control Device)

פיקוד ובקרה על מכשירי חשמל המותקנים בשטח מתבצעים, על פי רוב, באמצעות מגענים (Contactors).

מגענים הם מימסרים אלקטרומגנטיים שנועדו להפעיל ולהפסיק מעגלים חשמליים על ידי פיקוד מרחוק.

מרכיבי המגנן הם:

- סליל הפעלה.
- עונן המגנן.
- מגעי עומס.
- מגעי עזר לפיקוד.

סליל ההפעלה של המגנן מותאם למתח הפיקוד של המסרכת הנדונה.

עונן המגנן מתחבר בצורה סכנית מבודדת חשמלית לכל מגעי המגנן (למגעי השומם ולמגעי העזר), ובתנועתו משנה את מצב המגעים ממצב "מופסקי" למצב "שחבורי", ולהיפך.

מגעי העומס תפקידם לשאת את הזרם של המכשיר המופעל באמצעותם.

מגעי העזר נושאים את זרם הפיקוד ומשמשים למסרת פיקוד על פעולת המגנן, או על מערכות נלוות.

על המגענים לבצע למעשה פונקציות שונות של חיבור וניתוק עומסים מסוגים שונים כמו:

- מעגלי חימום וחלוקה.
- מעגלי מגעים.
- מעגלי מגעים בעלי התנעות קשות ומרובות.
- מעגלי פיקוד.

לכל אחד מהמעגלים לעיל יש להתאים מגנן בהתאם למשטר העבודה של המעגל המסוים. משטר העבודה נבחר על פי אופי המעגל: מעגל אוהמי, מעגל השראי (היגבוי), או מעגל קיבולי. נתוני המימסרים מופיעים בקטלוגים של היצרנים השונים.

בעת בחירת המגעים של המגנן על החשמלאי המתכנן להגדיר לעצמו את משטר העבודה הנדרש בהתאם לקריטריונים הבאים:

■ זרמי העבודה ואופי הזרמים (אוהמי, השראי או קיבולי) – קובעים את סוג מגעי הכוח.

■ מתח הפיקוד המתאים (על פי נתוני מתח הפיקוד הקיים בלוח ובהתאם למרחק מרכז

* ראה מאמר בנושא "קריטריונים לבחירה נכונה של מגענים" מאת נבי מזור, שפורסם ב"התקע המצדיעי" מס' 40 – נובמבר 1987.



איור 12
לוח מתכתי מודולרי חדיש

ללוחות אלה קיים תקן ישראלי ת"י 1419. ילוחות מיתוג ובקרה למיני דרישות ללוחות מתועשים משנת 1989.

כדי שהלוח יתאים למטרות, יש להקפיד על קיום התנאים באים:

- מבנה מודולרי ונוח להרכבה ולהתקנה באתר.
- התקנת הציוד הנלווה והציוד המותקן בלוח תהיה פשוטה ומודולרית.
- השדות בלוח יהיו בגודל אחיד כך שניתן יהיה להרכיב כל פריט בכל מקום בלוח.
- המיילואות (פנלים) שעל גבי השדות השונים תהיינה עשויות מחומר כבד מאליו ומגון בפני התמוצות.

דוגמה ללוח מתכתי מודולרי חדיש מוצגת באיור 12.

סיכום*

במאמר זה הוצג מינון של סוגי ציוד בסיסי ושונה המתאים להתקנה בלוחות חשמל.

הכרת סוגי הציוד מאפשרת לחשמלאי הסתכנן לבחור בפריט המתאים ביותר למטרותו מתוך המינון הרחב הקיים בשוק.

בכל בחירה בציוד נלווה ללוח, יש להתייחס גם לתנאי הסביבה, משטר העבודה הנדרש, כושר הניתוק ואופייני ההפעלה הרלוונטיים השונים האחרים של הציוד, כגון: מתחי פיקוד, צחירת מגעני פיקוד נכונים, בניית מערכת פיקוד נוחה להפעלה, ובחירת לוח מודולרי שניתן לבצע בו שינויים במהירות ובקלות.

תקן או אישור מתאים ממכון מוסמך, הבחירה בלוח מסויים היא גם בהתאם למקום ולתנאי השטח שבו מותקן ומופעל הציוד.

את לוחות החשמל ניתן לסווג לשלוש קבוצות:

- לוחות המורכבים בקופסאות פלסטיות מודולריות מסוגים שונים.
- לוחות המורכבים בארנוי פיברגלס סוגן במני מים, שמש ומכות מכניות.
- לוחות מתכתיים מסוגים שונים.

לוחות המורכבים בקופסאות פלסטיות מודולריות מסוגים שונים, מוגנים בפני מים ושמש, או לוחות שאינם מוגנים והם מיועדים להתקנה פנימית בסביבה מתאימת.

לוחות אלה שימושיים, בדרך כלל, להתקנה בלוחות ראשיים ומשניים. לוחות אלה מתאימים להתקנה בסביבה אטמוספירית רגילה או בסביבה אטמוספירית רוויית אדים ולח.

לוחות המורכבים בארון פיברגלס סוגן במני מים, שמש ומכות מכניות, משמשים, בדרך כלל, להתקנה מחוץ למבנה תחת כיפת השמיים כאשר קיימת סכנה של תקיפה קורוזיבית של הלוח, כאשר נחוצה הגנה מכנית או חשמלית של הלוח, או כאשר דרושה עמידות בקרינת השמש, בפני חדירת מים וכו'.

לוחות מתכתיים מסוגים שונים הם, בדרך כלל, לוחות מתועשים המשמשים במבני תעשייה כאשר נדרשת תצורה (Configuration) משתנה של הלוח.

הפיקוד ממקור התקנת המגעון) – קובע את מתח סליל ההפעלה של המגעון.

■ אורך חיי המגעון כפונקציה של העמסתו – קובע את הגודל הפיזי של המגעון. עקומות אופייניות המתארות את אורך חיי המגעון כפונקציה של הורם והעמסה מוצגות עבור מגענים שונים באיור 11.

מגעי העזר המשובלים במגענים הם מסוגים שונים המתאימים לשימושים הבאים:

- מגע רגיל פתוח (N.O.) שימושי, על פי רוב, לצורך החוקה עצמית של המגעון.
- מגע רגיל סגור (N.C.) שימושי, על פי רוב, למטרת נעילה חשמלית ולחיווי תקלה.

למגענים הקיימים בשוק ניתן להוסיף אבזרים למטרות הבאות:

- חיגור מכני (Interlock) שנועד להבטיח אי הפעלה בו זמנית של שני מגענים צמודים.
- נעילה עם סליל (Latch) ההופכת את המגעון למגעון צד.

בדרך כלל ניתן להרכיב עד ארבעה מגעי עזר נוספים למטרות פיקוד שונות.

לסיכום, בעת בחירת מגענים למטרה כלשהי, מומלץ ורצוי להתחשב בעובדות ובקריטריונים שתוארו לעיל. בחירה נכונה של מגעון מאפשרת שימוש ועבודה תקינה ויעילה לאורך זמן. כאשר בשיקולי הבחירה מתקבל ערך גבולי, כדאי לבחור בפריט בדרגה הגבוהה יותר, דבר שמבטיח לכלכלית אינו מהווה הבדל משמעותי אך יכול לשפר, לאורך זמן, את חיי המערכת וביצועיה.

גורם נוסף שכדאי לשים אליו לב בעת בחירת המגעון הוא אחידות ציוד ההפעלה. ציוד הפעלה אחיד מאפשר תחזוקה וזולה ויעילה, על כל המשתמע מכך, כגון: אחזקת מלאי של חלקי חילוף למגענים, אפשרות הרחבת המערכת בעתיד, ביצוע שינויים בעבודת המערכת, בחירת אמצעי אבטחה והגנה מתאימים והרכבה נוחה ונאה של הציוד בתוך לוח החשמל.

שלך לוח החשמל ומבנהו

קיימים לוחות חשמל מסוגים שונים. ככלל, ובמיוחד כאשר מדובר בלוחות חשמל, יש להקפיד ולהשתמש בציוד מאושר, נושא תו

* תודה מיוחדת לאיגוד דודו סך-דרור, ראש מדור צרכנות טכנית, הרשת הארצית, חברת החשמל, שהגה אותי בעת כתיבת המאמר, בדק אותו וסייע בעריכתו.





יתרונות השימוש בתא"מ

להלן סקירה על יתרונות השימוש בתא"מ בהשוואה לשימוש:

- בתיל חשוף.
- בכבל אווירי.
- בכבל תת קרקעי.

יתרונות שימוש בתא"מ בהשוואה לשימוש בתיל חשוף

בהשוואה לתיל חשוף, יתרונות השימוש בתא"מ הם:

- התא"מ ניתן להתקנה על כל סוגי העמודים הנמצאים בשימוש בחברת החשמל ועל גבי קירות בתים (מקובל מאוד בחו"ל).
- אין צורך בזרועות ובמבדדים.
- הצורך בניווט עצים מצטמצם ב־80 אחוז.
- אין צורך ב"מסדרון" חשמלי (תוואי המוקצה בלעדית לרשת החשמל), ומרחקי ההתקנה קטנים.
- אין צורך בהפסקת מתח לשם ביצוע חיבורים ולשם ביצוע עבודות אחזקה (צביעת עמודים וכו').
- ניתן להעביר עד ארבע רשתות תא"מ מקבילות על עמוד.
- שיפור באמינות האספקה כיוון שלא נוצרים קבצים כתוצאה מהגורמים הבאים:
 - מגע תילים נושאי זרם זה בזה.
 - מגע ציפורים.
 - זריקת חפצים על הרשת.
 - מגע רגעי של ענפים.
- שימוש בעמודים נמוכים יותר וחיסכון בעונוים.
- התאמה להצטלבות עם קווי טלפון, כהתאם לחק "בוק".
- נוח בהנחה ובמתיחה. המתיחה וההנחה מתבצעים פעם אחת, בעוד שכרשת חשופה יש לבצע את המתיחה ואת הקשייה למבדדים שש פעמים.
- התא"מ זול בכ־35% ביחס לרשת חשופה.

יתרונות שימוש בתא"מ בהשוואה לשימוש בכבל אווירי

בהשוואה לכבל אווירי, יתרונות השימוש בתא"מ הם:

- התא"מ קל יותר בהשוואה לכבל אווירי עם תיל נושא.

■ התא"מ מותאם לעמוד בתנאי אקלים קשים, בעוד שקרינת השמש מונעת בכבל האווירי.

■ הכבל האווירי נוטה, עם הזמן, להיפרד מהתיל הנושא וליפול. תופעה זו אינה מונחשת בתא"מ.

■ התא"מ זול בצורה משמעותית.

■ לתא"מ יכולת העברה של 300 אמפר לעומת 260 אמפר שהכבל האווירי יכול להעביר.

■ התא"מ רגיש פחות לתנודות במתחים ולמתחי יתר.

■ יש הגבלה לחתך הכבל האווירי בגלל משקלו.

יתרונות שימוש בתא"מ בהשוואה לשימוש בכבל תת קרקעי

בהשוואה לכבל תת קרקעי, יתרונות השימוש בתא"מ הם:

■ עלות הכבל התת קרקעי והתקנתו יקרה ב־150 אחוז בהשוואה לעלות התא"מ והתקנתו.

■ התקנת הכבל התת קרקעי כרוכה בעבודה רבה ובהפרעה טכנית (חפירה, שמירת מרחק משירותים אחרים, פיזור חול, הגנה על הכבל, התקנת ארונות חלוקה, כיסוי לפי שכבות והתאמה לפני הקרקע).

■ כבל תת קרקעי רגיש למתחי יתר ולפריצה בין מופע לאדמה. בכבל תת קרקעי נמשך הקצר למרחק כפול מאשר בתא"מ.

■ כבל תת קרקעי רגיש לחדירת מים בין הגידים ולחשיפת הגידים לפגעי מזג האוויר.

■ תיקון תקלה בכבל תת קרקעי דורש שירותי מעבדה מיוחדת, חפירה, חשיפת המקום הפגוע, תיקון בעזרת מחבר (שהינו מקור לתקלות בעתיד), כיסוי החפירה והתאמתה לסביבה.

■ התא"מ יכול להוליך 300 אמפר לעומת 250 אמפר שהכבל התת קרקעי יכול להוליך.

הכנסת התא"מ לשימוש בחברת החשמל

לפני כשלוש שנים החלה חברת החשמל בניסיון מורחב בשימוש בתא"מ. במקביל הועברו ימי הדרכה בבית הספר לרשת של חברת החשמל והוצאו הנחיות זמניות לעבודה. תוך מרק זמן קצר התקבלו מסמכני רשת, קבוצות ביצוע רשת וגורמים נוספים במחוזות הדיווחים הבאים.

■ קל לעבוד עם התא"מ.

■ התא"מ מהווה פתרון לחיזוק רשתות, להחלפת רשתות ישנות מבלי שיהיה צורך להוסיף או להחליף עמודים ועונוים.

■ התא"מ משפר את אמינות אספקת החשמל.

■ התא"מ מהווה פתרון למעבר באזורים מיוערים, וגם לשימוש באזורים הבנויים בצפיפות.

המגמה היא שהתא"מ יחליף בעתיד את הרשת האווירית החשופה ואת הכבלים התת קרקעיים במקומות שאין הצדקה כלכלית להשתמש בכבל תת קרקעי.

תא"מ מתח גבוה

בתא"מ מתח גבוה (High Voltage ABC) משתמשים בעולם לצרכים מיוחדים.

תא"מ למתח גבוה שנבחר לניסוי בחברת החשמל מורכב מצרור של שלושה כבלים חד גדיים למתח של 24 עד 36 ק"ו, שזורים סביב תיל מסנסוגת אלומיניום מצופה בפוליאתינן מוצלב.

תא"מ מתח גבוה מיועד:

- למעבר באזור מיער.
 - למעבר בקרבת בתים במקומות שאין "מסדרון" חשמלי מני, כפי שנדרש עבור רשת מתח גבוה חשופה.
 - למעבר מעל או מתחת לרשתות אחרות.
- חברת החשמל רכשה לצורך ניסוי 2 ק"מ תא"מ מתח גבוה בחתך $3 \times 95 \text{cm} / 3 \times 16 + 70 \text{Ad}$ ממיר. זאת אומרת, שלושה כבלים חד גדיים בעלי חתך של 95 ממ"ר עם סיכוך בחתך של 16 ממ"ר שזורים סביב תיל נושא מסנסוגת אלומיניום בחתך של 70 ממ"ר.
- קיימים פתרונות אחרים לתא"מ מתח גבוה, ואליהם יש להתייחס במאמר נפרד.

סיכום

- התא"מ הוכיח עצמו בארץ כמו בחו"ל.
 - מאחר שרשת התא"מ כוללת תילים, אבזרים, מקצרים וכלי עבודה מיוחדים, בעת התקנה ותחזוקה, אין צורך "להמציא" ולאחר.
 - אמינות אספקת חשמל גבוהה.
 - בטיחות בעבודה תחת מתח.
 - קלות התקנה.
 - יכולת התקנה בכל מקום ובכל איזור (חלק מזה נוקף לאפשרות של התקנת התא"מ על קיר).
- חברת החשמל צופה שימוש נדל והולך בתיל אווירי מבודד ברשתות החלוקה בישראל.

תעו"ז (תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה) תמונת מצב וחידושים

ענת אורן כלכלנית

זכור, תעו"ז הוחל לראשונה בשנת 1983. בשנת 1989 אושר על ידי שר האנרגיה והתשתית תעו"ז א', כדי לשקף את השינויים שחלו בדפוסי הצריכה של הצרכנים ובעלויות הייצור במערכת.

השינויים בתעו"ז א' לעומת תעו"ז (ה"ישן") הם:

■ ענת הקיץ חולקה לשתי עונות:

* קיץ 1 – יוני, ספטמבר.

* קיץ 2 – יולי, אוגוסט.

■ שונו מיקבצי שעות הביקושים (משי"בים) – הוגדרו מחדש השעות במשי"בים והמשי"בים בעונות השונות.

■ שונה יחס המחירים בין המשי"בים – גדלה ההפרשות בין המחיר בפיסגה למחיר בשפל.

■ החגים הוגדרו כשבתות וערבי החגים כימי יום.

■ המעבר מתעו"ז לתעו"ז א' בוצע בהדרגה, עד לביטולו הסופי של תעו"ז (ה"ישן"), וכיום חל תעו"ז א' על כל הצרכנים הזכאים לו.

איחודי מנייה

צרכן המקבל אספקה באמצעות מספר מקומות מנייה, יוסרו לו המונים המיותרים ותותקן ערכת מנייה אחת לתעו"ז א'.

מניית משנה

במקומות שבהם קיימים מוני משנה, הם אינם נקראים על ידי חברת החשמל. הצריכה לעריכת החשבון היא זו הנרשמת במונה תעו"ז א' בלבד.

הדבר חל על מוני משנה במחנות צה"ל, לחיסום מים בקיבוצים וכו'. במידת האפשר, מוסרים מונים אלה, אלא אם הצרכן מבקש להשאירם לשימושו הוא.

חיוב בגין מקדם הספק נמוך

החיוב בגין מקדם הספק נמוך ייעשה לאחר תיקון תרשומת המונים כ-0.02 לצרכני מתח גבוה, וכ-0.05 לצרכני מתח עליון.

חידושים במעבר לתעו"ז א'

עם המעבר לתעו"ז א' הונהג חידוש חשוב בעריכת החשבונות – שימוש במנגנון הקריאה העצמית (Self-Read), הקיים במונה האלקטרוני, לצורך עריכת החשבונות בצורה מדויקת תוך הימנעות משימוש בצריכות יחסיות וכו'.

מנגנון זה מבצע קריאה של מצב המונה בחצות היום האחרון בחודש. בכך מתאפשר חיוב הצרכן בצריכתו המדויקת ככל משייב בכל עונה ובשיא הביקוש הרלוונטי. הדבר חשוב במיוחד בעת חילופי עונות.

כמו כן נקבע כי הביקוש המירבי יחושב על בסיס קלנדר. החיוב עבור ביקוש מירבי יהיה בהתאם לקריאה העצמית של המונה ולפי המחיר שחל בחודש בו הוא נמדד, מבלי להתייחס לתאריך הקריאה בפועל של המונה.

■ חקלאות – 83 אחוז.

■ מסחרי וציבורי – 44 אחוז.

■ ביתי – 0 אחוז.

תנאים להחלה ולאספקת

חשמל בתעו"ז א'

התעריף חל בצורה מחייבת על כל הצרכנים במתח עליון ובמתח גבוה ועל הצרכנים במתח נמוך כמפורט להלן:

צרכן קיים

■ המדידה נעשית באמצעות שתי נקודות מנייה או פחות.

■ הצריכה במשך תקופה כלשהי של 12 חודשים רצופים החל משנת 1988 ואילך עלתה על 300 אלף קוטייש.

צרכן חדש

■ המדידה נעשית באמצעות שתי נקודות מנייה או פחות.

■ גדל החיבור המזומן ל-630 אספר ומעלה.

■ הצריכה במשך 12 החודשים הראשונים שלאחר התקנת המונה עלתה על 300 אלף קוטייש.

צרכן שאינו עומד בתנאים לעיל, אך מבקש להחיל עליו תעו"ז א' ומתחייב לא לצרוך כלל בפיסגה בעונות הקיץ והחורף, יוחל עליו תעו"ז א' לפי הסכם מיוחד, ההתחייבות היא לשנה לפחות מתאריך הבקשה.

צרכן שלא יעמוד בתנאי ההסכם או שיחזור בו מהתחייבותו במהלך השנתיים הראשונות לקיום ההסכם, יחוייב בהוצאות ההרכבה והפירוק של המונה.

תמונת מצב

לקראת סוף שנת 1990 הסתיימה הרחבת תעו"ז על הצרכנים במתח נמוך, שצריכת החשמל השנתית שלהם מעל 300,000 קוטייש, והעברת הצרכנים במתח גבוה מתעו"ז לתעו"ז א'.

בסיום תהליך זה חל תעו"ז א' על 3,900 צרכנים, שצריכת החשמל שלהם מהווה כ-51 אחוז מסך צריכת החשמל במדינה, מהם:

■ 20 במתח עליון.

■ כ-900 במתח גבוה.

■ והשאר במתח נמוך.

■ התפלגות הצריכה בתעו"ז א' לפי מינורים:

■ תעשייה – 49 אחוז.

■ שאיבת מים – 23 אחוז.

■ חקלאות – 8 אחוז.

■ מסחרי וציבורי – 20 אחוז.

■ סה"כ בתעו"ז א' – 100 אחוז.

■ שיעור צריכת החשמל לפי תעו"ז א' ביחס לכלל הצריכה במינור:

■ תעשייה – 87 אחוז.

■ שאיבת מים – 84 אחוז.

* מכלאות ימקבצי שעות הצריכה למטרות תעו"ז א' ייחסי המחירים ביחס לשפל השנתי – תעו"ז א' – ראה עמ' 39.

■ עי אורן – המחלקה לצרכנות ולתעו"זים, אגף הצרכנות, חברת החשמל

מוני חשמל ביתיים המופעלים בכרטיסים מגנטיים

אברהם שטרן



איור 2

מונה חשמל ביתי המופעל בכרטיס מגנטי

למונה מספר תכונות ראיות לציון:

- שינוי התיכנות באמצעות כרטיסים ייעודיים, לכל תכונה בנפרד למניעת טעויות.
- קריאה על ידי עובדי החברה בעזרת כרטיס קריאה, המאפשר לו לראות בצג ערכים נוספים לאלה המוצגים לצרכן, כגון: מצב סוללת הנייבוי, מועד התיכנות האחרון של המונה, מספר הכרטיסים שהוזנו למונה להשוואה עם מספר הכרטיסים שנמכרו לצרכן וכו'.
- אפשרות להפעלת תעריף יום/לילה בעזרת שעון פנימי הקיים במונה או בפיקוד החיצוני (רדיו, פקאיד או PLC).
- גביית תשלום קבוע ליחידת זמן, ללא תלות בצריכה, כתחליף לחיוב הקבוע בחשבון החשמל המקובל.
- גביית חוב מהצרכן, אשר מונה מותקן אצלו כאשר הוא חייב כסף לחברה. הגבייה מבוצעת על בסיס של זמן כמו התשלום הקבוע, ובהגיע יתרת החוב לאפס נמסקת הגבייה.
- קצובת חיידום, המופעלת על ידי הצרכן בלחיצת כפתור, מאפשרת לו צריכת כמות חשמל נוספת, לאחר שהאספקה נותקה בהגיע הייחוד שבמונה לאפס, ואין ברשותו כרטיסים נוספים.
- תצוגה מפורטת המאפשרת לצרכן לראות מלבד את יתרת הקוטי"ש, גם את קצובת החיידום שלו, יתרת החוב, קצב גביית החוב, סך כל הצריכה כבמונה רגיל ומידע על ליקויים בהנתן כרטיסים.
- על פי תכונותיו ועל בסיס הניסיון המצטבר של שנים אחדות בבריטניה, צפוי המונה להיות אמין, נוח ומדויק.
- הצלחת הניסוי תקבע את מידת העניין של חברת החשמל ביישום השיטה בהיקף רחב יותר.

- צורך בביקורים תכופים של עובדי רשות האספקה, להורקת המיכלים.
- לא ניתן היה ליישם במונים אלה תעריפים מורכבים.
- מיכלי המטבעות ועובדי רשות האספקה שנשלחו לרוקן אותם היו מטרה נוחה לפורצים ושודדים.

במענה למגבלות לעיל פותחו מונים שהופעלו בשווה כסף מתכלה בצורות שונות, כמו: כרטיס מגנטי, כרטיס הולוגרפי, מפתח ויכרון ולאחרונה יכרטיס חכמי.

כאמור, לצורך הניסוי בחברת החשמל לישראל נבחרו מונים מופעלים בכרטיסים מגנטיים (איור 1) בדומה לאלה המשמשים באירופה ברכבת התחתית ובאוטובוסים. הפקת סוג זה של כרטיסים וזלה ביחס לאחרים, וניתן למכור אותם ידנית ללא צורך במכונות מכירה יקרות שרכישתן לא היתה מוצדקת לניסוי. כמו כן, לא נדרש ליישום הניסוי כל ציד עוד אחר. המונים שנבחרו לניסוי (איור 2), כפי שנאמר, הם בעלי מרכיב מדידה מסוג מצב מוצק מתוצרת F.M.L, חברה אנגלית המייצרת מונים שנים רבות, כיום בבעלות קונצרן 'סימנס'.

צרכן שבביתו מותקן מונה כזה, רוכש כרטיסים להפעלתו במשרדי חברת החשמל. אם בתום הניסוי יוכנסו מונים כאלה לשימוש סדיר, תישקל רכישת מכונות למכירת כרטיסים או שימוש במכשירים קיימים בארץ. כרטיסים שיופקו במכשיר מכירה יוכלו להיות מקודדים לכל מונה בנפרד.

הצרכן מכניס למונה כרטיס, או מספר כרטיסים ברצף (ערך כל כרטיס 50 קוטי"ש), המונה פולט כל כרטיס משומש לאחר שערכו נרשם בזכרון המונה, כשעל הכרטיס מופיע סימון המציון שאינו ראוי עוד לשימוש.

המונה מספק חשמל לצרכן כל עוד קיימת בזכרונו יתרה המוצגת דרך קבע לנוחות הצרכן. כשהיתרה מגיעה לאפס, המונה מנתק את האספקה באמצעות סגנון המותקן בו.



איור 1

כרטיס מגנטי

(הפס המגנטי מודפס בצד השני של הכרטיס)

חברת החשמל רכשה, לאחרונה, 100 מונים משוכללים, המופעלים באמצעות כרטיסים מגנטיים שאותם אמור הצרכן לרכוש. המונים שנרכשו הותקנו ומופעלים ללא תקלות.

מונים אלה משמשים לניסוי שמטרותיו:

- לבדוק אם ניתן ליישם את שיטת התשלום מראש, שעדיין לא נוסתה בארץ.

■ לבחון בתנאי שטח מוני חשמל ביתיים שמרכיב המדידה בהם הוא אלקטרוני (במוני התעריף מרכיב הרישום הוא אלקטרוני אך מרכיב המדידה הוא אלקטרו-מגנטי).

ביצוע הניסוי שיערך במשך שנה אחת במחוז ירושלים, אושר על ידי משרד האנרגיה.

שיטת התשלום מראש עבור חשמל (וכן עבור גז לבישול והסקה) מיושמת בכמה ארצות, ומקובלת בבריטניה זה שבעים שנה.

במקור, היו מוני החשמל מופעלים במטבעות כסף. הכנסת מטבע הפעילה מנגנון שקצב כמות מוגדרת של אנרגיה חשמלית. משנצרכה הכמות הקצובה, ניתק המנגנון את אספקת החשמל, אלא אם כן הכניס הצרכן מטבע נוסף מבעד מועד. המטבעות נאגרו במיכל נעול בתחתית המונה, ועובדי רשות האספקה היו מרוקנים את המיכלים במונים קצובים.

המונים היו מיועדים לצרכנים שהתקשו, דרך קבע, לעמוד בתשלום חשבונות החשמל במועד, וכן לצרכנים בעלי אמצעים מוגבלים, שביקשו, מרצונם, התקנת מונים כאלה במטרה להקל את תיקצוב הוצאות החשמל.

מונים מסוג זה מותקנים גם בחדרי מלונות ובדירות להשכרה, במטרה למשט את שיטת התשלום.

למונים המופעלים במטבעות היו מספר חסרונות, כגון:

- מבנה מסובך ולכן מחיר גבוה, תחזוקה יקרה ותוחלת חיים קצרה.

אי שטח - מנהל מחלקת מבדקות מונים, אגף הצרכנות, חברת החשמל

מערכת בקרת אנרגיה וקריאת מוני חשמל בתעו"ז

אינג' יעקב גלאור

גופים רבים, כגון קיבוצים, מרכזים מסחריים, בתי חולים ומחנות צבא מקבלים את אספקת החשמל שלהם במרוכז (אספקה בצובר). החיוב עבור אספקת החשמל נעשה על פי תעו"ז ומשולם במרוכז. על גופים אלה מוטלת החובה לחייב את צרכני המשנה שלהם בהתאם לצריכתם.

בגלל חוסר היכולת לקרוא את הצריכה של צרכני המשנה בתעו"ז, קיים פער בין החיוב של אותו גוף כלפי חברת החשמל לבין חיוב הצרכנים כלפי הגוף המרכזי.

מערכת בקרת אנרגיה וקריאת מוני חשמל בתעו"ז המתוארת במאמר זה, אשר פותחה ומיוצרת כולה בארץ ("יחול לבין"), מאפשרת, בין השאר, להפוך מוני חשמל רגילים וזולים למוני תעו"ז ולקרוא אותם בצורה ממוחשבת. המערכת נותנת פתרון מקיף הכולל, נוסף לקריאת המונים בתעו"ז, גם שליטה בהפעלה והשלת עומסים, בדיקה מקיפה של רכיבי המערכת תוך כדי עבודתה וקבלת התראות במקרה של תקלות.

תחומי הטיפול של מערכת

בקרת אנרגיה וקריאת מוני חשמל לתעו"ז

המערכת מטפלת בשלושה תחומים עיקריים:

- קריאת מוני חשמל ביתיים רגילים בתעו"ז והוצאת חשבונות צריכה בהתאם.
- הפעלת עומסים במשטרי הפעלה קבועים.
- השלת עומסים דינמית כתלות בקריאת המונים (בקרת שיא ביקוש מודולרית).

רכיבי המערכת

רכיבי המערכת הם:

- מחשב.
- תוכנה.
- מתאם תקשורת.
- יחידות קצה.
- קוראים אופטיים.

מחשב

מחשב אישי PC תואם IBM, המכיל דיסק קשיח, זיכרון 640K וכרטיס תקשורת RS-232.

תוכנה

תוכנת המערכת מכילה את כל הפרטים אודות צרכני המערכת. התוכנה עובדת ברקע (Background) ולכן מאפשרת שימוש במחשב לצרכים נוספים במקביל.

התוכנה מותאמת לכל הפרמטרים של חברת חשמל, כגון: תעו"ז, תעו"ז א', שבתונים, תעריפי חשמל וכו'.

ניתן להסתכרן אל המונה של חברת חשמל על ידי קבלת דפקים (Pulses) ממנו,

י גלאור – מנהל שיווק בחברת יבבישי, נבוע ברנר

ובכך להשיג תאימות מושלמת. למשל, שעות התעו"ז אינן על פי השעה המוחלטת, אלא על פי שעות חברת חשמל. לעיתים קיימת אי התאמה בין השניים והסיכרון מותר בעיה זו.

מתאם תקשורת

המחשב עובד בתקשורת RS-232 ואילו הרשת עובדת בתקשורת RS-485. תפקיד מתאם התקשורת להמיר ביניהם. פרוטוקול תקשורת RS-485 נמדד לאפשר תקשורת במקביל למספר גדול של יחידות קצה (למעשה למספר בלתי מוגבל).

יחידות קצה

קיימים שני סוגים של יחידות קצה:

- יחידת 12x16

16 כניסות (Input) למונים ו-12 יציאות (Output) להפעלת.

- יחידת 4x4
- 4 כניסות למונים ו-4 יציאות להפעלת.

היחידות הן למעשה בקרים מתוכנתים לכל דבר, ניתן לעבוד עם היחידות ברשת תחת שליטת המחשב, רשת עצמאית או תחת שליטת המחשב במשולב עם עבודה עצמאית.

כל כניסה היא כניסה עם בידוד אופטי. כל יציאה היא יציאת מגע של מימסר. ארבע מהכניסות ביחידה הגדולה יכולות להיות אלוניות.

ביחידות הקצה הקטנות יש מגענים של 16 אמפר, לכן ניתן לחבר אליהם עומסים (למשל, דודי חשמל) ישירות אל היחידה ללא צורך במגענים.

היחידות מכילות הגנה מפני ברקים והפרשת בתקשורת.

קוראים אופטיים

רכיבים המעבירים את סיבובי דיסקת המונה החשמלי כדפקים אל יחידות הקצה (איור 1).



איור 1

חיבור הקורא האופטי למונה וממנו ליחידת הקצה

אופן פריסת המערכת (איור 2)

המחשב נמצא במרכז מערכת בקרת האנרגיה וקריאת מוני החשמל בתעו"ז. צמוד אליו נמצא מתאם התקשורת, ממנו יוצא זוג נידים יחיד המתחבר אל כל יחידות הקצה הפזורות בשטח. אין כל חשיבות לסוג הכבל ואין מגבלה לגבי אורך הכבל.

מספר יחידות הקצה המפורזות בשטח נקבע בהתאם לסוג היחידה ולצפיפות נקודות המנייה. מאחר שכל היחידות נמצאות על אותו זוג נידים, מסומנת כל יחידה באות ויהיו משלה הניתן לקביעה על ידי המשתמש.

הכניסות של יחידות הקצה המפורזות בשטח מתחברות אל הקוראים האופטיים המתקנים במוני החשמל (איור 1). לכל יחידת קצה ניתן לחבר מספר מונים. מספר הכניסות ביחידת הקצה קובע את מספר המונים שניתן לחבר.

היציאות של היחידה מתחברות אל צרכני ההפעלה השונים (דודי מים, מוננים או כל עומס אחר המיועד לשליטה ובקרה על ידי המערכת).

חיבור הקורא האופטי אל המונה הוא פשוט ביותר וניתן להיעשות על ידי כל חשמלאי במקום. את הקורא האופטי יש לחבר לנקודה קשיחה כלשהי מתחת לדיסקה (איור 1). על הדיסקה מדביקים מדבקה שחורה הכוללת את קרן האור והשלחת אלית. הוראות התקנה מפורטות מסופקות על ידי היצרן.

כאשר במהלך עבודת המונה מניעה המדבקה אל מול הקורא האופטי, מתורגם הדבר לאות חשמלי הנשלח מיידית אל היחידה. מול כל קורא אופטי, ביחידות הקצה, ישט מעין "מונה" האוגר את האותות הנשלחים מהמונה החשמלי שהם, למעשה, מספר סיבובי דיסקת המונה.

אופן פעולת המערכת

בתדירות המוגדרת על ידי המשתמש, למשל כל 30 דקות, מונה המחשב אל יחידות הקצה כדי לבצע הפעלות עומסים וקריאת מונים.

תחילה מתבצעת בדיקת תקינות הקשר. אם הקשר תקין, ניתן אות לביצוע ההפעלה וקריאת מספר האותות שהצטברו במונה שביחידת הקצה.

ממספר הנמדד מפחית המחשב את ערך הקריאה הקודמת שעשתה על ידי המחשב. אין חשיבות למשך פרק הזמן שעבר מאז הקריאה האחרונה.

את הפרש הקריאות – הקריאה הנוכחית פחות הקריאה הקודמת – המחשב מחלק בקבוע המונה. קבוע המונה הוא מספר הסיבובים שעושה דיסקת המונה לכל קוטי"ש אחד. ניתן להתקין ברשת מונים עם "קבועי

ניתן גם לקבל על כך איוקה מכל אחת מהיציאות של כל יחידת קצה ברשת. יחידת הקצה ממשיכה, ביתיים, לצבור את המידע עד שיתבצע חידוש הקשר עם המחשב, וגם על כך לתקבל הודעה מתאימה.

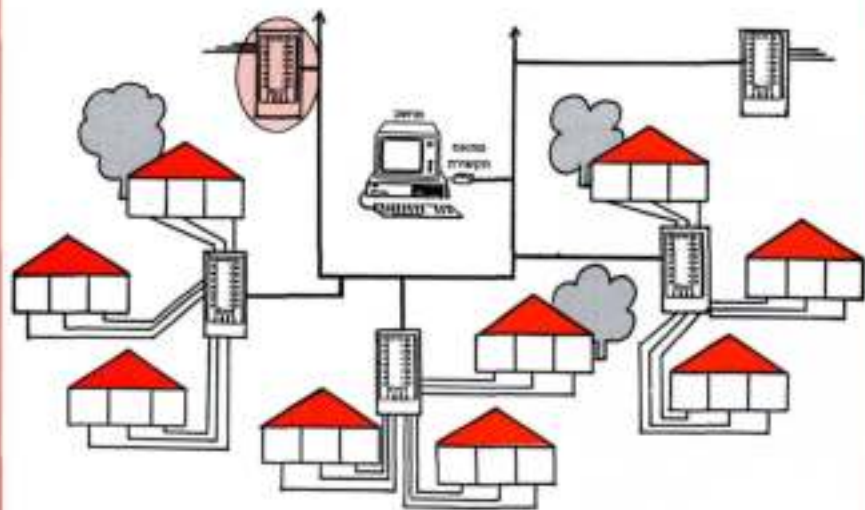
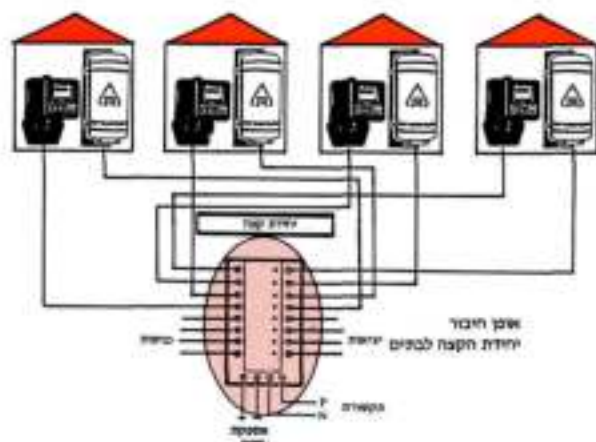
הפעלת עומסים

המערכת מטפלת בשני אופנים של הפעלת עומסים:

- הפעלת עומסים לפי מספר הפעלה קבוע.
- השלת עומסים כתלות בצריכה הנוכחית.

מונה" שונים. המידע הזה מצטבר, נרשם ונשמר עבור כל מונה ביימא שעתיי. כלומר, ניתן לראות לאחר מכן מה היתה הצריכה של כל מונה בכל שעה.

במקרה שהמחשב אינו מצליח לתקשר עם יחידת קצה כלשהי ברשת (בגלל נתק, תקלה ביחידת הקצה או בגלל רעש סביבתי ששייב את אות הקריאה), הוא ינסה ליצור את הקשר בנסיונות חוזרים. מספר הנסיונות ליצור קשר נקבע על ידי המשתמש. אם גם לאחר זאת עדיין לא נוצרה תקשורת תקינה, תתקבל על כך הודעה. ההודעה תירשם בקובץ ההודעות.



איור 2

אופן פריסת מערכת בקרת אנרגיה וקריאת מוני חשמל בתעו"ז

הפעלת עומסים לפי משטר הפעלה

קבוע

ניתן להגדיר בתוכנת המחשב, מספר גדול ביותר של משטרי הפעלה. כאשר מתוך רשימת המשטרים שהוגדרו, נשייך משטר הפעלה, ליציאה כלשהי של אחת מיחידות הקצה (אליה מחובר עומס מסויים שבשטח), היא תופעל בהתאם להגדרת משטר הפעלה. משטר הפעלה זה מגדיר עבור כל רבע שעה משעות היממה את מצב היציאה, כלומר, האם היציאה תחובר לעומס או תנותק ממנו. כל עומס בשטח מטופל בנפרד.

השלת עומסים כתלות בצריכה

הנוכחית

קיימת מערכת שיקולים נוספת, אשר לפיה רוצים להוציא או להכניס עומסים לפעולה כתלות ברמת העומס הנוכחית או המצטברת, למשל במקרים הבאים:

- הקטנת "שוא ביקוש" כפי שנמדד על ידי חברת השמל.
- בעיות עומס מרכזיה.
- בעיות עומס קו.
- גורטור הירום שאינו יכול לשאת את כל הרשת.

כדי לבצע פעולות אלו, יש להגדיר "מוני שוא ביקוש", מונה לכל מטרה, ולציין מה הם

העומסים השייכים לכל מונה כזה. בהמשך יש להגדיר "הירארכיות השלה", כלומר, באיזה סדר ייצאו עומסים מעבודה ובאיזה סדר ייכנסו חזרה.

אפשר להגדיר מספר גדול של "מוני שוא ביקוש" כך שניתן יהיה לבצע, לוגיקת השלות עומסים לכל מרכזיה בנפרד, במערכת של מספר מרכזיות השמל, כל מונה המחובר למערכת יוכל לשמש בתפקיד "מונה שוא ביקוש".

קיימת גם אפשרות להגדרת מערכת בתוך מערכת. למשל, מונה ראשי של המערכת ומתחתיו מונים של מרכזיות, ותחתיהם מונים לקווי מתח בעייתיים היוצאים מאותן מרכזיות. מגדירים לוגיקת השלה למונה הראשי, לוגיקה למוני המרכזיה ולוגיקת השלה אחרת למוני הקו.

לסיים עלינו להגדיר לכל מונה ערך מירבי שאותו אסור לעבור. כאשר אחד המונים יראה ערך השווה לערך המירבי שהוגדר, תתחיל פעולת השלת העומסים מאותו מונה.

דו"חות

מערכת בקרת אנרגיה וקריאת מוני השמל בתעריז מאפשרת להפיק דו"חות רבים מהמידע המצטבר בה. הדו"חות הם:

- הוצאת חשבון השמל תקופתי ממורט לפי כמות הצריכה התעריזית ולפי מחירי התעריז במספר מיונים.

- סיווג כל צרכני המערכת (מונים ועומסים) במספר רב של סיווגים וקבלת דו"חות לפי חתכים שונים.

- קבלת הצריכה גם כדו"חות גרפיים, כולל האפשרות לבצע גרפים של השוואה בין קבוצות הצריכה.

- דו"חות חריגים של יחיד או קבוצה כלשהי.

- כמו כן, קיימת אפשרות להפיק מהמערכת דו"חות לגבי מצבה, מצב יחידות הקצה, רמת צריכה רגעית ועוד.

סיכום

המערכת שעיקרה הוצגו לעיל, אמורה להגביר את המוטיבציה של משתמשיה לשנות את הרגלי השימוש בחשמל בגלל יכולת המנייה בתעריז.

נוסף לחיטוב הכספי הזה, ייגרם חיטוב הנובע מהעברת עומסים משעות יקרות לשעות זולות (בעיקר עומסים אוגרי אנרגיה) וחיטובן משמעותי נוסף כתוצאה מהקטנת "שוא הביקוש".

המערכת פועלת בצורות שונות בגבעת ברנר, קדרים, עברון, אפיקים, תל יוסף, הזרע, שער הנולך, מפעלים אזוריים מילואות ועומדת להיכנס בימים אלה לשימוש אצל צרכנים נוספים.

מיקבצי שעות הצריכה ויחסי המחירים ביחס לשפל השנתי בתעריז א'

העונה	החודשים	מקבצי השעות (מש"ב)	מקבצי שעות הצריכה למטרת תעריז א'		
			בימי א'-ה'	בימי ו' ובערבי חג	בשבתות ובחגים
קיץ 1	יוני, ספטמבר	פיסגה גבע שפל	מ' 8 עד 14	—	—
			מ' 14 עד 22	מ' 8 עד 13	—
			מ' 8 עד 22	מ' 8 עד 24	מ' 0 עד 24
קיץ 2	יולי, אוגוסט	פיסגה גבע שפל	מ' 8 עד 14	—	—
			מ' 14 עד 22	מ' 8 עד 13	—
			מ' 8 עד 22	מ' 8 עד 24	מ' 0 עד 24
חורף	דצמבר עד פברואר	פיסגה גבע שפל	מ' 17 עד 21	—	—
			מ' 7 עד 17	מ' 7 עד 20	—
			מ' 7 עד 21	מ' 7 עד 24	מ' 0 עד 24
אביב/סתיו	מרץ עד מאי, אוקטובר, נובמבר	פיסגה גבע שפל	מ' 7 עד 21	—	—
			—	מ' 7 עד 21	—
			מ' 7 עד 21	מ' 7 עד 24	מ' 0 עד 24

* ראה מאמר בנושא בעמ' 36.

** בשעות השפל באביב/סתיו המחיר הוא הנמוך ביותר ולכן זהו הכתיס - 100.

תקציב האנרגיה של בניינים

אינני משה שפיגל



מטרת המאמר להציג גישה לחיסכון בהוצאות אנרגיה בבניינים, כפי שהיא מתגבשת בארה"ב ונשקלת עתה גם בישראל.

בארה"ב פורסמו הצעות למיפּרטי ביצועים לחיסכון בעלויות האנרגיה עבור מבני מסחר, מבני מגורים, מבני משרדים ומבני מגורים גבוהים רבי דירות. מיפּרטים אלה הם בגדר המלצות בלבד לגבי מבנים במיגור הפרטי, אך מחייבים לגבי מבני ציבור.

מיפּרטי הביצועים שהוזכרו נועדו לשמש, בעיקר, כקו מנחה וכדוגמה לצורך גיבוי טכני לתיכנון ובנייה של בניינים יעילי אנרגיה* במיגור הפרטי, ועבור המיגור הציבורי, המיפּרטים מחייבים לצורך דרישות התיכנון.

בארץ אין עדיין מודעות לתיכנון בניינים יעילי אנרגיה. קיימת רתיעה מהשקעה ראשונית מוגדלת בהקמת הבניין לצורך הפיכתו ליעיל אנרגיה, אך חישוב התועלת לאורך מחזור החיים של הבניין יכול להוכיח את כדאיות השקעה.

תקציב האנרגיה

אנרגיה רבה מושקעת לצורכי נוחות ושירות בבניינים. חלק ממקורות האנרגיה הם מתחדשים, כגון: שמש ורוח, וחלק נוסף של האנרגיה המושקעת הוא ממקורות אוילים – דלקים וחשמל המופק משריפת דלקים.

לשם קבלת רמה מסויימת של נוחות ושירות בבניינים ניתן לצרוך אנרגיה רבה או מעטה, ואפשר לצרוך אותה ממקורות אוילים בלבד או לשלב גם מקורות אנרגיה מתחדשים. כדי למנוע בזבוז, יש לקבוע מסגרת כמותית מסויימת, של אנרגיה או של כסף, הדרושה להפעלת המבנה על כל מערכתיו, ליצירת רמת נוחות ושירות סבירה. מסגרת זו נקראת תקציב האנרגיה (Energy Budget).

תקציב האנרגיה נקבע, בעיקר, משיקולים כלכליים. ההשקעה בשיפור המבנה ומערכותיו צריכה להחזיר את עצמה על ידי הקטנת ההוצאות לאנרגיה. ייבחר תקציב אנרגיה כזה שעבורו עלות מחזור החיים של הבניין (Life-Cycle Cost) תהיה מינימלית.

תקציב האנרגיה נמדד ביחידות של אנרגיה למטר לשנה, כלומר צריכת אנרגיה שנתית ליחידת שטח. תקציב האנרגיה יכול להימדד לגבי כל מרכיב צריכה בנפרד.

* יעיל אנרגיה משמעו משתמש באנרגיה בצורה יעילה.

התואר יעיל אנרגיה טעון זיון בוועדה למנחי אנרגיה של האקדמיה ללשון העברית.

מי שפיגל – המחלקה ליעול הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל

■ עליית מחירי האנרגיה גרמה ממילא להתייעלות, ולכן אין טעם להשקיע מאמץ טכני ותחיקתי אדיר להשגת התייעלות שולית נוספת.

■ לא נמצאה דרך להוכיח באופן ברור את הכדאיות של BEPS.

הצעת חוק זו עברה עוד מספר שלבים עד שבאוגוסט 1986 פירסם משרד האנרגיה האמריקאי הצעות ביניים למיפּרטי ביצוע לחיסכון בעלויות אנרגיה, המחייבות רק בנייני מגורים ציבוריים, ובינואר 1991 תוקנו. בינואר 1989 פורסמו הצעות ביניים שהן בגדר המלצה בלבד לבנייני מגורים רבי קומות ובנייני מסחר, המחייבות רק בניינים ציבוריים חדשים.

בעתיד יפורסמו הצעות ביניים, שהן בגדר המלצות בלבד, למבני מגורים לא ציבוריים. אחרי פרסום מיפּרטי הביצוע, יערוך משרד האנרגיה האמריקאי פרויקט הדגמה מצומצם, שיתח את השפעות המיפּרטים על התיכנון, עלות הבנייה והחיסכון באנרגיה.

איך נקבעו הרמות של תקציב

האנרגיה בארה"ב

בהנחיית משרד האנרגיה האמריקאי, בוצע ניתוח רציני של דרישות לתיכנון מודע אנרגיה של בניינים, וישומים ומינון גישות, נעשתה סימולציה של אבי טיפוס שונים של מבני מגורים חד משפחתיים, ובנפרד נעשה ניתוח עלות מחזור חיים של מבני משרדים. כמו כן נעשה ניתוח כלכלי של יישום אמצעי שיפור אנרגיה שונים על בעלי המבנים, על תעשיית המבנים וחלקיהם ועל האומה ככלל. ולבסוף התייעצו במומחים בלתי תלויים לקביעת הרמות של תקציב האנרגיה. תהליך קביעת הרמות שמפורט בהמשך מתייחס ל-BEPS.

(תאורה, מיזוג אוויר, חימום מים וכו'), או לכל מרכיבי הצריכה ביחד.

בעודת תקציב האנרגיה ניתן להקטין את צריכת האנרגיה להפעלת מבנה חדש לעומת מבנה קיים, וזאת בתנאי שהמבנה החדש יתוכנן לצריכה אופטימלית של אנרגיה.

תקציב האנרגיה יעודד פיתוח טכנולוגיות חדשות ושיטות מתקדמות כדי לחסוך באנרגיה ובעלות האחזקה של המבנה. כך יושג שימוש יעיל יותר באנרגיה וגם מעבר ממקורות אנרגיה אוילים למקורות אנרגיה מתחדשים במידת האפשר. מדובר בכל שימושי האנרגיה במבנה.

- תאורה.
- חימום וקירור חלל המבנה.
- חימום מים.
- מערכות עזר וציוד נלווה.

הניסיון שהצטבר בארה"ב

לפני משבר האנרגיה ב-1973 לא היתה מודעות לחיסכון בעלויות האנרגיה בגלל מחירו הנמוך של הדלק. לאחר המשבר גדלה המודעות למניעת בזבוז אנרגיה במבנים, ובעיקר בצריכה למיזוג אוויר וחימום מים במבנים חדשים למגורים ולמסחר.

בשנת 1976 פירסם הקונגרס האמריקאי הצעת חוק להכנת תקנים לחיסכון בעלויות האנרגיה בבניינים חדשים. הצעת החוק כללה פיתוח, פרסום, ביצוע וניהול מיפּרטי ביצוע לחיסכון בעלויות אנרגיה עבור בניינים חדשים (Building Energy Performance Standards). אחרי שלוש שנים הוגשה על ידי משרד האנרגיה האמריקאי (BEPS - Department of Energy) הצעת חוק ראשונה ל-BEPS. הצעה זו עוררה מחלוקת רבה והוגשו תגובות רבות שיעיקרן:

קביעת רמת תקציב האנרגיה למבני מגורים חד משפחתיים בארה"ב

קביעת רמת התקציב התבצעה באופן הבא:

- נבחרו עשר ערים באזורים אקלימיים שונים בארה"ב.
- בכל עיר השתמשו בארבעה סוגים של אב טיפוס של מבני מגורים חד משפחתיים.
- נבחנו קבוצת אמצעי שימור אנרגיה (ההתנגדות התרמית* של קירות, תיקרה, ריצפה, מספר שכבות זיגוג בחלונות).
- הוערכו עלות מחזור החיים ודרישות האנרגיה המתאימות עבור צירופים שונים של אמצעי השימור ומקורות הדלק (גז וחשמל).
- צויירו עקומות מתאימות לכל סוג של אב טיפוס ולכל עיר עבור חימום בגז ובחשמל.
- לדוגמה, איור 1 מציג את עלות מחזור החיים לשנה מול צריכת האנרגיה השנתית עבור חימום בגז של מבנה מגורים באטלנטה, ג'ורג'יה.

אמצעי השימור שנבדקו הם:

- מספר שכבות הזיגוג בחלונות (1, 2, 3).
- ההתנגדות התרמית של הריצפה (R7, R11, R19).
- ההתנגדות התרמית של הקירות (R11, R19, R27).
- ההתנגדות התרמית של התיקרה (R19, R30, R38).

לכל אב טיפוס נבחר הצירוף בעל עלות מחזור חיים הנמוכה ביותר, וכך נוצרו ערכי בסיס לקביעת רמות האנרגיה למגורים.

בעקומה שבאיור 1 נבחרה הנקודה בעלת אמצעי השימור הבאים:

- מספר שכבות הזיגוג בחלונות: 2.
- רמת בידוד הריצפה: R11.
- רמת בידוד הקירות: R19.
- רמת בידוד התיקרה: R38.

* ככל שוהתנגדות התרמית תגדל, כך יקטנו הפסדי החום ויקטנו הפסדי האנרגיה לצורך חסקה או מיזוג אוויר.

ההתנגדות התרמית נמדדת ביחידות של $\frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$

** המספר שליד האות R מציין את רמת הבידוד התרמי של מרכיבי הבניין. תחומי הבידוד התרמי שנבחנו הם:

- מבידוד רגיל R7 (ההתנגדות תרמית $1.2 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$)
- עד בידוד מעולה R38 (ההתנגדות תרמית $6.7 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$)

יש לשים לב שצירוף זה איננו דווקא החסכוני ביותר באנרגיה.

לביצוע סימולציות וניתוחי אנרגיה השתמשו בתוכנת המחשב DOE-2. מתוך ארבעה אבי הטיפוס, לשלושה התקבלו תוצאות דומות, השתמשו בשניים מתוכם.

להגדלת רמת הוודאות בבחירת הרמה בוצע מחקר לניתוח הנחות המפתח, בוצעו ניתוחי רגישות להגדרת ההשפעות על עלות מחזור החיים ועל צריכת האנרגיה השנתית, כאשר שני הנחות לגבי האב טיפוס. כמו כן בוצעו ניתוחים כלכליים לבחירת נקודת מינימום עלות מחזור החיים. כל זה בוצע במונחים של השפעות כלכליות על המשתמשים ועל האומה כולה. נבדק גם אם אין אמצעי שימור אחרים אשר לא נלקחו בחשבון ונבדק אם ניתן לממשם בכל מקום. בדרך זו הסיק משרד האנרגיה האמריקאי, שרמות מינימום של עלות מחזור חיים הן הגיוניות וישימות.

קביעת רמת תקציב האנרגיה לבנייני מסחר ובנייני מגורים מרובי דיירים

בניגוד לבנייני מגורים חד משפחתיים, לא נעשה כמעט שימוש באב טיפוס ובאמצעים מגדירים מראש לשימור אנרגיה.

רמות תקציב האנרגיה התבססו תחילה על תיכנון דרישות אנרגיה של מידגם של תיכנוני בתים – 1661 תיכנוני מבנים שתיכנונם הסתיים לאחר משבר האנרגיה ב-1973 וביצועם הסתיים עד 1976. נעשתה

הערכת דרישות חימום, קירור, תאורה ואיזודור עבורם.

בשלב הבא נבחרה מתוכם תת קבוצה של 168 תיכנונים. נבדקו נתונים מפורטים יותר, ונערך תיכנון מחדש, בהדגשת שימור אנרגיה לפי הטכנולוגיה שהייתה קיימת באותו הזמן, לכל סוג מבנה – משרדים, בתי חולים, בתי ספר וכו'.

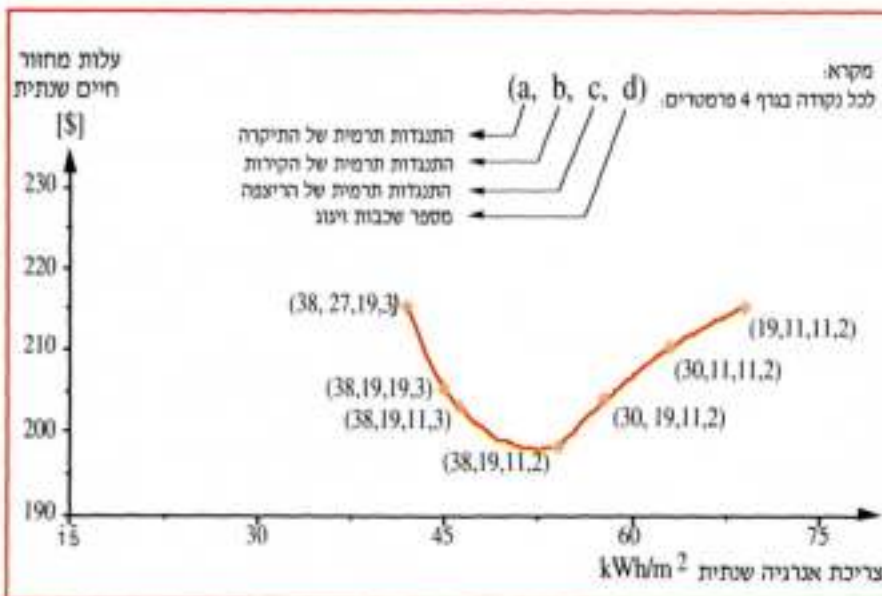
אובחנה רמת צריכת אנרגיה שעומדים בה 50 אחוז מכל התיכנונים שנערכו מחדש. משרד האנרגיה האמריקאי העריך את ההשפעות הכלכליות של קביעת רמות תקציב האנרגיה בנקודות שונות סביב רמת זו.

כמו כן פותח תהליך להמרת הפילוגים של רמות הצריכה לאזורים אקלימיים שונים.

על סמך המידע על התיכנון מחדש ועל ניתוחים כלכליים ואחרים, ועל סמך הניסיון של בנייני ציבור, היו למשרד האנרגיה האמריקאי די נתונים ומידע כדי לבצע שיפוט הוגן בהתייחס לרמות תקציב האנרגיה המוצעות.

לרוב סוגי המבנים נבחרה רמת צריכת אנרגיה שעומדים בה 50 אחוז מכלל התיכנונים מחדש. ואז בוצע תהליך הפחתה כדי לבסס את רמות תקציב האנרגיה בהתאם לטכנולוגיות הבגיה העדכניות.

יוצאים מהכלל היו מבני משרדים שהוצבו על רמת 30 אחוז, ובתי חולים ובנייני מגורים נמוכים שהוצבו על רמת 70 אחוז.



איור 1
עלות מחזור חיים לשנה יחסית לצריכת האנרגיה השנתית עבור חימום של מבנה מגורים באטלנטה, ג'ורג'יה

טבלה 1
צריכת אנרגיה ממוצעת לפני תיכנון מחדש ואחרי (קוט"ש \ מ"ר · שנה)

סוג המבנה	העיר המדינה	לפני אנג'לס קליפורניה	מיאמי פלורידה	ניו יורק	דאלאס טקסס
משרדים	לפני	189	202	192	195
	אחרי	142	158	148	151
בתי ספר	לפני	239	195	233	217
	אחרי	117	180	120	104
בתי חולים	לפני	765	765	765	765
	אחרי	365	365	365	365
מרכזיים קהילתיים	לפני	195	236	211	220
	אחרי	117	151	129	139
בתי מלון	לפני	284	277	290	277
	אחרי	198	217	208	208
מרכזי קניות	לפני	265	287	274	277
	אחרי	217	233	227	227
מגורים	לפני	183	142	123	151
	אחרי	148	139	148	142

טבלה 1 מציגה כדוגמה בלבד, את היכולת לשפר את נתוני צריכת האנרגיה הממוצעת (50 אחוז) של סוגי מבנים שונים באזורים שונים בארה"ב כתוצאה מהתיכנון מחדש של מבנים אלה.

בדיקת ההיענות של תוכניות בניין למיפּרטי הביצועים לשימור אנרגיה

לאחר תיכנון בניין לפי עקרונות של שימוש יעיל באנרגיה, יש לעמוד במספר דרישות מינימום לגבי מרכיבי הבניין והמערכות המתקנות בו:

- תאורה.
- מערכות ציוד עזר (מעליות, מקררים למזון וכו').
- מעטפת המבנה.
- מערכות חימום, אוורור ומיזוג אוויר.
- מערכות חלוקת חשמל (שנאים, מוגים וכו').
- מערכת ניהול אנרגיה.

בהמשך יש מספר שיטות בדיקה עד לאישור הסופי של התוכניות.

שיטות אלה מאפשרות קיווים שונים במקרה של חריגות מדרישות המינימום עבור חלק ממרכיבי הבניין. לדוגמה, העלאת שטח החלונות שעוררת הגדלת צריכת האנרגיה למיזוג אוויר, יכולה להיות מקוּוּת בצורות שונות, כגון: הקטנת הצריכה לתאורה או הוספת שיכבת זיגו נוספת בחלונות.

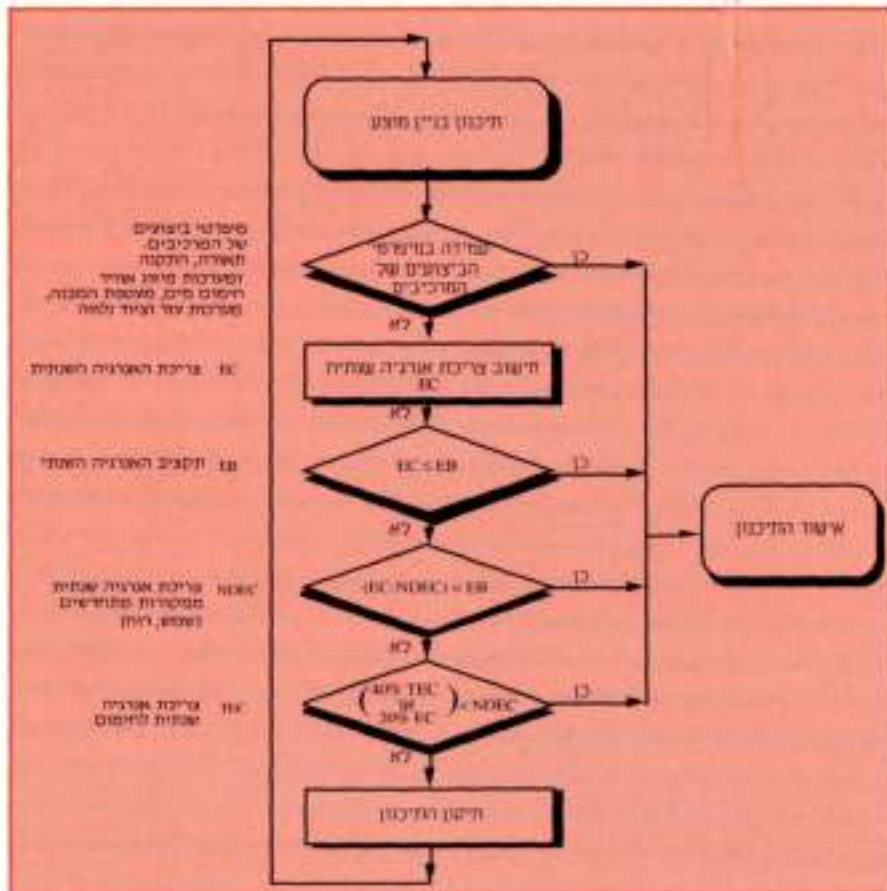
במקרה שהתיכנון לא עבר בבדיקות אלה, יש לחזור לתיכנון מחדש לפי עקרונות של שימוש יעיל באנרגיה ולשפר את התיכנון.

דוגמה של שלבי האישור לתיכנון של בניין בקליפורניה

תיכנון בניין המוגש לבדיקה בקליפורניה יכול לעבור אישור בארבע מסלולים. איור 2 מציג תרשים זרימה המתאר את תהליך הבדיקה של תיכנון הבניין.

- בשלב הראשון בודקים אם התיכנון עומד במיפּרטי הביצוע של המרכיבים: תאורה, התקנה ומערכות מיזוג אוויר, חימום מים, מעטפת המבנה, מערכות עזר וציוד נלווה. אם התיכנון אינו עובר בבדיקה זו, ממשיכים בכיוון הבדיקות.

- בשלב השני, מתוך חישוב צריכת האנרגיה השנתית, בודקים אם צריכת האנרגיה השנתית המתוכננת קטנה מתקניב האנרגיה השנתית. אם התיכנון אינו עובר בבדיקה זו, ניתן לקבל זיכוי עבור שימוש במקורות אנרגיה מתחדשים.



איור 2
תרשים זרימה של שלבי האישור לתיכנון בניין בקליפורניה

מגורים. לגבי מבנים שאינם למגורים קיימת דרישה מיוחדת לאיכות התרמית של המעטפת בלבד.

בישראל מוערך הפוטנציאל לשימור האנרגיה בכלל בכ-2.5 מיליון שווה ערך טון נפט לשנה, ומתוכו הפוטנציאל הגדול ביותר הוא במבנים, כמיליון שווה ערך טון נפט לשנה.

יש צורך בבחינה טכני-כלכלית של חלופות שונות ליעול השימוש באנרגיה בכניינים וקבלת עלות אופטימלית של השימוש באנרגיה בכניינים למשך תקופת מחזור החיים שלהם. כמו כן יש לבדוק חלופות רבות, כגון: שיטות שונות למניעת הפסדי אנרגיה, יישום מיתקנים שונים יעילים יותר מבחינת צריכת האנרגיה שלהם, יישום מערכות בקרה לניהול אנרגיה וכן אגירת אנרגיה ושיטות שונות להסתת עומסים חשמליים משעות פיסגה לשעות השפל.

יישום רעיון תקציב האנרגיה בישראל, אם בצורת תקן מחייב ואם במתכונת של סיפורי ביצועים מומלצים, עשוי להיות מכשיר ליעול השימוש באנרגיה, כלומר, היסכון באנרגיה בכלל ובצריכת החשמל במרט.

תוכנת המחשב שנבחרה על ידי משרד האנרגיה האמריקאי למטרה זו היא DOE-2.

עבור בנייני מגורים ציבוריים פיתח משרד האנרגיה האמריקאי בשנת 1986 תוכנת מחשב הנקראת COSTAFK. תוכנת אלה יכולת לרוץ על מחשבים אישיים נמוצים עם מערכת הפעלה DOS.

תיאור המצב בישראל

שיתוף פעולה ראשוני בין המחלקה ליעול הצריכה באגף הצרכנות של חברת החשמל ובין אגף מחקר ופיתוח של משרד האנרגיה והתשתית בנושא תקציב האנרגיה של בניינים החל בסוף שנת 1989. הוצע לבצע מחקרים לגבי תקציב האנרגיה למבנים בעלי ייעוד שונה. בתחילה, יוקבע תקציב אנרגיה לגבי מבני משרדים לצורך בדיקת ישימות רעיון תקציב האנרגיה.

כיום אין בארץ מספיק מודעות לשיקולי אנרגיה בזמן תיכנון בניינים. קיימים מעט תקנים או חוקים בנושא ואכיפתם איננה מספקת. לכן נבנים כיום בניינים חדשים בזבזנים באנרגיה, אף על פי שלפי חוק התיכנון והבנייה, יש לבנות בנייני מגורים חדשים באיכות תרמית המוגדרת בתקן הישראלי ת"י 1045 – בידוד תרמי של בנייני

■ בשלב השלישי בודקים אם צריכת האנרגיה השנתית, ללא הצריכה ממקורות מתחדשים, קטנה מתקציב האנרגיה. אם התיכנון אינו עובר בדיקה זו ממשיכים את הבדיקה.

■ בשלב הרביעי בודקים אם 40 אחוז מצריכת האנרגיה לחימום, או 20 אחוז ומעלה מצריכת האנרגיה הכללית, הם ממקורות מתחדשים. אם גם במסלול זה התיכנון לא עבר את הבדיקה יש לחזור לתיכנון מחדש.

ניצול תוכנת מחשב ייעודית לאופטימיזציה

החל משנות השבעים נוצעו בארה"ב עבודות מחקר רבות בנושא תקציב האנרגיה לבניינים והן מצביעות על הצורך בתוכנת מחשב זמינה למתכנני המבנה לשתי מטרות:

■ בחינה טכני-כלכלית של החלופות המוצעות ליעול השימוש באנרגיה בתחומי הצריכה השונים במבנה.

■ "הרצה" של בניין אשר תוכנן בהתאם לכללים הנ"ל באזורי האקלים ובמסגרת הצריכה השונים, כדי להעריך את כמויות האנרגיה האופטימליות לטיפול.

הכנס המקצועי השנתי ה-8 של העוסקים בתחום החשמל בישראל

הכנס המקצועי השנתי ה-8 של העוסקים בתחום החשמל בישראל התקיים ביום שלישי, 7.3.92, במרכז הקונגרסים שבני התערוכה בתל אביב. כנס זה הוא נולדת הכותרת של פעילות ההסברה וההדרכה של חברת החשמל בקרב ציבור אנשי מקצוע החשמל בישראל. השתתפו בו כ-1,500 איש מכל חלקי הארץ ומכל סיווגי העיסוקים והרמות המקצועיות. החל באנשי אקדמיה מן האוניברסיטאות והטכניון ומהנדסים יועצי חשמל, וכלה בחשמלאים מן השורה, מכל מינורי המשק.



- יישום שיטות טכניות לניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות.
 - שיפור הבטיחות במיתקני חשמל וסקירה על תאונות חשמל.
 - עידכונים של תקנות החשמל.
 - סקירה על שיטות טכנולוגיות חדישות למקורות אנרגיה חלופיים.
- הכנס המקצועי השנתי ה-8, מתוכנן להתקיים, אף הוא במרכז הקונגרסים שבני התערוכה בתל אביב, בחודש מאי 1992. הכנס יתקיים במקביל לקיומה של תערוכת החשמל הארצית, אשר גם היא תיערך בשטח בני התערוכה, והמשתתפים בכנס יוכלו לשלב ביקור בתערוכה במסגרת השתתפותם בכנס.
- פרטים נוספים על תוכנית הכנס המקצועי השנתי ה-8 יפורסמו בחוברת הבאת של "התקע המצדיע".

אריה ונגרין

מורים לחשמל, סטודנטים ותלמידים במיכלות ובתי הספר המקצועיים. הכנס, המתקיים זו השנה השמינית ברציפות ומצוין השנה חצי וזבל לקיומו של כתב העת "התקע המצדיע", הוא אירוע חשוב בחיי האנשים העוסקים במקצוע החשמל בארץ ומאפשר סיפוח בלתי אמצעי בין ציבור המשתתפים לבין עצמם, ובינם לבין נציגים מרכזיים בחברת החשמל, שאיתם נמצאים חלק מן המשתתפים בקשרי עבודה שוטפים.

הכנס כלל שני מושבים.

מושב א' – הסיפוח המרכזי

על פי נסיון חובבי והלקחים שהופקו מן הכנסים הקודמים, הוחלט לקצר את המושב, שהינו טקטי בעיקרו, ולסיימו בשעה 11:00. ההרצאות בקבוצות המקצועיות, במסגרת מושב ב', החלו עוד לפני הצהריים, והכנס הסתיים עם יציאת המשתתפים לארוחת הצהריים.

נמלן חלק במושב זה:

מרוץ **יובל נאמן**, שר האנרגיה והתשתית, **מר סילבן שלום**, יושב ראש מנהגת המנהלים של חברת החשמל ואיגוד **משה כץ**, המנהל הכללי, שנשאו דברים וברכות למשתתפים, ואיגוד **משה זיסמן**, מנהל אגף הצרכנות, שנשא דברי פתיחה.

איגוד **אלי נאטרט**, מנהל הרוש הירושלמי וסגן מנהל אגף הצרכנות בחברת החשמל, סיים מושב זה בהרצאה בנושא **חידושים טכנולוגיים במערכות ההעברה, המסירה והחלוקה לשיפור אמינות האספקה**.

מושב ב' – הרצאות מקצועיות בקבוצות

החל, כאמור, בשעה 11:00, התמלא לשש קבוצות, שבהן הוגשו 14 הרצאות במיגון רחב מאוד של נושאים בתחומים הבאים:

- סקירה על חידושים וציוד למיתקני מיג ומיג ודרישות חברת החשמל למיתקנים אלה.

תחנת משנה נצרת עילית - עבודות פיתוח והרחבה

(ראה כתבה בעמוד 20)



מראה כללי



הרכבת שנאי 30 מ"א



בדיקות לפני הכנסה לניצול
של שנאי 30 מ"א