

התקע המצדיע



עלון לחשמלאים

בהוצאה

חברת החשמל לישראל בע"מ



תחנת משנה ניידת שפותחה לאחרונה בחברת חשמל

תוכן הענינים

3	אירועי "התקע המצדיע".....
4	צריכת חשמל ביתית ברמות צריכה שונות - א. לייטנר
11	שנאי חלוקה ברשתות חברת החשמל ובמתקני צרכנים - ח. קמיל/ש. אפשטיין
16	דיאגרמת זרימה נכונה לניהול פרויקט תכנון בהנדסת חשמל - ר. כהן
21	כיצד בוצעה חבלה עצמית במערכת החשמל של מפעל אלקטרוניקה - ו. זיס
	מדור מודעות - שרות פרסומי
22	תעריף תעו"ז חיוב לפי ביקוש מירבי שנתי/חודשי.....
23	הגנה סלקטיבית של מתקני צרכנים המקבלים את האספקה במתח גבוה - א. נאוטרה
25	הודעה על חידוש מנויי "התקע המצדיע" לשנת 1986/87.....
26	מערכות הגנה ברשתות - ס. מנדלבאום/א. אושרוב
30	מה חדש בספרות מקצועית - המדריך לחשמלאי 1986
31	הגנה בפני זרם דלף - חשיבותה, ואופן פעולתה - י. בלבל
33	מיתקני מתח גבוה אצל צרכנים פרטיים - ר. קבסה
	תאונת חשמל ולקחה
34	הכל בגלל התקן קטן - ו. זיס
35	טלביזיה בלתי חוקית במעגל סגור - ו. זיס
36	הגנה בפני חישוב של מתקן חשמל מחוץ למבנה שמתקנו מוגן בשיטת ה"איפוס" - א. ברזילי
38	שיטות אספקת החשמל.....
39	כבל בעל בידוד תרמופלסטי למתח עליון - א. שטיינר
41	מערכות מתקדמות לבקרת מיזוג האוויר בשיטת ה-D.D.C. - נ. נוה
43	מצב כלכלי תואם את התפתחות הצריכה.....

העורך:

א. לייטנר

עורך המשנה:

א. ונגרקו

המערכת: **י. בלבל, ה. גינדס, ב. גמליאלי,**

ל. יבלונובסקי, ש. מרדיקס,

א. נאוטרה, י. נוימן, ז. ספורן,

ג. פרבר, ה. ציפר, צ. קולטוצ'ניק.

מינהלה:

מ. ציטרון

כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת.ד. 8810 חיפה, 31086

טל. 04-523231/256

סדר והדפסה:

דפוס "יד החמשה", כפר חב"ד

בשער: תחנת משנה ניידת, מתוחכמת שפותחה לאחרונה בחברת החשמל אנשי אגף מחקר ופיתוח בחברת החשמל פיתחו לאחרונה תחנת משנה (תחמ"ש) ניידת המתוחכמת הן בתכנון והן בביצוע.

זוהי תחמ"ש הממוקמת על גבי שני נגדים, במשקל של למעלה מ-60 טון, ובעלת יכולת הספקה לעיר בסדר גודל של 20,000 תושבים - 15 מגוולט/אמפר. התחמ"ש נועדה לאפשר אספקת חשמל חילופית בעת הצורך, לצרכי חברת החשמל.

עלות תחנת המשנה היא מעל 1 מיליון דולר, וייצורה נעשה בארץ. ראוי לציין, כי לתחמ"ש הניידת כניסות ויציאות של מגוון המתחים של רשתות המתח העליון והמתח הגבוה הקיימים בארץ, ותוך 2-3 שעות ניתן להכניסה לפעולה.

התחמ"ש הניידת יכולה להגיע לכל מקום, בו יש גישה לרכב כבד.

המערכת איננה אחראית לתוכן המודעות שהן על אחריותם של המפרסמים

אירועי "התקע המצדיע"

הכנס הארצי השנתי ה-3

ב-7.1.1986 התקיים במרכז הקונגרסים שבגני התערוכה בתל-אביב הכנס הארצי השנתי ה-3 לחשמלאים.

בכנס השתתפו למעלה מ-1,200 חשמלאים מכל חלקי הארץ ומכל מיגזרי המשק: מהנדסים, הנדסאים, טכנאים, מורים לחשמל, קבלני חשמל וחשמלאים מן השורה בכל הרמות והעיסוקים. הכנס כלל 2 מושבים:

במושב א' (לפנה"צ)

מושב זה שהיה טקסי בעיקרו הוקדש לנושאים כלליים הקשורים בהתפתחות משק האנרגיה בישראל, באיכות אספקת החשמל ובחידושים בנושאים טכניים ומסחריים בפעילויות אגף הצרכנות של החברה. המושב התקיים באולם מרכזי אחד והיה מיועד לכלל החשמלאים שהשתתפו בכנס.

מושב ב' (אחה"צ)

במושב זה התפצלו המשתתפים ל-5 קבוצות דיון כאשר בכל קבוצת דיון הוגשו 2 הרצאות מקצועיות בנושאים ספציפיים.

ההרצאות היו במיגוון נושאים הקשורים בשטח החשמל – כדלקמן:

- נושאים הקשורים במערכת האספקה
- נושאים הקשורים בציוד למתקני חשמל ובעבודות חשמל
- נושאים הקשורים בצד הכלכלי/מסחרי של אספקת החשמל
- נושאים הקשורים בתכנון מתקני החשמל
- נושאים הקשורים במתקני מתח גבוה.
- בכל קבוצת דיון קויים, לאחר הגשת ההרצאות, רב-שיח ערני בנושאים שנגעו לנושא ההרצאות שהועברו באותה קבוצת דיון.

סדרה מס' 13 של מפגשי

מועדוני "התקע המצדיע"

לחשמלאים באיזורים

סדרה מס' 13 של מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" לחשמלאים באיזורים שהחלה בחודש ספטמבר 1985 מתקרבת לסיומה. והמפגשים שעדיין נותרו הם המפגשים בערים הגדולות: ת"א, חיפה וירושלים המתוכננים להתקיים בחודשים אפריל, מאי ויוני 1986.

נושאי ההרצאות בסדרה הם:

א. **שנאים (טרנספורמטורים) במערכות חברת החשמל ובמתקני צרכנים: מיון, סיווג, מאפיינים והיבטים מקצועיים הקשורים ביישום, התקנה, תפעול ותחזוקה.**

ב. **תכנון וביצוע חיבורים ומתקני חשמל על בסיס תקנות החשמל ובהסתמך על הנסיון בבדיקת מתקנים.**

ההידים והתגובות של החשמלאים מן המפגשים שהתקיימו עד כה הם חיוביים מאד ובאים לביטוי בערנות הרבה ובהשתתפותם הפעילה מאד ברבי-השיח המתקיימים לאחר הגשת ההרצאות בנושאים הקשורים הם לנושאי ההרצאות והן לקשת הרחבה של הנושאים הנוספים הקשורים למערכת היחסים בין חברת החשמל לציבור החשמלאים והצרכנים, ולנושאים הקשורים באירועי "התקע המצדיע", תעריפים ועוד.

מפגש מועדון "התקע המצדיע"

לחשמלאים באיזור אילת

במסגרת סדרה מס' 13, קויים ב-11.3.86 מפגש המועדון באילת.

במפגש שולבו, בנוסף לנושאים הנומינליים ש"רצים" בכל המפגשים של סדרה 13 (בהקשר לשנאים ובהקשר לתכנון ולביצוע חיבורים ומתקני חשמל – ראה לעיל), 2 הרצאות נוספות בנושאים:

א. **תנאים לקבלת רשיון חשמלאי, אפשרויות הלימוד לקראת קבלת הרשיון, זכויות בעל הרשיון.**

ב. **חישמולים ותאונות חשמל – חקירה, מימצאים ומסקנות.**

מפגש ארצי של מועדון "התקע

המצדיע" למורי החשמל

ב-21.4.86 יתקיים בבית ציוני אמריקה בתל-אביב מפגש ארצי של מועדון "התקע המצדיע" למורי החשמל שיימשך החל משעות הבוקר ועד לשעות אחה"צ.

במסגרת המפגש יוגשו הרצאות בנושאים הבאים:

- תאור המבנה והתיפקוד של מרכיבי מערכת החשמל הארצית.
- מערכת המניה של הצרכן.
- הפיקוח הארצי, הפיקוח המרחבי וההשגחה – כיצד הם פועלים.
- כיצד פועל משק החשמל בשעת חירום.

תשלומים בעד חיבורים למערכת אספקת החשמל.

– העקרונות עליהם מושתתים תעריפי החשמל.

נושאי ההרצאות הני"ל נבחרו על פי הפרק "משק החשמל בישראל" שנכללים בתוכנית הלימודים/הבחינות לקבלת רשיונות מסוג חשמלאי

– מוסמך וחשמלאי ראשי.

במפגש ישתתפו בנוסף למרצים ולנציגים בכירים מחברת החשמל גם ה"ה:

ד"ר ארלי תמיר – המפקח, המרכז הארצי על הוראת החשמל, המיכשור והבקרה, משרד החינוך והתרבות.

מר דוד תרזה – מנהל היחידה לחשמל ולאקטרוניקה, האגף להכשרה ופיתוח כח אדם, משרד העבודה והרווחה.

צריכת חשמל ביתית ברמות צריכה שונות

(הערכות מבוססות על נתוני מכשירים ביתיים והרגלי שימוש המקובלים במשק הבית הישראלי)

אינג' אורי לייטנר

מאמר זה נועד לספק מידע על צריכת החשמל הביתית ברמות צריכה שונות תוך פירוט הגורמים המשפיעים על צריכת החשמל של מכשירי חשמל ביתיים נפוצים.

מבוא

בשנים האחרונות הפך חשבון החשמל למרכיב שהינו, בדרך כלל, משמעותי ביותר בתקציבם של משפחות רבות בארץ. מצב זה מסביר, את ההתעניינות הגוברת של גורמים שונים במשק הישראלי בנושא צריכת החשמל הביתית, כשאחת השאלות החוזרות והנשאלות בנושא זה היא: **מהי צריכת חשמל סבירה?** לא ניתן לענות בצורה פשוטית על שאלה זו מבלי להתייחס למכלול של משתנים (כגון: גודל המשפחה; הרקב המשפחה, מצאי המכשירים שבשימוש המשפחה; סוג המכשירים והרגלי השימוש בהם; סוג הדירה וגודלה; האיכות התרמית של המבנה; מיקום הדירה והאיזור הגאוגרפי בו היא נמצאת), המשפיעים על צריכת החשמל השנתית הכוללת הן ב"בית שכולו חשמל" והן כאשר מנצלים מקורות אנרגיה נוספים (גז, נפט, סולר).

הערכת צריכת החשמל הביתית ברמות צריכה שונות כפי שתפורט במאמר נעשתה תוך התבססות על נתוני מכשירים והרגלי שימוש המקובלים במשק הבית הישראלי ומתוך הנחה שהשימוש בחשמל נעשה בתבונה דהיינו, בייעול ובחיסכון.

גורמים המשפיעים על צריכת החשמל של מכשירים נפוצים שצריכתם גדולה

כללי

כידוע צריכת החשמל של מכשיר נקבעת על-ידי ההספק החשמלי המופעל ועל-ידי משך הזמן שבו המכשיר **מועל**. לגבי מכשירים בעלי וויסות תרמוסטטי, זמן פעולת המכשיר הוא זמן "נטו". זמן **ז"ה** קצר יותר בהשוואה לזמן (זמן "ברוטו") שבו אנו מפעילים את המכשירים על-ידי חיבורם למקור הזינה (העברת המפסק למצב "מופעל" או חיבור תקע לבית התקע).

בעלון "התקע המצדיע" מס' 33 הובא מיון המכשירים הביתיים לפי גודל הצריכה ונתוני ההספק של מכשירים נפוצים. אנו נתייחס כאן לגורמים המשפיעים על צריכת החשמל של מספר מכשירים שצריכתם גדולה.

מקרר

צריכת החשמל של מקרר משתנה מאוד בין סוג אחד של מקרר למשנהו, וככל שקיבול המקרר גדול יותר, כך גדלה צריכת החשמל שלו.

בנוסף לכך מושפעת צריכת החשמל של המקרר מגורמים נוספים, כגון:

- רמת הבידוד התרמי בדפנות המקרר
- רמת האיטום של דלתות המקרר
- כמות המזון המאוחסנת במקרר
- רמת הקירור הנדרשת בהתאם לכיוון התרמוסטט
- טמפרטורת החדר שבו נמצא המקרר
- תדירות ומשך פתיחת הדלתות של המקרר.

מבדילים בין שלושה סוגים של מקררים כדלהלן:

1. **מקרר "רגיל"** (מקרר זה ידוע גם בשם "מקרר חצי-אוטומטי") הוא בעל דלת אחת וחלל קירור אחד. פעולת ההפשרה במקרר זה מתבצעת לאחר לחיצה על כפתור ההפשרה. פעולת הקירור מתחדשת באופן אוטומטי בגמר תהליך ההפשרה.

2. **מקרר עם הפשרה מחזורית** (מקרר זה ידוע גם בשם "מקרר אוטומטי") הוא בעל שני תאים נפרדים — תא הקפאה ותא קירור למזון טרי. תהליך ההפשרה מתבצע באופן אוטומטי על-ידי הפסקת פעולת הקירור (הפסקת הפעולה של המדחס).

3. **מקרר ללא הצטברות קרח והפשרה מחזורית** הוא בעל שני תאים נפרדים — תא הקפאה ותא לקירור מזון טרי. קירור התאים נעשה על-ידי הזרמה מאולצת של אוויר קר ויבש. תהליך ההפשרה מתבצע באופן אוטומטי על-ידי הפסקת פעולת הקירור והפעלת גוף החימום להפשרת הקרח המצטבר על המאדה.

נציין שצריכת החשמל של מקרר מהסוג השלישי גבוהה בכ-25 אחוז מצריכת החשמל של מקרר מהסוג השני בקיבולים זהים.

הדבר נובע, בעיקר, מהפעלת גוף החימום שהספקו 330—780 ואט (תלוי, בעיקר, בקיבול המקרר), להפשרת הקרח מהמאדה אחת ל-6—8 שעות, ולמשך כ-30 דקות.

בטבלה 1 מרוכזים נתונים של הספק מירבי המופעל במקררים מסוגים שונים ושל צריכת החשמל הממוצעת ליממה.

אינג' א. לייטנר — מנהל המחלקה לייעול הצריכה, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

נתונים של הספק מירבי מופעל של המקררים השונים וצריכת החשמל הממוצעת שלהם ליממה

צריכת החשמל הממוצעת ליממה (קוט"ש)	ההספק המירבי המופעל (ואט)	קיבול כולל של המקרר (ליטר)	סוג המקרר
1 – 2.2	90 – 140	170 – 330	מקרר "רגיל"
1.6 – 3.4	140 – 250	290 – 450	מקרר עם הפשרה מחזורית
2.8 – 5.5	בקיורר: 180 – 420 בהפשרה: 310 – 770	250 – 730	מקרר ללא הצטברות קרח והפשרה מחזורית

לדירה להלן: "מי הרשת") משפיעה על צריכת החשמל של הדוד בשני מישורים:

א. "מי הרשת" מוזרמים אל תוך הדוד במקום המים החמים הנצרכים בדירה. טמפרטורת "מי-הרשת" היא הנתון העיקרי המשפיע על צריכת החשמל לחימום המים מחדש עד לטמפרטורה הנקבעת על-ידי התרמוסטט שבדוד.

ב. המים החמים הנצרכים מהדוד הינם, בדרך כלל, בטמפרטורה הגבוהה מזו המתאימה לשימוש. לכן נוהגים. בדרך כלל, לערבב מים אלה עם "מי הרשת". ככל שטמפרטורת "מי הרשת" גבוהה יותר, כמות המים החמים הנצרכים מהדוד קטנה יותר וכתוצאה מכך קטנה גם צריכת החשמל של הדוד.

■ הרגלי השימוש בדוד

א. משך הזמן שבו הצרכן נוהג להשאיר את המפסק של הדוד במצב "מחובר" הוא אחד הגורמים העיקריים המשפיעים על כמות המים החמים שתעמוד לרשות הצרכן בגמר החימום. חימום ממושך מדי, אשר אינו מותאם לכמות המים החמים הנצרכת בפועל, מביא לכך שחלק מהמים החמים הנשארים בדוד ללא ניצול, מתקררים וכתוצאה מכך האנרגיה שהושקעה בחימום מים אלה מבוזבזת לריק.

ב. ההפרש בין מועד גמר חימום המים בדוד לבין מועד תחילת השימוש במים חמים: הפרש זה צריך להיות קטן, ככל האפשר, על מנת להקטין את איבודי האנרגיה דרך המעטפת החיצונית של הדוד. צרכן נוהג להפעיל את הדוד סמוך, ככל האפשר, למועד השימוש במים חמים, מקטין בכך את צריכת החשמל לחימום המים.

■ איכות הבידוד התרמי של הדוד

לצורך שמירת הטמפרטורה של המים החמים הנאגרים בדוד, מצוייד הדוד בשכבה של בידוד תרמי. בידוד תרמי לקוי גורם להגדלת איבודי האנרגיה (חום) דרך המעטפת החיצונית של הדוד, וכתוצאה מכך – להגדלת צריכת החשמל של הדוד.

דוד לחימום מים

דוד לחימום מים הינו האמצעי הנפוץ ביותר לחימום מים לשימושים שונים בדירה.

יש להבחין בין שני סוגי מחממים:

1. מחממי מים חשמליים בעלי ויסות תרמוסטטי ובידוד תרמי (מכונה לעתים, בשם "בוילר").
2. מחממי מים סולאריים (דודי שמש) חד-דירתיים, בהם האוגר (דוד לאגירת מים חמים) מצוייד במתקן עזר חשמלי. מתקן העזר מופעל כאשר אנרגיית השמש איננה מספיקה לחימום המים בכמות ובטמפרטורה הנדרשים לשימוש. הדודים הנפוצים ביותר כיום בדירות מגורים הם דודים שקיבולם 120 ליטר והספקם הינו:

– 1500 ואט, כאשר הדוד מחובר בתעריף לחימום בשעות מוגבלות;

– 1500 או 2000 ואט, כאשר הדוד מחובר בתעריף ביתי.

צריכת החשמל של דוד לחימום מים בעל קיבול והפסק נתונים, תלויה בגורמים רבים. להלן פירוט הגורמים העיקריים.

■ כמות וטמפרטורת המים החמים הנצרכים בדירה

לכמות ולטמפרטורה של המים החמים הנצרכים בדירה, השפעה מכרעת על צריכת החשמל של הדוד. כמות המים הנצרכים תלויה במספר הנפשות המתגוררות בדירה ובהרגלי השימוש שלהן במים חמים.

שימוש במים בטמפרטורה גבוהה (למשל: לצורך מקלחת, מקובל להשתמש במים בטמפרטורה של 39 – 41°C, אך יש כאלה הנוהגים להשתמש במים חמים יותר) ובכמויות מוגדלות לצרכי מקלחת או "עשיית אמבט", הגברת השימוש במים חמים לשיטפת כלים, נטילת ידיים וכדומה – מגדילה את צריכת החשמל של הדוד.

■ טמפרטורת המים ברשת לאספקת המים הקרים לדירה

טמפרטורת המים ברשת לאספקת המים הקרים

■ תנאי הסביבה שבה נמצא הדוד

תנאי הסביבה שבה נמצא הדוד משפיעים גם הם על רמת איבודי האנרגיה דרך מעטפת הדוד. ירידה של טמפרטורת הסביבה (בחורף למשל) גורמת להגדלת איבודי האנרגיה ולעליה בצריכת החשמל של הדוד. איבודי האנרגיה של דוד המותקן על גג המבנה או במרפסת פתוחה, גדולים מאלה של דוד המותקן במקום מקורה. זאת בשל תחלופת אוויר מוגברת במקומות פתוחים בהשוואה למקום מקורה.

תנור חשמלי להסקת חדרים

צריכת החשמל של תנור בעל הספק נתון להסקת חדר כלשהו, תלויה בגורמים רבים כגון:

1. נפח החדר שאותו יש לחמם באמצעות התנור. נתון זה משפיע על כמות האנרגיה שיש להשקיע. בחימום החדר עד לטמפרטורה נתונה.

2. הטמפרטורה הנדרשת בחדר

היא אחד הנתונים העיקריים המשפיעים על הנוחות האקלימית בחדר (נתונים נוספים המשפיעים על הנוחות הם: טמפרטורה על פני המשטחים הפנימיים של התקרה, קירות חוץ ורצפה, הלחות ומהירות תנועת האוויר בחדר). ככל שטמפרטורת האוויר הנדרשת בחדר גבוהה יותר, צריכת החשמל הנדרשת לחימום גבוהה יותר.

3. האיכות התרמית של החדר

מושג זה מתייחס להתנגדות התרמית של קירות, תקרה ורצפה של החדר, ולרמת האיטום של הפתחים בחדר (חלונות, דלתות). כל אלה קובעים את ערך איבודי האנרגיה מהחדר שבו מופעל התנור, אל החדרים הסמוכים בדירה, מחד'גיסא, ואל החדרים הסמוכים של הדירות השכנות ואל האוויר בחוץ, מאידך-גיסא.

4. תנאי האקלים באיזור בו שוכנת הדירה

הכוונה היא בעיקר לטמפרטורת האוויר החיצוני בימות השנה שבהם מופעל התנור. נתון זה משתנה מאיזור אחד של הארץ למשנהו ויש לו השפעה רבה על ערך איבודי האנרגיה מהחדר אל האוויר החיצוני.

5. טמפרטורת האוויר בחדרים הסמוכים של הדירה ושל הדירות השכנות

נתון זה משפיע על ערך איבודי האנרגיה מהחדר אל החדרים הסמוכים.

6. מספר שעות ההסקה

משך הזמן בו מופעל התנור להשגת תנאי הנוחות הנדרשים בחדר.

7. הרגלי האיוורור של החדר, בו מופעל התנור

איוורור החדר נדרש להכנסת אוויר צח ולסילוק ריחות (מעישון, למשל). אם האיוורור מתבצע בשעות ההסקה, הוא גורם לאיבודי חום ולהגדלת צריכת החשמל.

מזגן אוויר

הגורמים העיקריים המשפיעים על צריכת החשמל של מזגן בעל מאפיינים אנרגטיים נתונים הם כדלקמן:

א. נפח החדר שאותו יש לחמם או לקרר באמצעות המזגן

ב. הטמפרטורה הנדרשת בחדר בזמן החימום/ הקירור

ג. האיכות התרמית של החדר

ד. תנאי האקלים באיזור בו שוכנת הדירה

ה. טמפרטורת האוויר בחדרים הסמוכים

ו. מספר שעות החימום והקירור

ז. הרגלי האיוורור של החדר, בו מופעל המזגן.

הערה:

הגורמים הנ"ל כבר הוזכרו לעיל בהקשר לצריכת החשמל של תנור להסקת חדרים. אופן השפעתם של גורמים אלה על צריכת החשמל של המזגן לחימום או לקירור, דומה לאופן השפעתם על צריכת החשמל של התנור, לכן הסתפקנו באיזכורם התמציתי בלבד.

ח. גורם נוסף המשפיע על צריכת החשמל של המזגן לקירור הוא רמת ההצללה של החדר. קרינה ישירה של השמש גורמת להגדלת צריכת החשמל לשם השגת תנאי נוחות הנדרשים בחדר בחודשים החמים של השנה.

תנור אפיה

צריכת החשמל החדושת של תנור אפיה תלויה בעיקר, בגורמים המפורטים להלן:

כמות וסוג המאכלים שאותם מכינים בתנור

ישנם מאכלים שהכנתם דורשת אפיה ממושכת בטמפרטורה גבוהה (למשל, מאכלי בשר). ישנם גם כאלה שהכנתם דורשת אפיה קצרה בטמפרטורה נמוכה, יחסית (למשל עוגיות).

איכות הבידוד התרמי שבדפנות התנור

טיב הסגירה/האיטום של דלתות התנור משפיע על גודל איבודי האנרגיה (חום) בזמן האפיה וכפועל יוצא מכך – על צריכת החשמל של התנור.

אופן הפעלת התנור:

א. מספר פעולות של פתיחת דלת בתא האפיה

המנועות מפתיחת הדלת שלא לצורך בזמן האפיה מאפשרת להקטין את צריכת החשמל. בתנורים רבים ניתן להשקיף אל הנעשה בתוך התנור דרך דלת הזכוכית של התנור לאחר הדלקת הנורה המותקנת בתוך התנור למטרה זו.

ב. משך הזמן ורמת החימום המקדים לפני הכנסת המאכלים לתא האפיה והגריל

צרכנים רבים נוהגים לבצע את פעולת החימום המוקדם גם כאשר אופן אפית המאכל אינו מחייב זאת כלל, כתוצאה מכך גדלה צריכת החשמל של התנור שלא לצורך.

ג. מועד ההפסקה של פעולת התנור

הפסקת התנור לפני תום זמן האפיה המוקצב להכנת המאכל מאפשר לנצל את החום שנאגר בתא, להשלמת האפיה ללא הפעלת גוף החימום.

ד. תכנון אפייית המאכלים

תכנון נכון של פעולת האפיה עשוי להקטין את צריכת החשמל הנדרשת להכנת מספר מאכלים. ריכוז המאכלים המיועדים לאפיה ואפיייתם ברצף זה לאחר זה, או אפית מספר מאכלים בתא בו-זמנית (אם התנור מאפשר זאת), מביא לניצול חסכוני יותר של התנור.

מכונת כביסה

הצריכה הממוצעת ליממה, של מקררים נפוצים בהתאם למידע שנמסר לנו על-ידי יצרני המקררים (תחום ההספק והצריכה הממוצעת ליממה בהתאם לסוג המקרר, מובא בטבלה 1 לדלעיל). לשם הפשטות החישוב, אין אנו מתייחסים להבדלי הצריכה בין עונות השנה.

■ רמה 1

- א. הצריכה ליממה** – כ-1 קוט"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר "רגיל" ("חצי אוטומטי") מתוצרת הארץ, שקיבולו 170 ליטר (תא הקפאה – 18 ליטר, תא קירור למזון טרי – 152 ליטר).
- ב. הצריכה החודשית** – כ-30 קוט"ש.
- ג. הצריכה השנתית** – כ-365 קוט"ש.

■ רמה 2

- א. הצריכה ליממה** – כ-1.9 קוט"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר עם הפשרה מחזורית ("אוטומטי") מתוצרת הארץ שקיבולו 320 ליטר (תא הקפאה – 65 ליטר; תא קירור למזון טרי – 255 ליטר).
- ב. הצריכה החודשית** – כ-57 קוט"ש.
- ג. הצריכה השנתית** – כ-700 קוט"ש.

■ רמה 3

- א. הצריכה ליממה** – כ-3.4 קוט"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר ללא הצטברות קרח (No Frost) והפשרה מחזורית, מתוצרת הארץ שקיבולו 415 ליטר (תא הקפאה – 100 ליטר; תא קירור למזון טרי – 315 ליטר).
- ב. הצריכה החודשית** – כ-102 קוט"ש.
- ג. הצריכה השנתית** – כ-1241 קוט"ש.

■ רמה 4

- א. הצריכה ליממה** – כ-5.0 קוט"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר ללא הצטברות קרח (No Frost) והפשרה מחזורית מתוצרת חוץ שקיבולו 529 ליטר (תא הקפאה – 166 ליטר; תא קירור למזון טרי – 363 ליטר).
- ב. הצריכה החודשית** – כ-150 קוט"ש.
- ג. הצריכה השנתית** – כ-1825 קוט"ש.

חימום מים באמצעות מחמם חשמלי

הערכת רמות הצריכה, המובאת להלן, מבוססת על רמות צריכה סבירות של מים חמים למטרות שונות בדירה ועל נתונים טכניים הנדרשים לעריכת חישובי צריכת החשמל לחימום מים שמופיעים בפירוט מים מקצועיים שונים.

ההערכות מתייחסות לחימום מים באמצעות מחמם חשמלי "קונבנציונלי" – מחמם מים חשמלי בעל וויסות תרמוסטטי ובידוד תרמי ("בוילר").

נציין שבשנים האחרונות מסתמנת הרחבת השימוש במחממים מיידים שהספקם החשמלי הינו 3–5 קו"ט, לחימום מים בדירות מגורים. במחממים אלה החימום מתבצע תוך כדי זרימת המים הנצרכים דרך המחמם. אמנם צריכת החשמל לחימום המים באמצעות המכשיר עשויה להיות קטנה מזו של

ההספק המירבי הצפוי (הפסק כולל, הנובע מפעולתם הברזמנית של גוף החימום המשמש לחימום המים, ושל המנוע המשמש לסיבוב תוף הכביסה) של מכונות הכביסה משתנה מדגם אחד למשנהו. כמו כן תלוי הספק זה בקיבול הנומינלי של המכונה (משקל הכביסה הנומינלי שעליו ממליץ ייצרן המכונה). תחום ההספק של המכונות הנפוצות בארץ הוא 2,100 – 3,200 וואט.

צריכת החשמל החודשית של מכונת כביסה בעלת הספק נתון תלויה בגורמים העיקריים הבאים:

- 1. כמות הכביסה** קובעת את מספר ההפעלות של מכונת הכביסה על ידי הצרכן. במשפחות גדולות, במשפחות עם תינוקות, גדל השימוש במכונת הכביסה ויחד איתו גדלה גם צריכת החשמל.
- 2. תוכניות הפעלה של המכונה:** במכונת כביסה קיים סידור המאפשר להפעילה במגוון תוכניות שונות. בחירת אחת מתוכנית אלה על ידי הצרכן, קובעת למעשה, את משך הכביסה במכונה ואת טמפרטורת המים המשמשים לכביסה.
- 3. טמפרטורת המים המשמשים לכביסה:** לדוגמה, לכביסת בגדים מלוכלכים מאד או חיתולים, נהוג להפעיל תוכנית עם כביסה בטמפרטורה של כ-90 מעלות צלזיוס וכמות מירבית של שטיפות וסחיטות. לעומת זאת מכביסה עדינה דורשים הפעלת תוכנית עם כביסה בטמפרטורה של כ-30 מעלות צלזיוס עם מספר קטן יותר של שטיפות וללא סחיטה. ברור שצריכת החשמל בתוכנית הראשונה תהיה גדולה בהרבה מאת שבתוכנית השניה.
- 3. טמפרטורת מי הרשת,** המוזרמים למכונה, משפיעה על צריכת החשמל לחימום המים עד לטמפרטורה המתאימה לכביסה לפי התוכנית שבחר הצרכן. מכאן ברור, שבחודשים הקרים של השנה תהיה צריכת החשמל של המכונה גבוהה מזאת שבחודשים החמים לתוכניות הפעלה ולכמויות מכביסה זהה.

הגדרת רמות צריכה לגבי מכשירי חשמל ביתיים נפוצים

כללי

כפי שכבר הסברנו לעיל, צריכת החשמל של המכשירים הביתיים הנפוצים תלויה בשורה ארוכה של גורמים ולכן, היא משתנה מצרכן לצרכן באופן משמעותי.

להלן הערכות של צריכת חשמל חודשית ושנתית לגבי מספר מכשירי חשמל ביתיים נפוצים, שצריכתם גדולה.

ההערכות מבוססות על נתוני המכשירים, על אופן הפעלתם ועל הגבלי השימוש המקובלים בהם. ההערכות כוללות הגדרה של ארבע רמות צריכה לכל אחד מהמכשירים (רמה 1 היא הנמוכה מבין הרמות, רמה 4 היא הגבוהה מבין הרמות) וקביעת הצריכה הממוצעת בכל אחת מהרמות.

קירור/הקפאת מזון במקרר

הערכת הצריכה המובאת להלן מתבססת על נתוני

ה"בויילר", אך לשם אספקת המים החמים לכל נקודות הצריכה (ברזים) בדירה יש צורך בהתקנת מספר מכשירים מסוג זה. כפי שכבר הוסבר בעלון התקע המצדיע מס' 34, המיתקן החשמלי המקובל בדירות מגורים בארץ אינו מאפשר הפעלה נוחה של מכשירים אלה, לכן ההערכות המובאות להלן אינן מתייחסות לסוג זה של מחממים.

■ רמה 1

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- בעונת החורף (דצמבר-מרץ) - כ"3.2 קוטי"ש
- בעונת המעבר (אפריל ומחצית מאי, מחצית אוקטובר ונובמבר) - כ"2.3 קוטי"ש.
- בעונת הקיץ: (אמצע מאי - אמצע אוקטובר) - כ"1.6 קוטי"ש

ב. הצריכה החדשית

- בעונת החורף - כ"96 קוטי"ש
- בעונת המעבר - כ"70 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"49 קוטי"ש
- ג. הצריכה השנתית - כ"850 קוטי"ש.

■ רמה 2

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- בעונת החורף - כ"6.4 קוטי"ש
- בעונת המעבר - כ"4.6 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"3.3 קוטי"ש.
- ב. הצריכה החדשית:
- בעונת החורף - כ"192 קוטי"ש
- בעונת המעבר - כ"140 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"98 קוטי"ש
- ג. הצריכה השנתית - כ"1700 קוטי"ש.

■ רמה 3

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- בעונת החורף - כ"10.7 קוטי"ש
- בעונת המעבר - כ"8.1 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"5.8 קוטי"ש
- ב. הצריכה החדשית:
- בעונת החורף - כ"321 קוטי"ש
- בעונות המעבר - כ"243 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"174 קוטי"ש
- ג. הצריכה השנתית - כ"2950 קוטי"ש

■ רמה 4

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- בעונת החורף - כ"13.3 קוטי"ש
- בעונת המעבר - כ"10.2 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"7.2 קוטי"ש
- ב. הצריכה החדשית:
- בעונת החורף - כ"399 קוטי"ש
- בעונת המעבר - כ"306 קוטי"ש
- בעונת הקיץ - כ"216 קוטי"ש
- ג. הצריכה השנתית - כ"3700 קוטי"ש

חימום מים באמצעות דוד שמש

הערכת צריכת החשמל של מיתקן העזר החשמלי (הגיבוי החשמלי) של דוד שמש שונה מזאת שתוארה

לעיל לגבי דוד חשמלי רגיל (הערכה על בסיס הצריכה היומית הסבירה של מים חמים, כאשר גוף החימום החשמלי מהווה מקור חימום בעלדי). זאת בשל העובדה שבדוד שמש בעונות המעבר ואף בחלק מימי החורף קיים חימום חלקי של המים באמצעות אנרגיית השמש, והפעלת גוף החימום נעשית, לעיתים, להשלמת החימום בלבד.

לאור האמור לעיל, בחרנו לבסס את הערכת החשמל לחימום מים באמצעות דוד שמש בעונות המעבר ובעונות החורף, על הערכות סבירות של שעות הפעולה של גוף החימום בממוצע חודשי. הערכת הצריכה השנתית נעשתה בהנחה, שחימום המים בעונת הקיץ הוא באמצעות אנרגיית השמש בלבד.

■ רמה 1

א. הצריכה החדשית הממוצעת:

- בעונת החורף - כ"56 קוטי"ש
- בעונות המעבר - כ"32 קוטי"ש
- הבסיס להערכה - פעולת גוף חימום בהספק 2000 ואט בדוד שקיבולו 120 ליטר במשך:
- 28 שעות לחודש בעונת החורף;
- 16 שעות לחודש בעונות המעבר.
- ב. הצריכה השנתית - כ"320 קוטי"ש

■ רמה 2

א. הצריכה החדשית הממוצעת:

- בעונת החורף - כ"72 קוטי"ש
- בעונות המעבר - כ"48 קוטי"ש
- הבסיס להערכה - פעולת גוף חימום בהספק 2000 ואט בדוד שקיבולו 120 ליטר במשך:
- 36 שעות לחודש בעונת החורף;
- 24 שעות לחודש בעונות המעבר.
- ב. הצריכה השנתית - כ"430 קוטי"ש

■ רמה 3

א. הצריכה החדשית הממוצעת:

- בעונת החורף - כ"96 קוטי"ש
- בעונות המעבר - כ"60 קוטי"ש
- הבסיס להערכה - פעולת גוף חימום בהספק 2000 ואט בדוד שקיבולו 120 ליטר במשך:
- 48 שעות לחודש בעונת החורף;
- 30 שעות לחודש בעונות המעבר;
- ב. הצריכה השנתית - כ"565 קוטי"ש

■ רמה 4

א. הצריכה החדשית הממוצעת:

- בעונת החורף - כ"120 קוטי"ש.
- בעונות המעבר - כ"75 קוטי"ש
- הבסיס להערכה - משפחה גדולה עם הרגלי צריכה סבירים. דוד שמש בקיבול 180 ליטר עם גוף חימום בהספק 2500 ואט.
- פעולת גוף החימום במשך:
- 48 שעות לחודש בעונת החורף;
- 30 שעות לחודש בעונות המעבר.
- ב. הצריכה השנתית - כ"705 קוטי"ש

מכונת כביסה

הצריכה הממוצעת ליממה, של מקררים נפוצים בהתאם למידע שנמסר לנו על-ידי יצרני המקררים (תחום ההספק והצריכה הממוצעת ליממה בהתאם לסוג המקרר, מובא בטבלה 1 דלעיל). לשם הפשטת החישוב, אין אנו מתייחסים להבדלי הצריכה בין עונות השנה.

■ רמה 1

- א. הצריכה ליממה** – כ-1 קוטי"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר "רגיל" ("חצי אוטומטי") מתוצרת הארץ, שקיבולו 170 ליטר (תא הקפאה – 18 ליטר, תא קירור למזון טרי – 152 ליטר).
ב. הצריכה החודשית – כ-30 קוטי"ש.
ג. הצריכה השנתית – כ-365 קוטי"ש.

■ רמה 2

- א. הצריכה ליממה** – כ-1.9 קוטי"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר עם הפשרה מחזורית ("אוטומטי") מתוצרת הארץ שקיבולו 320 ליטר (תא הקפאה – 65 ליטר; תא קירור למזון טרי – 255 ליטר).
ב. הצריכה החודשית – כ-57 קוטי"ש.
ג. הצריכה השנתית – כ-700 קוטי"ש.

■ רמה 3

- א. הצריכה ליממה** – 3.4 קוטי"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר ללא הצטברות קרח (No Frost) והפשרה מחזורית, מתוצרת הארץ שקיבולו 415 ליטר (תא הקפאה – 100 ליטר; תא קירור למזון טרי – 315 ליטר).
ב. הצריכה החודשית – כ-102 קוטי"ש.
ג. הצריכה השנתית – כ-1241 קוטי"ש.

■ רמה 4

- א. הצריכה ליממה** – 5.0 קוטי"ש
הבסיס להערכה – נתוני הצריכה של מקרר ללא הצטברות קרח (No Frost) והפשרה מחזורית מתוצרת חוץ שקיבולו 529 ליטר (תא הקפאה – 166 ליטר; תא קירור למזון טרי – 363 ליטר).
ב. הצריכה החודשית – כ-150 קוטי"ש.
ג. הצריכה השנתית – כ-1825 קוטי"ש.

חימום מים באמצעות מחמם חשמלי

הערכת רמות הצריכה, המובאת להלן, מבוססת על רמות צריכה סבירות של מים חמים למטרות שונות בדירה ועל נתונים טכניים הנדרשים לעריכת חישובי צריכת החשמל לחימום מים שמופעים בפירסומים מקצועיים שונים.

ההערכות מתייחסות לחימום מים באמצעות מחמם חשמלי "קונבנציונלי" – מחמם מים חשמלי בעל וויסות תרמוסטטי ובידוד תרמי ("בוילר").

נציין שבשנים האחרונות מסתמנת הרחבת השימוש במחממים מיידים שהספקם החשמלי הינו 3-5 קו"ט, לחימום מים בדירות מגורים. במחממים אלה החימום מתבצע תוך כדי זרימת המים הנצרכים דרך המחמם. אמנם צריכת החשמל לחימום המים באמצעות המכשיר עשויה להיות קטנה מזו של

ההספק המירבי הצפוי (הפסק כולל, הנובע מפעולתם הברזמנית של גוף החימום המשמש לחימום המים, ושל המנוע המשמש לסיבוב תוף הכביסה) של מכונות הכביסה משתנה מדגם אחד למשנהו. כמו כן תלוי הספק זה בקיבול הנומילי של המכונה (משקל הכביסה הנומילי שעליו ממליץ יצרן המכונה). תחום ההספק של המכונות הנפוצות בארץ הוא 2,100 – 3,200 ואט.

צריכת החשמל החודשית של מכונת כביסה בעלת הספק נתון תלויה בגורמים העיקריים הבאים:

- 1. כמות הכביסה** קובעת את מספר ההפעלות של מכונת הכביסה על ידי הצרכן. במשפחות גדולות, במשפחות עם תינוקות, גדל השימוש במכונת הכביסה ויחד איתו גדלה גם צריכת החשמל.
- 2. תוכנית היחידה של המכונה:** במכונת כביסה קיים סידור המאפשר להפעילה במגוון תוכניות שונות. בחירת אחת מתוכנית אלה על ידי הצרכן, קובעת למעשה, את משך הכביסה במכונה ואת טמפרטורת המים המשמשים לכביסה. לדוגמה, לכביסת בגדים מלוכלכים מאד או חיתולים, נהוג להפעיל תוכנית עם כביסה בטמפרטורה של כ-90 מעלות צלזיוס וכמות מירבית של שטיפות וסחיטות. לעומת זאת מכביסה עדינה דורשים הפעלת תוכנית עם כביסה בטמפרטורה של כ-30 מעלות צלזיוס עם מספר קטן יותר של שטיפות וללא סחיטה. ברור שצריכת החשמל בתוכנית הראשונה תהיה גדולה בהרבה מזאת שבתוכנית השניה.
- 3. טמפרטורת מי הרשת,** המוזרמים למכונה, משפיעה על צריכת החשמל לחימום המים עד לטמפרטורה המתאימה לכביסה לפי התוכנית שבחר הצרכן. מכאן ברור, שבחודשים הקרים של השנה תהיה צריכת החשמל של המכונה גבוהה מזאת שבחודשים החמים לתוכניות הפעלה ולכמויות מכביסה זהה.

הגדרת רמות צריכה לגבי מכשירי חשמל ביתיים נפוצים

כללי

כפי שכבר הסברנו לעיל, צריכת החשמל של המכשירים הביתיים הנפוצים תלויה בשורה ארוכה של גורמים ולכן, היא משתנה מצרכן לצרכן באופן משמעותי.

להלן הערכות של צריכת חשמל חודשית ושנתית לגבי מספר מכשירי חשמל ביתיים נפוצים, שצריכתם גדולה.

ההערכות מבוססות על נתוני המכשירים, על אופן הפעלתם ועל הרגלי השימוש המקובלים בהם.

ההערכות כוללות הגדרה של ארבע רמות צריכה לכל אחד מהמכשירים (רמה 1 היא הנמוכה מבין הרמות, רמה 4 היא הגבוהה מבין הרמות) וקביעת הצריכה הממוצעת בכל אחת מהרמות.

קירור/הקפאת מזון במקרר

הערכת הצריכה המובאת להלן מתבססת על נתוני

ה"בוילר", אך לשם אספקת המים החמים לכל נקודות הצריכה (ברזים) בדירה יש צורך בהתקנת מספר מכשירים מסוג זה. כפי שכבר הוסבר בעלון התקע המצדיע" מס' 34, המיתקן החשמלי המקובל בדירות מגורים בארץ אינו מאפשר הפעלה נוחה של מכשירים אלה, לכן ההערכות המובאות להלן אינן מתייחסות לסוג זה של מחממים.

■ רמה 1

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- * בעונת החורף (דצמבר-מרץ) — כ-3.2 קוט"ש
- * בעונת המעבר (אפריל ומחצית מאי, מחצית אוקטובר ונובמבר) — כ-2.3 קוט"ש.
- * בעונת הקיץ: (אמצע מאי — אמצע אוקטובר) — כ-1.6 קוט"ש

ב. הצריכה החדשית

- * בעונת החורף — כ-96 קוט"ש
- * בעונת המעבר — כ-70 קוט"ש
- * בעונת הקיץ — כ-49 קוט"ש
- ג. הצריכה השנתית — כ-850 קוט"ש.

■ רמה 2

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- * בעונת החורף — כ-6.4 קוט"ש
 - * בעונת המעבר — כ-4.6 קוט"ש
 - * בעונת הקיץ — כ-3.3 קוט"ש.
- ### ב. הצריכה החדשית:
- * בעונת החורף — כ-192 קוט"ש
 - * בעונת המעבר — כ-140 קוט"ש
 - * בעונת הקיץ — כ-98 קוט"ש
 - ג. הצריכה השנתית — כ-1700 קוט"ש.

■ רמה 3

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- * בעונת החורף — כ-10.7 קוט"ש
 - * בעונת המעבר — כ-8.1 קוט"ש
 - * בעונת הקיץ — כ-5.8 קוט"ש
- ### ב. הצריכה החדשית:
- * בעונת החורף — כ-321 קוט"ש
 - * בעונות המעבר — כ-243 קוט"ש
 - * בעונת הקיץ — כ-174 קוט"ש
 - ג. הצריכה השנתית — כ-2950 קוט"ש

■ רמה 4

א. הצריכה הממוצעת ליממה:

- * בעונת החורף — כ-13.3 קוט"ש
 - * בעונת המעבר — כ-10.2 קוט"ש
 - * בעונת הקיץ — כ-7.2 קוט"ש
- ### ב. הצריכה החדשית:
- * בעונת החורף — כ-399 קוט"ש
 - * בעונת המעבר — כ-306 קוט"ש
 - * בעונת הקיץ — כ-216 קוט"ש
 - ג. הצריכה השנתית — כ-3700 קוט"ש

חימום מים באמצעות דוד שמש

הערכת צריכת החשמל של מיתקן העזר החשמלי (הגיבוי החשמלי) של דוד שמש שונה מזאת שתוארה

לעיל לגבי דוד חשמלי רגיל (הערכה על בסיס הצריכה היומית הסבירה של מים חמים, כאשר גוף החימום החשמלי מהווה מקור חימום בלעדיו). זאת בשל העובדה שבדוד שמש בעונות המעבר ואף בחלק מימי החורף קיים חימום חלקי של המים באמצעות אנרגיית השמש, והפעלת גוף החימום נעשית, לעיתים, להשלמת החימום בלבד.

לאור האמור לעיל, בחרנו לבסס את הערכת החשמל לחימום מים באמצעות דוד שמש בעונות המעבר ובעונת החורף, על הערכות סבירות של שעות המעולה של גוף החימום בממוצע חודשי. הערכת הצריכה השנתית נעשתה בהנחה, שחימום המים בעונת הקיץ הוא באמצעות אנרגיית השמש בלבד.

■ רמה 1

א. הצריכה החודשית הממוצעת:

- * בעונת החורף — כ-56 קוט"ש
- * בעונות המעבר — כ-32 קוט"ש
- הבסיס להערכה — פעולת גוף חימום בהספק 2000 ואט בדוד שקיבולו 120 ליטר במשך:
- 28 שעות לחודש בעונת החורף;
- 16 שעות לחודש בעונות המעבר.
- ב. הצריכה השנתית — כ-320 קוט"ש

■ רמה 2

א. הצריכה החודשית הממוצעת:

- * בעונת החורף — כ-72 קוט"ש
- * בעונות המעבר — כ-48 קוט"ש
- הבסיס להערכה — פעולת גוף חימום בהספק 2000 ואט בדוד שקיבולו 120 ליטר במשך:
- 36 שעות לחודש בעונת החורף;
- 24 שעות לחודש בעונות המעבר.
- ב. הצריכה השנתית — כ-430 קוט"ש

■ רמה 3

א. הצריכה החודשית הממוצעת:

- * בעונת החורף — כ-96 קוט"ש
- * בעונות המעבר — כ-60 קוט"ש
- הבסיס להערכה — פעולת גוף חימום בהספק 2000 ואט בדוד שקיבולו 120 ליטר במשך:
- 48 שעות לחודש בעונת החורף;
- 30 שעות לחודש בעונות המעבר;
- ב. הצריכה השנתית — כ-565 קוט"ש

■ רמה 4

א. הצריכה החודשית הממוצעת:

- * בעונת החורף — כ-120 קוט"ש
- * בעונות המעבר — כ-75 קוט"ש
- הבסיס להערכה — משפחה גדולה עם הרגלי צריכה סבירים. דוד שמש בקיבול 180 ליטר עם גוף חימום בהספק 2500 ואט.
- פעולת גוף החימום במשך:
- 48 שעות לחודש בעונת החורף;
- 30 שעות לחודש בעונות המעבר.
- ב. הצריכה השנתית — כ-705 קוט"ש

הסקה באמצעות תנורים

הערכת הצריכה השנתית להסקה ברמות שונות מתבססת על תוצאות חישוב של צריכת החשמל להסקה בדירת מגורים בת שלושה חדרים (78 מ"ר). הממוקמת בקומה עליונה בבית משותף. האיפיונים של הדירה, הנתונים המשמשים לחישוב ושיטת החישוב, נלקחו מתוך "מדריך להסקה דירתית", בהוצאת משרד האנרגיה והתשתית – המנהל לשימור אנרגיה, יוני 1979.

■ רמה 1

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-25 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-750 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-1500 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הדירה המתוארת לעיל, נמצאת באילת (אזור אקלים – ד').
רמת הסקה – בינונית.
מספר ימי ההסקה לשנה – 60.
תקופת ההסקה – מ-15 בדצמבר עד 15 בפברואר.
ההסקה – באמצעות מסיעי חום (קונבטורים) בהספק כולל של 4 קו"ט.

■ רמה 2

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-35 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-1050 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-4200 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הדירה המתוארת לעיל, נמצאת במרכז מישור החוף (אזור אקלים – א').
רמת ההסקה – בינונית.
מספר ימי ההסקה לשנה – 120.
תקופת ההסקה – מ-1 בנובמבר עד 31 במרץ.
ההסקה באמצעות – מסיעי חום בהספק כולל של 6 קו"ט.

■ רמה 3

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-44 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-1325 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-5300 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הדירה המתוארת לעיל, נמצאת בעיר באר-שבע (אזור אקלים – ב').
רמת הסקה – בינונית.
מספר ימי הסקה לשנה – 120.
תקופת ההסקה – מ-1 בנובמבר עד 31 במרץ.
ההסקה באמצעות – מסיעי חום בהספק כולל של 7 קו"ט.

■ רמה 4

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-79 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-2360 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-11800 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הדירה המתוארת לעיל, נמצאת בירושלים (אזור אקלים ג').
רמת ההסקה – בינונית.
מספר ימי ההסקה – 150.
תקופת ההסקה – מ-15 בנובמבר עד 30 באפריל.
ההסקה באמצעות – מסיעי חום בהספק כולל של 8.5 קו"ט.

הסקה באמצעות מזגנים (משאבות חום)

הנתונים הבסיסיים להערכת רמות הצריכה השונות להסקה באמצעות משאבות חום זהים לאלה שפורטו לעיל להסקה באמצעות תנורים.

■ רמה 1

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-12.5 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-375 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-750 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הסקה באמצעות מזגן בהספק כ-2.1 קו"ט,
אזור אקלים – ד',
מספר ימי הסקה לשנה – 60.

■ רמה 2

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-18.3 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-550 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-2190 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הסקה באמצעות מזגן (אחד או יותר) בהספק 2.9 קו"ט, אזור אקלים א',
מספר ימי הסקה לשנה – 120.

■ רמה 3

- א. הצריכה הממוצעת ליממה – כ-23 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-690 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-2730 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הסקה באמצעות מזגנים בהספק כולל של כ-3.5 קו"ט, אזור אקלים ב',
מספר ימי הסקה לשנה – 120.

■ רמה 4

- א. הצריכה היומית הממוצעת – כ-39.2 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-1180 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית – כ-5880 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – הסקה באמצעות מזגנים בהספק כולל של כ-4.5 קו"ט, אזור אקלים ג',
מספר ימי הסקה לשנה – 150.

מיזוג אוויר (קירור)

הערכת רמות הצריכה למיזוג אוויר מלווה בדוגמאות, המתבססות על נתוני ההספק של מזגנים בעלי תפוקת קירור הנדרשת להשגת תנאי נוחות סבירים בדירה בת שלושה חדרים (בעלת איפיונים המתוארים לעיל). ועל מספר שעות הפעלה סביר של המזגנים במשך התקופה, שבה מקובל להפעיל מזגנים באזור אקלימי נתון.

■ רמה 1

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-109 קוט"ש.
 - ב. הצריכה השנתית – כ-335 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** – אזור אקלים ג'.
תקופת הפעלה – יוני-ספטמבר.
– בדירה מותקן מזגן אוויר בהספק 1200 וואט.
תפוקת הקירור של המזגן של 7780 BTU/h
– סה"כ שעות הפעולה של המזגן כ-280 שעות.

■ רמה 2

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־133 קוט"ש.
 ב. הצריכה השנתית – כ־800 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – אזור אקלים – א'
 תקופת ההפעלה – יוני-אוקטובר.
 – בדירה מותקן מזגן אוויר בהספק 1600 ואט.
 תפוקת הקירור של המזגן של 11300 BTU/h
 – סה"כ שעות הפעולה של המזגן כ־500 שעות.

■ רמה 3

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־217 קוט"ש.
 ב. הצריכה השנתית – כ־1300 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – אזור אקלים ב'
 תקופת ההפעלה – מאי-אוקטובר.
 בדירה מותקנים שני מזגנים – 850 ואט + 1450 ואט.
 תפוקת הקירור הכוללת של המזגנים –
 15000 BTU/h.
 סה"כ שעות ההפעלה של המזגנים – כ־500 שעות.

■ רמה 4

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־438 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ־3500 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – אזור אקלים ד'
 תקופת ההפעלה – אפריל-נובמבר.
 – בדירה מותקנים 3 מזגני אוויר בהספק: 850 ואט +
 1200 ואט + 1450 ואט. תפוקת הקירור הכוללת של
 המזגנים 22800 BTU/h
 – סה"כ שעות ההפעלה של המזגנים – כ־1000
 שעות.

■ אפיה/צליה

- הערכת הצריכה ברמות השונות מתבססת על נתוני
 הצריכה לפעולה אחת של אפית/צליה מאכלים
 שונים, בהתאם לפרסומים מחו"ל:
 1. אפיית עוגה – כ־1.7 קוט"ש
 2. הכנת מאפה – כ־1.9 קוט"ש
 3. צליית בשר – כ־2.2 קוט"ש
 4. אפית עוגיות – כ־1.5 קוט"ש

■ רמה 1

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־7 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ־85 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון
 בממוצע לחודש.

■ רמה 2

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־14 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ־170 קוט"ש
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון ו-4
 פעולות מהסוג השני, בממוצע לחודש.
 הערה:

לרמה 2 ניתן לשייך גם את צריכת החשמל של תנור המופעל
 במתכונת שבת (בתנורים המכוונים בהתאם). במקרה זה
 מופעל גוף חימום בהספק של כ־150 ואט במשך כ־24 שעות,
 אחת לשבוע.

■ רמה 3

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־23 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ־280 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון, 6
 פעולות מהסוג השני ו-2 פעולות מהסוג השלישי

במשך חודש בממוצע.

■ רמה 4

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ־29 קוט"ש.
 ב. הצריכה השנתית – כ־350 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון, 4
 פעולות מהסוג השני, 4 פעולות מהסוג השלישי ו-4
 פעולות מהסוג הרביעי במשך חודש בממוצע.

בטבלה 2 להלן, מרוכזים ערכי הצריכה הממוצעת
 השנתית, ברמות צריכה שונות, לפי סוגי השימוש
 המקובלים בדירות מגורים. בטבלה מופיעים הן סוגי
 השימוש אשר פורטו במאמר והן סוגי שימוש נוספים
 שעליהם לא ניתן היה לעמוד בהרחבה במסגרת
 המאמר.

טבלה 2

ערכים ממוצעים של צריכת חשמל שנתית ברמות הצריכה
 בהתאם לסוגי שימוש מקובלים בדירות מגורים

הצריכה השנתית הממוצעת (קוט"ש)	סוג השימוש			
	רמה 1	רמה 2	רמה 3	רמה 4
	91	183	365	548
תאורה				
קירור/הקפאת				
מזון במקרר	365	700	1241	1825
צפיה בטלוויזיה	73	110	219	365
חימום מים ("בוילר")	850	1700	2950	3700
חימום מים (דוד שמש)	320	430	565	705
אפיה/צליה	85	170	280	350
כביסה	96	200	300	400
הסקה – תנורים	1500	4200	5300	11800
הסקה – מזגנים	750	2190	2730	5880
מיזוג אוויר (קירור)	335	800	1300	3500
הקפאת מזון במקפיא	475	620	800	1095
הדחת כלים	170	325	420	610
ייבוש כביסה	65	130	290	385
בישול בחשמל	375	920	1380	1840
הפעלת מכשירים שונים	190	360	600	960

סיכום

על-פי המידע שהובא במאמר ניתן להיווכח
 שצריכת החשמל השנתית הסבירה הכוללת של
 צרכן, ביתי, משתנה בתחום רחב. היא תלויה
 במשתנים רבים כגון: גודל המשפחה, הרכב
 המשפחה, מצאי המכשירים שבשימוש המשפחה
 סוג המכשירים והרגלי השימוש בהם, סוג הדירה
 וגודלה, האיכות התרמית של המבנה, מיקום
 הדירה והאיזור הגיאוגרפי, בו היא נמצאת.

לכל צרכן ביתי המשתמש בתבונה במכשירים
 תקינים ותיקניים, ניתן לבנות צירוף של צריכת
 חשמל לפי סוגי השימוש האופייניים לו, על סמך
 הנתונים המפורטים בטבלה 2. צירוף זה יאפשר
 לו להעריך את צריכת החשמל השנתית הסבירה.

הסקה באמצעות תנורים

הערכת הצריכה השנתית להסקה ברמות שונות מתבססת על תוצאות חישוב של צריכת החשמל להסקה בדירת מגורים בת שלושה חדרים (78 מ"ר). הממוקמת בקומה עליונה בבית משותף. האיפיונים של הדירה, הנתונים המשמשים לחישוב ושיטת החישוב, נלקחו מתוך "מדריך להסקה דירתית", בהוצאת משרד האנרגיה והתשתית - המנהל לשימור אנרגיה, יוני 1979.

1 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-25 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-750 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-1500 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הדירה המתוארת לעיל, נמצאת באילת (אזור אקלים - ד').
- רמת ההסקה - בינונית.
- מספר ימי ההסקה לשנה - 60.
- תקופת ההסקה - מ-15 בדצמבר עד 15 בפברואר.
- ההסקה - באמצעות מסיעי חום (קונבקטורים) בהספק כולל של 4 קו"ט.

2 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-35 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-1050 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-4200 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הדירה המתוארת לעיל, נמצאת במרכז מישור החוף (אזור אקלים - א').
- רמת ההסקה - בינונית.
- מספר ימי ההסקה לשנה - 120.
- תקופת ההסקה - מ-1 בנובמבר עד 31 במרץ.
- ההסקה באמצעות - מסיעי חום בהספק כולל של 6 קו"ט.

3 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-44 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-1325 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-5300 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הדירה המתוארת לעיל, נמצאת בעיר באר-שבע (אזור אקלים - ב').
- רמת ההסקה - בינונית.
- מספר ימי ההסקה לשנה - 120.
- תקופת ההסקה - מ-1 בנובמבר עד 31 במרץ.
- ההסקה באמצעות - מסיעי חום בהספק כולל של 7 קו"ט.

4 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-79 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-2360 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-11800 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הדירה המתוארת לעיל, נמצאת בירושלים (אזור אקלים ג').
- רמת ההסקה - בינונית.
- מספר ימי ההסקה - 150.
- תקופת ההסקה - מ-15 בנובמבר עד 30 באפריל.
- ההסקה באמצעות - מסיעי חום בהספק כולל של 8.5 קו"ט.

הסקה באמצעות מזגנים (משאבות חום)

הנתונים הבסיסיים להערכת רמות הצריכה השונות להסקה באמצעות משאבות חום זהים לאלה שפורטו לעיל להסקה באמצעות תנורים.

1 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-12.5 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-375 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-750 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הסקה באמצעות מזגן בהספק כ-2.1 קו"ט,
- אזור אקלים - ד',
- מספר ימי ההסקה לשנה - 60.

2 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-18.3 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-550 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-2190 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הסקה באמצעות מזגן (אחד או יותר) בהספק 2.9 קו"ט, אזור אקלים א',
- מספר ימי ההסקה לשנה - 120.

3 רמה ■

- א. הצריכה הממוצעת ליממה - כ-23 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-690 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-2730 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הסקה באמצעות מזגנים בהספק כולל של כ-3.5 קו"ט, אזור אקלים ב',
- מספר ימי ההסקה לשנה - 120.

4 רמה ■

- א. הצריכה היומית הממוצעת - כ-39.2 קוט"ש.
 - ב. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-1180 קוט"ש.
 - ג. הצריכה השנתית - כ-5880 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - הסקה באמצעות מזגנים בהספק כולל של כ-4.5 קו"ט, אזור אקלים ג',
- מספר ימי ההסקה לשנה - 150.

מיזוג אויר (קירור)

הערכת רמות הצריכה למיזוג אויר מלווה בדוגמאות, המתבססות על נתוני ההספק של מזגנים בעלי תפוקת קירור הנדרשת להשגת תנאי נוחות סבירים בדירה בת שלושה חדשים (בעלת איפיונים המתוארים לעיל). ועל מספר שעות הפעלה סביר של המזגנים במשך התקופה, שבה מקובל להפעיל מזגנים באזור אקלימי נתון.

1 רמה ■

- א. הצריכה החודשית הממוצעת - כ-109 קוט"ש.
 - ב. הצריכה השנתית - כ-335 קוט"ש.
- הבסיס להערכה** - אזור אקלים ג'.
- תקופת הפעלה - יוני - ספטמבר.
- בדירה מותקן מזגן אויר בהספק 1200 ואט.
- תפוקת הקירור של המזגן של 7780 BTU/h
- סה"כ שעות הפעולה של המזגן כ-280 שעות.

■ רמה 2

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-133 קוט"ש.
 ב. הצריכה השנתית – כ-800 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – אזור אקלים – א'.
 תקופת ההפעלה – יוני-אוקטובר.
 – בדירה מותקן מזגן אויר בהספק 1600 ואט.
 תפוקת הקירור של המזגן של המזגן 11300 BTU/h
 – סה"כ שעות הפעולה של המזגן כ-500 שעות.

■ רמה 3

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-217 קוט"ש.
 ב. הצריכה השנתית – כ-1300 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – אזור אקלים ב'.
 תקופת ההפעלה – מאי-אוקטובר.
 בדירה מותקנים שני מזגנים – 850 ואט + 1450 ואט.
 תפוקת הקירור הכוללת של המזגנים –
 15000 BTU/h.
 סה"כ שעות ההפעלה של המזגנים – כ-500 שעות.

■ רמה 4

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-438 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ-3500 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – אזור אקלים ד'.
 תקופת ההפעלה – אפריל-נובמבר.
 – בדירה מותקנים 3 מזגני אויר בהספק: 850 ואט +
 1200 ואט + 1450 ואט. תפוקת הקירור הכוללת של
 המזגנים 22800 BTU/h.
 – סה"כ שעות ההפעלה של המזגנים – כ-1000
 שעות.

אפיה/צליה

- הערכת הצריכה ברמות השונות מתבססת על נתוני
 הצריכה לפעולה אחת של אפית/צליה מאכלים
 שונים, בהתאם לפרסומים מחו"ל:
 1. אפיית עוגה – כ-1.7 קוט"ש
 2. הכנת מאפה – כ-1.9 קוט"ש
 3. צליית בשר – כ-2.2 קוט"ש
 4. אפית עוגיות – כ-1.5 קוט"ש

■ רמה 1

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-7 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ-85 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון
 בממוצע לחודש.

■ רמה 2

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-14 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ-170 קוט"ש
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון ו-4
 פעולות מהסוג השני, בממוצע לחודש.

הערה:

לרמה 2 ניתן לשייך גם את צריכת החשמל של תנור המופעל
 במתכונת שבת (בתנורים המכוונים בהתאם). במקרה זה
 מופעל גוף חימום בהספק של כ-150 ואט במשך כ-24 שעות.
 אחת לשבוע.

■ רמה 3

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-23 קוט"ש
 ב. הצריכה השנתית – כ-280 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון, 6
 פעולות מהסוג השני ו-2 פעולות מהסוג השלישי

במשך חודש בממוצע.

■ רמה 4

- א. הצריכה החודשית הממוצעת – כ-29 קוט"ש.
 ב. הצריכה השנתית – כ-350 קוט"ש.
 הבסיס להערכה – 4 פעולות מהסוג הראשון, 4
 פעולות מהסוג השני, 4 פעולות מהסוג השלישי ו-4
 פעולות מהסוג הרביעי במשך חודש בממוצע.

בטבלה 2 להלן, מרוכזים ערכי הצריכה הממוצעת
 השנתית, ברמות צריכה שונות, לפי סוגי השימוש
 המקובלים בדירות מגורים. בטבלה מופיעים הן סוגי
 השימוש אשר פורטו במאמר והן סוגי שימוש נוספים
 שעליהם לא ניתן היה לעמוד בהרחבה במסגרת
 המאמר.

טבלה 2

ערכים ממוצעים של צריכת חשמל שנתית ברמות הצריכה
 בהתאם לסוגי שימוש מקובלים בדירות מגורים

הצריכה השנתית הממוצעת (קוט"ש)	סוג השימוש			
	רמה 1	רמה 2	רמה 3	רמה 4
	91	183	365	548
תאורה				
קירור/הקפאת				
מזון במקרר	365	700	1241	1825
צפיה בטלוויזיה	73	110	219	365
חימום מים ("ביולרי")	850	1700	2950	3700
חימום מים (דוד שמש)	320	430	565	705
אפיה/צליה	85	170	280	350
כביסה	96	200	300	400
הסקה – תנורים	1500	4200	5300	11800
הסקה – מזגנים	750	2190	2730	5880
מיזוג אויר (קירור)	335	800	1300	3500
הקפאת מזון במקפיא	475	620	800	1095
הדחת כלים	170	325	420	610
ייבוש כביסה	65	130	290	385
בישול בחשמל	375	920	1380	1840
הפעלת מכשירים שונים	190	360	600	960

סיכום

על-פי המידע שהובא במאמר ניתן להיווכח
 שצריכת החשמל השנתית הסבירה הכוללת של
 צרכן, ביתי, משתנה בתחום רחב. היא תלויה
 במשתנים רבים כגון: גודל המשפחה, הרכב
 המשפחה, מצאי המכשירים שבשימוש המשפחה
 סוג המכשירים והרגלי השימוש בהם, סוג הדירה
 וגודלה, האיכות התרמית של המבנה, מיקום
 הדירה והאיזור הגיאוגרפי, בו היא נמצאת.
 לכל צרכן ביתי המשתמש בתבונה במכשירים
 תקינים ותיקניים, ניתן לבנות צירוף של צריכת
 חשמל לפי סוגי השימוש האופייניים לו, על סמך
 הנתונים המפורטים בטבלה 2. צירוף זה יאפשר
 לו להעריך את צריכת החשמל השנתית הסבירה

שנאי חלוקה ברשתות חברת החשמל ובמתקני צרכנים

ד"ר חיים קמיל / אינג' שמעון אפשטיין

במונח "שנאי חלוקה" אנו מתכוונים בדרך כלל לשנאים בהספק בין 50 ל-1250 קו"א, אשר ממוקמים לאורך קווי החלוקה במתח גבוה (6.3; 12.6; 22; 33 ק"ו) ומשמשים לחיבור צרכנים במתח נמוך (0.4 ק"ו). שנאי החלוקה משמשים לחלוקת הספק ולכן שייכים לקבוצה רחבה יותר של שנאים הידועים בספרות המקצועית כשנאי הספק.

סוגים של שנאי חלוקה

- קיימים מספר סוגים עיקריים של שנאי חלוקה:
- שנאי טבול בשמן עם קונסרבטור;
 - שנאי אטום (טבול בשמן בלי קונסרבטור);
 - שנאי יבש;

שנאי טבול בשמן עם קונסרבטור

בסוג זה — השנאי עצמו, כלומר הגרעין והליפופים המורכבים עליו, מוכנסים לתוך מיכל מלא שמן. כאשר השמן מתחמם הוא מתחיל לזרום בתוך המיכל ומקרר את השנאי על-ידי זרימה טבעית זו. קשוי הקירור של השנאי גדלים ככל שעולה הספקו ועל כן מתקנים לכל שנאי מיכל בהתאם להספקו. המיכל בשנאי מהסוג הישן יותר, מצויד ברדיאטור של צינורות בקוטר 50 מ"מ בערך. הצינורות מרותכים בדפנות המיכל.

בתמונה 1 ניתן לראות דוגמא של שנאי עם תא התפשטות (קונסרבטור) המקובל בייצור כיום — מיכל עם צלעות קירור.

נתייחס לחלקי המבנה החיצוניים בהתאם לתמונה 1: על מכסה המיכל מורכבים מספר חלקים חשובים כגון המבדדים לחיבורי מתח גבוה ומתח נמוך, תא התפשטות השמן (קונסרבטור), שסתום בטחון, ידית מחליף הדרגות, כיס למד חום.

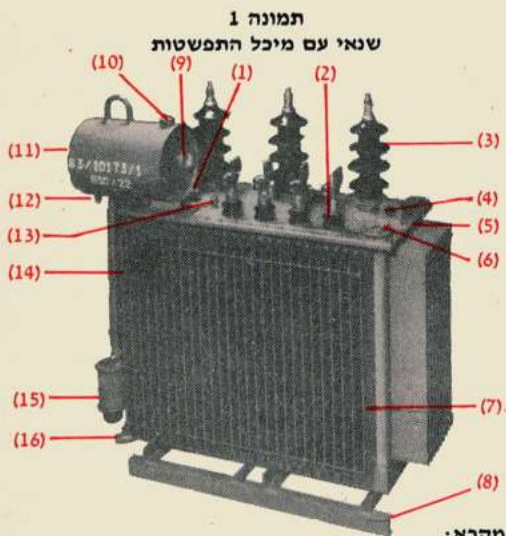
הקונסרבטור (תא התפשטות השמן) הוא כלי צילינדרי עשוי מפח פלדה, המורכב על מכסה המיכל ומחובר למיכל באמצעות צינור. גובה השמן בקונסרבטור, הנמדד על-ידי מד גובה השמן, חייב להבטיח שהמיכל יהיה תמיד **מלא כולו** שמן. על-מנת להגן על השנאי מפני עליית לחץ פתאומית ועקב היווצרות גזים כתוצאה מקצר, קיים שסתום בטחון. בשנאים הישנים עם רדיאטור צינורות, מצויד המיכל בצינור פליטה (במקום שסתום בטחון). הצינור עשוי מפלדה ומחובר למיכל בצורה אלכסונית ומכוסה מלמעלה בדיסקית זכוכית. בלחץ מסויים הקבוע מראש ניפלטת הדיסקיה החוצה והגזים ביחד עם השמן משתחררים ויוצאים מהמיכל.

נושם אוויר

הנושם בנוי מכלי זכוכית גלילי ממולא חומר סופג לחות (סיליקה-ג'ל) בכמות של 1 ק"ג בערך ובסיס

ד"ר ח. קמיל; אינג' ש. אפשטיין — מחלקת ר"ת, חל"ב ותפעול, הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל

בצורת כוסית מחומר פלסטי ובתוכו פילטר הטבול בשמן, דרכם נכנס או יוצא אוויר לתוך או מתוך השנאי בהתאם להתכווצות או התפשטות השמן בשנאי. במצב יבש הסיליקה-ג'ל הוא בצבע כחול בהיר, לאחר ספיגת הלחות, הסיליקה-ג'ל משנה את צבעו לוורוד ויש להחליפו. הכוסית ובתוכה מסנן טבול בשמן שנאים עד לסימון מסוים משמשת לסינון אבק וליכלוך, על-מנת למנוע החלפת הסיליקה-ג'ל לעיתים קרובות.



מקרא:

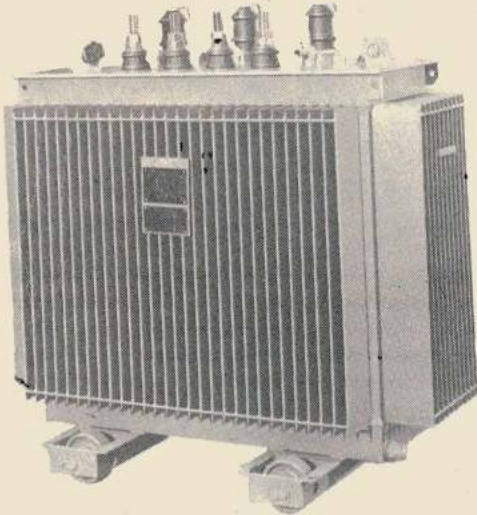
- | | | | | | | |
|-----------------------|--------------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|---------------------|
| (1) ידית מחליף חבורים | (2) מבדד מ.נ. | (3) מבדד מ.ג. | (4) אוזן הרמה | (5) מכסה | (6) שסתום בטחון | (7) מיכל (טנק) בסיס |
| (9) מד גובה שמן | (10) פתח מילוי שמן | (11) קונסרבטור | (12) ברו דגימה | (13) כיס למד חום | (14) שלט תנונים | (15) נושם אוויר |
| (16) ברו הרקה | | | | | | |

שנאי טבול בשמן PCB

(POLYCHLORINATED BIPHENYLS)

השמן המינרלי המקובל בשימוש, מפריש אדים עקב התחממות. אדים אלו נדלקים בטמפי של 150°C

תמונה 2
שנאי אטום

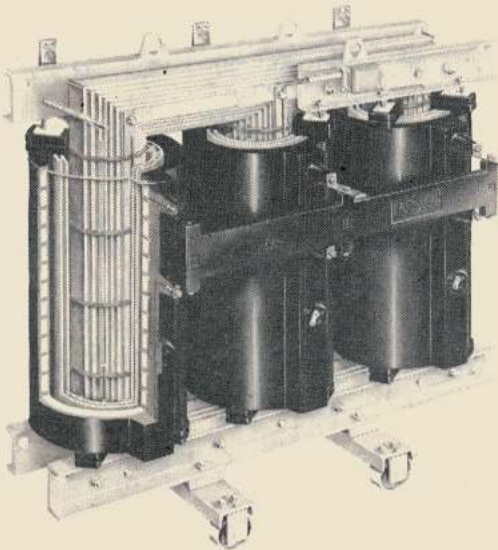


שנאי אטום

בתמונה 2 ניתן לראות שנאי אטום. כפי שרואים המבנה החיצוני פשוט יותר: אין קונסרבטור ואין נושם אוויר.

בחברת החשמל מנסים כיום את פעולתם של שנאים אלה ואם הנסיון יצליח, תיתכן מגמה להרחיב את השימוש בהם, כיוון שאינם דורשים כמעט אחזקה.

תמונה 3
שנאי יבש



בערך. עובדה זו, הביאה לחיפוש שיטות להקטנת אפשרויות השריפה של שנאים.

בזמנו היתה מקובלת שיטה של שימוש בשמן PCB. שמן זה שאינו בוער ואינו מתפוצץ, שימש לכן כנוזל בידוד לשנאים שהותקנו בעיקר במבנים סגורים (כמו בניינים רב־קומות, מיבנים ציבוריים וכו'). התברר ששמן זה הינו חומר רעיל ביותר, אשר אינו מתפרק מעצמו. בטמפי שמעל 400°C הוא מתפרק מעצמו ומפריש אדים מרעילים. רעילותו של שמן זה היא הסיבה שאנו מתיחסים אליו באופן מיוחד במאמר זה.

לפי חוק ההתגוננות האזרחית, קיימת חובת דיווח מידי שנה על גבי טופס מיוחד המיועד למפקד הג"א, על־כל כמות שמעל 45 ק"ג, הנמצאת במקום מסוים בתוך ציוד, או באחסנה וכו'. הבעיה היא שלפעמים החשמלאים אינם מודעים לעובדה, שהציוד הנמצא באחריותם (קבלים, שנאים), ממולא בשמן PCB מכיוון שהוא נמכר בשמות מסחריים שונים (ראה טבלה 1).

טבלה 1

השמות המסחריים של הנוזל הדיאלקטרי PCB (POLYCHLORINATED BIPHENYLS)

AROCLOR	DELOR	PYROCLOR
ABESTOL	DYKANOL	PYRANOL
ACECLOR	ELEMEX	PYRALENE
APIROLIO	ELAOL	PHENOCLOR
ASKAREL	ELECTROPHENYL	SAF-T-KUHL
ASBESTOL	FENCLOR	SANTATHERM FR*
AUXOL	HYVOL	SOROL
CHLOREXTOL	INERTEEN	SOVOL
CLOPHEN	KANCHLOR	SANTOSAFE
	(KC200-600)	
CLORESIL	KENNECHLOR	SANTOSOL
DIACLOR	LEROMOLL	SANTOWAX
DK	NOFLAMOL	TERPENYLCHLORE
DP-3, -4, -5	PYDRAUL *	THERMINOL FR*
AND- 6,5		

* Pydraul with addition of B, C, or E doesn't contain PCB'S
Santotherm or Therminol without addition of FR doesn't contain PCB'B.

כיום לא מייצרים יותר שנאים טבולים בשמן PCB. אולם, לצערנו, הם נמצאים עדיין בשימוש במקומות שונים, ומשתדלים להחליפם בשנאים אחרים, אך קיימת בעיה מה לעשות עם השמן, אשר כאמור אינו מתפרק מעצמו. האפשרות הקיימת היא – לסלק את השמן, אל האתר לסילוק פסולת רעילה ברמת חובב.

בחברת החשמל הוחלט לסמן כל ציוד המכיל שמן PCB בשלט אזהרה מתאים. כל שנאי הממולא ב־ PCB מצויד בנושם אוויר, אשר משמש בין היתר לספיגת האדים הרעילים של השמן. הבסיס הצמוד לנושם חייב להיות ממולא בשמן מינרלי גם כשהשנאי ממולא ב־ PCB מכיוון שחייבים למנוע מגע בין שמן PCB ואוויר חיצוני.

שנאי חלוקה ברשתות חברת החשמל ובמתקני צרכנים

ד"ר חיים קמיל / אינג' שמעון אפשטיין

במונח "שנאי חלוקה" אנו מתכוונים בדרך כלל לשנאים בהספק בין 50 ל-1250 קו"א, אשר ממוקמים לאורך קווי החלוקה במתח גבוה (6.3; 12.6; 22; 33 קו"ו) ומשמשים לחיבור צרכנים במתח נמוך (0.4 קו"ו). שנאי החלוקה משמשים לחלוקת הספק ולכן שייכים לקבוצה רחבה יותר של שנאים הידועים בספרות המקצועית כשנאי הספק.

סוגים של שנאי חלוקה

- קיימים מספר סוגים עיקריים של שנאי חלוקה:
- שנאי טבול בשמן עם קונסרבטור;
 - שנאי אטום (טבול בשמן בלי קונסרבטור);
 - שנאי יבש;

שנאי טבול בשמן עם קונסרבטור

בסוג זה — השנאי עצמו, כלומר הגרעין והליפופים המורכבים עליו, מוכנסים לתוך מיכל מלא שמן. כאשר השמן מתחמם הוא מתחיל לזרום בתוך המיכל ומקרר את השנאי על-ידי זרימה טבעית זו. קשוי הקירור של השנאי גדלים ככל שעולה הספקו ועל כן מתקינים לכל שנאי מיכל בהתאם להספקו. המיכל בשנאי מהסוג הישן יותר, מצויד ברדיאטור של צינורות בקוטר 50 מ"מ בערך. הצינורות מרותכים בדפנות המיכל.

בתמונה 1 ניתן לראות דוגמה של שנאי עם תא התפשטות (קונסרבטור) המקובל בייצור כיום — מיכל עם צלעות קירור.

נתייחס לחלקי המבנה החיצוניים בהתאם לתמונה 1: על מכסה המיכל מורכבים מספר חלקים חשובים כגון המבדדים לחיבורי מתח גבוה ומתח נמוך, תא התפשטות השמן (קונסרבטור), שסתום בטחון, ידית מחליף הדרגות, כיס למד חום.

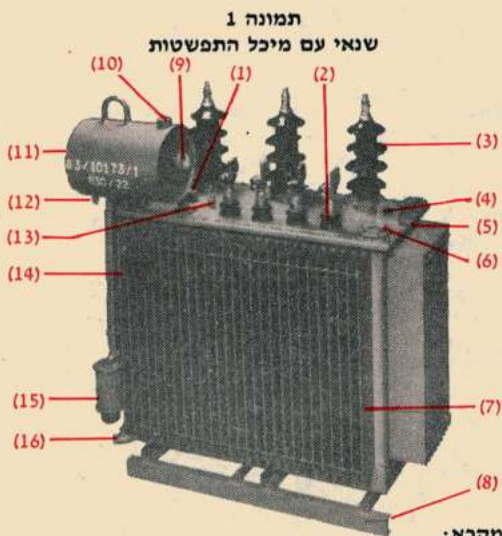
הקונסרבטור (תא התפשטות השמן) הוא כלי צילינדרי עשוי מפח פלדה, המורכב על מכסה המיכל ומחובר למיכל באמצעות צינור. גובה השמן בקונסרבטור, הנמדד על-ידי מד גובה השמן, חייב להבטיח שהמיכל יהיה תמיד **מלא כולו** שמן. על-מנת להגן על השנאי מפני עליית לחץ פתאומית ועקב היווצרות גזים כתוצאה מקצר, קיים שסתום בטחון. בשנאים הישנים עם רדיאטור צינורות, מצויד המיכל בצינור פליטה (במקום שסתום בטחון). הצינור עשוי מפלדה ומחובר למיכל בצורה אלכסונית ומכוסה מלמעלה בדיסקית זכוכית. בלחץ מסויים הקבוע מראש ניפלטת הדיסקיה החוצה והגזים ביחד עם השמן משתחררים ויוצאים מהמיכל.

נושם אוויר

הנושם בנוי מכלי זכוכית גלילי ממולא חומר סופג לחות (סיליקה-ג'ל) בכמות של 1 ק"ג בערך ובסיס

ד"ר ח. קמיל; אינג' ש. אפשטיין — מחלקת רת"ק, חל"ב ותפעול, הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל

בצורת כוסית מחומר פלסטי ובתוכו פילטר הטבול בשמן, דרכם נכנס או יוצא אויר לתוך או מתוך השנאי בהתאם להתכווצות או התפשטות השמן בשנאי. במצב יבש הסיליקה-ג'ל הוא בצבע כחול בהיר, לאחר ספיגת הלחות, הסיליקה-ג'ל משנה את צבעו לוורוד ויש להחליפו. הכוסית ובתוכה מסנן טבול בשמן שנאים עד לסימון מסוים משמשת לסינון אבק וליכלוך, על-מנת למנוע החלפת הסיליקה-ג'ל לעיתים קרובות.



מקרא:

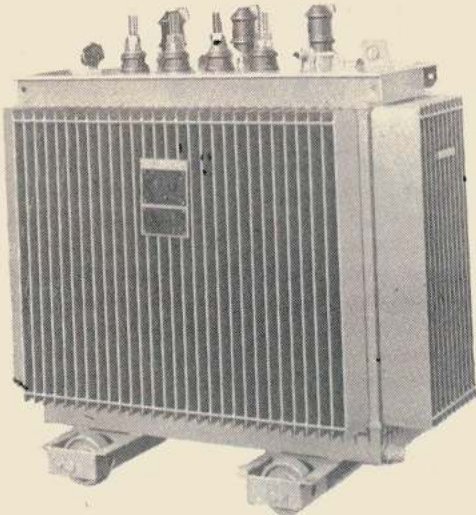
- | | |
|-----------------------|--------------------|
| (1) ידית מחליף חבורים | (9) מד גובה שמן |
| (2) מבדד מ.ג. | (10) פתח מילוי שמן |
| (3) מבדד מ.ג. | (11) קונסרבטור |
| (4) אוזן הרמה | (12) ברז דגימה |
| (5) מכסה | (13) כיס למד חום |
| (6) שסתום בטחון | (14) שלט תנונים |
| (7) מיכל (טנק) | (15) נושם אוויר |
| (8) בסיס | (16) ברז הרקה |

שנאי טבול בשמן PCB

(POLYCHLORINATED BIPHENYLS)

השמן המינרלי המקובל בשימוש, מפריש אדים עקב התחממותו. אדים אלו נדלקים בטמפי' של 150°C

תמונה 2
שנאי אטום

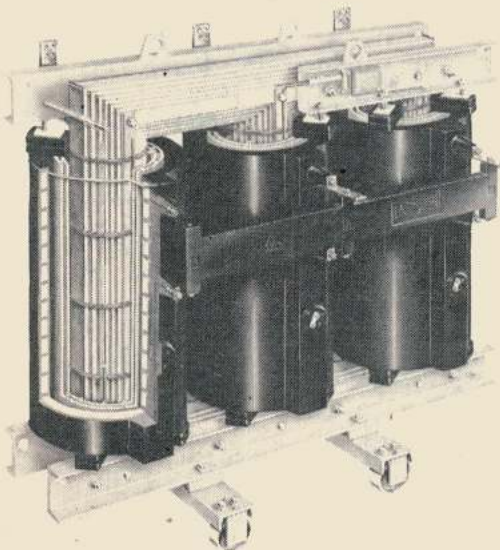


שנאי אטום

בתמונה 2 ניתן לראות שנאי אטום. כפי שרואים המבנה החיצוני פשוט יותר: אין קונסרבטור ואין נושם אוויר.

בחברת החשמל מנסים כיום את פעולתם של שנאים אלה ואם הנסיון יצליח, תיתכן מגמה להרחיב את השימוש בהם, כיוון שאינם דורשים כמעט אחזקה.

תמונה 3
שנאי יבש



בערך. עובדה זו, הביאה לחיפוש שיטות להקטנת אפשרויות השריפה של שנאים. בזמנו היתה מקובלת שיטה של שימוש בשמן PCB. שמן זה שאינו בוער ואינו מתפוצץ, שימש לכן כנוזל בידוד לשנאים שהותקנו בעיקר במבנים סגורים (כמו בניינים רבי-קומות, מיבנים ציבוריים וכו'). התברר ששמן זה הינו חומר רעיל ביותר, אשר אינו מתפרק מעצמו. בטמפ' שמעל 400°C הוא מתפרק מעצמו ומפריש אדים מרעילים. רעילותו של שמן זה היא הסיבה שאנו מתיחסים אליו באופן מיוחד במאמר זה.

לפי חוק ההתגוננות האזרחית, קיימת חובת דיווח מידי שנה על גבי טופס מיוחד המיועד למפקד הג"א, על-כל כמות שמעל 45 ק"ג, הנמצאת במקום מסוים בתוך ציוד, או באחסנה וכו'. הבעיה היא שלפעמים החשמלאים אינם מודעים לעובדה, שהציוד הנמצא באחריותם (קבלים, שנאים), ממולא בשמן PCB מכיוון שהוא נמכר בשמות מסחריים שונים (ראה טבלה 1).

טבלה 1

השמות המסחריים של הנוזל הדיאלקטרי PCB (POLYCHLORINATED BIPHENYLS)

AROCOLOR	DELOR	PYROCOLOR
ABESTOL	DYKANOL	PYRANOL
ACECLOR	ELEMEX	PYRALENE
APIROLIO	ELAOL	PHENOCOLOR
ASKAREL	ELECTROPHENYL	SAF-T-KUHL
ASBESTOL	FENCLOR	SANTATHERM FR*
AUXOL	HYVOL	SOROL
CHLOREXTOL	INERTEEN	SOVOL
CLOPHEN	KANCHLOR	SANTOSAFE
	(KC200-600)	
CLORESIL	KENNECHLOR	SANTOSOL
DIACLOR	LEROMOLL	SANTOWAX
DK	NOFLAMOL	TERPENYLCHLORE
DP-3, -4, -5	PYDRAUL *	THERMINOL FR*
AND- 6,5		

* Pydraul with addition of B, C, or E doesn't contain PCB'S
Santotherm or Therminol without addition of FR
doesn't contain PCB'B.

כיום לא מייצרים יותר שנאים טבולים בשמן PCB. אולם, לצערנו, הם נמצאים עדיין בשימוש במקומות שונים, ומשתדלים להחליפם בשנאים אחרים, אך קיימת בעיה מה לעשות עם השמן, אשר כאמור אינו מתפרק מעצמו. האפשרות הקיימת היא – לסלק את השמן, אל האתר לסילוק פסולת רעילה ברמת חובב.

בחברת החשמל הוחלט לסמן כל ציוד המכיל שמן PCB בשלט אזהרה מתאים. כל שנאי הממולא ב- PCB מצויד בנושם אויר, אשר משמש בין היתר לספיגת האדים הרעילים של השמן. הבסיס הצמוד לנושם חייב להיות ממולא בשמן מינרלי גם כשהשנאי ממולא ב- PCB מכיוון שחייבים למנוע מגע בין שמן PCB ואוויר חיצוני.

שנאי יבש

להבדיל מהשנאי הטבול בנוזל, כאן הסלילים יצוקים באפוקסי (שרף) המשמש כחומר בידוד. קירור מתאים מובטח בין השאר על ידי מרווחי אוויר בין סלילי המתח הגבוה והנמוך ובתוך סלילי המתח הנמוך עצמם (ראה תמונה 3).

האפוקסי בו משתמשים נדלק בקושי רב והוא בעל תכונת כיבוי עצמי. מכאן, השנאי היבש מתאים במיוחד להתקנה במקומות שבהם נדרשת בטיחות גבוהה מפני שריפה.

המבנה הפתוח של השנאי והעובדה שהאפוקסי מתיישן בקרני השמש ומאבד את תכונותיו, מחייבים התקנה פנימית.

היצרנים טוענים שהשנאי היבש אינו דורש אחזקה. מאידך טוענים המתנגדים שיש להקפיד על נקיון מתמיד למניעת זליגה ופריצה על פני הסלילים.

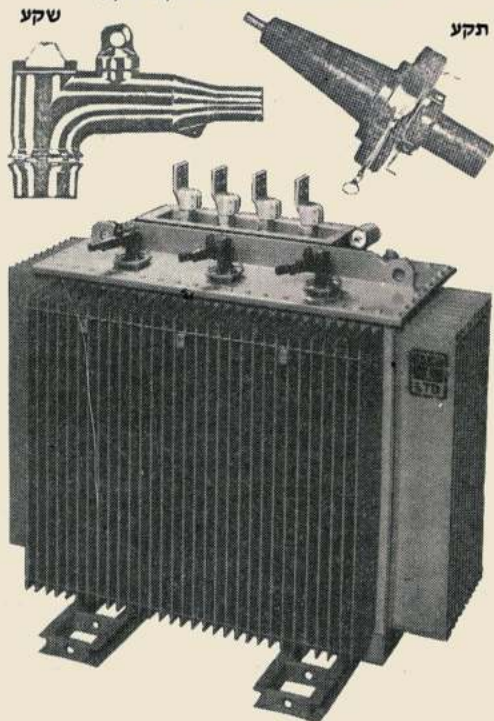
בפועל, כמעט ולא מתבצעת אחזקה. בארץ לא מייצרים עדיין את הסלילים וכל היצרנים מייבאים את הסלילים מחו"ל ומרכיבים אותם בארץ.

שנאי עם חיבור תקע-שקע בצד המתח הגבוה

בשנאי זה משתמשים במקום במבדדי החרסינה בסידור של תקע-שקע (ראה תמונה 4).

תמונה 4

שנאי אטום עם חיבור תקע-שקע



בצורה כזו מונעים אפשרות מגע מקרי בחלק "חי" וחוסכים את מקום גובה המבדדים ומרחקי הבידוד.

שנאים מדגם זה מיועדים להתקנה בתחנות טרנספורמציה פנימיות או בתחנות טרנספורמציה חיצוניות (בתוך ביתנים מתכתיים).

השימוש בשנאים אלה נפוץ במקומות צפופים בעלי הזנות מכבלים תת-קרקעיים.

שילוט

לפי התקן הבינלאומי IEC 76-1 צריך להיות על כל שנאי שלט מחומר עמיד במים ובמקום נראה לעין.

על השלט צריכים להופיע הנתונים כדלקמן:

— סוג השנאי

(שנאי הספק,

אוטוטרנספורמטור

— זרמים נקובים.

— מתחים נקובים.

— מסי התקן לפיו נבנה

ונבדק השנאי.

— שם היצרן.

— מסי סידורי של השנאי.

— שנת ייצור.

— מספר הפזות.

— הספק נקוב.

— תדירות נקובה.

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

—

במקרים מסוימים נדרש לציין בנוסף לני"ל:

— דרגת טמפרטורת הבידוד (במקרה של שנאים יבשים) (עליה מכסימלית של הטמפרטורה).

— עליות הטמפרטורה (במקרה של ערך לא שגרתי).

— דיאגרמת חיבורים (במקרה שקבוצת החיבורים לא נותנת אינפורמציה מלאה על החיבורים הפנימיים).

— רמות בידוד (במקרה של ליפופים למתחים של 3.6 ק"ו ויותר).

— משקל להעברה ממקום למקום (לשנאים במשקל כללי מעל 5 טון).

— משקל ללא מיכל (לשנאים במשקל כללי מעל 5 טון).

— נוזל הבידוד (אם אינו שמן מינרלי).

— זרם הקצר.

— אינפורמציה על משנה הדרגות: —

— ציון הליפוף המחובר למשנה הדרגות.

— טבלה המציינת עבור כל דרגה: מתח, זרם והספק עבור כל ליפוף.

— ערכי אימפדנס קצר.

— פרטים בקשר ליכולת השנאי לעבוד במתחים שמעל 105% מהמתח הנקוב.

הערה:

עקב העדר תקן ישראלי לשנאים בהספק מעל 10 קו"א, מקובל כיום בחברת החשמל להתייחס לתקן הבינלאומי IEC-76 המתיחס לשנאי הספק. במקרה של העדר פרט מסוים בתקן IEC משתמשים גם בתקנים של מדינות אחרות (כמו מערב גרמניה, אנגליה וכו').

האותיות המקובלות בשימוש מסומנות בטבלה 3:

טבלה 3
הסימון לציון סוג הקירור בשנאי

סמל	סוג התווך המקרר (בא במגע עם הליפופים) או המאוורר (חימוני לשנאי)
O	שמן מינרלי או נוזל סינטטי
L	נוזל סינטטי שאינו בוטר
G	גז
W	מים
A	אווריר
N	סוג האיוורור או הקירור
F	טבעי
D	מאוּלָץ
	מאוּלָץ מכוון

לדוגמא:

- שנאי בשמן באיוורור טבעי וקירור טבעי יסומן ONAN —
 - שנאי בשמן באיוורור מאוּלָץ וקירור טבעי יסומן ONAF —
 - שנאי יבש בקירור טבעי באווריר יסומן AN —
- יש לצייין שרוב שנאי החלוקה הם בעלי איוורור טבעי וקירור טבעי (ONAN).

רמת רעש

בדיקת רמת הרעש מבוצעת על-ידי מדידת הרעש במרחק קבוע מהשנאי מכוונים שונים. יחידת המידה — דציבל. בטבלה 4 מובאת דוגמא, של תקן "DIN" המתייחס לרמת הרעש בשנאים — (DIN 42540 משנת 1966). התקן מאפשר רמת רעש גבוהה יותר בשנאים יבשים מאשר בשנאים טבולים בשמן.

טבלה 4

רמות רעש מותרות עבור שנאים בעלי הספקים מ-30 עד 1600 קו"א

הספק (קו"א)	רמת רעש מכסימלית בדציבלים (מדוד במרחק 1 מטר)	
	שנאי יבש	שנאי בשמן
30 — 50	54	45
75 — 100	56	46
125 — 160	58	47
200 — 250	60	48
315 — 400	62	50
500 — 630	64	52
800 — 1000	—	54
1250 — 1600	—	56

יש לצייין שהגורם העיקרי לרעש בשנאי הוא תנועת זרמי המעריבולת בגרעין השנאי. ניתן להוריד את רמת הרעש על ידי עיבוד טוב יותר של פחי הגרעין וחיזוק משופר של הגרעין על-ידי חלקים מתכתיים אחרים.

חברת החשמל דורשת מהיצרן לציין בשלט את רמת הרעש של כל שנאי יבש. כמו כן, נדרש היצרן לבצע בדיקה מדגמית של רמת הרעש בשנאים טבולים בשמן.

ראוי להדגיש את חשיבות הדרישה מהיצרן לרישום הנתונים על השלט. מכיון שרישום זה מהווה הצגה חד-משמעית של התחייבות היצרן לגבי ביצועי השנאי.

עמידה בזרם קצר

במקרה של קצר מופיעים בשנאי כוחות תרמו-דינמיים רציניים, הנובעים מזרם הקצר הגבוה יחסית לזרם הנומינלי. השנאי חייב להיות מסוגל לעמוד במאמצים אלו ויש לצייד את מעגלו במיתקן מגן המסוגל לנתק את השנאי המקוצר מהרשת תוך תקופה קבועה מראש ורשומה על שלט השנאי. לפי התקן הבינלאומי IEC, השנאי צריך להיות מתוכנן לעמוד מבחינה תרמית בזרם קצר במתח נקוב, במשך 2 שניות, כך שטמפי הליפוף לא תעלה על 250°C בשנאי טבול בשמן ו-350°C במקרה של שנאי יבש.

מומלץ לקבל מהיצרן את תוצאות הבדיקה של עמידה בקצר מלא של השנאי או של שנאי בגודל זהה. לפי התקן הבינלאומי IEC, ההחלטה אם לבצע את בדיקת העמידה בקצר מלא על שנאי מסויים, היא לפי ההסכם בין היצרן והקונה.

סוגי קירור

נוהגים למיין שנאי הספק לפי שני סוגי קירור עקרוניים: קירור טבעי וקירור מלאכותי.

— **קירור טבעי:** — הקירור מתבצע על ידי תנועת הטבעית של האוויר. יש לזכור שגם השמן שבו טבול השנאי (במקרה של שנאי טבול בשמן), משמש כחומר קירור בנוסף להיותו תווך מבדד.

— **קירור מלאכותי:** — הקירור מתבצע בצורה מאולצת. מקובל בדרך כלל בשנאים גדולים (10 מו"א ומעלה).

מבחינה חיצונית ניתן לשפר את תנועת האוויר על ידי מאווררים או מפוחי אוויר. כמו כן, ניתן להגביר את תנועת השמן על ידי משאבות.

מקובל לסמן את סוג הקירור המותקן בשנאי על שלט השנאי בעזרת ארבע אותיות במיקרה של שנאי עם מיכל, או שתי אותיות בלבד במיקרה של שנאי יבש (ללא מיכל).

הסדר שבו מופיעות האותיות מסומן בטבלה 2:

טבלה 2

סימון סוג הקירור

אות רביעית	אות שלישית	אות שניה	אות ראשונה
מסמלים את התווך המאוורר החיצוני לשנאי	מסמלים את התווך המאוורר	סוג התווך	סוג התווך המקרר
סוג האיוורור	המאוורר	הקירור	המקרר

שנאי יבש

להבדיל מהשנאי הטבול בנוזל, כאן הסלילים יצוקים באפוקסי (שרף) המשמש כחומר בידוד. קירור מתאים מובטח בין השאר על ידי מרווחי אוויר בין סלילי המתח הגבוה והנמוך ובתוך סלילי המתח הנמוך עצמם (ראה תמונה 3).

האפוקסי בו משתמשים נדלק בקושי רב והוא בעל תכונת כיבוי עצמי. מכאן, השנאי היבש מתאים במיוחד להתקנה במקומות שבהם נדרשת בטיחות גבוהה מפני שריפה. המבנה הפתוח של השנאי והעובדה שהאפוקסי מתיישן בקרני השמש ומאבד את תכונותיו, מחייבים התקנה פנימית. היצרנים טוענים שהשנאי היבש אינו דורש אחזקה. מאידך טוענים המתנגדים שיש להקפיד על נקייון מתמיד למניעת זליגה ופריצה על פני הסלילים.

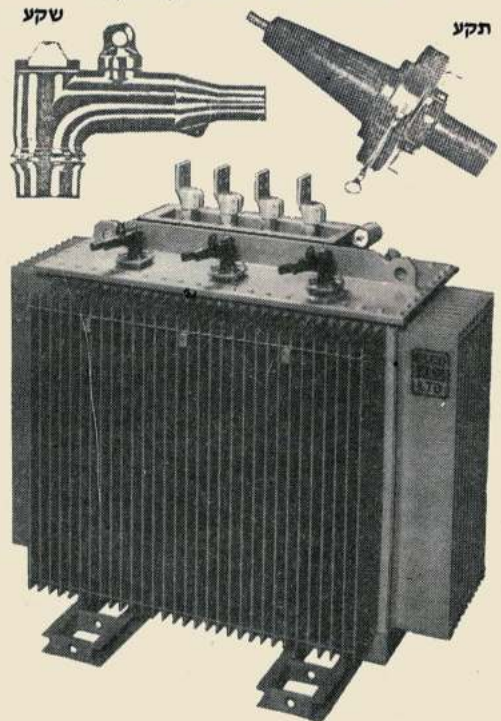
בפועל, כמעט ולא מתבצעת אחזקה. בארץ לא מייצרים עדיין את הסלילים וכל היצרנים מייבאים את הסלילים מחו"ל ומרכיבים אותם בארץ.

שנאי עם חיבור תקע-שקע בצד המתח הגבוה

בשנאי זה משתמשים במקום במבדדי החרסינה בסידור של תקע-שקע (ראה תמונה 4).

תמונה 4

שנאי אטום עם חיבור תקע-שקע



בצורה כזו מונעים אפשרות מגע מקרי בחלק "חיי" וחוסכים את מקום גובה המבדדים ומרחקי הבידוד. שנאים מדגם זה מיועדים להתקנה בתחנות טרנספורמציה פנימיות או בתחנות טרנספורמציה חיצוניות (בתוך ביתנים מתכתיים). השימוש בשנאים אלה נפוץ במקומות צפופים בעלי הזנות מכבלים תת-קרקעיים.

שילוט

לפי התקן הבינלאומי 1-IEC 76 * צריך להיות על כל שנאי שלט מחומר עמיד במים ובמקום נראה לעין.

על השלט צריכים להופיע הנתונים כדלקמן:

- סוג השנאי (שנאי הספק, אוטוטרנספורמטור)
- זרמים נקובים. — מתחים נקובים.
- מס' התקן לפיו נבנה ונבדק השנאי.
- שם היצרן.
- מס' סידורי של השנאי. נומינלי (ב-%) (מתח קצר ב-%)
- שנת ייצור.
- מספר הפזות.
- סוג הקירור.
- הספק נקוב.
- תדירות נקובה. — משקל כללי. — משקל השמן.

במקרים מסויימים נדרש לציין בנוסף לנ"ל:

- דרגת טמפרטורת הבידוד (במקרה של שנאים יבשים) (עליה מכסימלית של הטמפרטורה).
- עליית הטמפרטורה (במקרה של ערך לא שגרתי).
- דיאגרמת חיבורים (במקרה שקבוצת החיבורים לא נותנת אינפורמציה מלאה על החיבורים הפנימיים).
- רמות בידוד (במקרה של ליפופים למתחים של 3.6 ק"ו ויותר).
- משקל להעברה ממקום למקום (לשנאים במשקל כללי מעל 5 טון).
- משקל ללא מיכל (לשנאים במשקל כללי מעל 5 טון).
- נוזל הבידוד (אם אינו שמן מינרלי).
- זרם הקצר.

אינפורמציה על משנה הדרגות:

- ציון הליפוף המחובר למשנה הדרגות.
- טבלה המציינת עבור כל דרגה: מתח, זרם והספק עבור כל ליפוף.
- ערכי אימפדנס קצר.
- פרטים בקשר ליכולת השנאי לעבוד במתחים שמעל 105% מהמתח הנקוב.

הערה:

עקב העדר תקן ישראלי לשנאים בהספק מעל 10 קו"א, מקובל כיום בחברת החשמל להתייחס לתקן הבינלאומי IEC-76 המתייחס לשנאי הספק. במקרה של העדר פרט מסוים בתקן IEC משתמשים גם בתקנים של מדינות אחרות (כמו מערב גרמניה, אנגליה וכו').

האותיות המקובלות בשימוש מסומנות בטבלה 3:

טבלה 3

הסימון לציון סוג הקירור בשנאי

סמל	סוג התווך המקרר (בא במגע עם הליפופים) או המאוורר (חיצוני לשנאי)
O	שמן מינרלי או נוזל סינטטי
L	נוזל סינטטי שאינו בוער
G	גז
W	מים
A	אוויר
סוג האיוורור או הקירור	
N	טבעי
F	מאוּלָץ
D	מאוּלָץ מכוון

לדוגמא:

- **שנאי בשמן באיוורור טבעי וקירור טבעי יסומן ONAN** —
 - **שנאי בשמן באיוורור מאוּלָץ וקירור טבעי יסומן ONAF** —
 - **שנאי יבש בקירור טבעי באוויר יסומן AN** —
- יש לציון שרוב שנאי החלוקה הם בעלי איוורור טבעי וקירור טבעי (ONAN).

רמת רעש

בדיקת רמת הרעש מבוצעת על-ידי מדידת הרעש במרחק קבוע מהשנאי מכיוונים שונים. יחידת המידה — דציבל. בטבלה 4 מובאת דוגמא, של תקן "DIN" המתייחס לרמת הרעש בשנאים — (DIN 42540 משנת 1966). התקן מאפשר רמת רעש גבוהה יותר בשנאים יבשים מאשר בשנאים טבולים בשמן.

טבלה 4

רמות רעש מותרות עבור שנאים בעלי הספקים מ-30 עד 1600 קו"א

רמת רעש מכסימלית בדציבלים (מדוד במרחק 1 מטר)	הספק (קו"א)	
	שנאי יבש	שנאי בשמן
45	54	30 — 50
46	56	75 — 100
47	58	125 — 160
48	60	200 — 250
50	62	315 — 400
52	64	500 — 630
54	—	800 — 1000
56	—	1250 — 1600

יש לציון שהגורם העיקרי לרעש בשנאי הוא תנועת זרמי המערבולת בגרעין השנאי. ניתן להוריד את רמת הרעש על ידי עיבוד טוב יותר של פחי הגרעין וחיזוק משופר של הגרעין על-ידי חלקים מתכתיים אחרים.

חברת החשמל דורשת מהיצרן לציון בשלט את רמת הרעש של כל שנאי יבש. כמו כן, נדרש היצרן לבצע בדיקה מדגמית של רמת הרעש בשנאים טבולים בשמן.

ראוי להדגיש את חשיבות הדרישה מהיצרן לרישום הנתונים על השלט. מכיון שרישום זה מהווה הצגה חד-משמעית של התחייבות היצרן לגבי ביצועי השנאי.

עמידה בזרם קצר

במקרה של קצר מופיעים בשנאי כוחות תרמו-דינמיים רציניים, הנובעים מזרם הקצר הגבוה יחסית לזרם הנומינלי. השנאי חייב להיות מסוגל לעמוד במאמצים אלו ויש לצייד את מעגלו במיתקן מגן המסוגל לנתק את השנאי המקוצר מהרשת תוך תקופה קבועה מראש ורשומה על שלט השנאי. לפי התקן הבינלאומי — IEC, השנאי צריך להיות מתוכנן לעמוד מבחינה תרמית בזרם קצר במתח נקוב, במשך 2 שניות, כך שטמפי הליפוף לא תעלה על 250°C בשנאי טבול בשמן ו-350°C במקרה של שנאי יבש.

מומלץ לקבל מהיצרן את תוצאות הבדיקה של עמידה בקצר מלא של השנאי או של שנאי בגודל זהה. לפי התקן הבינלאומי IEC, ההחלטה אם לבצע את בדיקת העמידה בקצר מלא על שנאי מסויים, היא לפי ההסכם בין היצרן והקונה.

סוגי קירור

נוהגים למיין שנאי הספק לפי שני סוגי קירור עקרוניים: קירור טבעי וקירור מלאכותי. **קירור טבעי**: — הקירור מתבצע על ידי תנועתו הטבעית של האוויר. יש לזכור שגם השמן שבו טבול השנאי (במקרה של שנאי טבול בשמן), משמש כחומר קירור בנוסף להיותו תווך מבודד. **קירור מלאכותי**: — הקירור מתבצע בצורה מאולצת. מקובל בדרך כלל בשנאים גדולים (10 מ"א ומעלה).

מבחינה חיצונית ניתן לשפר את תנועת האוויר על ידי מאווררים או מפוחי אוויר. כמו כן, ניתן להגביר את תנועת השמן על ידי משאבות.

מקובל לסמן את סוג הקירור המותקן בשנאי על שלט השנאי בעזרת ארבע אותיות במיקרה של שנאי עם מיכל, או שתי אותיות בלבד במיקרה של שנאי יבש (ללא מיכל).

הסדר שבו מופיעות האותיות מסומן בטבלה 2:

טבלה 2

סימון סוג הקירור

אות רביעית	אות שלישית	אות שניה	אות ראשונה
מסמלים את התווך המאוורר החיצוני לשנאי	מסמלים את התווך המאוורר	סוג התווך	סוג התווך המקרר
סוג	סוג התווך	סוג	סוג התווך המקרר
האיוורור	המאוורר	הקירור	המקרר

איבודי הספק בשנאי

איבודי האנרגיה בשנאי ניתנים לחלוקה לפי שני סוגים עיקריים של איבודים: -

א. איבודי נחושת - עקב התנגדות אוהמית של סלילי המתח הנמוך והמתח הגבוה בשנאי. איבודים אלה נמדדים במשטר העבודה בקצר של השנאים ומחושבים כפי שנקבע בתקנים.

ב. איבודי ברזל - בעיקר איבודי היסטרוזיס ואיבודי מערבולת, בגרעין השנאי ובחלקים מתכתיים של חיזוק הגרעין. האיבודים נמדדים בעבודה בריקם של השנאי. ניתן להקטין את איבודי הברזל על-ידי עיבוד טוב של פחי הגרעין ושיטת חיזוק הגרעין. כמובן שבתור צרכנים יש לדרוש מהיצרן שנאי בעל איבודים מינימליים, כאשר קיימת כמות בעית המחיר.

ערכים מקובלים של איבודים נתונים בטבלה 5.

טבלה 5
איבודים בשנאים

הספק (קו"א)	מתח ראשוני גבוה 12.6 או 22 קו"א			
	איבודי נחושת (ואטים)		איבודי ברזל (ואטים)	
	שנאי יבש	שנאי טבול בשמן	שנאי יבש	שנאי טבול בשמן
50	1150	900	375	160
100	1700	1620	440	220
160	2300	2160	610	300
250	3300	3100	820	440
400	4900	4350	1200	640
630	7200	5000	1650	900

חשוב לזכור שהתקן הבינלאומי IEC-76, מאפשר ליצרן סטייה של עד 10% מסה"כ האיבודים המובטחים על ידו וסטייה של עד 15% לגבי כל אחד משני סוגי האיבודים בנפרד.

כאשר משווים הצעות מחיר של יצרני שנאים, יש להתחשב כמובן ברמת האיבודים ובעלותם.

חיבור שני שנאי חלוקה במקביל

ניתן לחבר שני שנאי חלוקה במקביל כאשר הם בעלי אותם מתחים נקובים ואותה קבוצת חיבורים. מומלץ לבחור את שני השנאים המיועדים לעבודה במקביל כך שיחס הספקיהם הנקובים קטן מ-3. מומלץ לבחור את השנאים לעבודה במקביל כך שהפרש אימפדנסי הקצר שלהם (באחוזים למאה) יהיה בתחום $\pm 10\%$.

יש לדאוג שמשני דרגות השנאים יהיו באותו מצב. ההעמסה הכוללת המכסימלית המותרת של 2 השנאים המחוברים במקביל תהיה כדלקמן:

$$S_{\max} = K (S'_N + S''_N) \quad \text{אם } \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)} \text{ שווה ל-1, אז } \alpha$$

$$S_{\max} = K (S'_N \cdot \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)} + S''_N) \quad \text{אם } \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)} \text{ גדול מ-1, אז } \alpha$$

$$S_{\max} = K (S'_N + S''_N \cdot \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)}) \quad \text{אם } \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)} \text{ קטן מ-1, אז } \alpha$$

כאשר:

S_{\max} - היא ההעמסה הכוללת המכסימלית המותרת של 2 השנאים המחוברים במקביל (בקו"א).

S'_N, S''_N - הן ההעמסות הנקובות של שני השנאים בהתאם (בקו"א).

Z'_L, Z''_L - הם אימפדנסי הקצר (מתח קצר) של שני השנאים בהתאם (ב-%).

K - הוא מקדם, המתאר את ההעמסה המכסימלית המותרת של כל שנאי בהתאם לצורת העמסתו ותנאי הסביבה בה הוא מותקן.

עבור שנאים המזינים צרכנות ביתית בעיקרה, יש לקחת את המקדם K כשווה ל-1.2.

עבור השנאים המזינים סוג אחר של צרכנות יש לקחת את המקדם K כשווה ל-1.

יחס ההעמסות (S' ו- S'') של 2 השנאים המחוברים במקביל הוא:

$$\frac{S'}{S''} = \frac{S'_N}{S''_N} \cdot \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)}$$

ולכן יחס ההעמסות היחסיות להספקים הנקוב הוא:

$$\frac{S'}{S''} = \frac{S'_N}{S''_N} \cdot \frac{Z'_L(\%)}{Z''_L(\%)}$$

מכאן רואים:

א. כאשר אימפדנסי הקצר (ב-%) של השנאים שווים, השנאים מעומסים יחסית להספקם הנקוב. ההעמסה S_{\max} תהיה שווה לסכום של ההעמסות המכסימליות המותרות של 2 השנאים. ניצול ההספקים המותרים של השנאים יהיה אז הטוב ביותר.

ב. כאשר אימפדנסי הקצר (ב-%) של השנאים שונים, השנאים לא מעומסים יחסית להספקם הנקוב. ההעמסה S_{\max} תהיה נמוכה מזאת שבמקרה א'. ההעמסה היחסית להספק הנקוב, של השנאי בעל אימפדנסי הקצר (ב-%) הקטן יותר תהיה הגדולה יותר.

כאשר מחברים 2 שנאי חלוקה בעלי הספקים נקובים שונים ואין אפשרות לבחור אותם עם אימפדנסי קצר (ב-%) שווים, יש לבחור את השנאי בעל ההספק הנקוב הקטן ביותר עם אימפדנסי הקצר (ב-%) הגדול יותר.

דיאגרמת זרימה נכונה לניהול פרויקט

תיכנון בהנדסת חשמל

אינג' רפי כהן

כאשר נתבקשתי להכין מאמר לעלון "התקע המצדיע" התלבטתי מעט – האם לתקוף נושא מקצועי או נושא ניהולי, לאחר שיקול דעת, החלטתי לנסות ולהתמודד עם הנושא הניהולי. במאמר זה אנסה להתמודד עם השלבים הניהוליים השונים הכרוכים בתכנון והקמת פרויקט חשמלי.

3. בתאום עם חברת החשמל קובעים במשותף את כיוון האספקה ונקודת החיבור בגבולות המפעל.

תרשים 1



4. במידה ונדרשת תחנת השנאה (טרנספורמציה) – בניה או על עמוד, יתואם המקום עם הארכיטקט, המזמין וחברת החשמל.

5. חדר החשמל הינו פונקציה של כיוון האספקה. מיקומו הסופי נקבע על פי מרכז העומסים של המפעל, יש לבחון דרכי גישה, אפשרות פילוג האספקה ממנו, מיקום פונקציונלי שיאפשר פיתוח בעתיד, איזור, אפשרות להכנסת ציוד וכו'.

6. קבלת אישור מחברת החשמל לגבי גודל המנוע הגדול ביותר שהתנעה ישירה לקו.

7. עם קבלת הסיכום הסופי יש להעלות על גבי תכניות הבצוע את הפתרון ולאשר אותו באופן טכני במישור המפעל ולאחר מכן במחלקות הטכניות של חברת החשמל.

ב. הפניה לחברת "בזק" – תקשורת (תרשים 2)

1. הפניה "לבזק" נעשית על גבי תכניות 1:100 תוך ציון גוש וחלקה, הגדרת כמות הקווים וסוגי התקשורת הנדרשים (קווים, נלי"ן, קווי תקשורת, טלקס, קווי מחשב וכו')

2. הפניה תכלול גם את כוונת המפעל להתקין מרכזת, בשלב מאוחר יותר, יאשר ספק המרכזת את מיקומה וחדרי השרות שלה.

3. במענה לפניה ראשונית (או פגישת תאום) נקבל כיוון הזנה אפשרי לתקשורת ואפשרות קבלת קווי טלפון.

4. לאחר קבלת כיוון הזנה יש לתכנן במפורט על גבי תכניות 1:100 את מהלך האינסטלציה לטלפונים כולל מיקום וסוג המרכזיה המיועדת לשרת את הפרויקט.

ניהול הפרויקט מתחלק ל-6 שלבים: –

שלב ראשון – קבלת נתונים מן השטח:

לאחר שנושא קבלת העבודה סוכם עם המזמין ולמזמין יש אפיון ראשוני מגובש של הקונצפציה הייצורית של המפעל, מגיע השלב הראשון של המתכנן.

שלב קבלת הנתונים מתחלק למספר ערוצים: –

א. ריכוז נתונים:

1. נתוני עומס משוערים;
2. פרוט רשימות צרכנים – מנועים ואחרים;
3. הגדרת עומסים נוספים ועתידיים;
4. הגדרת מקדמי העמסה;
5. הגדרת מקדמי בוזמניות;
6. חלוקת עומסים – חיוני – לא חיוני;
7. הגדרת אזורים לפי חלוקה של מוגני התפוצצות ו/או אטומים וכו'.
8. הגדרת תנאי אטמוספירה באם ישנם תנאים מיוחדים כגון: אוירה קורוזיבית כימית, או קירבה לים, טמפרטורת סביבה גבוהה במיוחד, גובה מעל פני הים וכו'.
9. הגדרת אופי המתקן: – סגור, פתוח, רב-קומתי וכו'.

ב. נתונים אלה מובילים למספר החלטות: –

1. קביעת מרכז העומס הכללי;
 2. קביעת מרכזי עומס משניים;
 3. קביעת מקום משוער של תחנת השנאה (טרנספורמציה) וחדר חשמל ראשי.
- הערה:** ההחלטות דלעיל מעוגנות בחישובים הנדסיים וכלכליים אשר יבססו את ההחלטות מבחינה הנדסית וכספית.

שלב שני – פניה לרשויות

א. פניה לחברת החשמל (תרשים 1)

1. הפניה כוללת משלוח של תכניות 1:100 של הפרויקט כולל סימון גוש, חלקה ומקום תוך פירוט העומס והחיבור הנדרשים בערכים של זרם.
2. חברת החשמל על פי נהליה ושיקוליה תפתח תיק לביור אם החיבור אפשרי מרשת קיימת או שיש צורך ברשת חדשה ובתחנת השנאה, האם החיבור במתח גבוה יבוצע ברשת אורית או בכבל תת-קרקעי.

אינג' רפי כהן – ר. כהן ב. בלך, מהנדסים יועצים לחשמל ואוטומציה בע"מ

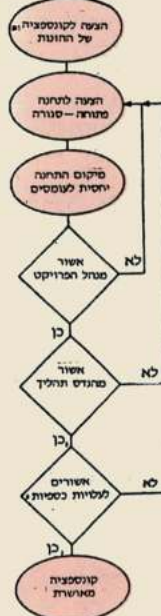
4. התכניות כוללות פילוג אספקת טלפונים "דיאגרמת עץ" ומהלכי צנרת בין חלקי המתקן השונים.
5. המפעל יאשר את התכניות מבחינה פונקציונלית – אישור תוואי מעבר, מיקום מוצאים וכו'.
6. אישור התכנית – על ידי חברת "בזק", כולל מספר התיק לביצוע, התכנית המאושרת תימסר לקבלן המבצע כדי שיחזיק אותה ברשותו במהלך הביצוע לצרכי העבודה עם רשויות "הבזק".

תרשים 2



שלב שלישי – תכנון תחנת השנאה וחדר חשמל ראשי

תרשים 3



- א. **תכנון כולל (תרשים 3)**
 1. לאחר לימוד כל הנתונים והדרישות לעומסים כולל רזרבות לעתיד, יש לתכנן תכנית חד-קוית עקרונית כולל שיטת חלוקה, אספקה במתח נמוך או גבוה, חלוקה רדיאלית או מגיסטראלית, תחנה מרכזית, גבוי על ידי גנרטור וכו'.
 2. עם קבלת הקונצפציה יש להחליט על אופי תחנת השנאה – סגורה במבנה או פתוחה בחצר, שנאים על עמודים וכו'. קביעת סוג השנאי – יבש או בשמן, על פי אופי המתקן.
 3. יש לחשב את מרכז העומסים של המפעל ומבחינה כלכלית לנסות ולהגיע לקביעת מיקום התחנה במרכז העומס. כמובן ששיקולים אופרטיביים עשויים להזיז את מיקום התחנה.
 4. בשלב זה כאשר הקונצפציה ברורה ומיקום התחנה מוגדר, יש לקבל אשורים מכל גורמי התכנון ההנדסיים המעורבים בפרויקט כולל היבטים כלכליים באשר להזנת מיקום התחנה ממרכז העומס וכן הקצאת שטחים – יקרים יותר או פחות.
 5. אשור סופי של הגישה, המיקום והעלויות הכספיות של תחנת השנאה מאפשר המשך לעבר תכנון מפורט.

ב. תכנון מפורט (תרשים 4)

1. בתכנון המפורט ישנם שני שלבים: **בשלב הראשון** – תכנון הנחיות למהנדסי הבנין – כולל תכנון תנועה – גישה, כניסות ויציאות. **בשלב השני** – תכנון חשמלי מפורט.
2. תכנון מפורט של התכנית החד-קוית כולל קביעת סוג ההגנות – במ.ג. ראשוניות ו/או משניות, כיוול מזד"ש, הגנות ברקים וכו'. חישובים ובדיקת סלקטיביות של מערכות ההגנה.
3. התכנית החד-קוית חייבת באישור המחלקה הטכנית של חברת החשמל, כולל סוג המזד"ש, כיוולו ושיטות ההגנה – גובה הספק הקצר של הצידו, אופן מבנה הלוחות וכו'.
4. בשלב זה נכנסים לתכנון מפורט של המבנה – תעלות פתחים, כניסות, מנשאים, שיפועים לניקוז, בסיסים, עומסים סטטיים וכו'.
5. אנחנו מוצאים תכניות מנחות מפורטות אותן מעבד מהנדס הבנין לתכניות עבודה תוך התחשבות בעומסים ובדרישות הפונקציונליות. מסירת מידות ועומסים סטטיים ודינמיים של הצידו, כולל אפשרויות להכנסת הצידו.
6. עם השלמת התכנון המפורט יש לקבל את אישורו של מנהל הפרויקט. לגבי גובה, שטח – (כולל רזרבות בשטח לפיתוח עתיד), גישות, מרחקי בטחון בין קווי מתח גבוה למבנים, תוואים ראשיים של כבלי כניסה ויציאה.

תרשים 4



שלב רביעי – א. ריכוז ועדכון נתונים ודרישות אופרטיביות (תרשים 5)

1. בשלב זה מקבלים דיאגרמות תזרים של תהליך הייצור ונכנסים לצד האופרטיבי של הפעלת מערכת הייצור.
2. על פי החלטת מהנדסי הייצור מתקבלות ההחלטות האם להפעיל כל יחידה בצורה בודדת, מקומית או מחדרי חשמל מרכזיים.
3. החלטה נוספת במערכות ייצור אוטומטיות היא האם ההפעלה תעשה באמצעות בקר מתוכנת ממקום מרכזי לפי תהליכים ידועים מראש, או בשיטה מבוזרת.

המתנעים או לחילופין מצב הפוך שכל הפסקה קצרה "תפילו" את כל המתנעים ותתאפשר רק התנעה מותנית ולא "בבת אחת" במגמה למנוע זרמי התנעה גבוהים.



5. חלוקת פסי צבירה לפס חיוני ולא חיוני תוך תכנון מנגנון להשלת עומסים בלתי חיוניים במקרה של עבודת גנרטור.
6. מערכת השיקולים כפי שפורטה לעיל תבדק על ידי גורמי התכנון ותאושר.
7. תכנון תכניות אינסטלציה חשמלית כמפורט:
 - א. תכניות אינסטלציה חשמלית לצרכנים השונים;
 - ב. תכניות אינסטלציה חשמלית למאור כולל תאורת חרום;
 - ג. תכניות אינסטלציה חשמלית לפיקוד ובקרה; ולהארקות הגנה;
 - ד. תכניות להארקות יסוד ברקים על בסיס התקן הישראלי;
 - ה. תכניות להגנות בפני אישור של מהנדסי התהליך לשיקולי חיוני - לא חיוני - ועבודה לאחר הפסקת חשמל.
8. בכל מהלך - יש לוודא עידכון עומסים, הן בגודל והן במקום.
9. הכנת רשימות ציוד לרכישה M.T.O. - Materials Take Off

שלב חמישי - שיקולים בהוצאת מכרזים

א. באופן מעשי נשקלות תמיד שתי אפשרויות

1. הוצאת מכרז כולל:
 - יתרונותיו הן בכך שהאחריות מרוכזת בידיו של קבלן יחיד אשר בתחום סמכויותיו ואחריותו נמצאים כל מערכות החשמל של הפרוייקט (כפי שיפורטו בהמשך).
 - החסרון הגדול הוא כי עבור שרות זה יש לשלם את מלוא המחיר ולא תמיד התשלום אכן מצדיק את התקווה. למשל - לא תמיד נקבל את לוחות הפיקוד מהיצרן הרצוי, או את גופי התאורה המועדפים וכו'. זאת מאחר והגורם הקובע אצל הקבלן הראשי - הינו המחיר ולא האיכות.
2. הוצאת מכרזים מופצים:
 - גם כאן ישנן שתי שיטות מכרזי רכישה לצידו בלבד ו/או מכרזים לאספקה והתקנה.

4. נושא החיגור בין מכוונות והתניות ההפעלות ילוּבן, שלב זה, ויתואם. יש לשים דגש מיוחד ולמדע את מהנדס התהליך בכל הקשור לבטיחות חשמל ומניעת הפעלות אקראיות.

5. שלב זה יש להתאים את המוסכם לעיל עם דיאגרמות התזרים ואופני הפעלה מוסכמים ולהכין דיאגרמה לוגית.
6. לאור הסיכומים, מכינים תכנית הפעלה טפוסית למנוע, כולל כל האינדיקציות וההתניות כאשר משתדלים להגיע לרמת תכנון מפורט, כולל מהדקים וחיבורים בין המערכות בשטח ללוח.
7. אשור סופי של התכנית הטפוסית והגישה החשמלית לכל מנוע ולפרוייקט בכללותו. כולל אשור תצוגת תהליך - "לוח מימיק" או נוריות בלבד - מערך נוריות מדרך וכו'. במקרים מסויימים ועל פי אופי התהליך יש לשקול שימוש במסך חכם כגון: "MODEVIEW" - ומדפסת אירועים והתראות.
8. כאופציה תפעולית ניתן לשלב במערך הבקרה מערכת ניהול אנרגיה Energy Management וניהול תחזיר קה כאשר התוכנה כבר לוקחת בחשבון תעריפי תעו"ז המשתנים לאורך השנה, שיא ביקוש ואופטימיזציה על בסיס תכניות ייצור.



ב. תכנון, מפורט לביצוע (תרישים 6)

1. לאחר שלובנו כל הבעיות האופרטיביות נכין רשימות מפורטות בהן נרשום את מספר המנוע, גודל ההגנות, סוגי הכבלים, הפעלות חיצוניות ופנימיות ונעריך מקדמי העמסה
2. לאחר קביעת מספר לוחות המשנה לפי שיקולי תיפעול ושיקולים גיאוגרפיים, נתכנן במפורט את התכניות החד-קוויות כולל חתכים, הגנות וכו'.
3. יש לערוך חישובים של מערך ההגנות והסלקטיביות בין המפסקים הראשיים של הלוחות (אלה שטור) וכן בין האבטחות למנועים והנתיכים או המפסקים הראשיים - "הגנות עורפיות" וכו'.
4. במקרה של דרישות מיוחדות - יש להבטיח שהפסקות חשמל קצרות לא "יפילו" את

ב. להלן רשימת מערכות החשמל העשויות להופיע בפרוייקט: -

1. שנאים;
2. לוח מתח גבוה;
3. לוחות מתח נמוך;
4. לוח סינופטי;
5. בקרים מתוכנתים;
6. כבלים - מתח נמוך וגבוה;
7. גופי תאורה;
8. אבזרים;
9. מערכות מתח נמוך - כריזה, גילוי אש ופריצה;
10. מערכות "אל-פסק" U.P.S.
11. מערכות אלחוטיות לאיתור עובדים;
12. מערכות להגנה בפני ברקים ובפני עליות מתח.

ג. השיקולים בעד ונגד שתי הגישות כפי שתוארו לעיל הם רבים, אולם נציין כאן את העיקריים שבהם:

מכרזים מפוצלים

1. עלות נמוכה יותר
2. אפשרות בחירת ספקים חופשית
3. מן המזמין נדרש להקצות כח אדם מיומן יותר לטיפול במכרזים
4. שליטה טובה יותר על מועדי אספקת הציוד
5. בחירת איכות הציוד הדוקה ומתאימה יותר
6. ביקורת כספית והסדרי תשלום נוחים יותר
7. פיקוח על ייצור טוב יותר
8. כפיפות הספקים - ישירות למזמין
9. קבלת שרות טוב יותר
10. אחריות לאחר הגמר - טובה

מכרז כולל

1. עלות גבוהה
2. אפשרות בחירת ספקים מוגבלת
3. צוות הקבלן מטפל בנושא שליטה גרועה יותר
4. שליטה על איכות הציוד - חלשה
5. הסדרי תשלום קבועים
6. פיקוח רופף
7. כפיפות הספקים לקבלן
8. קבלת שרות גרוע
9. אחריות גרועה

מסקנה:

מפעל המקים מערכת בהיקף גדול ויש לו צוות מנוסה, עדיף שיבחר במכרזים מפוצלים:

שלב שישי - פיקוח על ביצוע העבודה

א. ייצור במפעלים (תרשים 7)

1. שלב התכנון כפי שפורט לעיל מסתיים עם השלמת התכנית וכתבי הכמויות.
2. השלב הבא הוא יציאה למכרזי אספקה וביצוע או לאספקות בלבד.
3. עם קבלת תוצאות המכרז, יש לנתח אותן בשני המישורים: -
א. כלכלי - כספי; ב. טכני - איכות ויכולת ביצוע.
4. לאור ניתוח התוצאות, נוציא המלצותינו למזמין על אופן מסירת העבודה לפי השיקולים שפורטו לעיל.
5. בשלב זה, עם מתן צו התחלת העבודה, יש לוודא שכל התוכניות אכן מעודכנות לביצוע, וקיבלו את אישור הגורמים האחראים.
6. חלק מן הציוד - לוחות, לוחות תצוגה וגופי תאורה מיוצר במפעלים עליהם יש לפקח תוך מהלך העבודה ולעמוד לרשותם למתן הסברים והבהרות כולל בחירה בין אלטרנטיבות.
7. המפעלים ייצרו דוגמאות לגופי תאורה או אבי-טיפוס לפיקוד שיוגשו לאישור גורמי התיכנון.
8. עם השלמת הייצור במפעלים, יש לוודא בדיקות קבלה במפעל לפי מפרטי קבלה אשר יוכנו מבעוד מועד. חשוב שלוחות החשמל ייבדקו בפועל עם מתח ויצירת אסימולציה טכנית.
9. לאחר האישור, יובאו הלוחות לאתר הבניה - תוך מתן תשומת לב מירבית לנושא ההובלות, האחסון והשמירה.



נקוי מגעים, תקינות כבלים, בדיקות ויזואליות, ביקורת חיבורים וכו'.

תרשים 9



- תחזוקת מתקן** מחייבת ביקורת כבלים, חבורים למנועים, תיבות חבורים, נתיכים, מוצאים, צבע, אטימות לחדירת מים וכו'.
- תחזוקה מונעת כללית במסגרת המפעל**, כוללת בדיקת: רצועות, מערכות התמרה, מצברים, מטענים, חבורי קיר קיימים, תקינות גופי תאורה, זימזום של משנקים, חיזוקים מכאניים, תקינות הארקות וכו'.

ב. הפעלות והרצות של המתקנים (תרשים 10)

- הפעלת המערכות** תוך כדי הפעלת מערכת הייצור – כיוון הגנונת במצב של עומסים אמיתיים, כיוון זמני תגובה והשהייה, בדיקת חיגורים וכו'.
- הדרכת צוות המפעילים בנושאים:** הכרות מערכות החשמל, אופן תפעולם, איתור תקלות ברמת מפעיל והדרכה כללית.
- הכנת תעוד מלא** של כל התכניות לאחר הביצוע – סימון תוואי כבלים תת-קרקעיים, תכניות מבנה ללוחות, מיספור מהדקים – וסימון מרכיבים. הכנת תיק תעוד מלא של כל תעודות הבדיקה והכילול שסופקו למפעל – שנאים, מפסקים וכו'.
- הכנת ספר מתקן הכולל:** – תעוד של כל הרכיבים שנרכשו, כולל ספרי האחזקה שלהם, חלקי חילוף מומלצים – מספרים קטלוגיים, המלצות לתחזוקה של מערכות מתח גבוה ונמוך, שנאים – הוראות טפול וכו'.
- מיזעור** של כל האורגנילים למשמרת.
- הכנת הנחיות למעקב שוטף** אחר הצריכה החשמלית, שיא הביקוש, השלת עומסים, מקדם הספק וכו'.

תרשים 10



השלמנו עוד פרויקט מוצלח.

תרשים 8



ב. ההתקנה בשטח (תרשים 8)

- קבלן האינסטלציה וההתקנת קנות מתחיל את עבודתו בפקוח המתכנן. המפקח קובע את סדר העבודות בהתאם להתקדמות התקנת המערכות השונות אותן ישרתו מתקני החשמל.
- בשלב ראשוני יותקנו סולמות כבלים, תעלות ומעברים לכבלים, כולל צנרת וכו'.
- שלב החיבורים של המרכיבים השונים מתחיל במקביל להתקנתם וממשיך בד"בד עם השלמת ההתקנת המכניות. שלב קודם לשלב זה הוא שלב הנחת כבלים מן הלוחות אל המרכיבים (המכניות והמתקנים).
- שלב חיבור הלוחות יכול להעשות עוד בטרם הושלמו עבודות ההתקנה של המרכיבים השונים.
- שלב זה יושלם עם בדיקת החבורים, זיהוי הכבלים, עידכון התכניות והשלמת כל החיבורים משני הקצוות. בדיקות הקבלה של המתקן ייעשו על ידי צוות הכולל את אנשי המפעל, הפיקוח והמתכנן ב-3 מישורים: – א. אמינות ונכונות החבורים; ב. זיהוי כל קצוות הכבלים; ג. ארגון וסידור הכבלים; ד. נכונות חבורי המנועים; ה. כיווני סיבוב המנועים; ו. כיוול מגיני יתרות הזרם; ז. הגנות והארקות.
- הפעלת נסיון – ידנית ואוטומטית. בדיקה פעולת המערכת על פי המתוכנן.
- איתור התקלות ו/או השינויים על פי דרישות מהנדסי התהליך, כולל עדכון התכניות.
- מסירת המתקן לביקורת בודקי חברת החשמל אשר ייבדקו את המתקן באופן בטיחותי וכן את תקינות הארקות.

שלבי גמר

א. תכנון תחזוקה מונעת (תרשים 9)
עם השלמת הביצוע יש לתכנן את התחזוקה המונעת

1. הכנת תכניות תחזוקה מפורטות כולל לוחות זמנים לביצוע, בדיקות ותחזוקה מונעת – כגון:

כיצד בוצעה חבלה עצמית במערכת החשמל של מפעל אלקטרוניקה

אינג' ויקטור זיס

מפעלים רבים ובמיוחד אלה המצוידים במחשבים גדולים רגישים במיוחד לאיכות אספקת החשמל. הדבר נכון לא רק לגבי רציפות האספקה אלא גם לגבי "זיהום" מקורות האנרגיה החשמלית. עלי לציין שהאחראיים לאספקת החשמל בארץ פועלים רבות לצימצום הפסקות באספקת חשמל, אך לגבי "זיהום" רשתות החשמל תלוי הדבר בעיקר בצרכנים עצמם. בדרך כלל "זיהום", דהינו עיוות סינוסואידלי של המתח נגרם כתוצאה מהפעלת מערכות אלקטרוניות שונות, או על ידי התנעה ישירה לקו של מנועים גדולים.

למזלנו שנאי החלוקה מהווים מסננים טובים בפני התפשטות "הזיהום" * לרשת המתח הגבוה ומשם לרשתות מתח נמוך אחרות, ולכן "הזיהום" הוא בדרך כלל תופעה מקומית.

בבדיקת תלונת הצרכן התבררו הפרטים הבאים:

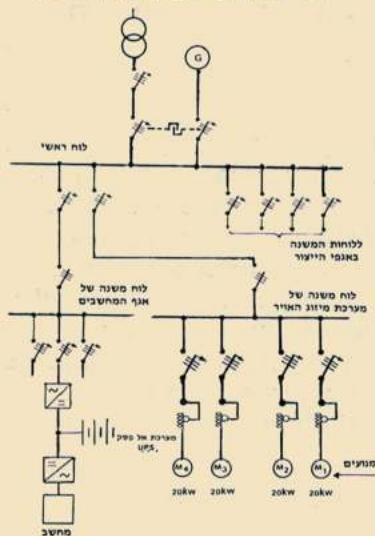
1. רוב ההפרעות בפעולת המחשב נגרמו על ידי מפלי מתח קצרים כתוצאה מהתנעות מדחסי מערכת מיזוג האויר המרכזית.
2. חלקם של ההפרעות נגרמו גם על ידי הפסקות באספקת חשמל מרשת חברת החשמל. עלי לציין שההפרעות שנבעו כתוצאה מהתנעות המדחסים גרמו כאמור גם להיבהובים תורדניים בתאורה הפלואורסצנטית, כמובן שהדיזלנגטור לשעת חרום, "הנכנס" לפעולה תוך 20-30 שניות מתחילת הפסקת החשמל או הפרעה חמורה אחרת באספקת החשמל, אינו פותר את הבעיה.

הפתרון:

לאור הממצאים הותקנה במפעל מערכת "אל-פסק" עבור המחשב והותקנו מתנעים מתאימים עבור המדחסים. (סכמה חשמלית של המפעל לאחר הכנסת מערכת "אל פסק" ראה בתרשים 2)

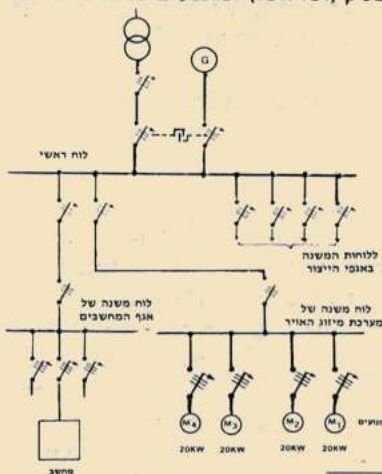
תרשים 2

סכימה חשמלית של המפעל לאחר הכנסת מערכת אל-פסק (U.P.S.) למדחסים.



תרשים 1

סכימה חשמלית של המפעל לפני הכנסת מערכת אל-פסק (U.P.S.) ומתנעים מתאימים למדחסים



- * מאמרים בנושא זיהום רשתות ראה: "התקע המצדיע" 24 - ספטמבר 1980; 29 - יוני 1983
- ** מאמר בנושא מערכות אל-פסק, ראה: "התקע המצדיע" 32 - אוגוסט 1984

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

לאחר נקיטת פעולות אלה נפסקו כל ההפרעות בפעולת המחשב והתאורה פעלה כתיקנה.
מערכת אל-פסק סטטית מורכבת ממישר זרם, המספק זרם ישר לטעינת המצברים ולהזנת ממיר (אינברטור), המספק זרם חילופין למחשב. מערכת זאת מבטיחה אספקת זרם ישר רציף למחשב אם באמצעות מישר זרם או ממצברים ללא כל תלות באספקת החשמל הסדירה מחברת החשמל או מהדיזלגנטור, ראוי להדגיש שאין כל סכנה של התפרקות המצברים גם במקרה של הפסקת חשמל ממושכת הואיל והדיזלגנטור "נכנס" כאמור לפעולה תוך 20-30 שניות מתחילת הפסקת החשמל.

סיכום:

- ניתן לסכם את השתלשלות האירועים כפי שתוארו לעיל כגרימת נזק באספקת החשמל התקינה למפעל על ידי המפעל עצמו וזאת עקב הפרת 2 כללים מתוך הכללים לאספקת חשמל לצרכנים, כדלקמן:
1. התקנת מנועים גדולים בהתנעה "ישירה" ללא קבלת אישור מחברת החשמל וזאת בניגוד לסעיף 5(ה) של אותם הכללים
 2. התקנת מדחסים בהתנעה "ישירה" הגורמים הפרעות למכשירים אחרים וזאת בניגוד לסעיף 18(א1) של אותם הכללים.

תעריף תעו"ז – חיוב לפי ביקוש מירבי שנתי/חודשי

הקורא שמואל עדיני, חשמלאי (הנדסאי) מקיבוץ יפעת, פנה במסגרת הכנס הארצי השנתי ה-3 לחשמלאים — בשאלה בהקשר לתעריף תעו"ז, אל צוות המשיבים כמושב מס' 5 שהתייחס לנושאים הקשורים במתקני מתח גבוה.

מאחר שחלה אי הבנה בסיסית בטיפול בשאלה ומכיוון שהקורא פנה אלינו במכתב לקבל תשובה מוסמכת בנושא שבו יש ענין לכלל ציבור החשמלאים, אנו מוצאים לנכון לפרסם את שאלתו ואת התשובה המוסמכת שקיבל ממר א. גולינסקי, סגן מנהל אגף הצרכנות בחברת החשמל.

השאלה:

"קיבוץ יפעת נמנה על צרכי מתח גבוה מזה כשנה וחצי, והנושא מוכר לי מכל היבטיו. ידעו לי שמדברים ובודקים כבר זמן רב את כדאיות החיוב לפי שיא ביקוש חודשי. אצלנו קיימת אפשרות טכנית פשוטה להורדת שיא הביקוש בעונות המעבר וביקיץ, אך אין אנו מפעילים אותה הואיל והדבר אינו תורם לנו מאומה, מאחר ובעייתנו היא בשלושת חודשי החורף (!!!). מבחינת המשק הלאומי מעודד הדבר ביזבוז משאבים, ואני מבקש לדעת כיצד הנכם פועלים לתיקון המצב, אם בכלל."

התשובה:

"על מנת להעמיד דברים על דיוקם ראוי להבהיר כי בתעו"ז, נכון להיום, הביקוש אמנם נמדד על בסיס חודשי, אך החיוב בחשבון הצרכן הוא על פי נתוני הביקוש המירבי השנתי, המוגדר — לגבי חודש כלשהו — כביקוש החודשי הגבוה ביותר שנרשם במשך שנה הכוללת את החודש הנדון ו-11 החודשים שקדמו לו. כפי שאתה מתאר במכתבך, מבנהו הנוכחי של החיוב בעד הביקוש המירבי גורם לכך שהפחתת הביקוש בחלק מהשנה — ואפילו במשך 9 חודשים — לרוב אינה מביאה תועלת לצרכן. בגלל בעיה זו, ואחרות, התגבשה, מגמה לשנות את בסיס החיוב בעד הביקוש. כללית, הכוונה היא לעבור לחיוב על בסיס חודשי. נשקלת אפשרות להנהיג מחירים שונים עבור הביקוש בהתאם לעונות השונות וכן ביסוס החיוב על נתוני הביקוש המירבי שיירשמו במשך פסגה בלבד. הנושא נמצא כיום בשלבים מתקדמים של בדיקה לקראת יישום, ואולם בגלל מורכבותו, נדרשתנושא מידה ניכרת של זהירות, כך שאיננו יכולים להצביע על תאריך שבו השינוי במבנה התעריף יאושר ויופעל."

מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" 36



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 כתובת המערכת: מערכת "התקע המצדיע" ת.ד. 8810 חיפה 31086.

הפרטים 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

רחוב/שכונה

ישוב:

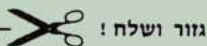
מיקוד:

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

36/11	36/10	36/9	36/8	36/7	36/6	36/5	36/4	36/3	36/2	36/1
36/22	36/21	36/20	36/19	36/18	36/17	36/16	36/15	36/14	36/13	36/12
36/33	36/32	36/31	36/30	36/29	36/28	36/27	36/26	36/25	36/24	36/23
							36/37	36/36	36/35	36/34

הודעה למערכת:

.....



גזור ושלח !

מרלוב בע"מ חברה להנדסה ואספקה

פתח תקוה רח' חן 20, מיקוד 49520, טל. 03-9226450, 03-9233239

וסתי מהירות

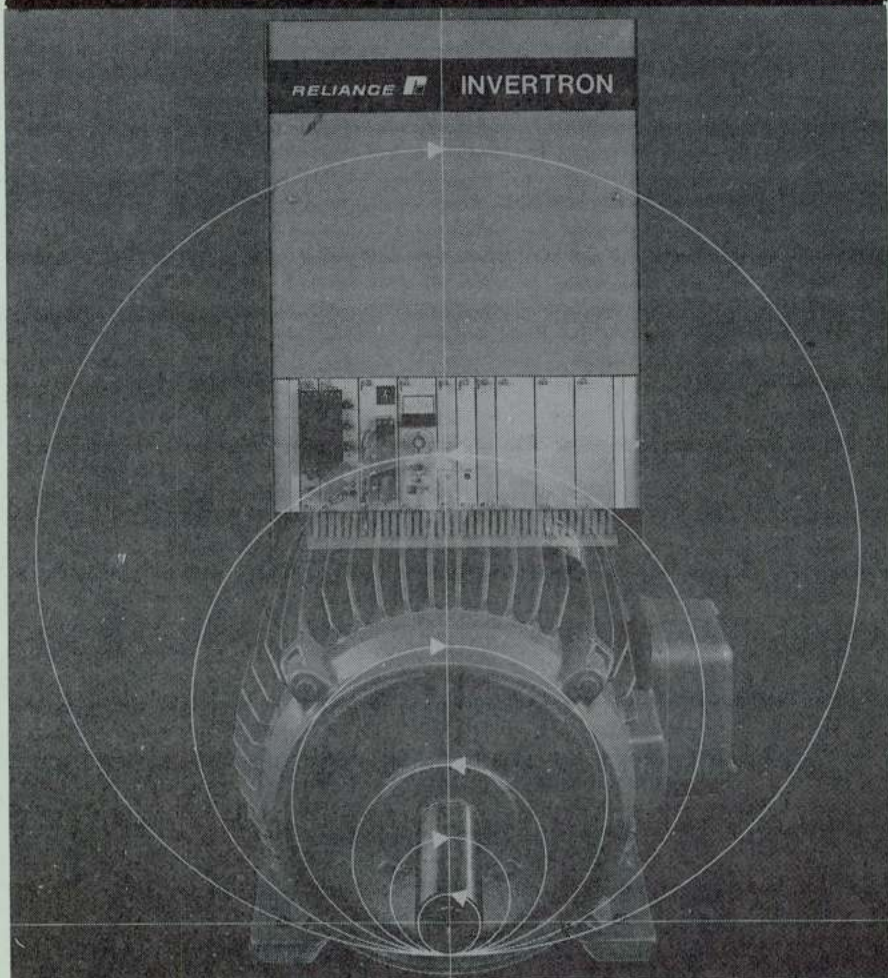
למנועי זרם ישר:

טיפוס	HP
Minitron	5 - 1/4
Maxitron	3000 - 5

למנועי זרם חילופין:

טיפוס	HP
BT I	3 - 1/4
VS I	30 - 1
CS I	500 - 20

יעוץ והדגמה — ללא התחייבות



RELIANCE ELECTRIC



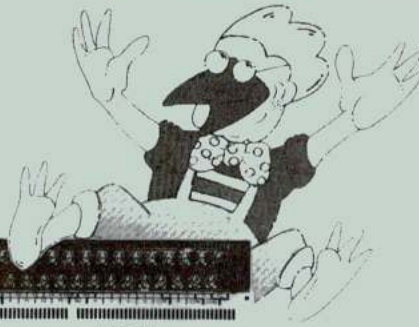
U.S.A. — SWITZERLAND

החברה המתמחה בהנעים לשינוי מהירות בארה"ב ובאירופה

מפתיעה OMRON

שוב!

בן קטן נולד לסידרה – "C"
SYSMAC-C20



*** 570 שקל חדש**

רב ביצועים, גמיש ומודולרי

הבקר C-20 – נועד אמנם להחליף ממסרים, אך מלבד הפעולות הפשוטות של הממסרים (מגע פתוח, מגע סגור וסליל), הוא מאפשר שימוש בפונקציות נוספות רבות, כגון:

- * סלילים נעלים (Latched);
- * קוצבי זמן (Timers), 999.9 שניות;
- * מונים (Counters), 9999 מניות;
- * פעולות חיבור, חיסור והשוואה של ערכים מספריים;
- * מספקי צעד (Sequencers);
- * פונקציות (move);
- * ועוד.

מודולריות של הבקר מאפשרת לו לטפל במספר גדול והולך של כניסות (אותות מהשטח) ויציאות (אותות אל רכיבים בשטח הנמצאים בפיקוח הבקר); עד למכסימום של 140 סה"כ, ובכך הוא הופך לחלק ממערכת בקרה מפעלית ע"י תקשורת עם הבקרים האחרים מסדרת "C". גמישות זו מנוצלת במקרים רבים להוספת משימות בקרה שלא תוכננו מראש.

* מבצע החל מ-570,000 שקל.

צעד בכיוון הנכון

כניסתן הנרחבת של מערכות בקרה המבוססות על בקרים מתוכנתים לתעשייה, מצביעה על הצורך במערכות בעלות רמת תחכום ואמינות גבוהים, נמשות בביצועים וכדאיות כלכלית לטווח ארוך. C-20 – בא לענות על צרכים אלו למשימות בקרה בהיקף מצומצם, והצלחתו באלפי מפעלי תעשייה ברחבי העולם מעידה כי זהו צעד קטן בכיוון הנכון.



משפחת "C"

Horon

בקרה תעשייתית ורכיבים.

מנהל על קבוצת כלל מחשבים וטכנולוגיה.

בנוסף חברתנו תוכל לעניין אתכם במגוון רחב של רכיבים לתעשייה: בקרי-טמפרטורה, קוצבי-זמן, מונים, ממסרים, מפסקים, לחצנים, מפסקי-גבול, מיקרו מפסקים, גשש-קירבה, תאים פוטו אלקטריים, אינקודרים.

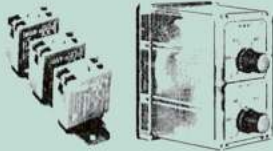
הורון מערכות בע"מ רח' יד המעבר 9 תל-אביב 69510 ת.ד. 24092 תל-אביב טל' 490877 03'482450 03'479843 FAX

מגטרון אלקטרוניקה ובקרה בע"מ

יצרנים ומפיצים של ציוד בקרה



- מגוון של מערכות התרעה
- קוצבי זמן ומהבהבים
- יחידות להמרת סיגלים
- בקרים מיוחדים
- מפסקי לחץ, טמפרטורה וזרימה
- מתקנים ומערכות בהתאם למפרטי המזמין
- מפסקי קירבה אינדיקטיביים
- בקרי גובה (אולטרסונים, אלקטרודות ומצופים)
- אלמוטים פוטואלקטריים
- התנעה רכה ובקרי מהירות



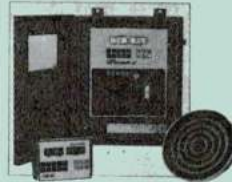
גם לך מגיע להנות ממוצר אמין, נוח להתקנה, מסר פק מהמלאי במחיר נמוך. אם עדיין לא קבלת את הקטלוג של תוצרת מגטרון, דרוש אותו מיד: מגוון של סוגי הפעלה, תחומי זמן, מתחי הפעלה.

טיימרים MSST 700 :
השהיית הפעלה, ניתוק, טיימרים מחזוריים, טוריים
מתחי פעולה מ-12 עד 220 וולט.
זמנים ממילישניות עד 24 שעות

למידע נוסף סמן 36/4

MILITRONICS

PROCESS CONTROLS FOR INDUSTRY



- מערכות מדידת מפלס אולטרה סוניות
- מערכות סקירה למפלס עד 60 מיכלים
- רגשי תנועה וסיבוב
- מתמרי הספק, מתח זרם

למידע נוסף סמן 36/3

EBRO ELECTRONIC GMBH



• בקרי טמפרטורה • מדי טמפ. דיגטליים ניידים

למידע נוסף סמן 36/6

TRUMETER



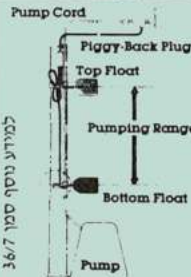
- מונים אלקטרוניים
- מונים אלקטרוניים עם 2 נקודות קביעה מוקדמת
- מונים מכניים
- מערכות למדידת אורך ומרחק

למידע נוסף סמן 36/5

מולטיפלקסר לבקרים מתוכנתים MMX-85

יחידת MMX-85 שפותחה ע"י מגטרון מסוגלת לקבל כניסות אנלוגיות כגון טמפ. RTD, 4 – 20mA, 5V – 1 וכל כניסה אנלוגית אחרת. המערכת כוללת 16 מגברים עם 32 פוטוצימטרים לכיוון אפס ותחום לכל כניסה. הסיגנל ה"מוגבר" ממוגן באופן אלקטרוני למעגל יציאה בעל תפוקה של 20mA – 4 אותות הפיקוד מהבקר הם פולסים. כל פולס מקדם את המערכת לכניסה הבאה. כדי להבטיח סינכרון משולם בין הבקר ל-MMX-85, קיימת כניסת RESET שהבקר מפעיל אותה לאחר 16 פולסים. עבור מקרים בהם נדרשת סקירה לא מחזורית קיימת אופציה של הפעלת המערכת ע"י אותות BCD. כדי לאפשר בדיקה או עבור כיוול ראשוני מותקן במערכת "מעגל קידום ידני" LED שמותקנת ליד כל כניסה מראה איזו כניסה מופעלת. המערכת יכולה להיות מונעת ממתח 24 וולט ז"י או חילופין או 220V ז"ח. הזיווד הוא ארגו מתכת (או פלסטיק) אטום מתאים להתקנה בשטח.

למידע נוסף סמן 36/8



למידע נוסף סמן 36/7

מצופים לבקרת מפלס



- קל להתקנה וחסכוני
- הפעלה ישירה של משאבות עד 2 כ"ס
- לתנאי סביבה קשים



למידע נוסף סמן 36/10

יחידות המרת סיגל
יחידות MSC-200 מקבלות סיגנל אנלוגי (מתח, זרם או התנגדות) וממירות אותו למגע או שני מגעים כאשר הערך הנמדד עובר את הסף. יחידות MISC ממירות סיגנל אנלוגי לסיגנל אנלוגי אחר כולל בדוד גלויני מלא בין כניסה ויציאה.
יחידות nMSC בעלות ביצועים זהים אך ללא בדוד גלויני.



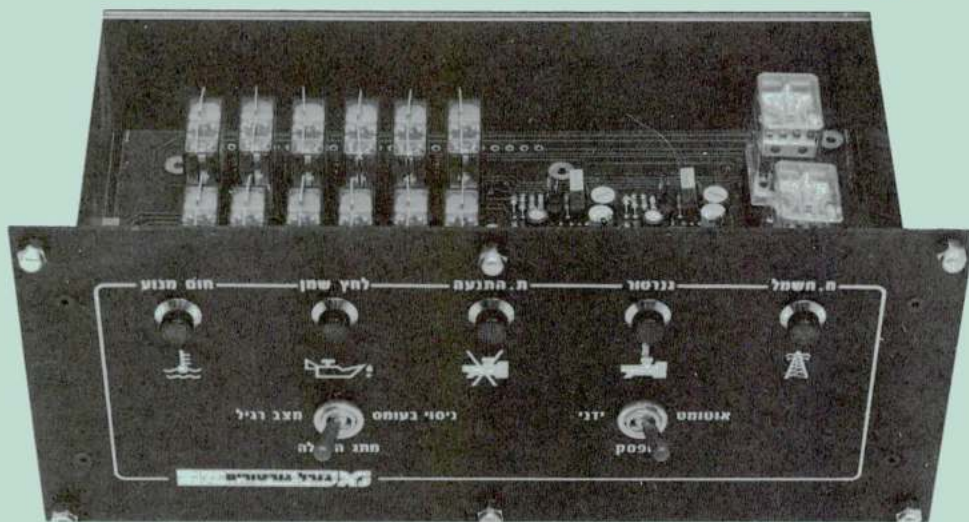
Huntleigh Technology proxistor

- מפסקי קירבה
- לזרם חילופין
- מפסקי קירבה
- לזרם ישר
- מפסקי קירבה קיבוליים
- מפסקי קירבה לפי NAMUR

למידע נוסף סמן 36/9

ת.ד. 1719 חיפה 31016 (רח' מרקוני 12 צ'ק-פוסט) טל. 728739, 04-740704

מערכת התנעה אוטומטית לדיזל גנרטור



המערכת בנויה משני כרטיסים אלקטרוניים נישלפים הניתנים להחלפה והמהווים יחד מערכת פיקוד מושלמת העונה לכל הדרישות התעשייתיות ומתאימה לכל סוג וגודל של דיזל וגנרטור.

המערכת כוללת:

- ★ יחידת שלוש התנעות עם השהייה בין ההתנעות עד 30 שניות.
- ★ יחידת ממסר חוסר פזה/מפל מתח הניתן לכיוון בין 180-240 וולט.
- ★ יחידת פיקוד להחלפת מגענים בין ח/חשמל לגנרטור עד 180 שניות.
- ★ השהייה לקירור הדיזל ללא עומס עד 240 שניות.
- ★ מערכת הגנות: לחץ שמן, חום מנוע, תקלה בהתנעה, כולל נורות ביקורת (אפשרות לתוספת הגנות לפי דרישה).
- ★ אפשרות התנעה אוטומטית או ידנית עם אפשרות ניסוי בעומס.

ג'נרל גנרטורים

שרותים אלקטרומכניים



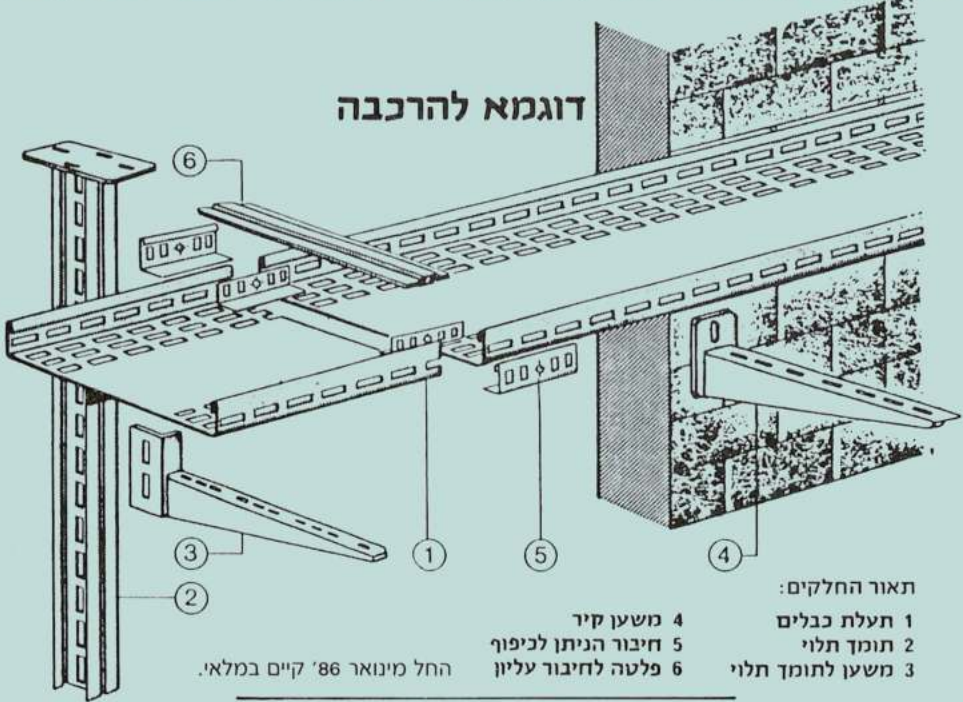
רח' האורגים 18 אזור התעשייה חולון 58856. טל. 893128, 03-951634

לירד שיווק בע"מ

ת.ד. 609 נצרת עילית, טל. 065-74434

תעלות וסולמות כבלים MFK

דוגמה להרכבה



תאור החלקים:

1 תעלת כבלים

2 תומך תלוי

3 משען לתומך תלוי

4 משען קיר

5 חיבור הניתן לכיפוף

6 פלטה לחיבור עליון

החל מינואר '86 קיים במלאי.

אינטר אלקטריקה

שרות וביצוע

עבודות חשמל בע"מ

ביצוע עבודות חשמל בתעשייה
בתי קרור, מכוני תערובת, בתי אריזה

נצרת עילית, אזור תעשייה ב', רח' העמל 3

ת.ד. 609, טל. 065-74434



ה- "BABY" טל



ALLEN-BRADLEY

יצא מחיתוליו



- 885 צעדי תיכנות.
- תיכנות קל ופשוט בשפת דיאגרמת סולם.
- מגיעים יבשים ביציאות לכל המתחים.
- מתחים שונים בכניסות עם בידוד אופטי.
- 32 מונים/קוצבי זמן בתחום עד 9999.
- תוף לוגי בן 100 צעדים.
- SHIFT REGISTER
- עד 112 I/O.
- גיבוי הזכרון בסוללה ואו EPROM מותאם להתקנה על מסילת DIN או על קיר.
- תנאי עבודה: 0-60°C, 5-95%.
- תקשורת למחשב IBM PC.
- חוברת הדרכה בעברית.
- בעתיד הקרוב: כניסות אנלוגיות ותקשורת עם בקרי ואחרים.

כבר בששת החודשים הראשונים סופקו והופעלו מאות מערכות במגוון רחב של יישומים.

SLC™ 100

במלאי



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

תל אביב, רח' תוצרת הארץ 10, ת"ד 36005
ת"א 61360, טל. 03-254162 (10 קווים),
טלקס: 32336, פקסמיליה 03-258678.

הדרכה לכל המעוניין מתקיימת בקונטל ללא תשלום בשבוע הראשון בכל חודש בשעות: 09.00-13.00
בתאום מראש נא להתקשר עם חיה.

לך על בטוח

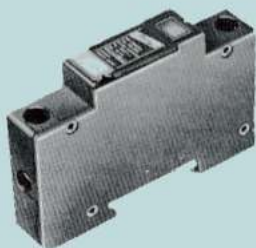
הגן על ציודך בפני מתחי יתר וברקים!

חשוב
לחשמלאי הראשי
האמצע!



מגן מתח יתר
וברק
VM 280 10 KA

הגנה על אספקות
חשמל
לפסי צבירה.



מפרץ מוגן
התפוצצות
ExPS

מפרץ אמין
למניעת ניצוצות
באטמוספרות
נפיצות.



הגנה
למסופים
ולמערכות
מחשבים CS

הגנה משולבת -
מגינה בפני מתחי יתר
בקווי DATA
(תקשורת V₂₄ V_{LI}
RS 232)
ורשת החשמל.



בליצדוקטור
BLITZDUCTOR
KT

מגוון התקנים
להגנה עדינה
(1.3 x U_n)
על קוי תקשורת
מחשבים, מסופים,
טלקס וכו'.



מגן מתח יתר
BEE

הגנה על מחשבים
מסופים,
מרכזיות טלפונים,
וכו', בפני מתחי יתר
לאדמה ובין זוגות
הקווים (50KA).



הגנה UGK ל-
COAX
CABLES Ω

הספק שידור
עד 5 KW



זכור, הנזק העקיף יכול להיות חמור יותר מהנזק הראשוני לציוד!

אנו לשרותך במידע ויעוץ

הנדסה אלקטרומכנית חיפה בע"מ

יצרני לוחות וציוד מיתוג חשמלי לתעשייה ולבנין

מקבוצת קצנשטיין אדלר

חיפה, רח' יפו 121, טל: 04-532174



DEHN+SOHNE נציגות בלעדית: די.אס.בי. הנדסה בע"מ

שט-723

חסוך בזמן ובהוצאות

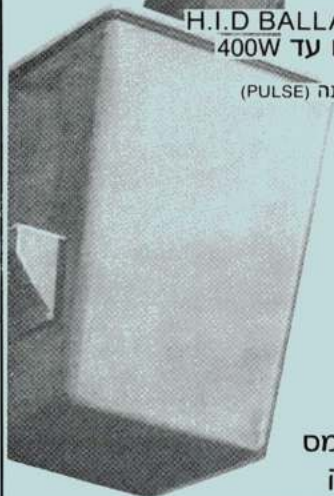


P.O.C tester

מד תקינות למערכות תאורה; נל"ג • מטל הלייד • כספית

H.I.D BALLAST PULSE AND OPEN-CIRCUIT VOLTAGE TESTER
מווד הצתה ומתח ללא עומס במערכות פריקה בהספקים עד 400W

כאשר מחליפים נורת פריקה בגוף תאורה, P.O.C TESTER בודק את מתח ההצתה (PULSE) ומתח ללא עומס של הנטל. (OPEN-CIRCUIT VOLTAGE)



— בודק מתח ההצתה —
תקינות מצת (PULSE):
נורית ניאון מהבהבת,
מאשרת תקינות רמת
מתח ההצתה.

בודק מתח ללא עומס
— תקינות משנק
(OPEN-CIRCUIT VOLTAGE)
נורית ניאון דולקת רצוף,
כאשר המתח ללא עומס
יהיה מעל 70 וולט ומתחת
ל-250 וולט.



אזהרה!!

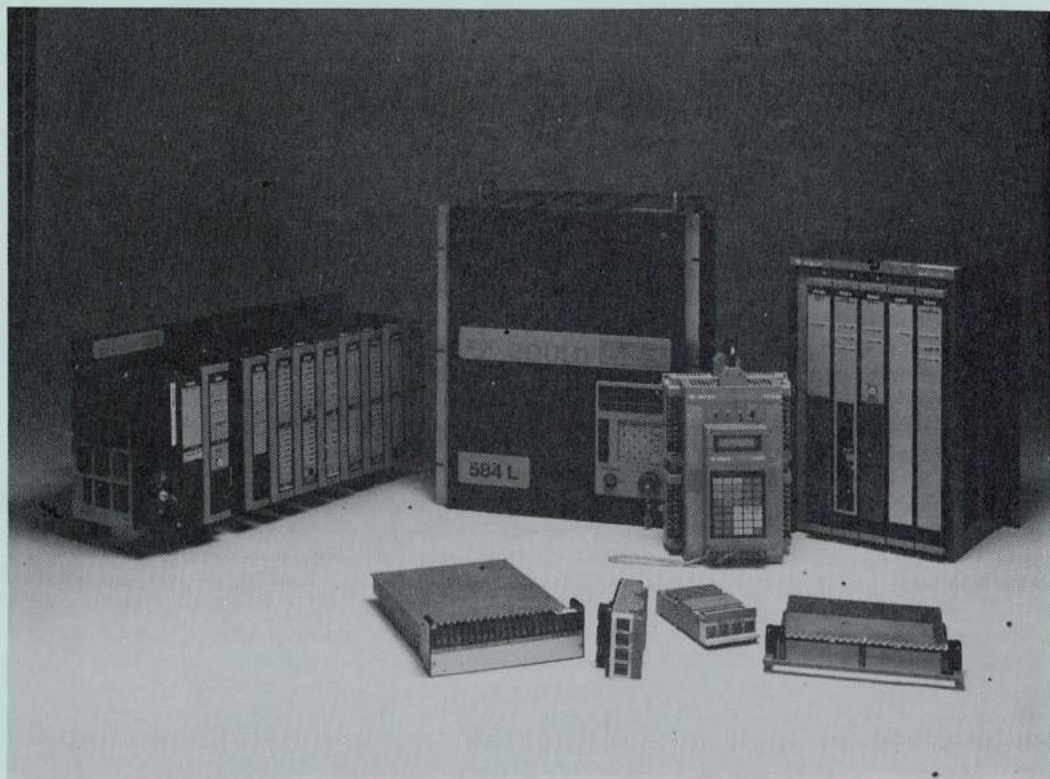
אין לבדוק ב־P.O.C TESTER מעגלים בהספק 1000 ווט ומעלה.
במקרה של שימוש בהספקים גבוהים ינזקו הרכיבים האלקטרוניים
כתוצאה מעומס יתר.

שטייניץ

מפעלי תאורה בע"מ.



רח' התעשייה 12 ת"א טל. 336043.
ת.ד. 20230 מיקוד 61201



עידן חדש בבקרה

חברת אפקון מקבוצת פויכטונגר תעשיות בע"מ היא הגדולה והמובילה בשוק הבקרה המתוכנתת. החברה מונה כ-50 מהנדסים והנדסאים, לחברה סניפים בבאר-שבע ובחיפה הכוללים כ-6 מהנדסים לסניף. ב-10 שנות פעילותה בשוק הבקרה הישראלי, רכשה חברת אפקון ידע וניסיון רב בכלל שטחי הבקרה החל מתכנון כללי והגדרת דרישות וכלה בתיכנות, התקנה והרצה. פריסת החברה בכמה סניפים גדולים מאפשרת מתן שרות צמוד ללקוח.

חברת GOULD עומדת בפני סיום הוצאתה לשוק של סדרה מלאה של בקרים חדשים. קו זה ממשיך את המסורת הארוכה של בקרי איכות שהפכו את בקרי מודיקון ואת חברת GOULD המייצרת אותם, למובילים בתחום הבקרים המתוכנים בארץ ובעולם. חברת MODICON CONTROL DIV. מיוצגת בארץ ע"י חברת אפקון בקרה ואוטומציה בע"מ, מקבוצת פויכטונגר תעשיות. חברת אפקון היא הגדולה והותיקה בארץ בתחום הבקרים המתוכנתים והבקרה התעשייתית.

בסדרת בקרי MODICON החדשים מופיעים הבקרים הבאים:

MODICON 085 - בקר מודולרי לאפליקציות קטנות עד I/O 128, המבוסס על כרטיסים בעלי 8 נקודות. מחיר מערכת שבה I/O 24 ו-1K זכרון - כ-\$300 בלבד!!!

MODICON 185 - בקר מודולרי לאפליקציות קטנות ובינוניות - עד 3.5K זכרון ו-I/O 512, המבוסס על כרטיסים בעלי 32 נקודות.

MODICON 884 - לאפליקציות בינוניות - עד 9.1K זכרון ו-I/O 1024, בעלי תכנות בעליות שאינן קיימות בבקרים מהדור הקודם.

MODICON 984 לאפליקציות גדולות. מהווה פריצת דרך בתחום הבקרים המתוכנתים. הבקר המהיר ביותר בעולם - 0.5 MSEC ל-1K לוגיקה! בעל 18K זכרון, 8,192 ביטים I/O, מהם 384 ערוצים של 16 ביט ו-I/O 2048 דיסקרט.

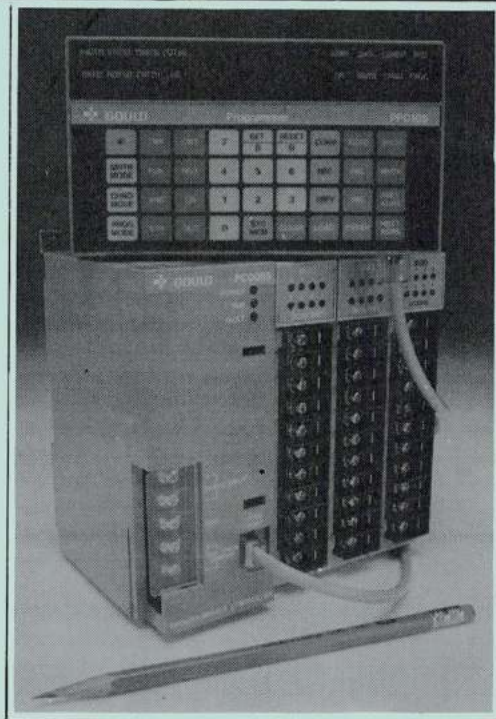
MODICON 584 L - דגם חדש של ה-584 לאפליקציות גדולות ביותר. עד 128K זכרון ו-I/O 8192. לבקר כל פונקציות התכנה של ה-984 והוא עובד עם כרטיסים מסדרה 200, 500 ו-800. יכול לשמש כ-MASTER לעד 247 בקרים (SLAVES).



אפקון בקרה ואוטומציה בע"מ
מקבוצת פויכטונגר תעשיות

רח' פינסקר 19, ת"א 63421, ת.ד. 4857 ת"א 61048,
טל: 03-299617, טלפקס: 33665 FEUCO IL

085 - בקר קטן לכל מתקן.



חברת אפקון מקבוצת פויכטונגר תעשיות בע"מ היא הגדולה והמובילה בשוק הבקרה המתוכנתת. החברה מונה כ-50 מהנדסים והנדסאים, לחברה סניפים בבאר שבע ובחיפה הכוללים כ-6 מהנדסים לסניף. ב-10 שנות פעילותה בשוק הבקרה הישראלי, רכשה חברת אפקון ידע ונסיון רב בכלל שטחי הבקרה החל מתכנון כללי והגדרת דרישות וכלה בתיכנות, התקנה והרצה. פריסת החברה בכמה סניפים גדולים מאפשרת מתן שרות צמוד ללקוח.

אפקון

אפקון בקרה ואוטומציה בע"מ

מקבוצת פויכטונגר תעשיות

רח' פינסקר 19, ת"א 63421, ת.ד. 4857 ת"א 61048.

טל: 03-299617, ט 0770 : 33665 FEUCO IL

— מתחיל מ-16 כניסות ו-8 יציאות.

— מסוגל לטפל בעד 120 כניסות/יציאות בעזרת כרטיסים של 8 כניסות או-8 יציאות על כל כרטיס.

— 1K זכרון RAM או EEPROM.

— כולל מונה מהיר עד 5KHZ.

תוכנה עם פונקציות מיוחדות כגון:

— מגעים טרנסיאליים.

— SHIFT REGISTERS.

— העברת רגיסטרים.

— CONVERT, COMPARE.

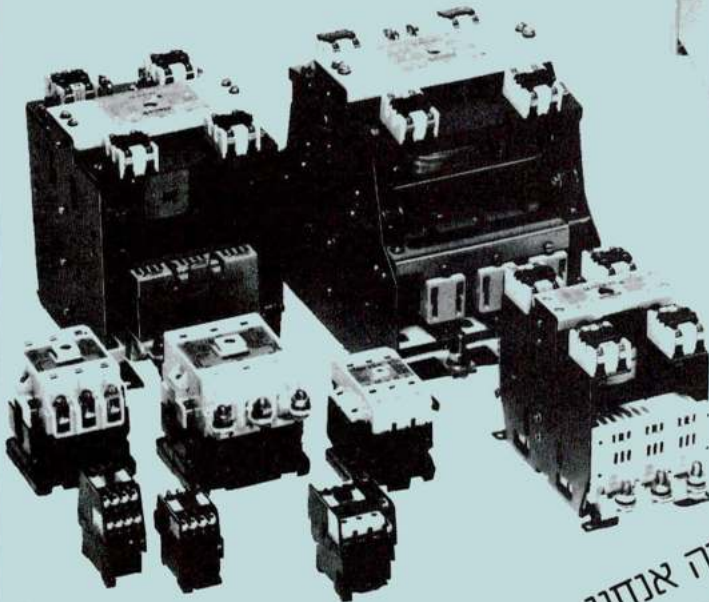
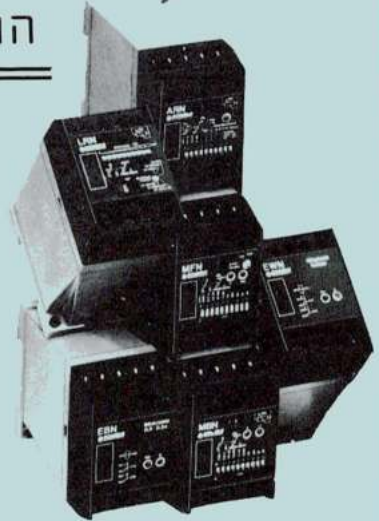
— סליל ראשי (MCR), ו-JUMP.



אטקה בע"מ חברה לשיווק והפצה
מקבוצת פויכטונגר תעשיות

ההחלטה הטכנולוגית הנכונה

מגענים, יתרות זרם ממסרי זמן אלקטרוניים
לחצנים ומנורות פיקוד
תוצרת חברת SCHIELE (Sbik) גרמניה
4 KW עד 270 KW
אורך חיים = 10 מליון פעולות
אספקה מהמלאי



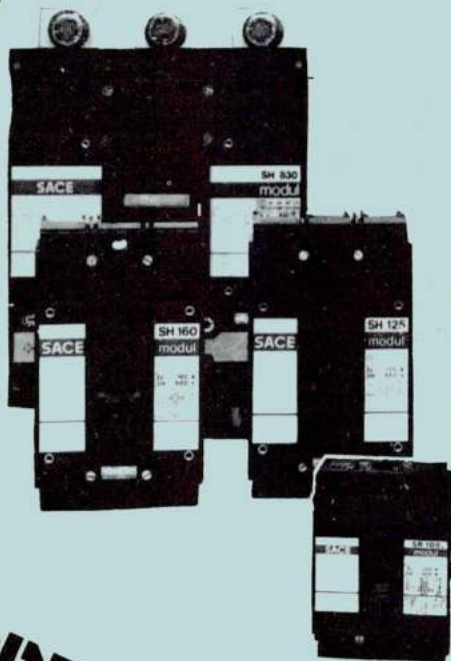
NEW

ציוד שילה זה אנחנו
10⁶ פעולות = אמינות = איכות

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



אטקה בע"מ חברה לשיווק והפצה
מקבוצת פויכטונגר תעשיות



10 1250 A
MODUL - SR / SN
380 / 415 V = 12 ÷ 35 KA (P2)
MODUL - SH
380 / 415 V = 50 ÷ 70 KA (P2)

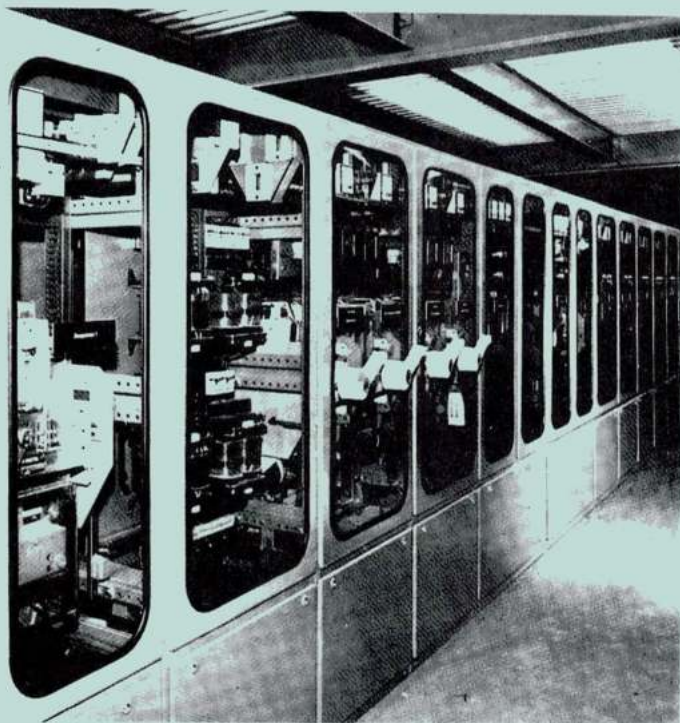
ההחלטה הטכנולוגית הנכונה

רח' בר-נוכבא 6, בני-ברק, ת.ד. 917 בני-ברק 51625, 70-03-707146, טל.קס. 33665 FEUCO II

SACE



קבוצת קצנשטיין אדלר



על צי
אנ

קבוצת קצנשטיין אדלר
אנו תמיד קרובים אליך:



קצנשטיין אדלר
קצנשטיין אדלר
א. הנדל קצנשטיין
הנדסה אלקטרוני
ה. א. מ. שיווק ב
לוחות והנדסת
קצנשטיין אדלר

מלאי חלפים

בקרת איכות

שרות

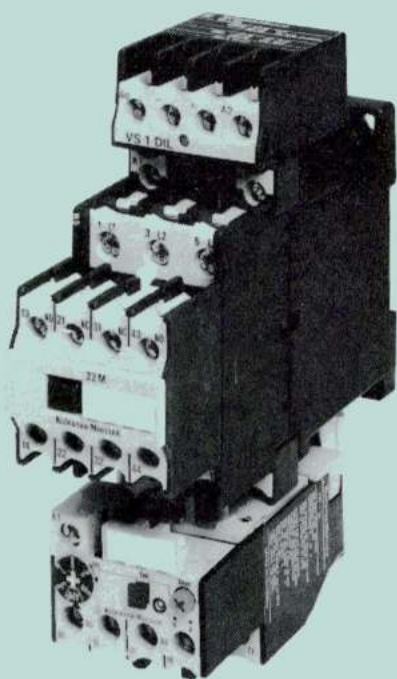
ייצור

תכנון

אמינות

אחריות

איכות



דדדש

**DIL R/DIL M
מבנה מודולרי**

**יד מיתוג קלוקר מלר
פשר תמיד לסמוך.**

**לשם קבלת מידע נוסף
יתן לפנות למשרדינו הטכניים**

02- 536332 טל. **ירושלים**
057- 35916 טל. **באר-שבע**
03- 614668 טל. **תל-אביב**
03- 614668 טל. **תל-אביב**
03- 999844 טל. **ראשון לציון**
03- 623421 טל. **תל-אביב**

ק.מ.ק. הנדסת חשמל בע"מ
ק.א. אלקטרומכניקה באר-שבע בע"מ
טקסל אלקטרוניקה בע"מ
סולקון תעשיות בע"מ
מיתוג בע"מ
אסטרול בע"מ

03- 614668 טל.
03- 614668 טל.
04- 614776 טל.
04- 532174 טל.
04- 532174 טל.
052- 24003 טל.
051- 26719 טל.

תל-אביב
תל-אביב
תל-אביב
חיפה
חיפה
כפר סבא
אשקלון

תעשיות (1975) בע"מ
ושות' בע"מ
יין אדלר בע"מ (התקנות)
ניקה חיפה בע"מ
י"מ
זשמל כפר סבא בע"מ
תעשיות (סניף אשקלון)



מודול חירום

פירושו גמישות, חסכון ובטיחות

הקדמה

מערכת תאורת חירום דרושה בכל המתקנים בהם הפסקת התאורה המלאכותית יכולה ליצור מצב מסוכן לאנשים הנמצאים בתוכם. הפסקת התאורה יכולה להגרם מסיבות שונות:

- הפסקה באספקת החשמל.
- הפסקה כתוצאה של פתיחה מקרית של מפסק ראשי, או שריפת נת"ך.
- תקלה מקרית במערכת החלוקה בכל המקרים החושך הפתאומי יכול לגרום לבהלה ולתאונות.

מערכות חרום

כדי למנוע את התוצאות השליליות הנגרמות על ידי הפסקת התאורה, עומדים לרשותינו סוגים שונים של מערכות חירום:

1. הזנת חלק מגופי התאורה ממעגל נפרד.

על ידי כך עוקפים את הלוח הראשי וגופים אלה ימשיכו לפעול למרות התקלה בלוח. בדרך זו אין המתקן מוגן כנגד הפסקה באספקת החשמל.

2. גנרטור

גופי התאורה מופעלים כולם או חלקם על ידי גנרטור. לשיטה זו כמה חסרונות: ראשית - זמן התגובה של המערכת ארוך למדי (בין 10 ל-30 שניות). שנית - המצברים המיועדים להתנעת הגנרטור דורשים תחזוקה מתמדת.

3. מערכת מצברים מרכזית

התאורה בזמן חירום פועלת בעזרת זרם ישר המסופק ממצברים מרכזיים. לשיטה זו כמה חסרונות:

- דרוש חדר מיוחד למצברים וקיים צורך בתחזוקה מתמדת.
- נדרשת אינסטלציה נפרדת לאספקת הזרם הישר אל גופי התאורה.
- תקלה במערכת מנטרלת את כל גופי התאורה המיועדים לפעול בשעת חרום.

4. יחידות עצמאיות

זאת השיטה הטובה ביותר כדי להבטיח את פעולת גופי התאורה בזמן חירום:

- אין צורך בתחזוקה.
 - אין צורך בהזנה נפרדת.
- היחידות באות למלא 2 מטרות:
- לאפשר מילוט תוך כדי סימון מסלולים ויציאות. לשם כך משתמשים בנורות בעלות הספק נמוך (ליבון או פלורצנטים מ"4 עד 20 ווט).

2. לאפשר את המשך הפעילות השוטפת במלואה או בחלקה. למטרה זאת נחוצה תפוקת אור גבוהה יותר. כאן בא לביטוי **מודול החירום EM 18-65 של מפעלי תאורה געש** המקנה: – למתכנן התאורה - גמישות מקסימלית בבחירת גופי התאורה, אשר מתוך מתקן התאורה כולו ישמשו גם לתאורת חירום, תוך שמירה על רמת התאורה הדרושה ועל אחידותה. – לאדריכל - לשמור על המראה הארכיטקטוני, כי המודול מתאים לכל סוג גוף תאורה. – לאיש האחזקה ולחשמלאי - מאפשר להפוך כל גוף תאורה קיים לתאורת חירום בזמן ובמקום הרצויים לו.

מודול EM 18-65

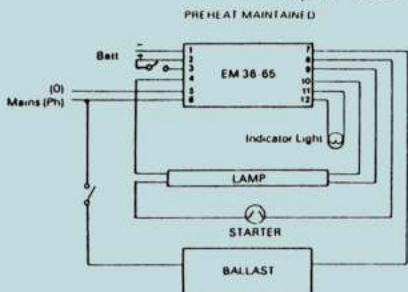
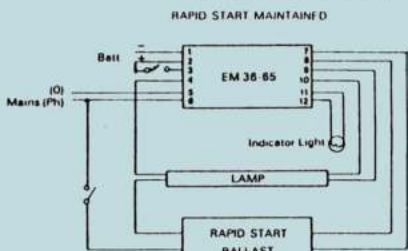
מורכב מ:

- ★ יחידה מרכזית הכוללת בתוכה:
 - מטען אוטומטי לחלוטין
 - מעגל אלקטרוני המפעיל את היחידה כאשר מתח הרשת יורד לערך שבין 60% ל-85% מהמתח הנומינלי.
 - מעגל הגנה נגד פריקת יתר של המצברים.
 - ממיר בעל יעילות גבוהה העובד בתדר של 30KHZ, דבר המונע הפרעות רדיו ומגביר את תפוקת האור.
 - נורית LED המראה מצב טעינה.
- ★ יחידת מצברי NiCd אטומים אשר לא דורשים תחזוקה. המודול מתאים לשימוש עם:
 - נורות פלורצנטיות: EM-65-40-20-18 ו.ט.
 - לתאורה דו-תכליתית בצרוף עם משקים מיני (עם סטרטר), רפידסטרט (בהתאם לתרשימים).
 - לתאורת חירום בלבד (ללא צורך במשנק).

נתונים טכניים

מתח כניסה: 220/240 VOLT-50HZ
צריכה ב- STAND-BY: 3.8 VA
שטף אור:

EM18-65/1 = 35% משטף נורה 40 ווט (+/- 1000 לומן)
EM18-65/2 = 50% משטף נורה 40 ווט (+/- 1500 לומן)



זמן פעולה:

EM18-65/1 = 90 דקות.
EM18-65/2 = 60 דקות.

מצבר:

4.8V-4AH-NiCd

זמן טעינה:

24 שעות (לאחר 14 שעות המצבר טעון ב-2/3 מהקבולת המירבית)

בסיכום - לתחום תאורת החירום התווסף אלמנט חדש, יעיל, גמיש וחסכוני שכדאי לנצל עד תום.

אינג' דניאל קלינה



כלי עבודה בעלי בידוד מושלם לעבודה תחת מתח עד 1000 וולט, עשויים מפלדת
 כלים מיוחדת וחזקה.
 מומלצים במיוחד לעבודות תחזוקה במפעלים ולעבודה על רשת חיה.

מפיצים בלעדיים בישראל:
יוליאן משה

ירושלים, רח' יותם 7, טלפון 532776 – 02-664646



מפעלים
אזוריים
בית שאן
חשמליה

מוצעים למכירה
מפסיקי מתח גבוה
קרונה KRONE
תוצרת צרפת
קומפקטיים

מחיר מציאה

Un — 25KV
Ia λ 0.7 — 400A
I dyn=le — 35KA
ניתן לראותם בשטח

לפנות לכהן עוזי או אלישיב גלעד.

למידע נוסף סמך 36/25

REMSTiger

משור חשמלי נייד
לחיתוך כבלים, צינורות,
פרופילים, פחים ועץ.



מפיצים בלעדיים בישראל:
יוליאן משה
יבוא ושיווק
ירושלים, רח' יותם 7.
טלפון 02-664646-532776

REMSTiger

למידע נוסף סמך 36/23

א.א.א. בע"מ

יבוא והפצה לציווד מיתוג
AEG
מבחר ציוד איכות לתעשייה, קבלנים,
קיבוצים, יצרני לוחות חשמל
ולבתי מסחר לחשמל.

ת.ד. 159 אזור תעשייה תל"ח 20302
טל. 211321, 04-225226

למידע נוסף סמך 36/26

לוחץ נעלי כבל ושרוולים מנחושת
או אלומיניום, למוליכים קשים או
גמישים, בחתכים 16-400 מימד.
חותך מוליכים עד 30 מ"מ קוטר.



מפיצים בלעדיים בישראל

יוליאן משה
יבוא ושיווק

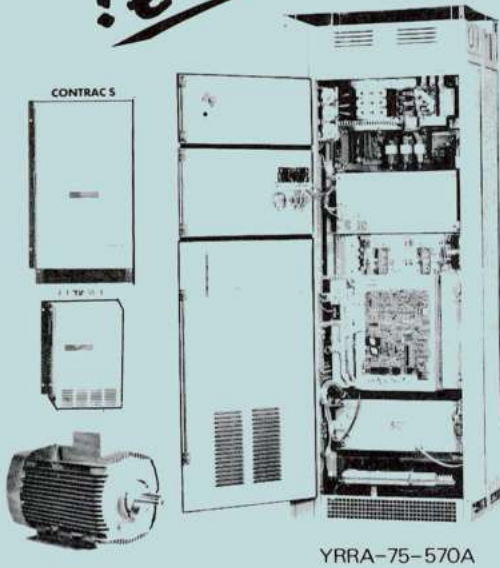
ירושלים, רח' יותם 7

טלפון 02-664646-532776

למידע נוסף סמך 36/24

הנע מווסת מהירות ASEA

חדש!



YRRA-75-570A

Asea-Drive מזמינה אותך לבחון את "הלהיט" החדש בתחום ויסות מהירויות למנועים אסינכרוניים רוטור כלוב.

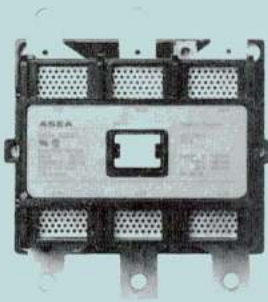
המרת תדר בשיטת — P.W.M. — (Pulse Width Modulation) — לויסות ושינוי מהירות רצוף עם שמירה על מומנט קבוע מ"ס עד למהירות מנוע נומינלית, ומומנט קטן במהירויות מעל מהירות מנוע נומינלית.

דגמים עיקריים

- 1. חדש** — דגם YRRC וסתים למנועים קטנים
27 A, 16 A, 11 A, 4 A בגדלים 380 V/4-58 A
58 A, 36 A.
- 2. דגם YRSA** למתחים 380 וולט, 55 A 30 A ו-85 אמפר, לויסות מהירות למנועים עד 45 קו"ט.
- 3. דגם YRRA:** למתחים 380 וולט, 500, 660 ו-700 ט, עד 570 אמפר לויסות מהירות למנועים עד 630 קו"ט (!!!).
- 4. כמו כן ניתן לקבל** וסתי מהירות למנועים אסינכרוניים עם רוטור מלופף (בשיטת קסקד).
מנועים אסינכרוניים Asea הטובים בעולם (ניתן לקבל עם ווסתי המהירות כמתקן "Turn key").
מנועי מעצור, מנועי גיר, מנועים עם טבעות החל-קה, מנועי קומוטטור (שרגא).
- 5. מנועי זרם** ישר מעשירית עד אלפי כ"ס.
- 6. וסתי מהירות** ו"י (מישר מבוקר) TYRAC-8A. מן המשוכללים בעולם.

פנה אלינו לייעוץ ומובטחת לך העזרה המקצועית של מומחי ASEA לקבלת הפתרון הטוב והאמין ביותר.

מגענים ומתנעים חדשים !!! EH-ASEA



מיועד למנוע דגם	זרם		מיועד למנוע דגם	זרם			
	ב"א AC1	ב"א AC3		ב"א AC1	ב"א AC3		
EH*6	25 A	6 A	EH* 50	22 KW	70 A	55 A	
EH*9	4 KW	25 A	9 A	EH* 65	30 KW	80 A	65 A
EH*12	5.5 KW	25 A	12 A	EH*100	55 KW	135 A	120 A
EH*16	7.5 KW	40 A	16 A	EH*160	110 KW	210 A	210 A
EH*22	11 KW	50 A	23 A	EH*250	160 KW	300 A	300 A
EH*32	15 KW	63 A	30 A	EH*400	280 KW	800 A	550 A
EH*40	18.5 KW	63 A	40 A	EH*630	370 KW	1000 A	700 A

- אמינות גבוהה ביותר.
- אחזקה נוחה (החלפת סלילים קלה)
- ניתן לקבלם עם תוספות - כגון משהה זמן, פנאומטי
- מגעי עזר נוספים, נעילה מכנית וחגור בין שני המגענים.
- ממסרי יתרת זרם המתחברים בקלות למגען. - גימור מעולה. - מחירים סבירים.

הודסת חשמל בע"מ ASEA



ביאליק 129 - ת.ד. 8229 רמת גן 52523 (ליד גשר ההלכה)
טלפון חדש: 03-7519146, טלקס לועזי 32154 פקסימיליה 7511628 - מפה

סולקון תעשיות בע"מ מקבוצת קצנשטיין אדלר

SOLCON

RVS

מתנע אלקטרוני להתנעה רכה
 להתנעה מבוקרת ורציפה של מנועי רוטור כלוב. הגבלת זרם ומומנט ההתנעה למניעת מכות זרם ברשת והלם מכני על המנוע והעומס. המתנע כולל מערכות הגנה למנוע ולמתנע עצמו.



03-614668 טל **תל-אביב**
 04-532174 טל **חיפה**
 052-24003 טל **כפר-סבא**
 051-26719 טל **אשקלון**
 02-536332 טל **ירושלים**
 057-35916 טל **באר-שבע**
 03-614668 טל **תל-אביב**

קצנשטיין אדלר ושות' בע"מ
 ה.א.מ. שיווק בע"מ
 לוחות והנדסת חשמל כפר-סבא בע"מ
 קצנשטיין אדלר תעשיות (סיניף אשקלון)
 ק.מ.ק. הנדסת חשמל בע"מ
 ק.א. אלקטרומכניקה באר-שבע בע"מ
 סולקון תעשיות בע"מ

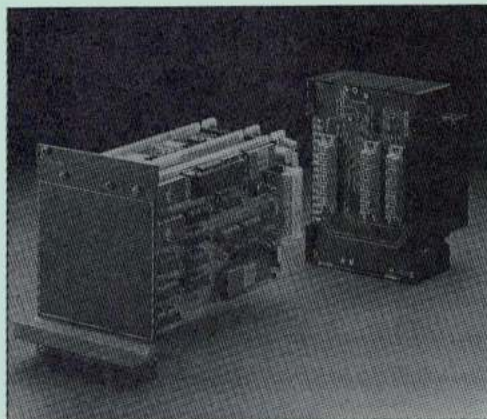


BBC
BROWN BOVERI

GOERZ
METRAWATT

Multi-Transducer

מתמר רב ערוצי 3-6 יציאות זרם, מתח
רשתות חד פאזיות, תלת פאזיות
ניטור מתח, זרם, הספק אקטיבי וראקטיבי
ניטור כופל הספק ותדר
חיבור ישיר עד 660V
תחום תדרים 16HZ-65HZ
בידוד מלא בין יציאה לכניסה
אביזרים נוספים, וכן דגמים חד-ערוציים.



ציוד B.B.C - METRAWATT
מקצועי ללוחות בקרה,
מתמרים, מכשירי מדידה, ציוד
רישום, בקרי טמפ', ציוד
מדידה נייד לאנשי אחזקה,
סקופידיגיטלי נייד, LOOP TESTER,
מולטימטרים,
מבדקי בידוד עד 5000V,
צבתות לזרם, להספק ולכופל
הספק.

נציגים ושרות:

חברת ישראל מקס בע"מ

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



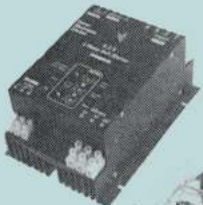
הנדסת הספק (1980) בע"מ

תלת פאזי
עד 25 כח סוס

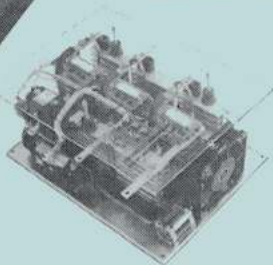


משנה מהירות (p.e.d.)

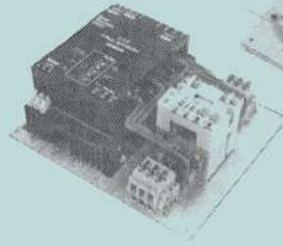
מתנע להתנעה רכה s.t.c.
תלת פאזי כולל הגנות



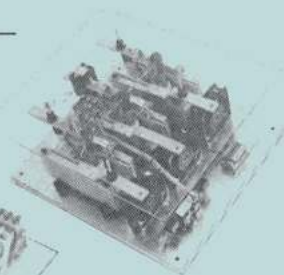
20 - 5 כ"ס



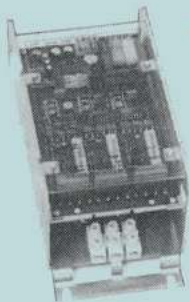
100 - 60 כ"ס



50 - 30 כ"ס



400 - 150 כ"ס



מתנע תלת פאזי
להתנעה רכה
דגם S.O.F.
ללא הגנות
500 - 5 כ"ס



מתנע
להתנעה רכה
S.T.C. 1
חד פאזי
עד 20 A

הנדסת הספק (1980) בע"מ

רח' החרושת 24, אור יהודה - 200 60
ת.ד. 255 אור יהודה, טל. 344484/5, 345520/1

בקר מתוכנת חדש למשפחה המגוונת של

GENERAL  ELECTRIC

Series One Junior



- * 15 כניסות/9 יציאות
- * אפשרות הרחבה עד 64 I/O
- * מונה פולסים מהירים - 2KHZ (כלול)
- * קיבולת זכרון - 700 מילות תוכנה
- * 20 קוצבי זמן ומונים
- * תופים מתוכנתים רבי עוצמה
- * פונקציית SHIFT REGISTER
- * MASTER CONTROL RELAY
- * תקשורת RS232/RS422
- * הדפסת התוכנית בדיאגרמת סולם
- * ניתן לתיכנות ע"י CRT

לחברת ג'נרל מהנדסים נסיון רב בהתקנה וביישום מערכות בקרה משולבות בקרים מתוכנתים ומחשבים, בתעשית המתכת, טקסטיל, כימיה, בניין, בטחון, גומי ופלסטיקה, מזון, חקלאות, תרופות ויצור חשמל, נייר, מכונות, מחקר ופיתוח וחינוך.

- * אפיון וביצוע פרויקטים בשלטת TURN - KEY
- * השתלמויות, הדרכות והדגמות במרכז יישום והדגמה - הציבור מוזמן
- * מעבדה ומערך שירות

ג'נרל מהנדסים בע"מ



אזור התעשייה, הרצליה ב. 46105 : ת.ד. 557 - טלפון 052-552233 - טלפקס 341908

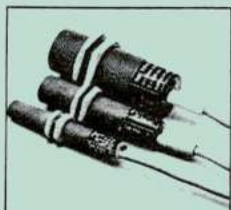
E.I.D. ELECTRONICS

א.י.א.י. אלקטרוניקה

pulsotronic

רגשים

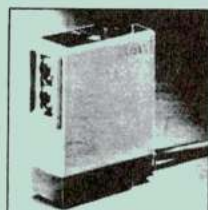
SUNX



284

9921

- גששי קירבה לזרם חילופין וזרם ישר
- מבחר גדלים ומרחקי הישה שונים
- גששי קירבה קיבוליים
- גששי קירבה עמ"י NAMUR



274

NX-52

מערכות מוטו אלקטריות לשימוש תעשייתי, מניה, בקרת שינוע, הגנה ועוד

- מתח הפעלה 24-240V/AC DC באותה היחידה
- יציאה ממסר מגע מחליף
- יחידות הכוללות קוצב זמן בנוי בתוך היחידה
- מסכי הגנה מוטואלקטריים

Syrellec

294

מונים אלקטרוניים

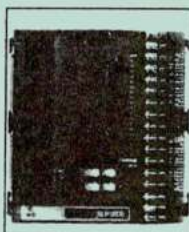
בקרים מתוכנתים

קוצבי זמן ויחידות בקרה



6108

- מוני פולסים זמן
- סוללה לגיבוי למשך יותר משמונה שנים
- מונה עם כיוון מוקדם אחד או שניים
- מדי מהירות
- חיבור לסנסור אופטי, נשש קירבה, סידרת מגע וכי



- החל מ-12 כניסות, 8 יציאות
- קיבולת זיכרון 2K
- אופציה להרחבה



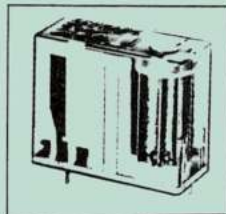
- קוצבי זמן עם יציאה טרנזיסטורית או יציאת ממסר מגע מחליף
- בקר מתח - DSR
- בקר סדר וחוסר פואזה - DWR/A
- בקרי רמת נזל - DNR
- בקר זרם - DMR
- בקר סיבוב - VVR

SCHRACK

TEREL

מימסרים

גנרטור פולסים אופטי



314

- סידרת RL ממסר הספק לפיקוד ובקרה תעשייתית בעוצמת זרם עד 10 אמפר
- סידרת RA ממסרים זעירים בעלי 4 מגעים מחליפים בעוצמת זרם עד 5 אמפר
- סידרת RP ממסרים זעירים להתקנה במעי גל מודפס



304

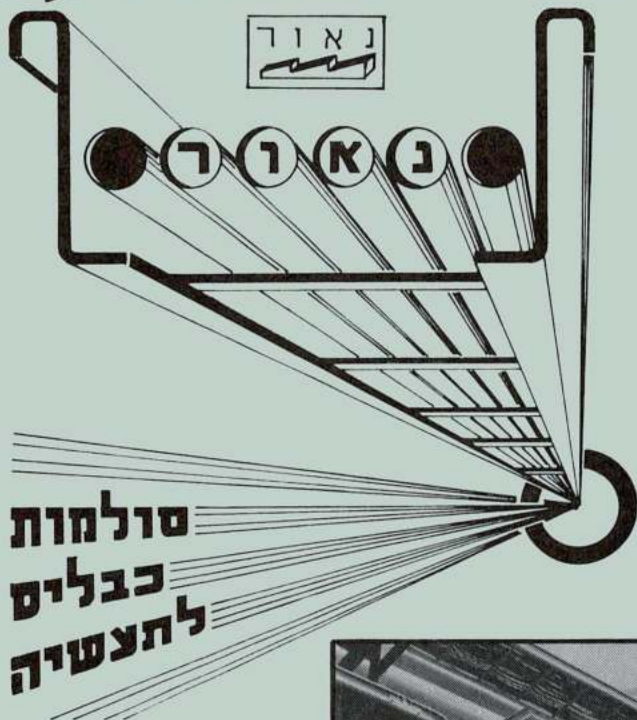
TX-40

- תדירות פולסים עד 100KHZ
- מהירות סיבוב עד 6000 RPM
- מתח הפעלה 8-24VDC

א.י.א.י. האלקטרוניקה בשירות התעשייה.

מסילת החשמונאים 41 תל-אביב. ת.ד. 9166 מיקוד 61091. טל. 03-336547

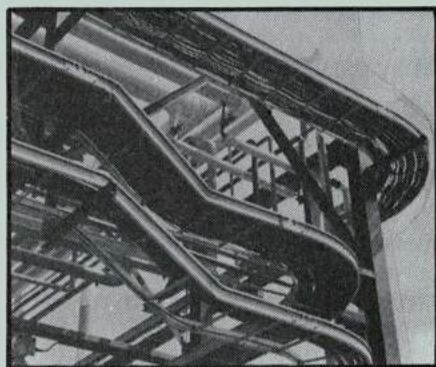
יצור אספקה והתקנה של סולמות כבלים מודולריים לתעשייה



אנו מציעים:

1. פתרון לכל תוואי - סולם כבלים מודולרי
2. מגוון רחב של מידות ופניות שונות
3. חוזק מיכני מותאם לעומסים עד 200 ק"ג למ'.
4. ציפוי אבץ חם 77 מיקרון או צבע לפי דרישה.

אחריות 10 שנים לציפוי.
אספקה מהירה



בדבר מידע נוסף וקטלוג הזמנות נא לפנות למשרדינו:

NAOR LTD.

נאור בע"מ

קבלני חשמל לתעשייה ELECTRICAL CONTRACTORS

מפרץ חיפה, רח' חלוצי התעשייה 79, ת.ד. 10256, טל. 04-724628, 724834, 10256. POB. 10256 HAIFA-BAY

ברק כח בע"מ

ייצור שנאים (טרנספורמטורים)
בהסכם ידע עם

BENMAT CO. L.I.C. NEW YORK U.S.A

- ★ שנאים (טרנספורמטורים) חד פאזי ותלת פאזי להרכבה בלוחות חשמל ומתקני חשמל.
- ★ שנאי אוטוטרפו להתנעת מנועים חשמליים עד 200 HP כח סוס 3.
- ★ משנה זרם לאמפרמטר להרכבה בלוחות חשמל.
- ★ שנאים להפעלת מכשירי חשמל אמריקאים 230 / 115 V.
- ★ שנאים למערכות לפי דרישת המזמין בכל המתחים האפשריים ☆ לפיקוד ☆ בקרה ☆ מעליות.

מיוצר לפי דרישת מת"י, ת"י — 899

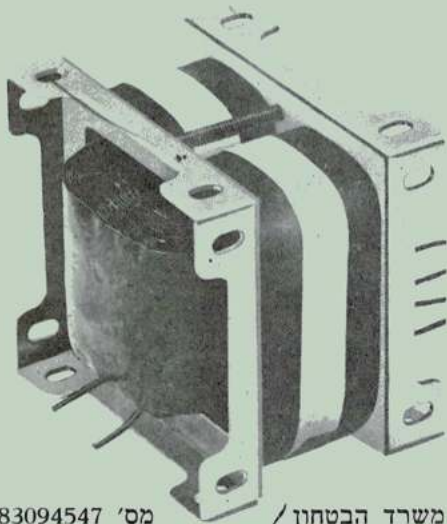
ברק כח

ייצור טרנספורמטורים (שנאים)

רח' רוויגו 8, בית שד' הר ציון 91

תל-אביב

או בחנויות חומרי חשמל



מס' 0083094547 / ספק משרד הבטחון

שד' הר ציון 91 (סמטת רוויגו 8)

טל: 03-377692 ת"א

"אוריון"

חשמל
לתעשייה,

מבנים ורשת

ביצוע, אחזקה, תכנון ופקוח

מערכות — אזעקה, גילוי אש,
אינטרקום, מחשבים ותקשורת

טבריה — ת.ד. 457, רח' אילת 1

טל. במשרד 067-92455
טל. בבית 067-92456
067-21662

למידע נוסף סמך 36/23

בדיקת כבל



בדיקת כבלים
קביעת מקומם בשטח
אתור מקום התקלה

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

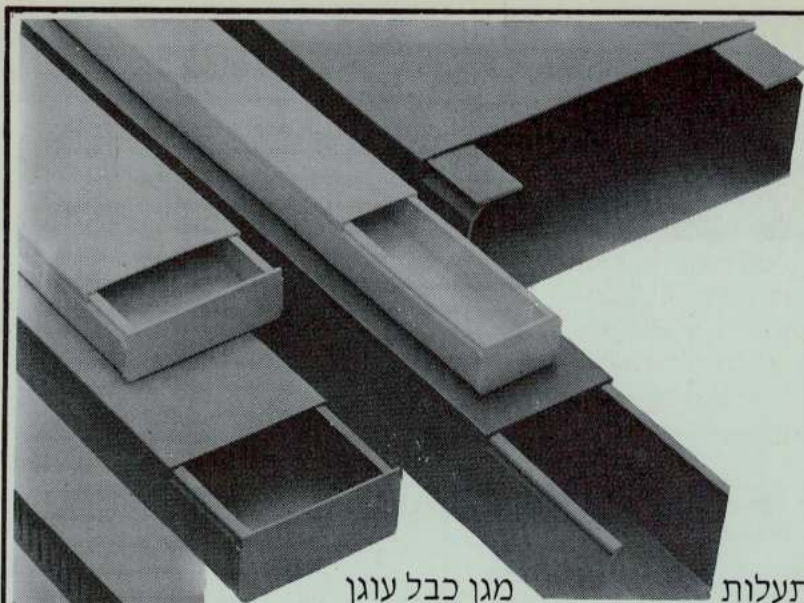
ת.ד. 27154, יפו 61271

טלפון: 821661



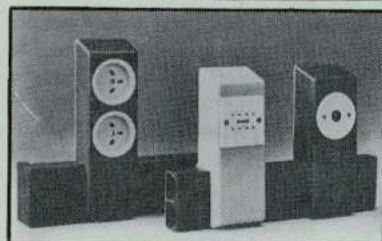
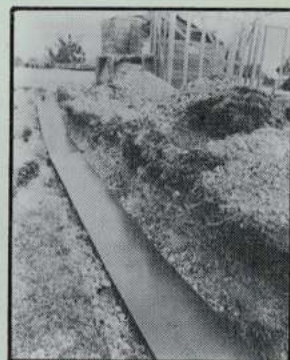
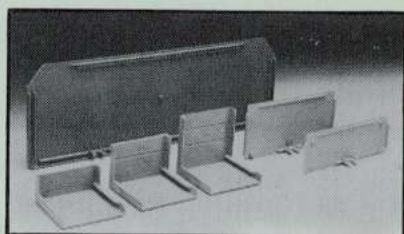
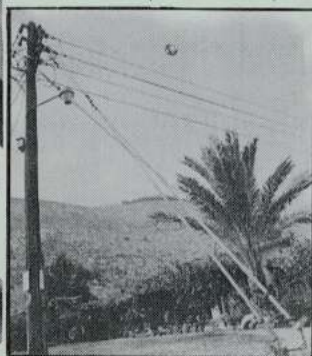
פלגל
תעשיות מוצרים
פלסטיים

חפצי בה
 ד. ג. גלבע 19135
 טלפון: 5-31094-065
 טלקס: 46381
 משרד תל אביב
 טלפון: 6-253405-03

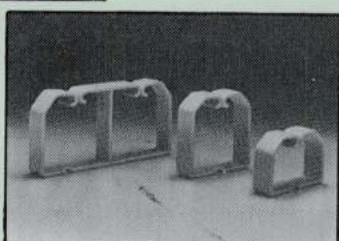


מגן כבל עוגן

סופיות לתעלות



תעלות פלסטיות לחשמל,
 תקשורת ומחשבים



מחזיק כבלים

מגן לכבלים
 תת קרקעיים

תעלות ופרופילים

חשמל • בקרה • תקשורת • מחשבים

הגנה סלקטיבית של מתקני צרכנים המקבלים את האספקה במתח גבוה

אינג' אלי נאוטרה

צרכן למתח גבוה הוא צרכן אשר מדידת האנרגיה במפעלו נעשית בצד מתח גבוה וחברת החשמל מספקת לו את האנרגיה החשמלית באחד מהמתחים הבאים: 13.2, 22 או 33 ק"ו. כיום ישנם מעל ל-700 צרכנים כאלה המחוברים לרשת חברת החשמל ומספרם נמצא בקו עליה מתמיד. בין צרכנים אלה ישנם גם מפעלים המוזנים ביותר מקו אחד והמפעילים בתוך חצרי מפעלם רשת שלמה של מתח גבוה הכוללת לפעמים קוים אויריים ו/או כבלים ולפעמים קיימים אף בתוך המפעל מספר תחנות השנאה, וזאת כאשר המפעל משתרע על פני שטח גיאוגרפי נרחב.

הגדרת הסלקטיביות

התכונה המאפיינת את סלקטיביות ההגנה היא: כאשר מתרחשת הפרעה כל שהיא במתקן הצרכן יופסק תמיד המפסק הקרוב ביותר למקום התקלה ולא המפסק הראשי של המפעל אשר הפסקתו עלולה לגרום לשיתוק ממושך בייצור והפסד כספי ניכר למפעל. לעומת זאת אם ההפרעה מתרחשת קרוב למפסק הראשי של המפעל, חשוב שמפסק זה ייפסק לפני הפסקת מפסק הקו של חברת החשמל המזין צרכנים נוספים. בצורה זו תימנע הפרעה לצרכנים נוספים בגין הפרעה פנימית כל שהיא בתוך חצרי המפעל.

המודעות לבעיה זו התעוררה לפני מספר שנים ואף פורסמו שלושה מאמרים בנושא, בעתון המקצועי "הנדסה ואדריכלות"; שני מאמרים שתארו את הבעיה בשנת 1983, ומאמר מסכם בשנת 1985. כתוצאה מפרסום המאמרים הוקמה ועדה אד-הוק במסגרת אגודת האינג'ינרים אשר הגישה את מסקנותיה בסוף שנת 1985. חברת החשמל קיבלה באופן עקרוני את מסקנות דו"ח הוועדה הצבורית ומינתה ועדה פנימית אשר מתפקידה היה להכין נוהל אחיד בנושא זה שיאחד את הנוהלים שהיו מקובלים בנושא זה במחוזות החברה השונים. הצעת הנוהל אמנם הוכנה ואושרה והנוהל פורסם ממש בימים אלה.

תפקידי ההגנה

ההגנה במתקן חשמלי כל שהוא מתוכננת לפעול בשני תחומים עיקריים:

(א) תחום זרם היתר וזאת כאשר קיים עומס יתר במתקן;

(ב) תחום זרם הקצר כאשר מתפתח מצב של הפרעה במתקן.

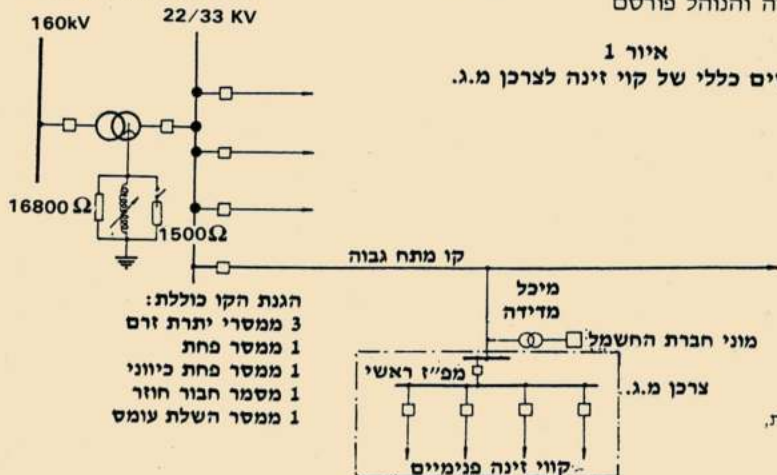
חברת החשמל מנצלת, למשל, את ההגנות בתחום עומס היתר במפסק הראשי של הצרכן, על מנת להבטיח שהצרכן לא יעמיס את הרשת בעומס יתר שעולה על העומס שהחברה התחייבה לספק לו במסגרת החוזה עמו.

הצרכן, לעומת זאת, מנצל את ההגנות בתחום עומס היתר על מנת לשמור על תקינות קוי הזנה שבמפעלו, הן אם מדובר בקווים אויריים והן בקווי כבלים.

בתחום של ההגנות בפני זרם קצר יש להבדיל בין קצרים בין-פאזיים (דו או תלת-פאזיים) לבין קצר חד-פאזי לאדמה משום שההגנה בפני קצרים לאדמה מושפעת במידה רבה משיטת ההארקה של נקודת הכוכב ברשת הנידונה.

תפקיד ההגנה נגד זרם קצר היא לנתק במהירות האפשרית את אותו החלק של המתקן בו קרתה התקלה.

תחנת משנה



אינג' א. נאוטרה - מנהל הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

הטפול בנקודת הכוכב

רשתות 13.2 ק"ו הבנויות ברובן עם כבלים תת-קרקעיים מופעלות עם נקודת כוכב מאורקת ישירות לאדמה. ברשתות כאלה מתפתח כידוע זרם קצר ניכר לאדמה ואין כל קושי טכני לסדר הגנה יעילה וסלקטיבית נגד קצרים חד-פזיים ברשתות מסוג זה.

סליל פטרסן

רשתות 22 ו-33 ק"ו, הבנויות ברובן עם קווים אויריים מופעלות עם נקודות כוכב המאורקת דרך "סליל כבוי" (סליל פטרסן), אשר תפקידו לקזז את זרם הקצר לאדמה לערך נמוך (סדר גודל של עד 10 אמפר) ולאפשר את כבוי הקשת במקרה של קצר חולף. (ראה איור 1)

באקלים כפי שקיים בארצנו, ממלא "סליל הכבוי" תפקיד חשוב בהגברת אמינות האספקה בתרומתו לקטנת מספר ההפסקות של צרכנים עקב זיהום מבדדים, צפורים ונגיעות של ענפי העצים בקווי מתח גבוה.

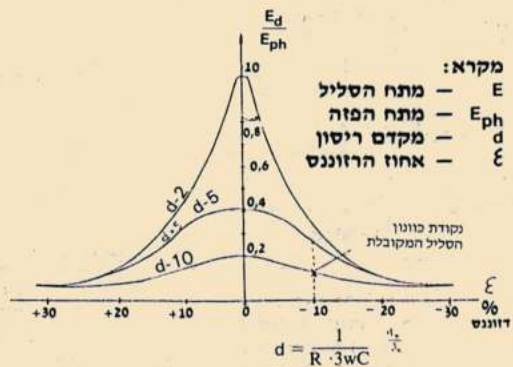
"סליל הכבוי" אינו מקזז את הזרם לאדמה לערך אפסי וזאת מכמה סיבות:

- (א) קיימים זרמי זליגה במבדדים אשר אינם ניתנים לקיזוז;
- (ב) חייבים לאפשר זרימת רכיב אוהמי כל שהוא לאדמה על מנת לאפשר הפעלת הגנת הקווים ואיתור הקו שבו התרחשה ההפרעה;
- (ג) מתברים במתכוון "נגד רישון" במקביל לסליל שתפקידו להקטין את המתח המופיע על הסליל עקב אי-סמטריה של קיבולי הפאזות כלפי האדמה.

כאמצעי נוסף להקטנת המתח האי-סימטרי המופיע על נקודת הכוכב (גם בזמן עבודה רגילה ללא הפרעה) מוזיזים את כיוונון הסליל בכ-10% מנקודת הרזוננס הטבעי שלו. את השפעת שני הגורמים הנ"ל ניתן להבין בצורה טובה ביותר בעזרת איור 2.

איור 2

מקום הרזוננס של סליל פטרסן



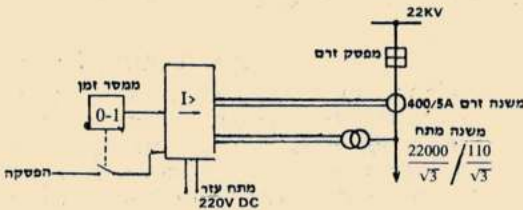
בצורה זו מבטיחים שהזנת נקודת הכוכב בזמן עבודה רגילה לא תעלה בדרך כלל על אחוזים בודדים של מתח הפאזה.

ממסר ואטמטרי (ממסר פחת כוונני)

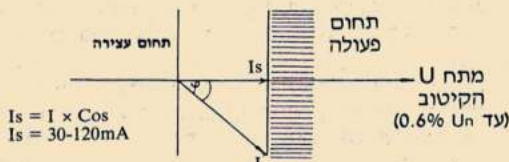
בעקבות הטיפול בנקודת הכוכב בעזרת סליל פטרסן מוגנות רשתות כאלה נגד קצר חד-פזי לאדמה בעזרת ממסר מיוחד הנקרא ממסר ואטמטרי (ממסר פחת כיווני) אשר מודד את הרכיב האוהמי בזרם הזליגה לאדמה, כלומר את הרכיב שמכניסים בכוונה למעגל באמצעות חיבור נגד אוהמי במקביל לסליל פטרסן. (ראה איור מס' 3).

איור 3

ממסר זרם פחת כוונני



אופיין הפעולה



אופיין הזמן



ממסר זה הינו רגיש ומדויק ביותר והוא מסוגל לאתר באיזה מן הקווים, המחוברים למערכת סליל פטרסן משותפת אחת, קרתה התקלה לאדמה. הצרכן אשר במפעלו ישנם מספר קווים פנימיים יכול לגלות באיזה מן הקווים ישנה תקלה לאדמה ולהפסיק את הקו הפגום בלבד, מבלי לנתק את המפעל כולו.

דרישות מההגנה הראשית של הצרכן

הצרכן יצייד את מפסק הזרם הראשי שלו בשתי ההגנות הבאות:

- (א) הגנה נגד זרם קצר אשר תכלול ממסרי זרם עם יחידות מיידיות ומושהות בשלושת הפאזות.
- (ב) הגנה ליתרת זרם אשר תבוצע באחת משתי השיטות הבאות:

כיוונון ממסרי ההגנה

כיוונון ממסרי ההגנה של מפסק הזרם הראשי במתקן הצרכן יעשה על-ידי המחוז הרלוונטי, לפי התנאים התפעוליים ברשת ובהתאם לסכמה הפנימית של הצרכן.

כיוול הממסרים יכול להתבצע בפועל על ידי אחד מהגורמים הבאים:

- עובדי חברת החשמל (המבדקות);
- עובדי מכוון התקנים הישראלי;
- עובדי מעבדה מוסמכת לפי תאום עם חברת החשמל.

סוגי הממסרים

עד לפני מספר שנים היו מקובלים הממסרים האלקטרו-מכניים, אשר הגיעו לדרגת אמינות גבוהה. בשנים האחרונות הולך וגובר השימוש בממסרים אלקטרוניים הידועים גם בשם "ממסרים סטטיים" בהיותם חסרי חלקים נעים.

היתרונות של הממסרים הסטטיים על פני הממסרים האלקטרו-מכניים הם בתחומים הבאים:

- אופייני כיוונון גמישים ומגוונים
 - גמישות ודיוק גבוהים
 - אמינות גבוהה לאורך שנים (אין בלאי חלקים מכניים)
 - צריכה נמוכה מאוד ממשני זרם ומתח
 - משקל ומידות קטנים
- לאור יתרונות אלו החליטה גם חברת החשמל לעבור לשימוש בממסרים סטטיים להגנת קווי מתח גבוה (לפי מפרט TR-331 מאוקטובר 1983).

1) ממסרי זרם אשר יכוונו ל- $1.25 I_n$ ויהיו בעלי "אופיין זמן קבוע" עם כיוונון השהיית הזמן לכ-0.3 שניות.

2) ממסרי זרם בעלי "אופיין תרמי" אשר יכוונו ל- I_n ויהיו בעלי קבוע זמן של כ-30 דקות.

סלקטיביות ההגנות במתקן הצרכן

א) צרכן, אשר מסיבות של סלקטיביות פנימית במתקנו, יבקש מחברת החשמל לבטל את היחידות המיידיות של הממסרים במפסק הזרם הראשי שלו, ויגביל אישור לכך מחברת החשמל, בתנאי שכל היציאות הפנימיות מפסי הצבירה הראשיים יצויידו בממסרי הגנה בעלי יחידות מיידיות.

ב) צרכן שיהיה מעוניין להתקין ממסרים ואטמטריים (ממסרי פחת כונוניים) להגנה סלקטיבית נגד קצרים לאדמה במתקן שלו יפנה בכתב לגורמים המוסמכים במחוז הרלוונטי. המחוז יבדוק בכל פניה ספציפית כזאת, אפשרות של השגת סלקטיביות בין ההגנה המבוקשת על ידי הצרכן לבין ההגנה המתקנת על מפסק הקו המזין את הצרכן מתחנת המשנה.

המחוז יענה בחיוב, אם לא תפגע אמינות האספקה של צרכנים אחרים וכן ציוד החברה. מטעמי סלקטיביות עדיף לצרכן להתקין הגנה ואטמטרית בקוים היוצאים מפסי הצבירה הראשיים על התקנת הגנה כזו במפסק הראשי שלו.

הודעה על חידוש מנויי "התקע המצדיע" לשנת 1986/87

- לטופסי "הרשיון לעסוק בביצוע עבודות חשמל" לשנת 1986/87 אשר נשלחו לאחרונה לחשמלאים, צורפו כרטיסי מנויי חדשים ל"התקע המצדיע" לשנת 1986/87.
- כרטיסי מנויי אלו הינם עבור הסדרה החדשה שתצא לאור בהתאם למתוכנן ב-1986/87 ותכלול 3 חוברות (40; 39; 38).
- דמי המנויי לסדרה החדשה נקבעו ל-4,5 ש"ח (1,5 ש"ח לכל חוברת). מחיר זה כוחו יפה עד 30.9.86.
- כדי להכליל ברשימת המנויים המעודכנת יש למלא את הפרטים החסרים בטופס כרטיס המנויי ולשלם את דמי המנויי כנדרש, בבנק הדואר.
- חשמלאים שלא קיבלו את כרטיסי המנויי החדשים ומעוניינים לקבלם, מתבקשים לפנות בכתב לפי הכתובת:
חברת החשמל לישראל/ מערכת "התקע המצדיע", ת.ד. 8810 חיפה 31086.
או לרשום את מבוקשם על גבי תלוש השרות הפירסומי (במדור המודעות).
- החוברת הראשונה בסדרת 1986/87 (מספר 38) תשלח רק לחשמלאים אשר שילמו את דמי המנויי עבור הסדרה.

מערכות הגנה ברשתות

במתח עד 36 ק"ו

אינג' סילביה מנדלבאום/אלישע אושרוב

נושא ההגנות החשמליות טומן בחובו מיגוון רחב מאוד של אמצעי הגנה, שיטות הגנה ומתקני הגנה שונים.

אין מאמר זה מתיימר לסקור את כל אמצעי ומתקני ההגנה השונים, אלא יעסוק בשיטות ההגנה העיקריות, תוך כדי שימת דגש על הצורך בלוגיקה בהגנות, מלבד הפעלתן כפונקציה של הזרם החשמלי.

סוגי הגנות ברשתות במתח עד 36 ק"ו

נתיכי HRC (High Rupture Capacity)

נתיכים אלו המהווים את סוג ההגנה הפשוט ביותר מורכבים בדרך כלל במתקני עומס תלת-פאזיים.

כתוצאה מפגיעה חשמלית באחת או יותר מהפאזות, "נשרף" הנתיך, וגורם על ידי זרוע מכנית המשותפת לשלושת הנתיכים במנתק העומס התלת-פאזי, לניתוק כל שלושת מגעי הפאזות בו.

החסרונות העיקריים של סוג הגנה זה הם:
א. שיקום ההגנה לאחר הפעלתה מחייב פירוק והחלפת הנתיכים, עבודה הגוררת בעקבותיה בזבוז זמן וכסף.

ב. הנתיכים מוגבלים לזרמים נומינליים של עד 160A ברשתות 22kV.

ג. בלאי מהיר של הנתיכים בשל ארוזיה חשמלית. (חתך המוליך בנתיך קטן כתוצאה מ"האכלות" במשך הזמן עקב זרמים הגבוהים מהזרם הנומינלי הזורמים דרכו, לדוגמא: בעת התנתעת מנועים). בלאי זה עלול לגרום בסופו של דבר ל"שריפת" הנתיך, גם כאשר זורמים דרכו זרמים הנמוכים יותר מזרמי הקצר להם הוא תוכנן.

מפסקים עם הגנות ראשוניות

ההגנות הראשוניות מורכבות על קוטבי המפסקים בצורה כזאת, שהזרם הנצרך הזורם דרך מגע המפסק, זורם בטור דרך ההגנה.

בשל עובדה זו, על ההגנה הראשונית לעמוד בפני אותן העוצמות של זרמי הקצר של המתקן.

היתרונות של ההגנה הראשונית הם:

א. עלותה הכספית הנמוכה.

ב. אי צורך במתח עזר חיצוני להפעלתה, (הסבר על

מתחי העזר יובא בהמשך).

החסרונות:

א. הגבלתה בערכי זרמי הקצר וזרמים נומינליים (עד 300A).

ב. הגבלתה לסוגי מפסקים מיוחדים (מפסקים דלי שמן למשל).

ג. בלאי מכני של זרוע החיבור בין הגנה למפסק.

ד. חוסר דיוק בכוונון לערכי זרמי הניתוק.

שני סוגי ההגנות המפורטות לעיל לוקות בחסר חשוב נוסף, שהוא:

— חוסר האפשרות למימוש כמרכיבים בתוך פונקציה לוגית (דהיינו הפעלתם או אי הפעלתם על סמך שיקולים לוגיים).

מבוא

תפקידי מערכות ההגנה המותקנות ברשתות חשמל, הוא לאבחן (על ידי מדידה), מפגעים ברשת החשמל, הנובעים כתוצאה מקצר או עומס יתר, ולנתק באופן מידי את קו החשמל מן הרשת, במקום הקרוב ביותר למקום המפגע.

לשם יישום תפקיד זה של מערכת ההגנה, נדרשות ממנה שלוש תכונות בסיסיות שהן:
● סלקטיביות ● מהירות תגובה ● אמינות.

סלקטיביות

ההגנה תחשב כסלקטיבית, במידה ובקו החשמלי, המוגן בשרשרת הגנות טוריות, יתרחש מפגע חשמלי כלשהוא, תגרום ההגנה לניתוק הקו שבו התרחש המפגע, במקום הקרוב ביותר אליה, ללא הפעלת ההגנות הטוריות הקודמות לה (מכיוון מקור הזנת המתח).

מהירות תגובה

ככל שמהירות התגובה של ההגנה תהיה גבוהה יותר בעת התרחשות המפגע החשמלי, יקטן הנזק הנגרם למתקן או לקו (כתוצאה מהתחממות ו/או קשתות חשמליות), ובהכרח ימנעו פגיעת בניי אדם הקרובים למקום המפגע החשמלי.

אמינות

על מערכת ההגנה להיות אמינה, כך, שהממסר המגן יפעל תמיד בשעת הצורך ולא יפעל ללא צורך.

קיימות מספר שיטות הגנה ומספר סוגי הגנות, (נושא זה יפורט בהמשך), לשם בחירת השיטה המתאימה וסוג ההגנה המתאים לרשת, יש צורך בחישוב זרמי הקצר המקסימלי והמינימלי שעלולים להתרחש בקו המוגן.

ערך זרם הקצר המקסימלי, שעלול להיווצר בעת המפגע החשמלי (כקצר תלת-פאזי), ייקבע את גודל אמצעי המיתוג השונים במתקן (בשל הצורך בעמידותם בזרמים אלו) ערך זרם הקצר המינימלי, שעלול להיווצר בעת המפגע החשמלי (בקצר בסוף הקו, חד או דר-פאזי), ייקבע את כיוונון זרם ההגנה לניתוק.

אינג' ס. מנדלבאום / א. אושרוב, — א.מ. הנדסת פרויקטים ומערכות בע"מ.

— ההגנות הראשוניות מתפקדות כהגנה בפני זרמי יתר, או עומסי יתר במתקן.

הגנות משניות

ההגנות המשניות, שלא כהגנות הראשוניות, אינן מחוברות ישירות על הקו החשמלי המוגן, אלא דרך אמצעים עקיפים, כמשני זרם ואו מתח. כתוצאה מכך מבודדת ההגנה המשנית מהשפעתם הישירה של הזרמים הנומינליים וזרמי היתר והקצר במתקן.

מרכיבי ההגנה המשנית:

- א. מערכת מדידה.
- ב. מערכת השנאה.
- ג. מקור זרם ישר, בדרך כלל מצבר ומטען, הנחוץ להגברת המדידות לצרכי העבודה.
- ד. מעי לוגית, במידה וקיים צורך בה, כדוגמא לצרכי הפעלה חוזרת (Reclosing) מדידת כוון זרימה וכו'.

סוגי הגנות משניות:

א. הגנות קונבנציונליות אלקטרומגנטיות.

- החסרונות העיקריים הם:
1. גודל הפיזי.
 2. הזדקקות לאנרגיה גדולה לצרכי הפעלה, בגלל שיטת העבודה האלקטרומגנטית בה הן עובדות.
 3. בלאי גבוה בשל מבנם הפנימי.

ב. הגנות אלקטרוניות

- הגנות אלו נחלקות לשתי קבוצות —
1. הגנות משניות, אלקטרוניות — אנלוגיות.
 2. הגנות משניות, אלקטרוניות — דיגיטליות, הפועלות באמצעות מיקרופרוססור.
- הגנות משניות אלקטרוניות — אנלוגיות: יתרון הגדול של הגנות אלו הוא בטכניקת המדידה המדוייקת שלהן, ובזמן תגובתן המהיר. הגנות אלו מאופיינות ב:
- א. צריכה עצמית קטנה לצרכי הפעלה.
 - ב. זמן החזרתם לפעולה קצר מאוד (לאחר שהופעלה ההגנה).
 - ג. תחום ויסותם להפעלה קצר מאוד (לאחר שהופעלה ההגנה).
 - ד. נוחות רבה באפשרות כיוונון וויסות גודל זרמי הניתוק.
 - ה. אופייני עבודה (זרם כפונקציה של זמן) יציבים ביותר בשל אי השפעתן של גורמי חוץ, כטמפרטורה וכד'.
1. אמינות, בשל מבנם הפנימי שאיננו מצריך חלקים מכניים נעים.
 2. אפשרויות להרחבה ולשינוי פונקציות במהירות ובקלות, בשל מבנה מודולרי של ההגנה (כרטיסים אלקטרוניים נשלפים).
 - ח. גודל פיזי קטן.

חסרונה העיקרי של ההגנה המשנית האלקטרונית — האנלוגית הוא התלות במתח עזר חיכוני הנחוץ להפעלתה.

הגנות משניות אלקטרוניות — דיגיטליות: ההגנות החדישות ביותר הן ההגנות המשניות האלקטרוניות — הדיגיטליות, אשר נקודת

המבט החדשה והמהפכנית שלהן, מאחדת בתוכה את ההגנה את מיכשור המדידה ואת בקרת המתקן במכשיר אחד.

פרט ליתרונות המפורטים לגבי ההגנות המשניות האלקטרוניות — האנלוגיות, קיימים יתרונות נוספים להגנה המשנית הדיגיטלית שהם:

א. אפשרות להשוואת נתונים (יכולת ביצוע פונקציות מתמטיות כגדול מ-, קטן מ-, ושווה ל-).

ב. שימוש במאגר נתונים.

ג. אפשרות הצגת ארועים באמצעות אמצעים שונים, כדוגמת מדפסת.

ד. תקשורת נתונים עם תחנות הגנה נוספות.

ה. אבחון עצמי (דיאגנוסטיקה) של תקלות, והצגת דרכי הטיפול בהן.

ו. אפשרות שינוי קל ונוח של לוגיקת העבודה של ההגנה, בשל אפשרות התכנות שלה.

סלקטיביות בהגנות

שתי השיטות המסורתיות הנהוגות לקבלת סלקטיביות בשרשרת ההגנות הטוריות הן: סלקטיביות בזרם וסלקטיביות בזמן (כרונומטרית).

סלקטיביות בזרם

עקרון עבודת הסלקטיביות בזרם מושתת על העובדה שזרם הקצר המקסימלי בתחנה הרחוקה יותר ממקור ההזנה, קטן יותר מזרם הקצר המינימלי של תחנה קודמת לה, לכוון מקור ההזנה. (בשל התנגדות הקוים). בשל עובדה זו, כווננו ההגנות לזרמי קצר לניתוק בצורה הבאה:

התחנה הרחוקה ביותר ממקור ההזנה תכוונן לזרם ניתוק קטן יותר מהתחנה הקודמת לה, כאשר זרם הקצר המקסימלי של התחנה הרחוקה יהיה קטן יותר מזרם הקצר המינימלי של התחנה הקודמת לה, סלקטיביות הזרם תאפשר שימוש:

- א. ברשתות המשתרעות למרחקים גדולים, לאור הצורך בהבדלי זרמי הקצר בנקודות השונות בקו, בשל התנגדות הקוים.
- ב. ברשתות שבהן מותקנים אבזרים מגבילי זרם קצר (Limitors), שיטה הנפוצה מאוד ברשתות מתח נמוך. (ראה איור 1).

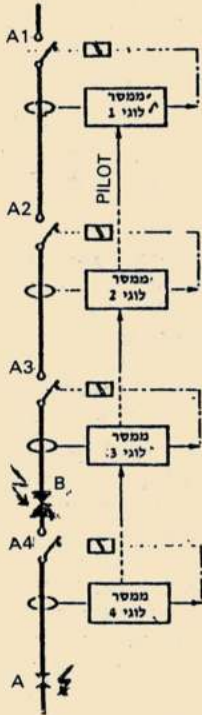


לכניסת מערכת ההגנה הקודמת לה (בדרגה גבוהה יותר).

הכניסה למערכת ההגנה ממערכת הגנה בדרגה נמוכה יותר, היא כניסה "מהפכת" (ראה איור 3).

איור 3

כניסות ממערכת הגנה "נמוכה" למערכת הגנה "גבוהה" יותר (כניסה "מהפכת")



מערכת ההגנה הלוגית, על שתי הכניסות הלוגיות אליה, עובדת כשער AND לוגי, דהיינו, כאשר בשתי הכניסות בתוכה יהיו "1" לוגי, תהיה יציאה של "1" לוגי, וההגנה תגרום לניתוק המפסק.

ומתי זה יקרה?

הגנה מסויימת תראה "1" לוגי בשתי הכניסות בתוכה אם וכאשר:

- א. התרחש קצר (כניסה "1" לכניסת אבחון קצר).
- ב. מערכת ההגנה בדרגה נמוכה יותר לא הופעלה (לא חשה בקצר).

במקרה כזה, היציאה ממערכת ההגנה בדרגה הנמוכה יותר תהיה "0", אך היות והיא מגיעה ככניסה "מהפכת", תוצאתה הסופית תהיה "1".

ניקח לדוגמא את המקרה בו ארע הקצר בנקודה B. כתוצאה מקצר זה, זורם זרם קצר דרך הגנות A2, A3, ו-A4, כך שלכל ההגנות האלו כניסות "1" לוגי בכניסת איבחון הקצר שלהן.

אך, רק הגנה A3 תופעל, משום שההגנה בדרגה הנמוכה ביותר (A4), אינה חשה בקצר, ולכן היציאה

סלקטיביות בזמן (כרונומטרי) - סלקטיביות טוטלית

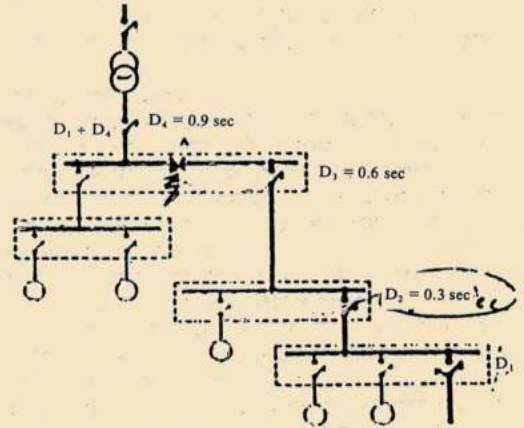
בשרשרת הגנות טוריות נקבע זמן הניתוק של הגנות בעת קצר, בצורה כזו שההגנה הרחוקה ביותר ממקור ההזנה, תכוון לפרק זמן ניתוק קצר יותר מההגנה הקרובה ביותר למקור ההזנה.

משתמע מכך שבעת קצר במתקן המרוחק ביותר ממקור ההזנה, בגלל זמן הניתוק הקצר של ההגנה הקרובה אליו (שהיא גם הרחוקה ביותר מקור ההזנה), תגרום היא לניתוק בזמן שההגנות הקודמות לה (לכיוון מקור ההזנה), לא תפעלנה.

למרבה הצער שיטה זו גורמת לכך שדווקא במקום הקרוב ביותר למקור ההזנה, שבו זרם הקצר הוא הגבוה ביותר, במידה ויתרחש קצר, ההגנה הקשורה אליו תגרום לניתוק לאחר פרק הזמן הארוך ביותר, (בשל כוונן זמני הסלקטיביות) (ראה איור 2).

איור 2

זמני ההשהייה המכוונות של ההגנות



סלקטיביות לוגית

התפתחות ההגנות האלקטרוניות פתחה את הדרך בפני ציוד ההגנות במערכת "לוגית", המאפשרת **קביעת מסקנות** באיזה מקום ברשת התרחש הקצר, ולגרום לניתוקה על-ידי הגנה מתאימה. הגנות אלה מתפקדות ברשתות רדיאליות וברשתות טבעתיות.

הגנה לוגית ברשת הרדיאלית:

לצורך ההסבר נסתמך כדוגמא על מערכת הגנה טיפוסית, אחת מני רבות כדוגמתה.

לכל אחת ממערכות ההגנה, קיימות שתי כניסות לוגיות, ויציאה לוגית אחת. שתי הכניסות הן: האחת כניסת אבחון קצר, אשר באמצעות שנאי זרם יודעת כניסה זו אם קיים קצר בקו.

השניה היא כניסה המגיעה ממערכת ההגנה בדרגה הנמוכה יותר ממנה, (קרובה יותר לצרכן).

היציאה הלוגית ממערכת ההגנה הלוגית מתחברת

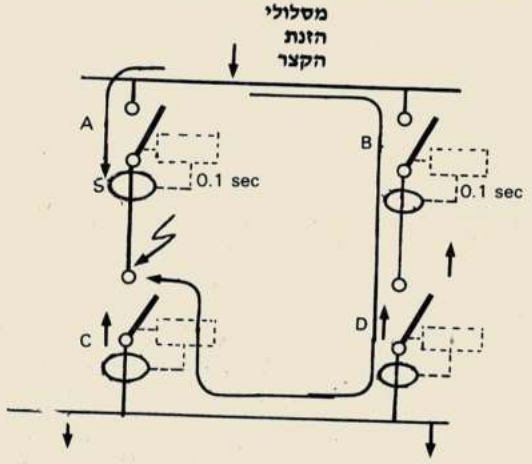
ממנה ל-A3 תהיה "0" לוגי, שהפכה דרך הכניסה "המהפכת" ב-A3 ל"1" לוגי.
 לכן "1" לוגי בשתי הכניסות בתוך A3 יגרום לניתוק מפסק ההגנה A3 ולניתוק הקצר מן הקו.
 באם יפגע הקו המקשר בין ההגנות (PILOT), — לדוגמא בין A4 ל-A3, אזי, מערכות ההגנה יגרמו עדיין לניתוק, אך לא במקום הקרוב ביותר לקצר, (A3), כי אם בדרגה גבוהה יותר (A2).
 מכל האמור משתמע, שיתרונה הגדול של המערכת הסלקטיבית הלוגית נעוץ בעובדה שהמערכת קובעת מסקנות לגבי מיקום הקצר, וגורמת לניתוק ההגנה המתאימה ללא השהייה.

סלקטיביות לוגית ברשתות טבעתיות:

בהגנות אלקטרוניות ברשתות טבעתיות, מלבד הצורך בקביעת מסקנות לגבי מיקום הקצר, מתווסף מימד נוסף של איבחון; כיוון הזרימה לנקודת הקצר. כפועל יוצא מן הצורך באיבחון כיוון הזרימה, מתווסף למערכת ההגנה הלוגית אלמנט נוסף המאבחן גם את כיוון הזרימה.
 ניקח לדוגמא את הרשת הבאה (איור 4):

איור 4

כיווני הזרימה של הזרם בעת מיתוח קצר חשמלי במיתקן



ההגנות A ו-B הינן הגנות מושהות, שאינן תלויות בכיוון הזרימה. ההגנות C ו-D הינן הגנות מיידיות המושפעות מכיוון הזרימה (בהתאם לכיוון החיצים). בדוגמא שלפנינו אירע קצר בנקודה S. הזרימה לנקודת הקצר היא בתחילה משני מקורות הזנה. מפסק C הוא זה שיתנתק מיידית, וזאת משום:
 א. הוא מהווה הגנה לעתוק מיידית.
 ב. הזרימה דרכו היא בכיוון המתאים.
 לאחר ניתוק המגע במפסק C, נקודת הקצר עדיין מחוברת למגע במפסק A, והגנה A שאינה תלויה בכיוון הזרימה, תתנתק לאחר השהייה מסויימת. ברשתות טבעתיות מורכבות יותר, שבהן מקורות ההזנה מזינים מספר צרכנים, יש צורך במימד "לוגי" נוסף, הנקרא: Recloser.

ה-Recloser גורם בזמן קצר לניתוק הרשת הטבעתית, והפיכתה לרשתות רדיאליות, תוך כדי איתור קטע הקו הפגום וניתוקו. ולאחר מכן חוזר ה-Recloser ומחבר את הקו החשמלי (במידה והקצר לא נמצא בסמוך אליו).

המיקרופרוססור בהגנות

צעד גדול ומהפכני התרחש בתחום ההגנות, עם כניסתו של המיקרופרוססור לעולם הטכנולוגי בן ימינו, על אביזריו, השונים (זכרון נתונים ואמצעי תקשורת נתונים מגוונים), פתח את השער לאפשרויות חדשות רבות ומגוונות הן לגבי תחנת הגנה בודדת, והן למערכת הגנה מרכזית.

המיקרופרוססור כהגנה על קו בודד (כניסה או יציאה)

לצורך ההסבר נסתמך כדוגמא על מערכת הגנה אופיינית הכוללת בתוכה: (המערכת המתוארת מיוצרת על ידי אחת מהחברות המובילות בענף).

1. 26 מקשים לתיכנות.
2. דיספליי ובו תצוגת 11 סימנים אלפא נומריים.
3. 6 כניסות אנלוגיות (למידת זרם מתח וכו'), המוזנות משנאי זרם ומתח בקו.
4. 8 כניסות דיגיטליות לקביעת לוגיקת הפיקוד במתקן.
5. בקר מתוכנת שקיבולו: 50 ממסרי עזר פנימיים. 16 ממסרי השהייה. 8 מונים עשרוניים.
6. יציאה אנלוגית אחת.

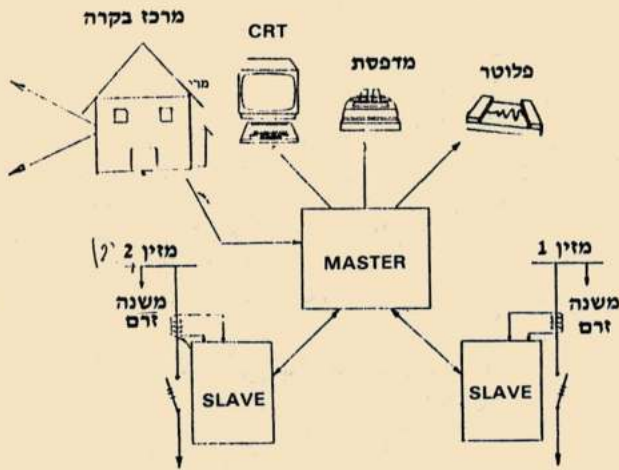
באמצעות מתקן הגנה זה ניתן ליישם את האפשרויות הבאות:

1. תקשורת עם תחנות נוספות (באמצעות קו תקשורת נתונים).
2. שינוי תחום זרמי הניתוק של ההגנה באמצעות המקשים.
3. קריאת ערכים חשמליים בקו, והצגתם על גבי הדיספליי (ערכים כגון: A, Wh, Cos, Var, VA, V).
4. תצוגת גודל הערכים המכוונים בהגנה.
5. הודעות אלפא נומריות על תקלות, במידה ויתרחשו.
6. תצוגת מצב "הפעלה" או "אי הפעלה", של האלמנטים השונים בתוכנה.
7. בדיקת תקינות עצמית.

המיקרופרוססור במערכת הגנות מרכזית

כדוגמא למערכת הגנות מרכזית, ניקח לדוגמא מערכת הגנה אחרת. מערכת ההגנה זו מאפשרת את ריכוז הפקודות כולן, ומידע נוסף אחר, הנדרשות לבקרה והפעלת תחנות ההגנה. תחנת ההגנה המרכזית מכונה בשם MASTER, והיא קשורה אל תחנות ההגנה בקוים, המכונות SLAVE. היתרונות העיקריים של מערכת מרכזית זו הם:

שרטוט 5



1. יכולת העברת אינפורמציה והודעות מהירות, לתחנות אליה הן קשורות.
2. איחסון נתונים לגבי ארועים מסויימים, כדוגמת קצרים במתקן וכי'.
3. הפעלת מערכות ההגנה לפי פונקציה לוגית מסויימת.
4. מתן דוקומנטציה לארועים (כתובות אלפא נומריות).
5. הצגת ארועים חשמליים על גבי אמצעים ויזואליים, כמדפסת, CRT, ופלוטרים, בפרק זמן מסויים לפני ההתרחשות, תוך כדי התרחשות האירוע ועד לניתוק על-ידי ההגנה.
6. הפעלה עצמית של המערכת ואיבחון עצמי של שגיאות.
7. אפשרויות תכנות חוזרות ומהירות של לוגיקת הפיקוד של המערכת, בשל שינויים במתקן.
8. קביעת מסקנות, כסוג הקצר, בקטע הקו ברשת (חד-פאזי או דו-פאזי וכי'), ומיקומו בקו הרשת.
9. מדידת ערכים חשמליים, כמתח זרם וכי', והצגתם.

מה חדש בספרות מקצועית

"המדריך לחשמלאי" – 1986

שיטת אספקה בלתי מוארכת – שיטה זו, שהשימוש בה מתרחב לאחרונה מתאימה במיוחד לחדרי ניתוח בבתי חולים ולמתקני מחשבים.

עידכון תקנות – המדריך החדש כולל כמו כן את עדכוני התקנות שפורסמו מזמן ועודכנו בהתאם לשינויים שחלו בהן בתקופה של שנתיים שעברו שעברו מאז הופעת המהדורה הקודמת.

כמו בכל המהדורות של המדריך, ההסבר הינו מפורט ומוסמך, ואנו מברכים את אינ' ז. דוניבסקי על העבודה הרבה שהושקעה בעריכת המדריך החדש.

את הספר ניתן להשיג בחנויות הספרים או להזמין ישירות אצל המחבר לפי הכתובת: רח' דישראל 19 חיפה, 34333.

מחיר הספר 14 ש"ח (כולל מ.ע.מ.). מניי "התקע המצדיע" אשר יזמינו את הספר בכתב מהמחבר, יוכלו לשלוח את התמורה לאחר קבלתו, ללא תוספת עבור דמי משלוח.

לפני ימים אחדים יצאה לאור המהדורה החדשה של **המדריך לחשמלאי** מאת אינ' ז. דוניבסקי.

במדריך החדש ימצא החשמלאי הסבר מפורט ומוסמך של התקנות אשר כבר פורסמו או עומדות להתפרסם בקרוב על ידי משרד האנרגיה והתשתית.

החידושים במהדורה החדשה הם:

גנרטורים – הנחיות להתקנת גנרטורים, במיוחד גנרטורים לשעת חרום לאספקת זרם בשעת הפסקה ברשת חברת החשמל. ההנחיות הוכנו בהתאם להתקנות העומדות להתפרסם בקרוב על ידי משרד האנרגיה והתשתית.

רשת החשמל במתח עד 1000 וולט – פרק זה מבוסס על הצעת התקנות הנמצאות בשלבי הכנה בועדות ההוראות, הפועלת ליד משרד האנרגיה והתשתית, ועל התייעצויות עם מהנדסים בכירים שהתמחו בבניית רשתות חשמל. כמו כן נכללות בפרק זה טבלאות חדשות לחישובי מיתלה ומפל מתח ברשת בתנאים שונים אשר חשבו על ידי פרופ' י. נאות.

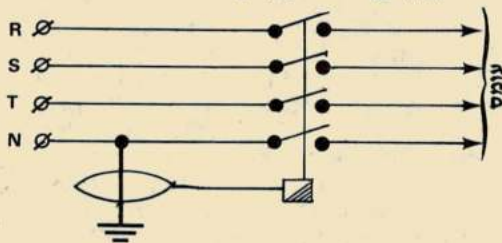
הגנה בפני זרם דלף – חשיבותה אופן פעולתה

אינג' יוסף בלבל

הצורך בהגנת מתקנים חשמליים בפני הנזקים הנגרמים מזרמי דלף לאדמה, איננו מכוסה עדיין בתקנות החשמל.

כיום מאפשרות התקנות את השימוש במפסק מגן לזרם דלף כהגנה בלעדית למתקן, אשר בו התנגדות לולאת הארקה ההגנה, אינה מפתחת זרם המספיק דיו לשרוף את הנתיד המגן על המעגל תוך 5 שניות. יש לזכור שההגנה בפני זרם דלף, אינה מיועדת אך ורק להגנה בפני חישה, אלא השימוש בה הוא גם לצורך הגנה בפני שריפות, אשר גורמות לנזקים חמורים ברכוש ובנפש.

2. הטבעת עוטפת את מוליך הארקה האפס (ראה איור 2)



בשתי השיטות, משנה הזרם אינו "חש" בתקלה כל זמן שהזרם במתקן זורם דרך המוליכים החיים, אפילו אם קיים קצר בין המופעים או בין מופעים ואפס. כאשר חלק מהזרם זורם מחוץ למוליכים החיים של המתקן, הוא חוזר אל נקודת הכוכב דרך מוליך הארקה האפס ורק אז נוצר שדה מגנטי במשנה הזרם.

ב. ממסר או מגעון הגורם להפעלת המפסק

במקרה של קצר לאדמה, מיוצר שדה מגנטי במשנה הזרם, ומופע זרם במוליכי היציאה, משנה הזרם מפעיל מיד מגעון זעיר הסוגר את מעגל הפיקוד להפסקת אמצעי המיתוג.

הפעלת הממסר יכולה להיות מיידית או בעלת השהיית זמן. קיימים ממסרים המוזנים ישירות ממשנה הזרם. ואחרים הדורשים מקור מתח נפרד. רוב הממסרים כיום הם טרנזיסטוריים (solid-state) למעט מגעי היציאה שהם, בדרך כלל, מגעים של מגעונים זעירים. פיתוח הממסרים הטרנזיסטוריים שיפר באופן משמעותי את הרגישות והדיקו שלהם.

ג. אמצעי המיתוג

מפסק ארבע קוטבי בעל כושר ניתוק בקצר, מצוייד בסליל הפסקה המקבל פיקוד מהממסר. סליל ההפסקה יפעיל את המנגנון להפסקת המפסק ב-55% מהמתח הנומינלי.

מדוע צריך מפסק מגן לזרם דלף?

א. בתנאים רגילים כל הזרם הזורם במתקן חשמלי, חוזר למקור הזינה דרך המוליכים החיים (מופעים ואפס).

ב. כל זרם אשר חוזר בדרך אחרת, דרך האדמה או דרך מוליך הארקה, בגלל תקלה במתקן (רטיבות, בידוד גרוע, הריסת ציוד, טעות אנוש) מהווה זרם דלף לאדמה.

ג. אם הזרם הדולף לאדמה קטן מדי, הוא לא יפעיל את ההגנות בפני זרם יתר והקשת המתפתחת במקום הקצר תמשיך להתקיים ותגרום לעליית הטמפרטורה.

ד. עליית הטמפרטורה גורמת לנזקים חמורים לציוד ופריצת שריפות.

ה. מפסק המגן לזרם דלף מאתר את זרמי הקצר לאדמה ומפסיק את המעגל באופן מידי, לפני שזרמים אלה יגרמו לנזקים חמורים.

מרכיב מפסק המגן לזרם דלף

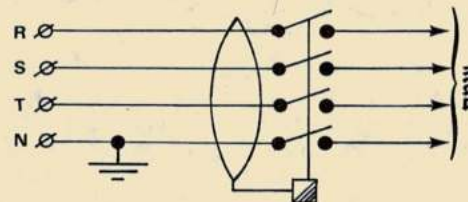
המרכיבים העיקריים של מפסק המגן הם:

א. שנאי זרם

שנאי הזרם, הוא בצורת טבעת בדרך כלל, ומותקן באחת משתי השיטות הבאות:

1. הטבעת עוטפת את כל המוליכים החיים של המעגל כולל מוליך האפס, למעט מוליך הארקה ההגנה (ראה איור 1).

איור 1



אינג' י. בלבל – מנהל מחלקה וממונה על הצרכנות הטכנית, מחוז הדרום, חברת החשמל.

בשיטת הסלקטיביות האיזורית, כל האיזור מנותק מיידית עם הופעת זרם קצר לאדמה. הנוסחאות להלן מציגות את המרכיבים של אנרגיית הקצר וגודל זרם הקצר לאדמה.

$$\frac{t \times E_f \times I_f}{1000} = \text{אנרגיית הקצר}$$

$$\frac{0.8 \times 230 \times \text{וולט}}{R_1 + R_2} = I_f$$

- I_f = זרם הקצר המתפתח לאדמה (אמפרים)
- R_1 = התנגדות המופע עד לנקודת הקצר (אוהם)
- R_2 = התנגדות לולאת ההארקה. (אוהם)
- E_f = המתח בין קצות הקשת (בערך 100 וולט)
- t = משך זמן הקצר $\times 50$ (מחזוריים).

הטבלה דלהלן מסבירה את התופעות הנגרמות כתוצאה מהשהיית זמן ההפסקה:

התופעה הנגרמת	משך זמן ההשהייה (קו"ט מחזוריים)
מקום הקצר מזוהה על ידי נקודות התכה ועשן.	100
הנוק קטן, אין כמעט נזק לציוד או למתקן. הציוד מוחזר בדרך כלל לעבודה לאחר ניקוי סימני העשן ולאחר תיקון הבידוד (מומלץ שאנרגיית הקצר לא תעבור ערך זה).	2000
הנוק לציוד חמור, אך אינו חורג מעבר ללוח המתכת, או לגידרה המתכתית.	10,000
הנוק חמור, ועלול לפרוץ את הגידרה המתכתית ולהתפזר לקטעים אחרים.	20,000
הרס ניכר לציוד וגם שריפה. גודל הנוק הוא יחסי לערך אנרגיית הקצר.	20,000 מעל

בשיטת הסלקטיביות האיזורית ניתן גם להתקין שנאי זרם לצורכי פחת, לאחר מפסק הנתכים (שליפה).

במקרה של קצר לאדמה, יפעיל השנאי ממסר המשדר פולס עיכוב לממסרים המותקנים לפניו לכיוון מקור האספקה.

בדרך כלל זרם הקצר ישרוף את הנתיך המגן על המעגל.

אם זרם הקצר אינו מספיק גדול כדי לשרוף את הנתיך בזמן מסוים, הממסר המותקן באיזור שלפני מפסק הנתכים יופעל ויתן פקודת הפסקה למפסק האיזורי.

סוף דבר

שיטת ההגנה בפני זרם דלף הינה בעלת חשיבות רבה כהגנה על מתקנים גדולים בפני חישה ונועה גם לשמש כאמצעי הגנה למניעת שריפות במיוחד במתקנים בעלי עוצמת זרם גבוהה.

ראוי להדגיש שבצורת מהווה הכנסת מפסק המגן לזרם דלף לכל מתקן, חובה המעוגנת בחוק, כולל במתקן דירתי, והוא מותקן לפני המונה ומוחתם על ידי חברת החשמל הממלכתית.

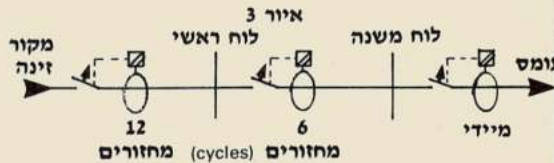
סלקטיביות להגנה בפני זרם דלף במתקן

קיימות שתי שיטות בסיסיות לביצוע סלקטיביות להגנה בפני זרם דלף במתקן.

א. סלקטיביות הזמן

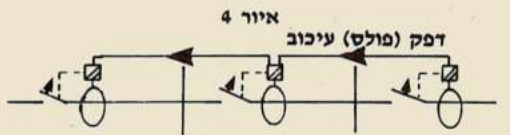
שיטה זו מוכרת ופשוטה כאשר הממסר האחרון במתקן הינו מייד ו הממסרים הקרובים יותר למקור האספקה הינם בעלי השהיית זמן.

החיסרון בשיטה זו הוא שאם מתרחש קצר באיזור הקרוב למקור האספקה, יעבור זמן רב יחסית עד להפסקת המפסק. (ראה איור 3).



ב. השיטה השנייה היא חדשה יותר, וזוהי שיטת

הסלקטיבית האיזורית. במתקן מותקנים ממסרים שלא רק מרגישים את זרמי הדלף לאדמה, ומנתקים מיידית את מפסק הזרם, אלא גם משדרים "דפקים" (פולסים) לעיכוב פעולת הממסרים המותקנים קרוב יותר למקור האספקה. כאשר הממסר המותקן קרוב למקור האספקה מקבל פולס עיכוב, הוא לא מנתק את המפסק המחובר אליו למרות שהוא גם מרגיש את זרם הקצר. למעשה "דפקי" (פולסי) העיכוב מפעילים שעון זמן ההשהייה אשר מבטיח שאם בגלל סיבה כלשהי המפסק הקרוב למקום הקצר לא הפסיק, ינתק הממסר שלפניו את המפסק ה"שייך" לו לאחר זמן ההשהייה מסויים. (ראה איור 4).



היתרון בשיטה זו הוא בכך שמתאפשר ניתוק מייד של כל איזור בנפרד במקרה שמופע קצר לאדמה באיזור וזאת מבלי להפסיק את כל המתקן, דבר המקטין את גודל הנוק הנגרם.

אם הממסר מרגיש בזרם התקלה ואינו מקבל פולס עיכוב, הוא נותן מיד פקודת הפסקה למפסק אשר מנתק את הזרם מהאיזור הלוקו.

כדי להבהיר את יתרון השימוש בשיטה האחרונה, יהיה צורך להעריך את הנוק הנגרם כפונקציה של אנרגיית הקצר $I^2 t$. (Kw · cycles)

כאשר:

$$I = \text{זרם הקצר לאדמה (אמפרים)}$$

$$t = \text{משך זמן הקצר (שניות)}$$

ככל שזמן ההפסקה גדול יותר, הנוק הנגרם למתקן גדול יותר. בשיטת סלקטיביות הזמן, קצר לאדמה הקרוב למקור האספקה מנתק לאחר זמן ההשהייה אשר גורם כאמור נזק גדול יותר.

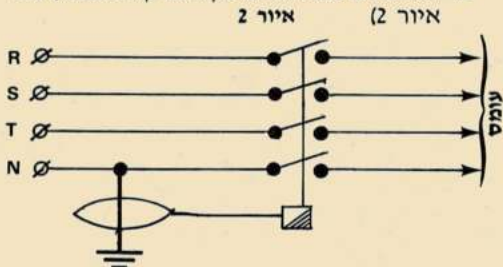
הגנה בפני זרם דלף – חשיבותה אופן פעולתה

אינג' יוסף בלבל

הצורך בהגנת מתקנים חשמליים בפני הנזקים הנגרמים מזרמי דלף לאדמה, איננו מכוסה עדיין בתקנות החשמל.

כיום מאפשרות התקנות את השימוש במפסק מגן לזרם דלף כהגנה בלעדית למתקן, אשר בו התנגדות לולאת הארקה ההגנה, אינה מפתחת זרם המספיק דיו לשרוף את הנתין המגן על המעגל תוך 5 שניות. יש לזכור שההגנה בפני זרם דלף, אינה מיועדת אך ורק להגנה בפני חימום, אלא השימוש בה הוא גם לצורך הגנה בפני שריפות, אשר גורמות לנזקים חמורים ברכוש ובנפש.

2. הטבעת עוטפת את מוליך הארקה האפס (ראה



בשתי השיטות, משנה הזרם אינו "חש" בתקלה כל זמן שהזרם במתקן זורם דרך המוליכים החיים, אפילו אם קיים קצר בין המופעים או בין מופעים ואפס. כאשר חלק מהזרם זורם מחוץ למוליכים החיים של המתקן, הוא חוזר אל נקודת הכוכב דרך מוליך הארקה האפס ורק אז נוצר שדה מגנטי במשנה הזרם.

ב. ממסר או מגעון הגורם להפעלת המפסק

במקרה של קצר לאדמה, מיוצר שדה מגנטי במשנה הזרם, ומופע זרם במוליכי היציאה, משנה הזרם מפעיל מיד מגעון זעיר הסוגר את מעגל הפיקוד להפסקת אמצעי המיתוג.

הפעלת הממסר יכולה להיות מיידית או בעלת השהיית זמן. קיימים ממסרים המוזהמים ישירות ממשנה הזרם. ואחרים הדורשים מקור מתח נפרד. רוב הממסרים כיום הם טרנזיסטוריים (solid-state) למעט מגעי היציאה שהם, בדרך כלל, מגעים של מגעונים זעירים. פיתוח הממסרים הטרנזיסטוריים שיפר באופן משמעותי את הרגישות והדיוק שלהם.

ג. אמצעי המיתוג

מפסק ארבע קוטבי בעל כושר ניתוק בקצר, מצויד בסליל הפסקה המקבל פיקוד מהממסר. סליל ההפסקה יפעיל את המנגנון להפסקת המפסק ב-55% מהמתח הנומינלי.

מדוע צריך מפסק מגן לזרם דלף?

א. בתנאים רגילים כל הזרם הזורם במתקן חשמלי, חוזר למקור הזינה דרך המוליכים החיים (מופעים ואפס).

ב. כל זרם אשר חוזר בדרך אחרת, דרך האדמה או דרך מוליך ההארקה, בגלל תקלה במתקן (רטיבות, בידוד גרוע, הריסת ציוד, טעות אנוש) מהווה זרם דלף לאדמה.

ג. אם הזרם הדולף לאדמה קטן מדי, הוא לא יפעיל את ההגנות בפני זרם יתר והקשת המתפתחת במקום הקצר תמשיך להתקיים ותגרום לעליית הטמפרטורה.

ד. עליית הטמפרטורה גורמת לנזקים חמורים לציוד ופריצת שריפות.

ה. מפסק המגן לזרם דלף מאתר את זרמי הקצר לאדמה ומפסיק את המעגל באופן מיידי, לפני שזרמים אלה יגרמו לנזקים חמורים.

מרכיב מפסק המגן לזרם דלף

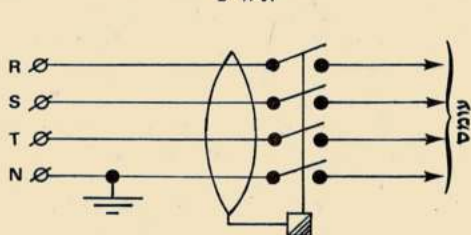
המרכיבים העיקריים של מפסק המגן הם:

א. שניאי זרם

שניאי הזרם, הוא בצורת טבעת בדרך כלל, ומותקן באחת משתי השיטות הבאות:

1. הטבעת עוטפת את כל המוליכים החיים של המעגל כולל מוליך האפס, למעט מוליך הארקה ההגנה (ראה איור 1).

איור 1



אינג' י. בלבל – מנהל מחלקה וממונה על הצרכנות הטכנית, מחוז הדרום, חברת החשמל.

בשיטת הסלקטיביות האיזורית, כל האיזור מנותק מיידית עם הופעת זרם קצר לאדמה. הנוסחאות להלן מציגות את המרכיבים של אנרגיית הקצר וגודל זרם הקצר לאדמה.

$$\frac{t \times E_f \times I_f}{1000} = \text{אנרגיית הקצר}$$

$$\frac{0.8 \times 230 \text{ וולט} \times R_2}{R_1 + R_2} = I_f$$

I_f = זרם הקצר המתפתח לאדמה (אמפרים)

R_1 = התנגדות המופע עד לנקודת הקצר (אוהם)

R_2 = התנגדות לולאת ההארקה. (אוהם)

E_f = המתח בין קצות הקשת (בערך 100 וולט)

t = משך זמן הקצר $\times 50$ (מחזוריים).

הטבלה דלהלן מסבירה את התופעות הנגרמות כתוצאה מהשהיית זמן ההפסקה:

התופעה הנגרמת	משך זמן ההשהייה (ק"ט מחזוריים)
מקום הקצר מזוהה על ידי נקודות התכה ועשן.	100
הנוק קטן, אין כמעט נזק לציוד או למתקן. הציוד מוחזר בדרך כלל לעבודה לאחר ניקוי סימני העשן ולאחר תיקון הבידוד (מומלץ שאנרגיית הקצר לא תעבור ערך זה).	2000
הנוק לציוד חמור, אך אינו חורג מעבר ללוח המתכתי, או לגידרה המתכתית.	10,000
הנוק חמור, ועלול לפרוץ את הגידרה המתכתית ולהתפזר לקטעים אחרים.	20,000
הרס ניכר לציוד וגם שריפה. גודל הנוק הוא יחסי לערך אנרגיית הקצר.	20,000 מעל

בשיטת הסלקטיביות האיזורית ניתן גם להתקין שנאי זרם לצורכי פחת, לאחר מפסק הנתכים (שליפה).

במקרה של קצר לאדמה, יפעיל השנאי ממסר המשדר פולס עיכוב לממסרים המותקנים לפניו לכיוון מקור האספקה. בדרך כלל זרם הקצר ישרוף את הנתך המגן על המעגל.

אם זרם הקצר אינו מספיק גדול כדי לשרוף את הנתך בזמן מסויים, הממסר המותקן באיזור שלפני מפסק הנתכים יופעל ויתן פקודת הפסקה למפסק האיזורי.

סוף דבר

שיטת ההגנה בפני זרם דלף הינה בעלת חשיבות רבה כהגנה על מתקנים גדולים בפני חישמול ונועדה גם לשמש כאמצעי הגנה למניעת שריפות במיוחד במתקנים בעלי עוצמת זרם גבוהה.

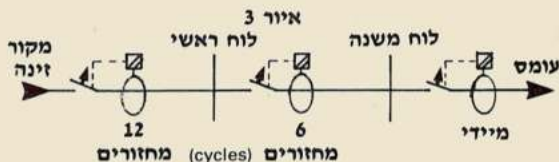
ראוי להדגיש שבצורת מהווה הכנסת מפסק המגן לזרם דלף לכל מתקן, חובה המעוגנת בחוק, כולל במתקן דירתי, והוא מותקן לפני המונה ומוחתם על ידי חברת החשמל הממלכתית.

סלקטיביות להגנה בפני זרם דלף במתקן

קיימות שתי שיטות בסיסיות לביצוע סלקטיביות להגנה בפני זרם דלף במתקן.

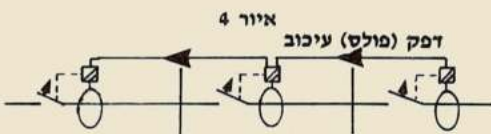
א. סלקטיביות הזמן

שיטה זו מוכרת ופשוטה כאשר הממסר האחרון במתקן הינו מיידית והממסרים הקרובים יותר למקור האספקה הינם בעלי השהיית זמן. החיסרון בשיטה זו הוא שאם מתרחש קצר באיזור הקרוב למקור האספקה, יעבור זמן רב יחסית עד להפסקת המפסק. (ראה איור 3).



ב. השיטה השניה היא חדשה יותר, וזוהי שיטת

הסלקטיביות האיזורית. במתקן מותקנים ממסרים שלא רק מרגישים את זרמי הדלף לאדמה, ומנתקים מיידית את מפסק הזרם, אלא גם משדרים "דפקים" (פולסים) לעיכוב פעולת הממסרים המותקנים קרוב יותר למקור האספקה. כאשר הממסר המותקן קרוב למקור האספקה מקבל פולס עיכוב, הוא לא מנתק את המפסק המחובר אליו למרות שהוא גם מרגיש את זרם הקצר. למעשה "דפקים" (פולסים) העיכוב מפעילים שעון זמן להשהייה אשר מבטיח שאם בגלל סיבה כלשהי המפסק הקרוב למקום הקצר לא הפסיק, ינתק הממסר שלפניו את המפסק ה"שייך" לו לאחר זמן השהייה מסויים. (ראה איור 4).



היתרון בשיטה זו הוא בכך שמתאפשר ניתוק מיידית של כל איזור בנפרד במקרה שמופיע קצר לאדמה באיזור וזאת מבלי להפסיק את כל המתקן, דבר המקטין את גודל הנוק הנגרם.

אם הממסר מרגיש בזרם התקלה ואינו מקבל פולס עיכוב, הוא נותן מיד פקודת הפסקה למפסק אשר מנתק את הזרם מהאיזור הלקוי.

כדי להבהיר את יתרון השימוש בשיטה האחרונה, יהיה צורך להעריך את הנוק הנגרם כפונקציה של אנרגיית הקצר $I^2 t$. (Kw · cycles)

כאשר:

I = זרם הקצר לאדמה (אמפרים)

t = משך זמן הקצר (שניות)

ככל שזמן ההפסקה גדול יותר, הנוק הנגרם למתקן גדול יותר. בשיטת סלקטיביות הזמן, קצר לאדמה הקרוב למקור האספקה מתנתק לאחר זמן השהייה אשר גורם כאמור נזק גדול יותר.

מיתקני מתח גבוה אצל צרכנים פרטיים

אינג' רוברט קבסה

בשנים האחרונות גדל בצורה ניכרת מספר הצרכנים המקבלים את אספקת החשמל שלהם במתח גבוה, בעיקר אלה צרכנים תעשייתיים, בתי חולים, בתי מלון ומחנות צה"ל. בהתאם לכללים לאספקת חשמל לצרכנים יקבל כל צרכן המבקש חיבור העולה על 630 קו"א (3x910 א') – חיבור במתח גבוה (13 ק"ו, 22 ק"ו, 33 ק"ו).

כיבוי" הרי במקרה של קצר לאדמה עולה המתח בין כל אחת מן המופעים שלא נפגעו לבין האדמה, לערך של המתח השלוב (22 ק"ו או 33 ק"ו), דבר המחייב לדאוג לבידוד מתאים של הציוד.

דרישות חברת החשמל מציוד מתח גבוה המותקן במתקני צרכנים

– כבל ההזנה מרשת חברת החשמל לרשת הצרכן שמתחו הנומינלי הוא 22 ק"ו יתאים למתח של 30 ק"ו.

– כבל המותקן לצרכן בעל מתח נומינלי של 33 ק"ו יתאים למתח של 45 ק"ו.

– הציוד המותקן ברשתות 22 ק"ו – 33 ק"ו חייב לעמוד בהספק קצר של 500 מו"א

ביצוע החיבור למתח גבוה

בחצרי הצרכן אשר הזמין חיבור לאספקה במתח גבוה יוקם עמוד הכולל מיכל מדידה, מגיני ברק ומנתק עם תאי כיבוי. את מיכל המדידה אפשר להתקין גם בתחנה פנימית כאשר הוא מוזן על ידי כבל המסתעף מרשת חברת החשמל.

* התקנת מגיני הברק

מומלץ להתקין מגיני ברק בכל אחד מן המקרים כמפורט:

- בהסתעפות כבל מרשת חלוקה.
- בנוסף לכך גם בקצה הכבל המסתעף מן הרשת, באם אורכו עולה על 40 מטר.
- למכשיר – מתקן – שרוצים להגן עליו – כגון שנאי.
- בשני הקצוות של כבל תת קרקעי המגשר בין שתי רשתות עיליות.

* סופיות כבלים

בקצוות הכבל יש צורך להתקין סופיות מיוחדות בכדי למנוע את פריצת הבידוד של הכבל. סוג הסופית שיוותקן יהיה בהתאם למתח האספקה של הרשת ובהתחשב בסוג ההתקנה, – פנימית או חיצונית.

* אביזרי בטיחות

בכל מתקן מתח גבוה חייבים להימצא אביזרי בטיחות חיוניים כגון: כובעי מגן, כפפות מגן, מוט בודק מתח גבוה, מקצרים, חגורות בטיחות, חולץ נתיכים, שלטי אזהרה, מנעולים עם מפתח אחיד, "שטיח" מבדד למתח גבוה שיונח על רצפת מסדר

החיוב עבור חיבור זה (בהתאם ל"יחידות") יחושב באחת משתי השיטות הבאות:

א. לפי ההספק הכולל של השנאים המותקנים בחצרי הצרכן (קו"א).

ב. לפי הכיול באמפרים של המזד"ש (מפסק זרם דל שמן) הראשי ובמקרה זה ייעשה החישוב לפי הנוסחה:

$$S = \sqrt{3} \times I \times U$$

כאשר:

S – ההספק המירבי לפי גודל החיבור (קו"א)

I – זרם הכיול של המזד"ש (אמפר)

U – מתח האספקה (קילוולט)

על המזד"ש ניתן להתקין 2 סוגי הגנות:

א. הגנות משניות הכוללות ממסרים בעלי משני זרם ומשני מתח. הגנות אלה דורשות מקור אספקה זר לפיקוד בכדי להפעיל את המזד"ש במקרה של זרם יתר.

ב. הגנות ראשוניות המותקנות ישירות על הקטבים של המזד"ש ואינן דורשות פיקוד חיצוני.

מאפייני ההגנות במתקן הכולל מזד"ש

א. ההגנה בפני עומס יתר (הגנה תרמית) דרושה ב-2 פאזות לפחות בהתאם לזרם הכיול. זמן התגובה של ההגנה התרמית לא יעלה על 30 דקות. לדוגמה, צרכן המזמין חיבור לפי כיול מזד"ש ל-30 א', ייפסק המזד"ש בזרם של 37.5 אמפר (30x1.25) תוך 30 דקות.

ב. ההגנה בפני זרם קצר (הגנה אלקטרומגנטית) תהיה הן בעלת דרגת שהיית זמן של 0.3 שניות והם בעלת תגובה מיידיית שתפעל בכל אחת מן הדרגות בהתאם לגודל זרם הקצר.

בתאום עם חברת החשמל ניתן גם להתקין הגנה בפני קצרים חד-פאזיים לאדמה באמצעות הגנה ואטמטרית.

ברשתות חברת החשמל במתח 22 ק"ו ובחלק מהרשתות במתח 33 ק"ו, מחוברת נקודת הכוכב של שנאי האספקה בתחנות המשנה לאדמה דרך סליל כיבוי הנקרא גם "סליל פטרסון" וזאת על מנת להקטין את זרמי הקצר לאדמה ולכבות את הקשת בעת התרחשות הקצר.

שיטת "סליל פטרסון" מאפשרת הפעלת ההגנה הואטמטרית המותקנת ביציאה מתחנת המשנה. יש לציין שברשתות בהם קיימת הגנה זו באמצעות "סליל

אינג' ר. קבסה – בודק מתקנים במחלקה המסחרית מחוז הדרום, חברת החשמל.

המתח הגבוה, כמו כן חייבים להימצא במקום הוראות בטיחות והוראות תפעול עדכניות של המתקן.

בדיקת המתקן

על קבלן החשמל המבצע את העבודה במתקן, להזמין בחברת החשמל בדיקת המתקן לפני חיבורו לרשת החשמל – הבדיקה כוללת:

- בדיקת התאמת המתקן לתוכנית שהוגשה על ידי המהנדס המתכנן.
- בדיקת אופן הביצוע בהתאם לדרישות וכללי המקצוע.
- בדיקת התנגדות ההארקה כלפי המסה של האדמה.

– בדיקת רציפות ההארקה של כל החלקים המתכתיים.

– בדיקת בידוד המתקן במתח של 5000 וולט.

– בדיקת תקינות פעולות החיבור וההארקה של הציוד כגון מפסקים ומדשי"ס.

– בדיקת המרחקים בין החלקים החיים לחלקים המאורקים.

סיכום

התכנון והביצוע של מתקני מתח גבוה איננו מכוסה כיום בתקנים ישראליים ותקנות רלבנטיות בחוק החשמל. אי לכך נאלצים המתכננים והמבצעים להסתמך על תקנים זרים ובהתחשב בניסיון שנצבר הם מתאימים את התכנון והביצוע לדרישות ולתנאים הקיימים בארץ.

תאונת השבמל וליקחה

הכל בגלל התקן קטן

אינג' ויקטור זיס

בספור התאונה שבה נהרג ליד בריכת הדגים פועל בשם משה, ברצוני להדגיש פעם נוספת את החשיבות של שימוש בכבלים מאריכים תקינים, המצויידיים בבתי תקע מיטלטלים מתאימים, הכוללים התקני תפיסה עבור הכבלים הנכנסים לתוכם.

התאונה

כבבל המאריך שבו השתמש משה ז"ל, לצרכי הפעלת משאבת המים הניידת, המופעלת על-ידי במנוע תלת-מופע, הותקן בית תקע $3 \times 15A$, 400V, המיועד להתקנה קבועה. בית התקע אמנם היה מסומן בתו תקן (המעיד על תקינות האבזר להתקנה קבועה), אך הוא לא היה מתאים להתקנה בסופו של כבל מאריך כבית תקע מטלטל. בית התקע היה מצוייד בשתי רגליות עם חורים עבור התקנה על פני הקיר או הקונסטרוקציה וכן בחור $3/4$ " עם הברגה עבור צנור מוביל מוליכים בהתקנה קבועה.

כבבל המאריך שבו השתמש משה הוכנס אמנם הכבל לבית התקע המטלטל שלו דרך טבעת אטימה המוברגת לתוך חור $3/4$ " אך הדבר לא מנע את העברת המאמצים על ברגי החבור בעת המשיכה בכבל.

כתוצאה מההתקנה המתוארת לעיל התנתק מוליך ההארקה מבורג החבור שלו ואף יצא מחוץ לבית התקע. באחת מהמשיכות הנוספות השתחרר באופן חלקי אחד ממוליכי המופעים ונגע בגוף המתכתי של בית התקע. כתוצאה מניתוק מוליך הארקה לא נסגר מעגל התקלה, החישמוול לא סולק והגיע למשאבה הניידת המורכבת על עגלת המתכת (ראה תרשים). משה, אשר רצה להעביר את המשאבה למקום אחר, נגע בעגלה של המשאבה, קיבל מכת חשמל קטלנית – ונהרג במקום.



הלקח

הלקח מהתאונה הוא: כבלים מאריכים חייבים להיות מצויידיים בבתי תקע המיועדים לטיילטול, וכוללים התקני תפיסה מתאימים לכבלים.

אינג' ו. זיס – מנהל עיני החשמל, משרד האנרגיה והתשתית.

מיתקני מתח גבוה אצל צרכנים פרטיים

אינג' רוברט קבסה

שנים האחרונות גדל בצורה ניכרת מספר הצרכנים המקבלים את אספקת החשמל שלהם במתח גבוה, בעיקר אלה צרכנים תעשייתיים, בתי חולים, בתי מלון ומחנות צה"ל. בהתאם לכללים לאספקת חשמל לצרכנים יקבל כל צרכן המבקש חיבור העולה על 630 קו"א (3x910 א') - חיבור במתח גבוה (13 ק"ו, 22 ק"ו, 33 ק"ו).

כיבויי הרי במקרה של קצר לאדמה עולה המתח בין כל אחת מן המופעים שלא נפגעו לבין האדמה, לערך של המתח השלוב (22 ק"ו או 33 ק"ו), דבר המחייב לדאוג לבידוד מתאים של הציוד.

דרישות חברת החשמל מצידו מתח גבוה המותקן במתקני צרכנים

— כבל ההזנה מרשת חברת החשמל לרשת הצרכן שמתחו הנומינלי הוא 22 ק"ו יתאים למתח של 30 ק"ו.

— כבל המותקן לצרכן בעל מתח נומינלי של 33 ק"ו יתאים למתח של 45 ק"ו.

— הציוד המותקן ברשתות 22 ק"ו - 33 ק"ו חייב לעמוד בהספק קצר של 500 מו"א

ביצוע החיבור למתח גבוה

בחצרי הצרכן אשר הזמין חיבור לאספקה במתח גבוה יוקם עמוד הכולל מיכל מדידה, מגיני ברק ומנתק עם תאי כיבוי. את מיכל המדידה אפשר להתקין גם בתחנה פנימית כאשר הוא מוזן על ידי כבל המסתעף מרשת חברת החשמל.

* התקנת מגיני הברק

מומלץ להתקין מגיני ברק בכל אחד מן המקרים כמפורט:

- בהסתעפות כבל מרשת חלוקה.
- בנוסף לכך גם בקצה הכבל המסתעף מן הרשת, באם אורכו עולה על 40 מטר.
- למכשיר - מתקן - שרוצים להגן עליו - כגון שנאי.
- בשני הקצוות של כבל תת קרקעי המגשר בין שתי רשתות עיליות.

* סופיות כבלים

בקצוות הכבל יש צורך להתקין סופיות מיוחדות בכדי למנוע את פריצת הבידוד של הכבל. סוג הסופית שיוותקן יהיה בהתאם למתח האספקה של הרשת ובהתחשב בסוג ההתקנה, - פנימית או חיצונית.

* אביזרי בטיחות

ככל מתקן מתח גבוה חייבים להימצא אביזרי בטיחות חיוניים כגון: כובעי מגן, כפפות מגן, מוט בודק מתח גבוה, מקצרים, חגורות בטיחות, חולץ נתיכים, שלטי אזהרה, מנעולים עם מפתח אחיד, "שטיח" מבדד למתח גבוה שיונח על רצפת מסדר

החיוב עבור חיבור זה (בהתאם ל"יחידות") יחושב באחת משתי השיטות הבאות:

א. לפי ההספק הכולל של השנאים המותקנים בחצרי הצרכן (קו"א).

ב. לפי הכיול באמפרים של המזד"ש (מפסק זרם דל שמן) הראשי ובמקרה זה ייעשה החישוב לפי הנוסחה:

$$S = \sqrt{3} \times I \times U$$

כאשר:

S - ההספק המירבי לפי גודל החיבור (קו"א)

I - זרם הכיול של המזד"ש (אמפר)

U - מתח האספקה (קילוולט)

על המזד"ש ניתן להתקין 2 סוגי הגנות:

א. הגנות משניות הכוללות ממסרים בעלי משני זרם ומשני מתח. הגנות אלה דורשות מקור אספקה זר לפיקוד בכדי להפעיל את המזד"ש במקרה של זרם יתר.

ב. הגנות ראשוניות המותקנות ישירות על הקטבים של המזד"ש ואינן דורשות פיקוד חיצוני.

מאפייני ההגנות במתקן הכולל מזד"ש

א. ההגנה בפני עומס יתר (הגנה תרמית) דרושה ב-2 פאזות לפחות בהתאם לזרם הכיול. זמן התגובה של ההגנה התרמית לא יעלה על 30 דקות. לדוגמה, צרכן המזמין חיבור לפי כיול מזד"ש ל-30 א', ייפסק המזד"ש בזרם של 37.5 אמפר (30x1.25) תוך 30 דקות.

ב. ההגנה בפני זרם קצר (הגנה אלקטרומגנטית) תהיה הן בעלת דרגת שהיית זמן של 0.3 שניות והם בעלת תגובה מיידיית שתפעל בכל אחת מן הדרגות בהתאם לגודל זרם הקצר.

בתאום עם חברת החשמל ניתן גם להתקין הגנה בפני קצרים חד-פאזיים לאדמה באמצעות הגנה ואטמטרית.

ברשתות חברת החשמל במתח 22 ק"ו ובחלק מהרשתות במתח 33 ק"ו, מחוברת נקודת הכוכב של שנאי האספקה בתחנות המשנה לאדמה דרך סליל כיבוי הנקרא גם "סליל פטרסון" וזאת על מנת להקטין את זרמי הקצר לאדמה ולכבות את הקשת בעת התרחשות הקצר.

שיטת "סליל פטרסון" מאפשרת הפעלת ההגנה הואטמטרית המותקנת ביציאה מתחנת המשנה. יש לציין שברשתות בהם קיימת הגנה זו באמצעות "סליל

אינג' ר. קבסה - בודק מתקנים במחלקה המסחרית מחוז הדרום, חברת החשמל.

- בדיקת רציפות ההארקה של כל החלקים המתכתיים.
- בדיקת בידוד המתקן במתח של 5000 וולט.
- בדיקת תקינות פעולות החיבור וההארקה של הציוד כגון מפסקים ומזדשיים.
- בדיקת המרחקים בין החלקים החיים לחלקים המאורקים.

סיכום

התכנון והביצוע של מתקני מתח גבוה איננו מכוסה כיום בתקנים ישראליים ותקנות רלבנטיות בחוק החשמל. אי לכך נאלצים המתכננים והמבצעים להסתמך על תקנים זרים ובהתחשב בנסיגון שנצבר הם מתאימים את התכנון והביצוע לדרישות ולתנאים הקיימים בארץ.

המתח הגבוה, כמו כן חייבים להימצא במקום הוראות בטיחות והוראות תפעול עדכניות של המתקן.

בדיקת המתקן

- על קבלן החשמל המבצע את העבודה במתקן, להזמין בחברת החשמל בדיקת המתקן לפני חיבורו לרשת החשמל — הבדיקה כוללת:
- בדיקת התאמת המתקן לתוכנית שהוגשה על ידי המהנדס המתכנן.
- בדיקת אופן הביצוע בהתאם לדרישות וכללי המקצוע.
- בדיקת התנגדות ההארקה כלפי המסה של האדמה.

תאונת השביל ולהקחה

הכל בגלל התקן קטן

אינג' ויקטור זיס

בספור התאונה שבה נהרג ליד בריכת הדגים פועל בשם משה, ברצוני להדגיש פעם נוספת את החשיבות של שימוש בכבלים מאריכים תקינים, המצויידיים בבתי תקע מיטלטלים מתאימים, הכוללים התקני תפיסה עבור הכבלים הנכנסים לתוכם.

התאונה

בכבל המאריך שבו השתמש משה ז"ל, לצרכי הפעלת משאבת המים הניידת, המופעלת על-ידי במנוע תלת-מופעלי, הותקן בית תקע $3 \times 15A$, $400V$, המיועד להתקנה קבועה. בית התקע אמנם היה מסומן בתו תקן (המעיד על תקינות האבזר להתקנה קבועה), אך הוא לא היה מתאים להתקנה בסופו של כבל מאריך כבית תקע מטלטל. בית התקע היה מצוייד בשתי רגליות עם חורים עבור התקנה על פני הקיר או הקונסטרוקציה וכן בחור $3/4$ " עם הברגה עבור צנור מוביל מוליכים בהתקנה קבועה.

בכבל המאריך שבו השתמש משה הוכנס אמנם הכבל לבית התקע המטלטל שלו דרך טבעת אטימה המורגת לתוך חור $3/4$ " אך הדבר לא מנע את העברת המאמצים על ברגי החבור בעת המשיכה בכבל.

כתוצאה מההתקנה המתוארת לעיל התנתק מוליך ההארקה מבורג החבור שלו ואף יצא מחוץ לבית התקע. באחת מהמשיכות הנוספות השתחרר באופן חלקי אחד ממוליכי המופעים ונגע בגוף המתכתי של בית התקע. כתוצאה מניתוק מוליך הארקה לא נסגר מעגל התקלה, החישמול לא סולק והגיע למשאבה הניידת המורכבת על עגלת המתכת (ראה תרשים). משה, אשר רצה להעביר את המשאבה למקום אחר, נגע בעגלה של המשאבה, קיבל מכת חשמל קטלנית — ונהרג במקום.



הלקח

הלקח מהתאונה הוא: כבלים מאריכים חייבים להיות מצויידיים בבתי תקע המיועדים לטיטולטול, וכוללים התקני תפיסה מתאימים לכבלים.

אינג' ו. זיס — מנהל עיני החשמל, משרד האנרגיה והתשתית.

טלביזיה בלתי חוקית במעגל סגור

מאת אינג' ויקטור זיס



האנטנות, המותקנות על הגג. עוגן זה נגע באופן מקרי בשני דודי שמש, המותקנים אף הם על הגג. גודל זרם הקצר היה כ-15 ק"א והוא גרם להתכת:

שני דודי שמש, כמה עוגני אנטנות, צינורות נחושת גז, הקשורים למערכת מרכזית ושל צנורות המים במקומות רבים (בתוך קירות הדירות ובחיבורים לדודי שמש).

דיירי הבית העידו שבזמן התאונה נשמע פיצוץ עז במקום, ורק בנס לא התרחש פיצוץ מיכלי גז הבישול. שעלולים היו לגרום לאסון כבד עוד יותר.

מהתאונה המתוארת לעיל אפשר להפיק את הלקחים הבאים:

1. רק בנס לא הסתיימה התאונה במותם של שני העובדים /או אנשים נוספים.
2. התאונה קרתה רק כתוצאה מהתקנת כבלים בלתי חוקיים.
3. מערכת צנרת המים איננה מתאימה למעבר זרמי קצר של מערכת מתח עליון.

המסקנה:

יש להלחם בכל הדרכים האפשריות בתחנות הטלביזיה הבלתי חוקיות, שעובדיהם מותחים כבלי טלביזיה בקרבה מסוכנת לקוי חשמל, מסכנים את עצמם, אנשים אחרים ורכוש.

בזמן האחרון אנו עדים להתפשטות תחנות טלביזיה פרטיות המשדרות את שידוריהם בכבלים והפרוסים באופן בלתי מקצועי ברחובות.

כבלים אלה מועברים מבית לבית, ללא התחשבות בקיומם של קווי חשמל בכל רמות המתח.

כבלי טלביזיה, מהווים סיכון בטיחותי רב, הם יכולים לפזר חישמולים למקומות בלתי צפויים מראש, הן בזמן ההתקנה והן במקרה של תקלה (קריעת הכבל ונפילתו על קו החשמל).

בזמן האחרון קרו מספר אסונות בזמן ההתקנה או הפרוק של כבלי טלביזיה פרטית. להלן ניתוח של אחד מהתאונות שקרו והמסקנות המתבקשות מתאונה זו.

התאונה:

בזמן מתיחת כבל טלביזיה במעגל סגור בין שני בתים נגע הכבל בצורה מסוכנת במופע התחתון של קו מתח עליון 150 ק"ו. מותחי הכבל נפעו אך בנס נשארו בחיים. קרוב לודאי שאת חייהם הם חייבים לעובדה שכבל הטלביזיה היה במגע עם עוגן של אחת

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

הגנה בפני חישמוול של מתקן חשמל מחוץ למבנה שמתקנו מוגן בשיטת ה"איפוס"

אליהו ברזילי

כידוע, לכל שיטת הגנה יש את היתרונות והחסרונות שלה. לאחר הנהגת שיטת ה"איפוס" והרצתה, נתקלנו במספר בעיות שראוי ללבן אותן ולחפש את הפתרונות הרצויים בכל מקרה. אחד מהיסודות שעליו מבוסס רעיון ה"איפוס" הוא יצירת מעגל לולאת התקלה דרך מוליך האפס של רשת החלוקה במקום דרך האלקטרודה והמסה הכללית של האדמה. מטרה זו מושגת על-ידי ביצוע חיבור בין מוליך האפס בחיבור החברה ובין פס השוואת הפוטנציאלים בהתאם לתקנה 48 (א) בקובץ תקנות 4643. דבר זה מאפשר פיתוח זרם קצר גבוה (זרם שווה ערך לזרם קצר בין פאזה ואפס) וכתוצאה מכך אנו מצליחים לקבל תגובה ופעולת הפסקה מהירה של ההגנות במתקן המוגן בשיטת ה"איפוס".

טובה (כלוב פרדי). לעומת זאת מתח התקלה עלול להיות מורגש ואפילו מסוכן מחוץ למבנה.

מתח תקלה במתקן מחוץ למבנה מאופס

כל האמור עד כאן טוב כל זמן שמערכת ההארקה נשארת בתוך המבנה. לעומת זאת קיימת סכנה שיופיע מתח מגע אם נוציא את מערכת ההארקה אל מחוץ למבנה המאופס באמצעות מתקן המזין מבנה אחר או מתקן נוסף באותם החצרים. מבנה אשר אין בו הארקה יסוד והשוואת פוטנציאלים.

מתח התקלה אשר יופיע במקרה זה במערכת הארקה מחוץ למבנה המאופס יגדל ככל שנתרחק מהמבנה עד לגבול השפעת האלקטרודה של הארקה היסוד במבנה, ואז נקבל מתח מגע שגודלו יהיה שווה למפל המתח המלא על האלקטרודה.

נבדוק לדוגמה, מקרה של **מבנה א'** אשר בו מותקן הלוח הראשי וממנו קיים קו הזנה כולל הארקה, המזין **מבנה ב'** במרחק 30 מטר ממנו. **במבנה א'** מותקן מתקן עם לוח ראשי מתכתי ומבטיח ראשי של 25 אמפר.

מבנה א' הוא עם הארקה יסוד והתנגדות אלקטרודת היסוד היא 10 אוהם. בהתאם לטבלה בתקנה 52 (א) בקובץ הנ"ל, לולאת התקלה עבור נתיך 25 אמפר לא תעלה על 1.91 אוהם, ולפיכך ההגנות במקרה זה לא יפעלו בזמן המתאים ויש צורך לשפר את הארקה, או, אם הדבר לא מתאפשר — ניתן להשתמש בהגנה על ידי "איפוס". מאחר והתנגדות האלקטרודה קטנה מ-20 אוהם ובהנחה שהרשת המזינה מבנה זו מתאימה ל"איפוס", תאשר חברת החשמל **במבנה א'** "איפוס" לפי בקשת החשמלאי.

מבנה ב' הוא מבנה ישן ללא הארקה יסוד והשוואת פוטנציאלים והוא יכול להיות גם סככה או עמודי תאורה למגרש ספורט וכד'. כפי שאמרנו, **מבנה ב'** מקבל אספקה והארקה **ממבנה א'** המוגן עלידי "איפוס" אך במבנה ב' אין הארקה יסוד ואין השוואת פוטנציאלים.

זרמי אי איזון במתקן מאופס

כאשר מופעלת מערכת תלת-פאזית (רשת חברת החשמל) והרשת לא מעומסת באופן סימטרי זורמים במוליך האפס זרמי-איזון. מצב זה הוא למעשה מצב רגיל של פעולת רשת האספקה, אם ברשת זו קיים מבנה עם מתקן מאופס נוצר מצב כאילו קיימת הארקה שיטה נוספת ברשת ואז זרם האי איזון יתחלק ויזרום במקביל לפי יחס ההתנגדויות של האפס והארקה היסוד.

התוצאה תהיה שרוב הזרם יזרום דרך האפס וחלקו הקטן יזרום דרך מוליך ה"איפוס" והארקה היסוד. דבר זה יגרום למפל מתח על התנגדות הארקה היסוד והופעת מתח תקלה קטן יחסית. מתח זה לא יורגש כלל בתוך המבנה אם התקיים בו השוואת פוטנציאלים כנדרש אך עלול להיות מורגש בצורה קלה על ידי אדם שיעמוד מחוץ למבנה, ויגע בחלק המתכתי של המבנה.

זרמי-אי איזון במתקן מאופס בזמן תקלה ברשת

לעומת המקרה הקודם המצב עלול להחמיר אם כתוצאה מתקלה ברשת יגרם פסק במוליך האפס בכל נקודה שהיא הנמצאת בין המבנה המוגן בשיטת "האיפוס" ובין שנאי החברה המזין רשת זו.

במקרה זה הזרם לא יתחלק בין האפס ומערכת "האיפוס", אלא זרם זה, אשר בחלקו זרם קודם במוליך האפס לכיוון נקודת התווך בשנאי, יזרום לאחר התקלה (ניתוק האפס ברשת) לכיוון הפוך, כלומר דרך מוליך האפס, פס השוואת הפוטנציאלים, אלקטרודת היסוד, המסה של האדמה, הארקה שיטת השנאי לנקודת התווך בשנאי. גודל מתח התקלה במקרה זה יהיה ביחס ישר למכפלת הזרם האמור וההתנגדות בין הארקה יסוד במבנה והמסה הכללית של האדמה.

מתח התקלה שיתקבל במקרה זה לא יורגש **בתוך המבנה** אם כמובן התקיים השוואת פוטנציאלים

א. ברזילי — ראש מדור בדיקות, מחלקת הצרכנים הטכנית, מחוז דן, חברת החשמל.

טלביזיה בלתי חוקית במעגל סגור

מאת אינג' ויקטור זיס



האנטנות, המותקנות על הגג. עוגן זה נגע באופן מקרי בשני דודי שמש, המותקנים אף הם על הגג. גודל זרם הקצר היה כ-15 ק"א והוא גרם להתכת:

שני דודי שמש, כמה עוגני אנטנות, צינורות נחושת גז, הקשורים למערכת מרכזית ושל צנורות המים במקומות רבים (בתוך קירות הדירות ובחיבורים לדודי שמש).

דיירי הבית העידו שבזמן התאונה נשמע פיצוץ עז במקום, ורק בנס לא התרחש פיצוץ מיכלי גז הבישול. שעלולים היו לגרום לאסון כבד עוד יותר.

מהתאונה המתוארת לעיל אפשר להפיק את הלקחים הבאים:

1. רק בנס לא הסתיימה התאונה במותם של שני העובדים ו/או אנשים נוספים.
2. התאונה קרתה רק כתוצאה מהתקנת כבלים בלתי חוקיים.
3. מערכת צנרת המים איננה מתאימה למעבר זרמי קצר של מערכת מתח עליון.

המסקנה:

יש להלחם בכל הדרכים האפשרויות בתחנות הטלביזיה הבלתי חוקיות, שעובדיהם מותחים כבלי טלביזיה בקרבה מסוכנת לקוי חשמל, מסכנים את עצמם, אנשים אחרים ורכוש.

בזמן האחרון אנו עדים להתפשטות תחנות טלביזיה פרטיות המשדרות את שידוריהם בכבלים והפרוסים באופן בלתי מקצועי ברחובות.

כבלים אלה מועברים מבית לבית, ללא התחשבות בקיומם של קווי חשמל בכל רמות המתח.

כבלי טלביזיה, מהווים סיכון בטיחותי רב, הם יכולים לפזר חישמולים למקומות בלתי צפויים מראש, הן בזמן ההתקנה והן במקרה של תקלה (קריעת הכבל ונפילתו על קו החשמל).

בזמן האחרון קרו מספר אסונות בזמן ההתקנה או הפרוק של כבלי טלביזיה פרטית.

להלן ניתוח של אחד מהתאונות שקרו והמסקנות המתבקשות מתאונה זו.

התאונה:

בזמן מתיחת כבל טלביזיה במעגל סגור בין שני בתים נגע הכבל בצורה מסוכנת במופע התחתון של קו מתח עליון 150 ק"ו. מותחי הכבל נפצעו אך בנס נשאר בחיים. קרוב לודאי שאת חייהם הם חייבים לעובדה שכבל הטלביזיה היה במגע עם עוגן של אחת

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

הגנה בפני חישמול של מתקן חשמל מחוץ למבנה שמתקנו מוגן בשיטת ה"איפוס"

אליהו ברזילי

כידוע, לכל שיטת הגנה יש את היתרונות והחסרונות שלה. לאחר הנהגת שיטת ה"איפוס" והרצתה, נתקלנו במספר בעיות שראוי ללבן אותן ולחפש את הפתרונות הרצויים בכל מקרה. אחד מהיסודות שעליו מבוסס רעיון ה"איפוס" הוא יצירת מעגל לולאת התקלה דרך מוליך האפס של רשת החלוקה במקום דרך האלקטרודה והמסה הכללית של האדמה. מטרה זו מושגת על-ידי ביצוע חיבור בין מוליך האפס בחיבור החברה ובין פס השוואת הפוטנציאלים בהתאם לתקנה 48 (א) בקובץ תקנות 4643. דבר זה מאפשר פיתוח זרם קצר גבוה (זרם שווה ערך לזרם קצר בין פאזה ואפס) וכתוצאה מכך אנו מצליחים לקבל תגובה ופעולת הפסקה מהירה של ההגנות במתקן המוגן בשיטת ה"איפוס".

טובה (כלוב פרדיז). לעומת זאת מתח התקלה עלול להיות מורגש ואפילו מסוכן מחוץ למבנה.

מתח תקלה במתקן מחוץ למבנה מאופס

כל האמור עד כאן טוב כל זמן שמערכת ההארקה נשארת בתוך המבנה. לעומת זאת קיימת סכנה שיפוע מתח מגע אם נוציא את מערכת ההארקה אל מחוץ למבנה המאופס באמצעות מתקן המזין מבנה אחר או מתקן נוסף באותם החצרים. מבנה אשר אין בו הארקה יסוד והשוואת פוטנציאלים.

מתח התקלה אשר יופיע במקרה זה במערכת הארקה מחוץ למבנה המאופס יגדל ככל שנתרחק מהמבנה עד לגבול השפעת האלקטרודה של הארקה היסוד במבנה, ואז נקבל מתח מגע שגודלו יהיה שווה למפל המתח המלא על האלקטרודה.

נבדוק לדוגמה, מקרה של **מבנה א'** אשר בו מותקן הלוח הראשי וממנו קיים קו הזנה כולל הארקה, המזין **מבנה ב'** במרחק 30 מטר ממנו. **במבנה א'** מותקן מתקן עם לוח ראשי מתכתי ומבטיח ראשי של 25 אמפר.

מבנה א' הוא עם הארקה יסוד והתנגדות אלקטרודת היסוד היא 10 אוהם. בהתאם לטבלה בתקנה 52 (א) בקובץ הני"ל, לולאת התקלה עבור נתיך 25 אמפר לא תעלה על 1.91 אוהם, ולפיכך ההגנות במקרה זה לא יפעלו בזמן המתאים ויש צורך לשפר את הארקה, או, אם הדבר לא מתאפשר – ניתן להשתמש בהגנה על ידי "איפוס". מאחר והתנגדות האלקטרודה קטנה מ-20 אוהם ובהנחה שהרשת המזינה מבנה זו מתאימה ל"איפוס", תאשר חברת החשמל **במבנה א'** "איפוס" לפי בקשת החשמלאי.

מבנה ב' הוא מבנה ישן ללא הארקה יסוד והשוואת פוטנציאלים והוא יכול להיות גם סככה או עמודי תאורה למגרש ספורט וכד'. כפי שאמרנו, **מבנה ב'** מקבל אספקה והארקה **ממבנה א'** המוגן על ידי "איפוס" אך במבנה ב' אין הארקה יסוד ואין השוואת פוטנציאלים.

זרמי איזון במתקן מאופס

כאשר מופעלת מערכת תלת-פאזית (רשת חברת החשמל) והרשת לא מעומסת באופן סימטרי זורמים במוליך האפס זרמי-איזון. מצב זה הוא למעשה מצב רגיל של פעולת רשת האספקה, אם ברשת זו קיים מבנה עם מתקן מאופס נוצר מצב כאילו קיימת הארקה שיטה נוספת ברשת ואז זרם האיזון יתחלק ויזרום במקביל לפי יחס ההתנגדויות של האפס והארקה היסוד.

התוצאה תהיה שרוב הזרם יזרום דרך האפס וחלקו הקטן יזרום דרך מוליך ה"איפוס" והארקה היסוד. דבר זה יגרום למפל מתח על התנגדות הארקה היסוד והופעת מתח תקלה קטן יחסית. מתח זה לא יורגש כלל בתוך המבנה אם תתקיים בו השוואת פוטנציאלים כנדרש אך עלול להיות מורגש בצורה קלה על ידי אדם שיעמוד מחוץ למבנה, ויגע בחלק המתכתי של המבנה.

זרמי-איזון במתקן מאופס בזמן תקלה ברשת

לעומת המקרה הקודם המצב עלול להחמיר אם כתוצאה מתקלה ברשת יגרם פסק במוליך האפס בכל נקודה שהיא הנמצאת בין המבנה המוגן בשיטת ה"איפוס" ובין שני החברה המזין רשת זו.

במקרה זה הזרם לא יתחלק בין האפס ומערכת ה"איפוס", אלא זרם זה, אשר בחלקו זרם קודם במוליך האפס לכיוון נקודת התווך בשנאי, יזרום לאחר התקלה (ניתוק האפס ברשת) לכיוון הפוך, כלומר דרך מוליך האפס, פס השוואת הפוטנציאלים, אלקטרודת היסוד, המסה של האדמה, הארקה שיטת השנאי לנקודת התווך בשנאי. גודל מתח התקלה במקרה זה יהיה ביחס ישר למכפלת הזרם האמור וההתנגדות בין הארקה יסוד במבנה והמסה הכללית של האדמה.

מתח התקלה שיתקבל במקרה זה לא יורגש בתוך **המבנה** אם כמובן תתקיים השוואת פוטנציאלים

יש להדגיש שבמקרים מסויימים הסכים המחוקק לוותר על הארכת יסוד (כאלקטרודה) אך הדגיש שבכל מקרה חייבת להתקיים השוואת פוטנציאלים וכמובן כל שאר הדרישות (קובץ התקנות 4643, תקנה 47 ב').

הרעיון הוא שגם אם תקרה תקלה ויקרע חוט הרשת, הזרמים החוזרים במוליך האפס לא יגרמו להופעת מתח מגע במערכת הארקה והמכשירים המאורקים, זאת מאחר ובין הריצפה למכשיר המאורק תהיה השוואת פוטנציאלים ומתח המגע לפיכך ישאף לאפס.

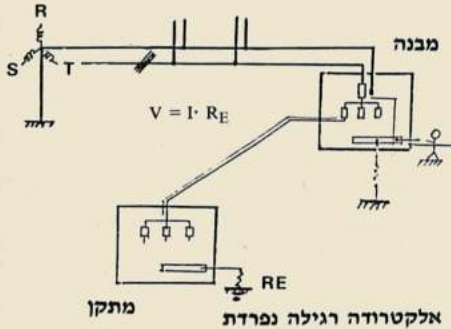
מסקנות

מן האמור לעיל אנו למדים שהדרך להגן על המתקן במבנה ב' היא להפריד בין מערכת הארקה של מבנה א' לבין מערכת הארקה במבנה ב'.

כלומר: מבנה "א" יוגן על ידי "איפוס" ומבנה ב' יוגן על ידי הארכת הגנה באמצעות אלקטרודה נוספת, נפרדת. במקרה שנאותות הארקה לא מספקת במבנה ב' להפעלת ההגנות, יוגן המתקן במבנה זה גם על ידי מפסק לזרם דלף. יש להדגיש שבכל מקרה כנייל יש צורך למנוע כל קשר גלווני בין 2 מערכות הארקה של שני המבנים ואין לספק הארקה ממבנה למבנה (איור 2).

איור 2

סידור אלקטרודה נפרדת מחוץ למבנה "מאופס" (מניעת העברת מתח התקלה למתקן שמחוץ למבנה המאופס)



כמובן, שעל ידי שיפור התנגדות הארקה היסוד במבנה יתאפשר פיתוח זרם תקלה מספיק גבוה שיפעיל את ההגנות, ניתן יהיה להמנע משימוש בהגנה בשיטת ה"איפוס" במקרים בעייתיים כמתואר לעיל. ראוי כמו כן לציין ששימוש בלוחות ראשיים מבודדים מאפשר שימוש באלקטרודות הארקה בעלות התנגדות גבוהה יותר מאחר ואז הן צריכות להתאים לגודל הנקוב של ההבטחות ולא לגודל האבטחה הראשית שהיא גדולה יותר.

אתרי בניה

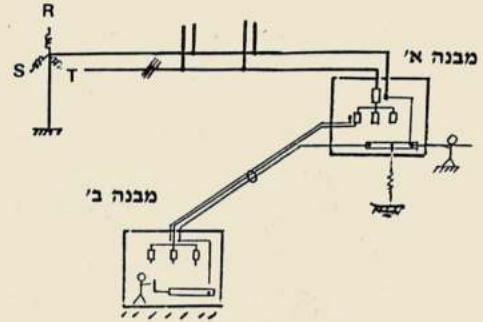
מקרה של הופעת מתח תקלה מהסוג שתואר לעיל עלול להופיע גם במקרה נוסף והוא במקרה של מתקן באתר בניה בו מערכת הארקה מחוברת לאלקטרודת יסוד.

נניח שהזרם באפס (הנובע כאמור מאסימטריות בהעמסה ברשת בזמן התקלה ברשת יהיה 8 אמפר ומאחר והתנגדות האלקטרודה היא 10 אוהם, הרי מפל המתח על האלקטרודה (מתח התקלה) יהיה: $10 \frac{1}{4} = 80$ וולט. מתח תקלה זה עלול להשתנות בהתאם לגודלו המשתנה של הזרם באפס ובהתאם להתנגדות הארקה היסוד בכל מקרה.

מתח תקלה זה יורגש כמתח מגע בכל מכשיר מאורק שמבנה ב'. אך לא יורגש כמעט במכשירים המאורקים בתוך מבנה א' – בגלל השוואת הפוטנציאלים הקיימת כאמור במבנה א' (ראה איור 1).

איור 1

העברת "מתח תקלה" ממבנה "מאופס" (מבנה א') למתקן מחוץ למבנה המאופס (מבנה ב')

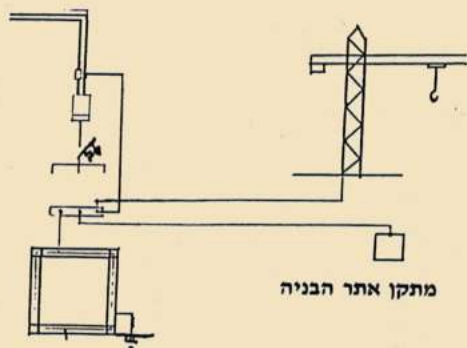


מאחר ולא ניתן להבטיח שבשום מקרה לא יקרע מוליך האפס ברשת אוירית (זהו סוג הרשתות בשימוש אצלנו) ותקלות מסוג זה קורות בעיקר בזמן סערות בחורף או כתוצאה מהפגיעה בעמוד וכד', עלולה היתה תקלה מסוג זה, לסכן את המשתמשים במערכת הארקה במבנה המוגן על ידי "איפוס". יש להדגיש שהמחוקק היה ער לקיום אפשרות זו והסכנות אשר עלולות לנבוע מכך וקבע מספר תנאים שיש לקיימם במקום שרוצים להשתמש ב"איפוס", זאת על מנת להקטין הן את האפשרות לקריעת מוליך האפס והן את הופעת מתח המגע בין הגופים המאורקים והריצפה.

והתנאים לכך הם:

1. קיומה של הארקה יסוד – דבר המבטיח קיום אלקטרודה אמינה שתתקיים לאורך זמן ולא תאכל על ידי קורוזיה.
2. קיום השוואת פוטנציאלים במבנה – להבטחת מתח מגע נמוך השואף לאפס.
3. חתך מוליך האפס ברשת יהיה לפי תקנה 53 אך בכל מקרה לא יקטן מ-16 מ"מ"ר נחושת או 25 מ"מ"ר אלומיניום – חתך זה גדול יותר מהמתחייב לפעולה חשמלית תקינה של הרשת לשם אבטחת חוזק מיכני וחשמלי למוליך האפס.
4. ההתנגדות בין האלקטרודה והמסה של האדמה לא תעלה על 20 אוהם – לצורך פעולה תקינה של ההגנות במקרה של חדירת מתחים "זרים" למערכת.

מתקן אתר בניה ללא השוואת פוטנציאליים והסכנה אשר עלולה לנבוע מניתוק באפס



אלקטרודת יסוד

במקרה זה לדוגמה, חיבר חשמלאי את המתקן אתר הבניה להארקת יסוד של מבנה המרתף אשר היה כבר מבנה גמור והשתמש בברזל הזיון שביסוד כאלקטרודה. מאחר והתנגדות האלקטרודה היתה גבוהה, הוא פנה לחברת החשמל לבקש ביצוע "איפוס". אם היה מבוצע "איפוס", היה נוצר מצב שבעת תקלה באפס (פסק) היה מופיע מתח תקלה במערכת הארקה של המתקן כפי שקרה במקרה של מבנה ב', זאת מאחר ומתקן אתר הבניה נמצא מחוץ למבנה ואין בו השוואת פוטנציאליים (איור 3).

המסקנה מכך היא שכאשר יסוד בנין באתר משמש כאלקטרודה, אין להתייחס למקרה כאל הארקה יסוד לפי התקנות להארקות יסוד, אלא רק כאל אלקטרודה בלבד, ולפיכך אסור לבצע "איפוס" במקרה זה.

אם התנגדות לולאת התקלה אינה מספקת להפעלת ההגנות, יש להגן על המתקן באמצעות מפסק לזרם דלף כהגנה בלעדית בהתאם לתקנה 63 בקובץ התקנות 4643.



שיטות אספקת החשמל

פירוש משפטי של הסעיף בכללים לאספקת חשמל לצרכנים

מתי יוכל צרכן לטעון כי מתקנו משתייך דווקא לקטגוריה שאינה בתחום הכלל? ומתי עושים שימוש ביוצא מהכלל, ומי מחליט על כך? השאלה זו שאלו את היועצת המשפטית של חברת החשמל עו"ד ש. סלומון ולהלן קטעים ממכתב תשובתה:

"המלים 'בדרך כלל' באות לציין את אופי האספקה הנהוג ככלל, דהיינו: כשהעומס אינו עולה על 4 קו"ט וכד' — תינתן אספקה חד-פזית, כשהעומס עולה על השיעור הנ"ל וכד' — תינתן אספקה תלת-פזית.

כוונת המילים "בדרך כלל" היתה לאפשר במקרים חריגים ויוצאי דופן, כאשר יש הצדקה מיוחדת לכך, לפי שיקול דעת החברה, לתת אספקה חד-פזית, כאשר העומס עולה על 4 קו"ט."

ברי מאן שהשימוש ב"יוצא מהכלל" ייעשה באופן זהיר, מבוקר והעיקר נדיר וכמובן רק במקרים "יוצאים מהכלל".

במסגרת "כללי אספקת החשמל לצרכנים" המאושרים על ידי שר האנרגיה והתשתית שוכן לו לבטח זה שנים ארוכות סעיף הקרוי "שיטות אספקת החשמל". בסעיף זה מתוארת אספקת החשמל החל מהמידות הנומינליות של המתח והתדירות וכלה במקדם ההספק שעל הצרכן להבטיח במיתקניו.

הדברים הכתובים בסעיף זה הם חד-משמעיים וחותרים אך מפריע את "השלווה" סעיף קטן ג' שבו כתוב:

"למאור ולמכשירים, כשהעומס אינו עולה על 4 קו"ט, וכן למנועים בעלי הספק נומינלי שאינו עולה על 1 כ"ס, ניתנת בדרך כלל אספקה חד-פזית. לכל עומס או הספק גדולים מאלה, ניתנת בדרך כלל אספקה תלת-פזית."

המילים "בדרך כלל" מזמינות לא אחת "פורענות" — מהו הכלל ומהו היוצא מהכלל?

יש להדגיש שבמקרים מסויימים הסכים המחוקק לוותר על הארכת יסוד (כאלקטרודה) אך הדגיש שבכל מקרה חייבת להתקיים השוואת פוטנציאלים וכמובן כל שאר הדרישות (קובץ התקנות 4643, תקנה 47 ב').

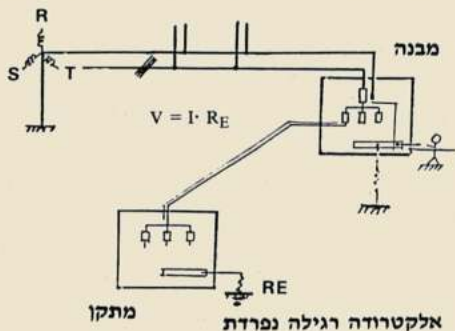
הרעיון הוא שגם אם תקרה תקלה ויקרע חוט הרשת, הזרמים החוזרים במוליך האפס לא יגרמו להופעת מתח מגע במערכת הארקה והמכשירים המאורקים, זאת מאחר ובין הריצפה למכשיר המאורק תהיה השוואת פוטנציאלים ומתח המגע לפיכך ישאף לאפס.

מסקנות

מן האמור לעיל אנו למדים שהדרך להגן על המתקן במבנה ב' היא להפריד בין מערכת הארקה של מבנה א' לדיון מערכת הארקה במבנה ב'. כלומר: מבנה "א" יוגן על ידי "איפוס" ומבנה ב' יוגן על ידי הארכת הגנה באמצעות אלקטרודה נוספת, נפרדת. במקרה שנאותות הארקה לא מספקת במבנה ב' להפעלת ההגנות, יוגן המתקן במבנה זה גם על ידי מפסק לזרם דלף. יש להדגיש שבכל מקרה כנייל יש צורך למנוע כל קשר גלווני בין 2 מערכות הארקה של שני המבנים ואין לספק הארקה ממבנה למבנה (איור 2).

איור 2

סידור אלקטרודה נפרדת מחוץ למבנה "מאופס" (מניעת העברת מתח התקלה למתקן שמחוץ למבנה המאופס)



כמובן, שעל ידי שיפור התנגדות הארקה היסוד במבנה יתאפשר פיתוח זרם תקלה מספיק גבוה שיפעיל את ההגנות, ניתן יהיה להמנע משימוש בהגנה בשיטת ה"איפוס" במקרים בעייתיים כמתואר לעיל. ראוי כמו כן לציין ששימוש בלוחות ראשיים מבודדים מאפשר שימוש באלקטרודות הארקה בעלות התנגדות גבוהה יותר מאחר ואז הן צריכות להתאים לגודל הנקוב של ההבטחות ולא לגודל האבטחה הראשית שהיא גדולה יותר.

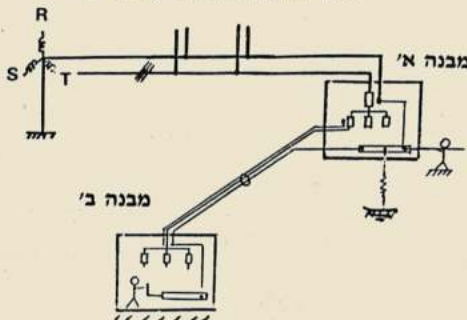
אתרי בניה

מקרה של הופעת מתח תקלה מהסוג שתואר לעיל עלול להופיע גם במקרה נוסף והוא במקרה של מתקן באתר בניה בו מערכת הארקה מחוברת לאלקטרודת יסוד.

ניח שהזרם באפס (הנובע כאמור מאסימטריות בהעמסה ברשת בזמן התקלה ברשת יהיה 8 אמפר ומאחר והתנגדות האלקטרודה היא 10 אוהם, הרי מפל המתח על האלקטרודה (מתח התקלה) יהיה: $80 = 10 \cdot 8$ וולט. מתח תקלה זה עלול להשתנות בהתאם לגודלו המשתנה של הזרם באפס ובהתאם להתנגדות הארקה היסוד בכל מקרה. מתח תקלה זה יורגש כמתח מגע בכל מכשיר מאורק שמבנה ב'. אך לא יורגש כמעט במכשירים המאורקים בתוך מבנה א' – בגלל השוואת הפוטנציאלים הקיימת כאמור במבנה א' (ראה איור 1).

איור 1

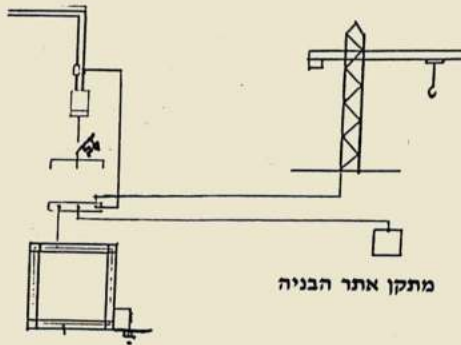
העברת "מתח תקלה" ממבנה "מאופס" (מבנה א') למתקן מחוץ למבנה המאופס (מבנה ב')



מאחר ולא ניתן להבטיח שבשום מקרה לא יקרע מוליך האפס ברשת אוירית (זהו סוג הרשתות בשימוש אצלנו) ותקלות מסוג זה קורות בעיקר בזמן סערות בחורף או כתוצאה מהפגיעה בעמוד וכד', עלולה היתה תקלה מסוג זה, לסכן את המשתמשים במערכת הארקה במבנה המוגן על ידי "איפוס". יש להדגיש שהמחוקק היה ער לקיום אפשרות זו והסכנות אשר עלולות לנבוע מכך וקבע מספר תנאים שיש לקיימם במקום שרוצים להשתמש ב"איפוס", זאת על מנת להקטין הן את האפשרות לקריעת מוליך האפס והן את הופעת מתח המגע בין הגופים המאורקים והריצפה.

- והתנאים לכך הם:
1. קיומה של הארקה יסוד – דבר המבטיח קיום אלקטרודה אמינה שתתקיים לאורך זמן ולא תאכל על ידי קורוזיה.
 2. קיום השוואת פוטנציאלים במבנה – להבטחת מתח מגע נמוך השואף לאפס.
 3. חתך מוליך האפס ברשת יהיה לפי תקנה 53 אך בכל מקרה לא יקטן מ-16 מ"מ נחושת או 25 מ"מ אלומיניום – חתך זה גדול יותר מהמתחייב לפעולה חשמלית תקינה של הרשת לשם אבטחת חוזק מיכני וחשמלי למוליך האפס.
 4. ההתנגדות בין האלקטרודה והמסה של האדמה לא תעלה על 20 אוהם – לצורך פעולה תקינה של ההגנות במקרה של חדירת מתחים "זרים" למערכת.

מתקן אתר בניה ללא השוואת פוטנציאליים והסכנה אשר עלולה לנבוע מניתוק באפס



אלקטרודת יסוד

מתקן אתר הבניה

במקרה זה לדוגמה, חיבר חשמלאי את המתקן אתר הבניה להארקת יסוד של מבנה המרתף אשר היה כבר מבנה גמור והשתמש בברזל הזיון שביסוד כאלקטרודה. מאחר והתנגדות האלקטרודה היתה גבוהה, הוא פנה לחברת החשמל לבקש ביצוע "איפוס". אם היה מבוצע "איפוס", היה נוצר מצב שבעת תקלה באפס (פסק) היה מופיע מתח תקלה במערכת הארקה של המתקן כפי שקרה במקרה של מבנה ב', זאת מאחר ומתקן אתר הבניה נמצא מחוץ למבנה ואין בו השוואת פוטנציאליים (איור 3).

המסקנה מכך היא שכאשר יסוד בנין באתר משמש כאלקטרודה, אין להתייחס למקרה כאל הארקה יסוד לפי התקנות להארקות יסוד, אלא רק כאל אלקטרודה בלבד, ולפיכך אסור לבצע "איפוס" במקרה זה.

אם התנגדות לולאת התקלה אינה מספקת להפעלת ההגנות, יש להגן על המתקן באמצעות מפסק לזרם דלף כהגנה בלעדית בהתאם לתקנה 63 בקובץ התקנות 4643.



שיטות אספקת החשמל

פירוש משפטי של הסעיף בכללים לאספקת חשמל לצרכנים

מתי יוכל צרכן לטעון כי מתקנו משתייך דווקא לקטגוריה שאינה בתחום הכלל? ומתי עושים שימוש ביוצא מהכלל, ומי מחליט על כך? השאלה זו שאלו את היועצת המשפטית של חברת החשמל עו"ד ש. סלומון ולהלן קטעים ממכתב תשובתה:

"המלים 'בדרך כלל' באות לציין את אופי האספקה הנהוג ככלל, דהיינו: כשהעומס אינו עולה על 4 קו"ט וכד' - תינתן אספקה חד-פזית, כשהעומס עולה על השיעור הנ"ל וכד' - תינתן אספקה תלת-פזית.

כוונת המילים "בדרך כלל" היתה לאפשר במקרים חריגים ויוצאי דופן, כאשר יש הצדקה מיוחדת לכך, לפי שיקול דעת החברה, לתת אספקה חד-פזית, כאשר העומס עולה על 4 קו"ט".

ברי מכאן שהשימוש ב"יוצא מהכלל" ייעשה באופן זהיר, מבוקר והעיקר נדיר וכמובן רק במיקרים "יוצאים מהכלל".

במסגרת "כללי אספקת החשמל לצרכנים" המאושרים על ידי שר האנרגיה והתשתית שוכן לו לבטח זה שנים ארוכות סעיף הקרוי "שיטות אספקת החשמל". בסעיף זה מתוארת אספקת החשמל החל מהמידות הנומינליות של המתח והתדירות וכלה במקדם ההספק שעל הצרכן להבטיח במיתקניו.

הדברים הכתובים בסעיף זה הם חד-משמעיים וחותרים אך מפריע את "השלווה" סעיף קטן ג' שבו כתוב:

"למאור ולמכשירים, כשהעומס אינו עולה על 4 קו"ט, וכן למנועים בעלי הספק נומינלי שאינו עולה על 1 כ"ס, ניתנת בדרך כלל אספקה חד-פזית. לכל עומס או הספק גדולים מאלה, ניתנת בדרך כלל אספקה תלת-פזית".

המילים "בדרך כלל" מזמינות לא אחת "פורענות" - מהו הכלל ומהו היוצא מהכלל?

כבל בעל בידוד תרמופלסטי למתח עליון

אינג' אנדרי שטיינר

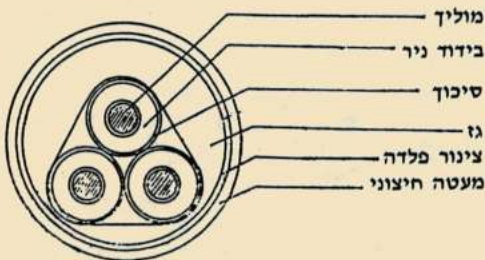
חברת החשמל לישראל נכנסת לאחרונה לקהילה מכובדת של חברות חשמל בעולם, המשתמשות בכבלים בעלי בידוד תרמופלסטי במתח עליון. המדובר הוא ברמות מתח של 110; 150; 220 ו-400 ק"ו. הראשונים בשטח זה היו הצרפתים, שכבר בשנת 1970 התקינו כבל בעל בידוד תרמופלסטי במתח 110 ק"ו. חברת החשמל הצרפתית E.D.F. מחברת כיום את כל המעגלים הראשיים בערים הגדולות, במיוחד בפריז, עם כבלים מסוג זה, כולל כבלים במתח 400 ק"ו. במשך השנים חדר השימוש בכבלים אלה גם לחברות החשמל בשבדיה, אוסטרליה, יפן הולנד ואיטליה, וכיום משתמשים בכבלים אלו גם באינדונזיה, אבדאבי, אלג'יר ועוד.

הכבלים בעלי בידוד תרמופלסטי נמצאים בשימוש גם עבור כבלי מתח נמוך ומתח גבוה. בארץ החל השימוש בכבלים אלו באמצע שנות החמישים, והם היו אז בעלי בידוד פי.וי.סי. ומשוריינים, בשלב ראשון השתמשו בהם רק למתח נמוך ורק לאחר מספר שנים החל ביצור כבלים אלה גם למתחים של עד 10 ק"ו.

יתרונות כבלים אלו לעומת הכבלים בעלי בידוד של ניר רווי שמן הם: גמישותם הרבה, יכולת עמידתם בתנאי לחות ואפשרות השימוש בהם בטמפרטורת מוליך של עד 70°C , במיוחד חשוב לציין כי אופן התקנתם פשוט ומהיר ביותר. כבר בחוברת "התקע המצדיע" מס' 6 מנובמבר 1968 פורסם מאמר בנושא: "כבלי חשמל מבודדי פי.וי.סי. למתח גבוה" כמובן שמאז ועד עתה חל שיפור ניכר בפיתוח החומרים התרמופלסטיים וכיום קיימים חומרים פלסטיים חדשיים בכבלים אלו ועל כך פורסמו המאמרים: "שימוש בחומרים חדשיים בכבלי מתח נמוך" בחוברת "התקע המצדיע" 25 - אפריל 1981, ו"חידושים בכבלים - חומרים ושיטות עבודה" בחוברת 33 - דצמבר 1984. כיום חדר כבר השימוש בארץ עבור כבלים בעלי בידוד תרמופלסטי למתח נמוך בצורה מוחלטת וכל הכבלים במיני הם בעלי בידוד כזה, לעומת זאת במתח גבוה מצב השימוש הוא כ-60% בעלי בידוד תרמופלסטי לעומת כ-40% של כבלים בעלי בידוד ניר רווי שמן, אך המצב משתנה מיום ליום ולפי התחזית תוך מספר שנים גם במתח גבוה תהיה שליטה מוחלטת של הבידוד התרמופלסטי. תהליך דומה עובר גם על הכבלים למתח עליון.

בשנת 1982 הותקנו בחיפה שני מעגלים תת קרקעיים במתח של 161 ק"ו. במקרה זה השתמשו בכבלים תלת גדיים בעלי בידוד גז (מבנה הכבל בעל בידוד גז ניתן באיור 2). בפרויקט הנוכחי שנמצא בשלבי הכנה סופיים תשתמש חברת החשמל בכבל חד-גדי בעל בידוד תרמופלסטי.

איור 2
מבנה כבל בעל בידוד גז



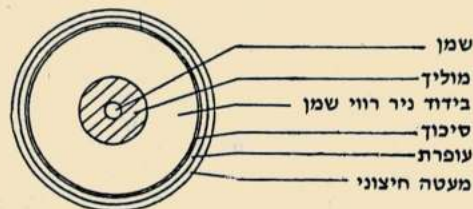
מבנה הכבלים למתח עליון

הבידוד התרמופלסטי הוא בידוד העשוי על בסיס של חומרים פלסטיים שעמידתם במתחים גבוהים טובה מאוד. למטרה זו נבחרו עד היום ארבעה סוגים של חומרים פלסטיים. שלושה מהם מבוססים על החומר המוכר לנו היטב בשם פוליאטילן. השוני ביניהם הוא בתהליך עיבודם הטכנולוגי, אשר כרוך בתהליכים כימיים ו/או תרמיים.

שלבי ההתפתחות של כבלי מתח עליון בארץ

הפרויקט הנוכחי של התקנת כבל תת-קרקעי במתח עליון אינו הפרויקט הראשון מסוגו בישראל. כבר בשנת 1960 הותקן כבל בעל בידוד שמן בלחץ נמוך בתל-אביב במתח 110 ק"ו והוא משרת אלפי צרכנים בנאמנות עד היום. בפרויקט זה השתמשו בכבלים חד-גדיים שהותקנו בשני מעגלים ובנוסף לכך הונח במקביל גם כבל שביעי, כרוזרבה למקרה של תקלה באחד מששת הכבלים הנמצאים בשימוש, כבלים אלה כוללים מערכות מיוחדות של מיכלי שמן. (מבנה הכבל בעל בידוד שמן בלחץ נמוך ניתן באיור 1).

איור 1
מבנה כבל בעל בידוד שמן בלחץ נמוך



אינג' א. שטיינר - מחלקת רתי"ק חל"ב ותפעול, הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

שלושת החומרים הללו מוכרים בשמות הבאים:

- א. LDPE – פוליאטילן בעל צפיפות חומר נמוכה
- ב. HDPE – פוליאטילן בעל צפיפות חומר גבוהה
- ג. XLPE – פוליאטילן מוצלב
- ד. EPR – אינו מוכר עדין בארץ, מבוסס על גומי סינטטי, שמו הכימי הוא Rubber Ethylene Propylene (EPR).

כל החומרים שאזכרו כאן מותאמים לשימוש במתחים עד 400 ק"ו ולאחר בדיקות מעבדתיות נמצאו מתאמים לשימוש גם למתח של עד 525 ק"ו.

יתרון נוסף של חומרים אלה הוא יכולתם לעמוד בטמפרטורות גבוהות, דבר המאפשר את העמסת הכבלים המבודדים בהם בזרמים גבוהים יותר מאשר בכבלים עם סוגי בידוד אחרים.

את תנאי עמידתם בטמפרטורות ניתן לראות בטבלה הבאה.

תנאי העמידה בטמפרטורה של סוגי בידוד שונים

הטמפרטורה			
סוג החומר	בתנאי עבודה ריאליים	חרום עד 8 שעות	בזמן קצר
LDPE	70°C	80°C	150°C
HDPE	80°C	90°C	180°C
XLPE	90°C	130°C	250°C
EPR	90°C	130°C	250°C

בטבלה ניתן לראות את הפרשי העמסות הזרמים בטמפרטורות שונות של כבלים בעלי בידוד שונה. המסקנה המתבקשת היא שכבל בעל בידוד פוליאטילן עם צפיפות חומר נמוכה ניתן להעמסה הקטנה ביותר וכבלים עם בידוד פוליאטילן מוצלב או EPR ניתנים להעמסה הגדולה ביותר כאשר מדובר באותו חתך מוליך.

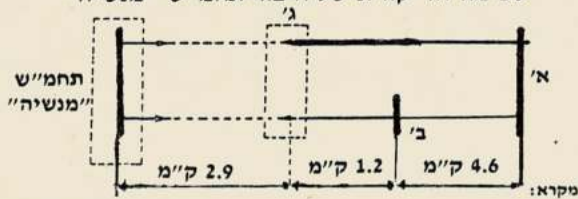
אך במציאות הדבר אינו כל כך פשוט, הואיל וקיימת חשיבות גם לעובי הבידוד. כאשר הבידוד עבה יותר התפשטות החום של המוליך בעייתית יותר ודבר זה מוריד את כושר העברת הזרם. עובי הבידוד תלוי ברמת הבידוד של החומר, ובמלים אחרות מהווה את טיב הבידוד.

חיבור תחנת המשנה – "מנשיה"

במקרה הספציפי שלפנינו, חברת החשמל תשתמש בכבל בעל בידוד תרמופלסטי במתח של 161 ק"ו לחיבור תחנת המשנה (תחמ"ש) החדשה בשם "מנשיה", שתבנה על חוף ימה של תל-אביב. אורך המעגל יהיה כ-2.9 ק"מ והוא מהווה חלק מהמעגל שיחבר את תחנות המשנה הקיימות (ראה איור 3). לפי איור 3 ניתן לראות, שבמציאות יבנו שני מעגלים תלת-פזיים כאשר לכל פזה יהיה כבל נפרד. בסך הכל יכלול הפרוייקט כ-18 ק"מ של כבל חד-גידי. את מבנה הכבל בעל הבידוד התרמופלסטי ניתן לראות באיור 4.

איור 3

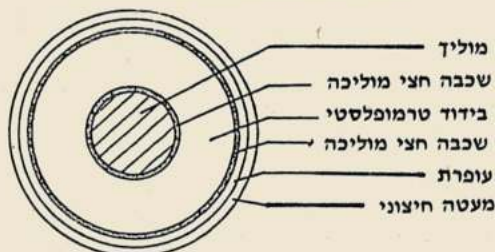
סכימה חד-קווית של חיבור תחמ"ש "מנשיה"



קו עילי 161 ק"ו קיים
קו עילי 161 ק"ו בהקמה
כבל תת קרקעי 161 ק"ו בהקמה
תחמ"ש קיימות
תחמ"ש קיימות

איור 4

מבנה כבל בעל בידוד תרמופלסטי



מבנה זה דומה לכבל בעל בידוד תרמופלסטי השימושי למתח גבוה, אך ממדיו גדולים יותר בגלל רמת המתחים וערכי הזרמים העוברים דרכו.

ההבדל העיקרי הוא במבנה הסיכוך של הכבלים. בכבל מתח גבוה הסיכוך עשוי ממוליכי נחושת שתפקידם להוות את הסיכוך עצמו וכן לשמש כמוליך הארקה. בכבל למתח עליון הסיכוך עשוי משכבה עבה של עופרת שתפקידה מלבד עצם סיכוך והולכת הארקה הוא להוות גם שכבת הגנה נגד חדירת רטיבות לתוך הכבל.

סיכום

את ההבדלים בין שלושת סוגי הכבלים למתח עליון הנמצאים בשימוש בארץ, ניתן לחלק לשני מישורים.

המישור הראשון הוא במבנה הקונסטרוקטיבי, והמישור השני הוא בבעיות האחזקה.

כאשר נשווה בין שלושת סוגי הכבלים נמצא כי:

הסוג הראשון – כבל עם בידוד שמן בלחץ נמוך, כולל מערכת שלמה של מיכלי שמן עם ברזי לחץ, מערכת הדורשת בדיקות תקופתיות ומילוי שמן בהתאם לצורך.

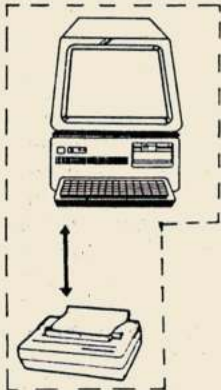
הסוג השני – כבל בעל בידוד גז, דורש מלבד מערכת הגז ושעוני הלחץ הנלווים אליו, גם בדיקות תקופתיות, למערכת זו שייך גם צינור פלדה המשמש כמעטה חיצוני. הצינור אשר נתקף על ידי זרמים בקרקע עלול במשך השנים להאכל, מסיבה זו יש צורך לבנות עבורו מערכת מיוחדת של הגנה קטודית.

הסוג השלישי – כבל עם בידוד תרמופלסטי, אינו כולל שום מערכות נלוות ולכן גם בעיות האחזקה הן קטנות יותר. המסקנה המתבקשת היא לכן שכבל זה עדיף על פני שני הסוגים האחרים ולו מבחינת האחזקה בלבד!

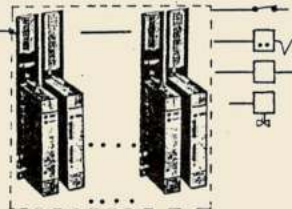
מערכות מתקדמות לבקרת מיזוג האויר בשיטת ה-D.D.C

אינג' נתנאל נוה

יצרנים רבים בחו"ל משקיעים מליוני דולרים ב-D.D.C מהנדסים רבים עוסקים ב-D.D.C. אנשי מכירות מדברים על ה-D.D.C והרבה לקוחות רוכשים D.D.C ושואלים מה זה D.D.C? בקיצור, ה-D.D.C היא מערכת בקרה בשיטת Direct Digital Control.



תיאור עקרוני של מערכת מבוזרת אופיינית הפועלת בשיטת ה-D.D.C



פעולת המערכת

מערכת ה-D.D.C מבוססת על חומרה (Hardware) ותוכנה (Software) המאפשרים בקרה של מערכות בחוג סגור כגון בקרת טמפרטורה, לחות, לחץ ובקרה על בסיס של זמן - לשימושי בקרת מערכות מיזוג-אויר ובקרת תהליכים תעשייתיים. במערכת D.D.C נתוני הויסות של המתקן - (Compensation Set Point) הינם חלק מהתוכנה וניתן בקלות לשנותם ממרכז הבקרה באמצעות המפעיל.

היתרונות העיקריים של המערכת

בקרה דיגיטלית בחוג סגור

מערכות ה-D.D.C מסופקות ללקוח בדרך כלל עם ספריה של רוטינות בקרה מוכנות לשימוש. רוטינות אלו מאפשרות יישום של כל המודולים של בקרים קונבנציונאליים (פניאומטיים, חשמליים) על-ידי בקר ה-D.D.C תוך תיאום מוחלט לשאר פונקציות הבקרה והחיסכון באנרגיה המיושמים בבקר ופונקציות התיזומן השונות.

מערכת "ידידותית" למשתמש

מידת הידידותיות של המערכת למשתמש תלויה במידה רבה בתדירות בה המשתמש משתלב בפעולת המערכת ובכישוריו האישיים. הביטוי "ידיד למשתמש" (User Friendly) הפך לביטוי שיגרת בנושא שהוא סוביקטיבי מאוד.

במערכת שהיא "ידידותית" למפעיל או מצפים שהשתלבותו של המפעיל תהיה מהירה ופשוטה. הפעלת המערכת צריכה להיות מבוססת על דו-שיח (דיאלוג) של המפעיל עם המערכת, עם צורך מינימלי של שימוש בחוברות הדרכה.

תאור כללי של המערכת

D.D.C - הגדרה:

בקרה דיגיטלית ישירה - Direct Digital Control מוגדרת כבקרה אוטומטית ממוחשבת של תהליך/משתנה מבוקר בעזרת מחשב ספרתי. באמצעות בקר D.D.C ניתן ליישם גם את פונקציות הבקרה הנדרשת בכל מתקן רגיל וגם להינות מיתרונות של מחשב, המאפשר יישום תוכניות חיסכון באנרגיה ודיווח אל מרכז הבקרה.

D.D.C - יעדים עיקריים

היעדים העיקריים של מערכת הפועלת בשיטת ה-D.D.C הם כדלקמן:
1. בקרה בחוג סגור;
2. תצוגה, ריכוז אזהקות ודיווח למרכז הבקרה;
3. תוכניות בקרה לשם חיסכון באנרגיה.

D.D.C - אינטגרציה למערכות שונות

אנו מוצאים מערכות D.D.C בבקרת מערכות מיזוג אויר ובקרת תהליכים במגזר התעשייתי. מערכת D.D.C יכולה להשתלב במערכות בקרה פניאומטיות או חשמליות קיימות ולתרום את הפונקציות "החכמות" הקיימות במחשב למטרת חיסכון באנרגיה ושיפור בצורת הבקרה. במתקן שהבקרה בו תוכננה מראש בשיטת ה-D.D.C, ניתן להפיק את התועלת המירבית בעלות מינימלית.

אינג' נ. נוה - מחלקת בקרה, חברת "איסטרוניקס"

עיקרי הדברים תורגמו מתוך מאמרו של ורל א. וויליאמס, אשר פורסם בנובמבר 1984 ב"ASHRAE Journal".

נדרש שתפקידי לוח המקשים יהיו מוגדרים בהירות. ההודעות המודפסות תהיינה מובנות. כך שהמפעיל יקבל התראות ויעוץ מידיים לכל טעות שיבצע ושסדר הפעולות יהיה מזוהה בקלות ויובן ללא מאמצים. אין זה הכרח שכל מערכת הנושאת את התיות "ידיד למשתמש" הינה אמנם "ידידותית" במלוא מובן הביטוי, והשיקול עד כמה מערכת זו היא אכן User Friendly הינו אחד מהחשובים בעת החלטה על רכישה.

חיסכון אופטימלי באנרגיה

להלן מספר דוגמאות של תוכניות בקרה אותן ניתן ליישם במערכת D.D.C. ללא תוספת חומרה, ותוצאותיהן, להקטנת צריכת האנרגיה בפעולות איוורור, חימום וקירור:

- **פיקוד על תריס אויר צח/חוזר בהתייחס לתנאי אנתלפיה;**
- **סגירת תריס אויר חיצוני בעת חימום, המקדים איכלוס המבנה;**
- **פתיחת תריס אויר חיצוני לקירור המקדים;**
- **סגירת שסתומי קירור וחימום לפני הפסקת מזגני אויר בסוף היום כדי להעלות או להוריד את טמפרטורת האולם לפני יציאת האנשים ממנו;**
- **חיסכון אנרגיה במתקן המרכזי של מיזוג האויר על-ידי הפעלת שיטות בקרה מתאימות לאופ-טימיזציה של פעולת מקררי מים, דודי חימום, מחליפי חום, משאבות מעבים, מגדלי קירור וכו';**
- **בקרה מדוייקת של משתנים מבוקרים בהתאם לדרישות; המחשב הסיפריטי יכול להיות מתוכנת לשמירה על נקודת בקרה זהה לנקודת הקביעה (Set Point) ללא תוספת חומרה. הדבר ניתן לביצוע על-ידי שימוש בבקרת P.I.D - Proportional Integral Derivative או בשילוב של מספר שיטות;**
- **Optimum Start/Stop מצויה ברוב מערכות D.D.C המתוכננות כראוי. תוכנית זו מפעילה את מתקן החימום והקירור בזמן האופטימלי בהתייחס לתנאי הטמפרטורת החיצונית, והפנימית והשעות בהם רצויים תנאי מיזוג האויר;**
- **הפעלה בהתאם ללוח זמנים: בקר ה-D.D.C יכול להיות מתוכנת להפסקות (ולהפעלות), כגון: הפסקת צהרים, גמר עבודה, תחילת וגמר משמרות, חגים, חופשות, ימי שישי, שבתות וכו', כאשר במרכז הבקרה ניתן בקלות לשנות נתונים אלו בהתייחס לנדרש.**

בקרה ודיווח באמצעות הטלפון

באמצעות מודם טלפוני ניתן לגשת למספר מערכות D.D.C המרוחקות ומרכז הבקרה, לקבלת אינפורמציה ולהכנסת ויסותים ושינויים באתרים מרוחקים שיש בהם מכשיר טלפון, זאת על ידי שימוש במסוף עם לוח קלידים, או בעזרת מחשב נפרד המתוכנת בצורה מתאימה. השיטה מאפשרת פיקוח מרחוק של אדם אחד על מערכות רבות במבנים רבים.

מניעת התערבות שלא ברשות

התוכנה יכולה (חייבת) להיות מתוכנתת עם גישת סיסמה שתגביל את התערבותו של המפעיל רק לאותן פעולות המותרות על ידי הסיסמה שברשותו.

ריכוזיות - Centralization

מאפשרת ריכוזיות תקשורת אל ומכל הבקרים לשיגור הודעות, התראות, שינויים בסדר הבקרה (Sequence) ולביצוע כיוול (קליברציה), אין זאת אומנם תוספת אוניברסלית אבל רוב רובן של המערכות כוללות אותה כסטנדרט או כאופציה.

מחירי תחרות

מחיריהם של פריטי מחשבים נמצאים בירידה, והיום הם נמוכים בהרבה מהמחירים שהיו לפני חמש שנים. מגמה מתמשכת של הוזלות תורמת להכנסת ה-D.D.C למערכת מיזוג האויר, שטח שבו ניתן בקלות להראות את הכדאיות הכלכלית שבשימוש בבקר ה-D.D.C.

בחירת המערכת

עם מבחר רב כל כך של מערכות ועם מידע מועט כל כך אודותיהן יש לנקוט בזהירות מירבית לפני קבלת החלטה סופית על רכישת מערכת כל שהיא. מחיר, חלקים עיקריים, טיב השירות, רשימת ביצועים של הספק ושל היצרן הינם רק חלק מהגורמים בהם יש להתחשב לפני הקניה, כאשר אחד הגורמים החשובים הינו נסיונו של הספק והיצרן ביישום הנדרש.

יש לוודא שליצרנים, מתכננים, מאפיינים, ספקים, סוכנים, מתקינים, מפעילים ומתחזקים יהיה הידע המתאים.

יכול מישוהו להחליט לשמש כ"שפן נסיונות" - הדבר לגיטימי ואף רציונלי, כאשר הבקרה דרושה או שמעוניינים לנסות ולבדוק את המערכת החדשה.

אך בכל מקרה, החלטה מעין זאת צריכה להתקבל בשיקול דעת ובצורה נבונה. אסור שהקונה ייכשל בגלל חוסר ידע והבנה.

האימרה הלטינית - Caveat Emptor - "זההר את הקונה", מתייחסת למוצר זה כמו לכל מוצר מתוחכם אחר.

הפעלה/אחזקה

המפתח להפעלתו המוצלחת של ה-D.D.C תנונה בידי של המשתמש. אם מערכת שתוכננה, נבחרה, הותקנה ותוכנתה באופן מושלם נופלת לידי של משתמש שאינו עושה מאמץ להבין ולתחזק כראוי את המערכת, לא יושגו היעדים והיתרונות שתוארו.

כדי להבטיח את הצלחת הפרוייקט יש להתחיל בהדרכתו של הצוות המשתמש כבר בשלבים המוקדמים של התכנון והביצוע.

באופן עקרוני אחזקתה של מערכת D.D.C פשוטה בהרבה מאחזקת מערכת קונבנציונאלית.

סיכום

א. הדינמיקה המואצת בתעשיית המחשבים יוצרת שטח המשתנה במהירות, החודר בהתמדה למקצועות שונים וגם למערכות מיזוג האויר,

שלא חלו בהם שינויים דרמטיים אחרים בשנים האחרונות.

מערכות בקרה אולוגיות הינן היום המקובלות ביותר והן מובנות לרוב המתכננים, המשתמשים והמתחזקים.

עצם המחשבה על הכנסה של מערכת חדשה ולא מוכרת, עלולה להוות סיבה מספקת להתנגדותם הנמרצת של צוותים רבים בכל שטחי הפעולה, אף על פי שמבחינה כלכלית ואפילו לטווח הקצר, הכנסת מערכת מדור מתקדם תהיה לטובת המפעל בכלל ולטובת המפעיל בפרט.

על ידי ענין ואינטרס אישי להתקדמות ועל ידי לימוד רציני של המערכת, יוכלו המתכננים והמשתמשים להפיק את מירב התועלת מהמערכת תוך זמן קצר ולהשתלב בדור החדש של המשתמשים בבקרה מתקדמת.

ב. ה-D.D.C איננו תרופה לכל דבר ואינו מסוגל לפתור את בעיותיו של כל דורש.

כמו בכל מערכת, נדרשת מעורבות הן של המתכנן והן של המפעיל להשגת היתרונות הגלומים ב-D.D.C.

בקר ה-D.D.C שנבחר, תוכנן, הופעל ומתוחזק בצורה נכונה יביא תועלת רבה ויכסה תוך זמן קצר את התוספת במחיר ששולם בגין מעבר ממערכת קונבנציונאלית למערכת חכמה יותר.

ג. בקר ה-D.D.C חודר במהירות לענף מיזוג האוויר ומתבסס בו. לכן, ככל שיקדימו העוסקים במקצוע (מאפיינים, מתכננים, מתקינים, מתחזקים ומשתמשים), לקבל את עקרונות הפיקוד הממוחשב, להבין את תפקידיו וללמוד איך לעבוד איתו, כן מוקדם יותר יהנו מיתרונותיו.

מצב כלכלי תואם את התפתחות הצריכה

בתיירות פנים, כתוצאה מהקטנת כמות הנסיעות לחו"ל בקיץ האחרון. מר ריטן הוסיף, כי חלה עליה של 8.5% באספקה ליהודה, שומרון ועזה וכן לירושלים המזרחית וזאת כתוצאה מהתחברות של צרכנים נוספים באזורים אלה.

עליה בולטת חלה אף בענף החשמל והאלקטרוניקה, עליה של 26% (זהו הענף התעשייתי בעל תאוצת ההתפתחות הגדולה ביותר).

ניתוח הסיכומים מראה, כי הצריכה הכוללת עלתה ב-5.1% וזהו המשך המגמה של השנים האחרונות עם נטיה קטנה כלפי מעלה.

מסיכומים חצי-שנתיים, שנעשו בחברה עולה, כי המיתון בתעשייה מורגש גם בצריכת החשמל. בתקופה מאפריל ועד ספטמבר 1985 חלה עליה של 0.5% בלבד בצריכת החשמל בתעשייה. לעומת זאת, בצרכנות המסחרית-ציבורית חלה עליה של למעלה מ-10% (בין היתר, מורגשת כאן השפעה של המשך התקנתם של מזגני איר).

עוד עולה מהסיכומים שנעשו על ידי המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים, כי קיימת עליה של 22% בשירותים אישיים, קרי: מסעדות ובתי מלון. מנהל המחלקה מר שמואל ריטן מסביר זאת בעליה

מתוך "חשמל" - עתון פנימי של חברת החשמל - פברואר 1986.

מראות מהכנס הארצי השנתי ה-100 לחשמלאים – ינואר 1986



בדרכם הבאים...



פושב הפתיחה



קליטת המשתתפים



קהל המשתתפים במושב הפתיחה



מבט על אחת מקבוצות הדיון