

# התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל



תחנת טורבינות הגז המוקמת ברמת חובב



# התקע המצדיע

כתב עת מקצועי לחשמל



## בשעה:

תחנת טורבינות הגז המוקמת ברמת חובב, דרומית לבאר-שבע, ליד תחנת המשנה הקיימת במקום. התחנה שבהקמתה החלה חברת החשמל בספטמבר אשתקד, תכנס לפעולה בקיץ ובכך יתווספו למערכת הייצור הארצית 200 מגווי"ט.

## עורך:

אורי לייסגר

## עורך משנה:

אריה זגרקו

## מערכת:

יוסף בלבל, יצחק ברכה, הירש גינדס, בן ציון גמליאלי, נתן ולצר, ליאון יבלונבסקי, משה מרגלית, שמעון מרדיקס, אלי נאוסרדה, יוסף נוימן, זיגמונט ספורן, גרשון מרוב, צבי קולטוצ'ניק, אברי רביב, יוסף רוזנקרץ

## מינהלה:

תנך דרוו

## מוציא לאור:

משה ציטרון

## סדר, הדפסה והפקה:

אלטן תקשורת בע"מ, חיפה

## כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ  
ת.ד. 8810 חיפה 31086  
טל. 04-548256

- 18 הגנה במני מותח-יתר במשרכות בקרה ותקשורת  
י. יזרעאלי
- 22 תקנות למיתקי חשמל באתרים חקלאיים  
מ. שביט
- מדור שרות פרסומי לקוראים
- 23 בעית חיבור חוזר של פננע השראה  
י. נאות
- 26 הכללת ציוד אלקטרוני בלוחות חשמל קיימים  
א. פלקס
- שיטות הלוקת חשמל במתח נמוך במפעלים תעשייתיים לוחות ראשיים, לוחות משנה, תעלות ופסי צבירה  
ג. איטקין
- 28 28
- 30 מפסק אוטומטי זעיר (מא"ח) ראשי שימוש בטכנולוגיות של בקרים מתוכנתים לבקרה ואוטומציה תעשייתית  
י. וינסר
- 31 פסי צבירה מודולריים במיתקני חשמל בתעשייה ובמבני ציבור שקולי תיכנון ויישום  
ג. מזור
- 34 34
- 35 פנייה להצעת הרצאות בכנס המקצועי השנתי ה-7 של העוסקים בתחום החשמל בישראל
- תנדוות מתח ברשת אספקת החשמל כתוצאה של תנדוות עומס במיתקני צרכנים  
י. רוזנקרץ
- 37 37
- 39 מה חדש בספרות המקצועית
- בדיקות תרמוגרפיות לאיתור ליקויים במיתקני חשמל ובמבנים  
א. שגב
- 40 40
- 42 הביקוש לחשמל בשנות ה-2000 וה-2015
- אמצעי הגנה על מכשירי חשמל  
י. בלבל
- 43 43

- 3 החורף מאחורינו, הקיץ לפנינו:  
א. לייסגר
- 4 שינויים בתעויו
- 5 הסדר תעריפי להפעלת דיזל-גנרטורים פרטיים לפי בקשת חברת החשמל
- 5 הסדרים תעריפיים מיוחדים להשלת עומסים על ידי הצרכנים
- משולחן הוועדות  
פ. שפר
- א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל  
ב. ועדת הפירושים
- 6 8
- 9 שונה גדל החיבור המינימלי הסטנדרטי לבתי מגורים
- סקירה דברי הסבר על השינויים בתקנות הנוגעות לתארוקות ולאמצעי הגנה נגד חישמול  
ג. מלג
- 10 10
- 12 רשימת חומר תחיקתי המתייחס למיתקני חשמל  
ב. כחן
- 12 12
- 13 מה חדש בתחום התקינה (מת"י) אורגן
- תאונת חשמל ולקחה קוד צבעים ישן תבע את קורבנו  
ו. זיס
- לא תמיד קל להחזיר אספקת חשמל לאחר פעולת מפסק סגן  
ו. זיס
- 15 15
- 16 הכל בגלל אפס אחד  
ו. זיס
- 16 16
- בתי תקע רבי יציאות המוצלבים בין מופע לאפס – איסור השימוש  
י. בלבל
- השוואת מוטצ'נאילים של המסילות ביפרי המעלות  
י. בלבל
- 16 16
- 17 הפרדת השדות בלוח החלוקה  
מ. קרמניקוב

# החורף מאחורינו, הקיץ לפנינו!

איגי אנרי לייסנר

צריכת החשמל בישראל ממשיכה לעלות בקצב מדהים של כ-10 אחוז לשנה. תופעה זו, הנמשכת זו השנה השלישית ברציפות, מציבה את חברת החשמל בפני צרכים ואתרי פיתוח במימדים חסרי תקדים. למרבה הצער, מכיוון שמימוש כל תוכנית מחייב זמן לתיכנון, לתיאום ולביצוע, אנו נתקלים בקשיים באספקת כל הצרכים, במיוחד בשעות השיא של החורף (17,000-21,000) והקיץ (14,000-19,000). ציבור העוסקים בתחום החשמל יכול ונקרא, לעתה יותר מתמיד, לתרום אל חלקו בתחנות הצרכנים ובהדרגתם לשימוש יעיל ונכון יותר בחשמל, פעולה שיש בה כדי לשפר את אמינות האספקה ועזרה לצרכן למערכת.

## גורמים לעליית התלולה בצריכת החשמל

מרבית רבים חבזו והביאו לעלייה התלולה בצריכת החשמל ובשאי הביקוש. נראה כאן ארזים מהם.

וידעה ריאליות בשיעור של כ-40 אחוז במחיר החשמל, אשר הגבירה את דאיות השימוש יש לשער שלעיתים אף לשימוש לא חסכוני בו. המסך המגמה של מעבר משימוש במקורות אנרגיה אחרים (גפס, סולר, גז) – לשימוש בחשמל, הן בסוגר התעשייתי והן במיגור הביתי. יש לחנך כי למחיר הנמוך של החשמל חלק במגמה זו.

במיגור הביתי נמשכת הרכישה המאסיבית של מכשירים עתירי הספק: מחימום כלים, מיבבלי במיטה, סאונים, תנורי חימום, מכשירים לחימום מים, מבשורי צליה ואפייה ועוד, ואת כזו המעבר והדרגתי אך השתיר לשימוש במקורים ייבשיים גדולים בסנים המקורים הושגים, שדמקם נמוך יותר.

במיגור המסחרי והציבורי בלטה פתוחתם של מצוי קניית גדלים, בעלי מערכות סיווג אוור מרכזיות לחימום גדלים בעד האצת התקנתם של מוגים בבתי עסק ומושרדים. אלת נותנים את אותותיהם במדינה לשיאי ביקוש הן בחורף והן בקיץ.

במעשייה, על אף שיערה עלינת ומרדות בשנים האחרונות, גיברת עליית הצריכה דוקא במפעלים עתירי האנרגיה. יש לחנך כי גם כאן קיימת השמעה של התעריפים הולכים.

לכל אלה התווספו תנאי מזג אוויר קיצוניים. לפי נתוני השירות המטאורולוגי היה החורף האחרון קשה מ-55 החורפים שקדמו לו ובראה שצבוי לנו קיץ חם:

## קשיים ברשת

סוג האוויר הצריר פוגע ברשת החשמל, קריעת חוטים, פגיעות ברכ ובדומה. השגב לציין כי בחורף האחרון עמדו קווי המעטה העליון, השטאים בתחנת המשלח וקדי המוח הנהנה במחנה ולא היתה במעט פגיעה באספקה כתוצאה מתקלות בהם. היות זו תוצאה מבורכת של המאמצים הרבים שהושקעו בתקופת האחרונה במיתוח מערכות המעטא (הקטנת תחנת משלח חדשות והספת שטים בקייפות), תוספת קווים יחלפת תילים לבעלי חתכים רחבים יותר ועוד. במקביל הדרחבה פעילות הבקרה והתחוקה המונעת, תוך כדי שימוש במסוקים לשטיפת מנדחים (אשר האבק המצטבר עליהם גורם לקצרים בתקופות של גשמים וערפילים) ובדיקות תרמוגרפיות.

מאידך ניסא, התגלו בחורף קשיים משמלים במערכת המוח הנסוך וכדומה: לבנים, הצומח הרב – אשר באיזורי מצוים מסוימים עלה תוך שנת בעשרות אחוזים – יצר תופעה של שריפת שבאי רשת (המשעיאים את המוח הגבוה למתח נמדך) ונתיכים ברשת, התחממות בבלים ושריפת נתיכים ביתיים במסידים שלא היו ידועים בעבר. ריבוי התקלות הבו ומניות יצר עומס על מרביות המלפון והארץ את משך הרמתה לתיקונים.

## חוסר אמצעי ייצור

מכיוון שחקמת של תחנת כוח, כולל רישוי ותיאום, נמשכת מעשר שנים, תופו לייבויים שטרפו במשך אישורים להקמתה של תחנת הכוח היעטברגי באשקלון, נצר מצב בו אין מערכת ייצור החשמל יכולה

לעמוד בצורח סבה באספקת שאי הביקוש הרדסיים, בחורף האחרון הופעלו מורכבות הגו המועדות לשעת חירום ורחס, טעל ופעבר למה שניתן לדרוש סרף. לטות ואג, ועל אף ימיות נבחה יחלית של יחלית חייצור בתחנת הכוח, נוצר במהלך 29 ימים שונים מצב בו לא ניתן היה לספק את כל הביקוש בשעות השיא. בשעות אלו נאלצה חברת החשמל להפסיק קווים באופן יזום, על מנת ליצור באופן מלכותי את האיוון הדרוש בין הביקוש לבין חייצור. נאוי לציין כי היכולת המתקנת של כל יחידות הייצור הקובציונאליות בתחנות הכוח פגיעה היום לכ-3,560 מטריוט, בעוד ששיא הביקוש בחורף חגיע ל-3,720 מטריוט. כך שאם בזמנת סמוצעת של 80% ומעלה ובתוספת של כ-500 מטריוט המתקנים בטורבתת זג, נרמו הקשיים באופן בלתי נמער.

## תזמנת פיתוח ללא תקדים

בטרה להכינו במהירות את יכולת הייצור החלה חברה החשמל בהקמתן של טורבנות גז תעשייתיות בהספק כולל של 200 מטריוט ברמת חובכ שבנגב. אלו מוקמות במהירות שיא, ועל פי לוח הזמנים הן אמורות לספק חשמל למערכת כבר בקיץ הקרוב. במקביל, עוסקים בהקמת שלוש מורכבות סילוניות בנות 20 מטריוט כל אחת, שגוים מיועדות מיקרן להתנעת התחנות במקרה של עלטה כללית במסגרת יישום מסקנת ליל העלמה ב-1983, אך הן תוספת, כצריב, ליכולת הכללית של המערכת.

בתחנת הכוח ירוטברגי נמשכות העבודות במלוא הקצב, ומקורים שלקראת סוף השנת תספק יחידת הייצור הראשונה (550 מטריוט) את תקלונאטים הראשונים לרשת. השלמת היחידה השניה שתוכנת לשנת לאור סבך.

העומס הרב על המערכת מוקשה על בוצת פעולות תחוקה ושימוצים. נעשה מאסף לקידום פעולות חיוניות, על מנת להגביר את זמנותן של יחידות הייצור בעונת השיא הצפיה. אך עם זאת ברור שהיעדר עתודות ייצור סבירות פוגע בתחוקה ונבה בלתי את מחירי.

## עיבוי מערכות הרשת

כידוע, אין די בהגברת הייצור כדי לחבטח אספקה אמינה. התאמת המערכת לביקוש הגובר מללת גם תוספת תחנות משנה ותוספת שטאים ביתחנות קיימות. עיבוי קווי ההולכה, הוספת תחנות טרנסמרטציות ושנאי רשת 22/0.4, מאסף לקיצור זמן ההסתנה לביצוע תגדלת החיבורים והפדת צרכנים בעלי נתך משותף ועד.

תצרכים גדולים, ולמרות כל המאמצים ותוספת כוח האדם, יירדשו שנים על מנת למשר על הפער. לפיכך, על מנת לחקל על הקשיים הנורמים לצרכנים, פועלת חברה החשמל באופן איתסטיבי לעידוד התקנתם של מפסקים אוטומטיים ראשיים באותן דירות בהן לא הותקן מפסק כזה מכוח החוק (בתיים שנבנו לפני שנת 1976). בבתיים רדשיים החלה החברה, מראשית 1988, לספק חיבור סטנדרטי גדול יותר (40 אמפר) אשר מיתאים לשימוש הביתי.

## ניתול עומס בתחום הצרכנות

בנוסף לפעולות הסתייחסות למערכי חייצור ההעברה וההולקה, נוקסת רכרת החשמל שורה של פעולות לניהול עומס בתחום הצרכנות (NSM - DEMAND SIDE MANAGEMENT); הסמת הצריכה משקנת הפסדה לשעות השפל, בעיקרן, הקטנת הביקוש המירבו (שיא הביקוש), וייסכו בצריכת החשמל בכל שעות היספח; הדלת צריכת החשמל בשעת חשפל (הכוונה

א. לייסנר – נהל המחלקת ליישול הצריכה, אף הצרכנות, חברת החשמל

היה להטבת מערכות שזוכות דלק, לצריכת החשמל בעלות השפל לכבדן.

מטרת הפעולות לניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות היא להשיג על מרחבי צריכת החשמל של הצרכנים כדי להביא לשינויים בעקומת העומס של מערכת החשמל הארצית בדרכים אשר תהיינה לתועלת לצרכני הצרכנים, לחברת החשמל ולמשק הלאומי כאחד.

פעולת חברת החשמל בתחום ניהול עומס, בשלב זה, מתרכזת בשלושת מישורים עיקריים:

הסדרת תעריפיים סיוודים להשלט עומסים על ידי הצרכנים בשעות הקשות למערכת לפי בקשת החברה עד כה נחתמו הסדרים תעריפיים סיוודים להשלט כ-71 מנויים, ומצאיים בשלבי בירורים נוספים הסדרים הסתייגו להשלט כ-26 מנויים נוספים.

הסדרים להפעלת דיוול-מטורים פרטיים ליעור חשמל במיתקני הצרכנים בשעות הקשות במערכת, עד כה נקבעו הסדרים להפעלת דיוול-מטורים שסך חספסק הוא כ-29 מנויים, ומצאיים בשלבי בירורים ופויט הסדרים המתוידים להפעלה אפשרית של דיוול-מטורים שהספסק הכולל מוערך בכ-25.4 מנויים.

הסדרת/הדרכת לצרכני הרחב ולאנשי המקצוע העוסקים בתיכון, בביצוע ובהפעלת מיתקנים צורכי חשמל כחלק מפעולות החברה במישור הסדרת/הדרכת לאנשי המקצוע, ועוסקים בתיכון, בביצוע והפעלת מערכות צריכת חשמל, מקיימת חברת החשמל סדרות ממשיות מקצועיים בנושא ניהול עומס חשמל בתחום הצרכנות. עד כה התקיימו שישה סמנשים שבהם הושגו הרצאות מקצועיות על הרכיבים השונים הקשורים לנושא והוצגו על ידי הצרכנים הצעירים השונים שונקטו לניהול עומס במיתקניהם.

חברת החשמל עוסקת גם בהסדרה טאטטית בכלי התקשורת לשימוש נכון בחשמל, לעידוד החסכון, לניהול נכון של העומס ליישור הקרי,

להתקנת ממשקים אוטומטיים ראשיים תדורה, מעורבות הצרכן בכלל העוסקים בתחום החשמל בפרט, האנשים לכל צרכן, לחברת החשמל, לנתק החשמל ולכלכלה הלאומית.

### גם אתה יכול לעזור

כאטור, בתקופה זו, עוד יותר מתמיד, יש לאנשי המקצוע העוסקים בתחום החשמל, תפקיד חשוב בחוליות קשר שבין חברת החשמל לבין צרכניה – בייצור, בחדירה בהפעלת על מישורים שניתנו לבעד הפעולות שניתן לעקוב:

הסברה, עליו והתקנת ממשקים אוטומטיים ראשיים, במגורים סבירים.

עידוד התקנתם של התקני פיקוד למניעת פעולת-ריק של מנגנוני אזור, במיוחד במשורים ובמקומות העבודה. כשוק קיימים שונים שונים של התקנים למטרה זו והם עשויים להביא לחיסכון משמעותי בחשמל לצרכנים רבים.

לצרכני החשמל הדולים, הנמנים גם צרכני תעויה, ראוי להוביל כל פעולות תדריקה הכלכלית שיערכות לאחרונה החבר שפעד התערופים בין שנות השיח והשפל דל, ובהודיעים ילל-אוטוטט יתיה סחוי קייטטש בשעות השיח של לפני הצהרים, כבוא פי ארבעת מהסחוי בשעות חשמל של הלילה.

פעד המחירים סנדיל אוד המטורים בחכ קייטט כדאיות כלכלית בהתקנת מערכות יאנויה קורי למיווג אורלי - הן במערכות קייטט ובמיוחד בתיכון מערכות חדשות. נדבל האנליזה החשמלית הכולח בשעות השפל לקיור או הקפאת המים, תיצולם למטרת מיווג תאוור בשעות השיח - עשוי להחזיר את ההשקעה באופן הופך אותה לכדאית ביותר. נוטמלך לכן שלג לנשיג לתיכטן מערכות חדשות בלי בדיקה מעמקה של אפשרות זו.

## שינויים בתעריף

ב-5.1.1989 אישיר על ידי שר האנרגיה ותחשימת תעריף אי לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תעריף אי). התעריף החדש כולד לשקף את תשינויים שחלו בדפוסי הצריכה של הצרכנים ובעלויות הייצור במערכת. תעריף אי שונה מתעריף הידליל, שהופעל לראשונה ב-1983, כמדובלים הבאיים:

- א. שנות היקפי העלקה לשתי עונות:
  - יקף 1 - יע, ספטמבר. יקף 2 - יולי-אוגוסט.
- ב. במיקצו שעות חיקוש (משבייים).
  - ג. בחיסי המחירים בין המטבייים.
  - ד. החנים הונדוות לישבתותי תרבי החנים כיומי וי.
- ה. לחילת תעריף אי ידוש סונה אלקטרוני משוכלל המתכנת בהתאם, תוך הכללת כל הורמים המשתנים (עגרת השנה, יסי חשבוע, חנים, שער קיף).
- ו. תעריף אי יחול בהדורה על כל הצרכנים שאמורים לשלם לפיו עבר עריכת החשמל שלהם.
  - א. כל שרן שיווד כייצרבן תעריף, שיורכ אצלו המונה האלקטרוני המתאים יחויב לפי תעריף אי.
  - ב. כל צרכן המוגדר כצרכן תעריף שמוקדן אצלו סונה אלקטרומטני, יחויב לפי תעריף אי לאחר שסונה זה יוחלף למונה אלקטרוני מתאים.
  - ג. כל צרכן קיים שכיום אינו מוגדר כצרכן תעריף אך אם תרחבת מעגל צרכני תעריף הוא הופך להיות בסטטוס של צרכן תעריף ויכריב אצלו סונה אלקטרוני מתאים, ויחייב לפי תעריף אי.

הצננה קיף	החודשים יוני עד ספטמבר	מספר חשבונות מקבלי חשבונות	שינוי תעריף		בעלות
			בסוף	באמצע	
1	מספר	14	16	18	24
2	מספר	14	16	18	24
3	מספר	14	16	18	24
4	מספר	14	16	18	24
5	מספר	14	16	18	24
6	מספר	14	16	18	24
7	מספר	14	16	18	24
8	מספר	14	16	18	24
9	מספר	14	16	18	24
10	מספר	14	16	18	24

הצננה קיף	החודשים יוני עד ספטמבר	מספר חשבונות מקבלי חשבונות	שינוי תעריף		בעלות
			בסוף	באמצע	
1	מספר	14	16	18	24
2	מספר	14	16	18	24
3	מספר	14	16	18	24
4	מספר	14	16	18	24
5	מספר	14	16	18	24
6	מספר	14	16	18	24
7	מספר	14	16	18	24
8	מספר	14	16	18	24
9	מספר	14	16	18	24
10	מספר	14	16	18	24

הצננה קיף	החודשים יוני עד ספטמבר	מספר חשבונות מקבלי חשבונות	שינוי תעריף	בעלות
1	מספר	14	16	18
2	מספר	14	16	18
3	מספר	14	16	18
4	מספר	14	16	18
5	מספר	14	16	18
6	מספר	14	16	18
7	מספר	14	16	18
8	מספר	14	16	18
9	מספר	14	16	18
10	מספר	14	16	18

## הסדר תעריפי להפעלת דיוול-גנרטורים פרטיים לפי בקשת חברות החשמל

- החיבור החשמלי של הגנרטור יכול להישות לפי השיטות הבאות:
  - א. במנותק מרשת חברת החשמל העומסת המיונים של תצרכן מאזנים באמצעות מפסק-סחף ומתנתקים מהזימה למשך מספר שניות, כל פעם להזימה מתחלפת מרשת חברת החשמל אל הגנרטור ולהיפך.
  - ב. במנותק מרשת חברת החשמל לזמור לעיל, אך תוך ביצוע העברת שקפה של העומסים:
    - כשיטה זו מסכנת את הגנרטור לרשת לזמן קצר (עד המש דקות) ומנועים על ידי כך את ניתוק העומסים בעת החלפת הזימה בין הרשת לבין הגנרטור.
    - השיטה מקובלת על חברת החשמל ללא תלות בגודל הגנרטור או בסוג הרשת ממנה ניתן הצרכן.
  - ג. במקביל לרשת חברת החשמל החיבור במקביל של גנרטור לרשת חברת החשמל בשעות המוגדרות כיפסנה נידרתי מוגבל לגנרטור בעל הספק של 500 קוואט ומעלה ולשהצרכן מאן מרשת מתח גבוה או לרשת מתח נמוך באספקת בלעדיה.
  - החיבור במקביל של הגנרטור לרשת חברת החשמל מופשר לצרכן לנצל את הגנרטור בשלנו והוספק הנקוב ולהנות מהתעריף המצוי של ההסדר התעריפי המתואר לעיל.
  - היבטים ספציפיים מפורטים יותר על נושא זה יפורסמו בחוברת הבאה של ההתקן המצוי.
  - צרכנים המצוינים להצטרף להסדר הדין מתבקשים לפנות למשרדים המחוזיים של חברת החשמל.

- א. פוצי עבור הכנסות להיכנס להסדר, על ידי תשלום שניתן לצרכן לפי ההספק של דיג שבהסדר. התשלום לכל קריש של ההספק של דיג יהיה שמה ערך ל-11 לפי השער היציג ביום עריכת חישוב היציג, תצרכן יהיה זכאי לקבל את היציג הגיל בין חודש מסויים, רק אם הדיג שבישמו הופעל כמשך 75% מהשעות המבוקשות על ידי החברה בחודש הדין.
- ב. פוצי של 27.6 ואורות בנוספת פלימ, במן כל קוטיש שיוצר על ידי הדיג בתקופות שבהן הוכרזה יפסנה נידרתי, במקרים שבחם יתברר, סתוך תצרכים שיתקבלו מהמונה הרצוי, כי הדיג הוכנס לפעולה במהלך 15 הדקות הקודמות למועד הכניסה לתוקף של היפסנה הנידרתי, יש להתייחס לייצור בפרק ומן זה לשל 15 דקות כאילו נעשה בתוך תקופת היפסנה המילתי. הדבר נועד לצפות צרכנים במקרים שבהם נדרשת ירצות חיוסית מוקדמת של הדיג לפני כניסת ליצור סדיר.
- ג. גובה הפיצוי הגיל יועדן בהתאם לצורך, על ידי חברת החשמל העידכונים בוכת הפיצוי יובאו לזרעה הצרכנים באמצעים המשמשים להכרות היפסנה הנידרתי.
- ד. הפיצוי יועבר לצרכן על ידי חברת החשמל באמצעות סחף, על פי הנחליה המסובלים בהתאם לנושא. צרכן המבקש לכולל את הפיצוי בחשבון הרגיל שלו, יענה בחיוב ויכונל הקינון הנדרש בחשבון הקרוב האפשרי.

- במקרות המאמצים להתכבר על הקשיים הצפויים במערכת היצור, מונה חברת החשמל לצרכנים שאצלם מותקנים דיוול-גנרטורים פרטיים ומציעה להם להצטרף להסדר תעריפי, שיקלול הפעלת דיוול-גנרטורים אלה ולהלן דיג לפי בקשת החברה ולקבל פיצוי בהתאם לזיקף חייצור בדיג וההספק שלו.
- תוקף ההסדר – עד סוף שנת 1989, עם אפשרות הארכה בהתאם לצרכי החברה.
- צרכנים אלה יובלו להצטרף להסדר בתנאי שהספק הדיג הוא 300 קילוטט ומעלה. ניתן לצרף להסדר מספר יחידות של דיג, בתנאי שקיימת אפשרות לאחד את מידת הייצור שלהם במקורת מניה אחת, וכן שהספק הכולל המותר לזנתה נקודת מניה הוא 300 קילוטט ומעלה.
- הזנת המחנן של הצרכן בו זמנית מרשת חברת החשמל ומדיג תהיה בהתאם לזולה הקיים בהסדר החשמל בנושא.
- בכל נקודת מניה שעלנה יחול ההסדר יותכן מונה רצוף לצורך סקב אחר במד הפעלת הדיג, ואצמאת החתקנה תהינה על חשבון חברת החשמל.
- הצרכנים שייכללו בהסדר יתבקשו להפעיל את הדיג במעדים שיוכרו כמחויבי יפסנה נידרתי. הערכה היא שההסדר הדיג יופעל במשך כ-400 שעות בשנה.
- הודעה על יפסנה נידרתי תועבר לדי צרכנים בחתראה של כ-24 שעות מראש, מהנוקוד הזרצי על העומס (בהודעה סלמונית או בדרך אחרת שתקבע במעדים בין הצרכן לבין חברת החשמל).
- הפיצוי שיקבל הצרכן שייכנס להסדר התעריפי יהיה כולקסן.

## הסדרים תעריפיים מיוחדים להשלת עומסים על ידי חצוינים

- ובחדש, משך מירבי של כל השלת – כל אלה מותאמים לאילוצים של הצרכן ומגוריים בחסכסים שנחתמים עם כל צרכן מפרד.
- התשלום עבור הביקוש והצריכה, הנובעים מהפעלת העומס שחל עליו התסדר, יהוש לפי תצרוי המיוחד. הפרש שבין הביקוש הכולל לבין העומס המושל וההפרש שבין צריכת החשמל הכוללת במחנן לבין הצריכה הנובעת מהפעלת העומס באמור לעיל – יחוייב לפי התעריף הרצי.
- תוקף ההסדר – עד סוף 1989.

- א. צרכנים זמנים ללא הסדר.
- ב. מספר השעות הקשות במערכת שמתברנה על ידי חברת החשמל לצורך ההסדרים האלה, לו יהיה על 400 בשנה.
- ג. ההודעה לבני תחולת השעות הקשות תומסר לצרכן על ידי חברת החשמל מסקים ככל האפשר.
- ד. למידת הצריכה, המבשנ מהפעלת העומס שעליו רל ההסדר, מותקן מונה רצוי.
- ה. משך הזמן הסיניטלי שבין סיוע מסירת ההודעה על תחולת השעות הקשות לבק מועד תחילתן, מספר השעות סירבי בשבוע

- חברת החשמל מפעילה לארצונה עם מספר צרכנים גדולים הסדרים תעריפיים מיוחדים להשלת עומסים על ידי הצרכנים בשעות הקשות למערכת המספקת, לפי בקשת חברת החשמל.
- ההסדרים מותאמים להשלת עומס שיערכו ושרותו ספדיס מרזש.
- על פי ההסדרים, ישול הצרכן את העומס המוגדר בשעות הקשות במערכת, כפי שתמונה על ידי חברת החשמל, ואילו על צריכת החשמל הנובעת מהפעלת עומס זה בשעות אחרות, יחול תעריף מיוחד שהינו מוגל יחסית לתעריף הרגיל שחל על

# א. ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל

בהנחה שקוראי מאמרו זה ראו את ירשימת החומר התחקיתי המתיחס למיתקני חשמלי אשר הופיעה ב"התקע המצדיעי" מס' 40 ובקייאים בתקנות המוזכרות שם, יתרכזו מדור זה, הרחל מהעלון הנוכחי באותן התקנות או שינויי תקנות אשר התפרסמו מאז.

מאמר זה דן בתקנת החשמל החדשה.

1. יתקנת החשמל והתקנת רשתות עולות במתח עד 1000 וולט-התשמיטיי שפורסמו בקובץ התקנות 5258 ב-30 בינואר 1989.
2. יתקנת החשמל והתקנת נטילוחים למתח נמוך (תיקון-התשמיטי שפורסמו בקובץ תקנת 5263 ב-27 בינואר 1989.
3. יתקנות החשמל (התקנת כבלים) (תיקון)-התשמיטי 1983 שפורסמו בקובץ תקנות 5111, כ"ד בסיון, התשמיטי - 0.4.1988

החומר במדור זה מיועד ליועץ אגודת הקוראים על קיומן של תקנות חרשות, או על שינויים בתקנות קיימות וגם להגיש בקורה את תוכן הפירוטמים הרשמיים. אין המדור כא בשום פנים זמנן במקום קריאת החומר הסקורי והליטור בו לצורכי יישום מעשי לכל מי שמספל בטקנתים שהם נושאי התקנות.

התקנת החשמל והתקנת רשתות עולות במתח עד 1000 וולט-התשמיטיי שפורסמו בקובץ התקנות 5258 ב-30 בינואר 1989.

לתקנות אלה תיסטוריה ארוכה מאוד. תחילתן בנושא שהולך עוד בימי המנדט הבריטי בשנת 1947, במטרה לפרסמן בשם "TELECOMMUNICATIONS" על מנת לענן בחוק אגודת ההוראות לתקנת רשתות החשמל אך ומצב של שלטנות חסרנט לא הספיק כדי לסיים את המלאכה.

גם סנהל ענייני החשמל הראשון בארץ, סגנדס א. רקובר ז"ל, אשר היה מדעי לחשיבות תקנות אלה וסרה בהכנתן בעברית לא הספיק להביאן לניון. סגנדס היה נושא והאינטרסים הרבים שצריך היה לקחת בחשבון עיבת את השלמת התקנת. רק עתה, לאחר מאמצים רבים וקורבנות אחדות של חנוטה חדשה, המשלמה הפלאכה והתקנת חתמו על יצי שר האורגיה והתשתית. אנו מצפים לפירסומן ברשומות בימים הקרובים. ומצנן של התקנת מתחלק לפרקים הבאים:

פרק א' פרשת  
פרק ב' מולק והתקנתו

פרק ג' אמורי רשת והתקנתם  
פרק ד' הצטלבות, מקבילות פיזית או התקבלות בין רשתות  
פרק ה' הצטלבות, מקבילות פיזית או התקבלות בין רשת לבין קווי חזק או אנטנה  
פרק ו' התקבלות בין מולק רשת לבין ענף  
פרק ז' הצטלבות או התקבלות בין רשת לבין מבנה  
פרק ח' הצטלבות עם מסילת ברזל  
פרק ט' הארקות והנות נגד חישמל ברשת  
פרק י' הוראות שונות

## פרק א' פרשת

הפרשות כוללת המדרג רמת שהן מדרגות לרשת, בצד ההגדרות הידועות מתקנות אחרות. שוב, נעשה מאמץ לא לשנות הקדרת שכבר נתקבלו בעבר.

בין ההצטרפות החדישות נמצאת גם המדרג חסנות יוצרי הודרה זו וקרקע אולי להבהרה נוספת. כשדובר על חציית יוצרי על ידי רשת עילית, הכוונה חיתה לשטח מתוח ברשת בנן, מפעל, בית ספר, מוסד וכוונה בו קיימת פעילות סדירה כלשהי. היחצדי יכולה להיות צמודה לבנן כסך. חצר של בית חרשת, או מרחקת סמנו כמו מרחק פתוח; היא יכולה להיות סגורה או לא סגורה, והמטרה אענה להלקת ארמה פנייה או לשדה שברשת פרטית.

## פרק ב' מולק והתקנתו

בפרק זה התקנת נות במוליכי חנוטה ו/או אלומיניום וסגומתיהם כלכר. מולק סברל והמקבל בארצות ססויטות שבהן קורים ארובים עם עומס סטלי נמוך מאוד) אינו מדור בארץ.

הפרק נפתח כסעיף הכללי הידוע שלפיו עבודות תלנון, התקנה, בדיקה ותחזוקה יבוצעו על ידי חשמלאים בעלי רישון מתאים כלכר. אף על פי כן ניתן אישור לביצוע עבודות סכנות (חפירה, הקמת עמודים, מתיחת מוליכים וכו') על ידי עבדים בלתי מקצועיים וכלכר שהעבודה תעשה לפי הוראותיו ובפיקוחו של חשמלאי בעל רישון מתאים.

התקנות מתייחסות למוליכים השונים כלכר או לחלופין, לכלבים. מוליכים

מבודדים אינם נכללים בתקנות אלה ומי שחפץ להתקין רשת סטוליים מבודדים יזקק לאישור סנהל ענייני החשמל לתוכנית התקנתם.

השימוש במוליכי רשת מבודדים בארץ נמצא כעת בשלבים הראשונים כלכר, כשנעשים נסיונות ותחשיבים על ידי חברת החשמל לקביעת היתרונות והחסרונות. בארצות לא מעטות, השימוש במוליכים מבודדים כבר מקובל, אך שם מרבית הורשת היא בבחינת חיבור לבית.

התקנות קובעות חתבים מינימליים סותרים לסולכי רשת, 16 סמ"ר לקרושת ו- 25 סמ"ר לאלומיניום, ואילו ברשת בבלים מותרות חתך של 4 סמ"ר לקרושת ו- 16 סמ"ר לאלומיניום. הסדה העיקרית לקביעת ערך מינימום גבוה נובעת מהרשימה לחולק מצבי של המוליכים אשר יבטיח את שלמותם לאורך זמן וכלל תנאי סג איר.

לשם כך ניתנים גם ערכים מינימליים לריחק למטיחה של חומר המוליכים והמאסף הסירבי המותר בו. כמו כן נקבעו חתבי מוליכי האפס בהתאמה לחתבי מוליכי המופלים והאת על מנת להכשיר רשת חדישה לשיטת הנגה על ידי איפוס.

פרמטרים סכניים וחשמליים אחרים המופיעים בפרק זה הם:

- גובה מינימלי מעל פני הקרקע באתרים שונים.
- אורך סקסיפלי של מפתח בין עמודים סמוכים.
- תנאי העמסה סכנית ומאמץ סקסיפלי מותר בתנאי סמפרסוריה אנפפת שונים ובמלכות גובה מקום התקנת חרשת מעל פני הים.
- סרחקים מינימליים בין מוליכים במעגל למקומם התקנת במעגל
- אופן קשירת המוליכים לרשת למבודדים ואופן החיבור בין קטעי המוליכים ברשת (עם וכלי מתיחה).
- העמסה חשמלית מורכבת מותרת לכל חתך של מולק.

שתי דרישות חשובות להתקנת רשת כלבים: א. מעל מגרשים חמיוניים למשחקי כדור, מגרשים לקפוצה לנובה וכוונה מותרת רשת כלבים כלכר.  
ב. חיבור פרשות אל סגנו מותר בכלבים כלכר.

ב. שטר - יוני קמת מטרות ועדת הפירוטים שלת סגור האגודה והתשתית

## פרק ז'ו: אבזרי רשת והתקנתם

בפרק זה ניתנת התחנות והסמכות העיקריות הדרושות לכל אבזרי רשת לרבות סטד, זרוע, זיג, עוגן ומשען. כן מפורטים המאמצים המותרים, גורמי תביטחון הדרושים, לחצי הרצה הסקסיפליים הצפויים למעול על רשת כנבחים שונים וכדומה.

חשוב לציין כי מספח לתקנת יש אחרים רבים המציינים צורות טיפוסיות של אבזרי רשת, לרוב, אלה הסקוליים בתורת החשמל. אחרים אלה נועדים לעמש כהמצלה או זוגסה ולא כהחזאת.

## פרק ז"ו: הצטלבות, מקבילות פיזית או התקרבות בין רשתות

המצבים השונים המתוארים בפרק זה זכים בתנאים הבאים:

1. הצטלבות בין רשתות במתחים שונים.
  2. הצטלבות בין רשתות במתחים שונים.
  3. הצטלבות של הספק.
  4. הצטלבות שלא על סטד.
  5. הצטלבות רשתות בעלות אחת.
  6. הצטלבות רשתות בעלות שונה.
- ריבוי הנורמים המשתנים שלעיל נותן אפשרויות בעט "אינסופיות" של צירובים, לכן יש בפרק זה שבצ תקנת עיקרית כאשר למרבית התקנות יש תקנות משנה ותת-קטופים. למען שמירת בטיחות המשתמשים ו/או המטפלים ברשתות עלילות, נקבע שאחת הרשתות חייבת להיות כבבל במקרים הבאים:

- א. שתי רשתות של מתח נמוך בעלות שונה על סמך משותף.
  - ב. הצטלבות בין רשת למתח נמוך לבין רשת למתח נמוך מאד.
  - ג. הצטלבות בין רשת למתח גבוה לבין רשת למתח נמוך מאוד.
  - ד. הצטלבות בין רשת למתח גבוה לבין רשת למתח נמוך.
- ככל מקרה, כשיש צורך להמיר אתג תרשתות מרשת עלילת לרשת כבלים עלילת, או תת-קרקעית, נשמיות היכיות חספנות של הראשון במטת. תבא כשני גורים להצטלבות או להתקרבות, חייב לשאת ככל הרצועות הנרמטת מהצד הרשת, גם אלה של הראשון בשטח. מאידך ניסא, אין חראשון בשטח יכול לטרב לדרשה הטמנת של המת רשת חשפת לכבל עליל או לכבל תת-קרקעי לפי הצורך.

התקנה האחרונה בפרק זה זנה בתקרבות בין רשתות, גם כאלה שהן בעלות אותו המתח וגם כאלה שהן במתחים שונים וזאת כאשר אחת מהן תמלי תהיה במתח עד 1000 וולט (המתח מחוא נשא התקנות), בנושא התקרבות לא מתעוררת השאלה של בעלת שונה גם לא של סככים שוטפים.

## פרק ז"ז: הצטלבות, מקבילות פיזית או התקרבות בין רשת לבין קווי בוק או אנטנות

כידוע, כבר בשנת 1986 מורסמו תקנות שססדרות את החתא לכבי קווי חשמל קווי בוק. לכן התקנה הראשונה בפרק זה מספה בקיצור רב לתקנות המיל, אשר מרסמו בקובץ תקנות חתשמו עסוד 595.

הצטלבות של רשת עם אנטנה אופקית סוגרת רק כאשר הרשת ככבל הוצאות המרת הרשת, אם זו הותקנה לפני הוצאתה, שוב סוסלות על חשני בשטה, דהיינו, בעל האנטנה, אך בעל הרשת איז רשאי לטרב לכיצול ההמדה. כמו כן נקבעו סרתקים מצוריים בין תוכן או עוק של אנטנה, לבין רשת.

## פרק ז"ח: התקרבות בין מוליך רשת לבין ענף

לא נקבעו סרתקים בין ענף לבין רשת בגלל קשיים אוביקטיביים לקביעה חד משמעית עקב גורמים משתנים כגון, גידול הענף במשך השנה, תווק רוח צפיה, גמישות שונה וקצב גידול שונה של עצים שונים וכדומה.

בסקום זאת נקבע כל ייהמרחק בין מוליך לבין עץ יהיה כזה שלא תהיה אפשרות מע בין הענף והמוליך. חובת שמירת המרחק סוסלת על בעל הרשת (או מפעיליה) ובעל הענף איז רשאי לטרב לציזק הענף לצורך מליו תקנה זו.

חוצות אלו אפשרות לתת יד לתקנת אחת הסיבות העיקריות להפסקות חשמל בשנת תחולף ולתת מעמד חוקי לגיוס העצים מספך לרשתות החשמל.

## פרק ז"ט: הצטלבות או התקרבות בין רשת לבין מבנה

גם בפרק זה מלפטים אינלים המתארים מצבים שונים של רשת ליחס למבנה ונקבעו המרחקים המועריים שיש לשמור.

אם לא ניתן להשיג את הסרונותים המצוריים הדרושים, פותר להתקן רשת כבלים עלילים) או מתיצות סכודות או, לחילופין, סחיצות מתכתיות מאורקות הסונעות גישת לרשת. אולם גם כבל המותקן בקבלת חסן או מתח חייב להמצא סחף לטוח נגיעה סהולון או הפתה, בחתאם לטות מצוריים שנקבעו בתקנה.

## פרק ח"ו: הצטלבות עם מסילת גרול

בפרק זה נקבעו החומרים המותרים לייצור חסמכים ואופן חיזוקם בקרקע, גורמי הביטחון לחישוב המסודים והמרחק המצורי מן המסילה. כמו כן נקבעת צורת חקשירה של המגלבים והתובה להשחש כמוליכים שלמים ולא כסלים מצוריים, אולם סותר תיקון מוליך אחד במפתח חרציה, הנובה המועני החדש של מוליך סעל סר רבנת רוא שמה מרסם במתנה הסתאים לטמפרטורה של 60 מעלות צלסיוס.

## פרק ט"ו: התקרבות והנחת נגד חשמל ברשת

כל האמור והחדש בתקנות החשמל (התקרבות והנחת נגד חשמל) במתח עד 1000 וולט) התשס"ד—1984, תקף, כמובן, בכל הנוגע לרשת, הכל לפי הצניין.

נאמר בצורה מפגישת שסמך מתכתי יכול לשמש כמוליך הארקה, אם סבחה סתאים לכך, דהיינו, מגטיח רציפות תסמלית לאורך ימים. כמו כן נדרשה הנחת על מוליך הארקה המתקן על פני סמך, עד לגובה של 2.30 מ' מעל פני הקרקע, וזאת כדי להבטיח את שלמותו.

## פרקיף: הוצאות שונות

פרק זה, שהוא מסותף בצורתו ובתוכנו לכל התקנות, זך בדרישות הבאות:

- תחולקה נאונה של רשת.
- בדיקת רשת חדשה לפני הפעלתה הרשומה וכן בדיקת כל ישינוי יסודי שמשפעתו שניטי תוואי, הוספת סככים, הגדלת חתך המוליכים או משקלם.
- רישום תוצאות הבדיקה ושמירתן.
- אחריות לקיום דרישות התקנות.
- תחילת התקנת על כל רשת תבנית לאחד תחילתו ועל כל שינוי יסודי שלאחר מועד זה.
- תחילת התקנת, שנה לאחר מרסמו.

יש לקנות כי פירסום תקנות רשת יתרום, אם גם במאס, להעלאת רמת תוביכון וחיבוצת של רשתות עלילות, לשמסטר רשתות כאלה הנבנות על ידי מרסם שונים, מלבד חברת החשמל, הוקף גדיל בהתמדה.

1. תיקון עוסק בשלוח תקנות בלבד סתך כל התקנות שבמתדורה הסקרת.

## תקנה 1- הגדרות

נוספו הגדרות של המושגים הבאים:

- אחראי - אדם שסונת כאתלראי אדמיניסטרטיבי על הנורטור, הכולה היא לאחת אדם אשר מהווה לבני משדח האנרטיח ותשתית את הכתובת אליה יוכל סנהל ענייני החשמל במשרד לפנות בכל דברי חקשור עם המנכ"ל האמור.
- מוליך
- מוליך אפס
- מוליך PEY

הכל כהגדרתם בתקנות החשמל (התקרבות והנחת נגד חשמל).

**תקנה 11 – מפקד מחלף באספקה חלופית**

תקנה 11(ג) החדשה באה במקום תקנות משנה 11(א) ו(ב) הקודמות והשינויים העיקריים בה הם:

1. מפקד מחלף ארבע קוטבי סותר בכל מקרה של אספקה חלופית תלת סופעית, גם אם להגנה של המפקדן היא בשיטת האופוס. דבר זה הוא בניגוד לנדרש בתקנות הפקודיות ובא בעקבות עירונורים של מספר גופים האזן לאחר שוועדת ההוראות השתכנעה שאין טכנה בהפקת מוליך האפס בטוץ למוליכי המופעים.

2. מפקד תלת קוטבי סותר במיתקן הפועל על די איכוס בשני מקרים:

א.הנגרטור מחובר בלוח הראשי של המבנה, שבו או שכפולו לו בוצע האיפוס.

ב.הנגרטור מחובר ללוח משני במקרה זה חייבת ההגנה אל הלוח המשני להיות ישירות (בקר וינה בלעדית) שתלוח הראשי, ללא חיבורים או

הסתעפויות מקו חזינה במהלכו, כך שלא תהיה כל אפשרות קלה להפסיק את מוליך האפס.

בשני המקרים נדרש גישור זמני, אם מסיבה כלשהי (תחזוקה, תיקון וכו') יש צורך לנתק זמנית את מוליך האפס בין נקודת חיבורו אל מוליך הלא בכניסה למבנה לבין נקודת הזכב של המבנה.

3. כמו כן, סותר מפקד מחלף תלת קוטבי על פי כל הדרישות בתקנות 11(א) ו(ב) החדשות, שחיא זהה ביור הדרישות לתקנה 11(ה) המקויות.

4. בתקנה (14) המקויות נעשה שינוי לפיו נדרש מפקד מחלף ידני ארבע קוטבי, אלא אם ההגנה של המפקדן היא בשיטת האיפוס. במקרה זה סותר מפקד תלת קוטבי, בתנאי שהחיבורים נעשים לפי הורשים שבאזור המתאים (אשר ניתן בתוספת לתקנות). שני האיורים הפקודיים הוחלפו בארבעה איורים חדשים.

**תקנה 12 – מפקד מחלף באספקה חלופית**

בעקבות הודאת של האגריה ממברואר 1987, להביא את תילי הרשת מעל פני הקרקע בכל המתחים, מסתח כמך יחד מוח של 440 ק"מ, טער העורך לשנות את הטבלה המופיעה בתקנה 101 תחת הכותרת "הגובה המוערי על כבל עליו".

הוכנסה המרה של דרכים שרוחבם המסורז הוא מעל 30 מטר וכאלה שרוחבם המוכרז הוא עד 30 מטר (ועד בכלל). כן הוכנס המושג "חצר" כשה"חצר" יכולה להיות עבודה לכלי רכב.

להלן הטבלה החדשה המלאה המתייחסת לזכות המחושב מעל פני קרקע בטמפרטורה של 80 מעלות צלסיוס:

מעל דרך שרוחבם המוכרז עד 30 מטר ועד בכלל	5.5 מ'.
מעל דרך שרוחבם המוכרז מעל 30 מטר	6.0 מ'.
מעל מקום עביר לכלי רכב שאינו דרך ואינו חצר	4.5 מ'.
בחדר עבירה לכלי רכב	4.0 מ'.
במקום שאינו עביר לכלי רכב	3.0 מ'.
במבנה מקורה (מעל ריצפה)	2.5 מ'.

**ב. ועדת הפירושים**

יש לבדק על התלמת עורכי "התקע המצדיעי" לפרסם בבכתב עת זה מדור קבוע המוקדש לדיני ועדת הפירושים. הפירסום הראשון בכתב העת הקודם עורר, כנראה, התעניינות בקרב ציבור החשמלאים ואחדים אף מצאו לנכון להתבטא בכתב ולהביא את בעיותיהם בפני הוועדה. כמזכיר בסיים הנאמר הקודם, אנו מביאים מברר גוסף של שאלות לעומרו לוועדת הפירושים, דרוו בת וכן את המסקנות שאליהן הגיעה הוועדה.

אלה הרוצים לברר סוגיות חנוגעות לעבודתם ומעוניינים לגרום לדיון בחן ולפסיקה מאסמכת, יפנו את שאלותיהם לפי המתבות: **ועדת הפירושים, לדיי מנהל ענייני החשמל**

**משדך האגריה והתשתית**

**ת"י 13106**

**ירושלים 91130**

**מפקד זרם המופעל על ידי זרם דלף במיתקן תלת קוטבי**

ש. במיתקנים גרולים, שזורים בהם זרם של מאות אמפרים, למשל, קשה לעמים להשיג בהם עכנה נטונה דיית לצורך חמה על ידי הארקת משתמשים לעיתים במפקדים המופעלים על ידי זרם דלף לאדמה כהגנה בלעדית. חורם בסליל ההפעלה של המפקדים הוא סכום הרמים של המופעים ובאפס המתקבל בשנאי זרם מסכם המושחל על כל חטוליים יחד בכניסת הוינה.

חאם סותר להשתמש במקרה זה במפקד זרם תלת קוטבי, אשר זול יותר ונוח יותר לחשונה

ה. תקנה מס' 71 של תקנות החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני השפול במתח עד 2000 וולט) - 1984 דורשת בפירוש כי:

- א. מפקד מען יבטיח ניתוקם מהזינה של כל המוליכים של המיתקן, לרבות מוליך האפס או מוליך התווך.
- ב. מפקד מען לא יתק מוליך הארקת קביעה זו היא חד משמעית ומחולטת. במחזורת החדשת של התקנות הניל,

הנמצאת בשלבים הסופיים של חמתת, יש תקלה מסויימת בכך שחידרש, כנראה, הפסקת של כל המוליכים, לרבות האפס, רק במעגלים סופיים ואלו בייקורים המונדרים ביימצלים המזנים לוחי תהינה סותרת הפסקת המפעלים בלבד.

מיתקני חשמל במעבדות מחקר שה במעבדות של סכוני מחקר, אוניברסיטאות וכדומה, נהוג להעביר את צימרות תשירותים כגון מ, מים, אוויר ורעש וכדומה בצורה מסוורת במרחקים



סבירים, בקירבה מסוימת לסובילי  
 החשמל ולציוו החשמלי, זה ליד זה אל  
 שלחנות הבדיקות. האם יש צורך  
 להתקין מיתקני חשמל סוגים נגד  
 התמוצות, או לחלופין, לראש להפרידה  
 מראסת של מיתקני המז  
 הנהגה המינה למסקנה שבמעבדות העיל  
 אין סיכון להתמוצות גדול מזה הקיים  
 בכל מטבח רגיל על כל פנים לא עקב  
 קיום מיתקני השיחות. לכן אין כל  
 צורך באמצעים מיוחדים שתיים מאלה  
 של כל זירה רגילה בה יש מיתקני גז  
 במרחקים סבירים ממיתקני החשמל.

**מטני האורות והגזות - הגנתם בפני  
 הישמול**

בתקנה 1345 של תקנות החשמל  
 (האריקות והגזות בפני הישמול), ניתן  
 פטור מוצבת המה לעסוד מתכת ימורדי  
 בטון, לרבות אבזורים, שכרשח חבית  
 החשמל. פטור זה לא ניתן לעמודים  
 המשמשים לתאורה בלבד, לרפואיים,  
 לשילוט רחובות, לשילוט פירסומים  
 וניוצא מאלה.

בתקנה 1445 ניתן פטור כזה לפנסי  
 תאורת רחובות כשהם מורכבים על  
 עמודי עץ או עמודים סמוך בלתי מולק  
 את.

מדוע קיימת הפליית לבני מלמי תאורת  
 רחוב שמייקרות את המיתקנים של  
 תאורת רחובות ככלל הצורך להשתמש  
 בפנסים עם בידוד כפול?

ועדת הפירושים בדקה את הפרשי  
 המחירים בין פנסים מסוג I (בידוד  
 בסיסי וגף מתכת) לבין פנסים מסוג II  
 (בידוד כפול) וסבאה שהוא אינו  
 משמעותי ואינו גורם לייקור מופרז של  
 המיתקנים. מסייד מיטא מדפת הדישה  
 לתנת חפוסים הגוללים בתוכם -  
 מלבד חיוט מורכב - גם משיקים,  
 קבלים וציוד חשמל אחר להעלאה נכרת  
 של רמת הבטיחות של העובדים  
 וחשבים ברחוב חלוליים להגיש

בחיטמאל של כנס המתקן על עמדים  
 מחומר מולק.  
 כפי שרואה מהפטור בתקנה 1445,  
 כונת המינה לא ויתנה רק להגנת על  
 העובדים חמטפלים בציוו, כי חובתם  
 לבדוק לפני המפול אם הציוד שעומדים  
 לספל בו הינו מחושטל. כונת  
 הימחוקקים תיתח הגנת ציבור  
 העברים והשבים מרחוב.

**בני תקע ב"חרכבים"**

זה זמן רב קיומים בארץ "חרכבים" של  
 שני בתי תקע ולצותים נס יותר,  
 הפורכבים כחון תיבת משוחתת  
 ומחוטטים בנייהם בעת חייצור עם  
 מוליכים של 2.5 סמ"ר, הקבועים  
 בחדקים מצימשים לשני מוליכים של  
 2.5 ממ"ר כל אחד.

בתקנה 1323 של תקנות החשמל  
 (מעללים סדניים רציוניים במתח נמוך).  
 1984 נאמר: "אין להשתמש בחדקים של  
 ספסק או בית תקע לחיבור של יותר  
 משני מוליכים בחדק אחד; חתק מוליכים  
 אלה לא יעלה על 1.5 סמ"ר".

יש לטאורה, סתירה בין דרישת התקן  
 לבין האבזר המסוד בשוק.

כונת תקנה 23 היא לבתי תקע  
 ולמפסקים הכודדים הסטנדרטיים  
 במעללים רגילים. דבר זה נראה בבירור  
 מהנאמר כבר בתקנת משנה (א) של  
 אותה תקנה, דחיינו, שאין להסתעף  
 מספסק או מבית תקע אל מפסק או בית  
 תקע אחר אלא אם הסרחק בין מרכז  
 המפסק אל בית התקע אחר לבין מרכז  
 המפסק אל בית התקע ממנו הוא מתענף,  
 אינו עולה על 30 ס"מ. אין ההגבלה  
 מתייחסת לחרכבים מובים מראש, אשר  
 הדקוים מועדים למוליכים של 2.5  
 מס"ר והמחוטטים חון כדי ייצורים  
 בצורה נאותה. הכל בתנאי, כמובן, שבית  
 התקע עצמו מתאים לדרישת התקן החל  
 עליו.

**ביטוי של כבלים חת קרקעיים**

ש בתקנות נודר כללים להתקנת כבלים -  
 1966 קיימת בתקנה 512ב) הדישה  
 הכאה: "יסעל שכבת החול או האדמה  
 המכסים את הכבל, ויחך חצאי צינורות,  
 אריחו בטון, לבנים או אמצעים יעילים  
 תכני קיומא אחרים לחגות הכבל בעני  
 מציאות מלכות".

חאם אריחים פלסטיים, שכל אחד מהם  
 אורכו סטור אחד בעצב כחנם ועליו  
 הדפסה לא מודיקה בגולחו יוהדות ככל  
 חשמלי טונה באדמה יכולים להחשב  
 כממלאים את הודישה הנילן

תו כדוע, משתמשים בכל העולם - וזהו  
 כמה שנים גם בארץ - בסרסיום  
 פלסטיים צבעוניים ברזחם של כ-25 ס"מ  
 ובעלי הדפסה דומה לנוסת הנילן,  
 כאמצעי אזהרה בדבר היטצאות ככל  
 חשמל מתחתם. דבר זה קיבל בזמנו את  
 אישור פנולל עיניי החשמל כאמצעי  
 חגנה שורה ערך לאמצעים חמחוקקים  
 בתקנה. למעשה, סרסיום אלה יעילים  
 יותר למינו מוקדם של היטצאות כבלים  
 מאשר אריחו בטון או חצאי צינורות  
 אשר לרוב נשברים בעקבות מכה של  
 מקוש וכוודאי בעקבות מלת הכף של  
 מחרון מבני.

לפיכך, אין כל סיכה שלא לקבל גם  
 אריחו פלסטיק, כמתואר לעיל, כאמצעי  
 חגנה בהתאם לתקנות.

**היצפה "צמת" כמוביל**

בחוברת האחרונה של יותקע המצדעי"  
 (מס' 41) יש התייחסות למכה זו. בתשובת  
 ועדת הפירושים נאמר כי השימוש מותר  
 ליהעברת כבלים ו/או מוליכים. בדין חוור  
 של הועדה הוחלט להגביל את חאיסור  
 לכבלים בלבד. וזאת בהסתמך על הוראת  
 התקנה 1961 של התקנות בדבר התקנת  
 מוליכים - 1968. בתקנה זו יש דרישה  
 שתעלה, פרט להעלה תפבילת כבלים בלבד  
 חליבת לואות סוגרה כמכסים למניעת גישה  
 ישירה למוליכים וכוודאה.

**שונה גודל החיבור המינימלי הסטנדרטי לבתי מגורים**

קטגוריה	אומנת החיבורים של החברות (מס"ר)		גודל החיבור לצורכי חישוב בשטר תמידות (מס"ר)		מספר החיבורות
	א	ב	א	ב	
א	35	3	35	3	3
	60	3	40	3	5.6
	85	3	65	3	18
	100	3	80	3	23.1
	115	3	100	3	35
	140	3	125	3	45
	160	3	150	3	54.2
	200	3	180	3	72
	250	3	220	3	90
	315	3	280	3	112.5
ב	400	3	315	3	141.7
	500	3	400	3	180
	630	3	500	3	215
	800	3	630	3	275
	910	3	800	3	480
	1000	3	930	3	344

לאור העלית חזרה בצריכת החשמל במינור הבית  
 וכדי לצוות על הביקוש הגובר כמקסוד זה ולסמן את  
 איכות האספקה והשירות, נכנסו לתוקף בחברות  
 החשמל, באישור משרד האנרגיה והתשתית, וחל  
 מ-1.12.88, הוראות חדשות תנועות ליתודחן גודל  
 החיבור לפיהן יהיה גודל החיבור המינימלי  
 הסטנדרטי אחד מופעי - 40 אמפר (הספק מרבי של  
 כ-9 קוויט). כמציאה מכך לא ניתן יהיה להוסיף  
 חיבורים של 25 אמפר ו-35 אמפר כפי שחיו נהוגים  
 עד כה. כמו כן, כוטלו החיבורים הסטנדרטיים כ-35  
 אמפר ו-50 אמפר שהיו נהוגים עד כה. לפיכך,  
 המנות לחיבורי עד 3 אמפר יחייבות להיות אך  
 ורק לבדלים הסטנדרטיים כמפורט בטבלה שלהלן.

# סקירה ודברי הסבר על השינויים בתקנות הנוגעות להארקות ולאמצעי הגנה נגד חישמול

איגוד נחמס מלג

הפרייטיות המתמדת של ועדת החקיקה לכינוע עבודות חשמל של משרד האנרגיה והתשתיות היא לפרסם תקנות חדשות בתחום כינוע עבודות חשמל וגם לעדכן, מפעם לפעם, את התקנות הקיימות.

לדוגמא, התקנות החדשות ביהס למיתקני חשמל באתרים רפואיים ומיתקני חשמל באתרים חקלאיים, נמצאות עדיין בשלבים שונים של דינים. עידכונים של התקנות הקיימות נובעים מכמה סיבות: שינויים טכנולוגיים מהותיים שינויים או תוספות, ניסוח בלתי ברור אשר גרם לאי הבנות או פרשנות מטענה, דרישה מסויימת אשר לא היתה קיימת והתברר כי יש צורך וכדומה.

במסגרת זו עדכנו התקנות המתנייחות להארקות ושיטות הגנה בפני חישמול (במותח עד 1000 וולט). מטרת העדכון היתה:

1. לפשט את הניסוח של מספר תקנות כדי שתחיינה ברורות יותר.
2. לקרב את התקנות לתקני I.E.C. של הציבות הבינלאומיות לאלקטרוניקה.
3. לכלול דרישות חדשות למטרת עידכון התקנות או השלמת נקודות אשר נשמטו. יש לציין כי ברצע מתיבת שורות אלה נמצאת טיוטת התקנות על שולחן ועדת החקיקה וטרם קיבלה את אישורה הסופי – שלא לדבר על עריכתה המשפטית. אי לכך ייתכן שכל מה שייכתב כאן עשוי להשתנות במידה זו או אחרת.

## פישוס הניסוח של תקנות קיימות

דוגמאות לניסוח מסוייב אפשר למצוא בתקנות 31, 34, 35 ו-36 של התקנות הטכניות; תקנות אלה מתחילות בפילים יפרס למקדמות של סכנה מוגברת. ואחר כך הן מתארות צורה אחרת של חלקים מתכניים היכולים לשמש כמוליך הארקה בתנאים מאגנלים. תקנה 33 מתנייחות לצורת מותקנות שאין להשתמש בה בכלל ותקנה 32 המתירה שימוש בצורת ללא הגבלה. כמקום התקנות הללו, נמצאת בחצעה תחדשת תקנה חדשה (מס' 27) המתנייחות למערכת מתכנית תוטורת בשימוש כמוליכי הארקה ללא התנייחות וכאלו שאסור להשתמש בהן במקומות של סכנה מוגברת.

## התקנות הישנות

31.	מוליך מתכני של מיתקן כמוליך הארקה	פרט למקומות של סכנה מוגברת יכול מענת מתכני של מוליכי מתנת, פרט לצטרות, לשמש כמוליך הארקה כאשר הוא מהווה חלק ממיתקן, וכל ד שהתכניים בין מוליך למוליך, בין מוליך לאבנריו או בין מוליך לבית השמלי, יהיו בני קיימא ויכירו, בכל עת, התנגדות פגע השמלית נפוכה כדי לקיים את תכלית הארקה.
32.	צטרות לאחסנת מים כמוליך הארקה	טורה להשתמש במערכת צטרות לאחסנת מים כמוליך הארקה, אם המערכת היא קבועה, חתומים בין הצטרות מבטוחים לאורך ימים התנגדות פגע השמלית נפוכה כדי לקיים תכלית הארקה ותתן הצטרות מתאים לזרם הלול לצבור זרם.
33.	צטרות האבנרים לשימוש כמוליך הארקה	אין להשתמש בצטרות לפי שופכין, לקיטור, לאוויר דחוס או למים חמים ובצטרות המפלים המרים דלוקים נפחים או מוצלים, כמוליך הארקה.
34.	מתיבת ציד השמלי כמוליך הארקה	פרט למקומות של סכנה מוגברת יסל מענת מתכני של מערכת אבנרים, מבטוחים או ציד השמלי של המיתקן לשמש כמוליך הארקה אם האבנרים, המכשירים או הציד השמלי הם חלקי קבע של המערכת, מחוברים בתיהם בתורה, סגורה או חבוה ב-קיימא אחר, שיבטיח לאורך ימים את הצטרות השמלית של המערכת והתנגדות פגע השמלית נפוכה כדי לקיים את תכלית הארקה.
35.	מבנים מתכניים למוליך הארקה	פרט למקומות של סכנה מוגברת יכולים מבנים קבועים מפנתה לשמש כמוליכי הארקה, אם החיבור בין חלקי המבנה המחוזה מוליך הארקה נעשה על ידי ריתק, סימרה, הברסת או חיבור ב-קיימא אחר, שיבטיח את הצטרות השמלית בין חלקי המבנה, דאם והתנגדות השמלית של מוליך זה מבטוחה תמיד קיים תכלית הארקה.
36.	פסי מתנת של ציד השמלי נג כמוליך הארקה	פרט למקומות של סכנה מוגברת יכולים פסי מתנת קבועים ודופים, שעליהם נג ציד השמלי, לשמש כמוליכי הארקה, אם שטחי המסג בין הציד השמלי לבין הפס הם נקיים ממוצר מבודד, ואם המוליך במקומות המגע של הציד השמלי אל הפסים המתכניים מבטיח התנגדות פגע השמלית נפוכה כדי לקיים את תכלית הארקה.

## התקנות החדשות (הצעה)

27.	מערכת מתכנית המתנת כמוליך הארקה	מותר להשתמש במערכת מתכנית כמפרס לחלק כמוליך הארקה בתנאי שהמערכת היא קבועה, מתנת מתאים לזרם מצוי לצבור זרם והחיבורים בין חלקיה מבטוחים התנגדות פגע נפוכה דיה, לאורך ימים, כדי לקיים תכלית הארקה; (א) צרת לאחסנת מים; (2) תיל נושא כבל או ציד השמלי אחר; (3) מענה או שדין של כבל.
-----	---------------------------------	--

ג. מלג – טרומס יוק

(ב) פרט למקומות של סכנת טונגרות פתורים בשימוש.

(1) סוגי,;

(2) מעטה של ציוד השמלך;

(3) מבנה;

(4) נקיים לשמור ציוד השמלך.

שגיחת מתחמת האסורה במסלך הארקה	28. אין להישמש, במוליך הארקה, בעקריות לחומרים המאיימים
	(1) ואסורים דליקים או נפיצים;
	(2) חומרים פאבלים;
	(3) מי שחבין;
	(4) מים חמים;
	(5) קטור;
	(6) אוויר דרוס.

### התאמה צמודה יותר לתקן הבינלאומי

במסגרת עידכון התקנות נעשה מאמץ לקרב יותר לתקן הבין לאומי וואג תוך הסתייגות מכמה וכמה דרישות שבו. לדוגמה, למרות שהתקן הבין לאומי מרשה הגנה באמצעות מפסק מגן למתח תקלה הוחלט כי שיטה זו של הגנה אינה ישימה בארץ. (אסוף) כוון הערה אישית, כאשר שאלתי בעל מקצוע טרויל מתי נכנס לאחורונה במיתקן המוגן באמצעות מפסק מגן למתח תקלה הוא התקשה לענות, כמו כן, החליטה הוועדה שאין לחסותקן, במיתקן המוגן במוח נטון, שמתח התקלה המצויץ יהיה פתח מאשר 50 וולט וואג לא פעולת המכבת (דרישה מצב של STEADY STATE) שאחר שבמקרה כזה גם אין ערובה שמאון ההתנגדויות לא ישתנה כך שהמכסה ימשיך לא להגיב אך מתח התקלה יעלה על 50 וולט. בנוסף לכך קיים מצב, שהוא בתחילת לא דגוי, שזורים זרם תקלה מסוים במסלול שלא תמיד מסוגל לעמוד בו ללא סכנת שריפה. כמו כן לא התקבלה הצישה של IEC שבתוך המיתקן עצמו ניתן להשתמש במוליך מיוחד לאפס הארקה (מוליך PEN) השימוש בו חגבל לרשות החלוקה בלבד במגני שמכניסה למבנה מאריקים מולק זה לאלקטרודה אפיה (כמון הארקה יסוד).

(שיטה זו מתוארת באותיות TN-C-S).

כן תכנסו בתקנות החדשות חתייחסויות למוליך מסוג-INSULATED EARTHED PEN TRAL שמוודך ביטולין המשמש בו אפיה במוליך הארקה ובמוליך אפסי וואג ברוח התקן הבין לאומי.

כמו כן הוכרה השיטה היצפה" (IT) כשיטה תגות בוכות עצמה, כפי שהדבר בא לידי ביטוי בתקן הבין לאומי, ולא כמו

בתקנה 11 שבתקנות הקיימות המרשה לוותר על התקנת הארקה שיטה בתנאי שתצויד במקרר הויקה במערכת שתפקח על הכידוד במיתקן.

אנכ, כאן אולי חמקים להזכיר כי בהצעת התקנות מסתמכים על התקן הבין לאומי כאשר איפוס סכנת TN הארקה הנגה מטטה IT וזיה צפה סכנת IT.

בהקשר לחגנה באמצעות איפוס (TN) והארקה הנגה (IT) הושלמה הסבלה הסתייגות לערכים המורביים של עכבת לולאת התקלה כפתקניה של מדל המכנה כך שבזמן תקלה יפעל המכסה תוך חמש שניות. לטבלה נוספו הערכים של מבטחים של 32 אמפר ו-40 אמפר.

נוספה גם דרישה שמוליך PEN ירשת עילית הבנויה ממוליכים חשופים יהיה מחוטר והזה לזה של מוליכי המפעלים.

בהתייחסות למפסק מגן למפסק מגן רבועל בזום דלק) הוכנסו עלי שינויים עקרוניים.

ראשית, הוותר השימוש, טבנה בלעדית נדד הייסמול, במפסק מגן שרגישותו היא 0.05 אמפר (ולא 0.3 אמפר כבתקנות הקיימות). טראה שבואת ניתנה הושגה לשאלות הרבות שהועברו במשך השנים תארוכות.

שנית, בתקנות קיימות היתה דרישה אזהר זיחידה באשר לאויות הוגנת - המבבלה של זרם ההפעלה של מפסק המגן בהתנגדות האלקטרודה המקומית למסה הכללית של האדטה אסור היה שתעלה על 50 וולט למיתקנים רגילים או 25 וולט (24 וולט) למיתקנים באזורים רפואיים או חקלאיים.

דרישה זו חייבה תיאוריות, מדידה של התנגדות האלקטרודה המקומית למסה הכללית של האדטה - מדידה שרוב

החשמלאים בארץ אינם מסוגלים לבצע הלכה למעשה.

בתקנות החדשות קיים תנאי חלופי לתנאי תיכל הווא שתגה באמצעות מפסק מגן כסדח כאשר התנגדות לולאת התקלה במיתקן נמוכה דיה כך שבזמן החיבור שבין שופע לחארקה יפתח זרם של למחות פי עשרה (10%) מזרם ההפעלה חנקוב של מפסק המגן. תנאי זה גם מאפשר מדידה קלה ונוחה בהתאם לדרישה לקיום התנאי. המדידה היא באמצעות מכשיר למדידת עכבת לולאת התקלה (INTERFACE IMPEDANCE LOOP TESTER), מכשיר (כך אני מקווה) שגמצא מדידות החשמלאים וגם משאיר מרווח בטירות מסיבית למקרה של עליה מסוימת בערכת של עכבת מסוימת כסרכיב כלשהו של לולאת התקלה.

טראה לי שהשינוי הזה בודישות התקנות סהוות הקלה משמעותית בשימוש במפסק מגן באמצעי המגה בלעדיו וואג ללא ויתור כלשהו מבחינה בטיחותית.

בעיה נוספת אשר גרמה לכאבי ראש נוצרה כאשר היה צורך בהדלת חיבור אצל צרכן קיים שהיה מסוסס במבנה ישן אשר בו אין הארקה יסוד. העלית חיבור כזה סהווה, מבחינת התקנות, ישינוי יסודי שמחייב את החלת התקנות החדשות עליו, ככלל את הדרישה לפעולת המכסה - גם הראשי (במקרה של תקלה), תוך 5 שניות. דרישה זו כמעט לא ניתנת למימוש כאשר לא נעשה איפוס (TN) בבניסה למבנה, כדי לאפשר השפת תנאי חזה (כנוסף לאפשרות השליח הניתנת בתקנות - התקנת מפסק מגן) מאפשרות התקנות החדשות התקנת איפוס ללא תארוקת יסוד בהתאם לסוגי להלן:

הארקה יסוד	(א) לא ישתמש אדם באיפוס כמבנה אשר אין בו הארקה יסוד כהתאם לתקנות החשמל (הארקות יסוד).
	(ב) על אף והאמור בתקנות משנה (א) מחויב להשתמש באיפוס במבנה אשר אין בו הארקה יסוד כאשר יש לו אלקטרודת הארקה מקומית תקימת בטבנה תשוואת חפושניאלים כנדרש בתקנות החשמל (הארקות יסוד), למגנט חובת חיבור לגוון המבנה, קיימים בטבנה צרכנים נוספים המוגנים בשיטת הארקה הגנת (IT), תוסב מהגנת אצלם לחגנת בשיטת האיפוס. הוצאות התסכה תחולקת על חסומין שבכללו נעשה מאיפוס, בעלי חסינתקנים האורזים אינם רשאים לסרב להסדר זה.
	(ג) לא ישתמש אדם באיפוס במבנה שבו ההתנגדות בין הארקה יסוד או אלקטרודה המקומית והמסמ הכללית של האדטה שקלת על 20 ואהם.

(המשך המאסר בעמוד 14)

# רשימת חומר תחיקתי המתייחס למיתקני חשמל

מס' סדר	הנושא	מספר הפרסום בספר החוקים (ס"ח) בקיבוץ התקנות (ק"ת) בילקום המידעומים (י"מ)	תאריך הפרסום	הערות
1	חוק החשמל התשי"ז - 1954 ותקנותיו	ס"ח 164	3.9.1954	
	חוק החשמל	ק"ת 1809	17.12.1965	פורסם תיקון: ק"ת 3373 מ-1975
	התקנת סובלים	ק"ת 3531	25.3.1976	1) בא במקום התקנת מ-1957 2) פורסם תיקון: ק"ת 4964 מ-1986
	כללים להתקנת לוחות כמתח נמוך	ק"ת 2567	4.6.1970	פרסמו תיקונים: 1) ק"ת 4151 מ-1980 2) ק"ת 4973 מ-1986 3) ק"ת 5162 מ-1989
	חתקנת מוליכים	ק"ת 4271	13.9.1981	בא במקום התקנות מ-1978
	הארכת יסוד	ק"ת 4731	28.12.1984	1) בא במקום התקנת מ-1979 2) פורסם תיקון: ק"ת 4979 מ-1986
	מעגלים סופיים הניווים במתח נמוך	ק"ת 4350	16.5.1982	
	הגמקה והגנה של מוליכים במתח עד 1000 וולט	ק"ת 2034	28.4.1967	1) בא במקום התקנות מ-1966 2) פרסם תיקון: ק"ת 3410 מ-1975
	עבודות במיתקנים חשמליים חיים	ק"ת 4643	10.6.1984	1) בא במקום התקנת מ-1962 2) פורסם תיקון: ק"ת 4713 מ-1984
	הארכת ויטות רגנה כמו השימל במתח עד 1000 וולט	ק"ת 1949	28.10.1966	פרסמו תיקונים: 1) ק"ת 4166 מ-1980 2) ק"ת 5111 מ-1988
	התקנת כבלים	ק"ת 4778	22.3.1985	1) בא במקום התקנות מ-1963 2) פורסם תיקון: ק"ת 5020 מ-1987
	רשיונות	ק"ת 5000	26.1.1987	1) בא במקום תקנות בדבר רישוי מיתקנים חשמליים מ-20.2.1958 2) פרסם תיקון: ק"ת 5163 מ-22.1.1989
	התקנת רשתות חשמל עליות עד 1000 וולט	ק"ת 5158	10.1.1989	
	תקנות הבטיח החשמל (התקרביות והעלבויות בין קווי בול לבין קווי חשמל)	ק"ת 4909	6.3.1986	
2	הכללים לאספקת חשמל למרכזים (בתאם לאישור של האגודה והתאחדות המאגזין 15.5.1987			
3	התקנות הודעתו של מנכ"ל חברת החשמל שפורסמה בילקום המידעומים 3496 בתאריך 07.11.87	ק"ת 3518	17.1.1988	בא במקום הכללים שפורסמו ביום 24.10 מ-6.2.1978
4	חוק התיכונן והבניה התשי"ח - 1965 ותקנותיו	ק"ת 1005	12.2.1965	
	הנבלת אספקת חשמל	ק"ת 2581	8.7.1970	פורסם תיקון: ק"ת 4111 מ-1980
	הדורות של יבנון גבוהי, יבנון רב-קומותי, ויבניה קובקת לבניין	ק"ת 2581	8.7.1970	פורסם תיקון: ק"ת 4111 מ-1980
	גורסור חשמלי	ק"ת 2582	8.7.1970	פרסמו תיקונים: 1) ק"ת 3884 מ-1978 2) ק"ת 4464 מ-1983 3) ק"ת 4630 מ-1984
	התקנת מערכת הארקה וקולט ברקים	ק"ת 4111	17.4.1980	פרסם תיקון: ק"ת 4470 מ-1983
	התקנת מערכת הימס מים באספקת אבריות קטש	ק"ת 2581	8.7.1970	פרסם תיקון: ק"ת 4111 מ-1980
	סביעת מכשירי טיטה מעל בנין (מסורות והוראה)	ק"ת 2581	8.7.1970	
	אספקת חשמל לרשתות מילית	ק"ת 2581	8.7.1970	
	תאורה כחודי מודרנות	ק"ת 2692	9.5.1971	פרסם תיקון: ק"ת 4111 מ-1980
5	תקנות התאגדות אריות (ספרטים לבניית מכלסטים)	ק"ת 4207	3.3.1981	
6	תקנות רשות לאריות לאריות (מיטחה על גיליות צריבת אריות במפעלים)	ק"ת 4762	14.2.1985	
7	תקנות רשות לאריות לאריות (ביצוע קטר אריות)	ק"ת 4940	17.6.1986	
8	תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל)			

הוא נסמך על ידי איגוד המהנדסים והמהנדסות לייעול המדינה, אגף המדיניות, חברת החשמל

בהמשך לכתבה שהופיעה ב"התקע המצדיע" מסי' 41, יוני 1988, עמודים 42 ו-43, מובאת להלן סקירה על תקנים ישראלים ועל גליונות תיקון לתקנים בשטח החשמל והאלקטרוניקה, שפגאו לאור לאחרונה.

יתר, מערכת אלה מיועדות לשימוש באזור בנגיה, במיתקנים ביתיים, במיתקני תעשייה ופלאטה ובמיתקנים דומים שאינם מסקור של זרם חילופי, שתדיר 50 הרץ, בעל הארקה שיטה. חארכים תקובים המירביים של המערכות שהתקן חל עליהם הם מוח 250 וולט לאדמה, זרם 32 אמפר, זרם דלף 0,030 אמפר. אם המארכת כוללת גם הגנה מפני זרם יתר נדרש כושר פיתוג סינפלי כזרם קצר של 3,000 אמפר.

**תיי 1331**

**ספקי כוח קטנים**

התקן בא במקום ספרט השנחה מפדח 24, מפרס 1976.

התקן חל על ספקי כוח קטנים למתח ישר או למתח חילופי, שמתח זינתס תקוב הוא בתחום מ-220 עד 240 וולט בתדר נקוב 50 הרץ. מתח מוצא בזרם אינו גדול מ-24 מלס והספק המוצא אינו גדול מ-10 וואט.

**תיי 1331- חלק 1**

**מערכות אפקה לגילוי פריצות: יחידות בקרה**

התקן חל על מערכות אפקה המיועדות להקטנה בתוך מבוים והמשמשות להתראות מפני שוד פריצה, כשהפעלים והתקני להתראה מתקנים במקום המיועד להגנה. התקן דן גם במערכות אפקה המיועדות להיכוז למקד בקרה מרכזי.

התקן מבוסס על התקן האמריקאי 1076 ANS/CT. משנת 1982 על גליונות התיקון וטרבא בעיקרו בשפה האנגלית. בשפה העברית טובאים סעיף הלוח התקן, איטורים, כותרות סעיפי התקן האמריקאי ומקורו והשתיים והתוספות בסעיפי התקן חשובים שבהם התקן הישראלי נבדל מהתקן המקורי האמריקאי.

**תיי 1357**

**בטיחים להדמילים של מתיכים זעירים**

התקן: טרבא בעיקרו בשפה האנגלית, הוא דנה לתקן של הגזכות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה I.E.C. 257 משנת 1968 על גליון התיקון שלו משנת 1980 וזמש אושר כלשונו כתקן ישראלי.

בשפה העברית טובאים סעיף אי-הלוח התקן וסעיף ב-ייעוד התקן. התקן חל על כל הסומים של בטיחים להדמילים של מתיכים זעירים, שמייעדים לשימוש כללי, לרבות השימוש בניגוד אלקטרוני. הבטיחים מיועדים למתיכים מטיפוס מוצברו ומטיפוס

723, דן בדרישות כלליות ובטיחות בדיוקה. הוא חל על נורת ליכוד שמיועדות להתקנה בפנסים השונים של כלי רכב מפתעים, כמון פנסים ראשיים, פנסי איתות, פנסי הצוה, כמפזים מנקאות משרד התחבורה, מילות ונתונים טכניים אחרים של הנורות טפנטים בתקנים המיוחדים, כלומר, בתקנים תיי 713,7.

**תיי 199**

**מיתקן אנטנות לקליטה מסותפת (אק"מ)**

התקן חל על מיתקני אנטנות, המותקנים בבתיים שמשמשים לקליטת שידורי כיכור, שידורי טלוויזיה או שידורי רדיו או שניהם. התקן חל על מיתקנים שהאנטנות שלהם מיועדות למטרות קליטה בלבד בתדריים נבחרים מ-30 מנאחץ.

התקן בא במקום התקן הישראלי תיי 704 משנת 1973 על גליונות התיקון שלו ובמקום התקן הישראלי תיי 799 משנת 1973 על גליונות התיקון מנובמבר 1975 ומינואר 1983.

**תיי 1110**

**מערכות חיבור למכשירי חשמל לשימוש ביתי ולשימושים דומים**

התקן חל על מערכות חיבור המיועדות למכשירים חשמליים לשימוש ביתי או לשימושים דומים, שמתחם חז' מפעי אינו גדול מ-250 וולט, שזרםס אינו גדול מ-16 אמפר ושיתורם 50 הרץ. התקן חל גם על בתי מבנו ששהווים חלק מהמשטי.

**תיי 1155**

**כבלים לתדר שפע: כבלים למיתקני תקשורת בעלי ביזור ומעטת הגנה עשויה מפוליוטיל כלרי**

התקן (טרבמבר 1987) בא במקום התקן הישראלי 1155 משנת 1983.

התקן חל על כבלי תקשורת להתקנה בתוך מבנים שמתאימים להעברת אותות בתדר שפע. הכבלים, שהתקן חל עליהם, מורכבים ממוליכי נחושת מבודדים בפוליוטיל כלרי ומגזכרים יחד במעטה הפה עשוי מפוליוטיל כלרי.

**תיי 1330**

**מערכות מיטלטלות להגנה מפני זרם דלף**

התקן חל על מערכות חר' מופיעות ותלת מופיעות מיטלטלות להגנה מפני זרם דלף של חלקי מתקן ושל ציוד המטלי מיטלטלים מסוג I. כמובד' בתקן הישראלי תיי 900, מוצר שהמערכות יכללו גם הגנה מפני זרם

**תיי 131**

**תקנים ובתי תקע לשימוש ביתי ולשימושים דומים עד 16 אמפר**

התקן בא במקום התקן הישראלי תיי 32 משנת 1971. התקן הוא של הגציבת הבן לארמית לאלקטרוטכניקה I.E.C. 824:1-1987 שאושר בטיגומו לעברית בתקן ישראלי כמסופת ובשינויים.

התקן חל על תקעים ועל בתי תקע חד מופיעים קבועים או מיטלטלים, שמתחם התקוב הוא בתחום שבין 50 עד 250 וולט בזרם חילופי ושזרםם התקוב אינו גדול מ-16 אמפר, הבוללים או אינם מוללים מלוח הארקה. חם מיועדים לשימוש ביתי ולשימושים דומים בטמפרטורה אופמת שבדרך כלל אינה נבוהה מ-35 מעלות צלסיוס.

התקן חל גם על בתי תקע משולבים עם מפסקים חשמליים, המתאימים לתקן הישראלי תיי 33 או עם מפסקים חשמליים ונורות סימך.

התקן אינו חל על חתמים ובתי מחבר, שחל עליהם התקן הישראלי תיי 110 ועל תקעים למכשירים ומינים למכשירים שחל עליהם התקן הישראלי תיי 285.

**תיי 153 חלק 2**

**תיבות חיבורים למיתקני חשמל: תיבות חלחל - תיבות פח-פלדה עבה וציקת אלומיניום**

התקן חל על תיבות התקנה ועל תיבות סעי, הסועיעות לחיבורם, להאחרתם ולהסתעפותם של מוליכי חשמל מבודדים, במיתקנים שבהם המתח בין מוליכים אינו עולה על 3000 וולט.

התקן חל על תיבות עשויות פח-פלדה עבה או ציקת אלומיניום, הוא אינו חל על תיבות פח-פלדה דק, שעליהן חל התקן הישראלי תיי 353 חלק 1.

**תיי 713**

**נורות לבלי רכב**

מדובר במידות תקנים הכוללת את: תיי 713, תיי 1,713.1, תיי 713.2, תיי 713.3, תיי 713.4, תיי 713.5, תיי 713.6, תיי 713.7.

הסינרה באה במקום סיוורת תקנים תיי 713 משנת 1968. התקן שבראש הסיוורת, תיי

א. ווא - רכב משמדות תקינה, האנן לתקנה סבת התקנים הישראלי

יבנטי, שואם הקוב אינו גדול מ-16 אסטר ושמותם הקוב אינו גדול מ-2000 וולט, חן בורס חילופין וכן בדרם ישר.

התקן כא לקבול זרשעות בטיחות אחידות לבסיסים לתרמילים של נגזרים זעירים ולהתאמה בין הבסיסים לבין תרמילי התמיכה.

**תי"י 1361**

**מובילי פלסטיק לפתקני חשמל, תקשורת אלקטרוניקה**

התקן חל על מובילי פלסטיק, שמועדים להתקנה בעיקר בטייתקני חשמל, תקשורת גאלקטרוניקה. מובילי מונר בתקן כיימדיית חסינות להכול מוליכים מבודדים, כבלי חשמל ותקשורת ולהקן עליומים.

גיליון תיקון מס' 4 מאוגוסט 1988.

**תי"י 1391**

**חחממי מים חשמליים בעלי ויסות תרמוסטטי וכיוד תרמי**

תיקון טשת.

**תי"י 137**

**מצברי התענה: טיפוס עופרת - תמצה**

גיליון תיקון מס' 2 מיוני 1988. עיקר התיקון מוגיחה לטיטון.

• כתוב מנה זה בתיקנות תחשולי (התקנות מובילים) משנת 1965, "יטובי", ואלט הבניכ בתקן זאא ישומלי.

לשיכון ולבדיקת חוזק חסימני.

**תי"י 1286**

**ציוד חשמלי לשימוש באסוסמירות נפישות של גימז דרישות כלליות**

גיליון תיקון מס' 1 מנובמבר 1988. מתייחס לטיכון הנבז מסתפקות פתקן אלקטרוסטט במטנסות מפלסטיק.

**תי"י 1332**

**מפסק מגן המוצל בורם דלי**

גיליון תיקון מס' 4 מאוגוסט 1988. מתייחס לבדיקת האמיתות.

**תי"י 840 - חלק 1 - (קני 1986):**

**שרט זביק בלתיצה לבידוד חשמלי קרט על בסיס פוליזינל בלוי**

גיליון תיקון מנובמבר 1987.

התקן חל על קרט זביק בלתיצה, העשוי על בסיס פוליזינל בלוי מוכי, תסופח זבק מעברו האחד המותל לבידוד חשמלי במתח עד 1000 וולט. גליון התיקון מתייחס לפרטי בדיקת אחיכ.

**תי"י 1326**

**מדיות גלים חשמליים**

גיליון תיקון מס' 1 מיוני 1988. מתייחס לבדיקת מסוימות.

**תי"י 1331**

**ספקי כוח קטנים**

גיליון תיקון מס' 1 מאוגוסט 1988. מתייחס לבדיקת.

**תי"י 149**

**תנודי חשמל להקת חורים**

גיליון תיקון מס' 4 מנובמבר 1988. תוכנו מתייחס לפתקיו זנה של תנודים להוטאים.

**תי"י 457 (משנת 1962)**

**פחממי מים חשמליים ללא ביוד תרמי**

יצא לאור גליון תיקון מס' 7 הנבז לעדכן את התקן תי"י 457 משנת 1962 על גליונות התיקון שלו. ברט מתקנים עם חתקן וחלותו. השם החדש הוא: פחממים חשמליים לחימום מתיר של גימז מחממים ללא ביוד תרמי. התקן חל על פחממי מים חשמליים שקיכולם 5 עד 60 ליטר שמחברים בקביעות לרשת מים ושהמים מתחממים בתוך מיכל שאט מבודד תרמית עד לטמפרטורה שאמכה מנקדת והתיחה. הפחממים מווסתים על ידי תרמוסטט וניאונים במתח שאינו גדול מ-250 וולט.

המחממים, שהתקן חל עליהם, מיועדים להתקנה במקומות מקורים, לשימוש בתני ולשימושים נופים כגון: במספרות, במסעדות בראיות ובבני מלאכה.

**תי"י 463**

**מאזרי שולחן חשמליים חל עליהם, מיועדים להתקנת**

גיליון תיקון מס' 8 מנובמבר 1988. מתייחס לרלות הבדיקה של מקדים החספס.

**תי"י 583**

**שמילות, קדינים, בריות ומדונים מחוממים בחשמל**

גיליון תיקון מס' 1 מתייחס בעיקר לטיטון.

**סקירה ודברי הסבר על השינויים בתקנות הנוגעות להארקות ולאמצעי הגנה נגד חישמול**

**סיכום**

התקנות החדשות להארקות ושטות

— וזאת ללא ויתור על רסת ההגנת בפני חישמול.

בעת כתיבת שורות אלה, טרם מורסמו התקנות כצרותן הסופיות ותמחייבת לכן, מבהיט החוק עדיין איך וכן תקפת והתקנות הקיסות חן אלה שמהייבות. יש לקומג שועדת ההוראות תפעל בגריות והתקנות החדשות תפולסמזה בקרוב.

בהצעת התקנות החדשות להארקות ושטות הנח בפני חישמול במתח של עד 2000 וולט חוכנסו מספר תוקונים ושינויים שמסלתם לפשט את חניסוח ולחכנס מספר שינויים עקב לקחים מיושים התקנות הקיימות ותעודך בהתאמתן לפטרון בעיות שהתעוררו

כפי שניתן לראות הרי במקרה כזה אם נמנה קיימים זרכנים נוספים שמוביים בשיטות הארקות הגנה (TT) יש לעשות, עבורם, הסכה להמה בייסת חייפוס (TNT) על חשבון המושקן שבכלו פשה השינוי.

# קוד צבעים ישן תבע את קורבנו

אינג' ויקטור זיס

## נסיבות התאונה

על שני נערים בחופשה הוטל לשאוב מים מבריסת זנים באמצעות משאבה חשמלית תלת-מפעולת נידלת. המשאבה הוצבת בתוך הכריכה והתקע 16X3 אמפר בעל חמישה סינים הומס לתוך בית תקע בלטה משוררין שהיה מותקן סמוך לכריכה. מיד עם היגד התקע לבית התקע הותלת מפעלי יקפצוי שלושת פסקי הורס האוטומטיים חזערים שבלוח והפסקו את היתה (ראה איור 1). אחד הנערים יתפסי יזנחה וקבע צדיך להעמיר את המשאבה באופן יציב על קרקעית הבריכה. הוא ניגש למשאבה, חציב אותה בצורה טובה (לדעתו) על קרקעית הבריכה וביקש מחברו לחבר את פשרת שלושת פסקי הורס האוטומטיים חזערים. תוך כדי החיבור צעק הצור, שעמד בתוך הבריכה והתזיק במשאבה: יתאמשמלתי וצנח ללא רוח חיים. במקביל נפסקה שנית מערכת שלושת פסקי הורס האוטומטיים חזערים.

## פסקות

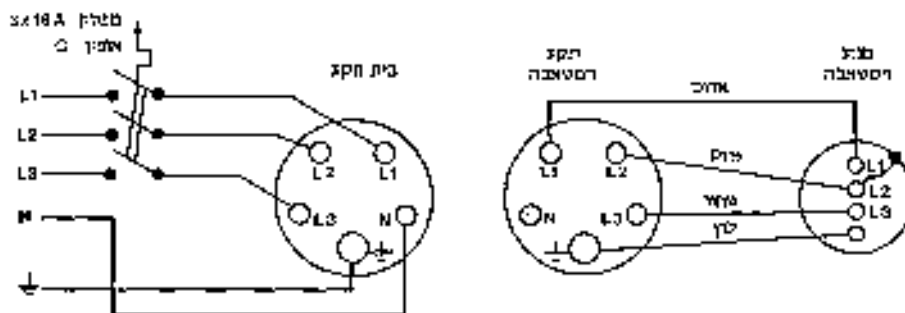
בחקירת נסיבות התאונה התברר המשאבה (בעלת מנוע טיבל כשמן), היתה מצוידת בפתיל זינה בעל פולימרים מכווידים בווני היכר מפעלים ללבן, ארום, יודק, שהודק. לתקע מסוג תעשייתי 16 אמפר בעל חמישה סינים (התקע, אפס ושלושה מופעים), חובר

לפתיל היתה בתנאים לפסופן באיור 1. האדם אשר חיבר את התקע הסתמך על העובדה שבצבר נחגו לסמן בארץ את חמוליק ההארקה בזון לבן ולכן חיבר אותו לפין הארקה לחפון העבה של התקע. אך לרע חסול המשאבה היתה פערות מדינה שפח נדעו לסמן את הארקה בזון ירוק.

כפי שראח בטנן ברור באיור 1 החבר על הוץ הסתכנו של המשאבה פוטנציאל של 230 וולט כלפי תאדמה וחסותח בין המופעים 1-2 במשאבה היה 230 וולט בסקות 400 וולט. שילוב של שתי תקלות אלו גרם לשיבוש בפעולת מנע המשאבה, לניתוק מערכת פסקי הורס האוטומטיים חזערים וכן לחימול הוץ הסתכני של המשאבה. חימול זה מסכן כ-2-1 עינות על להפעלת

משרכת פסקי הורס האוטומטיים חזערים שהופעלו כתוצאה מורטו יתב שנוצרו כמנת שהיה מון בחלקו במתחים ירודים. זפך התגובה היה מספיק ארוך על סנת לגרום להושמול קטלני לטעו שלמד בזון בריס המים אשר התנגדות זופו לכתמים כאלה יורדת לערך שבין 500 אום עד 1000 אום. במילים אחרות - שרמנת תורם שעברה דרך גוף הנער המוחה הגיעה לערך שבין 230 מיליאמפר עד 460 מיליאמפר.

חלקה מהתאונה הגיל פשוט למדי - און לססוך על גונני תחיבר של פוליכים ויש לבדק את תקנות החיבורים לטור השלפום באמצעות מכשירים נבמיהוד את הרציבות חשמלית בין פין הארקה שבתקע לבין חפון המתכני של המכשיר.



איור 1 תרשים סכמתי של חיבור המשאבה

# לא תמיד קל להחזיר אספקת חשמל לאחר פעולת מפסק מגן

אינג' ויקטור זיס

אצל צרכן דירתו מסוגים קרתה הפסקת חשמל כאשר הוא משך בשנח פתיל הזינה של מנורת לילה שזוהת מחווקת לקיר. ההפסקה נדרסה על ידי הפעלת מפסק מגן 25X2 אמפר בעל רמישות של 30 מיליאמפר. הצרכן שחכוין תוך כדי חתקלה ביאשיי (קשת חשמלית) בסיבתו של מפסק מנורת הלילה, פעל בצורה נכונה. הוא ניתק את מנורת הלילה באמצעות שליפת התקע שלה סבית התקע וניסה לחבר מחדש את מפסק המגן, אך זה לא התברר. הצרכן עשה ניסון נוסף להתנבר על התקלה - הוא ניתק את כל המכשירים החוברים באמצעות תקעים לבתי התקע וכן את דוד החשמל שחובר באמצעות מפסק דו קטב. גם לאחר ביצוע

לצדו של הצרכן הנבר לו כי הצקלת צדיין לא תמו. כאשר חובר מגן האוויר לבית התקע שלו הופסק המיתקן שנית על ידי מפסק חפס. בבדיקה שנערכת הנבר שרמנת הברוד של מגן האוויר ידה לערך של 50k כלבר כתוצאה מפריצה בקבל של 10uF. הפריצה בקבל גרמה כתוצאה מרצו קטן, בגודל ראש סיכה, אשר גרם לנולת שפן (החלשת התנגדות הברוד).

**לקחים**  
מפסק מגן הפועל בארם זלף תרם ללא ספק להובלת רשת הכיורוח של פיתקני החשמל הכיתניים, לפעמים, עלול המפסק לגרום לבעיות מחווקה ועל הצרכנים להיות מודעים לכך. את התקלות יש לפתור בעזרת איש מקצוע מוסמך - חשמלאי סודשה - ולא לנסות ולאחר תיקונים.

כל פעולות הניתוק לא הצליח לחבר מחדש את מפסק המגן. במצב זה מנה תצרכן לחשמלאי מורשה. בבדיקת התוצאה גילה החשמלאי את השרטים הבאים. ערך התנגדות הברוד באיור נמופעלים ידה כמעט לאפס. ידלת התנגדות הברוד נדרסה מפריצה בין שני מתדקי תומב (מופע והארקה), שחחורים ביחד באחת סתיבות האתלעפות. בבדיקת החיבורים באחת תיבה הסתבר שהיה מגע רופף בשרדק מוליכי המופע שגרם להתפרצות חלקית של המתדקים. הברוד המוחלס כמקום זה נפרך על ידי גל מתח היתר שנוצר בזמן הפעלת מפסק המגן כתוצאה מהתקלה במנורת הלילה לאחר החלפת שני המתדקים, חזרה התנגדות הברוד המועל לרמנת התקינה וניתן היה לחבר מחדש את מפסק המגן.

1. זיס - שחל עיניי החשמל, פשרת האנגולה והתשמות

# הכל בגלל אפס אחד

אינג' יוסף בלבל

## לקחים

הלקחים מהתאונה הגיל הם:

1. יכולת הציוד או סוכר הציוד היו חייבים להתקין בפתיל המשור תקע תקני ישראלי.
2. מאחר שהדבר לא נעשה, הרי שהמעבד שמעז את המשור ליוסף היה צריך להעבירו לחשמלאי כדי להסיר את התקע המקורי ולהרכיב במקומו תקע תקני ישראלי.
3. איילו היות חמשירי סגוף באמצעות מסק מן הפעל כרוס ולף לאדמה, בעל רגישות של 0.030 אפס נבדרש במקודת הכטיחות בעבודה, יש לחיזה כי לפרות ההלכ הראשוני היה יוסף בלבל.

החדר השני.

בחקירות נקיבות התאונה התבררו הפרטים הבאים:

1. יוסף שכת לשלף את התקע של הפתיל המארין מבית התקע כבית הסמוך לפני התחלת הרחבת החורים.
2. תוך כדי הרחבת החור במסכה של בית התקע החליקה ידו של יוסף מהירות אל הקנה המתחני של המברג שבאותו זמן היה כבר במוע עם השפופרת של הסופע (מאמה).
3. ידו, גופו ורגליו של יוסף סגרו מעגל חשמלי שהשפיע אל האדמה הלחה שעליו עמד, מלת חססל זו הייתה קמליות ויוסף נהרג במקום.

על יוסף הטיל לחתוך צינורות בסוף למטרה זו סגר לו מעבדו משור השפלי חדש לצמרו טבורד בנידוד כפול וכן פתיל מאריך תקני הממלכל על בני ונף.

יוסף חיבר את הפתיל המארין שיכול לבית תקע בבית הסמוך למקום עבודתו ואז גילה שהמשור חיה בעל תקע מקורי גרסני בעל שני פינים עגולים עבים ושוקן. הפינים של התקע לא התאחדו לבית התקע תוקני הישראלי שהיה מותקן על התוף.

יוסף, שחיה יבעל ידי ותבי, תפס יומפה והחליט להרחיב את החורים שבמסכה בית התקע באמצעות מברג בעל ידית מחומר טבורד וקנה סתובני גלוי, הוא הצליח להרחיב חור אחד בלבד ונהרג מחיטוטל בוטן הרחבת

# בתי תקע רבי יציאות המוצלבים בין מופע לאפס איסור השימוש

אינג' יוסף בלבל

הופיע סתח מלא על גוף המקור שגורש לקישמל.

## מסקנות

קיים איסור מוראט לתשתמש בבית תקע רב יציאות מוצלב בין מופע לאפס ולהכור לבית התקע הקבוע בקיר. במיוחד מסוכן לדבר כאשר חלקי בית התקע רב היציאות אמנם מצורכים בחדש בחוק, יש להפעל לחלוטין מן השימוש בבתי תקע לא תקינים באלה. הסיבה מעיקרית לתקלה הוא כאמור החלפת סיקום פוליוו האפס וההאקרה בתקע. התקינה קובעת כי בטיחות של משירי אסור שכתיה ולניה בהחלפה של מופע האפס.

בעל הבית תקע רב יציאות אשר החלי אורשה בתי תקע המחוברים ביניהם ביחד וזאת לשם חילור ארבעה מכשירים בו זמנית מבית התקע היחיד שחיה במקום.

בגוף המשותף של בית התקע רב היציאות חוברו שני בתי תקע כקודש בחוק ובשני בתי התקע הנוספים חובר הדף המופע לצד שמאל הדף האפס לצד ימין, כלומר: חיבון המופע והאפס הוחלפו ביניהם (הועלבו).

הפועל תקע את התקע רב היציאות לבית התקע היחיד שחיה במקום. לרוע מזלו חיבר את תקע המקור לאחד מבתי התקע שבחם החלפו האפס והמופע ביניהם, בסעב זה סף המקור חובר ישירות לסיליך המופע ולכן

באחד המרחנים בגפת באר שבע החשמל פועל כשבע בטקור לאיחסון גלידה. בחקירה המקרה נמצא כי התקע של המקור חובר כך שמוליך תחאקרה חובר לבין האפס וסיליך האפס רועב לבין ההאקרה. התקע היה תקוע בבית תקע יחיד שחיה במקום שבו החיבלים כובעו בחדש בחוק: מופע—לחודש הימני, אפס—לחודש השמאלי והאוקה—לחודש האמצעי.

במצב המתואר לעיל פעל המקור בין המופע וההאקרה ואילו האפס שימש להאקרת גוף המקור. בחיבון המקור כאמור, לא הורש השימוש.

עקב ריבוי מכשירי החשמל במקום, קנה

# השוואת פוטנציאלים של המסילות ב"פיר" המעלית

אינג' יוסף בלבל

לגשר את המסילה של המעלית אל פס תשונאת הפוטנציאלים וכך תוכטה הרציפות בין הריצפה לתא המעלית. התקנת מהייבת רק במיתקנים חוישים במבנים בעלי האקרת יסוד. ניתן להאדיק מסילות של מליות במיתקנים ישנים יותר.

מלכו הותג והופיע מותח בין ריפפת חקומת לבין תא המעלית. ניתן היה למנוע את החיטוטל אם מסילות הברזל של המעלית חיתנה מנושרות לפס השוואת הפוטנציאלים של הבית. לפי תקנת החשמל - האקרת יסוד - רחבה

באחד מאיוזרי סתוו הדרום בחלרת החשמל נעקבלה חודיעת על חיטוטל תא הנוסעים במעלית. בחק חכרת החשמל שנשלח למקום מצא שהכבל הסוין את תא הנוסעים היה פסס ומלין המופע נגע במסילה של התא. חיטוטל המסתלה עבר לתא הנוסעים ודף

י. בלבל - מנהל מחלקה, מאמל הערמטה, סחא הדרום, תסתת מלישמל



# הפרדת השדות בלוח החלוקה

איגו מקסיס קרמניקוב

הזרם במעגל הנשל דרך האפס של חברת החשמל, תאריקת השיטה של השנאי, האדמה ותאריקת השיטה של הגנרטור. תיאור סכמתי של המיתקן מופיע באיור 1. מעגל הזרם מסומן בחץ. אשר נותק החיבור של חברת החשמל ננקודה 4 בהדגשים 2) נוצר שדה של 230 וולט בין סלילי החיבור לבין הארקה (הדגשים 2). כלומר האדמה

יש לציין ששדה של 230 וולט לאדמה נמדד לא רק כלפי מוליך האפס אלא גם כלפי מוליכי המופעים וזאת עקב הרציפות החשמלית בין מוליך האפס ומוליכי המופעים דרך העומסים הבלתי חוציבי.

## מסקנות

בלוח החלוקה של המיתקן הנדון לא התנה הפרדה נראית לעין בין הציוד של השדה החיוני והבלתי חיוני (איור 3) ויתכן שזאת הסיבה לחיבור לא נכון של המעגל. מומלץ להתקין את הציוד לפי השיטה המתוארת באיור 4, כלומר הפרדה מוחלטת בין השדה החיוני לשדה הבלתי חיוני – כולל בניסת המנצלים לזה.

בדרך כלל סביר להניח במקרים כאלה, שהמפסקים חלקי ייחורת החשמל-גנרטי אינו תקין, אבל בבדיקה התברר שבמיתקן הנדון המפסקי-חלקי תקין לחלוטין. המפסק החלקי היה מורכב משני פלוגים ארכטרוקוטביים נפרדים, וצווינו בשני שולכים – אחד מבני הושיח חשמלי, כאשר כל אחד מהשולכים שנה חיבור במקביל של שני מאטסקות – חברת החשמל והגנרטור.

לארץ בדיקה יסודית אתה מקור התקלה באחד מלוחות החלוקה שבמבנה.

המיתקן כולל עומס חיוני ועומס בלתי חיוני והמפסקה החלופית שהגנרטור היא עבור העומס החיוני בלבד. לפיכך, בדרך כלל בכל לוח חלוקה שני שדות, שדה של עומס חיוני ושדה של עומס בלתי חיוני. מובן שבין שני השדות חייבת להיות הפרדה חשמלית מוחלטת, כלומר, גם פסי אפס נפרדים.

באחד מלוחות החלוקה נמצא מעגל שבו מוליך המופע מחובר לשדה החיוני ומוליך האפס לשדה הבלתי חיוני.

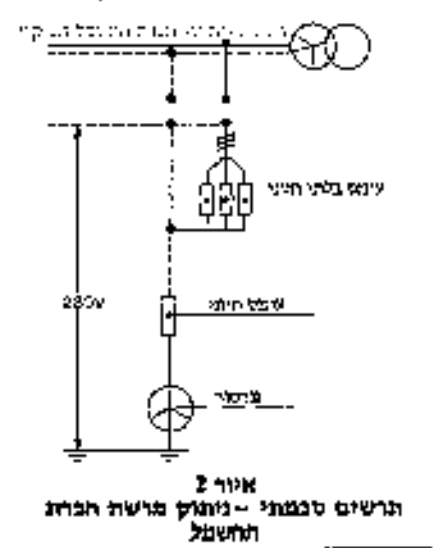
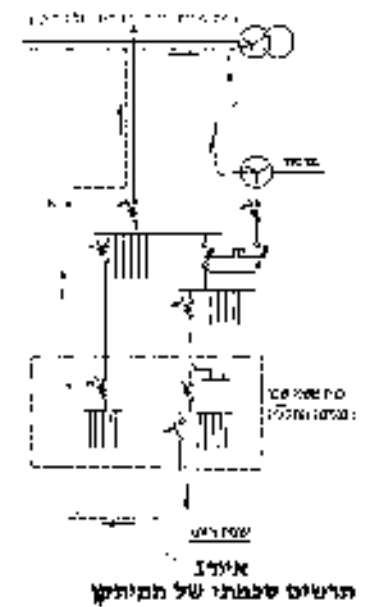
במצב דגל, כאשר החיבור של חברת החשמל היה תקין והגנרטור הפעיל, נסגר

באחד הימים ביצעו עובדי חברת החשמל שניינים בקטע מסויים של רשת עילית במנהל נמוך וכתוצאה מכך נותקו החיבורים לכתום שנינוו מקטע זה של הרשת.

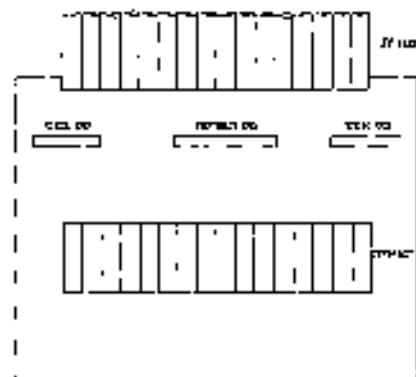
תוך כדי ביצוע העבודה, קיבל אחד מהעובדים חברת החשמל כאשר נגע באחד מהשולכים אשר נותק פדאשת זרק בדרך נס לא הסתיים האירוע באסון.

בצייקה שנערכה מיד לאחר האירוע התברר שהמוליך המחשמל שיוך לחיבור מבנה שבו קיים גנרטור פרטי לאמסקה חלופית.

כאשר נותק המבנה טורפית הפעל הגנרטור אוטומטית ובקצת החיבור, מצד הרשת, הפגיע שדה של 230 וולט כלפי האדמה.

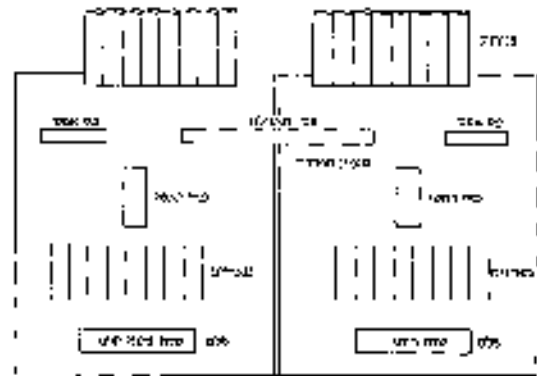


מ. קרמניקוב – מולקת ערשום טכנת, שרנו 7, חברת החשמל



איור 3

לוח החלוקה – אין הפרדה נראית לעין בין השדה החיוני לשדה הבלתי חיוני



איור 4

לוח החלוקה – הפרדת בין השדה החיוני לשדה הבלתי חיוני

# הגנה בפני מתח-יתר במערכות בקרה ותקשורת

ד"ר יצחק יורעאלי

המאמר דן בהגנות מפני מתח-יתר במערכות בקרה ותקשורת. המאמר סוקר את מהות התופעה ומציג את עקרונות הגישה ההנדסית לתיכנון הגנה בפני מתח-יתר. במאמר מתוארים התקנים טיפוסיים כדוגמה ליישום התקני ההגנה בפני מתח-יתר במערכות בקרה ותקשורת.

## מבוא

מתח-יתר הוא אחד האיומים של מכשירים ומערכות שמשולבים בהם רכיבים המיוצרים בטכנולוגיות של מצב מוצק וסיקרו-אלקטרוניקה. לעומת היתרונות העצומים של טכנולוגיות אלו, נקודת התורפה שלהם היא עמידותם הנמוכה בפני מתח-יתר כדוגמת זה המופיע בטכניקה תעשייתית, מסחרית ואפילו ביתית. לפיכך, בעיקר בשנים האחרונות, נוכח נושא ההגנה בפני מתח-יתר, בהתעניינות הולכת וגוברת. הדבר בא לידי ביטוי בבקשת חברות יצרניות לתרום זה כתוצאה מביקוש חשוק לקנייני הגנה בפני מתח-יתר.

פתח-יתר היו תמיד, אולם במערכות הקודמות היתה הספקתם שולית מאחר שסתמי האבודה של הרכיבים היו נזחים והתגבות על רשתות אספקת החשמל בפני מתח-יתר היו מספקות. השימוש ברכיבי מצב מוצק הפתלים, בדרך כלל, במתחים נמוכים מאוד (מספר וולטים) גרם לכך שהופעת מתח-יתר שלא ניתנו, ברוב המקרים, לסניעה, השפיעה באופן ניכר, ולרעת, על הקטנת הזמן הסמוע שבין תקלות של מערכת שאינה מוגנת בפני תופעה זו.

ההגנה בפני מתח-יתר, העומדת כנושא בפני עכשו, מופיעה לפעמים תחת כותרת משהתפת עם הגנת מפני ברקים, התבדקה לספוטות נושאים אלו היא בכך שתופעת הברק הינה אחת ממקורות האנרגיה העיקריים היוצרים מתח-יתר.

בשטח ההגנה מפני ברקים מכחישים בין הנהגת מפני מליטה ישירה לבין הגנת מפני פגיעת עקיפה.

ההגנת מפני פגיעת ישירה מכוונת לכל האמצעים שיש לקוס על סנת ליצור לזרם הברק נתיב התפרקות מבוקר לאדמה. נושא זה מסוסה בארץ על ידי התקן הישראלי ססי 3717<sup>1</sup>. כן תופיעו סאטורים מקצועיים בנדרל<sup>2</sup>, 3.

ההגנת מפני פגיעת ברקים עקיפה מסוכנת להוסה בפני מתח-יתר הנובעת מהישאיות בקווי חשמל. בארץ לא קיים עדיין תקן מחייב בנוגע כך שבהתקנת אמצעי הגנה טתבסטים על ציוד שנבנה לפי תקנים אירופאיים נשא תקנים בינלאומיים. ההגנה בפני מתח-יתר של ציוד חשמלי הניזון

1. יורעאלי - סהמס יורע, לגמ הניסת סמס

- תלילות העליה של חותם אות חסמה או הולם בפונקציה של הזמן.
- זמן הדעיכה של אגוז המתח או הזרם למחצית ערך הפיסגה שלו. הנתיים האחרונים נותנים תמונה על תכולת התדרים בתופעת מתח-יתר.

באיור 1 מתוארים מאפייני מתח-היתר. מאפיינים אלו נקבעים בעקבות סדירות שדה רבת של אחסנת מתח-היתר בסכימות שונות. לצורך בדיקות והשוואות ביצועים, נקבעו צורות אגוז מתח-יתר תקניות. צורת האות מוגדרת על ידי צמד מספרים, הנקראים משמאל לימין שסמנים את ערכי זמן העליה לשיא וגם זמן היחידה למחצית ערך השיא, במיקרושניות, עגרות אות מקובלות הן (1.2/50) במיתקני חשמל, (2/20) במעמלי מדידה ובקרה, (10/1000) במעמלי סימוליים ובקרה.

מדידות חלוקה במתח נסוך תחילה במספר סאטורים שתופיעו בעבר<sup>4, 5, 6</sup>. מאחר שדרישות התקנים הישראלים לגבי רמת הכיולין של ציוד חשמלי תעיון במתח נסוך, תואמות את דרישות התקנים לפניהם מיוצרים התקני ההגנה בפני מתח-יתר ברשתות מתח נסוך, אין עקרונות, בעיות מיוחדות ביישום התקנים אלו בהתאם לחמלנות היצרן.

כאשר דנים בתגות בפני מתח-יתר על מערכות פיקוד בקרה ותקשורת לא קיימת תקנה מחייבת. דבר זה נובע, בין היתר, מהשכבת ששערכות אלו מעלות כשתח נסוך נעמד כך שהחיסב הבטיחותי להני אדם איננו משמעותי והשיקול הקובע הוא עלות התקלות בגין הופעת מתח-יתר. מאמר זה מנסקד כהגנת בפני מתח-יתר במערכות אלו.

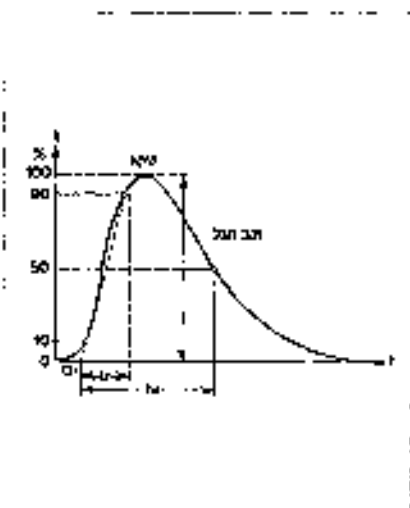
## מה זה מתח-יתר?

לכל מערכת מודרים מספר מתחי עבודה נקובים. החל מצד אספקת החשמל, (400/230) וולט דה, 24 וולט ווי נדרושה, דרך אותות סדירה ובקרה אנלוגיים (5 או 10 וולט, או זרם 4-6 עד 20 מיליאמפר) וכלה באותות דיגיטליים (5 וולט, בתקשורת לפי RS232). בנוסף לערכים נקובים אלו, מוצגים גם ערכי מתח גבוהים יותר אותם מותר לעברו למשך זמן קצר (בסדר גודל של סיקרושניות עד מילישניות). כאשר על הדקי המערכת מופיע אות מתח החודג מעברות המותר באותם הדקים נקרא מתח זה בשם מתח-יתר. במטרות המקצועית נקרא מתח-יתר כוח מכטיי דרבן מתח (SURGE) או SURGE.

## מאפייני מתח-יתר

מתח-יתר הנכב ממקור אנרגיה חשמלית בעל קיבולת סופית, מופיע למחלמה של פגיעה ישירה או עקיפה של ברקים, הפסקה או חיבור של מעגל חשמלי שבו מתוברים סלילים (מיינסורים, משקים או קבלים), לתופעת מתח-יתר מסוג מאפיינים.

- כמות האנרגיה החשמלית שיש בהוסמה, מקובל לעיון גודל זה בינאליים או ביחידות אספר שנית.
- שיא המתח (או הזרם) תולוי בקיבולת של מקור האנרגיה.



איור 1  
מאפייני אות מתח-יתר נקני

## נזקי מתח-יתר

התוצאה הסופית של נזקי מתח-יתר עלולה להיות ישירות מכשירים או מעגלים חשמליים. תוצאה לא רצויה זו עלולה להיחש במודי משעי האופנים הכאים,

**קבוצת שנייה של רכיבים, וריסטורים** (VARISTOR), מאופיינת על ידי התנגדות לא ליניארית שתלויה במתח. במתח הנקוב של הוריסטור התנגדותו גבוהה מאוד, בסדר גודל של אלפי אוהמים. ככל שהמתח עולה מעל למתח הנקוב, התנגדות הוריסטור יורדת עד לערכים של אוהמים ספורים, ועל ידי כך אות מתח-חיתו מקוצר. קיימים סוגים שונים של וריסטורים המאופיינים בקיבוליות ספוגת אנרגיה נמוכה.

**קבוצה שלישית של רכיבים, דיודות ונר סתרי-חד.** דיודות חגה מהירות, מיועדת לקטוע סתרי-חד.

**קבוצת רכיביות סללת, ספריצים (SPARK GAP TYPE) ושפופרות התמלקות גז.** רכיבים אלה מאופיינים על ידי מעבר חד בין מצב הבדדה לבין מצב חולכה.

לפי חלוקת מללנות של ביצעני ההתקנים שהוזכרו לעיל ראי שלשפופרות התמלקות גז ולספריצים יש יכולת מריקת זרם גבוהה וזמן הבחנה קצר מאוד – בסדר גודל של מרנסות, כאשר מתח ההצתה הדרוש להם הינו גבוה יחסית לפי שניים עד חמישה מהמתח הנקוב. כמו כן, נמשך זרם וזריקה (FOLLOW CURRENT) עד שול המתח מתאפס.

לוריסטורים יכולת פריקה בינונית, זמן התגובה הוא בסדר גודל של מיקרושניות, מתח מעברי להולכה מלאה נמוך יחסית (בערך פי 1.5 מהמתח הנקוב). כמו כן סופגת הזרם סדר עם ירידת אפליסטרות המתח מתחת לסף סמויח וזאת לפני שהיא מתאפס.

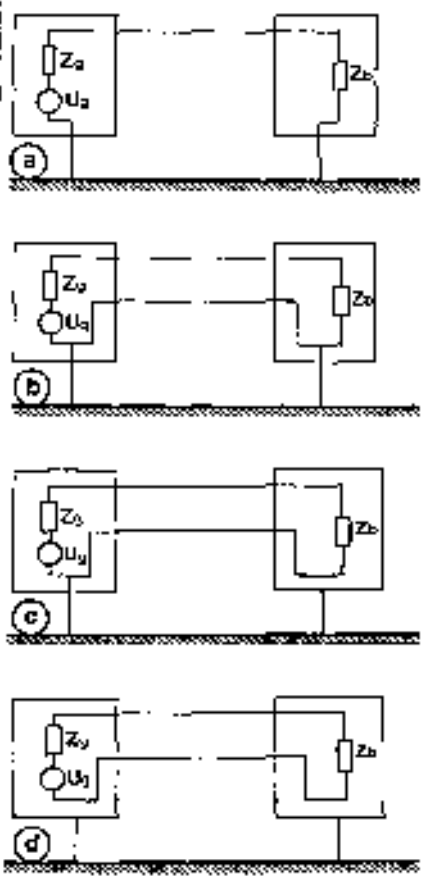
לדיודות השונות יכולת פריקה נמוכה, זמן הבחנה קצר מאוד, נשפיות עד פיקושניות, ומתח מעבר להולכה מלאה בסדר גודל דומה לזה של וריסטורים.

**יישומים של רכיבים בתתקני חגה בפני מתח-יתר**

התאם לאופי ההגנה הדרוש, כוללים התקני חגה בפני מתח-יתר רכיב אחד או שילוב של רכיבים שונים. בתתקן המשלב מספר רכיבים ניתן למצוא, בדרך כלל, דיודה סחירה, וריסטור, שפופרת התפרקות בגז וסלילים המרברים בין הרכיבים. הסלילים נועדו לתזמן את הפעלת הרכיבים השונים בהתאם להשתנות אות מתח-היתר, כך שהעמסה כל אחד מהרכיבים בזמן היישופולי במתח-היתר לא תעבור את גבולות הסותר עבור, הרכיב עצמו לא יפגע ותקציט ההתקן תישמר.

תריסים הימורים סיפוח של התקן חגה המשלב מספר ורכיבים שתואר באיור 3. בשילוב זה, של שלושה רכיבי חגה, דיודה סחירה, וריסטור ושפופרת פריקה בגז, משלים רכיב אחד את פונקציות הרכיב האחר. הדיודה הסחירה אמורה להגיב ראשונה; עם עלית המתח בחזית אות מתח-היתר אמור הוריסטור לקטוע אותו ולפרק את האנרגיה

מסמנותיות בביצוע המשימת המוגנת בזמן שהתקן ההגנה פעול, כאשר מתח-היתר חולף, על התקן חגהנח לחזור למשטר עבודה בתנאים רגילים, ולהיות מוכן להגן על המערכת מפני הפענה נוספת של מתח-יתר.



איור 2  
חיבור השמלל בין התקני הגנה במעגלי מדידת ופיקוח

התקני ההגנה כוללים מספר סוגים של רכיבים:

**קבוצת אחת של רכיבים יסטרפליתי** כתופעת מתח-היתר בשיעור חתרי, רכיבים אלו הם קבלים שמחוברים במקביל וסלילים שחוזרים במס. התקן המשלב רק רכיבים אלו פועל במסגן שמעביר תדרים נמוכים, ועקב כך משנה אות מתח-היתר. פיתרון זה אינו מקובל כפיתרון יחיד שהסיבות הבאות:

- א. הקבלים והסלילים עלולים להשפיע באופן משמעותי על ביצועי המערכת עליה הם אמורים להגן.
- ב. המסגן מטפל רק בחלק סתופעת סתח-היתר, חלק התדרים הנמוכים, בעוד שהאנרגיה הרעיונית של אות מתח-היתר נשאבת דווקא בתדרים הגבוהים. השימוש בסלילים ו/או קבלים, אם בכלל, סחווה הגנת משלימה לכך.

א. התקנים, מליכי הזרם, הקרובים ביותר להדקים זרם חדר מתח-היתר (במעגלי הכניסה או היציאה) ספגו את האנרגיה החשמלית המלווה את מתח-היתר והמירו אותה לחום. מתחר וקיבולת החום של ההתקנים אינה מסוגלת לעמוד במשטר העבודה המואץ על ידי תופעת מתח-היתר אם נשדפו. באירוע מסוג זה לא נפגעה רמת הבידוד של המערכת בקולדת החזירה של מתח-היתר.

ב. אם במהלך חזירת מתח-היתר נפגעה רשת הבידוד, בין שתי נקודות של מוליכי זרם קרובים שאינם קשורים בקשר גלויני, או המתח יוכל לחזור עמוק לתוך המבשר ולגרום לתקלת משנית חסרות. לדוגמה: אם הפעל שפגע סמתח-היתר מחובר לסקר אנרגיה חסוין את המכשיר, סקר זה ימל להוין זרם עקודות הנקלה, ומאחר שכמות האנרגיה שלו כלתי מוגבלת, הוא יגרום לנזקים מצטברים עד אשר הוא יופסק בדרך כלשהי.

**חזירת מתח-יתר לתוך המערכת**

מתח-יתר ימל לחזור לתוך מערכת דרך כל מוליך מתכתי החובר אליה, כגון: קווי אספקת חשמל, קווי תונים וכדומה. חופעת מתח-יתר על מוליכים אלה יכולה להיות נקב חיבור חשמלי ישיר בין המוליכים המקור מתח-היתר, עקב השדה אלקטרומגנטי (לפי שקורה כאשר זרם הברי עובר בקטון לקווים), או עקב צימודים חשויים או קיבוליים בין הקווים לבין מערכת אחת בה מופיעים מתח-יתר. לפיכך, יש חשיבות מרובה לאופן התקנת חיבור המוליכים בין חלקי המערכת (8).

**אמצעים להגנה בפני נזקי חזירת מתח-יתר למערכת**

כאשר מדברים על מתח אנו מתייחסים לגודל השמלל שמסדר בין שתי נקודות. נקודות אלה יכולות להיות יצפתי, מיוחסות לנקודה שלישית – ארמה – המחוזה נקודת יחס לכל המערכת, או שמות סרן ימלה להיות מומציאל האדסה עצמה, (ראה איור 2). לפיכך, נחמש באופן אינסטאיטיבי, חתקן שיקצר בין נקודות אלה. כלומר, חתקן ההגנה מתחבר במקביל להדקי המערכת עליה רוצים ללגן.

שהתקן לזה נדרשים שני משטרי עלדה:

- א. משטר עבודה בתנאים רגילים. במצב זה אמור שהתקן ההגנה ישפיע על ביצועי המערכת ותפקודיה.
- ב. משטר עבודה בזמן הופעת מתח-יתר. במצב זה צריך הרתקן להגביל את המתח לגבולות המותרים מבלי שהמערכת המוגנת והגא עצמ יפגעה. בהתאם לאופי המערכת המוגנת מרחים את האפשרויות להישות (או לא לחזרה) ירידת

שבו, ולבסוף עוברת שפופרתו הגז למצב הולכה ומשלימה בכך את קיצור חוות של מתח-חיתר.



איור 3  
מעגל הגנה שיטתי

**א. איפיון התקן הגנה במערכות פיקוד, בקרה ותקשורת**

הרגישות הגבוהה למתח-גז של מעגלים המשלבים רכיבים המיוצרים בטכנולוגיות מצב מוצק ומיקרואלקטרוניקה מחייבת בחירה קפדנית של התקן הגנה על מעגלים לאכו.

כדי להבין את חסרונותיה של בחירה נכונה של התקן הגנה, נסקור להלן איפיון שיטתי של התקן כזה:

**א. מתח נקוב**

מתייחס למתח הנקוב של המעגל עליו רוצים לתן.

**ב. מתח סף**

מוגדר כדרך כלל באחוזים, 5%-10%, מעל המתח הנקוב. מונח זה מבדיל את מתח העבודה המירבי המותר במעגל המגן מבלי שייפגע.

**ג. זרם נקוב**

ערך חורס הנקוב שמציין את הזרם המסומן המותר בהתקן חרוגה.

**ד. מתח קיימפ (JEAMPING VOLTAGE)**

המתח המירבי שיופיע על הדקי היציאה של התקן והגנה בזמן הפעלת מתח-יתר על הדקי הכניסה שלו. מתח זה מוגדר כמסולה של הגנת הנקוב, 1.6-1.8, עבור קצב עליה נתון,  $1V/\mu s$ , של חזית גל אות מתח-היתר. בהגדרה אחרת נתון הגבול העליון של חמתה שיופיע בזמן הפעלת מתח-היתר.

**ה. זרם פריקה נקוב**

ערך השיא של זרם כאות מתח-היתר אותנו מסוגל התקן ההגנה לקצר מבלי לתזקק. צמוד לזרם הפריקה מופיעה גם עודת האות  $(20/8)$ . התקני הגנה המיועדים להתקנה חיצונית בנויים לזרמים גבוהים, (עשרות קילואמפרים), ואילו התקנים המיועדים להגנה על קווים פנימיים או שטותקנים בטורבוליים מתחילים, בנויים בדרך כלל לזרמים של עד 10 קילואמפר.

**ה. זמן תגובה**

זמן המעבר בין מסטר עבודה רגיל לבין משטר עבודה בו מקר הרתקן בפני מתח-יתר.

**ו. זרם זלונה**

נתון זה מציין את העומס שמהווה התקן ההגנה על המעגל התשמלי בו הוא מחובר, במשטר עבודה רגיל.

**ח. העלות התדיר**

נתון זה מתאר את רכיחות של תאות האמבר דרך התקן ההגנה. כדרך כלל מופיע נתון זה בצורת מק.

נתמקד על מתח הקיימפ. לנתון זה יש חשיבות מרובה כאשר מניחים על מעגל כניסה או יציאה הכולל רכיב אקטיבי, (טרנזיסטור, תיריסטור וכו'). לפעמים נקבעת נקודת העבודה של התקנים אלו קורב מאור לערכים הנקובים של הרכיב וזאת משקולים טכניים ומכלליים. בחירה זו מותירה את הרכיב לא מרווחי ביטחון מסיקים ויש חשש שלמרות התקנת התקן ההגנה, ייפגע בכל זאת הרכיב מאחר שמתח הקיימפ של התקן ההגנה בזה שהמטח המירבי המותר לרכיב המגן, לפיכך, יש ללמוד לפרטיו את המעגל המגן לצורך בחירת התקן הגנה מתאים ולא להסתמך על הערכים הרקובים שלו.

**השימוש בהתקני הגנה שונים**

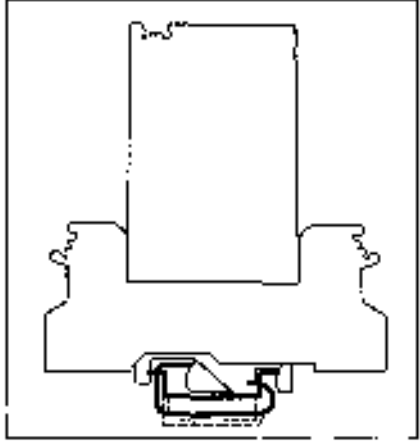
מטעם התקני ההגנה המוצעים על ידי יצרנים שונים הלו רחב. נתן למצוא התקני הגנה לקו אחד, דו או תלת נודי או התקן הגנה לקווים רב גידיים. עקרונות בנויים מעגלי ההגנה בצורה דומה לוו המופיעה באיור 3. ההבדלים בין ההתקנים נועדו לענות על צרכי ההגנה השונים של קו המיחס לארמה או של קו יציא המבדל מהארמה  $9, 00$ . יש למקן על המכשיר מכל מתח-יתר אפשרי בין אם הוא מופיע בין המוליכים של הקו או בין מוליך לארמה, במסרה שהקו מבדיל.

**מעגלי הגנה על מוליכים בודדים**

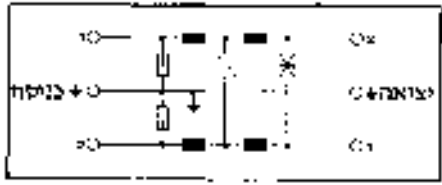
באיור 4 מתוארים שלושה מעגלי הגנה של התקנים על קווים בודדים. באיור 4א) מתואר מבנה של התקן הגנה המני להתקנה על מסילה. באיור 4ב) מתואר מעגל הגנה של התקן כזה המיועד לתנן על שני קווים בעלי הארקה משותפת.

באיור 4ג) מתואר מעגל הגנה של התקן המיועד לתנן על קו המבדיל מהארמה. בתשיים זה רואים שההגנה כפא מתח-היתר העלול להופיע בין הקווים נעשית באמצעות נידוד מהירה ווריסטור, במד שההגנה בפני מתח-יתר העלול להופיע בין המוליכים לארמה נעשית באמצעות שפופרת פריקה בנו. ההפרדה באמצעי ההגנה נובעת מכך שבדרך כלל המוליכים שרורים האחד בשני וסכן עוצמת אות מתח-היתר שיכולה לחדור בין

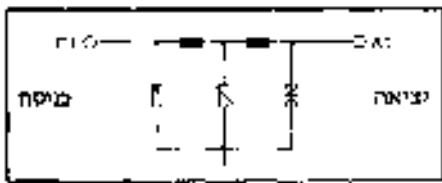
מוליכים אלו נמוכת נאילו בין המוליכים לארמה יכולה עוצמת האות להיות נבונה ולפגוע בבחור המוליכים על ידי פריצה לסכמה.



א. התקן הגנה למבנה



ב. מעגל הגנה על שני קווים עם קו הארקה משותף



ג. מעגל הגנה על מעגל המבדיל מהארמה

**איור 4**

**תקן הגנה לקווים בודדים**

מבחינת מבנית בני התקן ההגנה שבאיור 4א) משני חלקים. בחלק התחתון המתקן על המסילה מותקנים כל הרכיבים חטוריים ובחלק השנן, הגיתן לשליפה, מותקנים כל הרכיבים המקביליים, חלוקה זו של מקום הרכיבים מאפשרת את כניסת רכיבי ההגנה מבלי להפסיק את פעולת המעגל בו הוא מחובר.

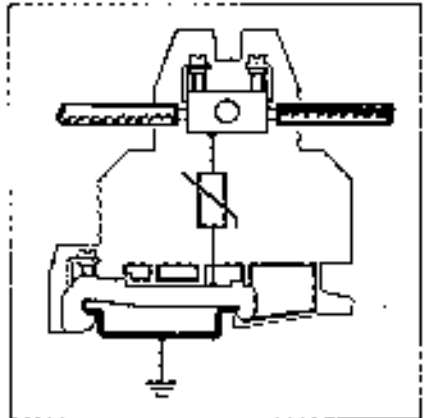
**הגנה על כבל רב גידי**

כאשר יש צורך בהגנה על מספר קווים הנכנסים למערכת, ניתן לקבל מטיס הגנה שבו רכיבי מעגל ההגנה המותקנים על מעגל

מוחפס מתאים והחייבו את אלו ומצגו נעשה באמצעות מחברים רב סיניים תקינים. גרסיס בוח ניתן לשלב בתוך ערכת כרטיסים חלק אינטגרלי משה.

### הגנת חלקיות

באיו 5 מתואר התקן הגנה, במקרה זה וויטסול המותקן בערך מהדק, המחובר בין המוליך לאדמה. ניתן להשיג התקנים דומים מהם מתקנת דידה טהירה או שגזרת פרוקה בנו. שימוש בהתקן זה נותן הגנה חלקית בהשוואה להתקנים שתוארו קודם והשימוש בו יכול להחשב משלים במקרים שקיימת כבר הגנה אחרת על הקו.



איור 6  
התקן הגנה חלקית לקו

### הגנה על קווי תקשורת

איור 7 אלא מתאר התקן על הגנה קו תקשורת, ואיור 8 מתאר גרסיס מעגל הגנה לתקשורת לפי שיטת מסוייפת. לכל שיטת תקשורת יש לבחור את התקן ההגנה המתאים. העדר הוודיטוריום בהתקנים מסוג זה נובע מכך שהקובל המפילי שלהם חינו בנות. לפיכך, עיקר ההגנה מתבסס על חידודות הספריות ובחבוי של שפופרות הט למקרים קיצוניים.

באיור 9 אן מתואר התקן הגנה על כבל קואקסיאלי באיו 7] מתואר גרסיס ההגנה של התקן זה, גם כאן משתמשים באידוטור סרטיבת שחמרה קלים.

### לקנות או לבנות?

מטות מעגלי ההגנה ועלותם הנמוכה של הרכיבים ממה מאוד לבחור בדרך של בניה עצמית. דרך זו עלולה להיות פוטעית עקב העדר צמד יעודי לכדיקת ביצועי מעגל ההגנה.

כאשר מדובר במערכת קיימת, סומלך לקנות התקני ההגנה שנודקו בהתאם לתקן. במידה שהתקנים הקיימים אינם עונים על דרישות הלכנה יש פתיחות מצד דוב היצרנים להתאמת התקנים קיימים לכו דרישות חלקיות. גם במקרה כזה טען רהתקן

בתעודת כדיקה לפי תקן. בניה עצמית מוצלחת רק כמוצא אודון כאשר אין הצדקה כלכלית להתבסס על יצרן זה או אחר.

בניה עצמית של מעגלי הגנה מוצלחת כאשר יצרן היצוד עושה זאת כחלק אינטגרלי של מעגלי המערכת שלה. גם במקרים כאלו נהמים חלק היצרנים לשלב התקני הגנה של יצרן השתמשה בנושא זה.

### סיכום

השימוש בהתקני הגנה במני מתח-יתר הפך כשנים האחרונות לצורך. למרות שכיום ניתן להשיג התקני הגנה ישירות מחומץ, אין בחירת הותקן המתאים והתקנתו עניין של מה בכך.

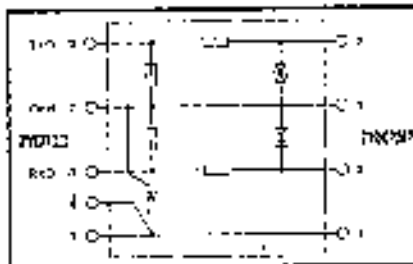
יש לקנות שמאמר זה בנוסף לאלו המצוטטים במקורות יעוד לקנות לחפין את מרכיבות הנושא ויחל עליו לבחור את היצוד המתאים.

### מובאות

1. יתקן ישראלי מסי 1173 - משרדת הגנה בפני פגיעות ברק למבנים ולמתקנים, מחדות 1982.
2. א. נאורדה, ירגנת מבנים ומתקני חשמל בפני פגיעות ברקים - דרישות התקן וישומן המעשי בצורה נאורדה, יתקע הסצריעי מסי 24, ספטמבר 1980.
3. א. לבינון, יתבונן וביצוע של מערכות הוכה בפני פגיעות ברק, למכנים ולמתקנים, יתקע המצדיעי מסי 24, דצמבר 1983.
4. א. נאורדה, יתגנה בפני יתרות מתח בעזרת מבני ברקי, יתקע המצדיעי מסי 24, ינואר 1979.
5. פ. תשל, י. וויינגר, יהמה פגיעות כמו מתחי-יתר הנחלים מפגיעות ברקים ישירות ועקבות, יתקע המצדיעי מסי 24, דצמבר 1984.
6. 1. לינדמן, יהנכה בפני מתחי-יתר (ברקים) של מתקני חשמל ואלקטרוניקה על מבנים גבוהים, יתקע המצדיעי מסי 24, נובמבר 1985.
7. J. Hesse, J. Weisinger, Handbuch für Blitzschutz und Erdung, Pfaffen Verlag, 1983.
8. TRABTECH - Transient Absorption Technology, Manual, Phoenix Contact, West-Germany.
9. קטלוגים של חברת Phoenix Contact.
10. קטלוגים של חברת DISSY.



א. חתקן הגנה

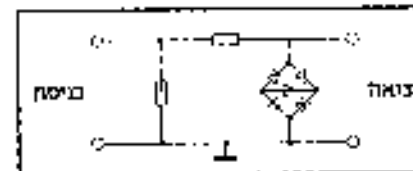


ב. מעגל הגנה סימטרי

איור 6  
התקן הגנה על קו תקשורת



א. חתקן הגנה



ב. מעגל הגנה סימטרי

איור 7

התקן הגנה על כבל קואקסיאלי

# תקנות למיתקני חשמל באתרים חקלאיים

איגוד משולם שביט

ועדת ההוראות לביצוע עבודות חשמל (תקנות חשמל) הפעלת במסגרת משרד האנרגיה והתשתיות הטילה על ועדת משנה להכין הצעת תקנות למיתקני חשמל בעלי מתח עד 2000 וולט באתרים חקלאיים.

יאבטי התקע יתאימו לרישיות התקן הישראלי. בנו התקע והתקעים באתר מסויים המיועדים לאותו מתח, זרם ומספר קטבים חייבים להיות חלופיים ביניהם. אסור שתותית חליפת בין תקעים בבתי תקע המיועדים לסתחים שונים ואז זרמים שונים.

יב. נפו התאורה חייבים להיות מסוג U, זחיתו, קיוד המיועד לינה בבתח של עד 1000 וולט שחלקיו החיים מבודדים בבדוד כפול או גבידה סוגר.

יג. מכשירי חימום קדונים – יותקנו במרחק של 0.5 מטר מכל החיים או מחומר דליק, אלא אם בהוראת היצרן קיימת דרישה למרחקים גדלים יותר.

יד. חימים חשמלי באמצעות משפחים יהיה אחד משני הקווים:

1. מוליבי חימום עם בידוד כפול.
2. זינה בבתח שאינו עולה על 24 וולט.

טו. בדרת חשמלית:

1. יעמדו ברישיות תקן 57 אבטאדו 31/20/31
2. לא יועברו דרך מקומות שבהם יש סכנת דחלוקה.
3. הפולוכים יותקנו על גבי נושאים מחומר בתי דליק.
4. יונג בפני מתח ומכת בוק באמצעות מנגן בוק מאורך מתאם למתח היציאת אשר יותקן על גבי חומר בבתי דליק או חומר כזה מעליו.

ד. מתחם תיסגורם של בעלי חיים יש להקפץ מערכת להשגת פוטנציאלים שאינה יזהרו כל השירותים הפתוחים, לרבות דרות מתכנית שפחוץ למבנה (ראה איור 1). גם מבני שירות ובני מנורים הצמודים למבנים החקלאיים יחויבו לאותה מערכת של השוואת פוטנציאלים.

ה. כבלים נפתילים יורו מדגם יטבטי או יטבטי כאשר הטענה הוא סחוסר פלטי.

ו. כבלים ומוליכים יותקנו כך שלבעלי חיים לא תהיה נישא אליהם.

ז. גבה התקנה תמיני פלו של כבלים מעל פני הקרקע בהם יש סכנה לכלי רכב יהיה חופשה מטרים לפחות.

ח. איסור להשתעף מכלל אוויר בין שתי נקודות תלית.

ט. כבלים למעגלים ומנורים יהיו בעלי מוליכים שונים ומפושפים עם מעטה עשוי סניאוכרן או גומי, מתאמים לתפקידם במאם לתקן ומפידים למתח של 50 וולט לפחות וכן יונגו במני פיתות מלכות.

י. לוחות חשמל ובפסקים יהיו בעלי דרג הגנה 54 לפחות במידה שחציוד עצמו אתו אוסד בדרישה זו יונג לתקנתו בהגבת מתאמות או כחל מתאים גונן והדון.

תצורך בתקנת מיוחדת למיתקני חשמל באתרים חקלאיים ונבל מתאמים המיוחדים של סביבת אלת שייחודם והגא.

• ויכונים גדולים של בעלי חיים שהלקם רגיש לסיכוני חישובל ושקיומם תקני בתפקוד נאות של מערכת חיוניות -- מערכות שפועה בחם עלולה להיות מסומת ולרומ לנזקים גדולים למערכת לחטחת חום, לחת, איזורור, האבסת וכו'.

• תנאי לחת גבוהה, רטיבת והיטפנות של כחלקים אנטיסטיים שמים המצבירים את ליבתו החושמול.

• נישות פחית של בעלי חיים אל חפוכות האכניות והחשמלית, כולל פגיעות בכוח השללכות.

• לבעלי חיים, גונן, כרות וסוסים ימתח צעדי גדול שהמהות עמורם סיכון.

מתוך ראיית הסיכון הנובר להישמול לבני אדם ולבעלי חיים מצע בתקנות:

א. אם מתח הינה עולה על 24 וולט פותר שמתח הפצל המירבי בזנן התקלה לא יעלה על 24 וולט (ולא 50 וולט במסגרת המתקנים האחרים).

ב. אפקת החשמל תחיה פרישת מוננת בשיטת יתארקת-שיטתי (IT), או בשיטת יתאיפויסי (TN) ותכלול גם מפסק מען חסומעל בדם דלי (מפסק מנגן) כאשר נדרש לתפקיים לפחות אחת משתי הדרישות הבאות:

1. התנגדות לולת חתקלה תאמש מתח זרם תקלה גדול מ-2 עשרה גרם התפעלה של מפסק המנגן.
2. התנגדות האלקטרוניה המקומית למטה הכללית של האדמה לא תעלה על חשך המתקבל במאסורה.

$$R < \frac{24 V}{I_y}$$

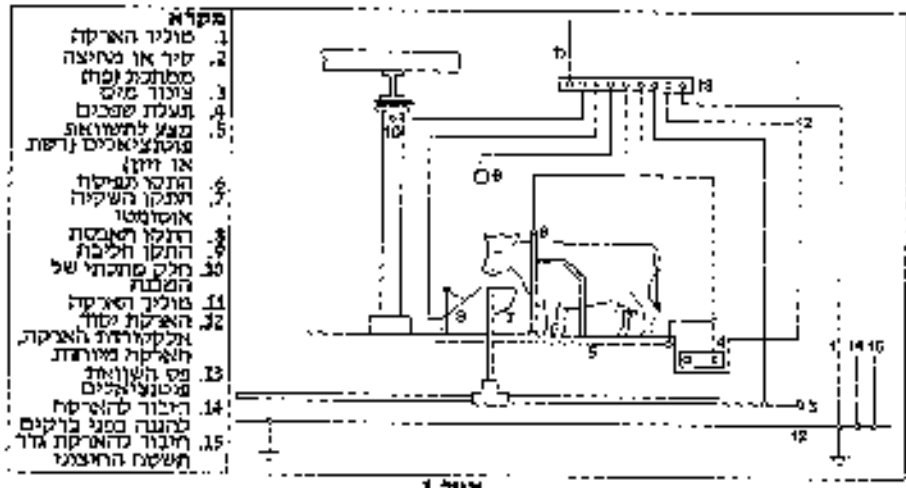
כאשר:

R - התנגדות

I<sub>y</sub> - זרם נמדד באסורים

ג. זרם התפעלה של מפסק חסמ (I<sub>g</sub>) לא יעלה על 0.5 אמפר.

פ. שביט - סתלים יונג, ימי מנת המטה למתקני חשמל באתרים חקלאיים



איור 1  
לוגמה לביצוע השוואת פוטנציאלים באתר חקלאי

# מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" מס' 42



למעוניינים במידע נוסף !

כדי לקבל מידע נוסף:

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

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

## תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

לכב' מערכת "התקע המצדיע"  
ת.ד. 8810 חיפה 31086.

שם החשמלאי:

המען לתשובות:

מספר

החוב/שכונה

מיקוד:

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

42/18	42/12	42/11	42/10	42/9	42/8	42/7	42/6	42/5	42/4	42/3	42/2	42/1
42/26	42/25	42/24	42/23	42/22	42/21	42/20	42/19	42/18	42/17	42/16	42/15	42/14
							42/32	42/31	42/30	42/29	42/28	42/27

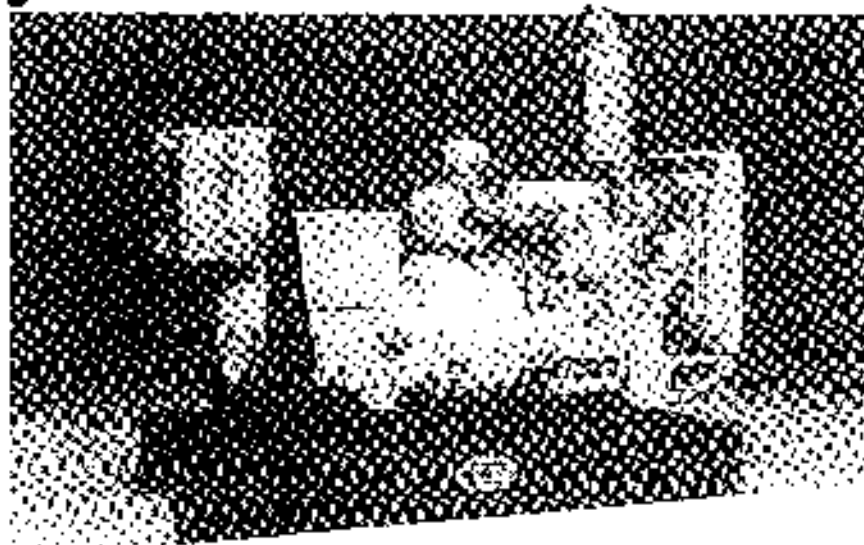
הודעה למערכת:



גזור ושלח !

התלוש למידע נוסף יענה עד יום 30.6.89 לאחר תאריך זה יש לחפות את בקשות המידע ישירות לחברות המודעות.

# חברת החשמל הפרטית שלך



- פ.ק. גנרטורים וציוד בע"מ:
- פותרת עבודך את כל בעיות אספקת החשמל לתצרוכת שוטפת ולשעת חרום.
- הסמכות הבלעדית של F.G. WILSON
- לחברה צוות רחב של טכנאים.
- לפרטים נוספים פנה למחלקת מכירות לעומם קורץ

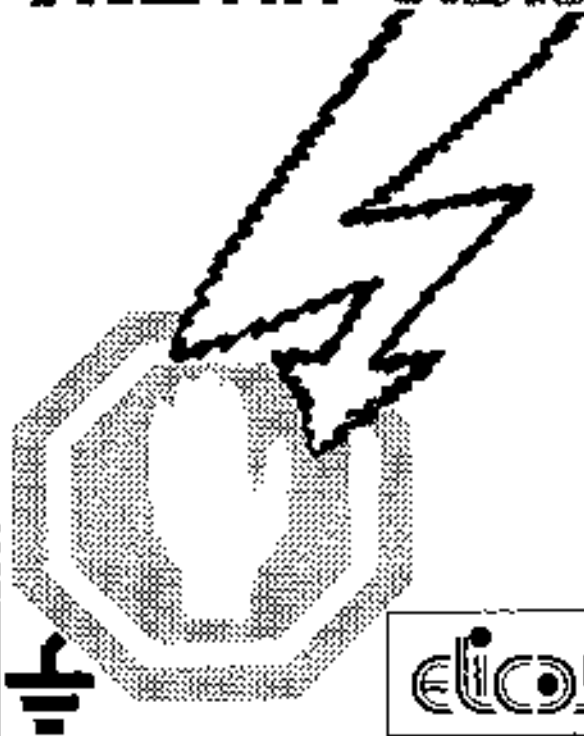
טל. המשרד

**פ.ק. חשמל בכל מצב**  
גנרטורים וציוד בע"מ

יגאל אלון 121 ת"א, טל. 03-250269

למידע נוסף סמן 42/2

# הקדם תרופה ל"מכת" החשמל



- ✓ **נוניעות** השנתה בשעת קצר וביבוד למספר פחת מקובל
- ✓ **הגנה** בפני התחשמלות
- ✓ **"מתבקש"** לגנרטורים ולמערכות ניידות בתנאי ארקה קשים
- ✓ **הגנה** על מנועים בעתות חרום
- ✓ **אמינות** וכווה במערכות פיקוד ובקרים מתוכנתים.

**אליסיון תחוק**

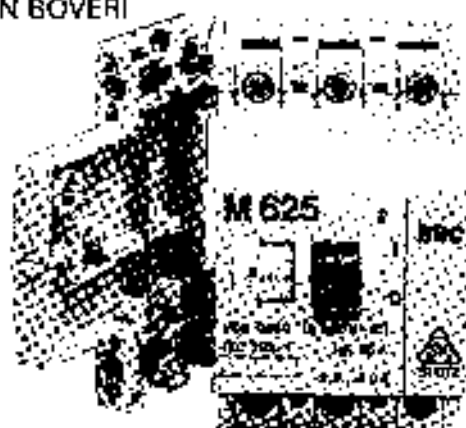
אליסיון תחוק גטיים יחי צהיל 98, ירדן  
ת.ל. 994 ירדן 55109. טל. 03-343506. פקס. 03-340776

למידע נוסף סמן 42/2



**BBC**  
BROWN BOVERI

## מערכות בקרה ומיתוג חשמלי



הגנות למנועים סדרת M625

- ★ התקנה מודולרית בלוח
- ★ הגנה מגנטית וטרמית
- ★ כוונן טרמי 25A → 0.1
- ★ אמינות גבוהה ביותר
- ★ אביזרי עזר: סליל מתח, סליל עבודה, מגעי עזר, קופסת אטימה - IP56

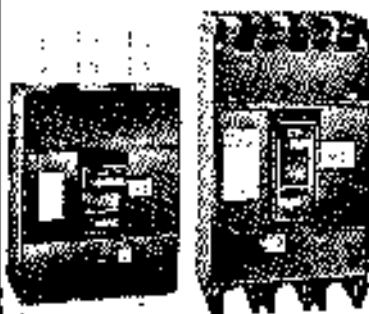
מגעים דגם B יתרות זרם דגם D

- ★ אפשרות לקוטב רביעי בהרכבה מהירה לכל המגעים
- ★ הרכבה נוחה של מגעי עזר וממסרי השהייה פניאומטיים
- ★ אחזקה נוחה (החלפת סליל ומגעים ראשיים מהירה)
- ★ יתרות זרם בהרכבה מהירה, תחומי כוונן רבים.
- ★ חגור מכני



מתקי הספק אוטומטיים 16-3200A

- ★ הגנה מגנטית וטרמית קבועה או מתכווננת
- ★ כושר ניתוק גבוה.
- ★ "CONTACT EYE" לבקרה על מצב מכני אמיתי של המגעים OFF-ON
- ★ אביזרי עזר: מגע עזר, סליל עבודה, ידית מצמד, מנוע, חגור מכני ועוד
- ★ מנתקים אוטומטי באוויר 250-6300A כושר ניתוק 50 - 120 K A rms
- ★ כולל מערי הגנה וכוונונים אלקטרוניים



 **TERASAKI**

קוצבי זמן אלקטרוניים ובקרים תעשייתיים

- ★ השהייה בהפעלה, בניתוק, מחזורי, ניגוב ועוד
- ★ כל סוגי המתחים
- ★ כל סוגי הזמנים
- ★ בקר מתח זרם
- ★ ממסר חוסר והפוך פזה

tele 



שלמה כהנא סוכנות בע"מ

סוכנויות יבוא ושיווק לציוד חשמלי ואלקטרוני

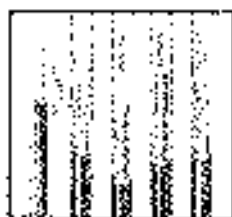
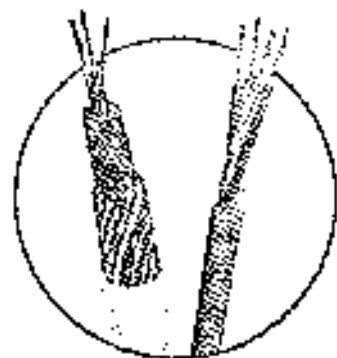
נחלת בנימין 70-72 תל אביב טלפון: 03-660747



# י. קשטן חומרי

## כבלים מכל הסוגים

- \* כבלי אלקטרוניקה, פיקוד וקואקס.
- \* כבלי פיקוד לבקרים גמישים ממוספרים מסוככים.
- \* כבלי חשמל ובה.
- \* כבלי טלפונים ורכות.
- \* כבלים לתנאי שטח קשים מסוג פוליאוריתן.
- \* כבלים שטוחים למעלות כנוות ועגורים.
- \* כבלים חסיני אש PYRO, ELODUR.
- \* כבלי מתח גבוה מבודדי XLPE.
- \* כבלי מכשור רגילים ומשוריינים.
- \* כבלים CATV — BAMBO.
- \* סיבים אופטיים.



SAB ■ KERPEN ■ EHLERSKABEL ■ NKF ■ DATWYLER

## תאורה ופיקוד תאורה

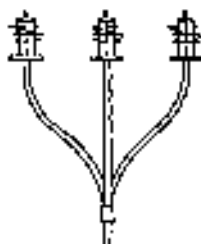
מוגנת מים, אבק, התפוצצות, תאורה נידת. תאורת שטח ברכות ומיכלים, תאורת רכב צבאי ומטוסים. מפסקי תאורה, פיקוד תאורה דימויים לפלוריסנטים ומערכות שליטה מרחוק עד 12 KW.



NIKO ■ VICTOR ■ MAEHLER & KAEGE ■ MAX MULLER ■ WEST-AIR

## אביזרי מתח גבוה

- \* סופיות מסיליקון לכבלים שנאים ר 6 SF.
- \* מבודדי סיליקון לרשת.
- \* אביזרי חיבור, אינסולציה וכלי עבודה.



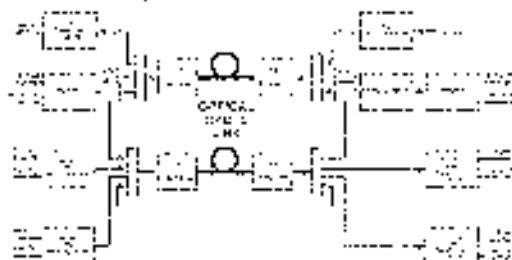
Authorized field for  
Datwyler in Israel

# חשמל בע"מ (נוסד 1932)

## מערכות תקשורת אופטיות

מערכות תקשורת (משדרים ומקלטים) עם סביבם אופטיים להעברת נתוני קול ותמונה לתנועה, בקרת תנועה ו-CATV תקשורת בין מחשבים ובקרים מתוכנתים. כבלים אופטיים METAL FREE, אבזור חיבור כלי עבודה ומכונות הלתמה לסיבים אופטיים.

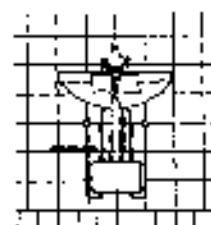
OPTICAL VIDEO, AUDIO AND DATA SYSTEM



**NKE**

## פיקוד אוטומטי ללא מגע יד אדם

- ★ כרזים אוטומטיים אינפראד לתעשית המזון, בתי חולים, מעבדות ומערכות אינסטלציה סניטריות.
- ★ פיקוד פוטו אלקטרי לעמודי תאורה, פיקוד ישיר עד 12 A, עם כיוון LUX 1000-5.
- ★ ממברנות פיקוד למיכלי תערובת בכל הגדלים.



**KUHNEL**

## ציוד מוגן התפוצצות

קופסאות, אביזרי פיקוד, שקעים תקעים, מתנעים, מפסקי זרם עד 180 A, מפסקי גבול וחוצצים מוגני התפוצצות, פעמונים תעשייתיים ומוגני התפוצצות. כניסות כבל ומתאמים בין הברגות. מעברים מוגני אש לכבלים בין תדירים.



**ABB**  
ABB LOW VOLT DIVISION



Exde IIC 10.

**BST - PEPPERS**

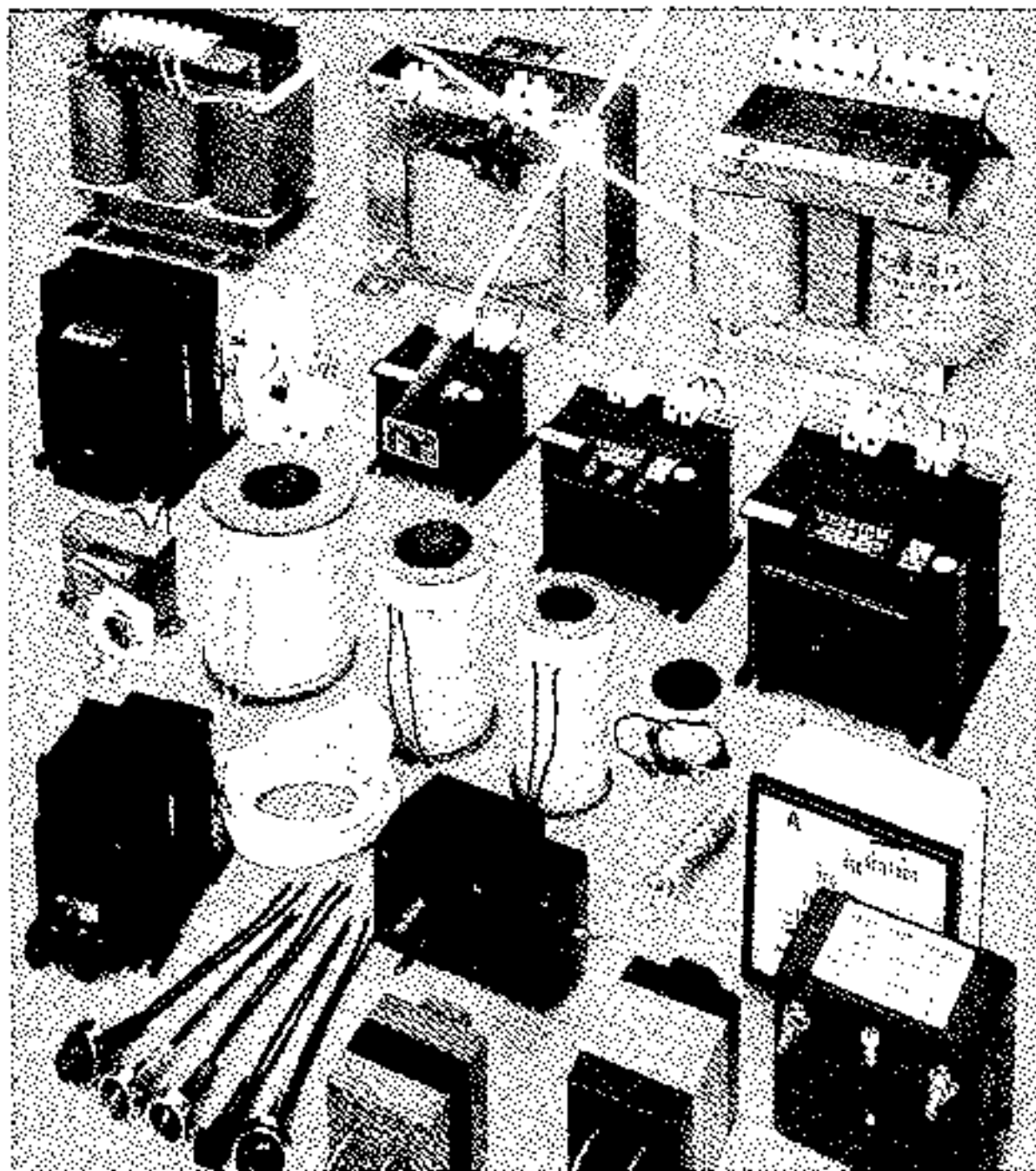
י. קשטן חמרי חשמל בע"מ אלנבי 21, תל אביב 61007 ת.ד. 802

מחלקת מכירות: תל אביב: רח' קיבוץ גלויות 24, טל. 810958, 03-810919  
באר שבע: רח' העצמאות 16, טל. 057-72597  
TLX. 341202, FAX. 03-835025

# ברק | כח בע"מ ייצור שנאים (טרנספורמטורים)

תל אביב שד' הר ציון 16 (סמטת רוניגו 18) טל. 03-377692, פקסימיליה 03-370475

- ★ שנאים (טרנספורמטורים) חד פאזי ותלת פאזי
- ★ להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
- ★ שנאי אוטוטרופי להדגעת מנועים חשמליים עד
- ★ 40000 כ"ה טו"כ.
- ★ משנה זרם לאמפרטור להרכבה בלוחות חשמל.
- ★ שנאים ז'נרצ'ה/מכשירי חשמל אמוקאים v 230/115.
- ★ שנאים לפיקוד ובקרה במערכת חשמל.
- ★ שנאים להפעלה נורות הלוקן v 170-230.
- ★ מייצור לפי דרישת מתי"ג ת"י - 888.
- ★ ספק משרד הבטחון ניט' 0083094647



פיקס - תל אביב - 03-370475

רח' רוניגו 16 פינת הר ציון 16 תל אביב 66538 טל. 03-377692, פקסימיליה 03-370475  
 16. ROVIGO ST. TEL AVIV 66538, ISRAEL, TEL. 03-377692, FAX. 03-370475

# מכשירי מדידה

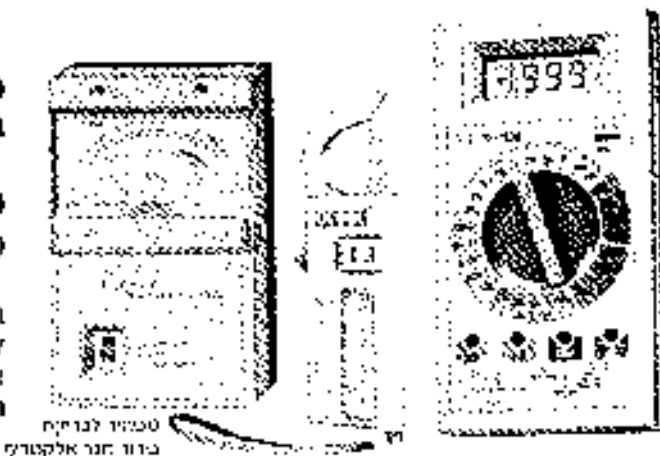
## אישיים

### רבי מודדים, אנלוגים ודיגיטלים

מהתברות המובילות  
ביפאן - והמזרח הרחוק

**מיועד:** לחשמלאים, אלקטרוניאים,  
טכנאי שרות, תלמידים, מעבדות וכו'

ברשונים מלאי גודל של מכשירי מדידה  
לאספקה מיידית וא פרה אליון עבור  
אינספור מצבים אפשרות למישלוחי גובינג לכל  
חלקי הארץ.



טכניון לנדיה  
בנוו חנו אלקטרוני

מח' היבוא טל. 03-377692  
רח' רוזיג' 8 תל אביב 66538  
פקסימיליה: 03-370475



מחירי נוסף טון 42/6

# אל-עד עווד-און

## מוצרי אלקטרוניקה וחשמל לפיקוד תעשייתי

### מייצרת ומשווקת:

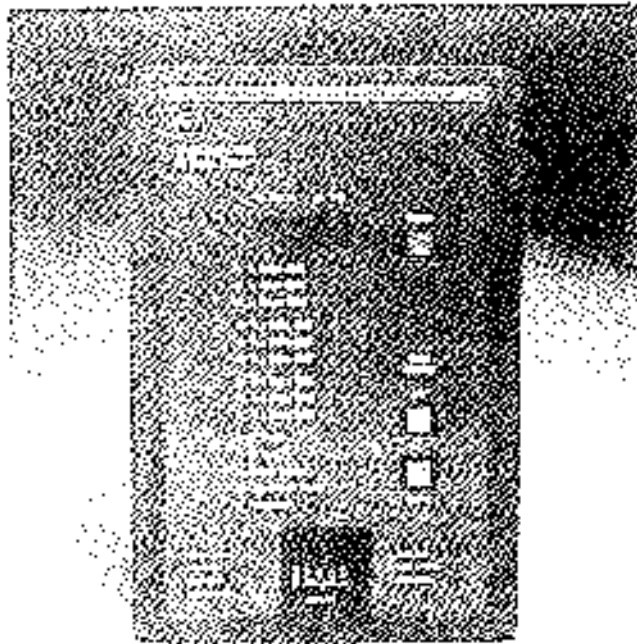
- ציוד פיקוד ובקרה
- בקרים מתוכנתים SQUARE D
- התקני פיקוד DOMINO
- מתנעים ישר לקו
- מתנעים כוכב משולש
- מתנעים אוטוטרנספורמטרים
- מנתקי מעגל אוטומטיים
- CONDOR
- ממסדי פיקוד
- מוגנים A קוטביים קומפקטיים
- לחצנים לפיקוד ומנודות סימון
- ממפסקי גבול
- געשי קדבה
- ממפסקי דיושה
- יחידות התנעה
- והגנה למזגנים
- דבי-שקעים מזגנים
- למערכות מחשב
- בקרי מתת וזרם
- בקרי גובה-נוזלים
- בקרי חוסר והפיכה פזה
- ממסדי השתייה אלקטרוניים
- בזדקי דצימות
- לוחות בקרה ופיקוד
- תאי מתכת וארזנות פח
- ארזנות חקשונות
- ציוד היקפי למחשבים

רח' הנפה 10, ת.ד. 2664 חולון 58127  
טל: 800110, 800117, 800118, 800120-03 פקסימיליה: 5567432

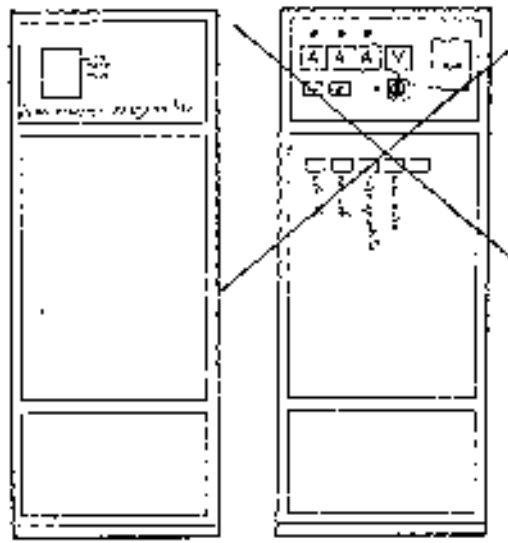
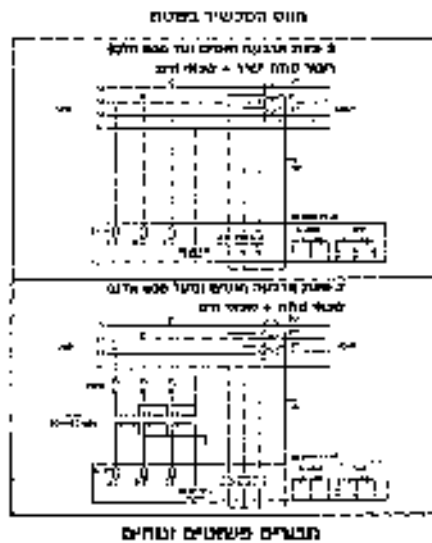
מחירי נוסף טון 42/7

IQ Data Plus

**רב מודד ובקר קוי ממוחשב**



→ תכוד ממשק האי ארדן IQ



- פשוט ל-IQ DATA PLUS הוא זול ומסחר סקירת קמפא חידה ושלם עליה לטען טענה.
- אפשרות המבור המנוקות לסחש עושת את המסלל לוחי חסון.

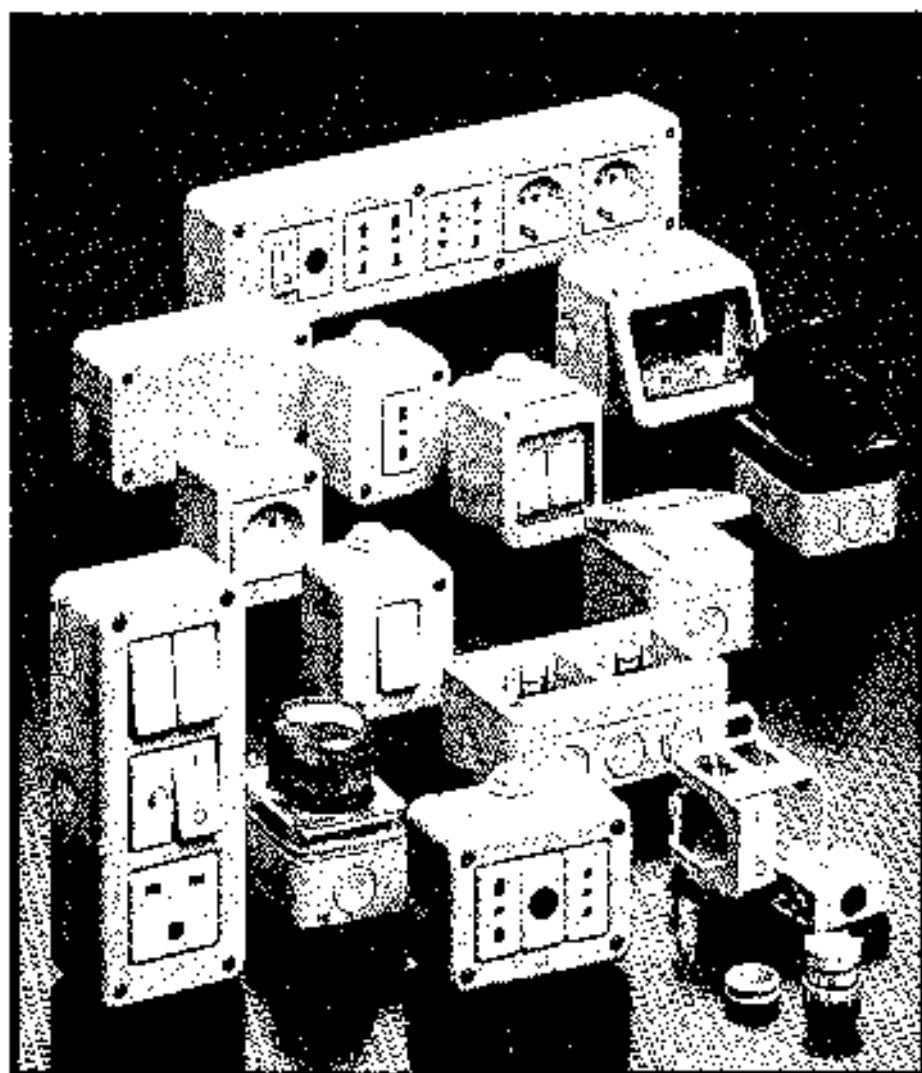




# המודולריים של GEWISS

## GEWISS

סדרת 9000 על הטיח



סדרה חדשנית של מפסקים, לחצנים, שקעים, עמעמים, גוריות סימון, פעמונים, זמזמים וכל שאר האביזרים החשמליים – הכל ביחידות מודולריות הניתנות להרכבה עצמית להתאמה, עה"ט, משוריין אטום IP557, זעל גבי תעלות ולוחות חשמל. התקנה נוחה, בטיחות מירבית, בעיצוב יפיפה וגימור מושלם. סדרת 9000 מאושרת ע"י מכון התקנים הישראלי. לקבלת קטלוג מפורט והדגמה פנה ל-

**זאב שמעון - חמיש בע"מ**

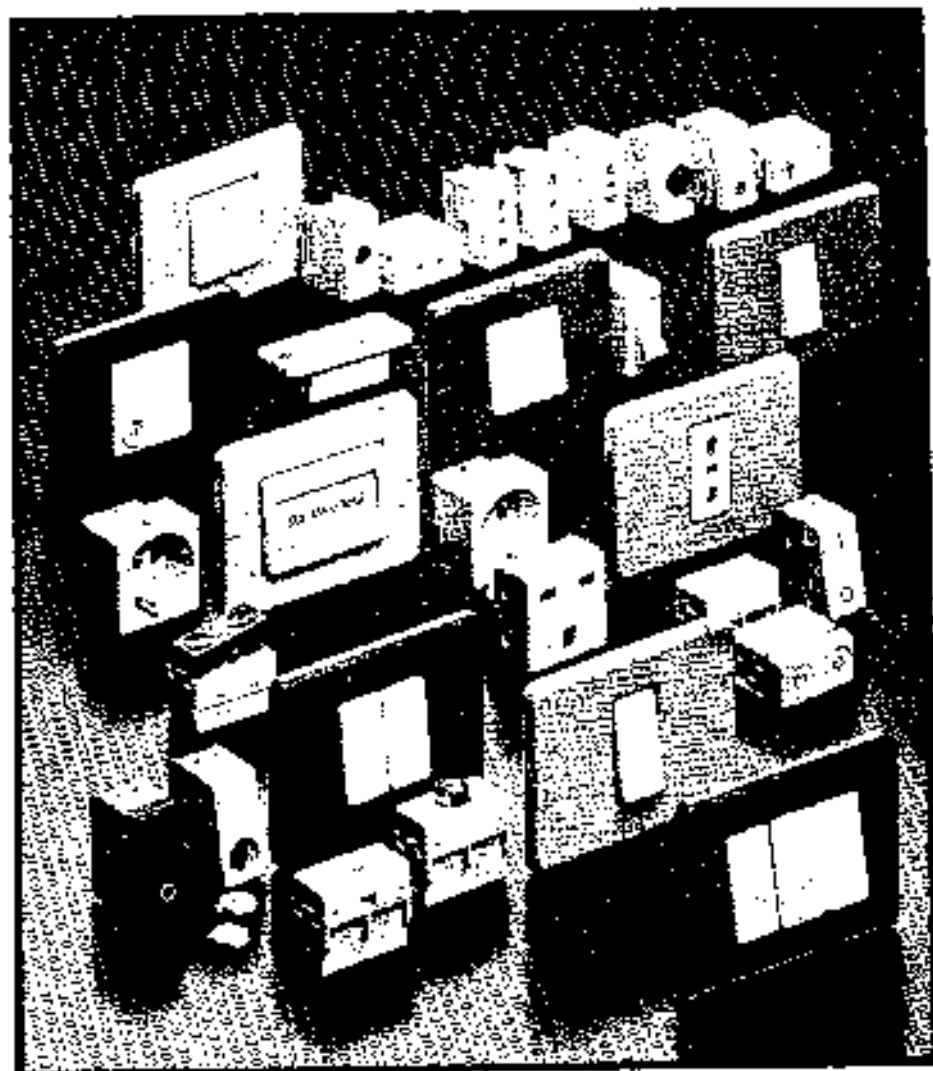
שד' ושינגטון 18 ת"א, 66086, טל. 03-834111, פקס. 03-834114



# המודולריים של GEWISS

## GEWISS

סדרת 9000 תחת הטיח



סדרה חדשנית של מפסקים, להצבים, שקעים, עמעמים, נוריות 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 וזרוד. התקנה נוחה, בטיחות מירבית, בעיצוב יפיפה וגימור מושלם - פאר תוצרת איטליה.

סדרת 9000 מאושרת ע"י מכון התקנים הישראלי.

לקבלת קטלוג מפורט והדגמה פנה ל

**זאב שמעון - חמיש בע"מ**

שד' ושינגטון 18 ת"א, 66085, טל. 03-834111, פקס. 03-834114

**א.ן.או.אס. בע"מ**  
 יבוא והפצה לציוד חשמל לתעשייה

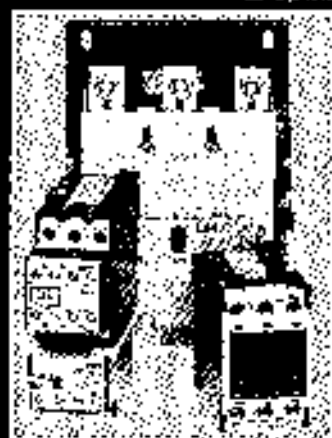
**תוצרת AEG גרמניה**

- קמקום: 05-574434
- תחנת כוח
- מעטרים אטומים
- מלטות סגור למטעים
- מנתקי הספק אוטומטיים עד 5000
- סכנתונים בקצרים עד 5000
- קמ"ט יבשים לשיפור כופל ההספק
- לחצנים, סגורות סימון ובוררים
- חבשורי מחדה מאב
- שואבים ומסעי חשמליים
- נהג אלקטרוסטטיקה
- והתחייבות ספק

**מאמנות**



**מנענים**



לחצנים, מנורות סימון ובוררים

מנתקי הספק אוטומטיים



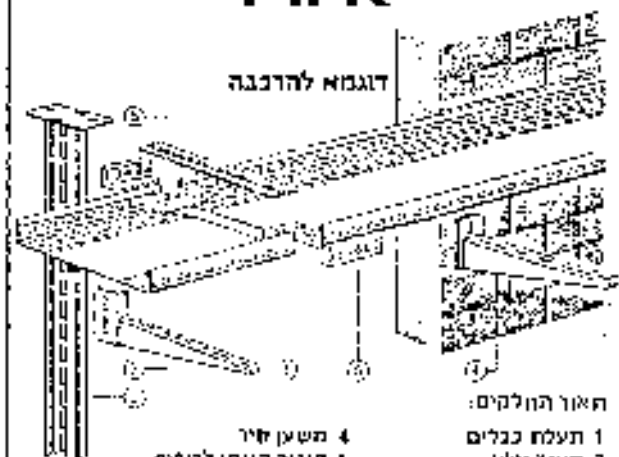
**משרד ראשי**

אזור תעשייה תלחנן, סל. 321321, 04-225226  
 ספקי: 05-574434, 04-729187 AT1  
 סניף מרכז: ביאליק 84 ר"ג, סל: 737156, 03-723320

**לירד שיווק בע"מ**

ת.ד. 609 נצרת עילית, טל. 06-574434

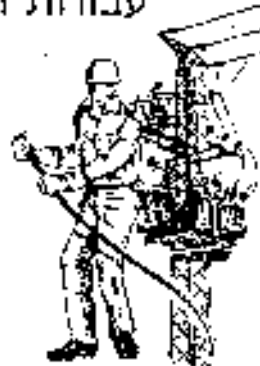
**תעלות וסולמות כבלים MFK**



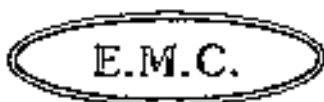
**יעד/אינטר אלקטריקה**

שרות וביצוע עבודות חשמל בע"מ

- ביצוע עבודות חשמל בתעשייה
- בתי קרוו, מבני ערובות, בתי אריזה



נצרת עילית, אזור תעשייה ב', רח' העמל 3  
 ת.ד. 609, טל. 06-574434, פקס: 06-553357



**מניה פיקור ובקרה בע"מ**

**ציור ומכשור ממוחשב בתחום:**  
 • פיקוח והגנת פרוטיל צרכה  
 • לוחצי עומס חשמלי  
 • שווק מערכות חשמל ובקרה  
 • שרתות מדידה ופיענות  
 • לוחצי חשמל

ז'בוטינסקי 64, רמת-גן 52482 • טלפון: 7822867/8 (103) • פקס: 7622840

## מנהל/מהנדס חשמל!

- \* האם בידך כלי לקבלת כל חנתונים כדי להגיע להחלטה נכונה בנושא תשומת החשמל ומשמעותן?
- \* האם חשבונית החשמל שלך גבוהים?
- \* האם אתה מתמודד בצורה חכמה עם העריפי החשמל (תעריף)?
- \* האם אתה זקוק להנדסת החבור החשמלי מחברת החשמל או ממקורות עצמאיים?
- \* האם אתה עומד בפני רכישת נורטור חדש?
- לפני שאתה נכנס לחנתונים חשמליים מסובכים.
- לפני שתשקיע כספים בפתרונות בקרת אנרגיה יקרים!



## חסוך אלפי שקלים ע"י ניהול נכון של עומס חשמלי!

כל שעליך לעשות הוא לפנות ל-E.M.C. ובתמורה תקבל מאתנו מגוון רחב של שירותי מדידה ופיענות לפי בחירתך:

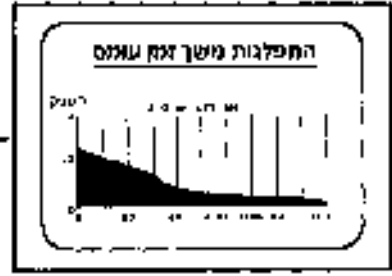
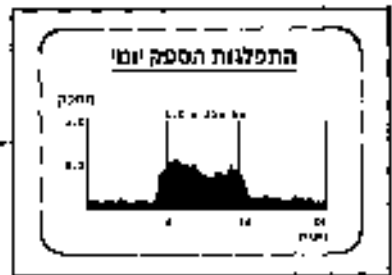
1. מדידה ופיענות של פרטיל הצריכה החשמלית בזמן אמת.
2. השוואת צריכה בתקופות מדידה שונות, וזיהוי חולשי בסיסר ימי ושעות המדידה.
3. הצגה גרפית להסתיישה את מנחות צריכת החשמל בקו ההנה ובקוי משנה בו זמנית.
4. הצגה גרפית של מיספר עומסים, בו זמנית, להסרשת אפשרויות ניצול תשתית החשמל, זהיל עומס וזיהוי מקרמי העומס בזמן אמת.
5. איתור והצגה גרפית של צריכות חשמל חריגות ברמזה בחירה פחנית.
6. הצגה גרפית על התפלגויות הצריכה השונות במשך זמן נתון.
7. התפלגות הצריכה לפי פיסגה, נכע, שפיל, שיא ביקוש ומקדם הספק.
8. תשונות כלכליות לכהרות אסצעי בקרת אנרגיה (שיא ביקוש, עומסים).

\* שירותי מדידה ופיענות למשרדי ייעוץ

אנו נבצע את המדידה, אגירת הנתונים והפיענות, מתחילת התהליך ועד סופו כאופן ממוחשב, אמין ועל בסיס זמן אמת.

**פעל מייד! טלפון: 752 28 68**

טלפן עוד היום ונציג E.M.C. ישמח להיפגש איתך לייעוץ מקצועי בלתי מחייב.



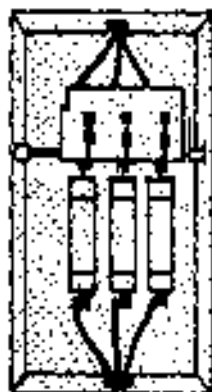


קבוצת קאנטיינר אדלר

# "הקדם"

עם מכשירי המריז

"הקדם תרופה למכו  
ליצור משמעותה או עו  
לך, תמודע לכך והרונח  
מציעים את אחד ממכו  
אונברא-אדום:  
גלאי חום - ITOZERO  
מד טמפרטורה - RIES



ניתן למנוע תהליכי הימום היסניים במתקן החשמל,  
עם מכשירי המריז של חברת EXERGEN

קאנטיינר אדלר  
קאנטיינר אדלר  
קאנטיינר אדלר  
קאנטיינר אדלר  
קאנטיינר אדלר  
קאנטיינר אדלר

קבוצת קאנטיינר אדלר  
קבוצת קאנטיינר אדלר

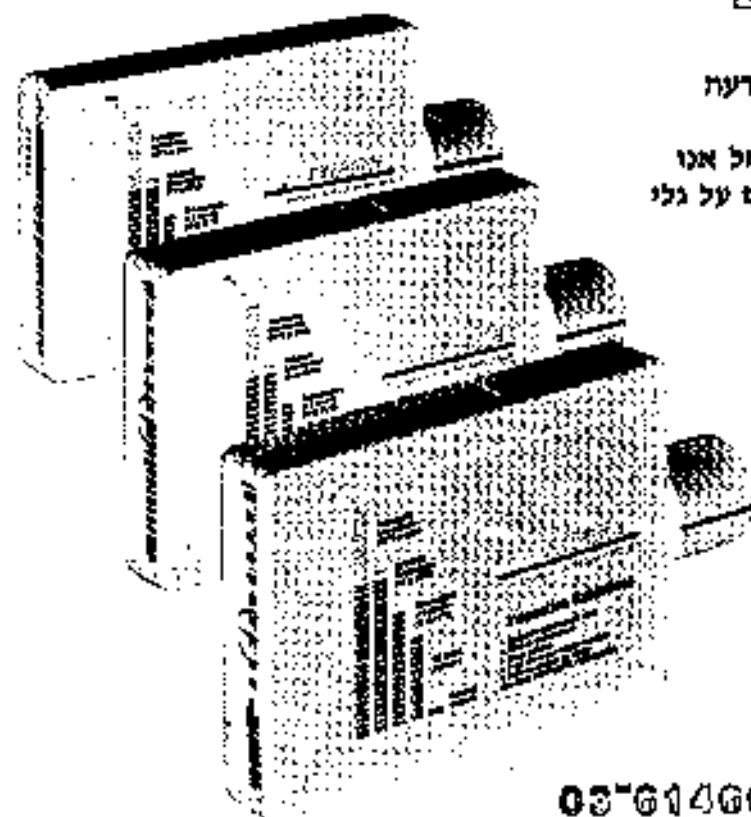


**אסות**  
**אחריות**  
**אמנות**  
**חבוב**  
**ציור**  
**עולות**  
**בנקות אסות**  
**מוכרי דוכנים**

## תרופה ל"מכה" של חברת EXERGEN

- תמיד נכון ובמיוחד בתקופה זו, שכל הפרעה  
 ה' בתקציב.  
 אנו תלויי חימום הרשניים במזקן החשמל אנו  
 י הסריקה של חברת EXERGEN, הפועלים על גלג

MICROSCANNER E  
 MICROSCANNER D



מחירו של כל מכשיר,  
 הרבה מנות ממחירה של  
 תקלה אותה ימוע!!!

התקשר איתנו בטלפון 03-614668  
 לקבלת פרטים ולהדגמה.

המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר

המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר

המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר

המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר  
 המכשיר

הסמל לאיכות טובה יותר! **SOLCON**

מתנעים אלקטרוניים להתנעה רכה RVS/SEM

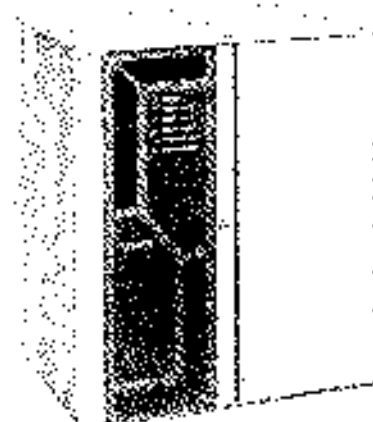
5-750 כ"ס



משני מהירות דיגטליים למנועי ז"ח VPM

טכנולוגיה חדשנית  
דור II

1-40 כ"ס



★ התאמה לישומי המזמין  
★ יעוץ והדגמה במפעלכם

לקבלת קטלוגים מפורטים נא לפנות:

**סולקון תעשיות בע"מ**

משרדים: דרך פתח תקוה 87 תל אביב, טל. 03-612971  
מפעל: אזור התעשייה קרית ביאליק, טל. 04-768190



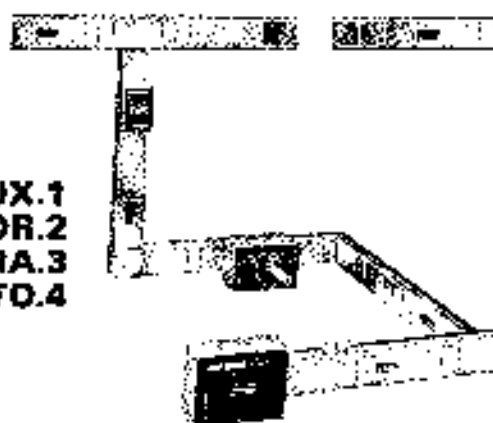
אלקוטרייד מוצרי חשמל ואלקטרוניקה בע"מ  
 שיווק מוצרי חשמל

# חוזרת בגדול



P. POGLIANO DEI FRATELLI POGLIANO

פוליאנו - איטליה  
 תעלות פסי צבירה



- 1. **BLINDOLUX** - לתאורה עד 80 א' (IP 54)
- 2. **BLINDOJUNIOR** - למכשירים עד 150 א' (IP 54)
- 3. **BLINDOSBARRA** - לכוח עד 900 א'
- 4. **BLINDOVENTILATO** - להעברת אנרגיה עד 4000 א'

כל הפסים במלאי שוטף  
 וכוללים את כל האביזרים הנדרשים.

ראה מאמר בנושא תעלות פסי צבירה  
 בחוברת זו



## Roederstein ESTAprop<sup>®</sup> Three-phase Power Capacitors

Naturally Air-cooled, Type MKP

### קבלים תלת פאזיים

מתוצרת - ארו - הדרשטיין - גרמניה

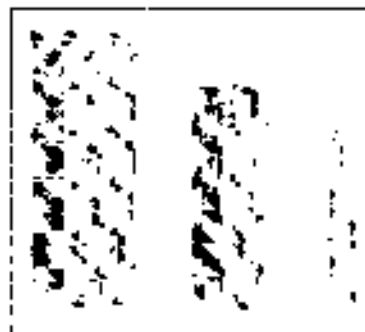
עד 3 x 15 קווא"ד - צילינדר בודד  
 עד 3 x 60 קווא"ד - קופסה מונגת  
 אספקה שוטפת של קבלים למתח גבוה.

במלאי סדור במחסני החברה החדשים:

- CELSA** - מכשירי מדידה ומתמרים, מכל הגדלים והסוגים.
- CATU** - ציוד בטיחות למתח גבוה, לתחנות פנימיות וחיצוניות.
- FERRAZ** - נתיכים מיוחדים - למתגעים רכים וסתי מהירות.
- ELCO** - נתיכים אומים.
- KONCAR** - נתיכי HRC בסיסים ומנתקי נתיכים בעומס.

### בית אלקוטרייד החדש

רח' הוביאים 6, ת.ד. 1926, רמת השרון 47111, טל. 03-5405058, פקס: 03-5400653





הנדסת הספק (1980) בע"מ

התקנות ברזל תעשיית

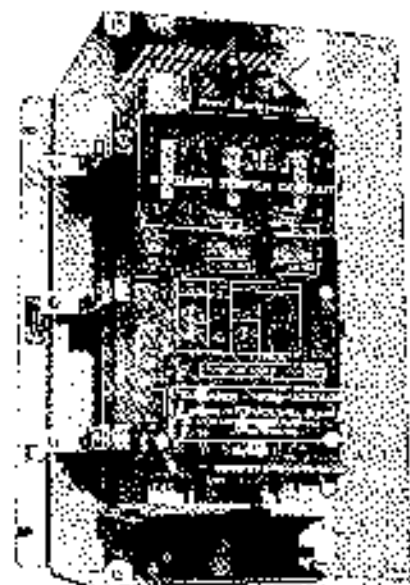
המוצרים החדשים

שהצטרפו למשפחת המוצרים של הנדסת הספק



**P.D.B.**

רקור טיזיות למעעים תלת פאזיים



**S.T.R.** בקר הספק תלת פאזי 500A-70

**פיתוח וייצור**

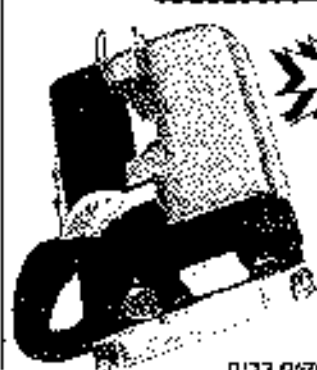
- ★ בקרי מהירות זרם חילופין 75 מ"מ
- ★ מתנעים אלקטרוניים רכים
- ★ ווסתי טמפרטורה
- ★ ווסתי מתח

**הנדסת הספק (1980) בע"מ**

רח' החרושת 24 אזור תעשייה חדש  
ת.ד. 255, אור יהודה 00200  
טל. 03-344484-6, 345520-1  
פקסימיליה 347393

## מכונות חריצים ושקעים

**IMPEX, ST - 50**



הספק - 460 וואט  
מהירות - 900 סלד'  
רוחב חריץ - 12 מ"מ  
עומק חריץ - 12 - 20 מ"מ  
משקל - 2.5 ק"ג  
צינור מיכל אבק - 1 ליטר

מכונת חריצים קלה לסוגי בלוקים רכים  
פצוידת במיכל איסוף פגמים

**IMPEX, ST - 67**



הספק - 800 וואט  
מהירות - 1000 סלד'  
רוחב חריץ - 6.5 - 30 מ"מ  
עומק חריץ - 20 - 45 מ"מ  
קוטר כוסי לשקעים - 55 - 80 מ"מ  
משקל - 8 ק"ג

מכונת חריצים ושקעים לכל סוגי הבלוקים  
לא מיועדת לבטון,  
תיצור לשואב אבק

**CLIPPER / NORTON, K - 3300**



הספק - 1800 וואט  
מהירות - 6200 סלד'  
רוחב חריץ - 35 מ"מ  
עומק חריץ - 35 מ"מ  
משקל - 10.5 ק"ג

מכונת חריצים לכל סוגי הבלוקים  
ובמיוחד לבטון ריסק יחלוט.  
תיצור לשואב אבק.



**צ.ל. מערכות בע"מ**

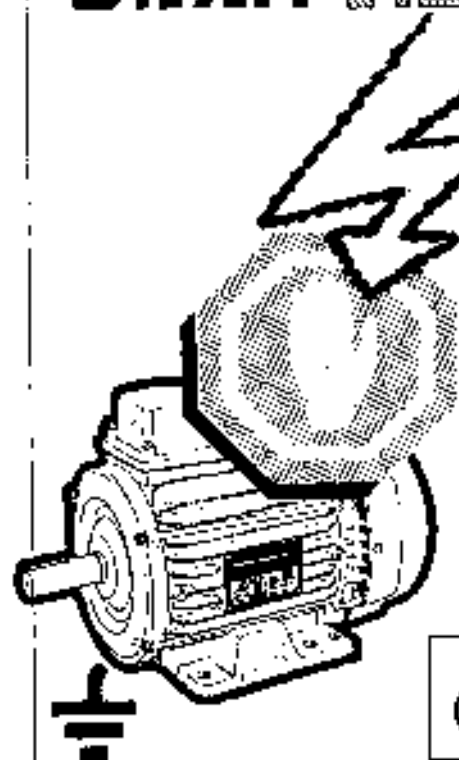
רח' כורשין 3, פריז הספא, נב עת יי ס. ה.ה. גלע. מימיו 53083  
סלמתיים: 03-243286, 03-243285, 03-243284, 03-243283



# הקדם תרופה לשד"י צבת המנוע



תיקון מנוע שרוף עולה לך ביוקר! (זמן חשבחה, עבודה ושיפוץ)



- כאשר אתה זוכה למנוע רגיל אתה הקוק. כבר מאחר מדי
- מנועים נשרפים לרוב בשל ליקוי בדיד וריכוז היצורים בשד"י צבת המנוע
- בהתראה מוקדמת על ה- IREH ניתן למנוע את הנזק!
- בעזרת ה- IREH נבדק טיב התייחד כל רישו לשימוש אישי בעל
- ה- IREH מאפשר ליקוט באמצעים הדדועים עוד בזמן התחזות הלקוי
- נועד במיוחד לתיקונים (אלגוריתמים) המאפשרים לפשלת הצלה ומנן משאכח כיסוי אטן, יבערות חרם וכן לשמרים החולקים בתנאי כחה-נכחה או במקומות פשיט כיסוי

אליס יעקב ושות' בע"מ ר"ד צה"ל 98, ליראני

פ.ד. 994 ליראני 75100, 70, 03-343506, פקס. 03-340776

למידע נוסף טלן 42/20

# תרמוגרפייה!!! שרותי סקירה תרמוגרפית

- זיהוי נקודות התחממות בלוחות חשמל.
- בדיקת התחממות למנועים חשמליים ושנאים.
- מדידת טמפרטורות ואיכות בידוד:

בתנורים,  
ארובות,  
מערכות קור חום.

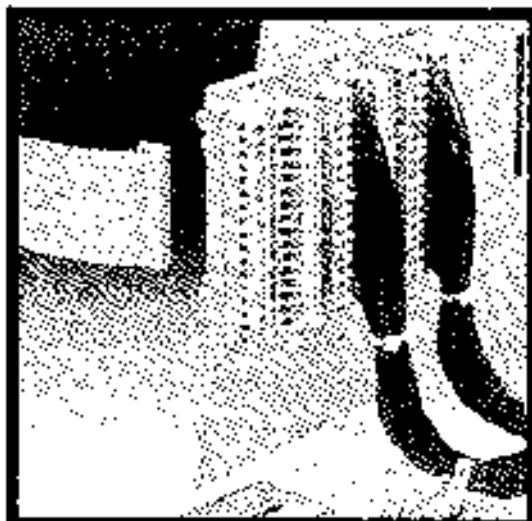
טכנולוגיה  
תעסוקתית

ר"ד חסי בר-גלי, חניאביב  
מל, 287819, 05\*281719  
פקס, 03\*204287 ATT. DC TEC

למידע נוסף טלן 42/21

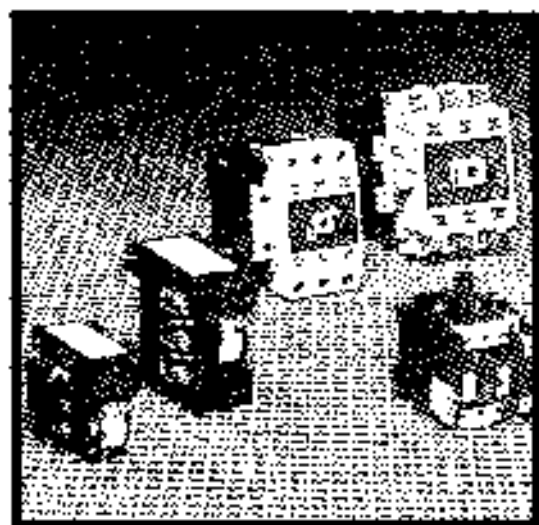
# מאון רחב של ציוד חשמל,

- מפסקי זרם תוצרת SACE
- מגננים ביתיים לרם תוצרת SCHIELE
- ממסרי זמן, פיקוח ובקרה תוצרת SCHIELE
- אביזרי פיקוד תוצרת SCHIELE
- סגתקי סבטידים תוצרת JUNG
- שקעים ותקעים רגם CEE תוצרת ILME
- ווסתי כונל הספק תוצרת FRAKO, CIRCUATOR
- מהדקי פיקוד לחשמל ואלקטרוניקה תוצרת PHOENIX
- מוסות הארקה תוצרת AARDING
- סימוניות לסימון חוטיים ובבלים תוצרת CRITCHLEY
- FLEXIMARK
- ציוד בטיחות והגנה למתח גבוה.
- ותילים למתח גבוה תוצרת B.B.C.
- תעלות תוצרת P.V.C. פלול.
- בקרים מתכנתים מתוצרת OMRON
- ציוד פיקוד ובקרה מתוצרת OMRON



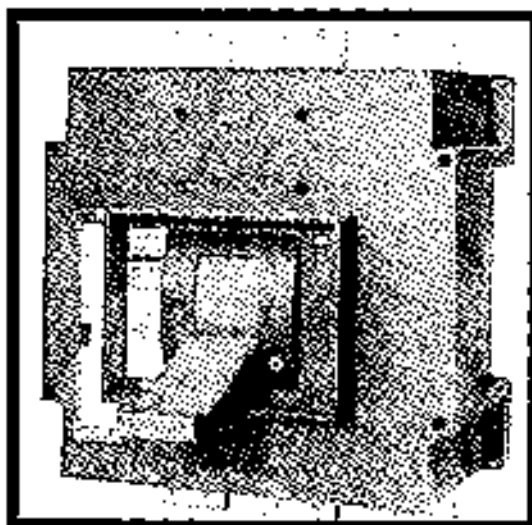
**PHOENIX**

מהדקי חשמל ואלקטרוניקה  
 סימונים מיוחדים וציוד הגנה  
 במגוון בלמים וסדוטי יחיד.



**SCHIELE**

מגננים וציוד פיקוד SCHIELE  
 מגננים סלל כ"ס - 4 כ"ס  
 סלילים AC/DC



**SACE/BBC**

מפסקי זרם חצי אוטומטיים קולומביים  
 סדרת 2500A, 2500A  
 דרגי קלר 1200A-3000A

# מיתוג, פיקוד ובקרה באטקה



צורך פיקוד ובקרה ממונעת נשעים,  
מסורים, קובצי זמן  
בקרים מתוכנתים ועוד...

OMRON



טובות האריקה ועליו לקר

AARDING

**בכל אחד מהסניפים תקבל סיוע  
טכני ואספקה ממלאי מקומי**

## אטקה

אטקה בע"מ חברה לשיווק והפצה

הרביצות סניטוטונגור תל-אביב

סניף צפון:  
רח' תשיש 3, מפרץ חיפה  
טל: 04-724402  
פקס: 04-722967

**3**

סניף דרום:  
רח' החשמלאי 75  
עמק שדה, באר-שבע  
טל: 057-72323  
פקס: 057-79195

**2**

מסדר ראשי:  
רח' בר-כוכב א 6, בני ברק  
טל: 03-5707146  
פקס: 03-5790074

**1**



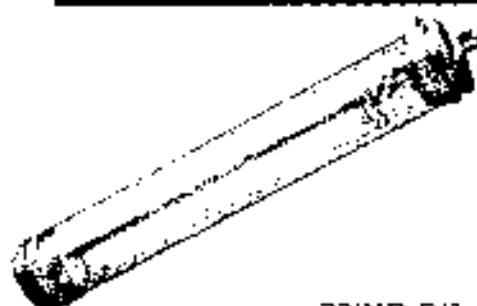
# "אופיר שי"

## ייצור שיווק ואספקה

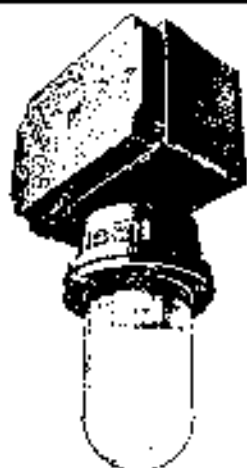
חומרי חשמל לתעשייה, בנין, רשת, אחזקה ותאורה

# רשת סניפים בכל הארץ

- ★ מפיצים בלעדיים של ציוד מוגן התפוצצות - "לאפקו".
- ★ כל כבלי כח ופקוד - במלאי שוטף.
- ★ כבלים מיוחדים מתוצרת LAPP.
- ★ יעוץ תאורה ואספקת גופי תאורה, לתאורת מחסנים, ספורט ורחובות.
- ★ ציוד פיקוד, מיתוג ובקרה מכל הסוגים.



גוף תאורה  
עשוי מצינור פוליקרבונט  
מוגן התפוצצות.



גופי תאורה  
עשויים  
מפלסטיק  
משוריין  
בסיבי זכוכית  
מוגן התפוצצות

- משרד ומחסן ראשי:** רח' עמל 37, קרית אריה, טל. 03-9230855 (7 קווים) פקסימיליה: 03-9233192.
- סניף הרצליה:** רח' סוקולוב 60, טל. 052-540746, 540784.
- סניף חיפה:** דרך בריהודה 195, תל חנן, טל. 04-322277, 323417 (4 קווים) פקסימיליה: 04-235537.
- סניף רעננה:** רח' התרושת 10, אזור התעשייה, טל. 052-453888 (3 קווים), 052-910588 (4 קווים).
- סניף ירושלים:** רח' לנדזברו 28, גבעת שמואל ב', טל. 02-713553, 713383.

# ת.כ.ה. הנדסת חשמל בע"מ

רח' ביאליק 129 \* ת.ד. 8229 \* רמת גן 52181 \* טל. 03-7519146-50 \* טלפקס 32154 \* פקסימיליה: 03-7519151

## ממירי תדר לויסות מהירות של מנועים מנועי חשמל

### מכשירי בדיקה מתוצרת פרוגרמא אלקטריק שוודיה



ה. **TVE 2000** - מכשיר בדיקה משוכלל לחצאי מוליכים, טרייסטורים, GTO וכו' למתחים ורמים גבוהים.



א. מכשיר אינברסיו דגם **HARALD** לבדיקת ריליים והננות יכול להזרים עד 150A ימודד זמן הפעלה של ריליים וכו' מכשיר משוכלל וקומפקטי



ג. **LORKEL** שימש פרויקט "מבוקר" ורם למצברים הטבעית ורם פרויקט קבוע למצברים ואפשרות קביעת קיבול המצברים באספר שעות.



ב. **TMS** - מונח זמן דיגיטלי מדויק לבדיקת חומרים קצרים בין עניות הפקדה עד להפעלה, עם 3 מספרים אחרי הנסיק.



ד. ספקי זרם לרמים גבוהים דגם מיטלסל ל **CSU 600A**, או **ODEK** (עד גלבים) 1500A או 3000A לבצוע בדיקות שונות בזרם נאות.



א. **VIDAR** מכשיר לבדיקת האי חמיתוק של ממסיקי זרם בואקים חיוני לכל מפעל שלו יש מנועים ומפניז בואקים.



ד. מיקרואוטמטר **MCM 600A** למדידת התנגדות חיבור בממנים של ממסיקי זרם במסג צפירה וכו', תכל כורס גבוה של 600A.



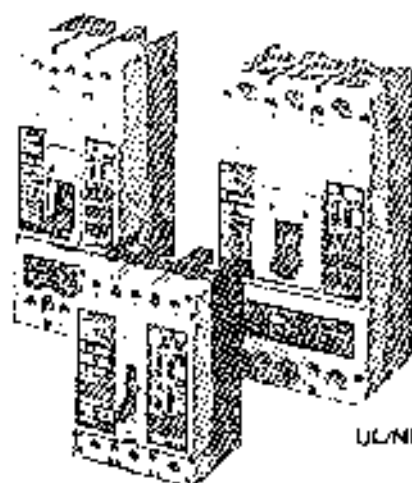
ה. מד ויית דימסלי דגם **PAM 360** בין מתחים (0.2-500V) ורמים עומים (5A - 10.02)

## דיזל גנרטורים מתוצרת KOHLER ארה"ב



שים קץ להפסקות החשמל. רכש דיזל גנרטור אמין מתוצרת **KOHLER** ארה"ב. בתחום הספקים **1250 kVA - 3.5** וכן מערכות אל פסק סטטיה מערכות אל פסק מסתובבות גנרטור עם דיזל עד **500 kVA** ומערכות במקביל עד  $5000 = 10 \times 500$  קו"א (**kVA**)

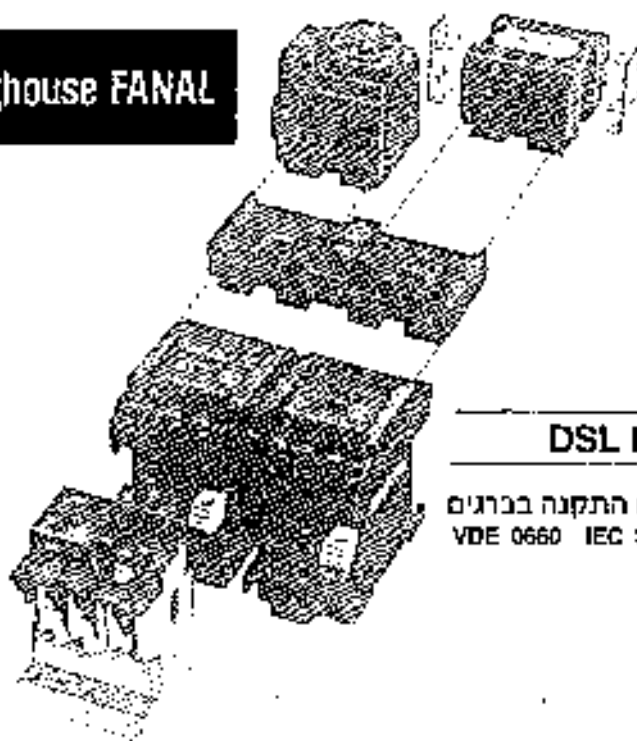
## יבוא ושיווק ציוד ללוחות פיקוד / כח ולמתקני חשמל



**מגבילי זרם קצר 65 ק"א**  
**100 ק"א**

מדידת זרם	זרם (א) / זרם (א)	קצוות
4	150	F
2	250	V
2	500	K
1	900	L
	1200	N
	1500	R

- מגבילי זרם קצר, זרמי קצר נכונים 100KA, 65KA
- גודל סיד קטן
- תמיכה אוסטרליה לפי דרישות IEC/BS/VDE/CSA/NEMA/UL
- סדרה C מוגנות:
- הגנה על קיום - תחום טרמי קבוע, תחום מעגלי משתנה.
- הגנה על מתחים - MCP - הגנה חירום לחנאים
- הגנה משתנות - תחום טרמי משתנה; תחום נגנבים משתנה.
- הגנה קלקטרונית - השתתפות המגה מפני זרם קצר לאחור.
- מיון רחב של אמצעים: מגוון עקר, יחיד מוגנים.



### מגעים דגם DSL

להתקנה על מסילה אוס או התקנה בברגים  
VDE 0660 IEC 337-1 BS4794-1 UL 508

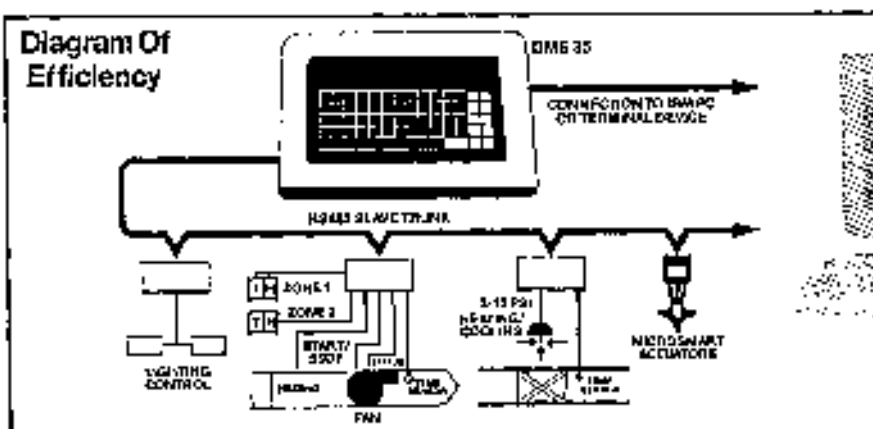


# ארדן הבקרה המושלמת



מערכות בקרת מבנה ואנרגיה

מערכות בקרה למיזוג אוויר מתוצרת "Robertshaw"

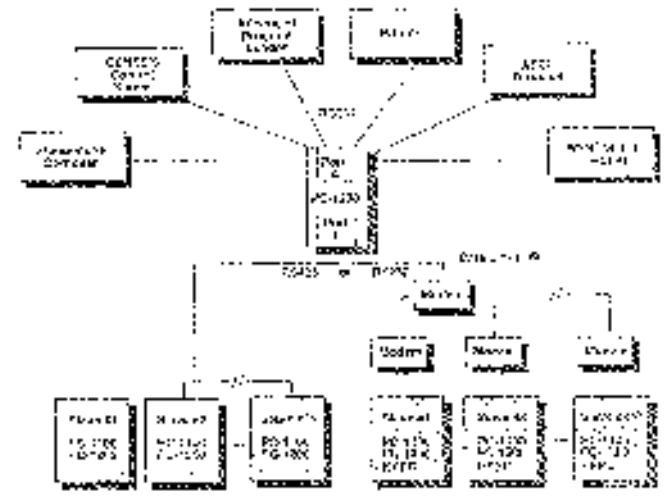


- מערכת מבנית אמיתית
- רשת בקרים חכמים
- מערכת משולבת מחשב
- ציוד בקרה אלקטרוני ופניאומטי

נייעד לבתי חולים, מבני ציבור, בתי מלון, מפעלים ועוד...

## תיכנון! תיכנות! התקנה בשטח! הפעלה והרצה!

PC - 1200 - המילה האחרונה בבקרה



**בקרים מתוכנתים  
מתוצרת וסטינגהאוז**

- בקרים וערים 8-12 I/O
- בקרים מודולרים מ-8 עד 8000 I/O
- תקשורת למחשב
- תקשורת בין בקרים
- מהגדל ישומים גרפי
- ביצוע עבודה מושלמת





Telemecanique



## פתרונות מתקדמים

חדש

### מנתקי-מפסק זרם מגנטי OPTIMAL 25 motor-circuit protector

- מצטיין ברמת בטיחות גבוהה (פתיחת כל המגעים בעת קצר)
- מהירות ניתוק גבוהה 2.3msec
- מסוגל לנהל דרשית עם בקר ממוכנת (עיי הוספת מגעי עזר)
- מיועד למנועים בעלי הספק 0.37 עד 11kW העובדים במתח 380-440V
- 12 תחומים שונים המשתלבים באופן מתואם עם כל המנועים ומימסרים תרמים כתחום 0.1 עד 25A



חדש

### מתנע תרמו-מגנטי GV3

- סידרה חדשה זו באה להרחיב את תחומי העבודה בהם פועל ה" GV1 בהצלחה מרובה
- גדל הסידרה 1.6 עד 80A
- כשר ניתוק - 100kA עבור חדגמים 1.6 עד 25A
- - 35kA עבור הדיגמים 40 עד 80A



חדש

### מיקרו-בקר TSX 17

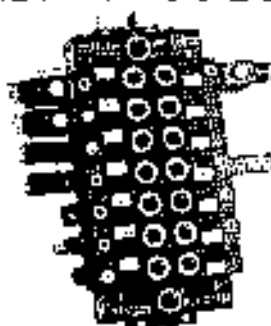
- יכולת הרחבה עד I/O 160
- שני דגמים בסיסיים:
  - TSX 17-10 בקר חסכוני, תכנות בשפת BOOLEAN (1K הראות)
  - TSX 17-20 בקר מתוחכם, תכנות בשפת LADDER או GRAFCET, (3K הראות)
- בניסוח מהירות, טיפול במילים, שעון זמן אמת, יחידות אמלוגיות, תקשורת ועוד...



חדש

### שתומים פניאומטיים PVL 5/2

- קיימים בגודלם בודדת או כסעפת ובגדלים 1/4" או 1/8"
- הפעלה BISTABLE או MONOSTABLE עם קפיץ מחזור
- פיקוד פניאומטי או תשמלי (סלילים 1 או 5W)
- חיבורים מידיים או באמצעות הברגה, בהתאם לגודלם
- התקנה על פס אומגה או ע"י ברגים



אספקה מהמלאי

ציווד חשמל בע"מ רחוב הבטחון 6, קריית מסלון 49130  
טל: 03-9234465 מקס: 03-9234465





# הכל על תאורת החרום

## אצלנו אין הפסקות חשמל!!!

כשעוסקים בנושאי בטיחות, אי אפשר להתעלם מנושא מרכזי והוא תאורת חרום. תאורת חרום פרושה תאורה אלטרנטיבית לתאורה הרגילה, הפועלת באופן אוטומטי כאשר נפסק החשמל מסיבות של תקלה, קצר, או נתוק הזרם במקרה שריפה או פיגוע. אנו מבחינים בשני סוגים עיקריים של תאורה:



א. תאורת הכוונה הכוללת שילוט. תאורה זו פועלת גם כאשר יש חשמל ולחילופין, מיד בהפסקתו.



ב. תאורת התמצאות המיועדת להארת חדרי מדרגות, שטחים ציבוריים ודרכי מילוט.

### יתרונות תאורת החרום:

1. אין צורך באינסטלציה חשמלית (היחידה ניתנת להרכבה בכל מקום בו נדרשת תאורה ומתחברת לרשת החשמל הרגילה).
2. התקנה קלה ופשוטה על התקרה או הקיר.
3. היחידה כוללת מצברי **ניקל קדמיום** יבשים להחלוטין ללא כל טפול ואחזקה.
4. היחידה כוללת מטען אלקטרוני לטעינה חוזרת (מיד עם החזרת הספקת החשמל).

### ציוד נוסף שבדשותנו:

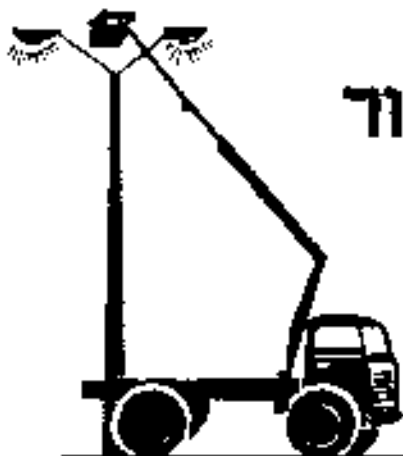
1. מבחר רב של יחידות כולל יחידות דו-תכליתיות עם שילוט לפי תקן מכבי אש והמשטרה. וכן יחידות להתקנה בפלורסנטים קיימים 65—20 נוט.
  2. יחידות ניידות לבית ולתעשייה וכן ציוד מוגן התפוצצות.
  3. מכשיר אל פסק להספקה שוטפת של חשמל לציוד כטיחות ומחשבים, קשר וכר.
  4. גנרטורים ניידים וקבועים, בנוזן ודיזל מ"מ 0.6 ק"ווט — 90 ק"ווט.
  5. ורקורים גנרנים לשפירה ינטרול, כולל מוגן מים.
- ומה דורש התכן? (מתוך קובץ התקנות 4111 תכנון הבניה מיום 17.4.80).
- א. **שלטים**  
לשלטים תותקן תאורה מרשת החשמל של הבנין ומסקור חשמל רזרבי אמין.
- ב. **האזנה התמצאות**  
בפרוזדורים, חדרי מדרגות יותקנו גופי תאורת התמצאות. גופים אינדיקטוראליים הנסעגים ומופעלים אוטומטית יופעלו למשך זמן לא פחות מ-60 דקות. ולכן אתם בתעשייה, אולם, מלון, מועדון וטמים רבי-קומות בדקו מה קורה אצלכם והקדימו פתרון לבעיה.

### תאורת חרום - זה - "צבמ"ד"



אחריות מלאה, יעוץ, הדרכה והתקנה ע"י  
**חברת צבמ"ד 85 בע"מ - ציוד חשמלי**

רח' חפץ חיים 10 נחלת יצחק, ת"א, טל. 03-219852



## נדיבי עדן אוד

רשום: 59487

התקנה ואחזקה של תאורת רחוב,  
מגרשים, סככות.

## השכרת מנופים

לביצוע עבודות שונות  
עד לגובה 16 מטר

\* אשקלון 26927, 051-22927

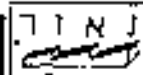
למידע נוסף טלן 42/31

## יצור אספקה והתקנה של סולמות כבלים לתעשייה



אנו מציעים:

1. מתרון לכל תוואי - סולח כבלים מודולרי
  2. מגוון רחב של מידות ופניות שונות
  3. חוזק מינימום ממוצע לעומסים עד 200 ק"ג למ"ר
  4. ציפוי אבץ חם דל מיקרון או צבט לפי דרישת
- אחריות 10 שנים לציפוי. אספקה מהירה  
תחילת מילוי הסף והדמיית קבלות. מחירון נא לפני תלשיט:



### נאור בע"מ

קבלני חשמל לתעשייה

מפוע חיפה, רח' חלוצי התעשייה 79, ת.ד. 10258,

טל. 724834, 04-724528

למידע נוסף טלן 42/29

# בדיקת כבלים

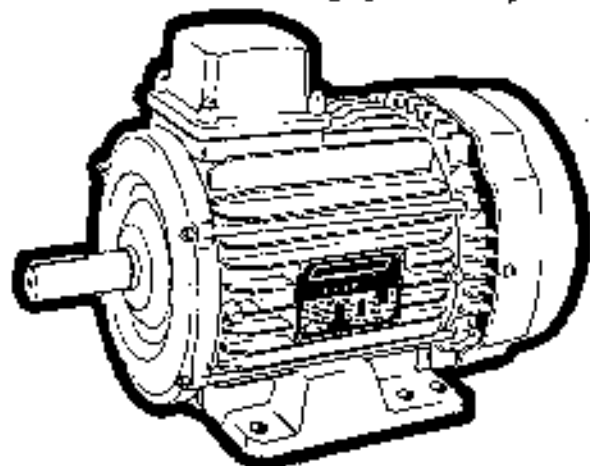


בדיקת כבלים  
קביעת מקומם בשטח  
אתור מקום התקלה

מורקו אלקלעי - מהנדס חשמל  
ת.ד. 27154, יפו 61271  
טלפון: 03-821661

למידע נוסף טלן 42/32

## ליפוף ותיקון מנועי חשמל



- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)
- ליפוף המנוע בעזרת דוד חשמלי (מכונה כמנוע)



### אלקטרומכניק

(1984) מ.ש. בע"מ

רח' גואלג' (מינה) תל אביב

משרד (פז) חיפה

ת.ד. 2636 חיפה, טל 04-644238



למידע נוסף טלן 42/30

# בעיית חיבור חוזר של מנוע השראה

מחזי יהודה טאות

הנסיגה מלמד שמנוע השראה המוגן על ידי מפסק הכרל מיימסר מנגטי גורם לפעמים להפעלתו של המיימסר כאשר פתח הזינה חוזר, לאחר הפסקה קצרה, למרות שהרוטור מסתובב עדיין במהירות הקרובה למתירותו הנומינלית. תופעה זו אינה מתרחשת בזמן התנעה רגילה בת הרוטור מתחיל ממחירות אפס. דבר זה מצביע על העובדה שבעת חיבור חוזר לאחר הפסקה קצרה, מתרחשת תופעה מעבר מיוחדת היכולה לפתח זרמי מעבר בעלי עוצמה מספיקת עד כדי הפעלת המיימסר המנגטי. מאמר זה מטפל במתן הסבר לבעיות חיבור חוזר של מנוע השראה והמלצות לאמצעים למניעתן.

## התנעה רגילה

נתרכז כאן במקרה של התנעה ישירה לכן - שיטת התנעה המפורטת יותר ויותר. גודל הזרם כמנסקציה של הזמן בהתנעה ישירה לכן מתואר באיור 1 שהוא אוסצילוגרמה של התנעת מצד בעל הספק נומינלי של 8 כ"ס. האוסצילוגרמה העליונה מציגת את הזרם המופיע על הדקי המנוע והאוסצילוגרמה התחתונה מציגת את זרם ההתנעה. מהלך הזרם נראה שברוב סגירת המפסק, זרם זה גדול מאד כיחס לזרם הנומינלי. במקרה זה פי ארבעה. שהלך יורד במהירות שמהירות הרוטור עולה. בהלך הרוטור למהירותו הנומינלית נחשבת ההתנעה כנשורה. במקרה חגרון הרי שאמן ההתנעה הוא 80 מחזורים חמתימיים ל-1.6 שניות. תזרם בתום

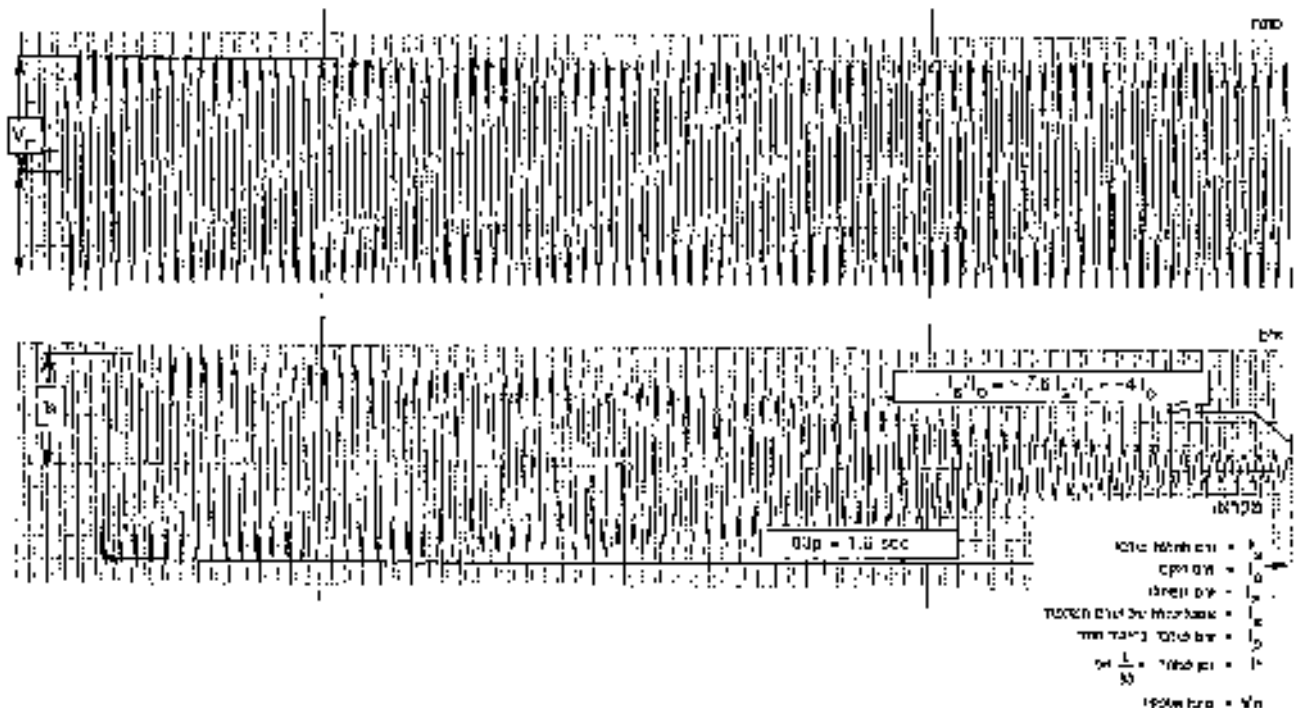
התנעה שווה לזרם הריקס של המנוע או לזרם הנומינלי שלו, תלוי אם ההתנעה נעשה בריקס או בעומס נומינלי. האוסצילוגרמה אינה מציינת תופעת מעבר אחרת היכולת להתרחש משך סחורו אחד או שני המחזורים הראשונים. בזמן זה מחירות הרוטור היא עדיין אפס והסגול פניב כמעט סמאיונדי אינדוקטיבי. תופעת המעבר (1) במעגל מסוג זה ניתנת על ידי נוסחה 1.

$$i = I_m [\cos(\omega t + \phi) - \cos \phi \cdot e^{-t/\tau}] \quad (1)$$

במשה:

- $\phi$  - המופע של הזרם בזמן הפעלת המנוע
- $\tau$  - קבול הזמן של המעגל  $(\tau = \frac{L}{R})$
- $I_m$  - האמפליטודה של הזרם המתמיד

נוסחה 1 מצאה שאם  $\phi = \pi/2$  או  $\cos \phi = 0$  ותופעת המעבר אינה קיימת. כאשר  $\phi = 0$  או  $\cos \phi = 1$  ובמקרה זה תופעת המעבר היא הקיצונית ביותר במעגל זה. קל להוכיח שבמקרה זה עוצמת הזרם המירבית סוגבלת לו  $I_{max} = 1.9 + 2I_n$  בדרך כלל, ערכו של  $I_n$  מספיק נמוך כדי שתופעת המעבר תיעלם תוך מחזור אחד או שניים, וזאת מבלי לגרום להפעלתו של המיימסר המנגטי. מכאן חמסקנת שעל מנת להבטיח שתמיימסר המנגטי לא יפעל ללא הצדקה, מספיק לכוון אותו לזרם שעוצמתו שגורה לפי שניים מאמפליטודת הזרם המתמיד  $I_n$  המירבי שהוא ערכו האפקטיבי כפול ב- $\sqrt{2}$ .



איור 1 זרם בהתנעה ישירה (Direct Starting Current)

1. נאיות - זרמי מנוע, סגור מכלולו למנוע

## הפסקת מנוע השראה

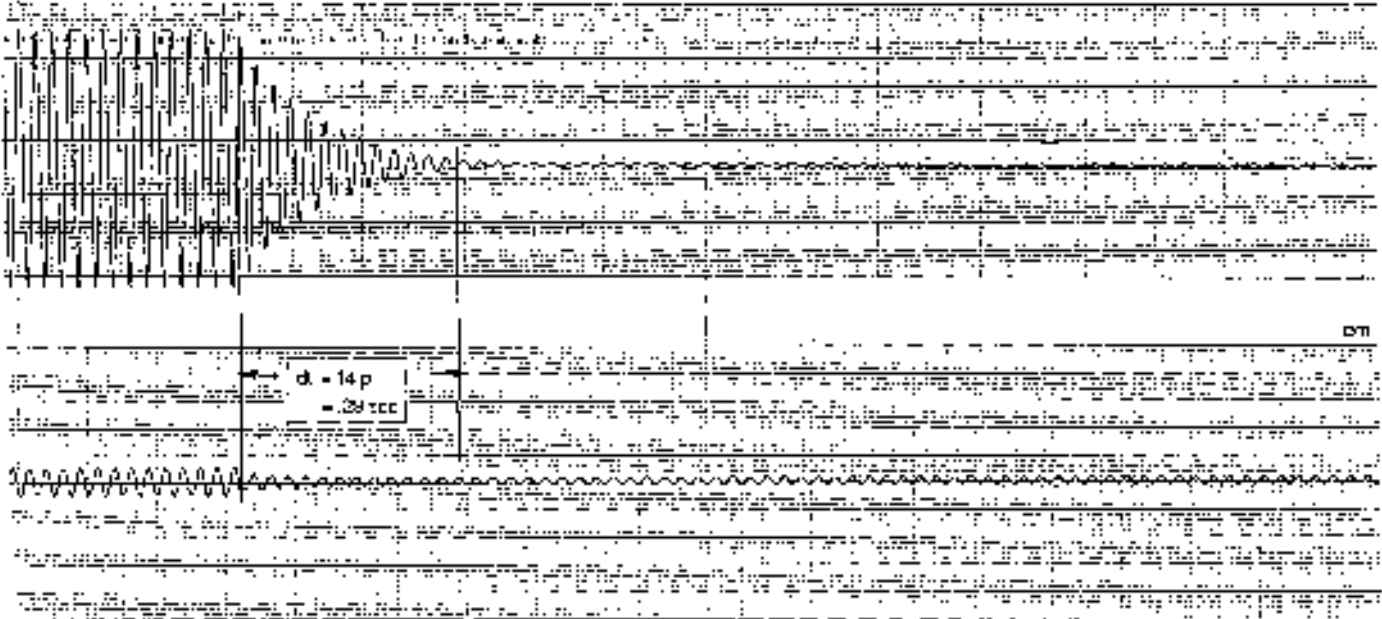
לכאורה, חיי שבחמסקת פעולת המנוע צריכים הולם והמתח שבהדקי להגלם בזמן הניתוק, אוטוסינלוגרמת הניתוק (איור 2) פדאה שלא כך תדמר. הסתח על הדקי המנוע יורד באופן אכספוננציאלי וכמסקרה הכרון הוא ממשיך להתקיים בעוצמה גלרת במשך 14- מחזורים, כלומר, יחד מרבע שדה.

הסיבה לתופעה זו כפולת:

- א. ברול הרוטור, כמו כל ברול, סובל מאחסטרה מנסית. אדגא - במכונת גדולת מעדיפים לחשתמש בברול בעל מוגנט שיווי די גבה כי תכלת זו מספרת את מופט והתמדת.
- ב. לפערכת התלת מופעית קיבולית מסוימת (כאילו היו מחוכרים קבלים

להדקי המנוע). תגיים אלה מספיקים לעיור עצמי של המנוע. סוכן, שבמידה שפחירות הרוטור קסיה, נעלם העיור העצמי יורד אינו נעלם גם סתח הדקים. במקרה שמפסיקים את המנוע לתקופה ארוכה יחסית, מספיק הרוטור לחגיע לפחירות אפט, וסתח הדקים נעלם. בהתמיה סחדש התהליך המתואר באיור 1 חוזר על עצמו.

מתח על הדקי המנוע



### איור 2

תקלה באספקת - סתח שיווי (Supply Failure - Residual Voltage)

### זנת חוזרת

בתקופת העיור העצמי פתנהג המנוע כמנטור לכל דבר. כלומר, על הדקי מופיע כח אלקטרו-ממך הנוצר ביגולו וניון, במקרה שלבו, מהאנרגיה הקינסית של הרוטור המסתובב. תורת הגרטור הטנברתי מלמדת שאפשר להבר, בלי סיכון, גורטור זהה לרשת בעלת סתח יציב כאשר התוצאה תבאים מתקיימים ביניהם.

- א. סתח הגרטור שווה לסתח הרשת.
- ב. החיבור נעשה בסופו הסתאים.

אם מתקיימים כל התנאים נעשה החיבור ללא כל תופעת מעבר (סינכרון). הסתח הגרטור יורד במידה ניכרת לבר במחזור הראשון אחרי ההפסקה ואילו סתח הרשת נשאר קבוע. מכאן שאין אפשרות לקיים את תנאי הראשון.

אשר לתנאי השני, ברור שמופע ההתרחבות המרחיזת הינו מקרי לחלוטין תלוי במשך הסח העובר בין ההפסקה לחיבור המחודש. אם תחיבור נעשה מיד אחרי ההפסקה

(סתח גרטורי גבות) וכיבוד מופעים (מתח גרטור) מנוגד לסתח הרשת, ותהייה תופעת מעבר חריפה וסרול הראשון יורר זרם קצר בעל אפליטרדה גדולה עד כדי "הקפצת" המוטור הממטי. לתופעה החשמלית הזו שדלחה עם "מכה" מכנית על ציר הממט שאך ניתן לשבוע אותה בעת החיבור החוזר. תופעת מעבר אלו טראת כבידור באזורים 1-3-4.

### מסקנות

במקרים רבים סובלת הרשת המוינה את המנוע מהפסקות סתח לתקופות קצרות ביותר. מפסיקים אוטומטיים בעלי מיסטר תרמי ומעטי מייבים, במקרה זה, בהפסקה הנומית מחוסר סתח ובכך גורסת הפרעה בעבודה התקינה של המנוע. ארת השיטות החונות כדי להתקבר על תופעה זו היא להחייק את הממטק במצב מחוכר באופן אלמנטרי לתקופת זמן מסוימת, כך שאם סתח הינה חוזר תוך פרק זמן קצוב ות, ימשך המנוע בעבודתו תוך תקווה שהתופעה תגלוט ללא הפעה.

שיטה זו אלה עומדת בביקורת ההגיון מאחר שאינה מונעת את הפסקת הסתח על ידי הממטק הממטי.

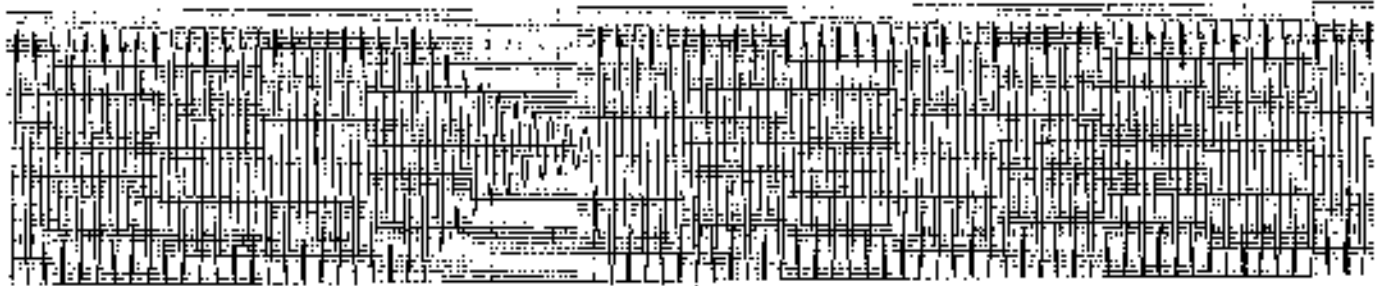
השיטה ההגיונית היא לאפשר לממטק לעבור למצב "ממטי" חק לעבור פרק זמן ארוך דיו, שיבטיח שפחירות הרוטור תגיע לאפט, לבצע התמיה אוטומטית מחודשת.

במקרים רבים כתיים המעשיים, כלמי אפשרי לורג כך מכלי להבנים הפרעה בכל המערכת. במקרים אלה קיימת גם אפשרות לבצע את החיבור החוזר דרך גרם כדי להקטין באופן מלאכותי את אפליטרדת זרם המעבר. כעבור זמן קצר לבתאורה, אחרי שני מחזורים לכל היותר) מקצרים את הגדים.

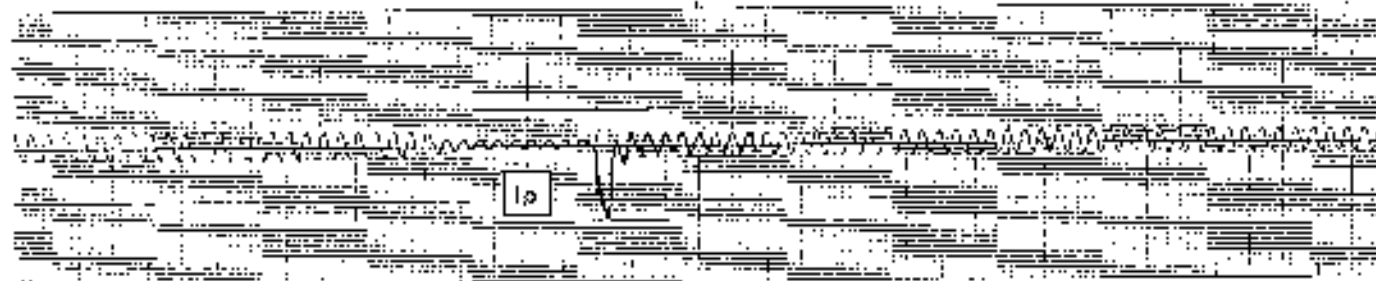
בהתעה רגילה הגדים לא נחוצים, אך הם גם לא יפריעו מפני שפעולתם כמעט מוגבלת לשני מחזורים. דבר זה עשוי לפשט את תובנית המפעל מאחר שכן אין צורך להבדיל בין התעה רגילה להתעה חוזרת.

אם נעשת שימוש בסתנו אלקטרוני (SOFT START) אפשר בעזרתו לקיים את אורך התקופות.

כמה

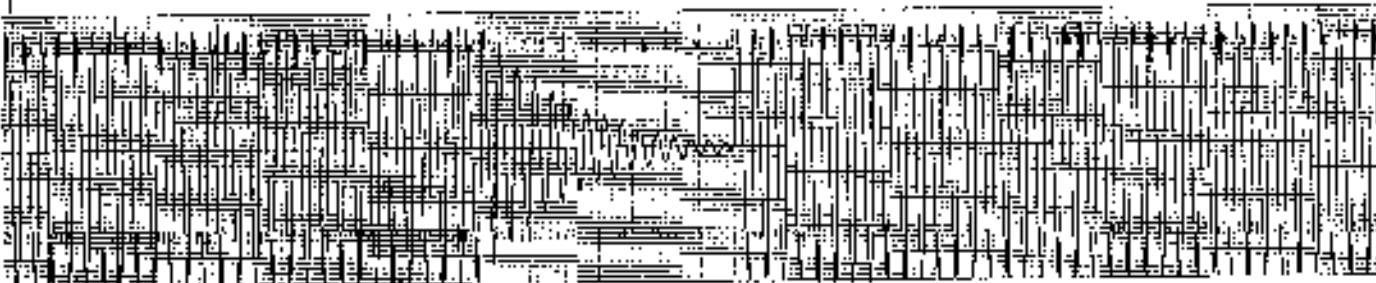


זרם

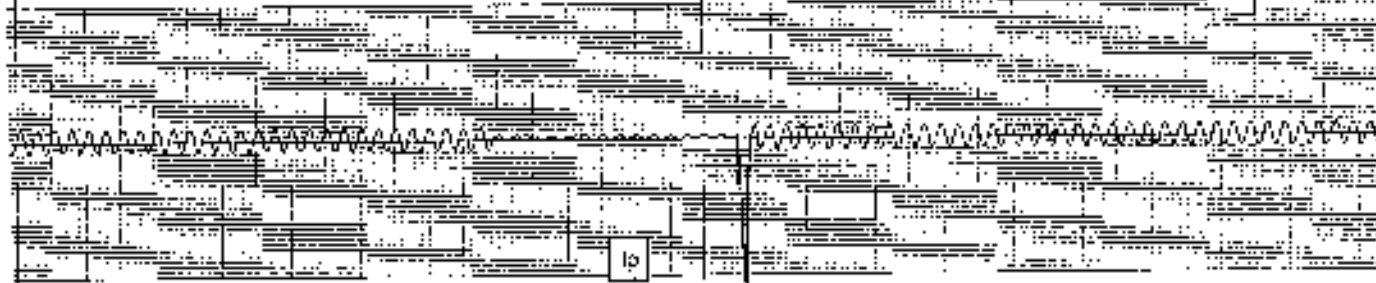


איור 3  
חיבור חוזר - נופס נכון, פסוקרן (Rectifying - Right Phase)

כמה



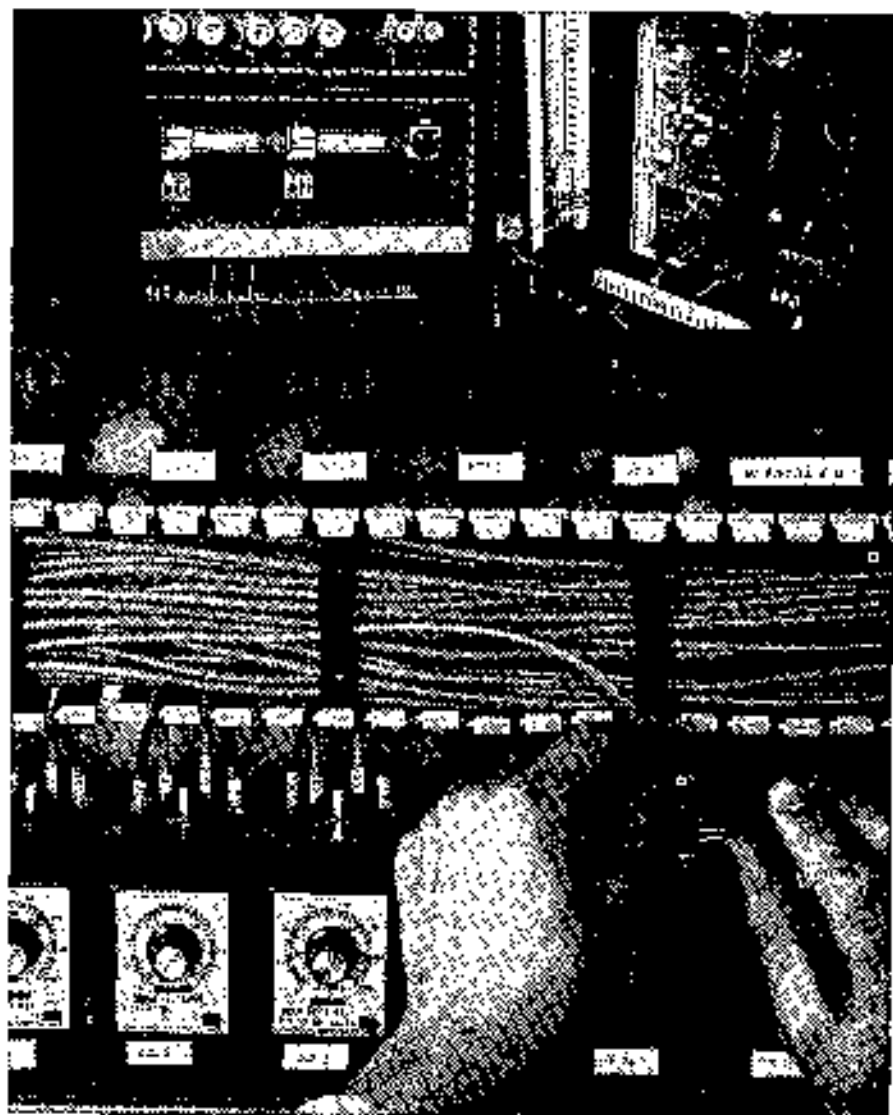
זרם



איור 4  
חיבור חוזר - בנפס לא נכון (Rectifying - Wrong Phase)

# הכללת ציוד אלקטרוני בלוחות חשמל קיימים

ד"ר אלברט מלקס



לאחרונה החל עידן חדש בו מכניסים בלוחות חשמל ופיקוד, ציוד אלקטרוני המיועד לבקרת מכונות עבודה. לנופעה או יש השלכות גם על מבנה חלוח עצמו וגם לברי רמת חידע של צוותי התחזוקה.

## תהליכי האנשי והאירגוני

כאשר מדובר על הכללת ציוד אלקטרוני בלוחות פיקוד ובקרה סביר להניח שבוות תחזוקה לא יתווכר ואף לא יחלף באלקטרוניאים או אנשי מחשבים, אלא יחוייב לעבור קורס מקצועי או הכשרה מתאימה שלינו אותו למטלות הנוספות והחדשות.

ידוע כי להשמלא יש רתינה מסוייטת סעיות אלקטרוני—כחונד אם אין לו הכשרה מקצועית בתחום האלקטרוניקה התעשייתית. נכון הדבר במיוחד כאשר הוא רגיל לספל בציווד אלקטרוני כגון, סמלים מתוחים או סגורים, עגון של ליכה במעב ימשוך או יהושטי, אם חדרה הכשרה מקצועית מתאימה, ניתן לפתור את הבעיה בקל באחד מהקורסים השונים להכשרה מקצועית, במקרה שלו—אלקטרוניקה תעשייתית ורצוי שערמלת המפעל תדא לנודד זאת.

תדנש בקורסים אלה הת על הוד הישוטי של הציוד האלקטרוני כגון: חלונות, ביצועים, שימושים, איתור האלמנט הפגום וכו'.

בנוסף לקורסים קייבים האחרונים על מערכת התחזוקה להסביר לצוותים הטכניים מה הם השינויים ואידינטיים והמקצועיים הנדרשים מנוצאה מהכללת ציוד אלקטרוני. מסודש וכך לדאוג להכשרה מקצועית מתאימה לעובדים הממושיכים לעבוד במיתקנים. הנוסחן מראה כי בדרך כלל אנשי מקצוע כרמת סבירה אין קושי לעבור לעידן השתקום.

## ציוד אלקטרוני המורכב בלוחות

אלמנטים ורכיבים אלקטרוניים המורכבים בלוחות חשמל ופיקוד שתחלקים לקבוצות:

- א. מיטסרי השוליה והמת
- ב. רכיבי פיקוד אלקטרוני
- ג. אלמנטים של מניסרת סמוחשבות
- ד. משערים אדמי-אלקטרוניים

א. מלקס — המכללת הטכנולוגית

ע"ש א. סויטבסקי, תל-אביב

וירוסטורים המתפקדים כמתנים ומהווים ככל חשמלי יצרניל פתח"י או יצרניל סגור" (ללא רלקים סכניים נעים) מסעלי פיקוד.

## אלמנטים של מערכות סמוחשבות

אלמנטים אשר נכסו לאחזונה, למעלי פיקוד ובקרת איטוטטיים כגון בקרים מתושמטי, ייהידות קצה" סמוחשבות למיניהן, מכשירים סמוחשבים לדעלה אוטומטית של וידל-נרטורים בשעת חידום, מתמליכ, וסתיים סמוחשבים ומהלגתים, לאלמנטים

## מיטסרי חסתיית והונה

מיטסרי תשהיה אלקטרוניים המבוססים לרוב על פריקת קבל על-ידי נד; מיטסרי רצטר מופע והיטך מופע; מיטסרי מיפלס, מיטסרי זרם ומתח וכדומה. מיטסרים אלה מותקנים, בדרך כלל, בשקים מיטסרים מסוגים קודמים ללא שינוי במענלי הפיקוד.

## רכיבי פיקוד אלקטרוני

כוללים סידרה של מיטסרים אלקטרוניים סוצקים הכוללים טרנזיסטורים או

אלה, יש לפעמים ערוצי קשר נקוים או אלוהיים עם אלמנטים אחרים של פיקוד ובקרה או עם מרכזי בקרה.

### מבשרים אנרגו-אלקטרוניים

קבוצה חדשה של אלמנטים כגון: מתגים אלקטרוניים (למשל רזה), וטני מהירות אלקטרוניים למעני ורם ישר והילופין, טייטרים מבוקרים, ססקי כוח אלקטרוניים ממירים מזרם ישר לזרם חילופין ומשורות אל פסק אלקטרוניים (U.I.S.). לאלמנטים אלה, יש הספק כוח החל ממספר קילואטמים ועד אלפי קילואטמים, והם נקראים מבשרים אנרגו-אלקטרוניים.

### בעיות הנובעות מהכללת סוגים שונים של ציוד אלקטרוני

הכללת ציוד אלקטרוני בלוחות חשמל ופיקוד מלווה, בדרך כלל, בבעיות טכניות מסוימות. לחלק מספר דוגמאות לבעיות ודרכים לפתרונן.

#### מיסוי חשמית ותנה

מיסויי השהייה האלקטרוניים עלולים, כמרתח הופך, לאבד את יציבותם. מסיבה זאת לא רצוי להשתמש בהם למטרות הכללת עם מרכיבים של הגנה (כהשהייה הנחלתית בהתנגע משאבות לדוגמה) או לקבלת אות להעברה לזרם תצאה כשמדובר בחתונה חרדנית של מצעים (מתגעים מסוג יבוכל-משולשי, ישנאי בוי וכדומה). יש לציין שבעיות זו אינה קיימת כאשר משתמשים במיסרי חשמית דיגיטליים. נשאר שהם מבססים על פעולת מתד נבישי וההשהייה מתבצעת על ידי קפירת כמות מסוימת של דמקים. מיסמרים אלה מוויקיים ויזיכים מבחינת תפקודם.

#### דרכי פיקוד אלקטרוני

הבעיה העיקרית בשימוש בדרכי פיקוד אלקטרוני הוא הצורך בהגנה מפחדת של הרכיבים. ההגנה הזאת מסבכת את התיוול (חיווט) ומקטנה את אמינות הפעולה של הרכיבים.

#### אלמנטים של מערכות המוחשנות

גורמים למידב הבעיות כאשר ככללים בלוחות החשמל, תרכיב האופן ביוזר, הפועל כמעט ללא בעיות, הוא הכקר המנומנת בקרים מתוכנתים מצוייטים, בדרך כלל, בספקים והגנת משלחם, והשימוש בהם אינו משבש את פעולת המיתקן והגת פעילות צוות התחוקה.

לאחרונה הוכנסו מיספר רב של משיכות אלקטרוניות להפעלה אוטומטית של מבשרים לשעת חירום. מערכות אלה מיוזות, בדרך

כלל, מהמצברים של הדיוול-מטרורים ויש להקפיד על תקשורתם וטעינתם.

ייחודות קצהי ממחשבות גורמות לרוב הבעיות במקד הכללתן בלוחות חשמל ופיקוד מאחר שהן כוללות, בדרך כלל, פיקוד-פרוסטורים, אלמנטים של כניסות/יציאות, מבשרי קשר ונגזיים (במקרה של בקרה מרחוק).

אחת מהבעיות האם עליית המתח (SPKRS) נכונה שמגיעה בזמן מיתוג אלמנטים אלקטרומנטיים (לכללים של מתגים), ולכן יש לבצע את החיבורים דרך צמד אמטי (OPTO-COUPLER) או רמב דומה. ראוי לציין שליום מייצרות מספר חברות, סימסדים מיוחדים הכללים בתוכם צמד אמטי. במקרים אחדים נאלצים להחליף ציוד אלקטרומנטטי בציוד אלקטרוני (למשל מתגים), אשר אינם גורמים להפרעת בפעולת ציוד אלקטרוני אחר. יש גם בעיות של הפרעות, למשל איתות סרק, הנבעות ממבשרי קשר (קוויים זאלחוטיים) אשר יוצרות פקודות טוטעות, איבדו אותה הפעלה וכדומה. כתוצאה מהפרעות אלה עלולה להתרחש הפעלה נהפסקה מיוזרת של סתגעים, ומנועים אלקטרומנטיים. אחת מאפשרויות לפיתרון השיבושים האם הבטחת השהייה בהפעלה והפסקת פקודות הפעלה.

#### מבשרים אנרגו-אלקטרוניים

מיישמים מבוקרים, אינברטורים, מערכות אל-פסק, מתגים אלקטרוניים, וסלי מיוזרת למתגים, מתקנים חיים יותר ויוזר בלוחות חשמל ופיקוד והם גורמים להפרעת ולבעיות אנרגטיות כגון, ירידת סקדם החספק של מיתקן החשמל. לשיפור התכונות האנרגטיות של המיתקן הכלל מלשירים אנרגו-אלקטרוניים משתמשים במסגנים וקבלים.

גם מערכות אל פסק לסיניהן המשמשות לתיוול מלשירים, ייחודות קצהי, מתמרים וכדומה, משבשות לפעמים את פעולתם של מבשרים אלקטרוניים ומנועים בגלל יצירת עיוותים בגל הסינוסואדלי של הזרם.

תופעת זו קיימת גם בווסטי שהיוות אלקטרוניים למנועים, ורמים לא סינטואדליים ורמוניות גבוהות החדמים בותך סלילים של מנועים, משבשים את פעולתם ומקטנים את נצילותם דבר זה מחייב תכנון שונה של טנועים גדולים (בהפסקים של טאות קילואטמים) בעלי יסות מהירות אלקטרוני.

יש להתאים את פעולתם של סתגעים אלקטרוניים לאופיין המבני של מכונת עבודה, כוון קביעת יחס נכון בין מסבט התחלתי לבין זמן פעולת המנוע במסגס זה. אין להקטין את זרם ההנמעה של המנוע לשרכים מנוכים יוזר מהמותר בהתאם לתנאי המיתקן והרשות, מכיוון שזמן ההתמעה גדל ועלול להדגם נק למכות היסדות.

### בעיות כלליות ומתחונ

הבעיות המתעוררות עם הכללת הציוד האלקטרוני החדש בלוחות חשמל ופיקוד נהגות לפיתרון במספר דרכים.

#### תיוול ציוד אלקטרוני

אין להעביר תיוול ומבלים של ציוד אלקטרוני יחד עם התיוול של ציוד חשמל ופיקוד אחר, ודויט; לא באותן תבילות ולא באותן תעלות. כלל זה, הידוע לכל אלקטרוני, אינו מוכר דיו לחשמלאים. זרם חילופין הזורם בתוך מוליכי פיקוד חשמלי, משרה במוליכי הציוד האלקטרוני מתחים הפרטיים לפעולה סדירה של הציוד. בבדיקות שנעשו נמדדו מתח מושרה של עד 30V. תופעה זו משבשת ומסבכת את פעולת הציוד האלקטרוני אשר מנוח הפעולה הנקוב שלו אינו עולה בדרך כלל על 5V. כאשר יש קושי בהעברת בבלים רב-גדיים של ציוד אלקטרוני מתוך תעלות החשמל, יש להשתמש בכבל מסווק.

#### פיתח חום

כל המבשרים האנרגו-אלקטרוניים (כולל ספקים אלקטרוניים בעלי הספק נמוך) מוליגים חום בזמן פעולתם. יש לראו לפיזור החום ולהוצאתו מלוחות חשמל ופיקוד אשר הם בדרך כלל, סגורים ואטומים, וסתי מהידות וסתגעים אלקטרוניים מצוייטים, גרוב המקרים, במאמורים אך אם אין זרימת אוויר מהלח לסביבה התצוגות החום נשאר בלות. ולכן יש ליצור דרכים לחוצת החום המיותר (לדוגמה פתחי אוורור). במקרים אחדים יש להשתמש בממוררים נוספים המורכבים בתוך הלוח. אין להתקין אלמנטים אנרגו-אלקטרוניים בחלקים עליוניים של לוחות הסתחמסים יותר מחלקים אחרים חיות שזחים ותר זה עלול לנעט בפעולתם התקיה.

#### פגיעות ביק

ציוד אלקטרוני המותקן בתוך לוחות חשמל ופיקוד רגילים רגיש במיוחד לפגיעת ביק, ידועים סקרים שברקים מגעו באונתם מבשרים בותך לוח מסדיים מספר פעמים. יש להגן על המבשרים האלקטרוניים באמצעים מקבלים נדר סתח יתר וביקים על-ידי חתקתם בכל המיסות של קווי זרם, אנטנות, קווי טלפון, מתמרים וכדומה.

#### סילום

ציוד אלקטרוני יתמסי לאחרונה מקום מכובד בלוחות חשמל ופיקוד.

קיימת מידה מסוייפת של ייחודיות בשימוש בציוד זה במעגלי פיקוד ובקרה.

יש להכשיר צוות אחזקה מיומן כדי שיכיר את פעולת הציוד האלקטרוני.

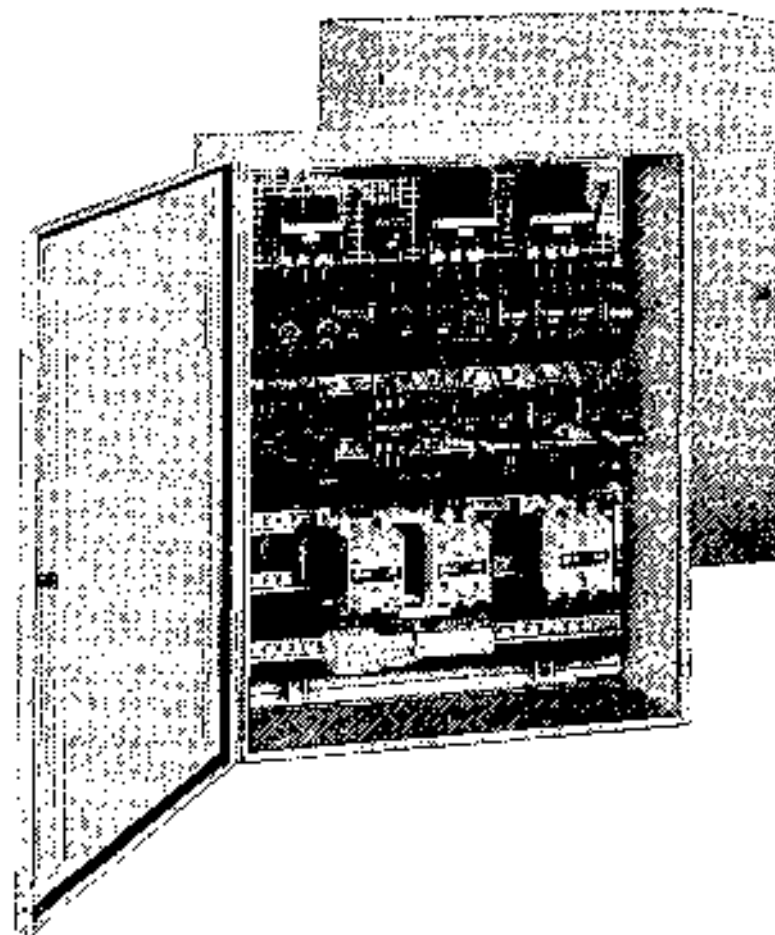
יש לבצע ולתכנן בצורה מקצועית את הצבדות המטענות לראיה, ותקנה וחמה של ציוד אלקטרוני המופעל בתוך לוחות חשמל ופיקוד קיימים וחדשים.

# שיטות חלוקת חשמל במתח נמוך במפעלים תעשייתיים

## לוחות ראשיים, לוחות משנה, תעלות ופסי צבירה

אינה ג'דען איסקין

בחתום להגדרת הסאמר ההתייחסות לנושא חלוקות תהיה, בעיקר, לגבי לוחות המיועדים לחלוקת אנרגיה ולא תכלול פירוט המתייחס ללוחות המיועדים להפעלת מטעים (MCC) וללוחות פיקוד. ראשית, הלוחות צריכים להיות מתאמים למיקומם ולשיטת האספקה. על הלוחות לענות, מכל הבחינות, לפרמטרים השונים העשויים לשרוד בהם גם בתנאי עבודה נורמליים וגם בזמן תקלה. מבנה הלוח צריך להתאים למיקומו ולתנאי הסביבה שלו.



### מבנה לוחות - סקירה כללית

מבחינים בין לוחות להתקנה ויצרנית לבין לוחות לחתקת מדיניות.

**לוחות לחתקת מדיניות** חיוניות חיוניים להיות מוגנים בפני גשם, קרינה של שמש, אבק ולעיתים גם בפני זיהום דליקים, קורוזיה מוגברת (שיתוך) התלכדות אדי מים וכו'. לוחות מים צריכים, למעשה, להיבדק מבחינת התאמתם לכל המטרות לגבי לוחות חף למעט עמידתם בדרישות להגנה בפני גשם וקרינת שמש.

מבחינים בקומים שונים של מבני לוחות.

- מבנה מפה בריל + צבג
- מבנה מפה אל-חלד
- מבנה פלסטי (מליאסטר) + סיבי זכוכית או תיבות פלסטיות כדוגמת CI או מבנה קל כדוגמת "תמרי".

סוג מבנה הלוח נקבע גם בהתאם למיקומו של הלוח. האם הלוח מסוים בחדר-חשמל או בחדר נשל אחר, או שקיימת לוח חשמל נישת לכלל העובדים במפעל כולל עובדי אורח. לפיכך, מיקום הלוח קובע אם ידועה והפעלה נחייבת ממשיות פרט למסקת הראשי שחייב להיות חיצוני וניתן לנגילת המבנה שגוף, או שהידיית יכולות להיות חיצונית נאם רק מותקנות על רלוג יש להדגיש את הצורך בחיות במסד ובסידורו נעילה).

לוחות בעלי חיות שקופה מאפשרים ללות באופן חזותי התחממות יתר של אבד כלשהו הגובלת מסוג רופף או מקיבת אולדת, וזאת כארז שכתוצאה מהתחממות היתר נפרמים שינויים בצבע האבזר. מימוש חיתרון מהייב בדיקה חוזנית של כל זוג ותא מדי פעם בעת, אחרת אין תועלת בהשקעה תוספת.

מבחינת הפרמטרים החשמליים מבנה הלוחות וכל חרכיבים שלהם צריכים להתאים לשיטת האספקה סכמית התדר, מתח נוביכלי (חשוב לגבי מכשירי מדידה, סליף הפעלה, וכדומה) נרמת תכידוד שלהם, חרכיבים צריכים להיות מותאמים לפעולה

ג' איסקין - מנהל יוק

### לוחות ראשיים

לוחות ראשיים, בהתאם לשמש, חס לוחות המכנים ישירות ממקד האספקה של המוח הנסוד, בלוטר, השמאי/שטלים ו/או הנטרטר/גריטורים.

בהתאם לגודל המפעל תרכיבו מספקת לו האנרגיה משטאי אחז' (במניה במתח נמוך של חברת החשמל) או ממספר שטאים (במניה במתח נמוך או במניה במתח גבוה).

במקרה של אספקת אנרגיה משני שטאים בטורל של עד 630 קווא כל אחד ובמקרים מ

במלא עצמת הורס הנמוגלו שעשוי לעבור בחס בתנאי העבודה הקשים ביותר וכן לעמוד בתנאים שעלולים להתעורר במקרה של תקלה, למשל קצר מלא על פסי הצבירה. לפיכך, כושר הביתוק של המפסקים צריך ללות על זה הקיים במניה לוח המסוים. פסי הצבירה וחלוקותם צריכים לעמוד במחנות אלקטרו-דינמיים שעלולים להתעורר במקרה של קצר. רצוי שצורת המבנה אחיה פודלרית ותאפשר תוצלה ו/או שינויים בעת.



יחדים עד שלושה שנים כאלה – יחברו השניים בוד הסנה הנמוך במקביל, ויהוו שיטת אחת. במקרים אחרים, כל שאני יוצר שיטת נפרדת שתספק את הארגון לאיור מוגדר. האיור צריך להיות מוגדר בצורה ברורה מבחינה טכסטורית או מבחינת תחליץ היצור. במקרים נאלץ נהוג לסמן בצורה ברורה את אזורי ההשתייכות של כל חלק מהמערכת. הסיפון יעשה, למשל, על ידי צבע. בחירת העצמים צריכה להבטיח כושר הבחנה גם לעיוור צמנים. לוחות אלו כוללים, בדרך כלל, את החלקים שני שלפוחי להק.

### א. בטיח האספקה ללוח

חלק הבטיח של האספקה/חולל רכיבים המשמשים להבטחת האספקה ומפסק זרם אוטומטי עם המה תומכת ומנונית או מפסק זרם ומבטיחים) ואפשרות להפסיק את הייתה מרוק.

### ב. התקנים לבדיקת תנאי אספקה ואופס

ההתקנים האפשריים הם: וולטמטר, אמפרמטר, סוג מקדם הספק, סוג הספק וכדומה.

### ג. התקנים להחלפת האספקה

במקרה של אפשרות להונה ממספר מקורות תלפיים (שנאי-גנרטר וכדומה) יכול הלוח גם את התקנים להחלפת האספקה.

ההחלפה הידנית תיעשה באמצעות מפסק מחלף או ספקים ניפרדים המחוברים ביניהם באופן סבני או בהפעלה ידנית של מנגלים המחוברים ביניהם באופן סבני ו/או חשמלי. במקרה של תקלה בהספק של אחד המקורות (למשל, שאני תרות התשמעל) ההרמטה האוטומטית מבטיחה את החלפתו של מקור האספקה. היא מבטחת מקור זה למשך ההפסקה והחברת במקומו מקור תלומי. פעולה זו נעשית לאחר בחינה אוטומטית של איכות האספקה החלופית. פעולת החלפתה תיעשה על ידי מענים ו/או מבטקי זרם שיפעלו סבני.

בחירת ציוד הטיח – תלת קוטבי או ארבעה קוטבי – נעשית בהתאם לכללים המקובלים להתקנת גנרטורים.

### ד. טערכת פסי הצביה בלוח

הטערכת כוללת פסי נחושת, פסי אלומיניום, פסי אלומיניום מצוה נחושת.

על פסי הצביה ומערכת החלקים שלהם להתאים לעמידה במחשבות במלוא עוצמת הזרם הנוצרי העשוי לזרם בחם בבלי להתחמם מעל למותר וכן לעמוד בזרמי קצר העלולים להתפתח בזנאי תקלה. תודיש לעיל מפסי הצביה מתייחס גם להסתעפויות מהפסים ולהבטחת של היציאות השונות. החסתעפויות יכלות להיות באמצעות פסי

צבירה קשיחים (למשל, פסי צבירה ראשיים) או פסי צבירה נפישים ומבודדים או על ידי פוליסים מבודדים.

### ת. מיתוג והבטחת היציאות השונות

הלוח צריך לאפשר מיתוג כל יציאה בנפרד וכן הבטחתה בהתאם להגמסה חסותרת של קו היציאה וזאת באמצעות מפסק זרם ונתיכים לכל יציאה או מפסק זרם אוטומטי. אין לראות בהתקנת נתיכים ללא מפסק זרם אמצעי מיתוג נאות, גם לא בפתון נתיכים וכדומה (LUL). במנתקי נתיכים ניתן לתשתמש רק במקרים בהם קו הנהנה משמש להזנת זרם משעה שבו פותקן מפסק ראשי.

כושר המיתוק של הנתיכים והמפסקים האוטומטיים חייב להיות שווה לפחות לזרם הקצר הצפוי. שימוש בלעדי במפסקים אוטומטיים מנע את האפשרות של מצב של חוסר טרנע אחד (Single Phasing) המתרחשת במקרה של שריפת טיך אחד במעגל תלת פופני.

השימוש במפסקים אוטומטיים מאפשר גם הפסקה מרוק ולמשל, חפסקת תירום במקרה של תקנה בלשאי.

### ו. מהדקי יציאה

מהדקי היציאה פהויים מעין יקו תפרי בין לוח החיסל המיוצר בשלמותו במפעל יצרן ולחנות לבין מיתקן חיסל המבוצע על ידי גורם נפרד (מחלקת החיסל של המפעל או קבלן חיסל וכדומה). יקו תפרי זה מהווה חוליה חלשה והמצב מצדיק דיון יותר מפרט בנושא זה.

לעיתים קרובות, ההתייחסות לנושא זה אינה מספקת, ומתוצאה סך אין שימת לב נאותה לפרטים ולכן מתנוח יקו תפרי זה חוליה חלשה. מערך המהדקים צריך לאפשר התקנה נורה של כבלו הוצאות גם בשלב ההתקנה הראשונית וגם בעת החלפתו של כבל מקיים לאחר גמר החתקנה. סידור נכון של המהדקים הוא זה ששהווה, לפעמים, את חסרם שיקבע את גודל תא הלוח או את הכמות של היציאות שניתן למקם בתא בגודל מסויים. המהדקים צריכים להיות מנותמים לסוג המוליכים של היציאות השונות (נחושת או אלומיניום). החיבור של המוליכים נעשה על ידי מהדקי מלחצת או על ידי התחברות באמצעות נעלי כבל. כאשר נעשה שימוש במהדקי מלחצת, הברוג (או כרוגים) מהדקים באמצעות לשונות מלחצת הלחצת על ידי תשלוקן, אין להשתמש במהדקים בתם חבויים לוחצים ישירות על גידי חמולין ללא לשונות מלחצת. במידה שהיציאה מורכבת ממוליכים נפויים בעלי גידים דקים יש לאגזום ביחד על ידי שרזול לחיצה. שימוש במוליכו אלומיניום מחייב שחסתהדקים יתאימו למוליכו האלומיניום מבוהנת המדל, הלחץ רוצע וכן בחירה ככונה של סוג המלחצת וצפידה.

בשנים האחרונות הופיעו מהדקי מלחצת בחם והלחצת על המולין מתבצעות באמצעות קפיצי פלח ולא על ידי סמית ברוב.

במהדקים להתחברות לעלי כבל יש להבטיח שהמהדק אכן יתאים לשימוש בנעל הכלל בגודל תודיש. עלי הכלל המיועדות לשימוש בכבלי אלומיניום חן מלחות ממדים הרבה יותר גדולים פאלו של עלי כבל המיועדים לכבל נחושת מאחר שפסיפות חזרם המלחות בשטחי המגע בכבלי אלומיניום נמוכה בהרבה מזו המותרת בכבלי נחושת. במהדקים מסויימים מסופן גדל נעלי הכלל תפתאים להתחברות אליהם, במקרה זה, הסיפון מתייחס לעלי כבל לנחושת ולא לעלי כבל אלומיניום. מוצגש במפורש שכל שטח המגע של נעל הכלל חייב להיות מנע עם פטטת המהדק.

### ז. קבלים

לוחות ראשיים כוללים, לעיתים קרובות, קבלים לשיפור סקום ההספק. כמות הקבלים הנדרשת לשיפור מקדם ההספק לרמה של 0.92 לפחות בכל רגע ורגע אונט מאפשרות את חיבורם הקבוע של הקבלים מאחר ומצב זה יסרום, בזמן ירידה בגומס, עדיף קסו קיבולי ולישה למקדם ההספק נמוך האסור בתחום הקיבולי לעליית טמט וכדומה, אין לכך, מתייב מערך הקבלים התקנים אשר יחברו וינתקו מהזרם חלק ו/או חלקים מוקבלים בהתאם לתנאי העומס. פעולה זו יכולה להנשית על ידי הצגדת חיבור קבלים מסויימים להפעלת עומסים משולמים - למשל, הפעלת פדחת אוויר או מיתקן שאיבה בלשאי הגורמת לחיבור קבל או קבלים וכן הלאה.

### ישראל הטיחה:

- פשכות
- מחיר נמוך יחסית
- זרם מקסום עדי ללוח ההפעלה של המכונה.

### חסרונות הטיחה:

- פחור הקבלים בכל שטח המפעל מקשה על השקע והחזקתה של הקבלים,
- סיתרון לא משלם לבעיה פטרון מלא לפי שיטה זו מחייב הצמדת קבלים לכל אחד מהמנועים של המפעל לכל אחד מן השמסים המיועדים להזרם. הפטרון המופרף הוא התקנת יחידה מרכזית לניסוח אוטומטי של טקום ההספק שתמוקם בלוח הראשי, או התקנת יחידת ויסות אוטומטית בלוח הראשי עם קבלים יעודיים למספר משפוחי צריכה גדולים.
- רוב הקבלים הנמצאים כיום בשימוש חם טסוג יבט, ול המסדים (SWAR) לפחות ההסדים הנמוכים. מראה לוח הקבלים מקור זרם חניבע מהפסדי הקבלים והזרם הפסודי הורם בטולייתם.
- אין לכך, יש להקפיד שבמוליכים שבהם זרם זרם, הקבלים יועטו רק בחלק מההעמסה המריבוט המותרת. הזרם הזרם

הוא  $U=1$ , כלומר, הדרם (2) עולה עם עליית המזון. בנוסף לכך - במידה שהמזון אינו מנתן סימולטאנר טהור אזי הדרם שנובע מהעיוותים במזון גדול יחסית לתדירות העיוותים. למשל - עיוות במזון של 3% בגל שלישי גורם לדרם שלישי של 3% ועיוות של 3% בגל הרביעי יגרום שהדרם בתדר זה יהיה בשיעור 15% מהדרם בגל הרביעי. על חוץ מהסולכינים משפיע הערך האפקטיבי של הדרם המשובל (Leff.) ודרם זה מחושב לפי שורש סכום רבועי רכיבי הדרמים השונים.

$$I_{eff} = \sum_{i=1}^n I_i^2$$

אי לכך, יש לאזור את תאי הקבלים ולהקפיד על חודק נאות של מוליכים העושה בדגת אתה, למרות, מעל למינימום הנדרש לפי הטבלאות.

### לוחות מיטניים

לוחות מיטניים כגלים, בדרך כלל, את רוב החלקים המרכיבים את הלוחות הראשיים ולכן לא ניתן עליהם את הדיבור במפור.

### תעלות פסי צבירה

יש להבחין בין תעלות פסי צבירה המיועדות להעברת אנרגיה חשמלית בין שתי נקודות ללא הסתעפות, לבין פסי צבירה המיועדים לחיבור צרכנים בנקודות שונות לאנרים. בפסי הצבירה המיועדים להעברת אנרגיה חשמלית בין נקודות קבועות נשתמשים בדרך כלל להעברת דרמים בדרום - למשל, בין שני לוחות הראשי שלו או להעברת דרמים במזון ובין מלוחות המזנים

צורך אלקטרונימי אל העיר עצמו. במקרה תאחרון עשויים הדרמים לחצו לערך של עשרות אלפי אמפרים. פסי צבירה לדרמים כאלו מקוריים בדרך כלל באמצעות מים. עבור דרמים בעוצמה של עשרות אלפי אמפרים מהווים פסי הצבירה פתרון יחיד לתעבורתם. עבור דרמים של מאות אמפרים (אפילו עד 2000 אמפר) מהחיים פסי הצבירה חלופה לשימוש בכבלים, חלופה זו אמינה יותר ולכן, בדרך כלל היא מעדיפת למרות שחשיטתם בכבלים זול יותר.

בפסי הצבירה לחיבור להסתעפות לצרכנים שונים לחדלים משתמשים במקרים שבהם מערך הייצור עשוי להשתנות במשך הזמן [למשל סידור מכונות לעבוד מתכת באולם הייצור או סידור מכונות יצירת בהתמרה וכו' וכו']. במקרים מסוג זה נבונים פסי הצבירה עם נקודות המאפשרות חיבור הסתעפות אליהם. הנקודות מסוקמות באופן מדולרי לאורך פסי הצבירה ומכנה הפס מאפשר חיבור יחידות הבטחה בנקודות הסתעפות. יחידת ההבטחה כוללת נתיבים או מפסקי זרם אוטומטיים. התקנת פסי צבירה בדרך כלל יקרה יותר מהמיתרון של התקנת כבלים אך היא מאפשרת גמישות ותפעולית חספסקת גם פתרון כלכלי במקרים של שינויים צפויים במסך הייצור.

כמו כן, מתקנים פסי צבירה אנכיים לאספקת אנרגיה חשמלית לבני קומות. בפסי צבירה אלו, נקודות ההסתעפות קבועות ומיוקצן אינן אמר להשתנות במשך הזמן. התעלות האנכיות חייבות לכלול התקני חציצה שאינם מאפשרים במקרה של שריפה מעבר אש מקומת לאחת. כל מכנה של תעלות פסי הצבירה צריך להתאים לדרם האופטימלי המתמיד הנדרש ולעצמות זרמי הקצר שעלולה להתפתח בהם.

חיזוק הפסים צריך להבטיח את יציבותם ולאפשר את ההתפשטות התרמית הנובעת משינויי טמפרטורה, ללא יצירת טאנצי יתר.

### תעלות כבלים

השיטה הנפוצה ביותר להעברת אנרגיה חשמלית היא בכבלים. הכבלים הם בדרך כלל כבלים תלת שפועיים בעלי ארבעה או חמישה גידים והצמידים ביותר הם כבלים טרמו-פלסטיות בעלי בידוד P.V.C. נפצתה פלסטי היצני P.V.C. לאחרונה הופיעו בעולם כבלים בעלי בידוד פחיתים פלסטיות אחרים והשימוש בהם הולך ותלח נפץ יותר ויותר עקב סיגוף התמנות חששות של הכבלים החדשים לבני העמידות הנורמלית, תכונותיהם המגבירות המשפרות, עמידותם בתנאי מזג אוויר קשים ועמידותם בפני חומרים כימיים שונים. עם התדרת השימוש בכבלים אלו יש להבטיח תקינה שתאימה לסיווג הכבלים בצורה מדולה וחד משמעית. התקינה תחייב סימון היצני על הכבלים לכל אורכם. הסימון צריך יהיה להגדיר את חכבל ואת תנאי כפי שהודבר מקובל בארצות אירופה הארצות הברית.

התקנת הכבלים נעשית לרוב בתעלות פח או רשת.

יש להזכיר לכל העוסקים בשלב כלשהו של תכנון, התקנת או תחזוקה של מיתקני חשמל שהזרם העובר בכבלים פולס חום ויש, לכן, לאפשר את פליטת החום בצורת שתבטיח את הכבלים מפני עליית טמפרטורה מעל לסוטר. לשם כך קיימות טבלאות של מקדמי העמסה המינימליים חקטת כיוון העמסה של כבלים במקרים של התקנת ספר כבלים במיכות או בעמידות אחד לשני אולם, משום שה לא תמיד מקפידים על כללים אלו וכדועל להתבטא היא לא תמיד נעשית.

## מפסק אוטומטי זעיר (מא"ז) ראשי

● תשלום הוצאות החלפת התקן. השימוש במא"ז מאפשר לצרכן את הידוש האספקה באופן מיידי על ידי הרמת המנג בלבד. מדל המא"ז הראשי הוא מותאם לגודל של חיבור הצורך. אפשר להתקין מא"ז בכל לח חשמל, חדש או ישן, במחיר השווה לכל נפש. כל חשמלאי בעל דשין מתאים ובר תקף ראשי לבצע את ההתקנה. חבית החשמל פתה לעיצוב החשמלאים להצטרף למאסף ההסברתי שהיא מנחלת בגישת ולאחד את לקוחותיהם להתקין מא"ז ראשי. החברה הפיקה דיוקנות פירטתם מיוחדות למא"ז ראשי שמיועדות לחשמלאים. ניתן לקבל על ידי פניה למחלקה ליחסי ציבור, תייד 8810 חיפה, או סלבונית, לגבי שוה שמש 04-482294.

חברת החשמל ינאה במסע חסברה רחב כדי לעודד ולסבג צרכנים אלה להתקין מא"ז ראשי בלוח המבטחים שלהם. סטודנטים שערכת חברת החשמל לארונות סופרה. לוח החשמל של דיירים רבים אמנם מורכב ממא"זים אך אין בו מא"ז ראשי. דיירים רבים חושבים שמפסק המגן (פחלת) הוא מא"ז ראשי. רבים סבורים שהתמצא להתקנת מפסק מגן גבוהה לרוב החשמלאים שתקנים מפסק מגן תמנית 50-60 שיח). יעיתנו הגדול של המא"ז הראשי הוא בכך שבעמס יתר המא"ז יקפץ על ידי כך נמנים: ● שריפת ותוף הראשי של חברת החשמל. ● האחזקה המיותרת (לעומים בחושך) עז שראתין סוחף על ידי משיחוי חברת החשמל.

בבנייני מגורים שנבנו אחרי 1976, מדייב חוק החשמל להצקן מפסק אוטומטי ראשי בלוח המבטחים של הצרכן (ראה קובץ התקנת מסד 3631 תקנות החשמל וכללים להתקנת לוחות במזון) 1976-1976 סעיף 34. המטלה היא שבאשר יחבר צרכן עומס יתר, ייקפץ המא"ז ובכך תמנע שריפת התקן בחיבור חברת החשמל וימנע הכורך לשלוח משווא מסעמה כדי להחליפו. בבנייני מגורים שנבנו לפני 1976 לא הותקן, בדרך כלל, מא"ז ראשי. במקרה זה, חיבור עומס יתר על ידי הצרכנים גורם איפוא לשריפת תחילי חברת החשמל ולריכוזי הפרשת, במיוחד כיפי התרף הקרים וכיפי השרב. אסנם חלק גדול מדיירי הבניינים הישנים התקינו מא"ז ראשי ביוזמתם, אך עדיין ישנם כ-250,000 צרכנים בבתים ישנים שלוח החשמל שלהם לא כולל מא"ז ראשי.

# שימוש בטכנולוגיות של בקרים מתוכנתים לבקרה ואוטומציה תעשייתית

יעקב וינטר



חדר בקרה – מראה כללי

של הבקר, הרי ששפת תיכנון פשוטה זו אינה מחייבת את המפעיל בידע בשפות תוכנה מתקדמות. לכן, היא מתאימה, נוחה וקלה לתיפעול על ידי טכנאים/הנדסאים - אפילו ברמות של אנשי תחוקה במפעל.

ככל שהשימוש בבקרים גבר, היצרנים המשיכו להוסיף פונקציות תוכנה חדשות. הפקודות הבסיסיות ההתחלתיות של הבקר היו למטרות פיקוד על מגעים, סלילים, סונים, קוצבי זמן, תופים לוגיים, ארבע פעולות מתמטיות, השוואות ערכים, העברת נתוני מילים וכדומה.

פונקציות אלו איפשרו לבקרים לבצע פעולות בקרה מסובכות תוך שימוש במספר קטן של מילות זיכרון. מגמה זו הולכת ומתחזקת עם הזמן, וכיום אנו יכולים למצוא עשרות פונקציות תוכנה מתקדמות העולות לעין ערוך על הביצועים של לוחות הפיקוד הקונבנציונאליים הקודמים.

בטכנולוגיה חדשה זו היה הקטנת הנפח הפיזי הגדול של המערכות החשמליות ונידול ברמת האמינות של השימוש ברכיבים אלקטרוניים. יחד עם זאת, המפסדות של שפת התוכנה של הבקרים (דיאגרמת הסולם) הנמצאת במעבד המרכזי, מאפשרת ביצוע של שינויי תוכנה בקלות רבה ללא צורך בשינויי התוויל (חיווט). הוסף לכך את העלות הגבוהה של המערכת והאפשרות לביצוע קל ומהיר של תחזוקה מונעת, באופן שנמנעת השכחה ארוכה של המיתקן לצורך התחזוקה, והנה לך הסיבות העיקריות לכניסתו המהירה של הבקר המתוכנת לשימוש נרחב.

כפי שהוזכר לעיל, הרי שפת התיכנות של הבקר, כפי שאומצה על ידי יצרני הבקרים, היא דיאגרמת הסולם הלקוחה משיטת התיכנון בעזרת מימסרים ומשלבת בתוכה סימנים מוגדרים לכל אלמנט למטרות בניית השלבים השונים של הסולם. למרות הימצאותו של מיקרו-מחשב במעבד המרכזי

## בקר מתוכנת – סקירה כללית

ניתן להגדיר בקר מתוכנת כמכשיר פיקוד דיגיטלי בעל זיכרון מתוכנת המשלב מערכת מיקרו-מחשב, עם כניסות ויציאות המותאמות למינון הדרושות של המערכות התעשייתיות.

התגובה הגדולה בפיתוחו של הבקר המתוכנת בסוף שנות השישים נבעה מהצורך לעמוד בדרישות המורכבות לפיקוד ולבקרה של תהליכים אוטומציה במערכות הייצור.

מאחר ובאמצעי הפיקוד הקונבנציונאליים של אותם הימים (כלומר - מימסרים, קוצבי זמן, סוני מערכות סיפרתיות אחרות) קשה היה להתגבר על הדרישות המורכבות הניל ועל הצורך בלוגיקה מתוחכמת, נעשה הנסיון למתן הבעיה באמצעות הבקר המתוכנת.

החיסכון המשמעותי הראשון שהתקבל

י. וינטר – שיווק ומכירות, חברת יקונטאל  
הנדסת מיכשור ובקרה בע"מ

## בקרי מתוכנת - חומרה ותוכנה

היום, הבקרים מצטיינים באמינות רבה, בגודלם הפיזי הקטן ובערכת הפקודות המתקדמת שבהם. ניתן היום להשיג בקר מתוכנת החל מ-16 נקודות I/O וזיכרון של 1K ועד כ-10,000 נקודות I/O וזיכרון של 2M (1M=1000K), בעלי זמני סריקה מהירים של 1 מילישנייה ל-1,000 סילים ולמיזון רחב של יישומים וזאת בעזרת יחידות מודולריות במיזון רחב של כניסות ויציאות.

היחידות הנשלפות של כניסה ויציאה מיוחדות להתקנה מבוזרת בשטח המפעל. הן עמידות בתנאי עבודה בסביבה תעשייתית קשה ביותר וכוללות בידוד אופטי מאבזרי השדה. מלבד המודולים הדיסקרטיים המקובלים של 4 עד 32 נקודות לכרטיס במיזון נרחב של מתני עבודה והמודולים האנלוגיים השונים, ניתן כיום להשיג יחידות קלט-מלט (I/O) לבקרת תהליכים (P.I.D.) במעגל סגור, בקרת תנועה כניסה ממפענח/מונה (ENCODER/COUNTER) ליציאות של מנועי צעד ומנועי סרוו, כרטיסים "חכמים" של ASCII-BASIC ועד לבקרת איכות ומדידות בעזרת מערכות ראייה ממוחשבות (VISION). בתחום של תוכנות בעזרת דיאגרמת סולם ניתן, בנוסף לפקודות הרגילות, לקבל גם סדרן של פקודות מתקדם ביותר כגון:

- חישוב סטיית תקן
- חישוב ממוצעים
- לוגיקתמים טבעיים ועשרוניים, חוקות ושוורים
- טריג'טמטריה
- פעולות חשבון בשש ספרות תקודה צפה.
- טברסטינות
- פעולות בקבצים, תופים לוגיים ואוגרי הוזה
- תוכנות לולאת P.I.D.

סדרן הפקודות הנרחב של הבקרים הפועל בקבצים ובסברוטינות, ובתוספת בקרי תקשורת ממוחשבים וכרטיסים "חכמים" מאפשרים לאנשי האוטומציה שבמפעל לכתוב תוכניות באופן פשוט, להגיע לחיסכון משמעותי בזמן הפיתוח וההוצאה ולצלל באופן אופטימלי את זיכרון הבקר.

קיימים כלי עזר לביצוע הפרויקט כגון, תוכנה לתישוד המערכת, המסבירה מילולית את משמעותו של כל אלמנט ואת פירושו של כל שלב בתוכנה כולל CROSS REFERENCE למעקב מפורט יותר אחר הלוגיקה - דבר שמקל מאוד הן בשלב ההוצאה והן בשלב אחוקת המערכת ושינויים בתוכנה.

אחת התוכנות החדשות הנמצאות היום בבקר היא האפשרות לתיכנות בעזרת דיאגרמת סלבינים (SEQUENTIAL FUNCTION CHART) שמשמעותה חלוקת התוכנה לקבוצות עבודה לוגיות כשכל קבוצה מסומנת כמלבן עם התהליך הספציפי שלו. הבקר עובר על התוכנה על ידי סריקה של המלבנים הפעילים

בלבד. התועלת של טכניקה חדשה זו מתבטאת בזמן סריקה מהיר יותר, פשטות התיכונן והתוכנה ואתור תקלות מהיר.

## רשת תקשורת

עקב הדרישה לרשת תיחום גבוהה באולמות הייצור של המפעל האוטומטי והצורך בשילוב של כל אגפי המתקן למרכז הבקרה קיימות רשתות תקשורת המיועדות לחבר בין המערכות האוטומטיות ברצפת הייצור גם למטרת העברת מידע בין המיתקנים השונים המפורזים בשטח המפעל לצורך שולבים (חינורים), תיומן הייצור וכדומה וגם על מנת להעביר מידע למחשב המרכזי. כך הוטל על הבקר המתוכנת, בנוסף לתפקיד הכיבועי, גם תפקיד של איסוף נתונים.

רשתות התקשורת הקיימות כיום מצטיינות באמינות גבוהה מבחינת הבטיחות, המהירות והגמישות. ברשתות אלו ניתן לחבר בנוסף לבקרים המתוכנתים, גם מספר מחשבים/מסופים על אותה רשת וקיימת גם אפשרות לתקשורת בין מספר רשתות ברמות שונות בפרמידת פירון הייצור.

התקשורת של הרשתות הראשונות היתה בשיטת MASTER/SLAVE שבו יינהלי בקר ראשי את התקשורת אל יתר הבקרים שברשת. במקרה של כשל של הבקר הראשי, נפסקה רישת המידע למרכז. כיום מתחברים הבקרים לרשת פשוטה של FLOATING MASTER או ישיית האסימטרן אשר בה כל תחנה יעולה על הקרי ברנע שיש לה מידע למסור ואינה זקוקה לאישור/תיומן של מתאם מרכזי. פירוט הדבר שכולם ישווי וכוויות" וכשל של אחד מהם אינו משפיע על פעולת הבקרים האחרים או על התקשורת בינם לבין עצמם או אל המחשב המרכזי.

במפעלים רבים בהם יש "אייסי" רבים של אוטומציה תעשייתית, מבטיחה רשת כזו הפעלה נוחה של המיתקנים ועם התפתחותו העתידית של המפעל ניתן להתחבר אליה בשלבים ובהדרגתיות.

הלכה למעשה, ניתן לראות שהתעשייה המתקדמת בכל המינורים - בשטח הכימיה, המזון, המכתת, הפלסטיקה, החקלאות, בקרת האנרגיה במבנים ועוד - עברה לשימוש ולפעולה באמצעות מרכז בקרת-על, אלו זורמים כל הנתונים מהמכונות ואולמות הייצור. במרכז זה ניתן לנתח אירועים חריגים, לאתר מקום מדוייק של תקלות, לקבל החלטות, לקבל מידע על הייצור ואף לבצע לימוד עצמי של תהליכי הייצור (אינטליגנציה מלאכותית-החלטה על פעולות אוטומטיות מנתונים שנאספו על ידי מערכות הבקרה).

דרישות אלו הביאו את הבקרים המתוכנתים למצב בו הם משמשים כלים חיונים לא רק למטרת פיקוד, בקרה ותחזוקה כי אם גם למטרת ניהול הייצור במפעל. השילוב בתעשייה האוטומטית של תקשורת

אופקית בין המיתקנים לבין עצמם ושל תקשורת אנכית אל מחשבים מאופיינת על ידי בניית מספר נידבכים הגראים כפירמידה לה אנו קוראים **פירמידת פירון הייצור**.

## מבנה פירמידת הייצור

פירמידת הייצור בנוייה מחמישה נידבכים ומייצגת את הרמות השונות בטכנולוגיה של הבקרה התעשייתית (ראה איור 1).

הפירמידה מגדירה את פעולת הרמות השונות של הבקרה וכן כיצד מתקשרות ומשתלבות בנייהן מערכות בקרה בעלות רמה זהה.

לפי תפיסה זו מדמים את המפעל האוטומטי לפירמידה שבסיסה הוא **רשת המכונות/תהליך** שכולל את אבזרי הפיקוד ויחידות קלט/מלט לתקשורת עם אבזרים הפועלים בזמן אמת - תקשורת המתבצעת באמצעות בקרים קטנים. דוגמאות אופייניות לקבוצה זו הן: תהליכי הרכבת, רובוטים, מכונות אריזה, מכונות כלים וכדומה.

מעל רמה זו נמצאת **רשת התחנה** המיוצגת על ידי בקרים בינוניים בעלי יחידות קלט/מלט אינטליגנטיות וממשיקי אדם/מכונה. כאן ניתן לראות שימושים של בקרת תנועה, בקרה עצמאית מקומית לדוגמה, P.I.D. ויכולת של איסוף נתונים לצורך דיווח לצוות התיפעול על המרחש בקווי הייצור ואיחון תקלות לצורך תחזוקה נוחה. התוכנות הן ידידותיות מאוד למשתמש ונקראות M.M.I. - קשר אדם-מכונה (MAN-MACHINE INTERFACE).

התוכנה מיועדת להתקנה במחשב המקומי ולשמש כממשק אדם-מכונה להצגת התהליכים והאירועים במפעל. התוכנה מאפשרת הפקת דריחות ייצור, דריחות על תקלות, קבלת תמונות גרפיות צבעוניות, הבחנה מהירה של מצב המערכת ושליטה ידנית של המפעל, מלווח המפקדים הפונקציונלי, להפעלה ידנית ושינויים של משטרי עבודה. כמו כן מאפשרת התוכנה אגירת נתונים ואירועים במיתקן והצגתם, טיפול בהתראות והדפסות החיצות.

התוכנה מותקנת כיום בעשרות רבות של מערכות בקרה ואוטומציה תעשייתית, וביכולתה, כאופציה, להתקשר גם עם מערכות ממוחשבות אחרות הקיימות במפעל. **ברשת התחנה** משולבת התקשורת בין הבקרים וגם בין המחשבים הבסיסיים.

הרמה הבאה היתה **רשת התא** הכוללת בקרים גדולים מתוחכמים המבצעים תיאומים בין התחנות השונות ומיחשוב תעשייתית של מחלקה או קבוצת מכונות. **ברשת התא** מתבצעת השליטה של מנהלי הייצור ושל המפעילים באמצעות מחשבים גדולים וממשיקי אדם/מכונה מתקדמים. כאן ניתן למצוא את השילוב עם תוכנות מתקדמות כגון הבינה המלאכותית כאשר המתכנן כותב חוקים/שפה מובנת ופשוטה כך שהמומחה במפעל יכול לגשת למסוף ובשפה

בכל הקשור להתפתחויות המהירות בתחום הטכנולוגי (גם אנשי הכספים מצפים לקבל יותר כושר בקרה בעבור מחצית כסף).

כיוון התפתחות מעגני נוסף, הינה מערכת חדשה הנקראת: PYRAMID INTEGRAR. מערכת זו מהווה לדברי היצרנים דור חדש של מערכות בקרה תעשייתיות משולבות הכוללות קשת מודולרית של מוצרי חומרה, תוכנה ותקשורת המיועדים לניהול המפעל האוטומטי הממוחשב.

המערכת כוללת יחידת רבת-מעבדים (MULTI-PROCESSOR) בסטנדרד ובמבנה תעשייתי ומשתלבת ברמת הביניים שבין רצפת הייצור והמחשב הניהולי של המפעל.

המבנה המודולרי של החומרה כולל:

- בקר מתוכנת המאפשר תיכנות גם בשפת פיקוד לוגית (דיאגרמת סולם) וגם בשפה עילית, מחשב MICRO-VAX במבנה תעשייתי נשלף, המותקן לצד הבקר המתוכנת בתוך סארז מתאים המקבל נתונים מרצפת הייצור, מאפשר עיבוד עצמאי חוק ותקשורת למחשבים עיליים אחרים.

- מערכת CVIM - מערכת ראייה ממוחשבת הכוללת שתי מצלמות וידיאו מהירות לאוטומציה, בקרת איכות ומיון של מוצרים בתנועה.

- מיקום הכרטיסים על בסיס עם ערוץ משותף (BUS) מאפשר תקשורת מהירה ביותר באמינות גבוהה וחיסכון משמעותי בעבודות ובזמן השילוב בין מחשבים לבקרים מתוכנתים.

לסיכום, תנאי הכוחי לקיומה של הפירמידה במפעל האוטומטי הוא תקשורת מידע יעילה ומהירה, אופקית בתוך הרמות לצורך איחוד של כל איי האוטומציה ואנכית בין הרמות הול מרמת הייצור ועד לנידבכים הגבוהים של פירמידת פריון הייצור. כל זאת על מנת לנצל באופן אופטימלי את מיתקני הייצור של המפעל לקבלת מוצר באיכות טובה יותר תוך קיצור זמן התקלות במכונות הייצור.

### סיכום

על מנת לקבל בקרה ואוטומציה תעשייתית בטכנולוגיה מתקדמת אנו זקוקים לכל המטרות הבאות:

- בקרים מתוכנתים במימון רחב של גדלים בעלי מבנה מודולרי המאפשר הרחבה והתפתחות לכל היישומים הקיימים הצפויים.
- בקרים בעלי קשת רחבה של יחידות כניסה ויציאה (דיסקרטיות ואנלוגיות) ויחידות אינטליגנטיות.
- בקרים עם יכולת לתקשורת אופקית ואנכית.
- מערכת של תיעוד תוכנות מוכנות דיווחים לניהול ותחזוקה. של בקרים מתוכנתים ולישמוש בשילוב עם מערכות המחשבים הנמצאים.

ההסתגלות לנסיבות ולאילוצים המשתנים בקצב מהיר.

בקו הראשון של המערכת המשולבת עומדים, בדרך כלל, התקני קצה השולטים בפועל על קווי הייצור. אלו הם, עקרונות, בקרים תעשייתיים מתוכנתים – בין אם מדובר ביחידות עצמאיות ובין אם ככאלו הפועלות כחלק ממערכות ייצור (רובוטים, מערכות שינוע ועוד).

תפקידם של התקנים אלו חיוני ביותר במערכת בשל יכולתם ללקט את הנתונים המידיים בשטח באופן מידי ואוטומטי לייצר עיבוד אנושי ומאידך ניסא, לפקד על התהליך עצמו בהתאם להוראות המתקבלות מהמערכת המשולבת.

בקודקוד הפירמידה עומד המחשב המפעיל **רמת המפעל**. רמה זו היא התחום של מערכת המידע המינהלית (MANAGEMENT INFORMATION SYSTEM) המפקדת על התיכנון הכוללי, ביצוע ובקרה של פעילות המפעל בהתאמה להוראות קיימות, כניסת הזמנות, עבודה בתהליך, דרישות האספקה והתובלה וכן על גורמים נוספים שמשפיעים כגון: שכר, עלויות חומרי גלם, מלאי וכדומה.

תחום זה מטופל באמצעות המחשבים הגדולים, תפקידו הרגילה נעשה מורכב יותר ויותר כי היא צריכה להתעדכן



איור 1 פירמידת פריון הייצור

המובנת לו לכוונת קבוצות של פונקציות הפונקציות מבוססות על נתונים שהתוכנה יבנה מהאינפורמציה המגיעה מהבקרים המתוכנתים בנידבכים הנמוכים של הפירמידה. פונקציות אלו קשורות אוטומטית האחת לשניה ומבצעות בסופו של דבר אוטומציה של תהליכי הייצור, איסוף נתונים לאחר ניתוחם, דיווחות תקלות מפורטים והחלטות חכמות.

בנידבך הרביעי של הפירמידה אנו מוצאים את **רמת המרכז**. רמה זו היא ניהול ייצור באמצעות מחשב (ניבים), ברמה זו נעשה שימוש במחשב המינהלי שתפקידו לעבד את נתוני תהליכי הייצור ולשמש כבסיס נתונים מפעלי.

התמיכה העומדת בבסיס ניבים (ניהול ייצור באמצעות מחשב) היא אינטגרציה – שילוב המידע הזורם ברחבי המפעל, באיי האוטומציה המפוזרים, במערכת התיכנון וההנדסה, במערכת ניהול הייצור והניהול העיסקי של המפעל – וזאת במטרה לשלוט, לנהל ולהביא לאופטימיזציה של המפעל כולו

יחידה מורכבת אחת ולא של יחידות משנה מבודדות ומנותקות. אינטגרציה כזו אמורה לאפשר ניהול יעיל יותר של משאבי המפעל, להקטין את עלות המלאי והוצאות הייצור האחרות, לשפר את תפוקת המפעל, לגרום לשליטה טובה יותר על טיב המוצר הסופי ולהעניק למערכת הייצור גמישות רבה ביכולת

# פסי צבירה מודולריים במיתקני חשמל בתעשייה ובמבני ציבור – שיקולי תיכנון ויישום

גבי מזור

מטרת המאמר היא לפתח התייחסות לפסי הצבירה המשמשים במיתקן החשמלי, להבדיל מפסי הצבירה המותקנים בלוחות החשמל. בשוק קיימים דגמים רבים של פסי צבירה (BUS-BAR TRUNKING). במסגרת המאמר ההתייחסות לפסי הצבירה תהיה בהתאם לקבוצות המקובלות על היצרנים.

## פסי צבירה מודולריים למיתקני תאורה

פסי הצבירה המודולריים להתקנת מערכות תאורה מגיעים בהרכב חד-מופעי או תלת-מופעי ומיועדים לרסמים עד 3X150A. המבנה שלהם סגור, עשוי מח מגולוון ובו ארבעה מוליכי נחושת בחתך הסתאים להעברת מוליכים בתוך תעלה.

פסים אלה מגיעים, בדרך כלל, בדרגת הגנה IP54 שהיא דרגת הגנה יעילה בפני אבק והתות מים ומתאימה ביותר למבנים של מפעלי טכסטיל וכדומה.

בפסי הצבירה לתאורה, המרחק בין בית תקע אחד המיועד להתחברות מטרה למשטח הוא מטר אחד. כל מטרה מתחברת בצורה מחזורית למופע אחר, גם כדי לבטל את התופעה הסטרובוסקופית המסוכנת במפעלים בהם יש מכונות מסתובבות וגם בכדי לשמור על איוון עומס המופעים.

מתברים לפסים ניתן לקבל, בצורה של מחבר שונה לכל מופע (ואו מחבר לכל מופע מופיע בצבע אחר), או בצורה של מחבר רב שימושי (בדרך כלל יקר מאוד) ושבו ניתן לבחור את המופע המבוקש. פסי הצבירה המודולריים לתאורה מתחברים זה לזה באמצעות חיבור מהיר כך שמשך התקנת מערכת תאורה בעזרת פסי צבירה הוא כמחצית הזמן הנדרש להתקנת מערכת תאורה בשיטה הקונבנציונאלית (תעלות, כבלים, קופסאות הסתעפות ונקודה נפרדת לכל מטרה. בזמן התיכנון של מערכת התאורה מתייחסים אל פסי הצבירה כאל מתקן תאורה רגיל וחישוב התאורה מתבצע כרגיל.

יש להדגיש כי כדאיותם של פסי הצבירה היא בעיקר באתרים המוארים על ידי מטרות פלואורונות, בהם קיימת צפיפות רבה של נקודות תאורה ופחות באתרים המוארים באמצעות נורות ליבון או תאורה תעשייתית (בה המרחק בין הנורות עולה על שלושה מטרים). כמו כן, יש לקחת בחשבון, בזמן תיכנון מערכות התאורה באמצעות פסי צבירה מודולריים, כי ההדלקה מתבצעת בלוח ועל שלושת המופעים בלבד, כך שניתן לתפעל את התאורה בשלוש רמות בהתאם לצורך. אולם לא ניתן לחלק את ההדלקה לאורך הפס.



מקרא:

1. פסי צבירה 2000 אמפר
2. פסי צבירה למכונות עד 1000 אמפר
3. פסי צבירה לתאורה עד 80 אמפר
4. פסי צבירה לנגלות מנוף

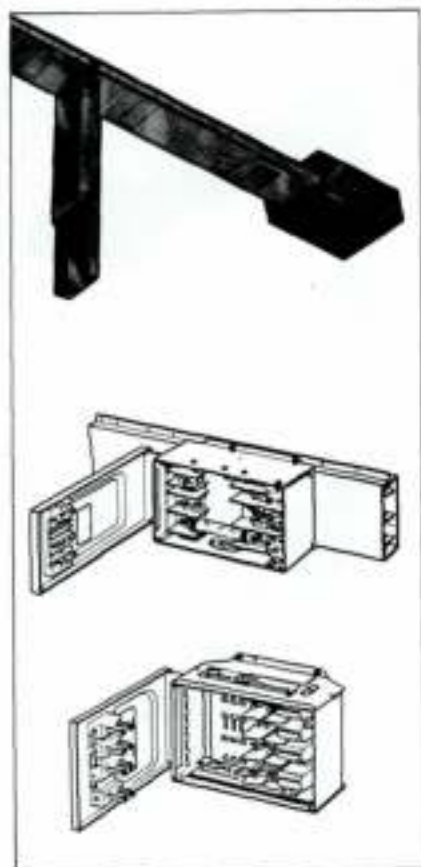
מראה כללי של פסי צבירה במיתקן תעשייתי

ג. מזור – סמנכ"ל חברת אלקטרייד  
מנצי חשמל בע"מ

הייעוד והיקרי של פסים אלה הוא במפעלי תעשייה ועירייה כגון: מסגריות, נגריות, מפעלי טכסטיל וכן במטבחים ובחדרי אוכל מרכזיים, למשל, בקיבוצים ובמבני ציבור גדולים.

### קבוצה 2 - פסי צבירה למיתקנים גדולים

מיתקנים גדולים הם מיתקני חלוקה בהם מכשיר הצריכה הגדול ביותר צורך עד 3X400A ופסי חלוקה מיועדים לרמיים של עד 3X100A



איור 3

### פסי צבירה לחלוקה מקבוצה 2

פסים אלה הם בעלי מבנה מכני מסיבי יותר וכוללים מוליכי נחושת או אלומיניום בחתך מתאים וכן סידורים לקופסאות יציאה במרחק של חצי מטר.

מינוון קופסאות היציאה בפסים אלה הוא נרחב ביותר וכולל קופסאות שלהן הכנה לנתיכים מסוגים שונים (UTE, BS, VDE, סכינים) וכן הכנות לקליטת מפסקים אוטומטיים (CIRCUIT BREAKERS) מסוגים שונים וגדלים שונים.

פסים אלה מיועדים בעיקר לשימוש במפעלים שבהם יש מכונות רבות וכבדות כגון, במפעלים לעיבוד שבבי, במפעלי ייצור שבהם קיימים קווי ייצור ארוכים וכן במפעלים בהם דרושה אפשרות לשינוי מיקום או להזנה של מכונות וקווי ייצור.

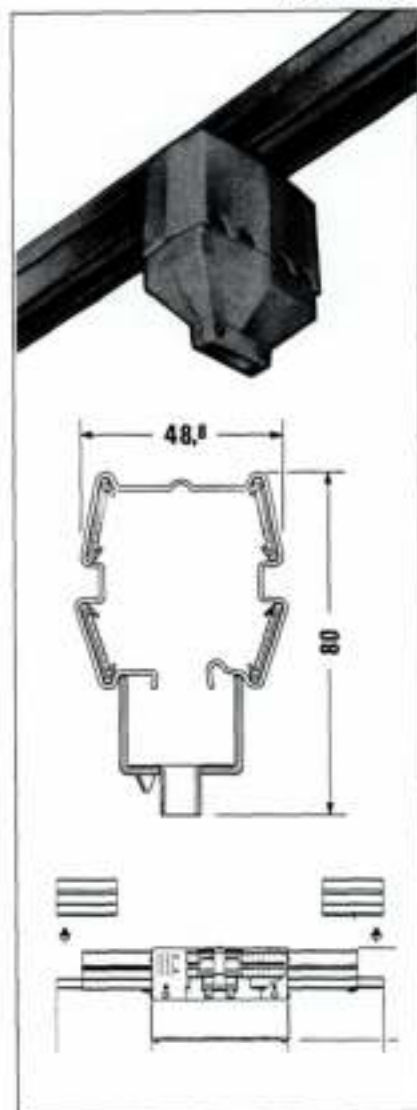
### פסי צבירה לחלוקת אנרגיה

קיימות שני קבוצות עיקריות של פסי צבירה לחלוקת אנרגיה:

- 1 פסי צבירה למיתקנים קטנים
- 2 פסי צבירה למיתקנים גדולים

### קבוצה 1 - פסי צבירה למיתקנים קטנים

המיתקנים הקטנים כוללים מכשירי צריכה שזינתם אינה עולה על 3X50A והם בעלי הגנות נתיכים בלבד. ההגנות בפני עומס היתר והקצר מסוקמות בלוח או בסכונה עצמה. הפסים עצמם מיועדים לזרם נומינלי של עד 3X150A

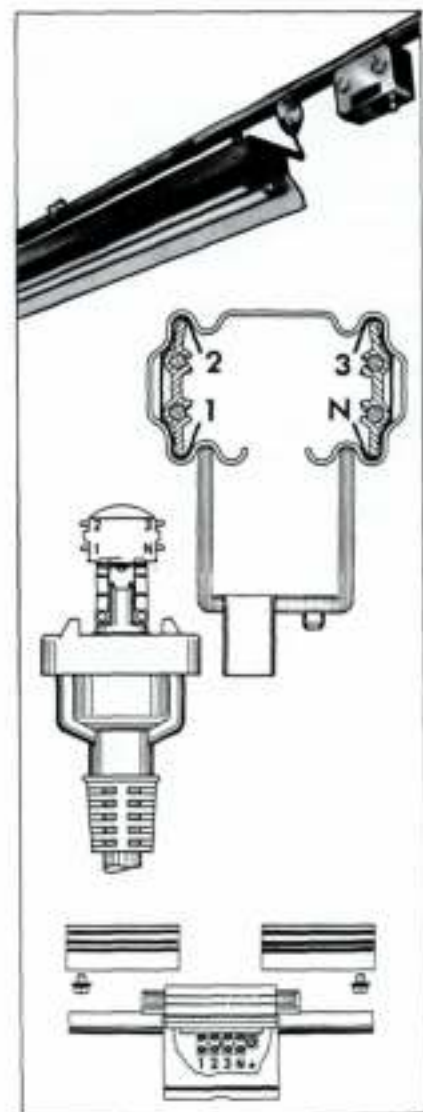


איור 2

פסים אלה דומים דמיון רב לפסי התאורה אך שונים במבנה המכני שלהם.

פסים אלה כוללים מוליכי נחושת או אלומיניום וקופסאות יציאה (הכוללות נתיכים) לגדלים שונים של עד 3X50A.

כאשר מתכננים מערכת תאורה באמצעות פסי צבירה מודולריים יש צורך להתייחס בכתב הכמויות לציוד הנדרש ולא לנקודות התאורה. אם רוצים לבצע השוואה תמחירית, יש להתייחס אל כל נורה התלויה על פס הצבירה כנקודת מאור רגילה, לסכם את העלויות של אותן נקודות מאור ולהשוות זאת לעלות הכללית של פסי הצבירה. יש לקחת בחשבון כי זמן ביצוע מערכת תאורה בעזרת פסי צבירה הוא כמחצית מהזמן הנדרש לביצוע אותה מערכת כשיטה קונבנציונאלית. השמלאי שמוסמך לבצע מיתקן חשמל, בין אם זה תוכנן על ידי מהנדס ובין אם לאו, צריך תמיד לקחת בחשבון כי אם יבצע את מערכת התאורה שהוסמנה אצלו באמצעות פסי צבירה מודולריים, העבודה תהיה הרבה יותר פשוטה ותחייב פחות מיומנות וכוח אדם.



איור 1  
פסי צבירה לתאורה

## פסי צבירה להעברת זרם

אל התעלות הסיועדות להעברת זרם ללא הסתעפויות בין תקצוות יש להתייחס כאל קבוצה נפרדת של תעלות פסי צבירה. תפקידן של תעלות אלה מצטמצם בהעברת זרמים גדולים במתח נמוך בין יחידות שונות כגון: חיבור בין שנאי חלוקה לבין לוח החלוקה הראשי או חיבור בין לוחות שונים (למשל: בין לוח ראשי ללוח משנה).

תעלות פסי צבירה אלה צריכות להוביל זרמים גבוהים (עד 3X8000A) ותפקידן העיקרי להחליף את הכמות האדירה של הכבלים המתחייבת במקרים אלה. כאן עלינו לקחת בחשבון את הורם והמידות הסיועדות הנדרשות בהתקנה וכן את יכולתה של התעלה לפזר את החום הנוצר בה.

קיים סוג של פסי צבירה שהם בעלי מסגרת רשת למסרת איוורור והגדלת יכולת פיזור החום.

## סיכום

סקרנו כאן את הסוגים של תעלות פסי צבירה לחלוקה כפי שהם מצויים אצל רוב החברות המספקות ציוד זה.

ישנם שיקולים שעליהם אסור למתכננים ולצרכנים לוותר והם כוללים עמידה בתקנים רלבנטיים, יכולת להעביר זרם בהתאם לחתך הנדרש, שימוש בטכנולוגיה מודרנית של ציפוי המוליכים בתוך התעלה במטרה להגן עליהם בפני שיתוך והתחממות אמצעי החיבור בין הפסים. אין להתפשר בכל הנוגע למבנה הפיזי של מסגרת התעלה, עמידותה בפני חדירת מים ואבק וכן יכולתו של היצרן לספק מיוון נרחב, ככל האפשר, של קופסאות יציאה ליושמים השונים.

תעלות פסי הצבירה הן המילה האחרונה בתרומם הקמת מיתקני חשמל שונים הן למטרות חן לכוח.

תפקידה של קופסת ההזנה הוא לחבר באמצעות כבל מתאים את תעלת פסי הצבירה אל לוח החשמל המזין את התעלה באמצעות הרגעה המתאימה על הפס. ניתן לקבל קופסאות באחת משתי הצורות:

1. הזנה צידית
2. הזנה מרכזית

## הזנה צידית

במקרה זה מוזנת התעלה בקצה אחד שלה וזרם זה מספק אותה לכל אורכה של התעלה.

## הזנה מרכזית

כאן מותקנת קופסת ההזנה במרכז התעלה (בין שני אלמנטים שלה), והזרם המזין לקופסה מתפצל לשני הצדדים. שימוש בקופסת הזנה מרכזית עשוי להביא להקטנה משמעותית של גודל התעלה אולם יש תמיד לקחת בחשבון את עלות הכבלים וקופסת ההזנה המרכזית.

## דוגמא:

נדרשת תעלה של פסי צבירה הסיועדות לזרם של 3X200A להזנת סכונות קטנות. ניתן לבחור בתעלה מהקבוצה השניה לזרם נוספילי של 2X200A עם הזנה צידית של 3X200A באמצעות כבל מתאים.

לאותו ייעוד ניתן לבחור בתעלה מהקבוצה הראשונה, שהיא הרבה יותר זולה, עם פסים לזרם נוספילי של 3X100A וקופסת הזנה מרכזית בעלת כבל המתאים ל-3X200A.

תחשיב שנעשה בעזרת מחירונים של ספקים שונים מראה כי האופציה השניה תהיה זולה ב-40% בהשוואה לאופציה הראשונה.

השיקול היחיד שמפריע לאופציה השניה הוא יכולת החיבור של קופסאות היציאה ויכולת התעמסה.

אין טעם להשתמש בפסי צבירה לחלוקה במפעלים שבהם יש קווי ייצור קצרים ומספר קטן של סכונות.

בפסי הצבירה מהקבוצה השניה ניתן לקבל מיוון גדול מאד של אלמנטים הסיועדות להקל על המתקין כגון יחידות הצטלבות שונות, וזוויות לכל הכיוונים וכו'.

## קופסאות הזנה לפסי צבירה

אחד האלמנטים החשובים ביותר אליו יש להתייחס בזמן התיכנון ובחירת הציוד הוא קופסת ההזנה.



איור 4  
קופסאות הזנה

# פנייה להצעת הרצאות בכנס המקצועי השנתי ה-7 של העוסקים בתחום החשמל בישראל

לקראת הכנס הבא, שיתקיים ביום ד', כ"א באייר תש"ן, 16.5.1990, אנו מזמינים בזה הצעות למרצים, נושאים והרצאות שיוגשו במסגרת קבוצות המורכבות לפי תחומים מקצועיים ו/או נושאים.

משך זמן הרצאה - עד 45 דקות  
אורך התקציר עד 5 עמודים

את ההצעות נא להעביר בכתב אל:  
מערכת "התקע המצדיע"  
חברת החשמל לישראל

ת.ד. 8810, חיפה 31086 (לציין עיג המסגרת "הצעת הרצאות")

המועד האחרון לקבלת ההצעות: יום ו' י"ג בסיון תשמ"ט, 16.6.1989



# תנודות מתח ברשת אספקת החשמל כתוצאה של תנודות עומס במיתקני צרכנים

איג'י יוסף רוזנקרנץ

בחדש אוקטובר 1988 התקיימה בחברת החשמל סדנה בנושא איכות החשמל בהשתתפות שני מרצים מאנגליה: היה ג'י. דיקסון – מהנדס ראשי לשעבר בחברת החשמל שבנפת ירוקשיר ו-9. ג. קנדאל – חבר ב-ELECTRICITY COUNCIL. מאמר זה נכתב בעקבות הסדנה ומהווה גם המשך למאמר "הפרעות ברשת אספקת החשמל" שהתפרסם ב"התקע המצדיע" מסי 40. מטרת המאמר לעדכן את המעוניינים בנושא תוך כדי הצגת הגישה העדכנית לטיפול בבעיית תנודות המתח ברשת אספקת החשמל כתוצאה מתנודות עומס במיתקני הצרכנים. המאמר מתבסס על עבודות שפורסמו בשנים 87/88 על ידי שני אירגונים ידועי שם בתחום זה: U.I.E. – האירגון הבינלאומי לאלקטרוטרמיה אשר פועל בתחום ההפרעות מטעם הנציבות הבינלאומית לאלקטרוטכניקה – I.E.C. ו-VDEW אירגון יצרני החשמל בגרמניה.

חשמלי גדול. התנודות המחזוריות עשויות להופיע, לדוגמה, כתוצאה מהפעלה לסיווגין של יחידות גדולות של מיווג אוויר או משאבות מים וכדומה. התנודות הארעיות הן תוצאה מעומסים בלתי מבוקרים כגון, תנורי קשת, מכונות ריתוך וכדומה.

גישה זו שבה מתייחסים לצרכנים מסויימים כאל משדרי הפרעות הביאה בהכרח לצורך לקבוע את הנקודה שבה עוברת ההפרעה מהצרכן לרשת. נקודה זו היא נקודת החיבור "PCC" – POINT OF COMMON COUPLING – ולמעשה זה המקום שבו נימצאים המפסק או המנתק הראשי של חברת החשמל שדרכו מתחבר הצרכן אל הרשת.

היבט אחר הקשור לגישה זו הוא קביעת הפרמטרים החשמליים המאפיינים את הרשת בנקודת החיבור כאשר הצרכן מנותק מהרשת. כלומר, חשוב לדעת מהן הפרעות הרקע בנקודת ה-PCC ומהי מידת התרומה של הצרכן להרעת איכות החשמל ברשת שהוא מחובר אליה. תוך כדי כך, יש להעריך את האמצעים שיש לנקוט על מנת לשמור על האיכות התקינה של הרשת.

הפרמטרים התקניים המתייחסים לערכי תנודות המתח, לתכולת ההרמוניות ולגודל המתחים הבלתי מאוזנים קובעים את רמת התאימות האלקטרוטכנית אשר אמורה להבטיח איכות חשמל תקינה לכל הצרכנים (ראה מאמר בחוברת 140). בהמשך מאמר זה תהיה התייחסות לתנודות המתח שהן ההפרעות הבולטות ביותר ברשת אספקת החשמל, הנגרמות, כאמור, על ידי תנודות עומס במיתקני הצרכנים.

## תנודות מתח

כשמתייחסים לתנודות המתח הכוונה היא, למעשה, לפיליות המתח – VOLTAGE DIPS או VOLTAGE DEPRESSIONS – ביחס למתח התקני של הרשת ואופן שינוי המתח כפונקציה של הזמן. תנודות המתח עשויות להופיע בצורות שונות כפי שסודגם באיור 1. התנודה היחידה יכולה להופיע ברשת מסויימת כתוצאה, למשל, מהתנגעת מנוע

## הפרעות ברשת הנגרמות על ידי צרכני החשמל

רשת אספקת החשמל נתונה באופן מתמיד להפרעות חשמל אשר מתרחשות בחלקן בתוך רשתות החלוקה וההובלה כתוצאה מברקים, מקצרים, מפעולות מיתונ וכדומה, ובחלקן בתוך מיתקני הצרכנים בנין אותן הסיבות ובנוסף גם בגלל התנהגות ספציפית של עומסים.

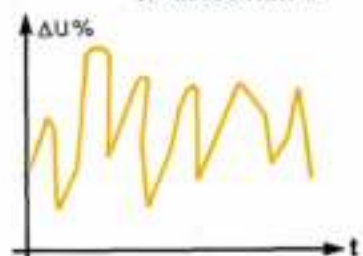
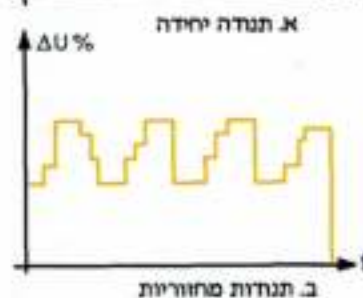
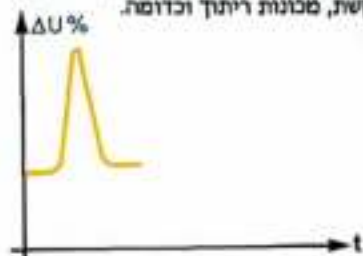
ההפרעות הבולטות ביותר הנגרמות כתוצאה מהתנהגות ספציפית של עומסים הן:

- תנודות מתח כתוצאה של תנודות עומס.
- גלים עליונים (הרמוניות) כתוצאה מעומסים בלתי ליניאריים.
- מתחים בלתי מאוזנים כתוצאה מעומסים בלתי סימטריים.

ניתן להתייחס לצרכנים שמיתקניהם נוטים להופעת הפרעות שתוארו לעיל כאל "משדרי" המשדדים הפרעות אל תוך רשת החשמל. ההפרעות המשודרות על צרכן אחד משפיעות גם על איכות החשמל של הצרכן עצמו וגם על איכות החשמל המסופק לצרכנים אחרים המחוברים לאותה רשת. התפשטות ההפרעות והשפעתן לרעה על איכות החשמל עשויה להיות מוגבלת לחלק של רשת האספקה או לפלוש לרשתות אחרות.

ידוע שתנודות מתח ברשת מתח עליון משפיעות על איכות החשמל ברשתות מתח גבוה ומתח נמוך, אולם, תנודות מתח ברשת מתח גבוה משפיעות על איכות החשמל ברשתות מתח נמוך מבלי שתהיה מורגשת כל השפעה מעשית ברשתות מתח עליון.

1. רוזנקרנץ – מהנדס מצומח, הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל



איור 1  
תנודות מתח כפונקציה של זמן

התמודדות עם בעיית תנודות המתח אתה חדשה ומעסיקה שנים רבות את הנוגעים בדבר, צרכנים וחברות חשמל, בכל המדינות המתועשות בעולם.

היו גישות שונות במדינות אלה בקשר לטיפול בתנודות המתח כאשר ההגדרות וההגבלות שמוטטו בתקנות התייחסו בעיקר לאמפליטודת נפילת המתח –  $\Delta U$  באחוזים מהמתח התקני.

מה 10-15 השנים האחרונות, במקביל לחדיירה המאסיבית של הציוד האלקטרוני לכל תחומי המשק, גברה גם המודעות לאיחוד הדרישות מבחינה בינלאומית מהסיבות הבאות:

- א. הציוד האלקטרוני ובמיוחד המחשבים רגיש מאוד להפרעות החשמל ברשת.
- ב. זיהום רשת אספקת החשמל בכל העולם נמצא בקו עליה הנובע, לא במעט, בשל ריבוי של ציוד הספק אלקטרוני – מיישמים ואינטרסרים.

הוועדות שפעלו בתחום זה במדינות שונות – ברומניה, באנגליה בארה"ב ועוד – הגיעו למסקנה כי בשל צורתם המשתנה של התנודות אין עוד טעם להגדיר אותן לפי האמפליטודה  $\Delta U$  בלבד, אלא יש למצוא גם ערך סטטיסטי אשר יבטא את המטרד שתנודות אלו גורמות לצרכנים. מסתבר כי מכל המטרדים שתנודות המתח עלולות לגרום לצרכנים, הבולט ביותר הוא המטרד הנובע מרגישות עין האדם להבהובי תאורה של נורות ליבון.

ההבהובים בעוצמת התאורה הוגדרו במונח "פליקרי" והם נלקחו כבסיס להערכת רמת תנודות המתח ברשת.

כדי להמשיך ולמדוד את חומרת הפליקרים מוריס על ידי ה-U.I.E. מפרט טכני המתאר את הדרישות לגבי ייצור מכשיר מדידה שנקרא פליקרומטר. המכשיר בנוי על עיקרון הסימולציה של התגובה הפיסיולוגית של בני אדם להבהובי התאורה.

המכשיר מורכב מחמישה סכללים אלקטרוניים כאשר לכל סכלל תפקיד מוגדר בעיבוד נקודות המתח. לצורך מדידת תנודות המתח מחברים את המכשיר לנקודה הרלוונטית במיתקן הצרכן כאשר ביציאת המכשיר מקבלים שלושה ערכים.

הערך הראשון הוא הערך הרגמי של הפליקר והוא מבטא את כושר האבחון של העין בין תאורה רצופה לבין תאורה מהבהבת. ערך זה קרוי P (PERCEPTIBILITY). הערך "P100" אינו יציב בדרך כלל, כמו ערך המתח שנמדד על ידי וולטמטר, אלא משתנה עם הזמן וזאת בהתאם לצורת התנודה, יחידה, פריודית או ארעית. לפיכך, הערך "P10" בלבד אינו מסוגל לבטא את הערך האומיני של תנודת המתח ולכן הוא עובר עיבוד סטטיסטי בתוך הפליקרומטר ובעקבות כך מתקבל ביציאה הבאה הערך השני  $P_{st}$  (SHORTTIME PERCEPTIBILITY). הערך "Pst" הינו אחד

מהערכים הבסיסיים המשמשים להגדרת תנודות המתח ולקביעת הרמה התקנית, רמת התאימות (COMPATIBILITY LEVEL) המתייחסת למיתקן הצרכן.

הערך "P" מופיע כעקומה ארעית  $P=f(t)$  המשתנה עם הזמן כמתואר באיור 2.



איור 2  
השתנות הערך "P" כפונקציה של הזמן

על מנת לעבד בצורה סטטיסטית את העקומה  $P=f(t)$  כך שיתקבל ערך קבוע או כמעט קבוע שאפשר יהיה להתייחס אליו כאל ערך תקני, כלומר, הערך "Pst", יש צורך למצוא שיטה מתאימה לכך. השיטה שאומצה

לעיבוד הסטטיסטי היא השיטה TIME AT LEVEL. עקרון השיטה מתואר באיור 3.

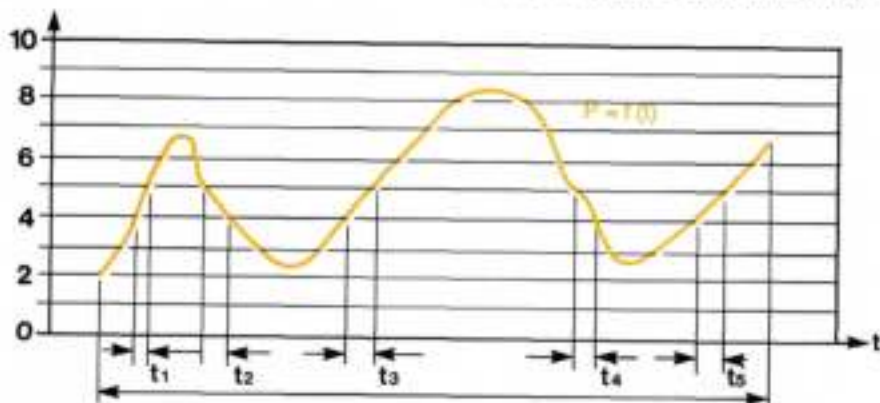
העקומה  $P=f(t)$  מתחלקת למספר דרגות מבחינת אמפליטודת הפליקר "P" כאשר כל דרגה ודרגה ניתן לסכם במחזור מוגדר "T". לדוגמה, במשך 10 דקות, פרקי הזמן שבהם נמדדת האמפליטודה בדרגה מסוימת.

למשל, באיור 3, נמדדת האמפליטודה P(5) בפרק זמן  $\sum_{i=1}^5 t_i = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5$

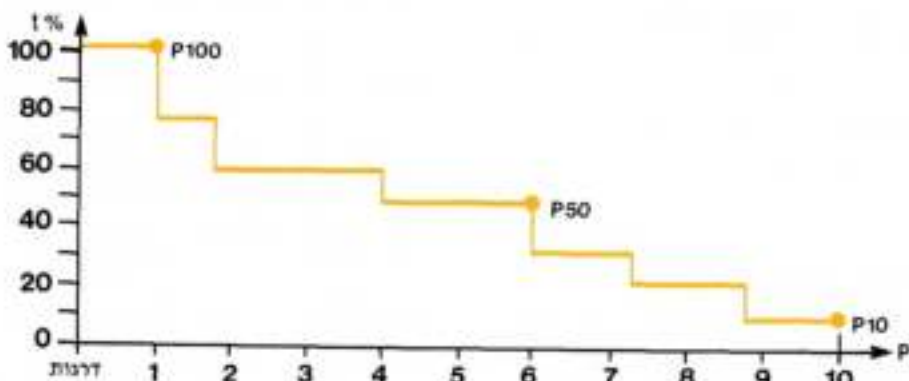
בצורה דומה אפשר להגדיר לכל דרגה הדרגה P(i) את סכום פרקי הזמן שבה היא נמשכת. את פרק הזמן הכללי  $\sum t(i)$  נהוג לבטא כערך יחסי באחוזים ממחזור מוסכם "T", בדרך כלל 10 דקות.

מחנייתו זהה מתקבלת עקומת החסתברות המצטברת – C.P.F. - CUMULATIVE PROBABILITY FUNCTION - שמתוארת באיור 4.

באיור 4 רואים שניתן להצמיד לפרקי זמן שונים:  $I_{100} = 100\%$ ,  $I_{50} = 50\%$ ,  $I_{10} = 10\%$  ערכי "P" שונים כאשר האמפליטודה שלהם מתבטאת במספר דרגות.



איור 3  
שיטה סטטיסטית לעיבוד העקומה  $P=f(t)$



איור 4  
עקומת החסתברות המצטברת

(המשך בעמוד הבא)

**אלקטרוניקה תעשייתית מאת אינג' וילי רוזנבלום**

הספר עוסק במיון רחב של נושאים כגון: רכיבים שימושיים באלקטרוניקה תעשייתית, מכונות חשמל, סמיכים, מתמרים, מערכות בקרה וכדומה. ייחודו בניסיון לשלב מערכות אלקטרוניות עם רכיבים אלקטרוסטטיים, תמסורות מכניות ומיקרומחשבים, כמו שקיים בתעשייה. החומר שבספר נאסף ממאמרים ופירוטו חברות בתחום זה. תרגילים רבים נלקחו מתוך מבחני הנמר באלקטרוניקה תעשייתית מטעם משרד החינוך והתרבות וממשרד העבודה והרווחה ומסקרות ניסויים.

הספר מיועד לתלמידי תיכון מקצועי ומכללות. מחיר הספר 62 ש"ח. הוצאת אורט ישראל 1986.

את הספר ניתן להשיג במרכז המדעני ע"ש מושינסקי - דרך הטייסים 28 תל אביב או בחנויות למסכר ספרות מקצועית.

**מעגלים אלקטרוניים (אלקטרוניקה תקבולית)**

סידרת ספרים מתורגמים לגברית מהספר MICRO ELECTRONIC CIRUITS מאת SMITH-1 SEDRA, 1987. הספרים מתאימים לרמה תיכונית ועל-תיכונית ודנים בנושא מיקרואלקטרוניקה (אלקטרוניקה תקבולית).

לכל פרק של הספרים נלווה מדריך למידה הכולל יעדים לימודיים, הנחיות, השלמות, פיתרונות לתרגילים ולבעיות שבספר ומילון למונחים חדשים.

כך אי של הסידרה יצא לאור, שאר הכרכים בהפקה. מחיר הספר 36 ש"ח. הוצאת בית הספר לטכנולוגיה של האוניברסיטה הפתוחה.

את הספר ניתן להשיג ב"למדא" האוניברסיטה הפתוחה ת"ד 39328 תל אביב.

**בעיות בתיכנות ושיטות לפיתרון מאת עודד מרדך**

הספר כולל כ-300 תרגילים ובעיות לפיתרון באמצעות מחשב. לחלק גדול מן הבעיות הנוסקות בנושאי עיבוד נתונים ומחשבים ניתנו הסברים מפורטים, דרכי פיתרון, שיטות פיתרון מקובלות ועוד.

הספר מיועד למורים ותלמידים ברמת התיכון, ברמה העל-תיכונית במסגרת לימודי הנדסאות מחשבים, השתלמויות שונות ועוד.

מחיר הספר 30 ש"ח. הוצאת אורט ישראל.

את הספר ניתן להשיג במרכז המדעני ע"ש מושינסקי - דרך הטייסים 28 תל אביב או בחנויות למסכר ספרות מקצועית.

**אלקטרוניקה סיפרתית - מיתוג מאת צ. מופקו**

הספר מכול בחינות הייצוגיות של מרכז הכשרה טכנולוגית (מהיט) ופיתרונותיהן, בחינות בנושא אלקטרוניקה סיפרתית - מיתוג, שנערכו בשנים האחרונות. מובאים בו פיתרונות שונים לתרגילים דומים כדי להראות דרכים שונות לאותו פיתרון.

הספר מיועד להנדסאים, טכנאים ותלמידי בתי ספר מקצועיים.

מחיר הספר 30 ש"ח. הוצאת אורט ישראל מהדורה מתוקנת 1987.

את הספר ניתן להשיג במרכז המדעני ע"ש מושינסקי - דרך הטייסים 28 תל אביב או בחנויות למסכר ספרות מקצועית.

(המשך מעמוד 38)

בהתאם לאיור 4 מתקבל:

$$P_{10} = 10\% \rightarrow P_{10} = 10$$

$$P_{50} = 50\% \rightarrow P_{50} = 6$$

$$P_{100} = 100\% \rightarrow P_{100} = 1$$

על בסיס העקומה C.P.F. נקבע בוועדת U.I.E. אלגוריתם שאמור לבטא בצורה מוסכמת את הערך  $P_{50}$ . הנוסחה המתאימה היא:

$$P_n = \sqrt{0.0514 P_{0.1} + 0.0525 P_1 + 0.0657 P_5 + 0.28 P_{10} + 0.08 P_{100}}$$

הפליקרטור שמודד באופן רצוף את העקומה  $P=f(t)$  מסוגל באמצעות אחד המכללים האלקטרוניים שלו לעבד את העקומה בהתאמה לנוסחה כך שניתן לקבל ביציאה את הערך הנמדד  $P_{50}$  כערך יחסי (ללא מידות).

אם תנודות המתח נושאות אופי מחזורי במחזוריות של עד 10 דקות, סביר להניח שהערך  $P_{50}$  ישתנה במשך הזמן ולכן נקבע ערך נוסף המתקבל משורה של מדידות של הערך  $P_{50}$  למשך זמן ארוך אשר יכול להיות מספר שעות ועד למספר ימים או אפילו שבוע.

ערך זה נקרא  $P_{50}^*$  - LONGTIME PERCEPTIBILITY והוא מחושב לפי הנוסחה הבאה:

$$P_n = \sqrt{\sum_{i=1}^n P_{50i}^2}$$

איחוד התחזיות אך טרם נמצאו פיתרונות סופיים מוסכמים על דעת כל הנוגעים בדבר. ברגע שייקבעו נוסחאות מוסכמות לגבי תחזיות ה- $P_{50}$  וה- $P_{100}$  אפשר יהיה למצוא תשובה למספר בעיות חשובות המסוימות כיום גם את הצרכנים וגם את חברת החשמל.

להלן מספר דוגמאות לבעיות שמטרידות את הצרכן ואת חברת החשמל:

- מהו הגודל המירבי של מטע חשמל המותנע בהתנעה ישירה, במחזוריות ידועה כאשר הוא מחובר לנקודה מסוימת ברשת החלוקה במתח נבוא או במתח נמוך.
- מהו הגודל המירבי של מכונת ריתוך שסותר לחבר לנקודה מסוימת ברשת אספקת החשמל.
- מהו הגודל המירבי של תנור היתוך בקטת שסותר לחבר לרשת עם מיתקן לקיווז תנודות המתח או בלעדיו.

**סיכום**

תנודות של מתח המופיעות ברשת אספקת החשמל כתוצאה של תנודות עומס מהוות חלק חשוב של ההפרעות היינדודת ברשת ולכן הטיפול בהן זכה לגישה חדשנית מצד גופים טכניים בעלי שם במדינות המתועשות. גם הפרעות אחרות, כגון: גלים עליונים ומתחים בלתי מאוזנים וכו לטיפול בגישות עדכניות. פירוט השיטה יופיע במאמר אחר.

שני הערכים  $P_{50}$  ו- $P_{100}$  מהווים היום ערכים בסיסיים למדידת תנודות מתח ברשת אספקת החשמל. הרמות המותרות (COMPATIBILITY LEVEL) של הערכים  $P_{50}$  ו- $P_{100}$  נקבעו על ידי ה-U.I.E. בהתאם לסוג הרשת באופן הבא:

רשת אספקת החשמל	$P_{50}$	$P_{100}$
מתח עליון	0.79	0.58
מתח נבוא	1.00	0.74
מתח נמוך	1.00	0.74

הערכים של  $P_{50}$  ו- $P_{100}$  שמופעים לעיל הם ערכים מירביים המבטאים את חומרת תנודות המתח ברשת אספקת החשמל מסוימת בכללותה ואין הם הערכים המותרים לכל צרכן וצרכן.

באמצעות הפליקרטור אפשר למדוד אצל כל צרכן את רמת הפליקרים ולקבוע אם ההפרעות שהוא משדר לרשת הן בתחום המותר או שהוא חייב לנקוט באמצעים טכניים בכדי להקטיןן.

האמור לעיל מתייחס לגבי מיתקנים קיימים שלגביהם ניתן לבצע מדידות בשטח. הבעיה סבוכה בהרבה כאשר מדובר במיתקנים שנמצאים בשלבי תיכנון ושלגביהם אין כל אפשרות למדוד את חומרת תנודות המתח אלא יש לחוות את ערכי ה- $P_{50}$  וה- $P_{100}$  על פי נוסחאות אמפיריות. גם בתחום זה ניכרת התקדמות רבה מביחנות

# בדיקות תרמוגרפיות לאיתור ליקויים במיתקני חשמל ובמבנים

אריה שגב

המשק, במדינת ישראל מנסה להקטין את הביזבוז בצריכת האנרגיה ולהביא את מערכות אספקת החשמל למצב של אמינות גבוהה וחיסכון מירבי באנרגיה. מכשיר התרמוגרפיה הינו כלי נוח ובטיחותי לגילוי מקומות של ביזבוז אנרגיה ותוך כדי כך להגדיל את אמינות הייצור והחלוקה.

## סקירה כללית

השימוש בחישה תרמית מרחוק הולך ומתפשט בתחומים רחבים ושונים כגון: תעשית, תחזוקה, רפואה, פשיעה, צבא, אקולוגיה, חקלאות ועוד.

השימוש בתחום גלי האינפרא אדום בספקטרום הגלים האלקטרומגנטי, הביא לפיתוח חישה ומדידת טמפרטורות מרחוק.

אחד המכשירים התעשייתיים שפותחו בעשורים האחרונים הוא המכשיר התרמוגרפי המודרני, המאפשר קבלת תמונה וסיפוי תרמי דו מימדי בתצוגה טלוויזיונית בזמן ממשי, (מבנה המכשיר מתואר בחוברת "התקע המצדיעי" מס' 30 מדצמבר 1983) וזאת, ללא צורך במדידות בנקודות רבות וגם ללא מגע ישיר עם הגוף הנבדק.

המכשיר מאפשר קליטת קרינה אינפרא אדומה והפלטת מגוף, סיפוי תרמי של תופעות המשתנות עם הזמן, מדידת טמפרטורות גבוהות במיוחד או נמוכות אשר קשה לבצע באמצעים אחרים עקב סכנת התכה, הגוף הנבדק נמצא תחת מתח, מדידת טמפרטורה של גופים קטנים במיוחד אשר כל מגע של גוף אחר עלול לגרום לשינוי בטמפרטורה האמיתית שלהם.

מאמר זה מתאר את אפשרויות השימוש במכשיר תרמוגרפי במיתקני חשמל תעשייתיים, בבתי-קירור, בתנורים תעשייתיים ובמבנים וזאת בהתבסס על הנסיון שהצטבר בחברת החשמל וכן בתעשיות בארץ ובעולם.

## תיאור התמונה המתקבלת

כאשר הגוף הנבדק או איזור מסוים בו מתחם או מקבלים איפיון של תמונת המקום על גבי צג שחור/לבן או צבעוני, התמונה נקראת **תמונה תרמית** (איור 1). בתמונה תרמית שחור/לבן הגופים המופיעים בגוון השחור הם בעלי הטמפרטורות הנמוכות ואלו המופיעים בגוון הלבן עם בעלי הטמפרטורות הגבוהות יותר יחסית.

על התמונה מופיעים גם קווי איזותרמות, שהם למעשה אוסף של נקודות בעלות

א. שגב – הנדסאי, מעבדת חשמל למחקר ומיתוח, יחידת המרכז והאנשי חברת החשמל

ברשת הקיימת ותצוגה סכך אין היא מעלת בגבולות שלפיהם תוכננה. כאשר רשת חשמל פועלת בעומסים העולים על אלה שעבורם תוכננה, קיימים סיכונים שונים כלפי הרשת עצמה וכלפי הציוד המורכב בה. הגורמים השכיחים לתקלות במיתקני חשמל הם:

- מגעים לקויים
- התרופפות חיבורים
- העמסת המיתקן מעבר למתוכנן
- בלאי והתעייפות החומר של הרכיבים

## מגעים לקויים

יכולים להיגרם מרגישות מתכות לקורוזיה והיווצרות שיכבה בעלת התנגדות גבוהה למעבר זרם חשמלי הגורמת להתחממות יתר בנקודות הללו.

## התרופפות חיבורים

יכולה לנבוע מהתרופפות של ברגי הידוק עקב תנודות, מקדמי התפשטות והתכווצות שונים של המתכות מרגי עשוי החיבור, מתיחת יתר של המוליכים, שבר סכני והתקנה לא נכונה. כאשר קיים חיבור רופף, הזרימה בנקודת החיבור אינה תקינה ויכולה להגיע למצב של היווצרות ניצוצות היכולים להוות מקור התלקחות כנוסף לתנודות באספקה.

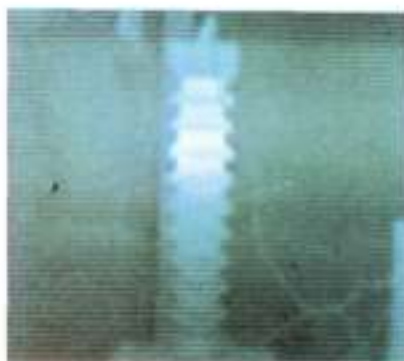
## העמסת המיתקן מעבר למתוכנן

יכולה לגרום לרכיבים גדולים במערכת לקריסה, כלומר, להתחמם עד כדי התכה או שריפה. לכל רכיב חשמלי עומס מירבי משלו. לעיתים נשכחים ערכים מירביים אלו והמיתקן פועם מעבר למותר. צריך לזכור שלחלק מהרכיבים ברשת החשמל אין סידורי קירור מאולץ מיוחדים וקירורם מותנה בפליטת חום טבעית. כל עליה בטמפרטורה חיצונית של רכיב משמעותה עלייה גבוהה עוד יותר של הטמפרטורה ברכיב עצמו.

כל עליית טמפרטורה חריגה יכולה לגרום, מלבד הפסדי אנרגיה גם להתכת חומרי בידוד, קצרים, גרירת רכיבים ראשוניים לעומס גבוה ונזקים שיסתיימו כשיתוק כללי של המערכת.

טמפרטורה שווה. באמצעות קווי האיזותרמות ניתן גם לקבוע את הטמפרטורה של כל נקודה בתמונת הגוף הנבדק. אם מעוניינים בפיענוח תמונה בצורה יותר ברורה, ניתן להעביר את התמונה לצג צבעוני כך שטמפרטורות שונות של הגוף הנבדק מופרדות על הצג לצבעים שונים, עד עשרה צבעים, המייצגים תחומי קרינה השווים לעשירית מהתחום הכולל.

כמו כן ניתן לחבר את המערכת לוידיאו, המאפשר להקליט את המידע בשעת עריכת הבדיקות ולהציגו לאחר סכך במעבדה או לתעד אותו לשם מעקב ולחזור ולהקרין אותו בצורה בה צולם בשטח בזמן הבדיקה. פעולה זו מאפשרת לימוד מפורט יותר ואבחנה מדוקדקת יותר באמצעות שיחזור תהליכים במצבים תרמים משתנים, ומעקב אחריהם.



איור 1  
תמונה תרמית של מנן ברג

## בדיקות במיתקני חשמל

חלוקת האנרגיה החשמלית מתבצעת באמצעות רשתות המוליכות ומסתגות את הכח. הרשתות מותכנות, בדרך כלל, ליעדן בהתאם לתקני תיכנון מקובלים. כאשר התיכנון נעשה כנידרש והרשת מתוחזקת כהלכה, לא צריכות להיות בה תקלות. לצערנו, אין זה כך במציאות, מאחר שקיימים גורמים שאינם ניתנים למדידה ולחיזוי מראש. הגורמים האלו יוצרים שינויים

המיסבים וציר המנוע, וזאת בהתאם למשטרי הביקורת הקיימים במפעל. בכמה מפעלים בהם בוצע מעקב שוטף כזה אחר מנועים חשמליים השיגו הארכת אורך החיים של המנועים ורווח תיפעולי למפעל.

## תרמוגרפיות במבנים, בתי קירור ותנורים תעשייתיים

### מבנים

טכנולוגיה של סריקות תרמוגרפיות במבנים מיושמת ברחבי העולם לצורך חיטון באנרגיה שמשמשת לקירור או חימום המבנה. מאחר שקבלני הבידוד התרמי מתרשלים, לא פעם, בהתקנת הבידוד התרמי של המבנה, הרי שגורמים איבודי אנרגיה חריגים (איור 14).



תמונה חותית



תמונה תרמית  
השטח השחור מסמן את איזור הפגם בבידוד

### איור 4

תמונה תרמית של תקרת חדר מגורים

לעיתים, עקב בידוד תרמי גרוע של המבנה, נדרשות מערכות מיוזג האוויר לעבוד בתפוקה גבוהה. על ידי סריקה תרמוגרפית פשוטה וזולה ניתן לגלות את המקומות בהם יש צורך בשיפור ותיקון הבידוד התרמי של המבנה כגון: משקופי חלונות, החלונות עצמם, פינות חדרים, פינות המבנה, קירות, תקרות וגגות במבנה.

על ידי סריקה באמצעות מכשיר תרמוגרפי ניתן לחלק את סדניות האחזקה המונעת למיתקני חשמל לשלוש רמות וזאת בהתאם לעליית הטמפרטורה הנמדדת על מני הרכיב, ביחס לטמפרטורת סביבה כלהלן:

א. 5-10 מעלות צלזיוס - יש לחזור ולבדוק שנית את הרכיב ולעקוב אחר התפתחות הטמפרטורה בו.

ב. 10-30 מעלות צלזיוס - יש לתחוק את הרכיב באחזקה השוטפת הקרובה.

ג. 30 מעלות צלזיוס - יש לתחוק את הרכיב באופן מיידי.

תדירות הסריקות התרמוגרפיות הרצויות במפעלים בהם אין זינה חלופית היא אחת לחודש. במפעלים בהם קיימת זינה חלופית-פעמיים עד ארבע פעמים בשנה.

## בדיקות תרמיות למנועים חשמליים

מנוע חשמלי הוא בדרך כלל גוף סגור ואטום וקשה לדעת ולהבחין מבעוד מועד בתקלות המתפתחות בו שיכולות לנבוע ממיסבים שחוקים, ציר פגום, חיבורים רופפים ובידוד שנפגם. גורמים אלו מאופיינים לרוב על ידי עליית טמפרטורה (לפעמים רק מעלות בודדות). עליית הטמפרטורה ניתנת להבחנה בביקורת שיגרתית של המתחוק בזמן עבודה רגילה של המנוע על ידי סריקה תרמוגרפית של גוף המנוע, תיבת החיבורים, תיבות



חיבורי כבלים ללוח - תמונה תרמית. המנוע השמאלי חם. טמפי הסביבה 30 מעלות צלזיוס. טמפי המנוע 107 מעלות

איור 2

איתור מנוע רופף בלוח באמצעות סריקה תרמוגרפית



חיבורי כבלים ללוח



תמונה תרמית של צלעות קירור במנוע

איור 3

תמונה תרמית של מנוע חשמלי



תמונה חותית עם קווי טמפרטורה

## הביקוש לחשמל

שנות ה-2000 וה-2015

ייצור החשמל השנתי בישראל צפוי להגיע בשנת 2000 ל-32,5 מיליארד קו"ש. לעומת 19 מיליארד קו"ש בשנה האחרונה, ואילו שיא הביקוש הצפוי באותה שנה יגיע לכ-6,000 מגוואט בתנאי מזג אוויר רגילים ול-6,300 מגוואט בתנאי מזג אוויר קיצוניים. נתונים אלה עולים מהתחזית החדשה של הביקוש לחשמל כפי שהוכנה על-ידי המחלקה לסטטיסטיקה של חברת החשמל בשיתוף עם חברת "מודלים כלכליים" מקבוצת "כללי".

התחזית מתייחסת לשתי תקופות עיקריות: תחזית אופרטיבית לשנים 1989-2000, ממנה יגורו תכניות הפיתוח של חברת החשמל ותחזית לשנים 2000-2015, המיועדת לקבלת הכוונה כוללת באשר לאסטרטגיה של אספקת החשמל בטווח הארוך מבחינת סוגי תחנות הכוח, גדלן וכיו"ב. בהתאם לתחזית השניה צפוי שישיא הביקוש בשנת 2015 יגיע לכדי 12,000 מגוואט.

### תחזית לצמיחה כלכלית

חיווי צריכת החשמל משקף את ההתפתחות הכלכלית הצפויה במצויי המשק השונים. על פי הנתונים שהתקבלו תצטרך חברת החשמל לספק בשנת 2000 אנרגיה לאוכלוסייה שתמנה 5,330,000 נפש. התחזית, שאושרה לאחרונה על-ידי דירקטוריון החברה, צופה התפתחות בכיוון של צמיחה כלכלית. כתוצאה מכך צופים בחברת החשמל שצריכת החשמל בתעשייה, תהווה כ-36 אחוז מהצריכה בסוף המאה, זאת לעומת כ-30 אחוז בלבד כיום. במקביל - צפויה ירידה יחסית של הצריכה לחקלאות ולשאיבת מים (מכ-17 לכ-12 אחוז), בעוד שהצריכה הביתית תחזור להיות כרבע מסך צריכת החשמל, והצריכה המסחרית-ציבורית תשאר גם כן בגבולות רבע מסך הצריכה.

### אספקת החשמל - תנאי לצמיחה

לדעת עורכי התחזית, הצמיחה הכלכלית מותנית בכך שפיתוח מערכת החשמל יאפשר את האספקה הדרושה לצמיחה זו. על מנת לספק את הביקוש החזוי, (ובהתחשב בכך שלאבטחת אספקה סבירה במערכת החשמל של ישראל, המהווה י"א חשמלי, דרושה עתודת כושר ייצור של 30-35 אחוז מעל לשיא הביקוש) יידרש בשנת 2000 כושר ייצור של כ-8,000 מגוואט. פירוש הדבר, שכנוסף לתחנת הכוח "רוסנברג" המוקמת עתה באשקלון, יש צורך לגשת בדחיפות להקמתה של התחנה הבאה (שתוקם בחיפה או בחדרה) וכן להוסיף יחידות ייצור נוספות - או תחנה קיסרית נוספת בדומה לתחנות החדשות (שתי יחידות ייצור בנות 550 מגוואט כל אחת) או ביחידות קטנות בנות 100-200 מגוואט.

במפעלים שונה בהם נוהל התחזוקה כלהלן: הוחלט לבצע סריקות תרמוגרפיות לעיתים תכופות ולנהל את מדיניות התחזוקה בהתאם לממצאי הסריקות. כתוצאה מכך הושג חיטון משמעותי במספר הימים שנדרשו להשבתת הייצור וכן צומצמו העלויות הישירות הכרוכות בביצוע התחזוקה.

### סיכום

לטכנולוגיה של סריקה תרמוגרפית שימושים רבים ומגוונים בתחומים שונים. זו הדרך היעילה והמהירה ביותר הידועה כיום לאיתור תקלות ברשתות ורכיבים חשמליים, במצב עבודה כושן מששי. כמו כן הוכחה יעילותה בכל הקשור לבטיחות בתנורים תעשייתיים לחיטון באנרגיה וביקורת תרמית במבנים.

טכנולוגיה זו מנוצלת בהיקף רחב בעולם בעיקר ארצות הברית, יפן ואירופה. חברות ביטוח רבות ממליצות על השימוש בה בגלל רמת הבטיחות הגבוהה שלה ובגלל היכולת להביא לצימצום הנזקים שעליון לכסות.

לאחרונה הוחל בישראל בשימוש בטכנולוגיה של סריקה תרמוגרפית של מערכות חשמל לאיתור איבודי חום במפעלים כימיים, תעשיית הנפט, התעשייה הכבדה, בנייני משרדים, מבנים רבי קומות, בתי חולים, בתי קירור, מכונני מים ומכונני טיורז שפכים.

ההוצאות לביצוע הסריקות התרמוגרפיות הן אפסיות ביחס לחיטון בתחומי הבטיחות באנרגיה ובמניעת נזקים.

### בתי קירור ותנורים תעשייתיים

סריקה תרמוגרפית משמשת גם לאיתור גשרי חום ו/או קור במבנים של בתי קירור ובתנורים תעשייתיים מסוגים שונים (איורים 5 ו-6).

הסריקה התרמוגרפית יכולה לספק במבנים אלו נתונים על הפסקות ברציפות הבידוד, על הפסדי אנרגיה מיותרים ועל היווצרות בלאי בלתי מבוקר של בידוד המיתקן. ממצאי הסריקה יכולים גם לשמש בסיס לתיכנון אחזקה תקופתית וגם לתיכנון לטווח ארוך של החלפת רכיבי בידוד ומערכות במפעלים.

### מסקנות על הסריקה התרמוגרפית בתעשייה הישראלית

בעשרות מפעלים תעשייתיים בארץ נערכות סריקות תרמוגרפיות שכתוצאה מהם הוסקו מסקנות מרחיקות לכת ביחס לשיטת התחזוקה בהם.

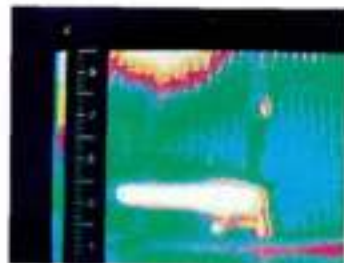
בחלק מהמפעלים ננקטה שיגרת תחזוקה מונעת בהתאם לתוכנית התחזוקה השנתית. התחזוקה לפי שיטה זו לא תמיד מונעת תקלות ונזקים הגובעים פליקויים שכיחים כגון: חיבורים רופפים ועומס יתר.

בחלק מהמפעלים לא נערכת השבתה לצורך תחזוקה מונעת במשך שנים רבות וזאת משיקולים של כדאיות כלכלית. תקלות שאירעו במהלך התקופה קיבלו טיפול מדי שהיה מלווה, כמובן, בנזקים מרובים לתהליך הייצור.

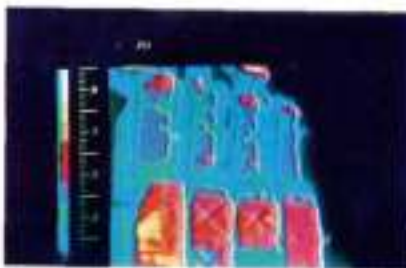
לאחר הדגמת ביצוע הסריקה התרמוגרפית



תמונה תרמית  
איור 5  
לוחות בידוד בבתי קירור



תמונה חזותית



איור 6  
תחלנות טמפרטורה בקירות בידוד של תור תהליך

# אמצעי הגנה על מכשירי חשמל

איג' יוסף בלבל

מכשירי חשמל כוללים סוגים שונים של ציוד: מנועים, גופי חימום, מערכות אלקטרוניות ומערכות אלקטרו מגנטיות. כל סוג של ציוד מחייב הגנה מיוחדת.

**למנועים** דרושה הגנה תרמית בפני עומס יתר, הגנה מגנטית בפני קצר והגנה בפני חוסר מתח. **לגופי חימום** דרושה הגנה בפני קצר והגנה בפני עליית מתח. **למערכות הפיקוד האלקטרוניות** דרושה הגנה בפני קצר והגנה בפני עליית מתח. **למערכות פיקוד אלקטרו מגנטיות** דרושה הגנה בפני חוסר מתח והגנה בפני קצר.

## הגנה על מנועים

### הגנה בפני עומס יתר

לכל מנוע שהספקו מעל 0.5 קו"מ דרושה הגנה בפני עומס יתר. הגנה זו יכולה להיות באמצעות מפסק אוטומטי הפועל באמצעות שני אלמנטים.

קיימים שני סוגים של הגנות בפני עומס יתר:

א. **הגנת תרמית דיפרנציאלית** למנועים שהספקם עד 10 כ"ס. הגנה זו יעילה מאוד – במיוחד למנועים קטנים – ופועלת על אי שיוויון בין הזרמים בשלושת המופעים. מכאן השיבותה בהגנה בפני חוסר מופע בנוסף להגנה בפני עומס יתר רגיל.

ב. **הגנת תרמית רגילה** (לא דיפרנציאלית) למנועים שהספקם עולה על 10 כ"ס.

הגנה זו אינה יעילה ביותר ואינה מאפשרת הגנה יעילה על המנוע בעומס יתר פתאומי (כגון תפיסה מכנית של המכונה, או העדר מופע אחד משלושה המופעים). הגנה זו מתאימה להגנה בפני עומס יתר על מנוע במצב קר.

מאידך ניסא, אין אפשרות להשתמש בהגנה דיפרנציאלית למנועים שהספקם גדול בגלל הפרש הזרמים הקיימים בין המופעים בפעולה רגילה.

כדי לאפשר הגנה נאותה בפני עומס יתר למנועים שהספקם גדול, יש צורך **להוסיף** את אחת משתי ההגנות הבאות:

- הגנה בפני עליית הטמפרטורה של המנוע (גליקסון). באמצעות גוש טמפרטורה (תרמוקפל) הממוקם בתוך סלילי המנוע ניתן לפקד על הפסקת המנוע אם הטמפרטורה עולה מעבר לגבול המותר.
- הגנה בפני מומנט פיתול מכני רציף – באמצעות מכשיר הבדוק את מומנט הפיתול המכני ניתן לפקד על הפסקת המנוע כאשר מומנט הפיתול עולה על המותר, בגלל עצירה מכנית של המנוע.

## הגנה בפני זרם קצר

בנוסף להגנה בפני עומס יתר, יש להגן על מוליכי מעגל הויטה למנוע בפני זרם קצר.

ניתן להתקין הגנה אחת בפני זרם קצר שתשמש מספר מנועים בתנאי שכל מנוע מוגן בפני עומס יתר.

## הגנה על גופי חימום

### הגנה בפני עומס יתר

עומס גופי החימום אינו משתנה למעשה בצורה משמעותית ולכן, לכאורה, ההגנה בפני עומס יתר מיותרת. אולם בגופי החימום מתרחשים קצרים חלקיים שגורמים לעליית העומס של גוף החימום וכתוצאה מכך לעליה משמעותית של החום, ולכן השוכה ההגנה בפני עומס יתר.

### הגנה בפני זרם קצר

רצוי להגן על כל גוף חימום בפני קצר באופן ניפרד ולא להשתמש בהגנה משותפת למספר גופי חימום. ניתוק מהאספקה של גוף חימום חייב להיות מהיר כדי למנוע עליית חום משמעותית העלולה לגרום לנזקים. הגנה בפני קצר חייב לפעול בזרמי קצר נמוכים יותר מאלה של מנועים (בגלל זרמי ההתנעה הגבוהים של המנועים).

באופן מעשי, בוחרים כהגנה עבור גופי החימום הגנה משותפת של עומס וקצר, בלעדית לכל גוף חימום. מומלץ, להשתמש לשם כך בנתיכים הפועלים על עיקרון ההתכה, או במפסק אוטומטי בעל אופיון I. אין חשש מפגיעה בגוף החימום בהעדר מופע כפי שהדבר קיים במנועים.

## הגנה על מערכות אלקטרוניות

**מערכות אלקטרוניות שסחוברות ישירות לרשת חברת החשמל**

### הגנה בפני עומס יתר

עומס המערכות האלקטרוניות הוא בדרך כלל קבוע ואין צורך, למעשה, להגן עליון בפני עומס יתר.

### הגנה בפני זרם קצר

בגלל הרגישות הגבוהה של מערכות אלו לעליית זרם, יש צורך בהגנה בעלת תגובה

מהירה במיוחד בזמן קצר. ההגנה היעילה ביותר היא באמצעות נתיכים מהירים מיוחדים למערכות אלקטרוניות.

### הגנה בפני עליית מתח

בגלל תופעות המעבר ברשתות מופיעה, לפעמים, עליית מתח חדה וקצרה במיתקן הצרכן. המערכות האלקטרוניות רגישות מאוד לעליית המתח ועלולות להיזק. יש צורך בהגנה בפני עליית המתח (OVER VOLTAGE PROTECTION). לאחרונה פותחו הגנות כאלו והן יעילות ומשוסות להתקנה.

### הגנה בפני זיהום הרשת

המערכות האלקטרוניות, כגון מערכות לזיהום מהירות של מנועים, גורמות לזיהום הרשת בהרמוניקות השלישית והשביעית. הזיהום גורם לשינויים במתח החלוקה עד כדי הפרעות למערכות המחשבים ומערכות אחרות. למניעת הפרעות יש להתקין מסננות מיוחדות.

## מערכות אלקטרוניות שמוזנות באמצעות שנאים מבדלים

כדי להפריד באופן מוחלט בין האספקה של מערכות אלקטרוניות לבין רשת החלוקה, משתמשים בשנאים בעלי סלילים מופרדים גלונות. שנאים אלה מונעים, למעשה, את השפעת תופעות המעבר ברשת החלוקה של חברת החשמל על המערכות. בנוסף לכך, השימוש בשנאים מקטין את זרם הקצר בצורה משמעותית ומקל על מערכות אלו. יש צורך בהגנה לכל מוליך מהמוליכים היחידים אחרי השנאי. אין צורך בהארקת השיטה אפילו אם המתח המשני הוא מעל 50 וולט.

## הגנה על מערכות אלקטרו מגנטיות

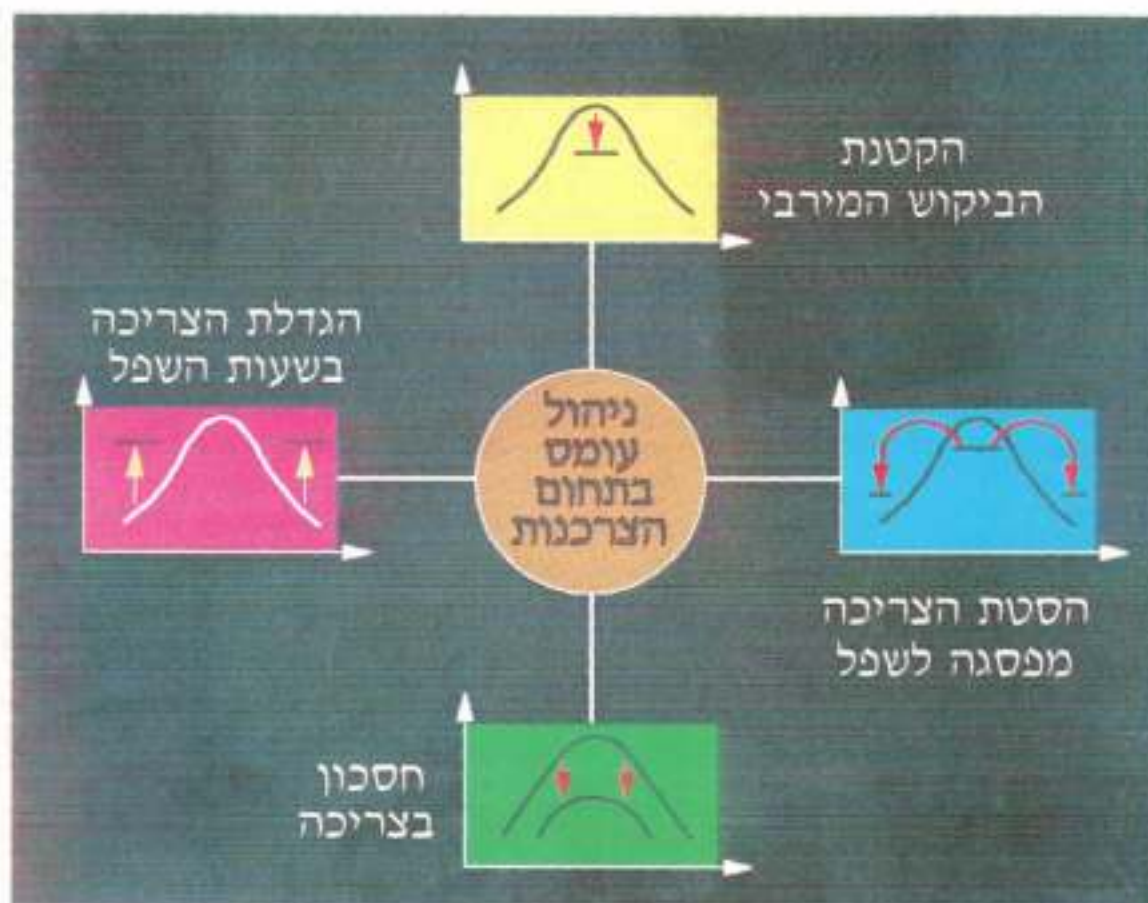
### הגנה בפני עומס יתר

אין צורך בהגנה בפני עומס יתר.

### הגנה בפני זרם קצר

מומלץ לחבר מערכות אלו דרך שנאי מבדל שמקטין את זרמי הקצר באופן משמעותי. נדליו חייב להיות מותאם למערכות כך שבעת הפעלתן לא תיגרם נפילת מתח מעבר למותר. (נפילת מתח של 15% ויותר עלולה לפגוע בסלילים של המערכות).

י. בלבל – מנהל מחלקה, מינהל הנדסות, מחוז הדרום, חברת החשמל



**מטרת הפעולות לניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות** (DSM - Demand-Side Management) היא להשפיע על פרופיל צריכת החשמל של הצרכנים – כדי להביא לשינויים בעקומת העומס של מערכת החשמל הארצית – בדרכים אשר תהיינה לתועלת ציבור הצרכנים, חברת החשמל והמשק הלאומי כאחד.

**התועלת לחברת החשמל ולמשק הלאומי** היא בכך ששינויים בעיתוי ובגודל הביקוש עשויים להביא לניצול יעיל יותר, בעלויות נמוכות יותר של יחידות הייצור.

**התועלת לצרכן** טמונה באפשרויות של שליטה טובה יותר בצריכת החשמל ובהפחתת עלויות הנובעות מצריכה זו.

**הצלחת ניהול עומס בתחום הצרכנות** מותנית בשיתוף פעולה נרחב של הצרכנים. נסיון חברות החשמל בעולם בשנים האחרונות מצביע על כך שהיבטים כלכליים אינם הגורמים הבלעדיים המשפיעים על החלטת הצרכן הקשורה בהשתתפותו בפעולות ניהול עומס בתחום הצרכנות.

**מודעות טובה יותר של הצרכן** לתהליך קבלת החלטות שלו והתייחסותו להיבטים של מרכיב החשמל במערך הייצור והשירות במיתקנו, לימוד פרופיל הצריכה במיתקנו ופעולה המכוונת לשיטות ואמצעים העשויים לסייע בידיו לייעל את צריכת החשמל במיתקנו – כל אלה חשובים להצלחתן של תוכניות ניהול עומס החשמל בתחום הצרכנות, הן מהיבט חברת החשמל והמשק הלאומי והן מהיבט הצרכן.