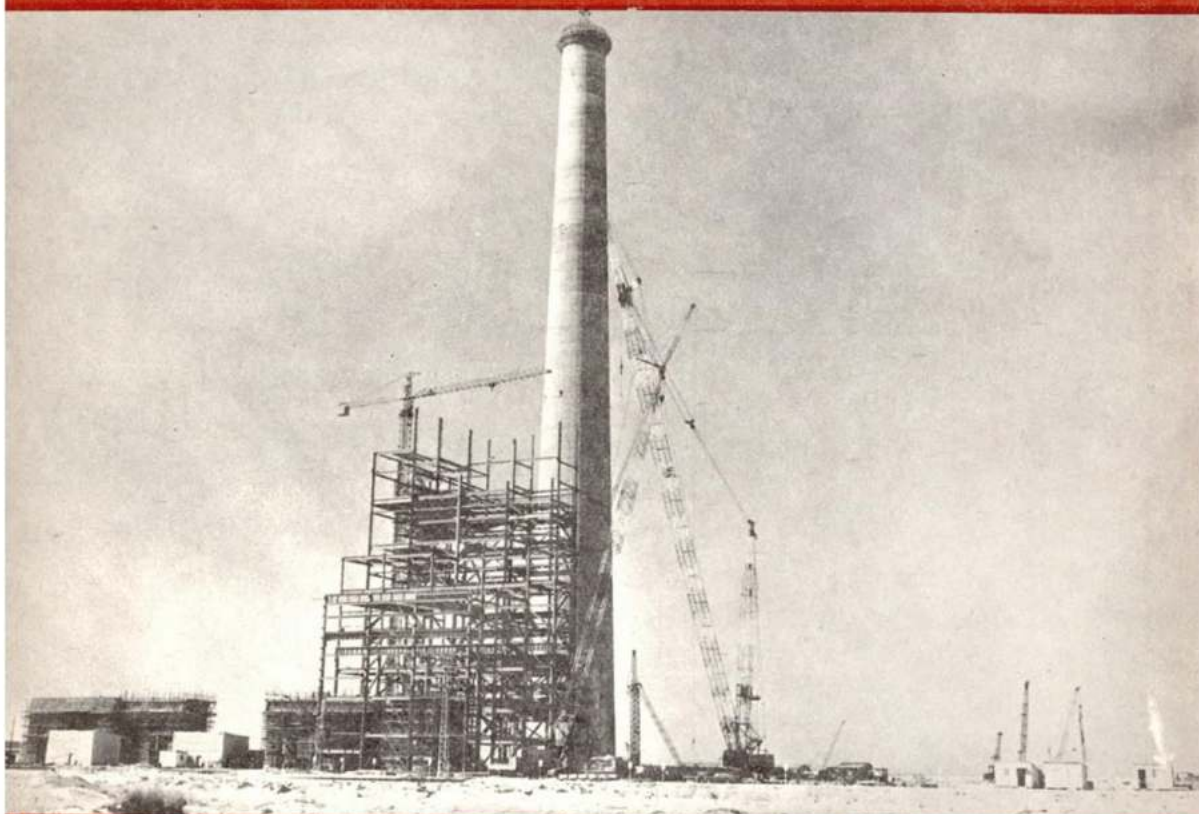


התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



פברואר 1978

מס' 19

תוכן הענינים

3	הודעה בענין המפרט החדש והתשלומים האחידים לקוי חיבור לבניני מגורים
4	הודעה על חידוש/עידכון רשימת מינויי „התקע המצדיע“
5	מכתבים למערכת
	מבצע משותף של המוסד לבטיחות ולגהות וחברת החשמל למניעת תאונות
6	בחשמל בבית
7	רשוי חשמלאים
8	בחירת המנוע המתאים בהתחשב בחיסכון האנרגיה
	סקירה על ביצוע סקרים לבדיקת אפשרויות הייעול והחיסכון בצריכת החשמל
13	אצל צרכנים
17	הגנה על ידי הארכת אפס במספר מקומות (PME)
20	המעבדה לאיתור תקלות ברשת תת־קרקעית — אנשים וטכנולוגיה
21	תחנות טרנספורמציה זעירות
22	שיקולים בכדאיות רכישת בקר שיא ביקוש (M.D.C.)
25	הפרעות ברשתות החשמל
	מדור מודעות שרות פרסומי
30	מפסקי ריק (ואקום) למתח גבוה
33	אופיינים וחידושים בטעינת מצברי מלגזות וכלי הנע חשמליים
37	נתוני עידכון והשלמה בהקשר להסקה דירתית
39	ספר חדש: מתקני מתח גבוה
40	אלמנטים אלקטרוניים לאוטומציה
42	תאונת חשמל ולקחה
43	מהדורה חדשה של קטלוג התקנים הישראליים
44	תקנים ישראליים חדשים בנושא החשמל
45	דיווח על אירועי הדרכה/הסברה
47	בעיות במתקני חשמל ופתרון

העורך:

א. לייסנר

המערכת:

צ. אביתר, י. בלבל, מ. זיסמן,

ל. יבלונובסקי, ז. ספורן, י. פישר,

נ. פלג, ג. פרבר

מנהלה:

ש. וולפסון

תסדיר וביצוע:

מ. ציסרון

כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת. ד. 25, תל־אביב — 61000

טלפון 03'625963

הדפסה:

דפוס ואופסט נורמן, חיפה.

בשער: הושלמה הארובה הראשונה של תחנת הכח החדשה ליד חדרה (מ"ד).
גובה הארובה 250 מטר!

הודעה בענין המפרט החדש והתשלומים האחידים לקוי חיבור לבניני מגורים

באישור שר האנרגיה והתשתית, הנהיגה חברת החשמל החל מ-1.11.77 שינויים בכללי התשלומים עבור חיבורים למערכת אספקת החשמל. במסגרת שינויים אלה הופעלה שיטה של תשלומים אחידים עבור קוי חיבור (חל"ב) לבניני מגורים חדשים סטנדרטיים.

שינויים אלה מהווים שלב נוסף של סטנדרטיזציה התשלומים בעד חיבורים, שמטרתה שיפור השירות לציבור; בשלב א' שהופעל ב-1.7.76 נקבעו כידוע, תשלומים אחידים עבור רשת החשמל.

עד להנהגת השינויים נקבעו תשלומי החל"ב לפי תחשיבי ההוצאות שהיו כרוכות בביצוע כל קו חיבור, כיום, עם כניסת השינויים לתוקף, מונהגים תשלומים אחידים כלל ארציים בהתאם לסוגים השונים של קוי החיבור. מומחי חברת החשמל (ועדה משותפת של הרשת הארצית ומחלקת חל"ב המחוזיות) הכינו מפרט טכני, ובו פורטו כ-80 סוגים של קוי חיבור לבניני מגורים חדשים, הנהוגים בארץ.

במידת הצורך תעודכן הרשימה וייכללו בה סוגים נוספים.

בהתאם למפרט הטכני החדש — המהווה עדכון למפרט הקודם שנקבע ב-1962 — הוכנה מערכת תשלומים אחידים לקו החיבור, המחולקת ל-2 קבוצות עיקריות. התשלומים בנויים בעזרת מדד וכל אימת שיחול בהם שינוי מצטבר של 5% ישונה התשלום בהתאם.

המפרט החדש

מפרט החל"ב החדש כולל חידושים טכניים וטכנולוגיים אשר הבולטים שבהם מפורטים להלן:

- א. שימוש בארגונים מבודדים מודולריים המכילים תכולות של ציוד סטנדרטי.
- ב. בנקודה זו פרט לסטנדרטיזציה שהיא בעצמה גורם חיובי גדול, נפתרה גם בעית הארקת מתקני החברה בחצרים של הצרכנים.
- ג. הגברת אמינות האספקה לצרכנים עקב הגדלת החיבור ושימוש בציוד יותר אמין.
- ד. שיפור טיב הנתיכים והכנסה מוגברת לניצול של נתיכים בעלי כושר ניתוק גבוה.
- ה. התאמת מרכיבי החיבור לדרישות תקנות החשמל שפורסמו ונכנסו לתוקף לאחרונה.
- ו. הכנת רזרבה מתאימה בהתקנה הראשונית על מנת לאפשר גמישות החיבור במחיר, לפי הצרכים המשתנים בעתיד וזאת במינימום הוצאות ובמינימום פגיעה במבנים הקיימים.
- ז. החיבורים לדירות בבתי מגורים — המתוכננים ומבוצעים בהתאם למפרט החדש ואשר עליהם חל, כמפורט להלן, הסדר התשלומים האחידים — מופיעים ב-3 גדלים בסיסיים כדלקמן:
 1. חיבור חד-פזי רגיל — אבטחה 25 אמפר בלוח הצרכן.
 2. חיבור חד-פזי מוגדל — אבטחה 35 אמפר בלוח הצרכן.
 3. חיבור תלת-פזי רגיל — אבטחה 25 x 3 אמפר בלוח הצרכן.

פרוט מערכת התשלומים האחידים

קבוצה א'

בקבוצה זו ישנם כיום 76 סוגים של קוי חיבור לבניני מגורים בהתאם למפרט האחיד, המאופיינים על-ידי החלוקה הבאה:

- א. מספר הדירות בבנין, עם מספר זהה של דירות בקומה;
- ב. מספר הקומות בבנין;
- ג. עם/ללא קומת עמודים;
- ד. עם/ללא חיבורים ל"זרם-לילה".

התשלומים בקבוצה זו מתייחסים לחלק הפנימי של קו החיבור, כלומר הם כוללים את "הנחת הצינורות" ואת "השלמת הפנים". אולם בבנינים בעלי 10 דירות ומעלה התשלומים אינם כוללים את ההבטחה הראשית לבנין ולקוי ההזנה. אם החברה מספקת ומתקינה את ההבטחה הנ"ל יידרש תשלום נוסף הנכלל בקבוצה ב' של התשלומים האחידים.

עבור החלק החיצוני של קו החיבור המבוצע על-ידי **כבל עילי** יחול תשלום אחיד נוסף כמפורט בקבוצה ב' שלהלן.

קבוצה ב'

קבוצה זו, כוללת 12 סוגים של תשלומים אחידים למרכיבים של קו החיבור, המהווים השלמה למסגרת

- של התשלומים האחידים לחל"ב, ויש להוסיפם רק אם המרכיבים קיימים בפועל לפי הפרוט הבא :
- חיבור חיצוני בכבל עילי כהתאם לחתך הכבל (בהתאם למספר הדירות בבנין) ועם/ללא זי.
 - הבטחה ראשית לבנין ולקוי ההזנה בבנינים בעלי 10 דירות ומעלה.
 - הגדלות חיבורים בדירות ל-3x25 אמפר שיוזמנו לפני ביצוע החיבור לבנין, בבנינים עם תשלומים אחידים.
 - חיבורים לדירות נג או חנויות בקומת העמודים עם חיבורים עד ל-3x25 אמפר שיוזמנו לפני ביצוע החיבור לבנין, בבנינים עם תשלומים אחידים.
 - תוספת תשלום לבנינים עם דירות נן (דירות מדורגות באזורים הרריים).
 - עמוד עזר לקו החיבור.
- השינויים שנעשו בעקבות עבודת הכנה ממושכת, יקלו על מזמיני החיבורים מחברת החשמל. הם יביאו לאחידות במפרט הטכני לביצוע קוי חיבורים בבניני מגורים חדשים בכל הארץ, יאפשרו למזמינים לדעת מראש כמה יעלה ביצוע העבודה ויאפשרו גם לדיירים לדעת מה התשלום שהקבלן ישלם עבור חיבור הבנין לרשת החשמל, תשלומים שישולמו מראש במסגרת התשלומים האחידים החדשים יהיו פטורים מהתייקרויות. יצויין כי כאשר חיבור הקו לבניין הוא תת־קרקעי, אין התשלומים החדשים כוללים את התשלום עבור הכבל התת־קרקעי, ועליו יש לשלם בנפרד.
- כאמור, התשלומים החדשים מתייחסים רק לקוי חיבור לבניני מגורים חדשים, ואינם כוללים קוי חיבור לתעשייה ולמלאכה או שינויים בקוי חיבור בבתים ישנים, לגביהם ימשיך להערך חישוב להוצאות הביצוע הספציפיים.
- רשימת המחירים המפורטים נמצאת במחלקת המסחריות המחוזיות ובמשרדים האזוריים של החברה.

הודעה על חידוש / עידכון רשימת מינויי "התקע-המצדיע"

- ✧ עם השלמת העשור השני של "התקע-המצדיע" (החוברת מס' 20 תצא לאור בקרוב), החליטה הנהלת חברת החשמל — לנוכח ההתייקרויות המשמעותיות בעלויות ההדפסה והמשלוח — להטיל על המינויים השתתפות חלקית במחיר, החל מהחוברת מספר 21.
- ✧ עידכון רשימת המינויים ייעשה באמצעות כרטיס-המינוי המצורף לחוברת זו אשר יש למלא, לצרף אליו את דמי המינוי ולשלוח לפי כתובת המערכת.
- ✧ דמי המינוי — שיש לשלם מראש — יהיו עבור 4 חוברות (21, 22, 23, 24).
- ✧ קדמו להחלטה בדבר הטלת התשלום דיונים והתלבטויות רבים:
- מחד גיסא אנו רואים במשלוח החוברת, הינם, אל החשמלאים ואל אנשי המקצוע בדרגים השונים, בבחינת שרות של חברת החשמל להעמקת הידע והמודעות בנושא התכנון, הביצוע והתפעול היעיל של מתקני חשמל — דבר שקבל משנה תוקף וחשיבות על רקע משבר האנרגיה והתייקרות מחיר החשמל.
- מאידך גיסא נראה לנו כעת לאור ההתייקרויות, ביתר תוקף, הצורך להבטיח שהחוברת תשלח אך ורק אל אותם אנשי המקצוע המפיקים ממנה תועלת ממשית ולגביהם אין לנו ספק שהתשלום, "הסמלי" לא יהווה מניעה להמשיך הכללותם ברשימת המינויים.
- ✧ דמי המינוי (לחוברות 21, 22, 23, 24) יהיו כדלקמן:
- מינוי רגיל — 20. ל"י
- מינוי לתלמיד (ברכישת מרוכזת לפי רשימות שיוגשו ע"י בית הספר) — 10. ל"י
- ✧ המעוניינים להכלל ברשימת המינויים המעודכנת מתבקשים למלא את הפרטים בכרטיס-המינוי, להכניסו למעטפה בצרוף שיק/המחאת דואר (לפקודת: חברת החשמל לישראל בע"מ) ולשלוח אל:
- "התקע המצדיע",
חברת החשמל לישראל בע"מ
ת"ד 25, תל-אביב.

אפתקים / אסרכת

מחממי מים, "מיידים"

להיות תלת־פזי כשהעומס שלו מחולק בצורה שווה בין 3 הפזות.

לפיכך מחמם המים הנ"ל שהספקו 4.5 קו"ט הוא חד־פזי לא יאושר ע"י חברת החשמל לחיבורו למערכת האספקה.

5. יש לציין כי גם אם הספק המחמם־המייד הוא פחות מ־4 קו"ט הרי אי אפשר ליישמו במרבית דירות המגורים בהן חתך מוליכי המעגלים החשמליים המקובל הוא 1.5 מ"מ² וגודל המבטח של כל מעגל הוא 10 אמפר.

כלומר, גם במקרה של מחמם־מייד שהספקו רק 3 קו"ט יש צורך במעגל נפרד עם מוליכים 2.5 מ"מ² והבטחה 16 אמפר!

6. אין ספק שמתקן חשמלי תקני עבור המחמם/ים המייד/יים בדירת מגורים יקר בהרבה מהמתקן החשמלי הסטנדרטי המקובל!

7. ברור כי במכשיר לחימום מים הנמצא ליד נקודת השימוש והמחמם רק את המים הנצרכים בזמנית לשימוש, יש חיסכון בצריכת החשמל לעומת דוד אגירה מבודד. אולם, יש להדגיש כי כאשר הבידוד התרמי של דוד האגירה הוא באיכות מעולה הרי שהאיבודים התרמיים יהיו נמוכים מאד ובאם מכוונים את התרמוסטט לדרגה נמוכה, בהתאם לצורך, הרי שהאיבודים הם כמעט אפסיים.

8. האמור בפרוספקט של "אטמור" בדבר חיסכון של 80% בתצרוכת החשמל נראה לנו מוגזם מאד ובלתי מציאותי!

9. הכדאיות של המחמם־המייד, מנקודת ראות הצרכן, (ואין אנו מתייחסים במכתב זה לנקר דת הראות של משק החשמל והמשק הלאומי!) מוטלת בספק בגלל הסיבות הבאות:

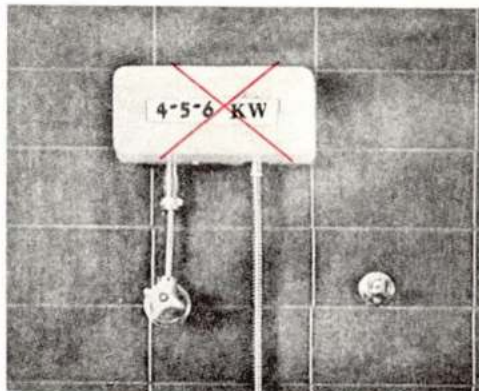
א. יש להרכיב מחמם־מייד על כל ברז בו זקוקים למים חמים וכל מחמם דורש מתקן חשמל מיוחד **המותאם לתנאי המקום** בעי"ק כשהמדובר במקומות של סכנה מוגברת מבחינה חשמלית כגון חדר האמבטיה.

ב. התקנה נאותה כרוכה בהשקעה גבוהה בנוסף למחיר המחממים עצמם!

ג. יש לחזור ולהדגיש כי לגבי מחמם שהספקו יותר מ־4 קו"ט דרוש מתקן תלת־פזי שמ"הוה גורם מייקר בהשקעה!

מהי ההתייחסות של חברת החשמל למחממי המים, "המיידים" המשוקים לאחרונה ע"י חברת "אטמור"?

כהן ישעיהו, ירושלים



הננו לציין כי אין חברת החשמל מתייחסת בדרך כלל בפומבי, באופן ספציפי למוצר של חברה כלשהי. אולם לאור העובדה כי המחמם המייד של "אטמור" זכה לפרסום באמצעי התקשורת, מצאנו לנכון להביא מעל דפי "התקע־המצדיע" את נוסח תשובתנו שנשלחה אל המועצה הישראלית לצרכנות שפנתה אלינו בשאלה דומה.

1. מחמם המים המייד, "אטמור" הוא מכשיר חשמלי לחימום מים.

המכשיר נועד להתקנה על כל ברז בו זקוקים למים חמים והפעלתו מחייבת חיבור למתקן החשמל של הדירה.

2. בדרך כלל, כל מכשיר חשמלי בעל תרתקן או סמל השנחה של מכון התקנים הישראלי יאושר לחיבור למערכת אספקת החשמל בתנאי שבי"ת התקנתו ימולאו הוראות ההתקנה הרלבנטיות של התקנות שבמסגרת חוק החשמל וכן כל הנדרש לפי הכללים לאספקת חשמל לצרכנים.

3. מחממי המים המיידים של "אטמור" משוקים כיום, עד כמה שידוע לנו, בהספקים של 3 קו"ט ו־4.5 קו"ט.

4. לפי הכללים לאספקת חשמל לצרכנים אספקה חד־פזית מוגבלת ל־4 קו"ט למאור ומכשירים. כלומר, מכשיר שהספקו יותר מ־4 קו"ט חייב

מבצע משותף של המוסד לבטיחות ולגיהות וחב' החשמל למניעת תאונות בחשמל בבית

בעקבות השימוש ההולך וגובר בכלים, ציוד, מכשיר רים ומכונות הניזונים מזרם חשמלי בכל בית, הלכו גם ירבו התאונות בחשמל.

בעוד אשר גופים רבים פועלים לקידום הבטיחות בענפי התעסוקה השונים, כמעט ואין גוף העוסק ישירות בבטיחות בבית.

מנכ"ל המוסד לבטיחות ולגיהות נפגש עם מנכ"ל חב' החשמל — **מר עמיעד** והעלה בפניו את הרעיון לקיים מבצע ארצי לקידום הבטיחות בשימוש ב"חשמל בבית. סוכם על קיום שבוע בטיחות בחשמל שילוה במערכת הסברה באמצעי התקשורת השונים, הפצת כרזות, מדבקות, דפדפות, הן במסגרת בתי"ס, הן ברחובות ובבתים. כאשר הארוע המרכזי יהא — תחרות הבית המסודר, האמין והבטוח במתקני החשמל שבו.

שבוע הבטיחות נערך בתחילת יוני 1977 ובמסגרת שבוע זה הודפסו בעתונים דפי השתתפות בתחרות, כאשר הובטחו 13 פרסים. הראשון בהם — בסך 5,000 ל"י, השני בסך 3,000 ל"י והשלישי בסך 1,000 ל"י, ועוד 10 פרסי תנחומים אחרים. במוסד לבטיחות נתקבלו אלפי בקשות לקחת חלק בתחרות. כפי שנקבע מראש הוגרלו מבין כל הבקשות כ-100 משתתפים מכל קצוות הארץ.

לאחר תיאום מראש, ביקרו במדגם הבתים שנבחר, מהנדסי חב' החשמל והמוסד לבטיחות ולגיהות, כאשר הם מצוידים בטופס ניקוד וערכו את הבקורת תוך קביעת הניקוד בהתאם לממצאים.

בהתאם לטבלאות הניקוד, נערכה ההגרלה של הזוכים בתחרות בתאריך 28.8.77 בהשתתפות נציגי חב' החשמל, המוסד לבטיחות ולגיהות ונציגי רואה החשבון של המוסד — **מר קמיל**.

ברור שקידום הבטיחות בבתים מצריך מערכת הסברה והדרכה יסודית לאין שעור, אולם אין ספק שגם בהתחלה צנועה מסוג זה יש ברכה, מה עוד ששיתוף הפעולה בין המוסד לבטיחות וחב' החשמל מל הולך ומתרחב לתחומים רבים אחרים.

כדאי להזכיר שהוצאות שבוע הבטיחות בסך של כ-100,000 ל"י, התחלקו שווה בשווה בין המוסד לבטיחות וחב' החשמל.

ד. כיוון שהמחממים ניזונים מ"זרם-יזום" ולא מ"זרם-לילה" כנהוג בדוודי החשמל הרגילים הרי שאספקת החשמל תהיה בתעריף הביתי הרגיל ולא בתעריף המזול הניתן לצרכן "זרם-לילה".

לאחרונה — בגלל התייקרות הדלק ועליית "משקלו" בעלות החשמל — הצטמצם אמנם הפרש היחסי בין מחיר "זרם-יזום" ומחיר "זרם-לילה" אם כי כיום הפרש הוא למעלה מ-16 אגורות לקוט"ש.

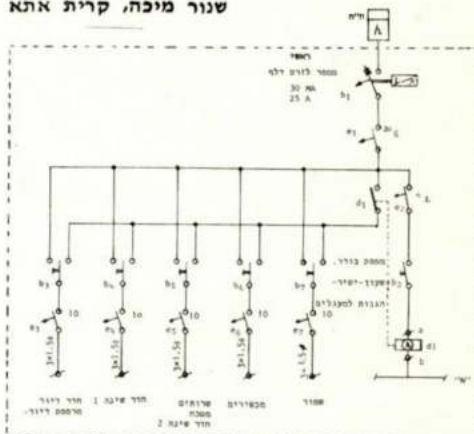
10. **לסיכום:** מחממי מים מיידים, "אטמור" שהתקנתם היא בהתאם לכללי המקצוע, כפוף לדרישות תקנות החשמל והכללים לאספקת חשמל לצרכנים עשויים לגרום לצרכן הנאה אולם לדעתנו, אין הם כדאיים לצרכן מבחינה כלכלית כאלטרנטיבה לדוודי האגירה החשמליים ה"רגילים".

* * *

הצעה מעשית ליעול וחיסכון בצריכת החשמל

לפי דרישת הדייר מופעל, "שעון-שבת" אשר מפקד על מעגלי החירה, תוספת מנסק בורר b3—b7 מי אפשרת חיסכון מירבי על ידי בחירת המעגלים הרצויים להפעלה בשעות החג/השבת ונאפשרת ניהול אותם חדרים או מכשירים אשר אינם בפעילות באותם זמנים רצויים. (ראה תרשים).

שנור מיכה, קרית אתא



תרשים
לוח ראשי לדירת מגורים

הערה: הערכים הרשומים בתרשים אינם מתאימים לכל דירה.

רישוי חשמלאים

תקציר תוכנן של שאלות בנושא רישוי חשמלאים אשר הופנו ונענו בתשובות קצרות על-ידי מר ד. תרזה, המפקח הארצי לחשמל ולאלקטרוניקה במשרד העבודה בהמשך לרב שיח שהתנהל ביום העיון „התקע המצדיע בע"פ" במלון פלזה בתל-אביב בתאריך 26.10.77.

אמור גם לגבי בתי ספר הנמצאים בפקוח המערכת הטכנולוגית של משרד החינוך והתרבות. אנו שוק"דים על הקניית נושא הבטיחות בפגישות מועדוני החשמל ובקורסים ספציפיים הנערכים לאוכלוסיות מורי החשמל העוסקים בנושא.

ה. מהן הדרכים לפניה בנושא רישוי?

כתובת היחידה בירושלים הינה רח' מחלקי המיס 21, מס. טל. 65760, ת.ד. 4023. היחידה מקבלת קהל בימים א', ג', ה' בין השעות 12.00—0.800 ובימים ב' ו-ד', בין השעות 15.00—12.00. בנוסף על כך אנו מקיימים פגישות ייעוץ בכל אחד מ-4 מחוזות משרד העבודה לפי תאום מראש. חומר אינפורמטיבי ושאלונים לקבלת רישיון ניתן לקבל במשרדנו שכתובותיהם:

1. משרד העבודה בנין מרכז הנגב באר שבע.
2. משרד העבודה מגרש הרוסים ירושלים.
3. משרד העבודה יונה הנביא 13 תל-אביב.
4. משרד העבודה דרך העצמאות 82 חיפה.

יועצי היחידה יעזרו לפונה בנושאי רישוי, השתל-מויות, ספרות מקצועית ומוביליות מקצועית.

ו. כיצד יכול אדם המתגורר באיזורים מרוחקים ללמוד את מקצוע החשמל?

ברחבי הארץ פזורים מרכזים להכשרה מקצועית אשר ברובם קיימת מח' חשמל ובה ניתן ללמוד את המקצוע עד לרמת חשמלאי מוסמך, תוך שנה אחת בלימודי יום. החניך זוכה למענק קיום בכל משך לימודיו.

ברמות הגבוהות יותר קיימת מערכת השתלמויות וגם היא פזורה בכל רחבי הארץ. בשתוף עם האוניברסיטה הפתוחה מקיים משרד העבודה מערכת לימודית בחשמל ובאלקטרוניקה המיועדת לאוכלוסיה אשר מתגוררת ברחוק ממרכז לימודי או לאנשים אשר מפאת תנאי עבודתם אינם יכולים להתקשר ליום ולשעת לימוד קבועה. מערכת זו נעזרת במשדרי טלוויזיה, בחומר כתוב הנשלח ללומד, במעבדה ביתית ובסמנריונים המתקיימים מעת לעת.

א. האם הרשיונות הניתנים ע"י משרד העבודה מכוונים רק לחשמלאי בנין?

הרשיונות הניתנים על-ידינו מייפים את כוחו של המחזיק בהם לעסוק בביצוע עבודות חשמל וזאת בהתאם לאמור בחוק החשמל תשי"ד—1954. ברצוני לציין שהחוק אינו מגדיר את סוג העיסוק הספציפי.

ב. האם אלקטרונאי חייב ברשיון חשמל?

הדעה המקובלת בקרב חברי ועדת הבחינות לי עניני חשמל ובקרב אנשי מקצוע בכירים היא, כי המחזיק ברשיון יכול לטפל בכל מתקני החשמל נידים וניחים ואילו הטיפול במתקני חשמל ניידים אינו מחייב רישיון. למרות האמור, משרד העבודה מכשיר אלקטרונאים בנושאי חשמל במפעלים שבהם האלקטרונאים מחברים את המתקן הסופי לרשת, עיקר ההכשרה בנוי על תוספת ידע במתקני זרם חזק ובסופה, משעמד בוגר הקורס בבחינות הוא זוכה לרישיון מסוג חשמלאי מסוג.

ג. מי זכאי לטפל במתקני מתח גבוה?

כאמור בחוק החשמל זכאים לטפל במתקני מתח גבוה חשמלאים בכירים וחשמלאים הנדסאים. אך בעת האחרונה כאשר מפעלים רבים קונים מתח גבוה הוחלט להעניק רישיון מסוג מתח גבוה לאוכלוסיות חשמלאים המחזיקה ברשיונות מסוגים נמוכים יותר. כדי שהחשמלאי יזכה לרישיון זה עליו לעמוד בשלושה קריטריונים:

- א. להחזיק ברשיון חשמלאי מוסמך לפחות.
 - ב. ללמוד בקורס מתח גבוה ולעמוד בהצלחה בבחינות המתקיימות בסופו.
 - ג. לקבל הדרכה ספציפית לגבי מתקני מתח גבוה במפעל שבו הוא עובד ואישור ממהנדס המפעל על כך שהוא מכיר את המתקן היטב.
- חשמלאי שעמד בשלושה קריטריונים אלו יזכה ברשיון מסוג מסוג המגביל אותו למפעל מסוים ולביצוע עבודות סטנדרטיות בתחום אותו מפעל.

ד. מה נעשה בתחום החדרת תודעת הבטיחות לעוסקים בהוראת החשמל?

בכל תכניות הלימודים המאושרות על-ידינו, לצרכי רישוי, כלול פרק העוסק בנושאי בטיחות, הדבר



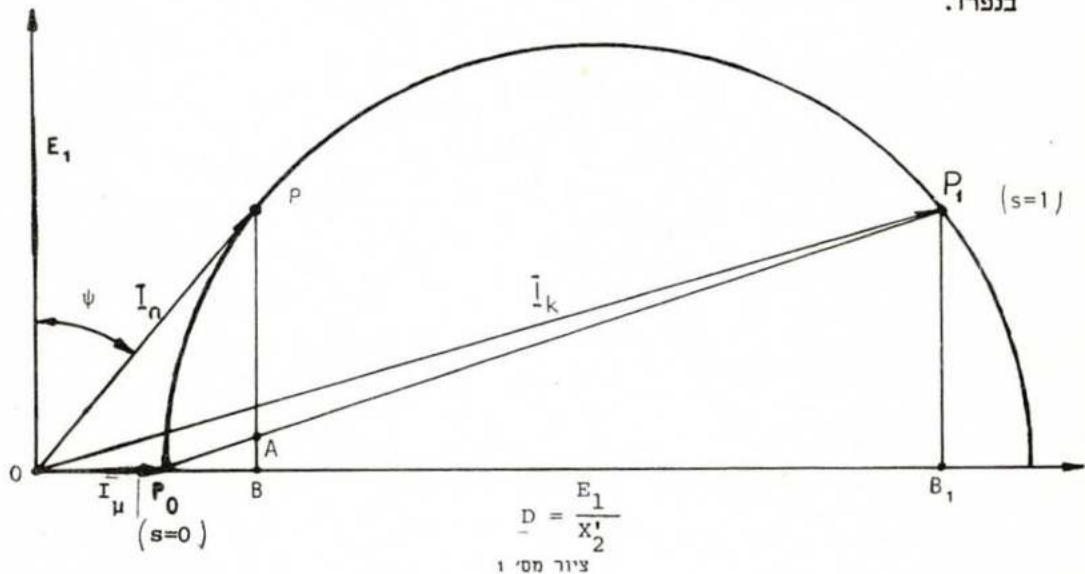
בחירת המנוע המתאים בהתחשב בחיסכון האנרגיה

פרופ' י. נאות

בחירת מנוע חשמלי לצורך מסויים היא אחת הבעיות היומיומיות בחייו המקצועיים של כל מהנדס.

לבעיה זו היבטים טכניים וכלכליים שונים. בו בזמן שהמהנדס ער, בדרך כלל, להיבטים הטכניים, לא תמיד הוא מקדיש תשומת לב מספקת להיבט הכלכלי ובוחר בפתרונות „קלים“, בלי לחשוב שע"י כך הוא גורם נזק מסוים לכלכלתו ולכלכלת המדינה.

מסיבה זו נראה רצוי להקדיש מעט תשומת לב כדי להצביע על נקודות תורפה של שימוש לא רציונאלי באנרגיה חשמלית הנובע מבחירה לא נכונה של מנוע, מה גם שמשבר האנרגיה מאיים על העולם התרבותי איום של ממש וקרוב למדי. במאמר הנוכחי הושם הדגש רק על המנוע האסינכרוני התלת-פזי בעל רוטור כלוב, שהוא הנפוץ ביותר בתעשייה, בגלל מחירו הנמוך ואמינותו הגבוהה. ידוע, כמובן, שלמטרות מסוימות משתמשים בטיפוסים שונים של מנועים חשמליים, אבל הרחבת הדיבור עליהם היתה מגדילה את נפח המאמר בלי פרופורציה לחשיבות הנושא. רצוי אם כן להשאיר את הטיפול ביתר המנועים לכל מקרה בנפרד.



המופעל V_1 . בתנאים פשטניים אלה כל נקודה P על פני העיגול מתארת משטר עבודה מסויים של המנוע. מיקומה של הנקודה P קשור להחלקה s שהיא פונקציה מהירות הסיבוב של הרוטור בהיות:
$$S = \frac{n - n_s}{n_s}$$
 כאשר n_s הוא מהירות הסיבוב של השטף המגנטי הסטטורי ו- n מהירות הסיבוב המכנית של הרוטור. היות n_s תלוי רק במבנה

תכונות המנוע

המנוע האסינכרוני התלת-פזי מתנהג בהתאם לדיאגרמת המעגל הידועה בשם „דיאגרמת היילנד“. דיאגרמה זו שורטטה בציור מס' 1. על מנת לא לסבך את המחשבות ע"י תופעות משנה שורטטה הדיאגרמה תוך הזנחת ירידות המ"ת הסטטוריות כך שהכא"מ E_1 מזדהה עם המתח

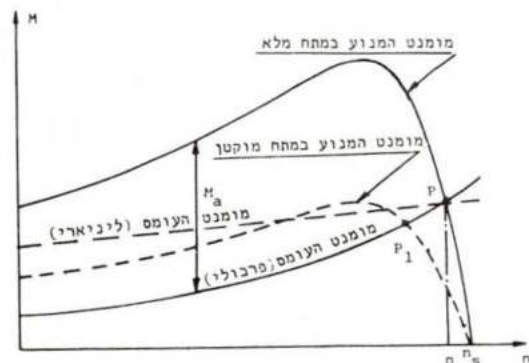
ה) הסתכלות בדיאגרמה מגלה שקיימת נקודת עבודה בה הזווית ψ מזערית. נקודה זו מקיימת, אם כן, מקדם הספק מירבי. מנוע מודרני מתוכנן כך שבהספק הנומינלי שלו מקוים תנאי זה. לעומת זאת בנקודה P_1 (התחלת התנועה) וגם בנקודה P_0 (ריקס) הזווית ψ גדולה ומקדם ההספק ירוד מאד. בהתנעה יכול להיות < 0.4 ובמצב ריקס יכול להגיע ל-0.05. בו בזמן שבעבודה נומינלית יהיה מקדם ההספק > 0.9 .

ו) מהאמור בסעיף ג) הקטע $I_k = P_1 O$ הוא זרם המנוע בתחילת התנועה. זרם זה גדול מאד ביחס לזרם הנומינלי. במציאות יכול להיות מ"ע 8 פעמים הזרם הנומינלי או אפילו יותר.

ז) הקטע כמו PB , אם קוראים אותו בקנה-מידה מתאים הינו יחסי למומנט הסיבוב M של המנוע. רואים מיד שבהתנעה המומנט קיים והוא ניתן ע"י הקטע $P_1 B_1$ אף על פי שאין הספק מועיל מפני שמהירות הרוטור שווה לאפס.

אם נחשב את המהירות המתאימה לכל נקודות המעגל, נוכל לבנות דיאגרמה הנותנת את המומנט כפונקציה המהירות. דיאגרמה כזו נתונה בציר מס' 2.

ציר מס' 2



אם נצרך לדיאגרמה זו עקום מומנט העומס, הוא המומנט הנדרש על ידי המכונה המונעת על ידי המנוע, נוכל למצוא את נקודת העבודה P בה מומנט המנוע שווה למומנט העומס, כמו כן המהירות n המקיימת מצב זה. אם נעתיק נקודה זו לדיאגרמת המעגל נקבל כל נתוני העבודה של המנוע בתנאים אלה.

נייה שמצב כזה מתואר בציר מס' 2 ע"י מומנט המנוע ומומנט העומס המשורטטים בקו מלא (ער' מס של משאבה צנטריפוגלית) רואים שבמקרה זה

המנוע ובתדירות הזינה, הרי ש- s פונקציה מהירות הרוטור בלבד. בדיאגרמה שבציר 1 סומנו במיוחד שלוש נקודות עבודה.

הנקודה P מתארת אחד ממשטרי עבודה אפשריים והיא מתאימה למהירות מסויימת שלא סומנה במפורש. הנקודה P_1 היא הנקודה המתאימה להחלקה 1, כלומר למהירות אפס.

כאשר מתניעים את המנוע מעמידה הרי עבודתו מתחילה בנקודה P_1 . במידה ומהירות הרוטור גוברת, זה נקודת העבודה לקראת הנקודה P המתאימה להספק הנדרש מהמנוע. הנקודה P_0 מתאימה להחלקה 0, כלומר למהירות המירבית $n = n_g$. נוהגים לקרוא לנקודה זו, "נקודת הריקס המוחלט", מפני שבנקודה זו הספקו המכני של המנוע שווה לאפס.

אם נחבר את הנקודה P_0 עם P_1 ע"י קו ישר (קו ההספקים) ומהנקודה P נוריד את הניצב לציר, נקבל מידע מפורט על התנהגות המנוע בכל נקודת עבודה. מידע זה ימסר להלן בלי הוכחות, למען הקיצור.

א) הקטע PA יחסי להספק המכני שהרוטור מפיק. תח. הספק זה כולל בתוכו גם ההספק המכני ש- הרוטור דורש בעצמו על מנת להסתובב במהירות הרצויה, אולם בדרך כלל הספק זה קטן ביחס להספק המופתח על ציר המנוע כך שבקרב ראשון אפשר לזהות את PA עם ההספק המועיל.

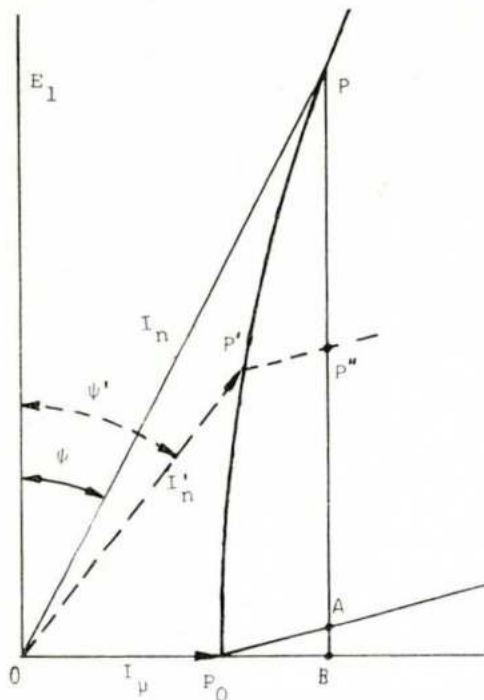
ב) הקטע AB יחסי להפסד החשמלי של הרוטור עצמו. הפסד זה הופך לחום ומחמם את הרוטור. ג) מהאמור ב"א) וב"ב) יוצא שהקטע PB יחסי להספק כולו שהסטטור מכניס אל הרוטור. הספק זה נקרא הספק עובר P_T . מזה נובע שנצילות הרוטור ניתנת ע"י $\eta_r = \frac{PA}{PB}$.

הסתכלות בדיאגרמה מראה מיד שנצילות זו קטנה ככל שנקודת העבודה מתקרבת ל- P_1 . דבר זה מסביר מדוע מנועים מסוג זה עובדים במהירות קרובה למהירות הסינכרונית n_g , על מנת לקיים נצילות גבוהה בהנחות הפשטניות שלנו, נצילות זו היא גם נצילות המנוע כולו.

למעשה זה לא כך מפני שגם לסטטור יש הפסדים, גם בליפופי, שהתנגדותם אינה אפס, וגם במעגל המגנטי הדרוש הספק כדי לקיים את השטף המגנטי הרצוי.

נצילות המנוע אם כן תמיד נמוכה מ- η_r .

ד) הקטע PO יחסי לזרם של המנוע המתאים לנקודת עבודה P . הזווית ψ אם כן היא זווית הפרש הפזות בין הכא"מ לזרם. בהנחות שלנו היא שווה ל- ψ מפני שהמתח והכא"מ זהים. במציאות ההבדל בין ψ ל- ψ אינו גדול, כך שבקרב ראשון נוכל לחשב את מקדם ההספק של המנוע ע"י $\cos \phi = \cos \psi$.



ניח שהנקודה P מתארת משטר עבודה של מנוע בעל הספק נומינלי P_n (שיקרא להלן מנוע א') העובד בזרמו הנומינלי I_n בתנאים אלה הזווית ψ שווה ל- 27° ועל כן המנוע הנדון עובד במקדם הספק $\cos \varphi = 0.892$.

ניח כעת שעל מנת להתגבר על קשיי התנעה בוחרים במנוע בעל הספק נומינלי כפול עבור אותו הצרכן (שיקרא להלן מנוע ב'). ניח כמו כן שמנוע ב' (שהספקו $2P_n$) דומה בכל תכונותיו למנוע א'. במקרה זה דיאגרמת המעגל של מנוע ב' תהיה זהה לזו של המנוע א' פרט לקנה המידה. נוכל אם כן להמשיך ולהשתמש באותה הדיאגרמה כ־ אשר נכפיל את קנה המידה של כל קטע וקטע. מסיבה זו הקטע PA שתאר את ההספק המכני הדרוש במנוע א' יתאר הספק כפול במנוע ב' ולכן ההספק הדרוש יינתן ע"י הקטע P'A שהוא 50% מהקטע PA. נקודת העבודה על המעגל תהיה כעת P' והזרם החדש יהיה OP' .

אם נשווה OP' ל- OP נמצא ש: $OP' = 0.544OP$. אם נזכור שהקטע OP מתאר ביחס למנוע ב' זרם כפול מזה של מנוע א' הרי שהזרם הנומינלי של מנוע א' יהיה $0.5OP$. מכאן שזרם העבודה של המנוע ב' שהספקו $2P_n$ שווה ל-109% מזרם העבודה במנוע א' שהספקו P_n יחד עם זאת הזווית ψ גדלה ל- 35° וכתוצאה מכך $\cos \psi = 0.82$.

מומנט המנוע גדול ממומנט העומס ממהירות 0 עד למהירות העבודה n. הפרש שני המומנטים Ma נקרא המומנט המאיץ וככל שמומנט זה גדול יותר זמן ההתנעה קטן. מובן מאליו ש- Ma חייב להיות מספר חיובי. אם Ma שלילי פרושו שמומנט המנוע קטן ממומנט העומס ואז הרוטור מאיט את מהירותו. אם דבר כזה קורה בהתנעה, המסקנה היא שהמנוע אינו מסוגל להתניע והוא נשאר תקוע במהירות אפס.

להערה אחרונה זו חשיבות מירבית לנושא הנדון. כבר צויין שבהתנעה, זרם המנוע גדול פי כמה מזרמו הנומינלי.

עובדה זו מפריעה מאד משתי סיבות: ראשית, היא מונעת הגנה נאותה על המנוע בפני יתרות עומס מקריות. שנית, היא גורמת לירידות מתח יוצאות דופן ברשת המזינה את המנוע ומפריעה בכך לעבודה תקינה של הצרכנים האחרים העובדים ברגע התנעתו.

הפתרון המקובל לסוגיה זו הוא, כידוע, פתרון ההתנעה המודרנת או בעזרת אותו תרנספורמר או בעזרת משנה חיבורים כוכב — משולש.

ברם, פתרון זה טומן בחובו נקודת תורפה. פילור סופית ההתנה המודרנת היא בכך שבמנוע בהיותו עומד מקבל מתח קטן מהמתח הנומינלי ביחס מסוים t. זרם ההתנעה במנוע מופיע אף הוא מוקטן ביחס t ואילו המומנט שהוא תלוי גם במתח וגם בזרם מופיע מוקטן ביחס t^2 .

דוגמה אחת של מומנט נתונה בצ'ור מס' 2 בקו מרוסק.

אם מומנט הצרכן הינו בעל אופי פרבולי כמו ב צ'ור בקו מלא, הרי המומנט המאיץ חיובי אפילו בזינה במתח מוקטן. מתח זה יספיק להביא את המנוע עד לנקודה P_1 ואז יסופק לו מתח מלא וההתנעה תמשיך עד לנקודה P. במקרה זה לא יהיה קושי בהתנעה מלבד הארכת זמנה ואין שום מניעה להשתמש בשיטה הנדונה.

ברם אם אופיין הצרכן מגלה מומנט לינארי כמו בקו מרוסק מס' 2 (לדוגמה — מדחס) ייתכן מאד שההתנעה תהיה בלתי אפשרית, אפילו נקודת העבודה הסופית P זהה בשני המקרים. במקרים כאלה הפתרון בדרך הקלה ביותר (ומוכרחים בכך שלרוב הוא גם הזול ביותר) הוא בחירת מנוע בעל הספק נומינלי עדיף כדי שיהיה לו מומנט התנעה מספיק. פתרון זה מהווה מקור של הפסדים במשך כל אורך חייו של המנוע כפי שיראה בפרק הבא.

העמסת חסר של המנוע

על מנת לברר את התופעה הנדונה נתבונן בצ'ור מס' 3 הנותן את החלק השמאלי של צ'ור מס' 1 בקנה מידה יותר גדול.

רוש. הפסדים אלה מתכסים ע"י שריפת דלק מיו-
תרת בתחנות הכח ומשפיעים לרעה על מאזן האנ-
רגיה של המדינה.

אם ננסה לתרגם למספרים את כמויות הדלק הנש-
רפות חינם, בגלל מקדם הספק ירוד, נגיע לכמויות
מכובדות ביותר אפילו במערכת הישראלית שהיא
כידוע בסדר גודל של כ-2000 MVA.

הפתרונות הרצויים

אחרי הדברים שנאמרו בפרק הקודם רצוי לברר,
אם כן, מה הוא הפתרון הרצוי על מנת להתגבר
על כל הקשיים בלי להגדיל את הספקו הנומינלי
של המנוע. אם הקשיים נובעים מבעיות מומנט
ההתנעה קיימת אפשרות להשתמש במנועים בעלי
מומנט התנעה גבוה באופן מיוחד. האפשרויות
המעשיות הן:

א. מנוע בעל רוטור מלופף.

במנוע זה מחברים נגדים במעגל הרוטורי בתקופת
ההתנעה ומקצרים אותם אחרי השלמתה. אם
בוחרים בנגדים הנכונים אפשר לקבל אפילו את
המומנט המירבי בהתנעה ויחד עם זאת זרם הת-
נעה נמוך יחסית.

ב. מנוע צנטריפוגלי (BBC).

מנוע זה זהה למעשה למנוע בעל רוטור מלופף פרט
לעובדה שהנגדים נמצאים ברוטור עצמו והם מת-
קצרים בעזרת מפסקים מופעלים ע"י הכח הצנט-
ריפוגלי במידה ומהירות הרוטור גדלה.

ג. מנוע מסוג Combi.

מנוע זה מצויד גם בכלוב רוטורי וגם בלימפוס
רוטוריים שבמצב עמידה הם פתוחים, מימדי הכלוב
מחושבים כך שמקבלים התנעה במומנט מירבי.
במידה ומהירות הרוטור גדלה, המפסקים הצנטרי-
פוגליים מקצרים את לימפוס הרוטור בזה אחר זה
ומגדלים בזאת שטח החתך של הלימפוס הרוטורי
ובכך המנוע מקבל את תכונותיו הנורמליות.

ד. מנוע בעל מומנט התנעה גבוה (HT).

במנוע זה מקבלים מומנט התנעה גבוה בעזרת
תכנון מיוחד של כלוב הרוטור. העקרון העומד
ביסודו של מנוע זה, הוא ניצול תופעת הקרום
(skin effect) כדי להגביל את שטח החתך האפק-
טיבי של הזרם הרוטורי בהתנעה. תדירות הרוטור
יורדת עם גידול מהירותו ואז הזרם הרוטורי מת-
פשט בהדרגה על כל שטח החתך של המוליך הרו-
טורי, והתנגדותו האקויוולנטית יורדת.

סיכום

כל השיטות האלה, ועד אחרות עליהן לא הורחב
הדיבור, פותרות את בעיית ההתנעה, אבל כולן
יקרות מבחינת ההשקעה הראשונית ופרט לשיטה

המסקנה המתבקשת משיקולים אלה היא שעל
מנת לקבל הספק מועיל שווה כאשר משתמשים
במנוע בעל הספק נומינלי $2P_n$ עלינו להשלים עם
הספק ריאקטיבי גדול פי 1.38 מזה הנצרך ע"י המ-
נוע בעל הספק P_n .

מובן מאליו שמספרים אלה מתאימים רק עבור
הדוגמה שבציור 3, אולם המסקנה העקרונית נש-
ארת: העמסת חסר של מנוע אסינכרוני גורמת
להרעת מקדם ההפסק. יש לשים לב לכך שגם
העמסת יתר היתה גורמת לתופעה דומה אם כי
בקנה מידה קטן יותר, כל עוד מדברים על העמ-
סות יתר מותרות מבחינת חמום המנוע.

בנקודה זו רצוי להבהיר שלשאלה: האם בחירת
מנוע ב' והעמסתו מתחת להספקו הנומינלי
תגרום אף לגידול בהפסדי, אין תשובה חד-
משמעית. אם נשמור על ההנחה של דמיון מוחלט
בתכונות שני המנועים נוכל להוכיח בקלות שההפ-
סדים הג'אוליים של מנוע ב' יהיו קטנים מאלה
של מנוע א', אולם הפסדי הברזל שלו והפסדי ה-
מכניים יהיו גדולים יותר והם בלתי תלויים במידת
העמסת המנוע. כך שבסך הכל תתכן אף הקטנה
בהפסדים הכוללים של מנוע ב'. הכל תלוי ביחס
בין הפסדי הנחושת ליתר ההפסדים במנוע.

הנזק האמיתי הנגרם ע"י מקדם הספק ירוד, הינו
מצוי מחוץ למנוע והוא כפול: נזק לצרכן ונזק ל-
כלכלת המדינה.

הנזק לצרכן מתבטא בכך שהפסדי המתקן שלו
גדולים יותר מהמינימום הדרוש. אם נמשיך בדוגמה
של שימוש בשני המנועים א' ו-ב', העובדה שהזרם
בשימוש במנוע ב' שווה ל-10% מזה של מנוע
א', פרושה שהפסדי המתקן במקרה זה יהיו כ-
120% מאלה שהיו בשימוש במנוע א'.

מוכרחים להודות בכך שבמקרים רבים נזק זה
שולי בהחלט מבישובים הכלכליים של הצרכן. ל-
עומת זאת הנזק הנגרם לכלכלת המדינה גדול
מאד. הפרמטר המגביל את מידת העמסת תחנות
הכוח ומיתקני העברת האנרגיה (קווי מ"ג, שנאים,
וכו') הוא ההספק המדומה הנמדד ב-KVA או
MVA. גידול של 9% בזרם המנוע פירושו גידול זהה
בהספק המדומה שמנוע זה דורש.

אם נתאר לעצמנו לצורך בירור השאלה, שכל הצר-
כים נוהגים כן, ישתמעו אחת מ-2 האפשרויות:
(א) תחנות הכח תוכלנה לספק רק כ-90% מיכולתן
להפיק הספק אמיתי או (ב) על מנת לספק את
ההספק הדרוש יהיה צורך להתקין בתחנות הכח
הספק מדומה גדול יותר מהמינימום הדרוש.

אם ניקח בחשבון שכל KVA מותקן בתחנת כח
מתבטא בהוצאה בעלת סדר גודל של 10^3 \$ נבין
בנקל עד כמה גדול הנזק הנגרם ממקדם הספק
ירוד.

לנזק זה מתווסף הנזק הנגרם בכך שכל ההפסדים
של הרשת הארצית גדולים יותר מהמינימום הדרוש

ביע על כך שהוא יכול להביא לערוך עצמי של המנוע כך שהוא יוצר את המתח שלו גם כאשר חלה הפסקה רגעית בהספקת החשמל מהרשת. לאמיתו של דבר מקרים כאלה קרו במציאות וגרמו לזרם קצר, כאשר חודשה ההספקה ומצאה את הכא"מ הנוצר ע"י המנוע בפזה לא נכונה.

מסיבה זו נהוג לתקן את מקדם ההספק עד ל-1 חידה כי אם להשאיר אי התאמה מסויימת בתנאי התהודה כך שלא יוצר מצב של ערוך עצמי. קיימת גם אפשרות לדאוג לכך שהקבלים ינותקו מהרשת מיד אם הפסקת ההספקה.

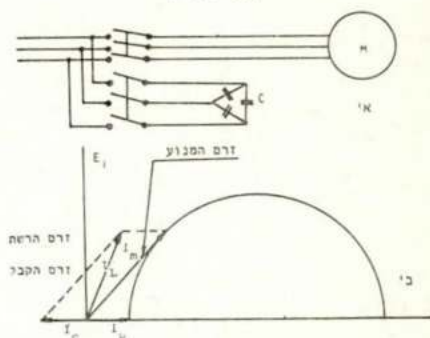
כל דרכי הפעולה שהוזכרו עד כה אינן נחוצות אם אפשר לבצע התנעה ישירה לקו, כי אז המומנט ההתחלתי מספיק גדול, לרוב, כדי להתגבר על מומנט העומס.

השמוש בקבלים מאפשר לבצע התנעה ישירה בלי לדרוש זרם התנעה גדול מדי. ראה ציור 5. לפי שיטה זו משתמשים בשני קבלים C_1 ו C_2 שקי-בולם הכולל מספיק כדי לקזז את הזרם העיוור של ההתנעה. זרם הרשת במקרה זה יוקטן לזרם שאינו גדול בהרבה מהזרם הנומינלי. תוך כדי תהליך התנעה מפסקים את הקבל C_2 ומשאירים רק את הקבל C_1 לצורך תקון מקדם ההספק. בשיטה זו תנאי המנוע הם תנאי התנעה ישירה ואילו לגבי הרשת מופיע רק הזרם הפעיל בלבד.

מובן מאליו שהביצוע המעשי של התנעת קבלים דורש מערכת פיקוד מיוחדת שתארו פרטיה אינו מתאים למאמר כללי מסוג המאמר הנוכחי.

ד' דורשות כולן הוצאות תחזוקה מוגברות. לעומתן בחירת מנוע בעל הספק יתר קוסמת מפני שלרוב זה פתרון זול ובהישג יד בלי הסתבכות בהזמנת מנועים מיוחדים. ברוב המקרים קיימת אפשרות לקזז את ההספק העיוור המוגדל על ידי התקנת קבלים מתאימים במקביל עם המנוע. פתרון מסוג זה מתואר לדוגמה בציור מס' 4.

ציור מס' 4

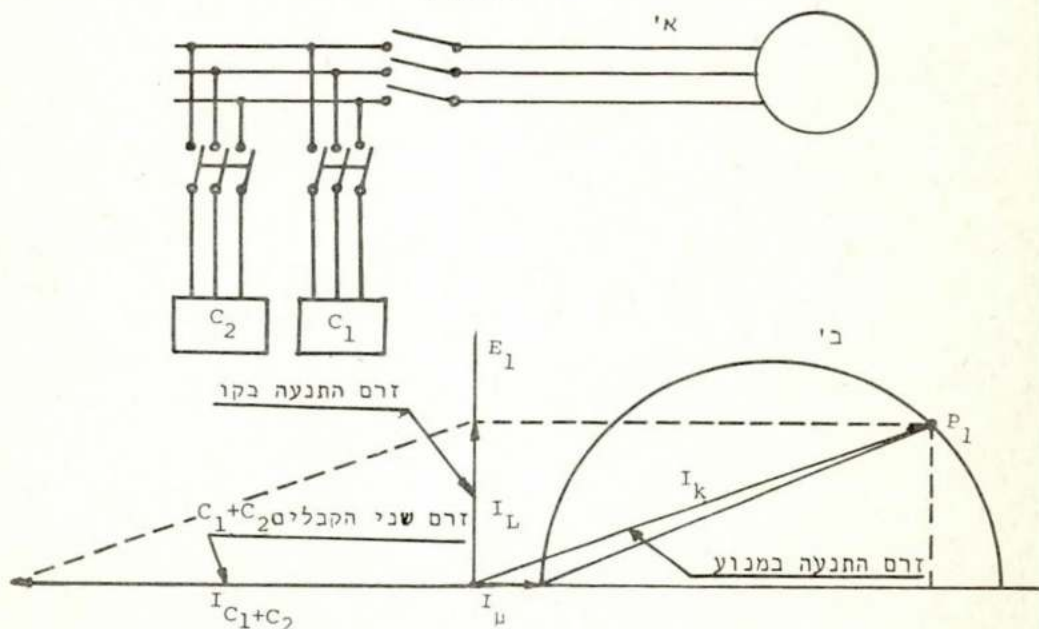


א. מובן מאליו שיש לחשב את הקבלים כך, שיקזזו את הזרם העיוור של המנוע וישאירו ברשת אך ורק את הרכיב הפעיל כמתואר בציור 4.

ב. מבחינת מחיר, ההוצאה עבור הקבלים אינה גדולה במיוחד. מבחינה טכנית ניתן להגיע לכל קיזוז שרוצים - חלקי או שלם.

כנגד הקיזוז השלם של הזרם העיוור אפשר להצ-

ציור מס' 5



סקירה על ביצוע סקרים לבדיקת אפשרויות הייעול והחיסכון בצריכת החשמל אצל צרכנים*

אינג' א. לייטנר

א. כללי

5.3. עלוני הסברה/הדרכה — עד כה פורסמו ר הופצו:

עלון כללי על ייעול וחיסכון בצריכת החשמל לת- עשיה ולמלאכה.

עלון של שיפור מקדם ההספק כדרך לייעול וחס- כון בצריכת החשמל.

(עלונים נוספים שפורסמו בנושא הייעול והחיסכון בחשמל מיועדים בעיקר לצרכנות הביתית).

5.4. מועדוני „התקעה-המצדיע“ — מתוך כוונה לה- גיע למגע ישיר עם החשמלאים העוסקים במישור הביצועי של הייעול והחיסכון בחשמל — בעיקר חשמלאי מפעלים — נמצא כעת בשלב של התחלת הביצוע, מערך קבוע של מפגשי ערב במתכונת מוע- דון „התקעה-המצדיע“ אשר יפגיש את מומחי חברת החשמל עם אנשי הביצוע באיזורים „הפריפריים“ של חברת החשמל (כגון: צפת, טבריה, עפולה, נהריה, חדרה, נתניה, פ"ת, רעננה, ראש-ל"צ, רמלה, רחובות, אשקלון, באר-שבע, אילת).

6. כאשר המדובר „בתקיפת“ נושא הייעול והחס- כון בחשמל במשותף עם גופים מרכזיים המאגדים בתוכם מספר מפעלים/צרכנים (כגון: מפעלי כור, מפעלי התעשייה הצבאית, רשות הנמלים וכו') נעשה תאום מוקדם עם הנהלת הגוף המרכזי לגבי שלבי הפעולה והיקפה. בדרך כלל מקיימת המחלקה פער לות מוקדמות כגון הדרכה משותפת למהנדסי החש- מל והתחזוקה של המפעלים הללו, לקראת ביצוע הסקרים הלכה למעשה.

7. אנשי חברת החשמל, מבצעי הסקר אצל הצרכן, אינם מתערבים במכלול מערכת היחסים והקשרים ההדדיים של הצרכן עם חברת החשמל בעניינים טכניים/מסחריים שוטפים שהם בתחומן של מחל- קות הצרכנים המחוזיות של החברה.

8. ממצאי הסקר, ההמלצות והדו"ח בכללו נמס- רים לידי הנהלת המפעל אשר בידיה ההחלטה לגבי מתן הרשות לפרסום חלקי או מלא לידיעתם ולתר- עלתם של כלל ציבור אנשי המקצוע.

9. ההוצאות הכרוכות בביצוע הסקרים לייעול וחיסכון בחשמל בכל מה שקשור למשאבי כח אדם לביצוע, לעיבוד החומר ועריכת הדו"ח-ים אינן מוט- לות על הצרכן שכן הפעולה בכללה היא, כאמור לעיל, שרות של חברת החשמל.

1. הסקרים לבדיקת אפשרויות הייעול והחיסכון בצריכת החשמל אצל הצרכנים מבוצעים כשרות של חברת החשמל במסגרת פעולותיה להגברת הייעול והחיסכון בחשמל במיזרי הצרכנות השונים.

2. ניהול הסקרים וההנחיות לביצועם הם בידי המחלקה לפיתוח הצריכה שבאגף המסחרי של החברה.

3. ביצוע הסקרים נעשה ע"י צוותים טכניים/כלכי ליים שרכשו נסיון רב בשנתיים האחרונות.

4. הסקרים משמשים גם כ„שדה אימונים“ לצוות המרכזי של המחלקה, המנווט את הנושא, ללימוד הבעיות המעשיות והתפעוליות אשר בהן כרוך היי- עוף העקרוני לייעול וחיסכון בחשמל. לרבות פרטים אופרטיביים לגבי טכניקת הביצוע בהתאם לסוג הצרכן.

5. הנסיון והידע שנרכשים על ידי הצוות המרכזי, על סמך העבודה ב„שדה“ ועל סמך לימוד עיוני, נמסרים לכלל ציבור אנשי המקצוע הנוגעים לנושא הייעול והחיסכון בחשמל — בעיקר מהנדסי חשמל יועצים, מהנדסים, הנדסאים וחשמלאים במפעלים ובמוסדות — באמצעות צינורות התקשורת הקבר- עים שהקימה חברת החשמל:

5.1. „התקעה-המצדיע“ — עלון לחשמלאים בהר- צאת חברת החשמל לישראל בע"מ, היוצא לאור 4-3 פעמים בשנה ונשלח חינם אל 13,000 אנשי מקצוע בארץ הנוגעים לדבר. (עד כה יצאו לאור 18 חוברות).

5.2. „התקעה-המצדיע“ בע"פ — ימי עיון למינויי „התקעה-המצדיע“, אשר מתקיימים אחת לחודש/ חודשיים, לסירוגין, בתל-אביב, חיפה, ירושלים, באר- שבע.

בכל יום עיון משתתפים 150—300 איש השומעים הרצאות מקצועיות וכמו כן באפשרותם להעלות שאלות אל מומחי חברת החשמל. (עד כה נערכו 24 ימי עיון).

* חומר רקע להרצאה שהוגשה בכנסי העיון (חיפה, תל-אביב, נובמבר 1977).

ההוצאות החלות למעשה על הצרכן מצטמצמות ל־
הקצאת כח האדם המקצועי של המפעל אשר נילוה
אל מבצעי הסקר, אנשי חברת החשמל, ועוזר —
במידת האפשר — בביצוע עבודות הקשורות באיסוף
הנתונים, בבדיקות ובמידות.

ב. מהלך הסקר

1. איסוף וריכוז נתונים מוקדמים.

1.1. נתוני צריכת החשמל (בקוט"ש) החודשית בת
קופה האחרונה (בדרך כלל שנה עד שנתיים).

1.2. נתוני שיא הביקוש (קוט"ט) בתקופה האחרונה
כנ"ל.

1.3. נתוני מקדם ההספק החודשי הממוצע המבר
ססים על צריכת החשמל האקטיבית (קוט"ש) והרי
אקטיבית (קואר"ש).

באם הנתונים דלעיל אינם נמצאים בצורה מסודרת
בידי הצרכן (מעקב אחר חשבונות החשמל ו/או רי
שום עצמי של קריאות מוני החשמל) ניתן ל"שלוף"
אותם מתוך יומני חברת החשמל.

2. רכוז נתונים טכניים ותפעוליים של הצרכן.

2.1. תוכנית חד־קווית של מערכת החשמל.

2.2. פרוט העומס החשמלי (מנועים, מכשירים,
מתקנים וכו') המותקן במחלקות ובאגפים השונים.

2.3. משטר העבודה במחלקות השונות: מספר ה־
משמרות, מספר שעות העבודה, פרוט, "צרכני החש"
מל" במפעל הנמצאים בפעולה בכל משמרת ו/או
שעה, בהתאם למשטר העבודה.

3. ישיבת עבודה מוקדמת של ראשי צוות ביצוע
הסקר, להתייעצות וחילופי דעות ומידע על הנתו־
נים המוקדמים דלעיל עם:

3.1. האחראי על החשמל במפעל.

3.2. האחראי על הייצור במפעל.

3.3. האחראי על התחזוקה במפעל.

3.4. המהנדס היועץ לחשמל של המפעל.

4. סיור ראשוני במפעל, על מחלקותיו, של המש־
תפים בישיבת העבודה המוקדמת.

5. הכנת תוכנית לביצוע המפורט של הסקר. ה־
תוכנית המבוססת על השלבים המוקדמים כמפורט
לעיל כוללת:

5.1. סקירת "הפרופיל" החשמלי של המפעל.

5.2. פרוט כמותי של מוקדי הצריכה העיקריים
בהם צפויות אפשרויות מעשיות ליעול וחיסכון
בחשמל.

5.3. פרוט הפעולות שיש לבצע, "בשדה".

5.3.1. סקירה הזותית.

5.3.2. בדיקות חד־פעמיות בעזרת מכשירים.

5.3.3. בדיקות חוזרות לאורך פרק זמן מסוים.
ולמשל אחת לשעה במשך 24 שעות, או אחת למש־
מרת בשעה קבועה במשך שבוע ימים, וכו'.

5.3.4. מדידות רצופות בעזרת מכשירים רושמים.
למשל: מדידה רצופה של העומס של המפעל כולו
או של חלק ממנו כדי לקבל עקומת עומס יומית
ו/או שבועית.

5.4. פרוט המכשירים הנדרשים לביצוע הסקר.

5.5. פרוט כח האדם ושעות העבודה הנדרשים ל־
ביצוע הסקר.

5.6. הערכה לגבי פרק הזמן לביצוע הסקר ב־
"שדה".

5.7. הערכה לגבי פרק הזמן לסכום מימצאי הס־
קר והכנת הדו"ח.

6. ישיבת עבודה מסכמת של ראשי צוות ביצוע
הסקר עם נציגי הנהלת המפעל (האחראי על החש־
מל, האחראי על הייצור, האחראי על התחזוקה)
ועם יועץ החשמל.

6.1. אישור תוכנית הביצוע המפורטת.

6.2. סכומים לגבי העזרה, בכח אדם ובמיכשור,
שתנתן על ידי המפעל.

7. ביצוע מעשי של הסקר ב"שדה".

7.1. לימוד, מעקב ותצפית על תהליכי הייצור ו־
משטר העבודה.

7.2. ביצוע בדיקות חד־פעמיות במוקדי הצריכה.

7.2.1. עוצמות תאורה.

7.2.2. זרמי התנעה של מנועים.

7.2.3. טמפרטורות חיצוניות של מתקני חימום
כגון: דוודים לחימום מים, תנורי תעשייה. (לבדיקת
יעילות הבידוד התרמי).

7.2.4. זרם, מתח והספק של מכשירים ומנועים ל־
חישוב מקדם ההספק.

7.2.5. מדידה ישירה של מקדם ההספק הרגעי.

7.3. ביצוע בדיקות חוזרות לאורך פרק זמן מסוים,
של קוים או מתקנים המהווים מוקדי צריכה.

7.4. ביצוע מדידות בעזרת מכשירים רושמים ל־
דוגמא:

7.4.1. מהלך הטמפרטורה באולמות שונים כדי
לוודא אם אין הגזמה ברמת ההסקה — בחורף,
מיזוג האוויר — בקיץ.

7.4.2. מהלך עקומת העומס, כדי לבדוק אפשרויות
להקטנת שיא הביקוש.

7.5. לימוד יסודי של אופיין הצריכה (התיאור־
טית, הקיימת והרצויה) של מתקנים ו/או מכשירים
מיוחדים.

7.6. לימוד משטר צריכת החשמל בתהליכי ייצור

מסוימים כדי לבדוק את האפשרויות לייעול וחיי-סכון.

8. ניתוח המימצאים והנתונים שהתקבלו מעבודת „השדה“.

9. הכנת דו"ח המסכם הכולל, בדרך כלל, את הפרקים כדלקמן:

9.1. כללי.

9.2. סיכום.

9.3. המלצות.

9.4. נתונים טכניים מפורטים.

9.5. פרוט „הפרופיל“ החשמלי של המפעל.

9.6. רכוז מפורט של הנתונים והמימצאים.

9.7. ניתוח הנתונים והמימצאים.

9.8. נספחים: טבלאות בסיסיות, חישובים ותחשיבים.

ג. המלצות

1. המלצות לביצוע תוך מהלך הסקר.
למשל:

1.1. צמצום צריכת החשמל לתאורה ב-25% ע"י הוצאת נורה אחת מכל אחד מגופי התאורה — ה-4 נורתיים — המהווים את התאורה הכללית של אולם ייצור בו הוברר שעוצמת התאורה גבוהה ב-25% מהמומלץ בהתאם לתקנים המקובלים.

1.2. הנמכת התרמוסטטים של מערכת מיזוג ה-אוויר המרכזית (לקירור בקיץ) לאחר שהוברר שה-טמפרטורה בחדרים היתה נמוכה מאד וגרמה לעיבודת יתר דהיינו, צריכת חשמל בזבזנית של המערכת.

ביצוע הפעולות הנ"ל המובאות כדוגמא מותנה, כמובן, באישורם של האחראים מטעם הצרכן לכך שלא יהיה בדבר משום פגיעה כלשהי בתהליכי הייצור או ברמת הנוחות הנדרשת.

2. המלצות לביצוע מיידי — תוך 1/2 שנה — ל-אחר הגשת דו"ח הסקר.

למשל:

2.1. התקנת שעון מיתוג מרכזי שיבטיח את הפסקת התאורה באולם הייצור לאחר שעות העבודה.

2.2. התקנת קבלים לשיפור מקדם ההספק.

2.3. שיפור הבידוד התרמי של דוודים לחימום

מים והתקנת מערכת פיקוד שתמנע צריכת חשמל ע"י הדוודים בשעות שיא הביקוש של המפעל.

3. המלצות לביצוע — תוך שנתיים — לאחר הגשת דו"ח הסקר.

למשל:

3.1. הנמכת גופי התאורה באולם הייצור, דבר ש-יאפשר צמצום ההספק החשמלי וצריכת החשמל שלהם.

3.2. התקנת מערכת לניהול עומס החשמל במפעל המופעלת על ידי בקרים מתוכנתים.

4. המלצות לביצוע במסגרת תוכנית אב כוללת לפיתוח המפעל.

למשל:

4.1. החלפת גופי התאורה לגופים עם נורות בעלות נצילות אורית גבוהה (יותר לומנים לכל ואט).

4.2. החלפת מנועי החשמל הבלתי יעילים מבחינת צריכת החשמל לעומת ההספק המכני הנדרש.

4.3. שינויים במבנה כדי לאפשר ניצול מירבי של התאורה הטבעית ושילובה עם תאורת החשמל.

ד. מעקב אחר ביצוע המלצות

לאחר הגשת דו"ח הסקר מן הראוי להמשיך בפעילות כדלקמן:

1. הסברה והדרכה לכלל העובדים במפעל.

2. הדרכה עניינית לעובדים הטכניים הנוגעים ישירות לנושא צריכת החשמל במפעל.

3. מעקב של ההנהלה אחר ביצוע המלצות ב-התאם.

3.1. תכנון מפורט של הביצוע.

3.2. הכנת הכלים הטכניים/חשבונאיים למעקב

אחר האפקטיביות של התוצאות.

ה. שילובם של המהנדסים היועצים

1. המהנדס היועץ העוסק בתכנון.

1.1. מתקנים קיימים — שניים והרחבות.

1.2. מתקנים חדשים.

החדרת קונספציות הייעול והחיסכון בחשמל.

2. המהנדס היועץ העוסק ביעוץ מפורט לייעול וחיסכון בצריכת החשמל. יישום אופטימלי של המלצות הכלולות בדו"ח הסקר הכוללי שהוגש ל-מפעל.

טבלת נתונים על צריכת החשמל החודשית הכוללת של מגזרי צריכה שונים במשק

מס' התעריף בחוברת הרשמית	סיווג התעריף לצורך החשבון	התעריף וסוג הצריכה	מגזרי הצריכה	מספר הצרכנים הכלולים בתעריף	הצריכה החודשית הכוללת בקוט"ש (מבוסס על נתוני 8.76)
15	51	תעריף א', לכה לתעשייה ולמלאכה	מפעלי תעשייה, נמליים	23,944	85,337,396
16	54	תעריף ב', לכה לתעשייה בעד הזרם	מפעלי תעשייה	281	144,953,084
11	34	מאור א' לתעשייה	מאור למפעלי תעשייה	20,007	7,806,139
3	(439)39	תעריף כולל למאור	בתי חולים, בתי מלון, אוניברסיטאות, חנויות כל-בו	456	38,820,182
2	(440)40	תעריף כללי למכשירים	בנייני מוסדות (משרדים) ומסחר	35,328	37,715,517
20	75	תעריף א', לשאיבת מים בעד הזרם	מכוני מים	2,329	34,538,606
20	98	תעריף א', לשאיבת מים (מקורות)	מכוני מים	934	89,356,141
13	106	תעריף לישובים קיבוציים	קיבוצים	266	21,013,235
—	—	חצרים של הצבא	מחנות צבא	—	—

הערות והבהרות

שית היא יותר מ-100 אלף קוט"ש וצריכתם החודשית הכוללת היא כ-140 מיליון קוט"ש. דהיינו — 97% מסה"כ הצריכה של כ-281 הצרכנים הכלולים בתעריף.

4. בתעריף 106 יש 94 צרכנים שצריכתם החודשית היא יותר מ-100 אלף קוט"ש וצריכתם החודשית הכוללת היא כ-14.5 מיליון קוט"ש. דהיינו — 60% מסה"כ הצריכה של 266 הצרכנים הכלולים בתעריף.

1. החל מ-1.8.77 בוטל תעריף 34 והוא נכלל בתעריפים 51 או 54.

2. בתעריף 51 יש 135 צרכנים שצריכתם החודשית היא יותר מ-100 אלף קוט"ש וצריכתם החודשית הכוללת היא כ-36 מיליון קוט"ש דהיינו — 42% מסה"כ הצריכה של כ-24 אלף הצרכנים הכלולים בתעריף.

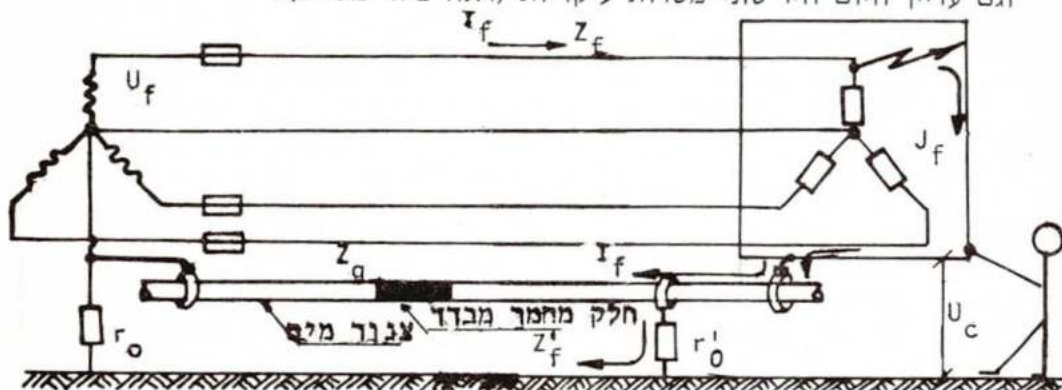
3. בתעריף 54 יש 189 צרכנים שצריכתם החודשית

הגנה על ידי הארקת אפס במספר מקומות (PME)

אינג' נ. ליברמן

כפי ששמענו בכינוסים האחרונים, אנו הולכים לקראת שימוש בהגנת איפוס, אשר תבוא במקום ההגנה הקיימת בהארקה ישירה של עטיפות וקונסטרוקציות מתכתיות במתקני חשמל.

במאמר זה מוצג נסיון לבדוק את החסרונות העיקריים של מערכת ההגנה PME. כל החישובים מופיעים בצורה מפורטת ומטרתם העיקרית להדגים את השפעתם של הגורמים השונים הבאים בחשבון. להגנת ההארקה המקובלת בישראל בעבר וגם עדיין היום היו שתי מטרות עיקריות (ראה ציור מס' 1):



ציור מס' 1

Z_f — אימפדנס של מוליך הפזה

Z_g — אימפדנס של מוליך הארקה

האימפדנס של צנור מים — r_g הוא בדרך כלל

קטן מ-2 אום. האימפדנס של מוליך הפזה בדרך

כלל לא עולה על 1 אום. האימפדנס השקול של

מעגל הקצר בהערכה גסה ביותר, יכול להגיע עד

2 אום. לכן זרם הקצר במתח הפזי הרגיל יהיה

$$I_F = \frac{230V}{2\Omega} = 115A \text{ או יותר.}$$

אם הרציפות המתכית של צנור מים נפגמה בגלל

הכנסת חלקים פלסטיים, יזרום זרם הקצר דרך

האדמה.

אימפדנס מעגל זרם הקצר יכול את: ההתנגדות

בין הגוף המחושמל לאדמה r'_0 ההתנגדות בין

נקודת האפס של טרנספורמטור לאדמה r_0 האימ-

פדנס מוליך הפזה.

המטרה הראשונה — לספק מוליך מתכתי לזרם קצר I_F מגוף מחושמל לנקודת האפס של טרנספורמטור ההספקה. כמוליך זה שימשה בעבר צנרת המים, אשר היתה בעלת אימפדנס נמוך, דבר שגרם להתפתחות זרמי קצר מספיק גדולים בכדי להפיעלה על 5 אום. לגבי אלקטרודה להארקת ציוד, כגון מבטחים ומפסקי זרם אוטומטיים.

המטרה השנייה — להקטין את מתח התקלה U_C המופיע בין הגוף המתכתי, אשר אינו משמש במצב תקין כמוליך לזרם חשמלי, לבין המסה הכללית של האדמה.

למטרה זו שימשה צנרת המים המתכית כאלקטרודה טבעית בעלת התנגדות נמוכה בינה לבין האדמה. עם התחלת השימוש במערכת אספקת מים בחלקים המיוצרים מחומרים פלסטיים, איבדה מערכת זו את כל התכונות החיוביות שלה כאלקטרודה טבעית וגם כמוליך לזרמי קצר.

נחשב זרם קצר כאשר מוליך ההארקה הוא צנור מים בעל רציפות מתכנית.

$$I_F = \frac{U_f}{Z_f + Z_g}$$

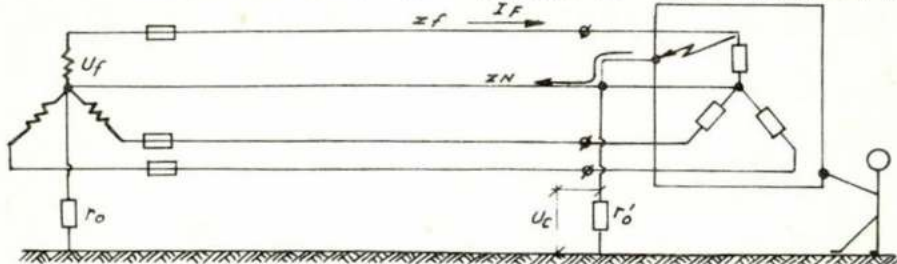
I_F — זרם קצר
 U_f — מתח פזי

את מתח התקלה באותו מקרה נחשב לפי הנוסחה הבאה:

$$U_c = \frac{U_f \cdot r'_0}{r_0 + r'_0} = \frac{230 \cdot 10}{15} \approx 150V$$

בחישוב הנ"ל הזנחנו את האימפדנס של מוליך הפזה מכוון שהוא קטן בדרך כלל. לפי החוק חייב מתח תקלה להיות קטן מ-65 וולט! מתח תקלה בגודל 150 וולט על גוף מתכתי של מכשיר חשמלי יכול להיות מסוכן לכל אדם שיגע בו.

לאור האמור לעיל ממליצים לנו לעבור לשיטת הגנה המקובלת באנגלית הנקראת **PME** Protection by multipple earthing of neutral לפי שיטה זו משמש מוליך האפס להולכת זרם קצר (ראה ציור מס' 2).

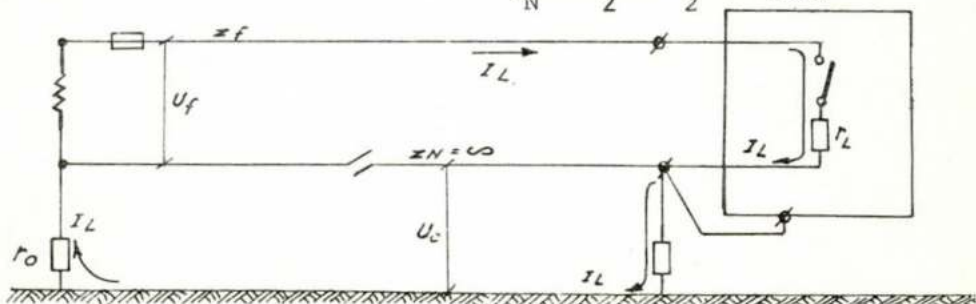


ציור מס' 2

גודל מתח תקלה U_c תלוי כפי שרואים מהנוסחה ביחס בין r_0 ו- r'_0 . ערך U_c יכול להיות בין $115 \text{ V} \div 0$, הערך הממוצע יהיה $\frac{115}{2} = 57.5$ וולט.

מכל האמור לעיל ניוכח שהגנה בשיטת **PME** מהווה ברוב המיקרים הגנה מניחה את הדעת. אחת הבעיות החשובות ברשת חלוקה אוירית היא קריעת חוט האפס.

בציור מס' 3 רואים תרשים סכמטי של רשת אוירית עם שיטת הגנה ע"י איפוס **PME**, כאשר ב"שדה אחד נותק מוליך האפס. כדי לפשט את הנייח תוח נבדוק חלוקת המתח במעגל חד פזי.



ציור מס' 3

במקרה הקיצוני ביותר, כאשר כל הצנרת במערכת המים היא פלסטית, נקודת האפס ומוליכי ההארקה של הציוד יהיו מחוברים לאקטרודות מלאכר תיות נפרדות חוק החשמל דורש שההתנגדות השקולה בין מספר אלקטרודות המיועדות להארקה שיהיה לבין המסה הכללית של האדמה לא יעלה על 5 אום. לבני אלקטרודה להארקה ציוד החוק דורש לא יותר מ-10 אום. בהעדר קשר מתכתי בין האלקטרודות הנ"ל נקבל זרם קצר I_F :

$$I'_F = \frac{U_f}{r_0 + r'_0} = \frac{230V}{5\Omega + 10\Omega} \approx 15A$$

רק מבטח 6 אמפר יזפעל בזרם נמוך כזה בזמן סביר אך המבטחים גדולים יותר – לא יפעלו בכלל.

אימפדנס מעגל הקצר במקרה זה יכלול בעיקר את האימפדנסים של מוליך הפזה והאפס, המאפשרים בדרך כלל התפתחות זרמי קצר מספיק גדולים להפלת מכשירי ההגנה. מתח התקלה במקרה הזה תלוי ביחס בין התנגדות הארקה השיטה r_0 והתנגדות הארקה האפס r'_0 בכניסה לצרכן. אם r'_0 גדולה בהרבה מ- r_0 נקבל מתח תקלה מקסימלי אשר אפשר לחשבו מהנוסחאות:

$$U_c = U_N \frac{r'_0}{r_0 + r'_0}; \quad U_N = U_f \frac{Z_N}{Z_N + Z_f}$$

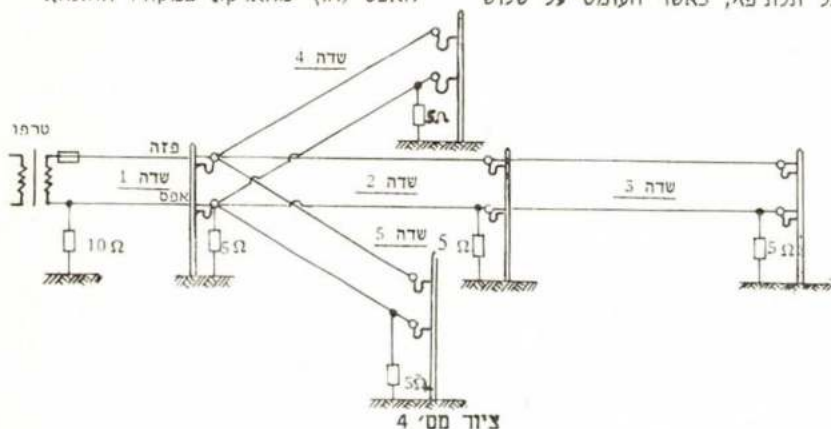
אם החתכים של מוליכי הפזה זהים (מצב זה אפשרי בדרך כלל ברשתות אויריות) ונקבל מפל מתח על מוליך האפס

$$U_N = \frac{U_f}{2} = \frac{230}{2} = 115V$$

הפזות אינו מאוזן. ברשת אווירית זרם העבודה הי-
מקסימלי אינו עולה בדרך כלל על 200 א'. אי
האיזון המירבי הצפוי יכול להגיע עד למחצית זרם
עבודה — 100 א'.

דבר המתבטא באימפדנס העומס השקול $r_L = 2.3 \Omega$
חוק החשמל קובע בפרק הדין באיפוס שהתנגדות
ההארקה במקור ההזנה לא תעלה על 10 אום ובי-
קודת החיבור של מתקן הצרכן לרשת החלוקה
לא תעלה על 5 אום כל אחת.

מהנוסחה למתח U_C נובע, שגודל מתח על גוף
המכשיר תלוי ביחס ההתנגדויות השקולות לאדמה
של קטעי מוליך האפס משני הצדדים של מקום
הניתוק של מוליך האפס. ההתנגדויות השקולות
הללו תלויות גם בגודל ההתנגדות של כל אלקט-
רודה בנפרד וגם במספר שלהם. בציור מס' 4 ניתנת
דוגמא של רשת חלוקה עם 5 הארקות למוליך
האפס (חוץ מהארקה במקור, ההזנה).



ריות. אך יש לציין שמתח תקלה מסוכן נוצר רק
כתוצאה מהצטברות מקרים מסויימת.
א. ניתוק האפס בשדה המרוחק ממקור ההזנה.
ב. אי איזון גדול של זרם עבודה. במקרה שלנו
לקחנו אי איזון נבוה מאד. התקן האנגלי מתי-
חס בפרק על הגנת PME גם לאפשרות של הר-
פעת מתח מסוכן על גופים מתכתיים של מת-
קני חשמל.

אך באותו תקן מציינים שהשיטה הזאת, למרות הי-
חסרון האמור, הוכיחה את עצמה במספר מדינות.
כשהמדובר על בחירת שיטת הגנה אין לשכוח שכמי-
עט בלתי אפשרי ליצור מערכת הגנה אידיאלית
בהשקעות סבירות.

בנוסף לכך יש להזכיר שמערכת ההגנה PME דורשת
יצירת כולב פארדי במתקן של הצרכן. דבר זה מתי-
בטא בחיבור כל החלקים המתכתיים, שאינם מיר-
עדים להעברת זרם חשמלי במצב תקין, לנקודת
האפס.

מציור מס' 3 רואים, שכאשר נסגר מפסק הזרם,
המחובר בטור עם הצרכן — r_L . נוצר מעגל זרם
עומס דרך אלקטרודה ההארקה משנית של מוליך
האפס ולא דרך מוליך האפס. את זרם העומס הי-
עובר דרך האדמה, ניתן לחשב בעזרת המשוואה
הבאה:

$$I_L \approx \frac{U_f}{r_L + r_0' + r_0}$$

אימפדנס מוליך הפזה קטן בהרבה מההתנגדות
של אלקטרודות ההארקה ואפשר להזניח את הפרש
הפוטנציאל בין גוף המכשיר לבין המסה הכללית
של האדמה מחשבים לפי הנוסחה:

$$U_C = \frac{U_f r_0'}{r_0 + r_0' + r_L}$$

המעגל החד פזי כפי שהוא מופיע בציור מס' 3 שווה
ערך גם למעגל תלת-פזי, כאשר העומס על שלוש

נחשב מתח הקלה במקרה של ניתוק מוליך האפס
בשדה מס' 3.

את ההתנגדות השקולה לפני מקום הניתוק r_0
מצד המקור מחשבים לפי הנוסחה הידועה להתי-
נגדות שקולה: $\frac{1}{r_0} = \frac{1}{10} + \frac{1}{5} \cdot 4$; $r_0 = \frac{10}{1+8} = \frac{10}{9} \approx 1.1 \Omega$

ההתנגדות השקולה אחרי מקום הניתוק ממקור
הזנה תהיה שווה $r_0' = \frac{5}{2} = 2.5 \Omega$
מתח תקלה יהיה שווה $U_{C3} = U_f \frac{r_0'}{r_L + r_0 + r_0'} = 230 \frac{2.5}{2.3 + 1.1 + 2.5} = 100V$
במקרה של ניתוק בשדה מס' 1:

$$r_0 = 10 \Omega ; r_0' = \frac{5}{5} = 1 \Omega$$

$$U_{C1} = \frac{230 \cdot 1 \Omega}{2.3 \Omega + 10 \Omega + 1 \Omega} = 17V$$

מהחישובים שעשינו אפשר לסכם שבמערכת הגנת
PME קיימת סכנת חישובול כהוצאה של ניתוק
מוליך האפס. דבר זה אפשרי בעיקר ברשתות אוי-

המעבדה לאיתור תקלות ברשת תת-קרקעית - אנשים וטכנולוגיה*

כל הכבלים במחוז נבדקים בדיקות פריזיות. בעזרת הבדיקות ניתן ללמוד מה מצבו של הכבל והאם עומדת להוצר תקלה. במקרה של תקלה קרובה, מקום התקלה מאוחר ומתוקן וזה בדרך כלל ללא הפסקת צרכנים.

בניתוח תוצאות הבדיקה חשוב מאד האדם העומד ליד המכונה. ניתוח לא נכון של התוצאות יכול לגרום להוצאות מיותרות, ואובדן ימי עבודה או להתעלמות מתקלה קרובה.

למותר לציין, מהי החשיבות הרבה של מניעת תקלות, במשק מודרני, הגורמות סבל רב לצרכנים ונזקים לתעשייה.

סיוע לגורמי חוץ

הצוות שרכש ניסיון רב וברשותו ציוד טכנולוגי מתקדם הפך למוקד לבקשות סיוע. גורמים פרטיים מכל רחבי הארץ פונים אל הצוות. לא פעם עזר הצוות למפעל שסבל נזקים כבדים כתוצאה מתקלה ברשת החשמל הפרטית שלו (ולא יכול היה להתגבר על התקלה בעצמו).

להלן כמה דוגמאות על הסיוע לגורמי חוץ:

— העיר חברון (רשות אספקה עצמית): — באחד מימי שישי היתה העיר מנותקת שעות רבות ללא חשמל. בעקבות בקשת סיוע מחברת החשמל הישראלית, יצא הצוות למקום ובתנאי עבודה קשים ללא מידע מדויק על הרשת איתר את התקלה, עבדה מאומצת.

— חברת החשמל המזרחית: — בכל מקרה של תקלה מסוכנת פונים אנשי החברה המזרחית לעזרת הצוות. הצוות סייע פעמים רבות לחידוש האספקה לשכונות שנתרו ללא חשמל וזכה להוקרת מהנדסי החברה המזרחית.

— מפעלי מלט נשר הריטוב: — הצוות הוזעק לאתר תקלה במערכת הכת"ק הפרטית של המפעל, — טחנת הקמח ירושלים: — תקלה במערכת הכת"ק הפרטית של התחנה שיבשה את פעולת הטחנה. הצוות יצא למקום ואיתר את התקלה. קיימות דוגמאות נוספות רבות כגון: המפעלים הפטרוכימיים בחיפה, מכון ויצמן ברחובות. עיריית ירושלים ועוד.

כן מסייע הצוות ביעוץ טכני למחוז דן של חברת החשמל בכל הקשור להזמנת מעבדה דומה ולהדרכת הצוות להפעלתה.

עבודות הצוות

סיפורה של המעבדה הוא למעשה סיפורו של הצוות המפעיל אותה. בעזרת הציוד הטכנולוגי המ-

ההיסטוריה של איתור התקלות ברשת התת-קרקעית של ירושלים מלמדת שכל תקלה ברשת התת-קרקעית גרמה בעבר לאובדן ימי עבודה רבים, להפסקות חש"מ ממושכות ולבעיות אין ספור לאנשי הרשת ולתושבי ירושלים.

שיטות האיתור הישנות גרמו למיטודים רבים:

א. במקרה של תקלה היו הרחבות מתמלאים בחפירות שצינו את המקומות שנחדשו כמקום התקלה — אך לשוא.

ב. שיטת החיפוש קיצרה את אורך חיי הכבל והייתה סיפה נקודות תורפה נוספות ברשת.

ג. במקרה של תקלה מסוכנת נאלצו להזמין מומחים מת"א. הדבר שיבש את אמינות האספקה בעיר (בעיקר כשמדובר היה בקווים ראשיים), וגרם לחברת החשמל הוצאות עצומות.

לפני כ-10 שנים החל אינג' א. ספורן מנהל מחלקת הצרכנים הטכנית וחל"ב במחוז ירושלים, בבידודו הרב של מר פ. שפר מנהל המחוז, ללמוד וליישם בירושלים את השיטות המודרניות לאיתור תחלות בכת"ק (כבלים תת-קרקעיים) ומאז השיטה המצב כליל.

כיום כל תקלה מטופלת במהירות מירבית ומחוז ירושלים השתחרר מכל תלות בגורמים אחרים. בסוף שנת 1976 הגיעה לירושלים מעבדה הנושאת ציוד אלקטרוני מתוחכם, שהוזמנה ע"י המחוז ל-אחר ביקורו של מר ספורן בגרמניה. המעבדה החדשה היא המהשוכללת מסוגה בעולם והראשונה מסוגה בארץ. מכשירי המעבדה ופעולותיה בקרה ההדדיות ביניהם הוזמנו על סמך הניסיון הרב שהצטבר ותוך ניצול מקסימלי של הציוד שהתייחס במחוז במשך השנים.

פעולות המעבדה

למעבדה שני תפקידים עיקריים: א. איתור תקלות. ב. מניעת תקלות.

א. איתור תקלות — בעזרת המעבדה ניתן לאתר כל תקלה ברשת התת-קרקעית למ.ג. ולמ.ג. פעולות האיתור הן מהירות ומדויקות. גם בכבלים ארוכים של כמה קילומטרים הדיוק הוא רב. אין שום צורך לבצע חפירות בעת פעולת האיתור.

ב. מניעת תקלות — נושא מניעת התקלות בכת"ק הוא נושא חדש בארץ ונלמד כעת ביסודיות ע"י הצוות.

* (צלום של המערכת הניידת הופיע ב"תקע המצדיע" מס' 18 עמ' 33).

תוחכם הנמצא במעבדה, הצוות בעל הרמה הנקצו-
עית הגבוהה, המסירות והתושיה, הקלו על איתור
התקלות.

בימים אלו כאשר מרבים לדבר על חסכון וייעול,
יש לציין במיוחד את העובדה שכל אנשי הצוות
ממלאים תפקידים במחלקה הטכנית. היציאה ל-
איתור תקלות היא תוספת לעבודתם הרגילה. לא
פעם קורה שאנשים שעבדו יום שלם במשרד ו/או
בשטח יוצאים ללא הפסקה לאתר תקלה עד שעות
הערב המאוחרות.

בכל פניה לאיתור תקלה יוצאים בסך הכל שני
אנשי צוות. בעוד הצוות המלא מורכב משלושה מהי-
דסים ושלושה עוזרים.

איתור התקלות נעשה לפעמים בתנאי מזג אויר
קשים. בכילות הורף קרים או בעיר מושלגת. הצוות
מגלה מסירות רבה, ועוד לא היה מקרה שפניה
לצוות תשאר ללא מענה. גם במקרה והיה צורך להז-
עיק אנשים מחופשה.

התוצאות המתקבלות במעבדה אינן מובנות מא-
ליהן אלא מורכבות ויש צורך בניסיון רב. ידע זה
בנה של התופעות הטכניות בכדי ליצור תמונת מצב
אמיתית. פענוח לא נכון של התוצאות יכול לגרום
לביזבוז שעות רב וסבל לצרכנים. העבודה דומה
לפתרון תעלומה כשעליך למצוא את הקצה הראי-

שון ואז להתחיל לחבר קצה לקצה. אחיזה בקצה
לא נכון מוליכה רחוק מאד מהפתרון. כל הפער
לות נעשות במתחים גבוהים וטעות יכולה לגרום
לנזקים בנפש או ברכוש.

במשך התקופה שבה נמצאת המעבדה החדשה בפ-
עולה גילה הצוות מקצועיות רבה ולמד להכיר
היטב את פרטי המעבדה ותוכניותיה. לא פעם
קרה שהצוות התגבר על תקלה ברכיבים אלקט-
רוניים של המעבדה בזמן איתור התקלה.

בתקופת ההרצה של המעבדה היו תקלות בפעול-
תה והצוות הצליח להתגבר על כולן. הצוות אף
הצליח לאתר נקודת תורפה בתכנון המעבדה שגר-
מה במקרים מסוימים לפגיעה ברכיבים האלקטרו-
ניים של המעבדה, והדבר הובא לידיעת נציגי הי-
יצרן. הצוות סיגל לעצמו שיטת עבודה שבה הוא
מתגבר על נקדת התורפה. במקרה אחר היו בעיות
בהתאמת הציוד הישן למערכת החדשה, גם בעיה
זאת נפתרה על-ידי הצוות.

תושיה רבה מגלה הצוות באיתור תקלות ברש-
תות מתחנמוך שהן מסובכות מאד וכמעט שאין
עליהן מידע מעודכן ונתונים רבים אינם תואמים
את המצב במציאות יוצרים מצב מעורפל.

אינג' ש. אורנשטיין

תחנות טרנספורמציה זעירות

תחנות טרנספורמציה (השנאה) זעירות, ראי-
שונות מסוגן בארץ, מוקמות על ידי חברת
החשמל. התחנות הזעירות נועדו לענות על
העלייה בביקוש לחשמל באזורי מגורים
ותיקים בהם אין בנייה חדשה, ואי אפשר
למצוא מיבנים וחללים פנימיים להקמת
תחנות השנאה רגילות — המוקמות בתוך
הבניינים ולא בשטחים ציבוריים. התחנות
הזעירות מאפשרות להגביר את אספקת הי-
חשמל באזורים אלו, והודות לממדיהן הק-
טנים מצומצמת השפעתן על הסביבה.

בחודשים האחרונים הוקמו בשדרות בש-
טחים ציבוריים בתל-אביב 3 תחנות השנאה
זעירות, ו-7 נוספות יוקמו בחצי השנה
הקרובה. תחנת השנאה פנימית ממירה את
הזרם ממתח גבוה (13,000 וולט) שבו הוא
זורם ברשת קוי החשמל העירונית, למתח

נמוך המסופק לבתים (400 ו-230 וולט).
התחנה החדשה מצטיינת בממדיה הקטנים
ובמהירות הקמתה. גודלה הוא פחות ממ-
חצית גודלה של תחנה דומה רגילה, ול-
אחר שנוצקו יסודות הביטון שלה בשטח,
מביאים את התחנה בשלמותה ותוך יומיים
וניתן להרכיבה ולהפעילה. ממדיה של הת-
חנה הם: שטחה 2x3 מטרים וגובהה
2.5 מטרים.

התחנה הזעירה תוכננה והוקמה על ידי
יחידת הרשת הארצית ומהנדסי מחוז דן
של חברת החשמל, בשיתוף עם מפעל
„אלקו“. הקמתה התאפשרה בעקבות הכ-
נסתו לשימוש באחרונה של ציוד קומפקטי
וזעיר של מתח גבוה, לשימוש בחברת הי-
חשמל. המתכננים ראו לנגד עיניהם את
ההיבט הסביבתי של הנושא, והשתדלו ל-
חקטין ככל האפשר את המיתקן המורכב
בשדרות או בשטחים ציבוריים.

שיקולים בנדאיות רכישת בקר שיא-ביקוש

M. D. C. (Maximum Demand Controller)

אינג' י. בורק

הצלחתו של מכשיר מתוחכם אינה עוד פונקציה של ביצועיו הטכניים בלבד. האפיון הלוגי והטכני בו מסיים המתכנן את תפקידו מותירה ביד המשתמש סדרת שאלות אשר רק פתרון בשטח מבטיח הצלחה מלאה. מאמר זה דן במכלול השיקולים העשויים לקבוע את יישומו המוצלח של בקר שיא הביקוש (M.D.C.) בכוונה לאפשר ללקוח לבחון כבר בשלב מוקדם יחסית את הפוטנציאל שמגלם המכשיר עבורו. ניתן לצמצם את מיגוון השיקולים הקובעים את כדאיות הרכישה לשתי קטגוריות מרכזיות:

— שיקולים הקשורים לאופי צריכת האנרגיה החשמלית של הלקוח.

— שיקולים הקשורים להפעלת המכשיר לאחר התקנתו.

מתן ביטוי כמותי לשיקולים אלה מושג, בכל מקרה, רק לאחר ביצוע סקר מוקדם.

את כדאיות רכישת ה-M.D.C. (ברמת מהיר החשמל של היום), אולם אל היקף הצריכה יש להתייחס **תמיד** בצמוד לערך שיא הביקוש, לאופי הצריכה ולמסטר העבודה (ראה להלן).

ג. ערך שיא הביקוש

ערך שיא הביקוש השנתי נותן ביטוי כמותי (קיצוני) לעומס השיא שחובר אל הרשת למשך 15 דקות רצופות במהלך 12 החודשים האחרונים. בדומה לכך מייצג ערך שיא הביקוש החודשי את עומס השיא שחובר אל הרשת (למשך 15 דקות רצופות) במהלך החודש האחרון. שני ערכים אלה (שיא ביקוש שנתי וחודשי מהווים את הגורם המשמעותי ביותר בקביעת גובה חשבון החשמל, לפיכך, היכולת לבצע הערכה כמותית מוקדמת של השפעת המכשיר על ירידת ערך שיא הביקוש עשויה להקל בהרבה על קבלת ההחלטה.

ביצוע השלכה של הפחתה ממוצעת בערך שיא הביקוש שהושגה אצל צרכנים בהם הותקן ה-M.D.C. על צרכן אחר, עשויה להטעות, למעט מקרים בהם מתייחסת ההערכה לצרכנים בעלי אופי צריכה זהה לחלוטין (בתי מלון, בתי חולים וכו'). בכל מקרה אחר נדרשת התייחסות ספציפית לערך שיא הביקוש שניתן יהיה להפחית תוך ניתוח אופי הצריכה ומסטר העבודה.

עם זאת ניתן לומר כי צרכנים המאופיינים בערך שיא ביקוש חודשי של פחות מ-250 KW לא יוכלו להצדיק את השקעתם באמצעות החסכון שיושג

שיקולים הנובעים מאופי צריכת האנרגיה החשמלית

תחת קטגוריה זאת מסווגים כל אותם שיקולים המתייחסים ל"פרופיל" החשמלי של הצרכן. ניתן לומר כי במסגרת שיקולים אלה נכללת העמידה בתנאי סף דהיינו: אותם תנאים מוקדמים אשר אי עמידה באחד מהם או יותר, עשויה לפגום או לבטל כליל את יתרונותיו של ה-M.D.C. להלן יפורטו אלמנטי ה"פרופיל" תוך התייחסות לתנאי הסף.

א. תעריף הצריכה

ה-M.D.C. תוכנן לשימושם של צרכנים המשלמים את חשבון החשמל שלהם בהתאם לתעריף המת-ייחס לשיא הביקוש כאל אחד ממרכיבי התעריף:

— תעריף ב' לכח ומאור לתעשייה.

— תעריף לכח ומאור.

המכשיר אינו אפקטיבי לצרכנים שאינם משלמים בהתאם לאחד התעריפים שנימנו לעיל.

ב. היקף הצריכה

למרות שניתן לומר כי קיים קשר בין היקף הצריכה לשימושי המכשיר, ניתן לראות בהיקף הצריכה גורם אינדיקטיבי בלבד, היקף צריכה כולל של פחות מ-75,000 קוט"ש בממוצע לחודש הוא כנראה מתחת לנקודת האיזון הכלכלית הקובעת

תוך פרק זמן סביר. זהו, איפוא, תנאי הסף באר-
פיין הנידון.

ד. אופי הצריכה

אופי הצריכה הוא הגורם המכריע ביותר בקביעת ההחלטה על רכישת ה-M.D.C. ככלל, ככל שגדלה רמת אי-ההומוגניות בצריכת החשמל כך גדלה כ- דאיות הרכישה. רמת ההומוגניות, בהקשר זה, מייצ- גת את מידת ההשתנות בעומס היומי או העונתי של הצרכן.

רמת ההומוגניות באה לביטוי כמותי במקדם הער- מס של המפעל המוגדר כדלקמן:

$$K = \frac{Wm}{720 \times Pm}$$

K — מקדם העומס.

Wm — צריכה חודשית (קוט"ש).

Pm — שיא הביקוש (קו"ט).

720 — מספר שעות בחודש (24x30).

ככל שהעומס היומי של המפעל הומוגני יותר ישאף מקדם העומס ל-1, ולהפך, ככל שהעומס היומי של המפעל בלתי קבוע ישאף מקדם העומס ל-0. באופן טבעי, עולה כדאיות רכישת ה-M.D.C. ככל שמקדם העומס נמוך יותר (למעשה, מקדם עומס הנמוך מ-0.7 מייצג פוטנציאל מספק לחלוטין מב- חינת המכשיר).

ה. עומס נשלט

העומס הנשלט מוגדר כאותו עומס אשר ניתן להק- צותו לבקרת המכשיר. חרף העובדה שלכל צרכן אופי צריכה שונה ניתן לסווג את צרכני המשנה במפעל לשתי קבוצות ראשיות:

— קבוצה א': עומסים חיוניים אשר לא ניתן ל- הפסיק את פעולתם מבלי לפגוע בתפקוד השוטף של הצרכן.

— קבוצה ב': עומסים בלתי חיוניים אשר ניתן להפסיקם לפרקי זמן קצרים מבלי להפריע לתפקוד השוטף של הצרכן.

הקבוצה השניה המהווה את „מאגר" העומס הנש- לט כוללת בדרך כלל צרכני משנה המאופיינים על- ידי פעילות אינטרית בעיקרה. דהיינו: תהליכים אשר רמת הפעילות שלהם זועכת בקצב איטי עם הפסקת

הפעילות. בקבוצה זאת ניתן למצוא בעיקר יחידות מיזוג, קירור וחימום לסוגיהן: מדחסים, מפוחים, דוודים, תנורים וכו' (סדור העומסים הנשלטים ב- סדר עדיפות מוקדם מבטיח כי ה-M.D.C. יפסיקם בסדר הרצוי בהתאם לסולם העדיפות).

גם צרכנים בעלי עומסים חיוניים יכולים להנות מפעולת הבקר. זאת, באמצעות מערכת התראה ה- מעבירה אותות אור או צליל אל אולם הייצור כך שניתן שלא להעמיס צרכנים נוספים על הרשת אם טרם הוחל בהפעלתם (מערבליים, לדוגמה, אשר לא ניתן להפסיקם לאחר שכבר הופעלו).

כיון שהצטרפותם של צרכני משנה שונים באק- ראי עשויה להעלות את שיא הביקוש באופן מש- בעותי משמש העומס הנשלט ווסת נוח להקטנת העומס באמצעות צרכנים שהפסקת פעילותם, כא- מור, אינה מחבלת בתפעול השוטף של הצרכן.

העומס הנשלט נמדד בהספק הנקוב של צרכני ה- משנה הנשלטים: כמעט כל צרכן עשוי להקצות 20% מהעומס הכללי כעומס נשלט וחלקם של ה- צרכנים עשוי להקצות 70% ויותר (בתי מלון, ל- דוגמה).

החסכון הצפוי עקב התקנת ה-M.D.C. הוא פועל יוצא, מידי של היקף העומס הנשלט.

ו. עומס מחובר בלתי מספק

קיימים מקרים בהם צרכני המשנה מנצלים את העומס המחובר לצרכן על-ידי חברת החשמל במ- לואו. במקרים כאלה שוקל הצרכן הגדלת העומט המחובר, דבר הכרוך בהוצאה כבדה ביותר. התקנת ה-M.D.C. במקרים כאלה תקטין את שיא הביקוש ועשויה למנוע את הצורך בהגדלת החיבור. במקרים כאלה אין צורך לבצע כמעט כל שיקול נוסף — ההתקנה כדאית!

לסיכום חלק זה של שיקולים מקדימים תוצג להלן דוגמת חישוב:

הדוגמה מתייחסת לצרכן בעל שיא ביקוש של 1000 קו"ט היכול להקצות כ-30%—20% מהעומס לש- ליטת ה-M.D.C. הנתונים המספריים מתייחסים להערכה ממוצעת של יכולת המכשיר כפי שהושגה במקומות בהם הותקן. חישוב דומה יש לערוך לכל צרכן בנפרד בטרם מותקן המכשיר.

טבלת סיכום לחיסכון השנתי הצפוי (החישוב בהתאם לתעריף ב' לכח ומאור לתעשייה).

פירוט חישוב החיסכון	החיסכון ב"י	גורם החיסכון
הפרש בס"ה חושב בהתאם לתעריף ב' לכח ומאור לתעשייה $(49 + 41.8 + 38.6 - 3 \times 36.8) \times 150$ $\times 12 \times 150$ 100	51,300	הפחתת שיא הביקוש המירבי החודשי ב-150 קו"ט
180 קו"ט $\times 12$ חודשים $\times 18$ ל"י לחודש	38,880	הפחתת שיא הביקוש המירבי השנתי ב-180 קו"ט
2-3 הפסקות בנות כ-15 דקות כל אחת של עומס מבוקר בן 200 קו"ט.	10,000	חסכון ישיר באנרגיה של צרכנים בעומס נשלט (הערכה התלויה באופי הצרכן)
	100,180	ס"ה חיסכון שנתי

עיל לפרקים בהתאם למערכת ההתראה. הנסיון מורה כי הבעיה נפתרת כמעט בשלמות כאשר ה"צרכן מטיל את האחריות להפעלת המכשיר (למעשה, מצטמצמת האחריות לקביעת מטרת העומס בלבד) על פונקציה ניהולית אירגונית ולא על פונקציה טכנית בלבד (חשמלאי המפעל), הסיבה לכך נעוצה בעובדה כי לאחר שהמכשיר הותקן הוא מבצע בשלמות את הפונקציות הטכניות המוטלות עליו אולם רק הפעלה ניהולית אירגונית נכונה, הבאה לביטוי בקביעת מטרת ה"עומס וסדרי העדיפות במערך הפיקוח, מבטיחה הצלחה מלאה ביישום.

סיכום

מערכת השיקולים הקובעת את כדאיות רכישת ה-M.D.C. מושפעת בעיקרה מאופיין צריכת האנרגיה החשמלית של הצרכן. הפחתה של 1 קו"ט בשיא ביקוש מירבי חודשי (ושנתי) מביאה לחיחסכון ישיר של 558 ל"י לשנה בחשבון החשמל לכל קו"ט נחסך וחיסכון נוסף 120 ל"י — 50 ל"י הנובע מחיסכון ישיר באנרגיה. תקופת החזר ה"השקעה לרכישת ה-M.D.C. נעה בתחום של 8—20 חודשים בהתאם לאופיו של הצרכן. הערכה מדויקת של החיסכון הכללי הצפוי ושל שיטת ההפיעה עלה ניתנת לקביעה רק לאחר ביצוע סקר מקדים המבוצע בכל מקרה בטרם יותקן המכשיר.

לסיכום ניתן לומר כי הפחתה בשיא הביקוש של 1 קו"ט מסתכמת לחיסכון שנתי של 558 ל"י לכל קו"ט מופחת, מבלי להתייחס לחיסכון ישיר באנרגיה בשל פעולת המכשיר המוערך ב-50 — 120 ל"י בחישוב שנתי לכל קו"ט מופחת בשיא הביקוש (הקשר אינו ישיר אך מוכח באופן אמירי).

להלן הפירוט:

הפחתה של 1 קו"ט בשיא הביקוש המירבי השנתי 342 ל"י
הפחתה של 1 קו"ט בשיא הביקוש המירבי החודשי 216 ל"י
(המספרים מתייחסים לתעריפים שפורסמו בנובמבר 1977).

שיקולים הקשורים להפעלת המכשיר לאחר התקנתו

שיקולים המסווגים לקטגוריה זאת רלוונטיים בעיקר לצרכן המתקשה בהקצאת עומס נשלט בלתי-חיוני אך מוכן להזר במכשיר לצרכי התראה בהפעלת/דחיית עומסים חיוניים באופיים.

צרכן מסוג זה חייב להיות מודע לאי-נוחות מסוימת הכרוכה בהשגת החיסכון הצפוי. אי-נוחות זאת מתבטאת בעיקר בצורך של פועל הייצור לפי-

תלוש הזמנה

לכבוד

חברת החשמל לישראל בע"מ

מערכת „התקע המצדיע“

ת.ד. 25 תל-אביב

א"נ,

הנני מזמין מודעה בגודל..... עמוד

שם המפעל.....

הכתובת.....

לשם בירור תוכן וצורת הפרסום נא

להתקשר עם מר.....

טלפון.....

שרות פרסומי לקוראים

למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

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

לתשומת לב המפרסמים!

לנוחיות כל אלה, המעניינים במסירת חומר-פרסומי לכתב-העת שלנו הננו מצרפים מחירון לרכישת מקום לפרסום.

שטח עמוד נטו:

גובה — 20 ס"מ

רוחב — 13,5 ס"מ

המחיר:

1 עמוד — 2000 ל"י

1/2 " — 1000 ל"י

1/4 " — 500 ל"י

לא כולל מ.ע.מ.

ההדפסה היא באופסט

(אין צורך בגלופות)

לתשומת לב הקוראים

למערכת מוחזרות מהדאר מידי חודש חובי רות רבות של „התקע המצדיע“.

בדרך כלל מוחזרות החוברות בגלל שינויים בכתובת הנמענים אשר לא הודיעו בעוד מועד למערכת על שינוי כתובתם.

לשם ברור מתבקשים החשמלאים אשר הפיקו לקבל את החוברות האחרונות לכתוב למערכת.



הכזה ושוק ישיר למוצרי איכות

רחוב חובבי ציון 46, חל אביב טל: 264261, 294450

אצלנו אין בעיות של הפסקת חשמל !!!



- אצלנו מותקנת יחידה לתאורת חרום. היחידה המופעלת אוטומטית בזמן הפסקת חשמל.
- אנו חיים בשקט גם בלילות החורף הסוערים, אנו בטוחים כי גם אם יפסק החשמל נמשיך לפעול בשקט ובטחון, כי לנו יש יחידה לתאורת חרום.
- אל תפקירו עצמכם מול חשכה המאיימת, תנו לעצמכם בטחון בהפסקת חשמל. מנעו בהלה והצורך בהדלקת נרות העלולים לגרום לשריפה.
- אנו שקטים כי לנו יחידת תאורת חרום המבטיחה לנו בטיחות ובטחון.

למה יחידה לתאורת חרום?

1. אין צורך באינסטלציה חשמלית והיחידה מורכבת בכל מקום בו נדרשת תאורה ומתחברת למערכת החשמל הרגילה).
 2. היחידה ניתנת להרכבה קלה על קיר או תקרה.
 3. היחידה כוללת מטען אלקטרוני להטענת המצברים בזמן רגיל.
 4. היחידה כוללת מצברי ניקל קדמיום מעולים, ללא צורך בהחלפתם.
 5. היחידה מופסקת עם החזרת החשמל ונטענת מחדש.
 6. מבחר רב של יחידות כולל יחידות עם שילוט.
- כל אלה ועוד מונעים מכך דאגה ואפשרות תקלה ואסון. אחריות מלאה. הדרכה והסברה ע"י מומחינו.



★ מנורות לתאורת חרום,

פועלות אוטומטית, מיידית עם הפסקת החשמל, ללא כל חבור חשמל ומאירות את דרכי היציאה, פתחי החרום והמעברים.

★ תאורת החרום מומלצת ונדרשת ע"י מכבי אש והמשטרה

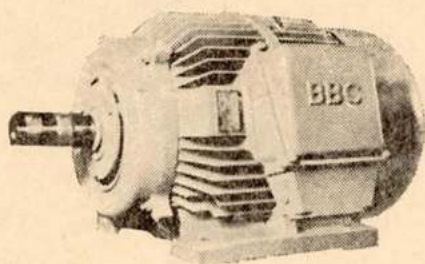
★ המנורות מיועדות

למועדונים, מלונות, בתי-אבות, בתי-חרושת ובתי-חולים, אפשר להתקין במקלט, בחדר המדרגות, ובכל מקום שבו קיימת סכנה או אי נוחות בהפסקת החשמל.

לנועי BBC

BROWN BOVERI

מיוצרים על בסיס נסיון של עשרות בשנים,
טוואדים בתנאים הקשים ביותר.
אספקה ברב המקרים מן המלאי בחו"ל.



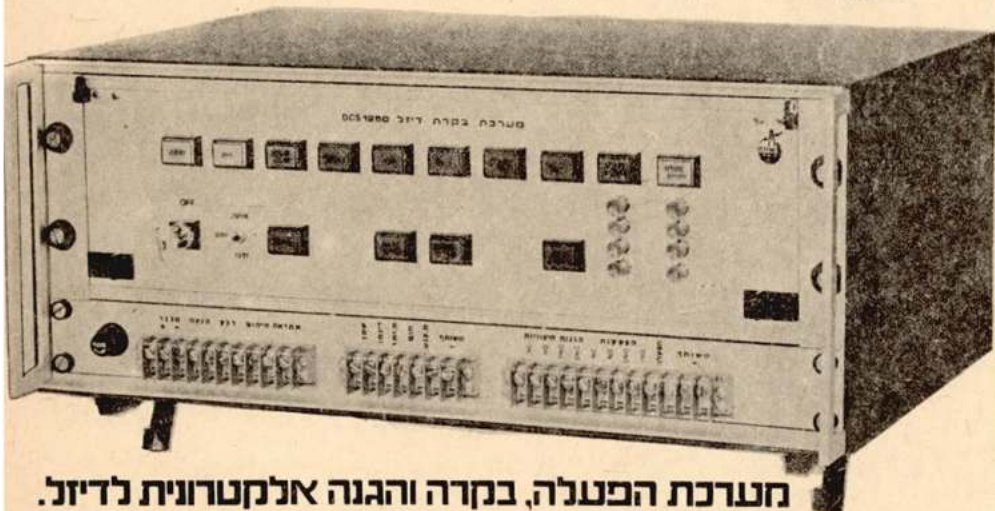
הנציגות:

אלקטרופלן בע"מ

טל. 84320-04 ת.ד. 6110, חיפה טלקס: 46672

שרותים השמליים מוכניים

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

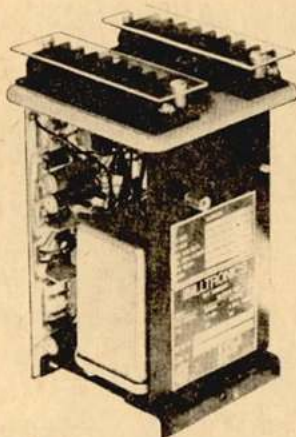


מכרכת הפעלה, בקרה והגנה אלקטרונית לדיזל.

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

MILLITRONICS

WATT TRANSDUCERS



חסוך תשלומי קנסות עבור שיא ביקוש גבוה. שימוש במתמר-הספק של מילטרוניקס ויחידת-סוף של מגטרון נותן אות כאשר ההספק עובר סף קבוע. לפרטים נוספים אנא פנה:

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

רחוב אילנות 23 ת.ד. 1719 חיפה
טלפון 04-88835 מברקים: מגטרון חיפה



- * מערכות ומודולי התראה
- * קוצבי זמן ומהבהבים
- * יחידות בקרה מיוחדות
- * יחידות ס.פ. Set Point
- * מערכות בקרה למתקני קירור
- * תכנון וייצור ציוד לפי מפרטי המזמין

החברות המיוצגות ע"י מגטרון:

- מתמרי לחץ וטמפרטורה בקרים ורקורדרים Ametek/Controls Div.
- סולנואידים Allied Control, Inc.
- מפסקי טמפרטורה Burling Inst.
- מפסקי לחץ, טמפרטורה וזרימה C.C.S., Inc.
- בקרי צמינות E.M.D., Inc.
- מערכות סרוו Jordan Controls
- סולנואידים מיניאטוריים Linear Dynamics
- בקרי צמינות Norcross Corp.
- בקרי גובה אולטרה-סוניים N.S.C. Sensal
- מילטרוניקס Millitronics, Ltd.
- דטקטורים לטמפרטורה RTD וטרמוקפלים Wood Instrument
- בקרי ערבול וזרימה, מונים אלקטרוניים Waugh Controls
- מפסקי גבול אלקטרואופטיים Xerocon, Inc.
- מידות ובקרת טמפרטורה דיגיטלית Trans-Met, Inc.
- סנסורים וטכשורים למדידת תאוצה ומהירות Vibra-Metrics
- רכיבים למערכות מוטואלקטרוניות Scan - A - Matic
- מגלי מתכת Tektron

מנה לקבלת הטלוגן חדש!

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

רחוב אילנות 23 ת.ד. 1719 חיפה
טלפון 04-88835 מברקים: מגטרון חיפה

שרות וביצוע עבודות חשמל

**בתעשייה, במבנים ציבוריים,
תחנות טרנספורמציה,
פקוד ובקרה.**

בחברתנו צוות עובדים צעיר ומנוסה המבצע עבודות חשמל לתעשייה, בניני ציבור, מתקני מתח גבוה, פיקוד ובקרה. מוקדי עבודה בכל צפון הארץ, טלפון וקשר אלחוטי מהמשרד לכל מכונית - מבטיח שרות מהיר ללקוחותינו.

יעד אלקטריקה

רחוב דהאן 15, טבריה. טל: 067-21226



אלקטרוטכניקה בע"מ

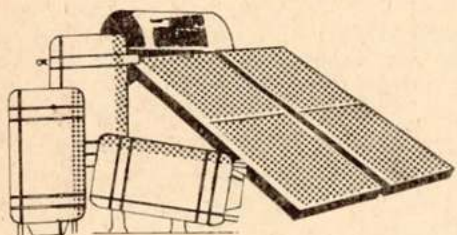
קרית טבעון, רח' קק"ל 16, מיקוד: 3600
טלפון: 932583, 931752-04

- * לוחות חלוקה, פקוד וסינופטיים
- * ליפוף מנועים
- * ייצור טרנספורמטורים ומטענים
- * מתקני חשמל (אינסטלציה)
- בתעשייה ובמשק
- * שרותי תחזוקה ותיקונים



בקבוץ שער העמקים חולבים למענך את השמש

בכרונגן מייצרים עבורך דודי שמש וחשמל מעולים בטכנולוגיה מתקדמת ✧ מגוון מידות 60-240 ליטר ✧ ציפוי באמייל-טרמוגלס ✧ בידוד בפוליאוריטן משובח ✧ לדודי חשמל — ושמש — אישור מכון התקנים הישראלי.



**8 שנות
אחריות**
שחת בבית הלקוח

לפני שתחליט להזמין דוד, כדאי שתכנס לסוכנות כרומגן לראות „החדד“ של הדוד המעולה.

סוכנויות ראשיות:

תל-אביב: זמנהוף 15, טל. 244040

חיפה: אלנבי 3, טל. 645872

סניפים:

ירושלים: אלקטרו-אור, הבצלת 1, טל. 232033

באר-שבע: סנדור, מורדי הגטאות 103, טל. 36613

טבריה: זגבר נחום, הגליל, טל. 21330, נהריה:

פוליקר משה, געתון 30 א', טל. 730246, נתניה:

יורם זינגר, שמואל הנציב 9, טל. 32623, קרית

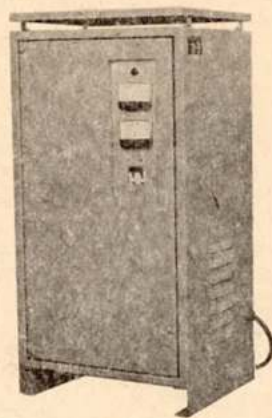
מוצקין: משב, השופטים 3, טל. 716676, קרית

שמונה: גואטה שאול, ת.ד. 204, טל. 41474

כרומגן
קיבוץ
שער העמקים
טל. 931553 (04)

חדש!
לפי תקן
DIN 7773

יותר כח למלגזה החשמלית שלך, עם מטען MASTER CHARGE



— "MASTER CHARGE"

מטען המצברים החדש והמשוכלל שתוכנן במיוחד למלגזות חשמליות.

✧ שיטת טעינה חדשה השומרת על חיי המצברים.

✧ משטר הטעינה אינו מושפע משינויי מותח הרשת.

✧ בקרה אלקטרונית וויסות אוטומטי רציף של הטעינה.

✧ ללא סכנת קצר או שריפת נתיכים.

✧ ללא כל צורך בכיוון, התאמה או טיפול כלשהו.

✧ טעינת מספר מלגזות במקביל — אפשרית.

✧ לקבלת עלון מפורט — שלח את גלית השרות הפירסומי.

ייצור. מכירה ושרות:

ש.וינטרפלד
בנ"ח
ת.ד. 1972 חיפה
טלפון 8-740307-04



ארגון מנהלי אחזקה בישראל (א.מ.א.)

ISRAEL MAINTENANCE ASSOCIATION (I.M.A.)

רחוב חיסין 11 תל-אביב

יעוד א.מ.א.

להוות גוף המאגד ומייצג את העוסקים בתכנון וניהול — התפעול והאחזקה של מבנים, מתקנים ומערכותיהן.
מטרות הארגון

א. קידום מקצועי תורתי של נושא התפעול והאחזקה

- להרחיב ולהעמיק את הידע והמידע של חברי האיגוד בכל הנושאים המקצועיים תורתיים וזאת ע"י:
 - החלפת מידע מניסיון מצטבר — בין העוסקים בנושא במגזרי המשק השונים.
 - אסוף הניסיון והידע המצטבר אצל חברים, עיבודו ועריכתו כחומר תורתי לשמוש כלל חברים.
 - ליקוט מיטב החומר המקצועי מהפרסומים בארץ ובח"ל — תרגוםם תוך הוספת המלצות והערות יישום לתנאי הארץ.

- הוצאת רבעון — דו ירחון מקצועי לנושאי תפעול ואחזקה שיענה לכל המטרות הנ"ל.
- ארגון השתלמויות וימי עיון בנושאי תפעול ואחזקה.

ב. החדרת המודעות לנושאי „האחזקה המתוכננת“ (בדרג המתכנן ובדרג מקבל החלטות)

- החדרת והגברת המודעות לנושא „האחזקה המתוכננת“ ותפעול יעיל לדרג המנהל והמתקצב — ע"י עבוד תנויים על:
 - ✦ הבלאי המואץ של המערכות (אכילת וכרסום הקרן).
 - ✦ הבזבוז באנרגיות ובכח אדם (יוקר התפעול).
 - ✦ התקלות וההפרעות לשיגרת התיפקוד של המוסד (הנזק העקיף למוסד).
 - ✦ איסוף מיון ועיבוד „היזון חוזר“, „מהשטח“ לשולחן המתכננים בכל הקשור להיבט הניהול התפעול והאחזקה של המוסד/מבנה/מתקן/מערכת.

- קישור ופיתוח שיתוף פעולה וזיקה הדדית עם גורמים צבוריים כגון:

- ✦ המרכז הישראלי לניהול (המ"ל).
- ✦ האיגודים דומים בחו"ל.
- ✦ המכון לפיריון העבודה.
- ✦ אגודת האינג'נרים והארכיטקטים (א.א.א.).
- ✦ מוסדות למחקר ולהשכלה גבוהה.
- ✦ מוסדות לחברת החשמל לישראל.

ג. טפול וקשר עם „השלטונות המוסמכים“

בנושאים הקשורים לקדם נושאי האחזקה המתוכננת "והתיפעול היעיל" והחסכון למשק הלאומי, כגון:

- **משרד הפנים ומרכז השלטון המקומי** — בכל הקשור לפנוי פסולת ואשפה, נקיון, טיפול בתאורה צבורית, הטיפול במשק המים, כיוב וטיהור שפכים, בכל הקשור לשיטות, מיכשור, ציוד ומיכון.
- **משרד הבריאות** — כל הקשור לתיפעול ואחזקה של בתי החולים והמרפאות.
- **משרד התיירות** — בכל הקשור לבתי מלון ואחזקתם.
- **משרד הבטחון** — בכל הקשור לאחזת מחנות ומתקני צה"ל.
- **משרד העבודה** — בכל הקשור לקורסים להכנת כח אדם לאחזקה ומפעילי מערכות.
- **משרד האוצר** — בכל הקשור להורדת מכסים והיטלים מציוד ומיכון הקשור ביעול וחסכון בתחום התיפעול והאחזקה בכלל המשק, והקצבות לפיתוח מחקר באותם תחומים בארץ.
- **משרד החינוך** — בכל הקשור בהקמת מנגות בנושאי אחזקה ברמות מקצועיות ואקדמיות.
- **משרד האנרגיה והתשתית** — בכל הקשור ביוזמות לחסכון באנרגיה: מינהל לשמור אנרגיה, חברת החשמל, חברות הדלק וכו'.

ארגון

א. החברות בא.מ.א.

- על בסיס אישי למנהלי ומהנדסי אחזקה, שעוסקים בתיכנון, יעוץ ותפקידי ניהול התיפעול והאחזקה, בכל מגזרי המשק — בתי מלון, בתי חולים, אוניברסיטאות ומחקר, שדות תעופה ונמלים, תעשייה ובתי משרדים, ומרכזים מסחריים.
- המועמד ימלא שאלון אישי ויומלץ לפחות ע"י שני חברים בפועל באיגוד.
- חברותו תאושר ע"י ועדת קבלת חברים.

ב. התארגנות האגוד

- האגוד יהיה כלל ארצי.
- האגוד יופעל ע"י מוסדות נבחרים — ועדות משנה שחבריהן יהיו את מועצת הארגון. ועד פועל או מזכירות המורכבת מישיבי ראש ועדות המשנה.
- האיגוד מתכוון בהמשך לפתח פעילות איזורית: צפון מרכז דרום.

אסטרגל בע"מ



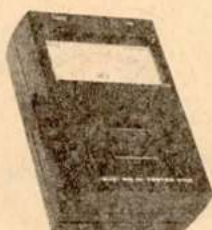
מכשירי בקרה, אוטומציה וחלקיהם
חלקי חשמל ואלקטרוניקה ציוד חשמלי מוגן התפוצצות
מכשירי מדידה גופי תאורה וזרקורים

אספקה מהמלאי וביבוא מיוחד — יעוץ טכני
קטלוג מחירון-מלאי וקטלוגים מפורטים לפי דרישה

ה"א אייר 10 (ככר המדינה) תל-אביב טל. 262049, 262559, 268023

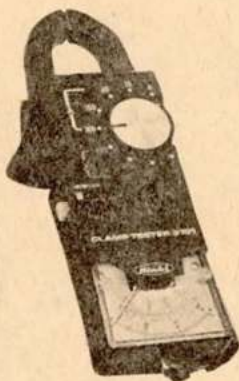
"HIOKI"

מכשירי מדידה לחשמלאים



מגד אלקטרוני 3110
500V/100 M Ω
1000V/2000 M Ω

מדהארקה ER-309

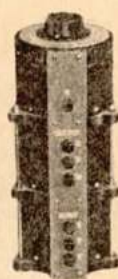


אמפרמטרים צבת

דיגיטלי — 3202	אנלוגי — 3101
0.1 — 999	0 — 300 A
Amp/v/ohm	0 — 600 V

"VOLTAC"

שנאים משתנים — חד
ותלת פזיים לשולחן ולפנל.



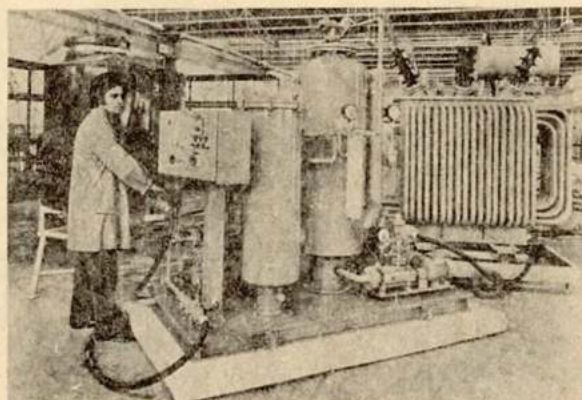
מייצבי מתח רשת 230 V
0.5 ÷ 20 KVA



אשדוד אלקטרו-מכניקה בע"מ
ASHDOD ELECTRO - MECHANICAL LTD.

אנו מהצעים:

- + סינון ויבוש, הוצאת מים והומצות משמן השנאי.
- + בדיקת תקינות השמן בהתאם לתקן VDE 0370 ולתקן IEC 156.
- + בדיקת השנאי וקביעת הטיפול.
- + ביקורת מבודדים וחיבורים.
- + אטימת נזילת זמן.
- + מדידת התנגדות הסלילים בעזרת מכשירים חדישים ביותר.
- + בדיקת מתח מוגדל בסלילי מתח גבוה ובסלילי מתח נמוך.
- + בדיקת מערכת התראות.
- + מדידת הפסדי השנאי בריקם ובעומס.
- + יבוש סלילי השנאי.
- + גימור, ניקוי, צביעה וסימון.



כל זאת מבוצע במפעלנו -
על ידי מומחינו והציוד החדיש ביותר!

איזור התעשייה ת. ד. 2237 אשדוד מ. 77120 טל. 055-24121 מברקים FEUCOT תל-אביב

INDUSTRIAL CENTRE P.O. B. 2237 ASHDOD 77120 ISRAEL PHONE 055-24121 TELEX FEUCO TELAVIV 33665 CABLES FEUCOT TELAVIV



אשדוד אלקטרו-מכניקה בע"מ
ASHDOD ELECTRO - MECHANICAL LTD.

שנאי מקולקל?

תופעה שאינה קיימת כמעט למשתמשים בשירותי האחזקה המונעת של
אשדוד אלקטרו מכניקה בע"מ

מדוע כדאי לבצע אחזקה מונעת שוטפת בשנאים שבמפעלך?



- + מניעת הפסקות חשמל במפעלכם.
- + הגדלת אורך חיי השנאי.
- + מניעת הפסקות ייצור.

לפרטים נוספים, אנא התקשרו אתנו

טלפונית טל' 055-24121

(שלושה קוים)

או לאחד מסניפי חברת

אשר פויכטונגר בע"מ, הנדסה חשמלית.

האם השנאי שלך התקלקל?

גם אם טרם נהנית משירותי האחזקה המונעת שלנו, אנו נשפץ את
השנאי שלך ונחזירו לתקינות במהירות המירבית. לאחר מכן, עצתנו
לך, בצע באמצעותנו אחזקה מונעת.
לאחר כל שיפוץ של שנאי אתה מקבל דו"ח מפורט,
תעודות ביקורת ואחריות.

צוות אנשינו וציוד חדיש לרשותך במפעלינו ולמפעלכם

איזור התעשייה ת, ד, 2237 אשדוד מ, 77120 טל. 055-24121 מברקים FEUCOT תל-אביב

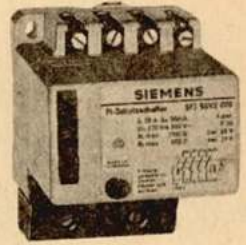
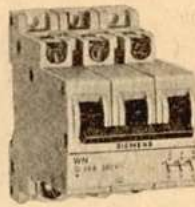
INDUSTRIAL CENTRE P.O. B 2237 ASHDOD 77120 ISRAEL PHONE 055-24121 TELEX FEUCO TELAVIV 33665 CABLES FEUCOT TELAVIV

SIEMENS "ניסקו" הנדסת חשמל


● חיבור קיר
חיצוני



● מפסקי-מגן לזרם פחת - חצי אוטומטיים



תל-אביב, רח' חזקיהו המלך 6, טל. 821558, 820752

אזורים ייחודיים  בע"מ הנדסת חשמל
אזור התעשייה הישן, ראשון-לציון, ת. ד. 588, טלפון 99 98 44

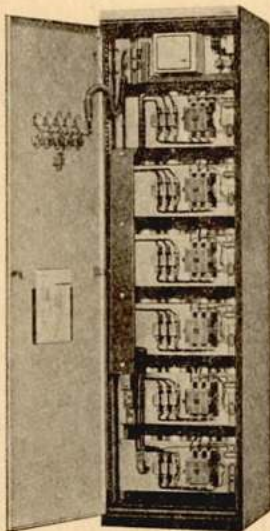
מערכות לשיפור מקדם הספק

מבנה קומפקטי ● הפסדי אנרגיה נמוכים

- ☆ קבלים דגם NKV תוצרת SIEMENS.
- ☆ הפסדים דיאלקטריים נמוכים: 0.5 w לכל קווא"ר.
- ☆ משנקי פריקה (במקום נגדים).
- ☆ הפעלה ידנית או אוטומטית.
- ☆ וסת אוטומטי SIEMNES.

גדלים סטנדרטיים: מ"מ 25 — 400 קווא"ר —

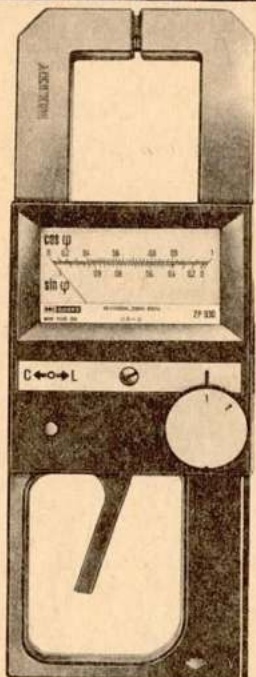
ליעוץ והדרכה אנא פנה למשרדנו
ת.ד. 588 ראשל"צ ● טל. 999844



חברת ישראל מקסט בע"מ

רחוב ארלחורוב 25, תל-אביב • ת.ד. 6014
טלפון: 5-4-24 82 13 - טלפקס: 03-2266

BBC GOERZ
BROWN BOVERI



חדש!

מד כופל הספק נייד ("צבת" $\cos \phi$)

למידת כופל הספק השראתי או קיבולי 1...0
10 עד 1000 אמפר, 220 וולט, 50 הרץ.
למידת זרם במוליכים עגולים או
פסי צבירה עד 50×60 מ"מ.

מד הספק נייד ("צבת" וואט-מטר)

למידת הספק במערכות חד פאזיות
או תלת פאזיות 380/220 וולט, 50 הרץ.
תחומי מדידה: 300-100-30-10 קילוואט.

מכשירי מדידה ורישום ניידים
ולוחות למדידת זרמים ומתחים בכל התחומים.
שנאי זרם, מתמרי מתח זרם, מודדי טמפ'
ורשמים לטמפ', מודדי התנגדות בידוד והארקות.

קב-קור

מפעלי בית-אלפא לויסות אוטומטי

תרמוסטטים לקירור דגם 51B

- למקררים ביתיים מכל הסוגים
- למקררים מסחריים
- לארגזי גלידה
- למיכלי מים
- להקפאה עמוקה

תרמוסטטים למזוג-אוויר דגם MA

- לחימום, קירור וחימום-קירור
- למזגני חלון מכל הסוגים
- למזוג אוויר מרכזי
- למבטיחים נגד קפיאה
- למפשירי קרח
- לתפקידים מיוחדים

לדרישות מיוחדות ומדוייקות!

תרמוסטט כפול דגם FD

בעל מפסק אחד (FD-3) או שני
מפסקים נפרדים (FD-6) מסוג
S.P.D.T. הניתנים לכוון בנפרד.
להפעלת 2 מערכות נפרדות לחימום
וקירור ומערכת משולבת לויסות
טמפרטורה:

- בחדרי ומגדלי קירור
- בחממות
- בלולים
- באולמות מבוקרים
- תחומי עבודה בין $+80^{\circ}C \div -30^{\circ}C$
דיפרנציאל של $3^{\circ}C - 1^{\circ}C$

ניתן כדגם FDX בקופסת פלסטיק

בית-אלפא, ד. נ. גלבווע, טל. 81924(065)

ההסתדרות הכללית של העובדים בא"י
מועצת פועלי חיפה
המח' להכשרה ולהשתלמות מקצועית

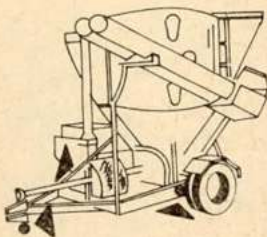
משרד העבודה והרווחה מחוז חיפה
האגף להכשרה ולהשתלמות מקצועית

המרכז להשתלמות מקצועית - חיפה
קורסים להשתלמות חשמלאים

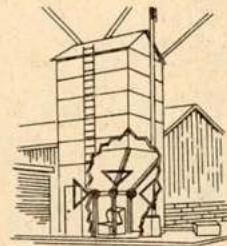
- ✧ לקראת רישוי: חשמלאי מוסמך - חשמלאי ראשי - חשמלאי בכיר.
 - ✧ קריאת שרטוט חשמלי ומעגלי פקוד.
 - ✧ למודי הכשרה והסבה לחשמלאים מתחילים - לקראת רישוי לחשמלאים מוסמכים.
 - ✧ אלקטרוניקה תעשייתית שלב א' - לחשמלאים העוסקים במכשור אלקטרוני.
 - ✧ שלב ב' - פיקוד דיגיטלי.
 - ✧ מתח גבוה לקראת רשוי לעוסקים בשטח זה.
 - ✧ קורסים יחודיים לפי דרישת המעוניינים.
 - ✧ ערבי עיון בנושאים מקצועיים יחודיים.
- כל הלימודים מתקיימים בחיפה בשעות הערב - פעמים עד שלוש בשבוע.
- הרשמה ופרטים נוספים: מועצת פועלי חיפה - המח' להשתלמות מקצועית - רחוב החלוץ 45, חיפה חדר 206 טלפון 04-641781.
- במרכז בסמי"ת חיפה, רח' בלפור - בשעות הערב בלבד. טל. 645341 או סמן מספרנו בגלוית השרות.

חברות שקילה ומינון באמצעות
מתמר-כה

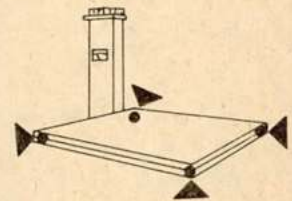
חוצגת לפנויך שיטת שקילה מתקדמת (לא עוד להבים וחלקים מכניים)
באמצעות מתמר כה
טימרון הפטולה:
משקל החופטל על המתמר יוצר תפוקת מתח עד 5v המועברת
באמצעות חברת אלקטרונית לצ"ג.
באמצעות שיטה זו ניתן לפתור מדבית בעיות השקילה.



עגלה מערבלת שוקלת
FAME VEHICLE



מינון וזעזובות
MIX MILL



פלטת שקילה ניידת
PORTABLE PLATFORM SCALE

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

דגאד שיווק בע"מ

חסוך עד 25% ויותר בהוצאות לאנרגיה חשמל ודלק!

למפעלי תעשייה, בתי חולים, בתי מלון
ומוסדות מציעים דרכים חדשות לחסכון
בצריכת אנרגיה באמצעות צוות
המומחים שלנו וידע מחו"ל.

E.S.C.

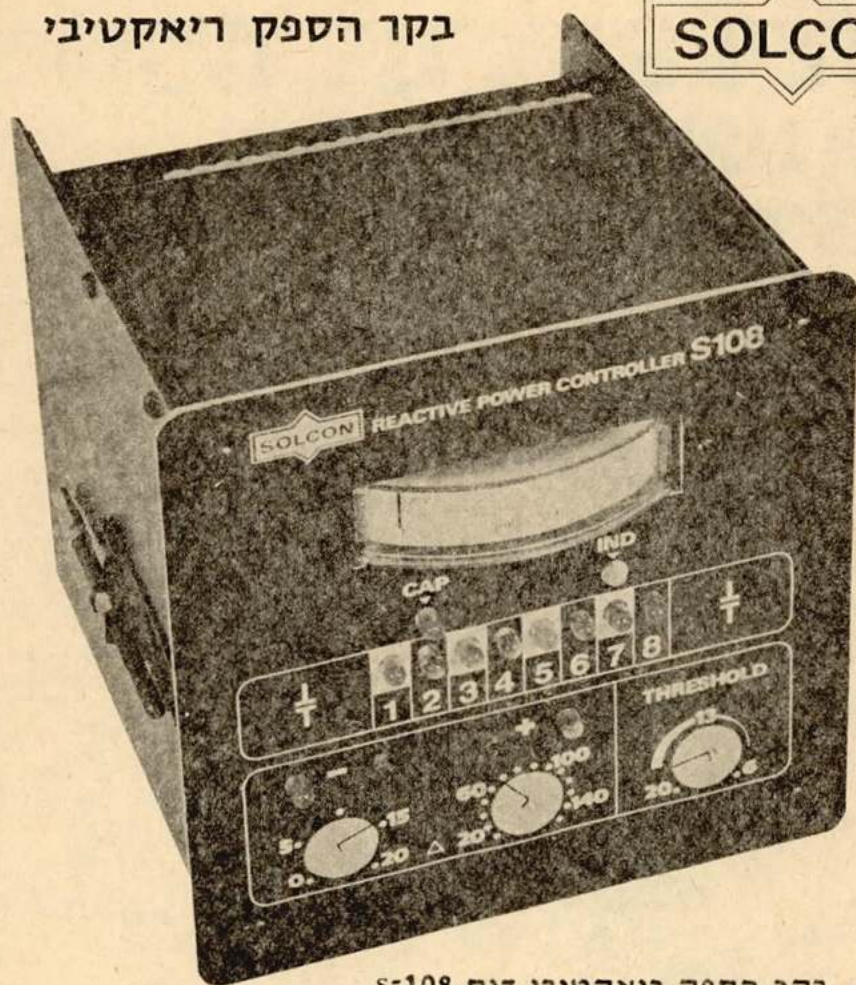
ש.ת.א שיחוד וחסכון אנרגיה בנ"מ

חסכון בצריכת אנרגיה
פירושו - חסכון כספי
משמעותי!

ת"א רח' גורג' אליזט 5 טל: 299401

בקר הספק ריאקטיבי

SOLCON

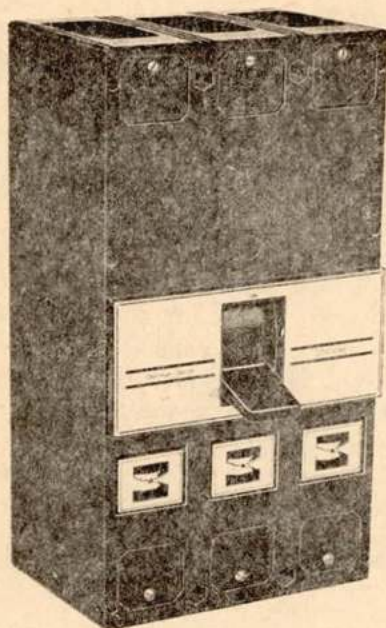


- * בקר הספק ריאקטיבי דגם S-108 לשמוש במערכות שפור מקדם ההספק.
- * הבקר מיועד להפעלת 4 עד 8 קבוצות קבלים זהים.
- * בקר S-108 ניתן לאספקה עם מד מקדם ההספק
- * התקנת הבקר וחבורו פשוטים. ניתן לחברו למשנה הזרם הקיים היות והעומס הנדרש על ידו הינו פחות מ-1VA.
- * מידות הבקר 144 × 144 מ"מ (עומק 150 מ"מ) וניתן להתקנה על פני הלוח או בתוכו.

אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ

רח' הנגב 4 ת"א, ת"ד 2180, טל: 30851, 37029

השתמש גם בציוד לחשמל בתבונה !



LOADLINE

DORMAN SMITH

England

מכשירים אמינים A 3000-20

- מכשק חצי אוטומטי בעל הגנה טורנדית ומגנטית.
- כויל טרמי ומגנטי.
- סליל הפסקה מרחוק.
- סליל תת מתח.
- מגעי עזר.

איכות מעולה,

בהשקעה נמוכה.



ארטרון-הספקה טכנית וחשמלית בע"מ

ISRAEL, TEL-AVIV-JAFFA, 2 BEN ZVI RD. . PHONE (03) 83 42 42 מלפון (03) 83 42 42 . P.O.B. 8388 ת.ד. 8388
CABLES: TRONLEC TEL-AVIV . TELEX: 33307

יום עיון לחשמלאים — „התקע המצדיע בעל-פה“

תל-אביב (מלון פלז'ה) 29.3.78

תכנית יום העיון

0745 — 0830	התכנסות ורישום.
0830 — 0845	דברי פתיחה: מר ד. גלעדי, מנהל מחוז דן.
0845 — 0930	בידוד תרמי וחיסמון בחשמל: מר א. ונגרוק, המחלקה לפיתוח הצריכה, האגף המסחרי.
0930 — 1000	הפסקה — כיבוד קל.
1000 — 1045	תחנות טרנספורמציה פנימיות — היבטים טכניים בתכנון ובתפעול: מר מ. זיסמן, סגן מנהל המחוז לענייני טכניים.
1045 — 1130	תחנות טרנספורמציה פנימיות — בטיחות בתכנון ובתפעול: מר ג. פרבר, מנהל מחלקת הבטיחות הארצית.
1130 — 1215	משק חשמל תת-קרקעי: מר א. פטקין, מנהל מחלקת חל"ב רשת תת-קרקעית ועמ"ח, הרשת הארצית.
1215 — 1300	חברת החשמל ואיכות הסביבה: מר י. גת, מנהל המחלקה לאיכות הסביבה ונצילות תחנות הכח.
1300 — 1400	ארוחת צהרים.
1400 — 1600	רב שיח (שאלות ותשובות) בהשתתפות המרצים ונציגי חברת החשמל.
	הערה: ליד אולם ההרצאות תהיה תצוגה של מכשירים ומתקנים, בהקשר לנושאי ההרצאות.

לכבוד

חברת החשמל לישראל בע"מ

מערכת „התקע המצדיע“

ת. ד. 25

תל-אביב.

תאריך

אני החתום מטה מאשר את השתתפותי ביום העיון „התקע המצדיע בעל-פה“ אשר יתקיים במלון „פלז'ה“ בתל-אביב, ביום רביעי, כ' באדר ב' תשל"ח, 29.3.78.

נא לכלול אותי ברשימת המשתתפים.

מצ"ב דמי השתתפות בסך — 150 ל"י.

שיק/המחאת דאר מס' לפקודת: חברת החשמל לישראל בע"מ, מערכת „התקע המצדיע“.

בכבוד רב,

חתימה

שם

כתובת

הפרעות ברשתות החשמל

אינג' א.י. איציקוביץ

החשמל. סוג זה של הפרעות מופיע בצורות ה־
באות:

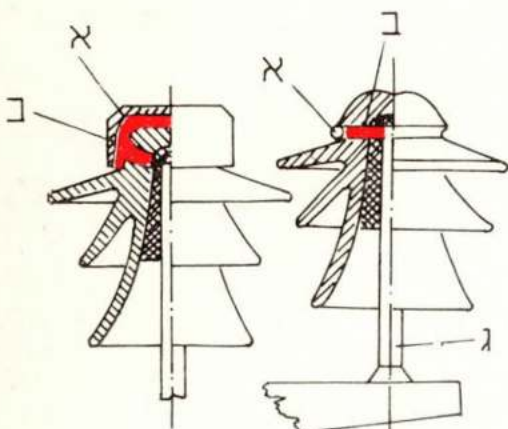
1. תופעות פנימיות במבדדים,
עקב טכנולוגית ייצור בלתי
אמינה:

✧ פריקת המבדד עקב פגם פנימי בלתי נראה ב־
חומר המבדד. (ראה ציור מס' 1).

✧ סדקים הנובעים מהתרחבות המבדדים. (ראה
ציור מס' 2).

ציור מס' 2

ציור מס' 1



- א — מוליך. א — מכסה ממתכת מורכב על המבדד.
ב — תעלת הפריקה. ב — תעלת הפריקה.
ג — משענת מחוברת לאדמה.

✧ שינוי של מבנה חומר הבידוד, במשך הזמן,
בגלל התיישנות החומר. (ראה ציור מס' 3).

ציור מס' 3



א — סדק בתוך המבדד.

תכנון, ביצוע ותפעול (השגחה ואחזקה) של רשתות
החשמל צריכים להעשות בצורה שתבטיח שמספר
ההפרעות, משך ההפרעות והתוצאות יהיו מיני-
מליים.

ההפרעות ברשתות החשמל הן תופעות בלתי רצוי-
יות, והופעתן היא תוצאה של גורמים רבים:
אחדים שייכים לטיב לקוי של מרכיבי הרשת או
ביצוע לקוי בתוך המתקנים. אחרים נובעים מכוח
האדם העוסק בפעולות בתוך המתקן, או מאחזקה
שלא נעשתה בזמן (אחזקה מונעת), ואחרים עקב
תופעות אטמוספיריות חיצוניות.

ההפרעות ברשתות החשמל אינן רצויות גם מבחי-
נתן של חברות החשמל (אנרגיה שאינה נמכרת)
ואף מבחינתם של צרכני החשמל (הפסקת ההמש-
כיות של התהליך הטכנולוגי במפעלים, הרס חומי-
רים, הרס ציוד ואף תאונות העלולות לפגוע בחיי
אדם).

בניתוח של כל הפרעה צריך לציין את התופעה
העיקרית כיוון שעלולות להופיע גם תופעות לואי
למשל:

כאשר נופל עמוד חשמל מסיבה כלשהי — זאת
התופעה העיקרית, אך יכולות להילוות לתופעה
זו תופעות משניות כגון: ניתוק החוטים או יצירת
קצר ביניהם.

כשעמוד עץ ברשת החשמל נופל בזמן סערה חזקה
ומהירות הרוח היתה קטנה מהמהירות המחושבת
בזמן תכנון העמוד, פרוש הדבר שהעמוד היה רקוב
ולא הוחלף בזמן. הסיבה העיקרית היתה אחזקה
לקויה שגרמה לתופעת הלואי שהיא נפילת העמוד
במהירות רוח חלשה יחסית.

כשעמוד בטון נשבר עקב רוח חזקה מאד שלא
יכולנו לצפותה מראש (בזמן תכנון הקו) גורם ההפ-
רעה הוא עומס יתר מבחינה מכנית, והסיבה העי-
קרית היא תופעות מטראולוגיות יוצאות דופן.

רק על ידי ניתוח סטטיסטי המבוצע בצורה מדעית,
בתחום זמנים רחב ובהיקף מתקנים רחב, אפשר
להסיק מסקנות מדויקות לגבי שיפור התכנון,
הביצוע והתפעול של רשתות החשמל בכדי להגיע
למינימום הפרעות.

הפרעות בקוי מתח גבוה (קוים עיליים)

1. הפרעות הנגרמות כתוצאה
מליקוי בבידוד

ההפרעות הנגרמות כתוצאה מליקוי הבידוד של
מוליכים ושל עמודים הן השכיחות ביותר בקווי

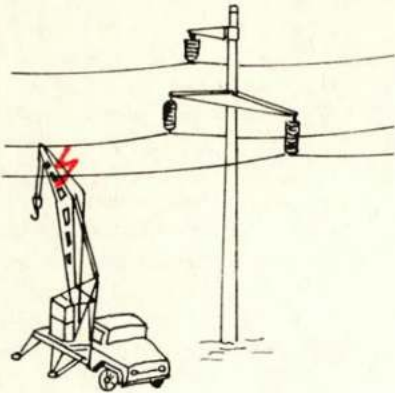
1.2. תופעות היצוניות במבדדים:

✧ מכות היצוניות.

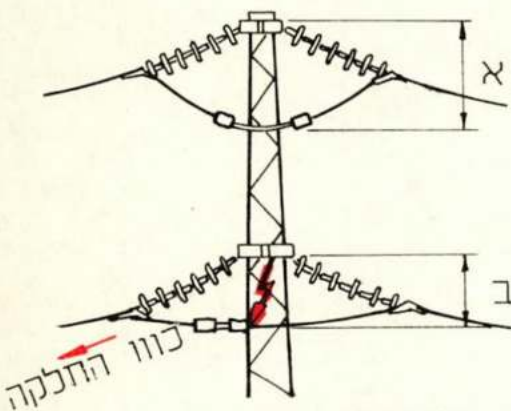
✧ פריקת מירווח האוויר בין הפזות או בין מוליך וחלק מתכתי המחובר לאדמה, בגלל מתחי יתר אטמוספורים. (ראה ציור מס' 7).

✧ יצירת מיצד על-ידי גופים זרים, ראה ציור מס' 8) או שינוי המרחקים הסטנדרטיים בגלל הפרעות מכניות בקו. (ראה ציור מס' 9)

ציור מס' 8



ציור מס' 9



א — מרחק טבעי של פזה R.

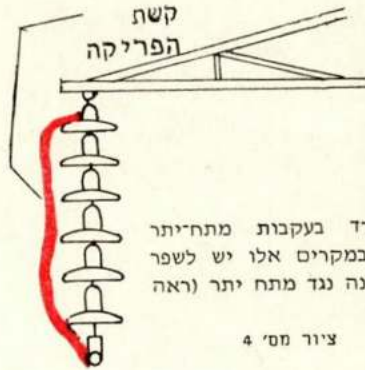
ב — מרחק מוקטן של פזה S.

✧ נפילת המוליכים מנקודות החיבור בגלל ליקוי בטיב החומר, ליקוי בביצוע או טעויות בתפעול הקו.

✧ בגלל טעות בתפעול, עשוי הקו להגיע לעומס יתר, דבר המביא לעודף חום המתפשט לאורך כל הקו.

הפרעות הנגרמות כתוצאה מליקוי במוליכים

● לקוי במקומות המגע החשמלי במהדקים, עקב פגם מים בחומר או בביצוע, מאמץ יתר, השפעות היצוריות או בלאי מכני.

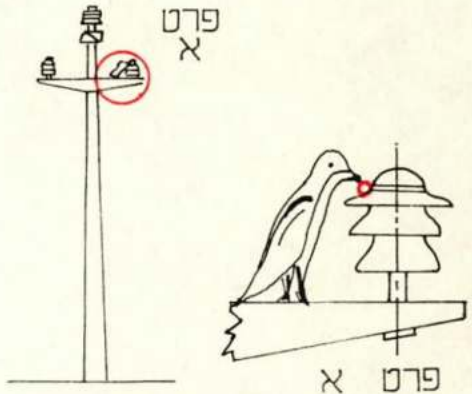


✧ פריצת המבדד בעקבות מתחיתור אטמוספרי; במקרים אלו יש לשפר את רמת ההגנה נגד מתח יתר (ראה ציור מס' 4).

ציור מס' 4

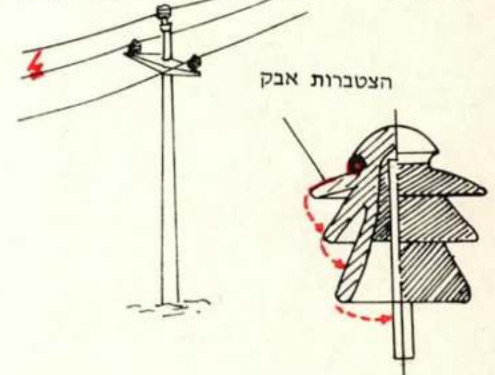
✧ יצירת מיצד (Shunt) על ידי גופים זרים או הצטברות אבק מוליך. (ראה ציורים מס' 5, 6).

ציור מס' 5



יש להבטיח הגנת המבדדים נגד ציפורים וכן את הגנתם נגד אבק, על-ידי מריחה מיוחדת.

ציור מס' 7



יש לציין שהפרעות במוליכים הן במקרים רבים תופעות משניות של הפרעות אחרות, אך התוצאות יכולות להיות לעיתים חמורות, יותר מההפרעות המקוריות.

הפרעות הנגרמות כתוצאה מלקוי בעמודי חשמל

- נפילת עמוד עץ בגלל רקבון או תופעות חיזוניות כגון: רוח חזקה, קריעת מוליך, איבוד שווי המשקל המכני של הקו.
- דליקת עמוד עץ בגלל פגיעת ברק.
- דליקת עמוד עץ בעיקבות אש שלא כותבה בס' ביבתו.
- שבירת עמודים על-ידי כלי רכב.
- נפילת העמודים בגלל תופעות מטראולוגיות והיד' ראולוגיות יוצאות דופן (לחץ רוח, שטפון, רעידות אדמה).
- התוצאות הנובעות מהפרעות במבדדים, במוליכים ובעמודים הן:
 - פגיעה בבידוד.
 - ניתוק המשכיות המעגל החשמלי.
 - חיבור לאדמה או קצרים חד-פזיים, דו-פזיים או תלת-פזיים.
 - שריפת המוליכים ו/או התכתם.
 - שריפת מוליכים בעקבות נפילת מוליכים אחרים עליהם.
 - הריסת חיבורים לאדמה.
 - שבירת עמודים.
 - פגיעה בעמודים נוספים באותו הקו.
 - גרימת נזק בנפש וברכוש.

הפרעות ברשתות מתח נמוך (קוים עיליים)

אופי ההפרעות ברשתות מתח נמוך ותוצאותיהן זהים בדרך כלל לאלה שבקווי מתח גבוה. ההבדל בין השניים הוא שהפרעות בבידוד הן פחות שכיחות במתח נמוך. בעוד שהפרעות המוליכים והעימודים באות בתדירות גבוהה יותר ברשתות מתח נמוך יחסית לקווי מתח גבוה.

מעניין לציין שברשתות מתח נמוך תופעות מסוכנות במיוחד יכולות להופיע בהפרעות שבמוליך האפס, ברשתות תלת-פזיות. לפי הנובע מצויר מס' 13 הפי רעות מסוג זה יכולות להביא מתחים גבוהים ל צרכנים חד-פזיים ולגרום לשריפת המכשירים ה פועלים ב-230 וולט. יש לציין שאיתור הפרעה מסוג זה קשה לפעמים, מכיון שהתופעות מופי עות ונעלמות כתוצאה מחיבורם וניתוקם של ה מכשירים.

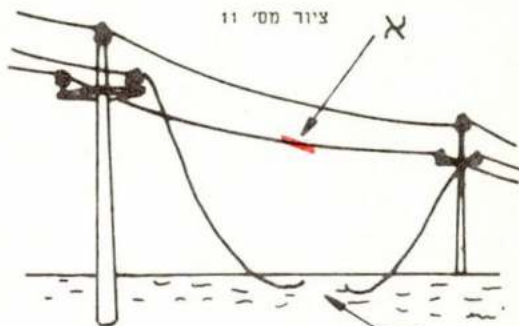
● קריעת המוליכים בעקבות תנודות. (ראה צויר מס' 10).

צויר מס' 10



● שריפת המוליכים וקריעתם בגלל פגם בבידוד, המ' לווה בקשת חשמלית רבת עוצמה (ראה צויר מס' 11).

צויר מס' 11



א — מוליך שבחלקו שרוף.

ב — מוליך שרוף וקרוע בגלל קשת חשמלית.

● קריעת המוליכים בגלל מאמץ יתר, הנובע מתופעות חיזוניות (תופעות מטראולוגיות היכולות להביא לנפילת עצים על הקו).

● קריעת המוליכים בגלל ביצוע עבודות בקרבת הקו (פיצוץ במחצבה, מנופים וכו').

● התארכות המוליכים עקב תופעות תרמיות (ראה צויר מס' 12).

צויר מס' 12



● כבלים עם בידוד רווי שמן או גז בלחץ, הם בעלי רמת הבטיחות הגבוהה ביותר. ההפרעות העלולות להופיע בסוג זה של כבלים יכולות להיות רק בעלות אופי מכני, כשיש בהם איבוד שמן או גז המביאים להקטנת רמת הבידוד.

הפרעות בידוד יכולות להופיע גם מסיבות אחרות:

- * נזק הנגרם בזמן ההובלה.
- * טיפול קלוקל או קיפול המנוגד לרדיוס התקני.
- * פגיעה בכבל בזמן עבודות הפירה.
- * פגיעה לכל אורך הכבל בגלל סחף.
- * הפרעות בתיבות חיבור או בסגירת סופיות לכבל עקב או ציות להוראות הביצוע, או בגלל שהאטיח מות אינה מונעת חדירת מים.

יש לציין שפגיעה בבידוד לא חייבת להביא להכרעת מידיות אך עלולה לגרום להפרעות מאוחרות יותר.

הפרעות במוליכים — יכולות להופיע בגלל:

- שריפת המוליך במקום של קצר או חיבור לא אדמה.
- לקויים בחומר או בביצוע העבודה בתיבות חיבור או סגירת סופיות.

ההפרעות בכבלים יכולות להביא:

1. ניתוק במוליכים.
2. הקצרים יכולים לגרום לשריפת חומר הבידוד או התפוצצויות בגלל השתחררות גזים בלחץ גבוה.

הפרעות בתחנות השנאה (טרנספורמציה)

תחנות הטרנספורמציה הן המרכיב העיקרי באספקת החשמל, הפרעות בתחנות אלו משפיעות יחסית על חלק גדול של הרשתות המספקות חשמל למספר רב של צרכנים וגורמות להפסקת החשמל למשך זמן ממושך.

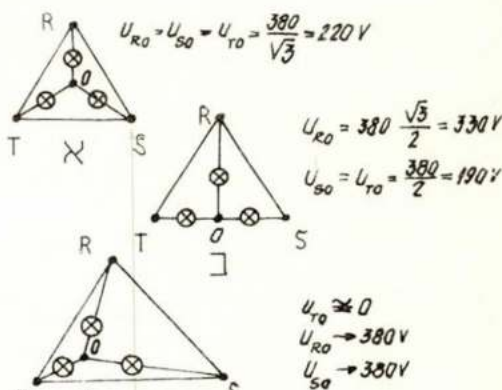
הפרעות אלו יכולות לבוא עקב:

- פגיעה בחלק של הציוד הנמצא בתוך התחנה.
- פגיעה בגלל גורם חיצוני המשפיע על פעולת התחנה.

מהסוג הראשון של הפרעות אלו השכיחות ביותר הן:

- א. הפרעות בשנאים: קצרים בין הליפופים, קצרים בין הפזות, נתק בליפופים.
- ב. הפרעות בציוד (מנתקים, מפסקים, נתיכים, פסי צבירה וכו') עקב כוחות אלקטרו דינמיים, טעויות בתיפעול או אחזקה לקויה.
- ג. פריצות ופריקות במבדדי מתח גבוה בגלל חדירת לחות, אבק או בעלי חיים.
- ד. קצרים בחלק של המתח הנמוך בגלל ליקויי בדיקה, דוד, התחממות, חדירת מים או הרס בידוד הגומי כתוצאה מניזלת שמן מהטרנספורמטור

רשתות מתח נמוך סובלות מהפרעות רבות בגלל זרסייתר במתקנים חסרי הגנה מספקת. לכן לפני שנים היתה נטיה להתקין נתיכים בעמודי חיבורים למבנים או ברשתות עצמן. הניסיון בתפעול הוכיח את חוסר האמינות של שיטה זו והביא להפרעות נוספות ברשתות. לכן היום, "מסתפקים" במבטחים בלוח החיבורים של המבנים,



א — עומס מאוזן — מתחים שווים וגורמלים.

ב — עומס קטן — מתח מוגדל בפזה R ומתחים קטנים בפזה S, T.

ג — עומס גדול — מתח קטן בפזה T ומתחים מוגדלים בפזה R, S.

הפרעות בכבלים (מתח גבוה ומתח נמוך)

הפרעות בכבלים עלולות להופיע מהסיבות הבאות:

- א. הפרעות בבידוד.
- ב. הפרעות במוליכים.

הפרעות בבידוד

לכל סוג בידוד של כבלים קיימות הפרעות אופייניות משלו.

- בכבלים עם בידוד נייר מוטבל באלקטרוקומ" פאונד מופיעות פריקות על משטח הנייר, כתוצאה מאיכות גרועה של הנייר או ההטבלה, בגלל חדירת לחות או בגלל התפוררות נייר הבידוד כתוצאה מחימום יתר של הכבל.
- בכבל עם בידוד גומי או PVC הבידוד יכול להפגע כתוצאה מהאזקנות החומר, מפעולות טרמיות של מוליך, מסביבה בלתי מתאימה (טמפרטורה גבוהה מדי, ממתקיפים כימיים, וכו').

ניסיון התיפעול בקיום מוכיח שההפרעות הסמוך-טניות הן תוצאה של החבור הקיים בין הרכיבים השונים ברשת, למשל: 'התרחשות של תופעה חיצונית באזור גדול משפיעה סימולטאנית על כל רכיבי הקווים הנמצאים באזור זה כגון:

תופעות אטמוספיריות יוצאות דופן (רוחות חזקות, ברקים, שטפונות, רעידות אדמה וכו') מביאות ל'הפרעות סימולטניות בכל אזור ההתרחשות.

ההפרעות המורכבות הן המסוכנות ביותר בגלל היקף הפגיעה בגודל המתקנים, המספר הרב של צרכנים נפגעים, קושי באיתור המרכיבים הפגומים, הצורך בפעילות תיקון המספר רב של מקומות בזמן קצר, כשהמקומות אינם מרוכזים וכן נדרשים סוגים שונים ונבדלים של תיקונים.

ניתוח ההפרעות

ניתוח ההפרעות הוא הפעולה החשובה לגבי אירגון טוב של התיפעול וכן לצורך שיפור מתמיד של תכנון הרשתות וביצוען הלכה למעשה. על מנת להפיק תועלת מכסימלית מניתוח ההפרעות מקיימים מערכת מעקב משוכללת:

— צורת רישום ההפרעות.

— סיווג לפי: אזור, מיקום בתוך המערכת, זמן ומספר הצרכנים הנפגעים.

— צורת הניתוח עבור כל סוג של הפרעה.

— ניתוח סטטיסטי ומשווה בזמן ממושך.

הניתוח צריך לציין את התופעות הכלליות והפרטיות של ההפרעה, תדירות ההפרעה בסוגים שונים של מתקנים, נקודות חלשות של המתקנים והתנהגות המתקן, בתנאים יוצאי דופן.

מתוך ניתוח נכון אפשר להסיק מסקנות לגבי אפיון שרירותי השיפור מבחינה טכנית ואירגונית, צורת התיפעול, השלמת החומרים והציוד הנחוצים, על מנת שהתיקונים יבוצעו בזמן הקצר ביותר בכדי לאפשר אספקה תקינה.

ה. אי סלקטיביות במערכת ההגנה. הפרעות במרכיבי ההגנה (למשל: נתיכי מתח גבוה, מביאות להפסקות השיכות רק לתחנת טרנספורמצייה מסוימת (ראה ציור מס' 14) בו בזמן שאם הפגיעה נעשתה בפסי צבירה של מתח גבוה, ההפסקה עלולה להתפשט לכל התחנות המקבלות הזנה מאותה תחנת משנה (אזורית).

ההפרעות בגלל גורמים חיצוניים:

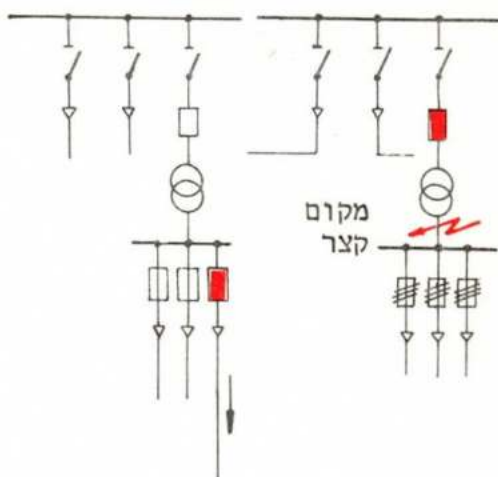
● העמסה לא סימטרית או העמסת יתר ממושכת בקווי מתח נמוך יכולה להביא לשריפת נתיך בתוך התחנה (ראה ציור מס' 15).

● קצר בקווי מתח נמוך.

● תופעות אטמוספיריות יוצאות דופן.

ציור מס' 15

ציור מס' 14



הפרעות מורכבות

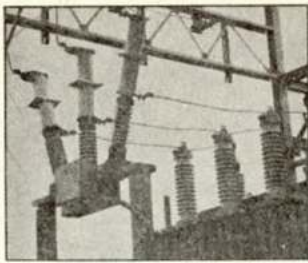
רשת החשמל מורכבת מרכיבים המחוברים ביניהם והמספיעים זה על זה הדדית ומעבירים את התרופות מאחד לשני. דבר זה יכול להביא להפרעות מורכבות הפוגעות במספר רכיבים בעת ובעונה אחת (סימולטני).

אחזקה מתוכננת ומשאבים

- אין אחזקה מתוכננת ללא אמצעים ומשאבים.
- אין משאבים לאחזקה ללא מודעות הדרג המינהלי.
- אין מודעות לנושא בדרג המינהל ללא הזרמת נתונים בדוקים ומשכנעים.
- אין נתונים אמינים ומשכנעים ללא השקעה בארגון איסופס, שמירתם ועדכוןם.

(א.מ.א.)

מפסקי ריק (ואקום) למתח גבוה



אינג' ל. גורלינק

סוג חדש של מפסק למתח גבוה, התחיל להופיע לאחרונה בארץ. המפסק אשר נועד להתקנה חיצונית, הינו בעל תכונות יוצאות דופן, ובתור שכאלה הוכנס כבר לשימוש ביישומים רגילים ומיוחדים.



צ'ור מס':

המירווח בין המגעים קצר יחסית, 4 עד 12 מ"מ. התנועה הקצרה והמסה הנמוכה של המגע הנייד מאפשרים פעולה במהירות גבוהה. למשל — ריק מסוויים מפסיק את הזרם. תוך מחצית וחצי מרגע מתן הפקודה. עבור מתחים שבהם תא יחיד אינו מספיק מחברים מספר תאים כאלה בטור והמגעים הנעים שלהם מופעלים בו זמנית. לדוגמא, במפסק ריק למתח עליון (161 ק"ו) מותקנים שבעה תאים כאלה בטור בכל פזה. המנגנון מותקן בתוך בסיס המפסק וסגור הרמטית. על בסיס זה מורכבים תאי הוואקום המותקנים בתוך מבדדי חרסין חלולים.

הפעלת המפסק

מפסק ריק חד-פזי (תא אחד או יותר) ניתן בדרך כלל להפעלה על ידי סליל פשוט הפועל ישירות על המנגנון. מפסקי ריק תלת פזיים מתחבאים, בדרך כלל, באמצעות מנוע הדורך קפיץ והפ-

בארץ נמצאים מפסקי ריק (וואקום) בשימוש נפוץ, כמתנעים למתח בינוני (3.3 ק"ו). קיים גם סוג מפסק ריק מסויים לשימוש במתח גבוה (22 ק"ו) ובמתח עליון (161 ק"ו) והוא נקרא גם "מפסק תקלה" (Fault Interrupter) ומסוגל למתג זרמי עומס וזרמי תקלה מסויימים.

הדרישות לגבי מפסק תקלה הן כדלהלן:

- 1) כושר ניתוק מספיק.
 - 2) מהירות ניתוק גבוהה (כדי להקטין נזק התקלה).
 - 3) בטיחות.
- אמינות מבצעים (כדי להקטין את הצורך באחזקה).

- 5) מחיר נמוך (כולל התקנה).
 - 6) מבנה חזק ומשקל נמוך.
 - 7) מבנה מודולארי כדי לאפשר גמישות ביישום.
- מפסקי ריק מתוכננים במיוחד לענות על הקריטריונים הנ"ל.

הרי כמה נתונים טכניים על מפסק תקלה טיפוסי:
מתח נומינלי: 36 ק"ו.

זרם נומינלי: 600 א'

כושר ניתוק זרם תקלה: 8000 א' (מקס')

זרם סגירה על תקלה: 20.000 א' (מקס')

רמת בידוד: (BIL) 200 ק"ו.

מבנה מפסק הריק

כל מפסק ריק יכול להיות מורכב מתא ריק אחד או כמה בטור לכל פזה, וכל תא ריק כולל זוג מגעים. מגע אחד הוא נייד והשני נייד. המגע הנייד מופעל דרך "מפוח" המאפשר העברת התנועה מהחוץ פנימה תוך שמירה על אטימות התא.

למשל אם זרם תקלה של 40 ק"א עובר במפסק ריק בעל כושר העברה רגעי של 20 ק"א תהיה התוצאה היחידה שאפשר לצפות, כרסום מיינמלי במגעים, תקלה שאפשר לתקן ע"י כיוונון פשוט. תכונות אלו של מפסקי הריק מבטיחות רמה גבוהה ביותר של בטיחות.

אחזקה

עקב המבנה הפשוט והאטום של מרכיבי מפסק הריק, אין — למעשה, כמעט צורך באחזקה פני-מית שוטפת.

אחת ל-5 שנים, בערך, רצוי לבצע בדיקה של רמת הבידוד של תא הריק (או התאים). בדיקת התנגר דות המעבר של המגעים ובדיקה לוודא שהמגעים נפתחים ונסגרים בו זמנית. את הבדיקות הראשונה והשניה ניתן לבצע בתוך 10 דקות למפסק תלת-פזי. את כל האחזקה ניתן לבצע במקום ההתקנה ללא צורך בהעברת המפסק למעבדה.

מנסיון מצטבר של כ-20 שנה בעולם מתברר כי אין כמעט תקלות במפסקי ריק. מפסקי ריק מסוגלים לבצע למעלה מ-10,000 מחזורי פעולה ללא כל תקלה וראשוני מפסקי הריק עדיין ממשיכים לתפ-קד כהלכה לאחר 20 שנות שימוש.

יישום של מפסקי ריק

מפסקי ריק נמצאים בשימוש נרחב בתעשייה בעיקר — בארה"ב, במשך עשרים השנים האחרונות הם החליפו כמעט את כל הסוגים האחרים של מפסקי זרם למיתוג תנורים חשמליים במפעלי פלדה. הם גם נמצאים בשימוש בתעשייה במיתוג מנועים וק-בלים.

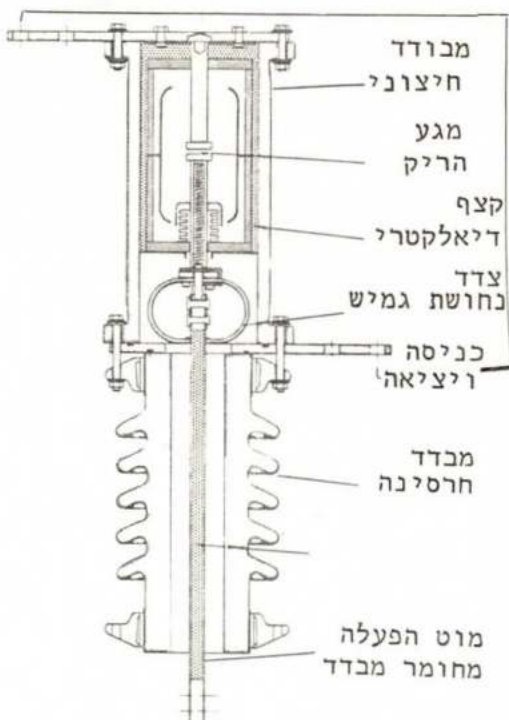
יישום מענין במפסק הריק הוא כמפסק זרם ראשי בקטרים חשמליים במתח 25 ק"ו. להלן כמה דוגמאות:

הגנת שנאים

בחירת מפסק תקלה ניתנת לשיקול כאשר דרושה אמינות ויציבות מהמערכת, אך קיים קושי בהצדקת עלות של מפסק זרם עם כושר ניתוק מלא. כושר הניתוק של מפסקי תקלה מבוסס על ערכי זרם סבירים שאפשר לצפות מכל התקלות מהצד המשני ורוב התקלות מהצד הראשוני של שנאי. למרות שלמפסקי ריק יש כושר ניתוק מוגבל ניתן להשתמש בהם גם להגנה בתאום עם מפסקי זרם בעלי כושר ניתוק מלא.

אם למשל בשנאי מסויים המוגן על ידי מפסק ריק מתפתחת תקלה היא יכולה להיות מאופיינת בצורות שונות:

תיחה (שחרור) נעשית באמצעות סליל פתיחה (TRIP COIL).



ציור מס' 2

התכונות המיוחדות של מפסקי תקלה

אם קורה שגל מתח הוא מעל יכולת הבידוד של תא הריק, תהיה פריצה בין המגעים הפתוחים, אך הזרם יופסק במעבר הראשון דרך האפס כאילו המפסק ביצע פתיחת מגעים שיגרתית, כי בתא ריק אין צורך בשאיבה או בהזרקת חומר דיאלק-טרי חדש, כגון שמן, בין המגעים בכדי להבטיח את כבוי הקשת.

מפסקי ריק הופעלו במיתקנים שונים מאות אלפי פעמים ללא צורך באחזקה, מתברר שגם בתנאים של פתיחת זרמים כבדים (מעבר לזרם הנומינלי) אין למעשה כל כירסום בחומר המגעים או ירידה ברמת הריק.

הבטיחות הגבוהה של מפסק הריק נובעת בעיקר בהעדר מוחלט של יצירת לחצים פנימיים ומהעדר חומרים דליקים, כל שהם (למשל — שמן). דבר זה מונע התפוצצות ושריפה בעקבותיה.

טומטית קצוות של קווי מתח גבוה כאשר באותם "זנבות" מופיעה תקלה שאינה חולפת והאספקה אליהם נמשכת.

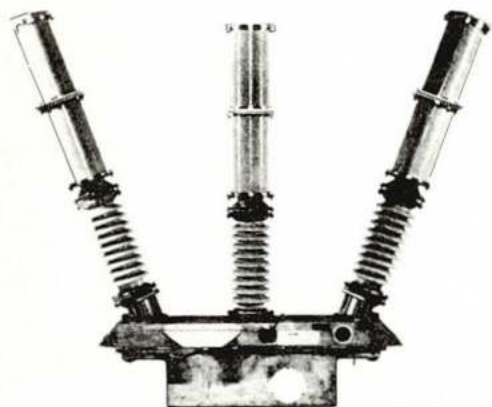
המקטעים פועלים אז בתאום עם המפסקים בעלי החיבור החוזר בתחנות המשנה.

קטיעת הקו ניתנת לביצוע ע"י התקנת מפסק תקלה עם פיקוד מתאים על העמודים. מפסק הריק מתאים ליישום זה מהסיבות הבאות:

1) ההתקן הוא קומפקטי בעל משקל נמוך ומתאים להתקנה חיצונית על עמוד.

2) עמידות מצויינת בכל תנאי מזג אוויר.

3) דרושה אחזקה אפסית (תכונה זו מתאימה במיוחד לצידוד בקו עילי). במקטע ניתן להשתמש גם כמנתק עומס רגיל.



מפסק ריק תלת פזי
34 ק"ו 300 א'
(משמש גם כמקטע)

ציור מס' 3

סיכום

מפסקי ריק הינם התקנים פשוטים, אמניים ורב תכליתיים ומאפשרים פתרון כלכלי יותר בהשוואה לצידוד רגיל, מאחר ומפסקי הריק מיועדים להתקנה חיצונית, ניתן לחסוך באמצעותם במקרים רבים את הצורך בהתקנת מבנים עבור צידוד פנימי.

לשימושים מסויימים (למשל — כמקטעים) הם אי-דיאליים בגלל המבנה שלהם והצורך באחזקה שוטפת רק לעיתים רחוקות ביותר או, במילים אחרות להתקין אותם ולשכוח עליהם.

1) קצר בין ליפופים בסליל ראשוני, במקרה כזה קיימת עכבה המגבילה את זרם הקצר כך ש"מפסק הריק מסוגל עדיין לנתק אותו ללא בעיות כנ"ל לגבי תקלה בצד המשני.

2) אם הקצר הוא ישיר בין פזות בכניסת השנאי, ייפתחו המנגעים במפסק הריק אך, מכיוון ש"זרם הקצר הוא מעל יכולת ההפסקה של המפסק, תימשך הזרימה בין המנגעים הפתוחים (ללא נוק למפסק וללא סכנת התפוצצות או שריפה) ואז יפעל המפסק הראשי שהוא בעל כושר הניתוק המלא. עם החיבור החוזר של המפסק הראשי מתחדשת האספקה לכל המתקן פרט לשנאי הלוקי המנותק ע"י מפסק הריק שכן הבידוד שלו חוזר לקדמותו, ללא כל נזק.

זהו פתרון זול בהשוואה להתקנת מפסקים בעלי כושר ניתוק מלא לכל הציוד.

מיתוג סוללות קבלים

כאמור בתחילה, מסוגל מפסק הריק למתג זרמים בכל מקדם הספק. קצב גבוה של עליות כושר דיא-לקטרי בעת נתוק הזרם מונע פריצות חוזרות (RESTRIKES) לכן, מפסקי וואקום מתאימים באופן טבעי למיתוג סוללות קבלים.

לאחרונה נעשו מחקרים על תופעות מעבר הקשורות בפריצות זרם מוקדמות (PRESTRIKES) בעת התיקרות המנגעים לפני סגירתם, פריצות כאלו עלולות לגרום לגלים נעים המוחזרים מנקודות חיבור והסתעפות, וכתוצאה מכך נוצר מתחיתר.

על תופעות מעבר אלו שהן בתדירות גבוהה ניתן להתגבר אוטומטית על ידי התקנת מגיני ברק בני קודות מתאימות.

אפשרות שניה היא על ידי הכנסה זמנית של נגדים לזמן המיתוג.

פתרון זה הוא יקר וניתן להימנע מהצורך בו על ידי תכנון טוב וזהיר של המערכת.

במצב של מיתוג סוללות קבלים המחוברים לאותו פס צבירה יש צורך לחשב את זרמי המעבר הכבדים בתדירות גבוהה בעת החיבור.

מפסקי וואקום המיועדים לשימוש זה מצויינים במגעים מיוחדים העשויים מחומרים בעלי עמידות גבוהה נגד ריתוך נקודתי. אפשר גם להשתמש בסילילים במחיר נמוך יחסית כדי להגביל זרמי מעבר אלה.

מקטע אוטומטי לקו מג. עילי

משתמשים במפסקי ריק כמקטעים בקווים עיליים. המקטעים שהם בעלי פיקוד מתאים, "זורקים" או

אופיינים וחידושים בטעינת מצברי מלגזות וכלי הנע חשמליים

אינג' מ. נוינר

משבר האנרגיה, ההעלאה המתמדת במחירי הדלק הנוזלי והמעבר להפקת אנרגיה חשמלית בתחנות גרעיניות הביאו להפנית הזרקורים מחדש אל כלי הרכב החשמליים. השימוש ההולך ומתרחב במלגזות וכלי שינוע חשמליים מתוך סיבות אקולוגיות ונוחות שימוש הופכות את הענין בתפעול כלים אלה לנחלת ציבור הולך וגדל של חשמלאים. כדאי, לכן, לסקור בקצרה את החידושים וההתפתחויות האחרונות בשיטות הטעינה של מצברי כלים אלה.

1. עד למתח פליטת הגזים אין שום הגבלה על גודל זרם הטעינה מבחינת יכולת הקליטה של המצבר.

2. מעל מתח פליטת הגזים ישנה חשיבות עליונה לגודל הזרם, והוא חייב להיות מוגבל לערכים המוגדרים בתקנים או על ידי יצרני המצברים.

הבה נרחיב ונסביר עקרון זה: מתח פליטת הגזים מוגדר כמתח טעינה, בו הפלטות שבמצבר אינן מצליחות להמיר את כל האנרגיה החשמלית של הטעינה לאנרגיה כימית, ועודף זרם הטעינה מבצע פירוק אלקטרוליטי של המים. עבור מצבר עופרת מתח זה הינו 2.4 וולט לת א.

עד למתח פליטת הגזים אין שום הגבלה על יכולת הקליטה של הפלטות, וזהו לכן שלב הטעינה שבו ניתן לשלוט על משך הזמן הדרוש לפעולת הטעינה על ידי הגדלה או הקטנה של זרם הטעינה. מבחינה מעשית, כאשר נזין מצבר פרוק בזרם טעינה של 100% עד 120% מקיבולו הנומינלי (100 עד 120 אמפר טעינה במצבר בעל קיבול נומינלי $C_5=100$ אמפר-שעות) נגיע למתח פליטת הגזים מיד עם תחילת הטעינה, וזהו, לכן, החסם העליון המעשי לזרם הטעינה האפשרי.

פליטה חזקה של גזים מהמצבר היא בעלת השפעה הרסנית על חיי המצבר, ולכן אסור, שערך זרם הטעינה יעלה על ערכים גבוליים נתונים, כאשר מתח הטעינה עולה מעל מתח פליטת הגזים. ערכים אלו נתונים בתקנים השונים או על ידי יצרני המצברים בהתאם לסוג המצברים ובתלות במתח התא. לרוב נמצא, שזרם הטעינה המקסימלי המותר הוא כ-7—8 אמפר (לכל 100 אמפר-שעות) עם תחילת פליטת הגזים, והוא פוחת עד $3\frac{1}{2}$ —4 אמפר במתח 2.65 וולט לתא.

ג. הפסקת הטעינה כאשר המצבר טעון.

כאן מופיע גורם מפתיע למדי: אין שום אמצעי פשוט לנלות את נקודת גמר הטעינה. נסודה זו מוגדרת לרוב כנקודה, בה צפיפות האלקטרוליט במצבר אינה עולה משך שתיים רצופות, אך מדידה

על אף שהדבר אינו מחייב, נתיחס בעיקר למצברי מלגזות חשמליות, כאשר ההקש לכלי הנע וכלי שינוע אחרים — ברור.

עקרונות מנחים:

מספר נתונים יסודיים מהווים עקרונות מנחים לקביעת הדרישות היסודיות בטעינת מצברי מלגזות וכלי הנע חשמליים:

א. מהירות הטעינה:

מהווה גורם ראשוני בטעינת מצברי מלגזות. במשטר עבודה רגיל תבצע המלגזה עבודה במשמרת אחת ושאר שעות היממה ינוצלו לטעינה חוזרת של המצברים.

הזמן העומד לרשותנו לטעינה מלאה של מצברי המלגזה הינו, לכן, כ-13 עד 15 שעות, כאשר ב"מקרים, בהם המלגזה אינה מנוצלת במלואה, יעמד לרשותנו זמן רב יותר לטעינת מצבר פרוק פחות, ובמקרים אחרים, כאשר העבודה נמשכת יותר ממש"מרת אחת (טעינת הדריים וכו'), יעמדו לרשותנו 8—7 שעות לטעינת מצבר פרוק לחלוטין.

כאן המקום לומר, שבחשוב הטעינה יש להביא בחשבון פריקה של כ-80% מקיבולו הנומינלי של המצבר. פריקה תדירה של יותר מ-80% מהקיבול אינה כלכלית ומביאה לקיצור חיי המצבר. בשעת פריקה עמוקה פועלים כוחות מיכניים חזקים על הפלטות שבמצבר, אשר נגרמים עקב שינויי הנפח והתרחבות החומר הפעיל שבפלטות. משום כך פריקה מלאה של המצבר אינה מומלצת על ידי יצרני המצברים. במקרה שעומס העבודה דורש ניצול מירבי של המצבר, יש לחפש פתרון בדרכים אחרות כגון: טעינת ביניים בהפסקות העבודה, רכישת כלי נוסף לביצוע חלק מהעבודות שמבצעת המלגזה ולמשל עגלת הרמה ידנית זולה, או רכישת מערכת מצברים נוספת והחלפתה באמצע יום העבודה.

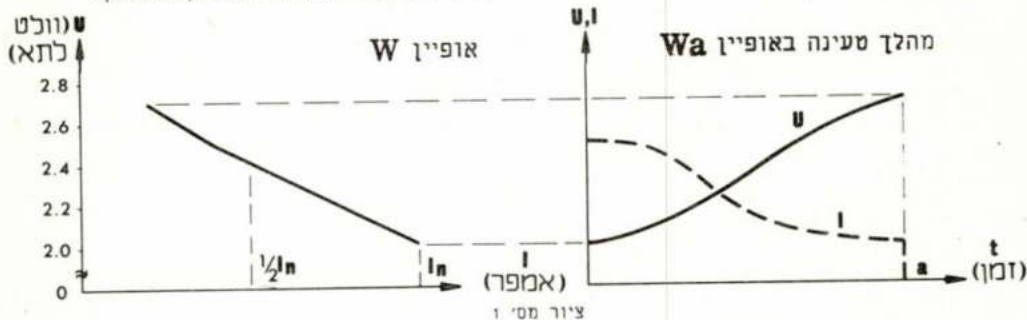
ב. הגבלת זרם הטעינה עם פליטת הגזים:

עקרון מנחה זה משפיע בצורה זו או אחרת על כל אחת משיטות הטעינה, והוא מתחלק לשני שלבים:

תורים הינו על כן תנאי בסיסי להשגת טעינה תקינה על ידי מתפעל בלתי מיומן.

כאן המקום לציין, כי רוב שיטות הטעינה אינן מצליחות לבצע, במחזור טעינה רגיל, טעינה מושלמת, אשר נדרשת לשם הבטחת אורך חיים למצבר. משך הזמן עלולים לכן להוצר הבדלים במצב הטעינה של התאים השונים במצבר. על מנת להתגבר על בעיה זו, יש לבצע אחת לפרק זמן מוגדר "טעינת השואח" או "טעינת השל" מה "ע"י המשכת הטעינה בזרם נמוך לאחר גמר הטעינה הרגילה. זרם זה, שאינו מזיק לתאים הטרעונים, מסייע להשלמת הטעינה של התאים הטעורים פחות ומסיים את פירוק הסולפט, שלא התפרק משך הטעינה הרגילה.

לאחר שעמדנו על הדרישות היסודיות בטעינת מצברי מלגות וכלי הנע חשמליים, הבה ונבחן, כיצד עונים אופני הטעינה השונים על דרישות אלה. נתח ונדגים ארבע שיטות טעינה; שתיים שהיו נפוצות משך השנים האחרונות, ושתיים חדשניות יותר. ההולכות ומחליפות את קודמותיהן.



הפסקת הטעינה:

הפליטה החזקה של גזים עם עליית המתח מעל 2.4 וולט לתא מכתיבה צורך בהפסקת פעולת המטען בגמר הטעינה. כאמור, אין אמצעי פשוט לגילוי נקודת הטעינה המלאה, ומבצעים מעין "התחכת מות" בדרך הבאה: המטען כולל גלאי מתח המכוון לרוב ל-2.37 וולט לתא ושעון קוצב זמן. טכנאי מיומחה עוקב אחר צפיפות האלקטרוליט וקובע את הזמן מרגע הפעלת הגלאי ועד לטעינה מלאה של המצבר. לאחר מכן יכוון השעון לפרק הזמן אותו מדד הסכנה נאי, והטעינה תופסק באופן אוטומטי מספר שעות קבוע אחר הגעת מתח המצבר ל-2.37 וולט-לתא. עקב שנוי תכונות המצבר משך הזמן יש לחזור על הבדיקה והכוון אחת לשנה או שנתיים.

יתרונות וחסרונות באופיין W

חסרונה העיקרי של שיטת הטעינה באופיין W היא בהשפעות הקשות של שינויי מתח הרשת על אופיין הטעינה. שנויים אלו גורמים הזזה מקבילה של האופיין מעלה-מטה, ועקב השיפוע הקטן של העקומה מביאים שינויים דרסטיים בזרם הטעינה,

שוטפת של צפיפות האלקטרוליט אינה מעשית בטעינה אוטומטית, ולכן יש לחפש אמצעי אחר למיטרה זו.

מתח המצבר עשוי היה להיות מוגדר נוח למצב המצבר, אך מתח גמר הטעינה אינו אחיד, ומשתנה בין 2.5—2.75 וולט לתא עם גיל המצבר ובהתאם לזרם הטעינה, ולכן אינו מהווה אף הוא מודד אחיד למציאת נקודת הטעינה המלאה, המהווה אות לפסקת הטעינה.

שיטות הטעינה השונות מנסות לפתור בעיה זו באמצעים שונים אותם נבחן בפרוטרוט בהמשך.

ד. תפעול פשוט של המטען:

עבורנו החשמלאים עשוי המטען להיות "אטרקציה" טכנית בעלת עניין רב, אך עלינו לזכור, שעבור מפייל המלגה פעולת הטעינה דומה לאותה פעולה שגרתית של מילוי דלק במכונית, זו מהווה "רע הכרחי" הנלווה לשימוש ברכב ומאלצת אותו לסור מדי פעם לתחנת הדלק.

תפעול פשוט ביותר של המטען, הפעלה ע"י הרמת מתג אחד בלבד ללא צורך בכוון שעונים למיניהם או בצופן מסובך של מתגים וכפ"י

1. טעינה באופיין זרם יורד (Wa, W)

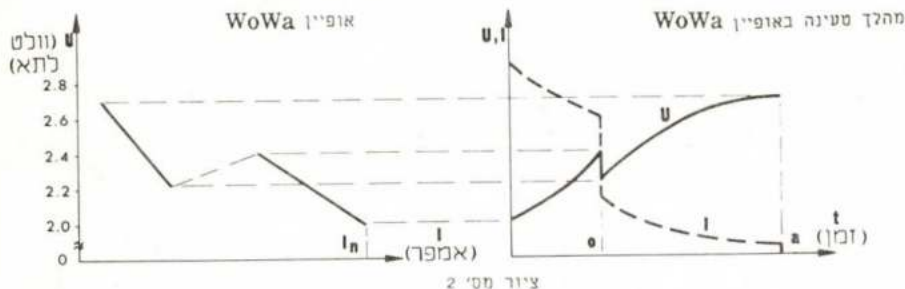
שיטה זו, המוגדרת בתקן DIN 41774, ידועה כ"שיטה הקלסית" לטעינת מצברי מלגות. ככל שעולה מתח המצבר, קטן זרם הטעינה. שיפוע האופיין מושג על ידי הכנסת משנקים טוריים במעגל המטען ושינוי החיבורים במשנקים אלו מאפשר כוון המטען למתח הרשת השורר באתר הטעינה.

על פי הנחיות יצרני המצברים ובהתאם לתקנים השונים, כאשר מתח התא עולה על 2.4 וולט (מתח פליטת הגזים), אסור לזרם הטעינה לעלות על 7 עד 8 אמפר לכל 100 אמפר-שעות של המצבר, ועל הזרם לקטון לערך של כ-3 עד 4 אמפר עם עליית מתח התא ל-2.65 וולט. היות והעקומה היא ליניארית פחות או יותר, נקבל, שהערך המקסימלי לזרם הטעינה ההתחלתי בשיטה זו, הוא 14 עד 16 אמפר לכל 100 אמפר-שעות. בזרם טעינה התחלתי כזה נקבל טעינה מלאה של מצבר הפרוק ב-80% תוך 10 עד 13 שעות.

למצבר. במקומות בהם מתח הרשת בשעות הקטנות של הלילה גבוה, יש להביא גורם זה בחשבון.

יתרונה העיקרי של שיטת הטעינה באופיין W הוא המבנה הפשוט של המטען, ולכן מחיר הרכישה הנמוך יחסית.

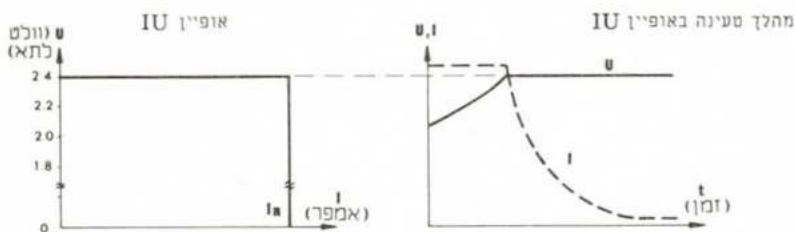
משך הטעינה באופיין W של מצבר הפרוק ב-80% הינו, כאמור, כ-10 עד 13 שעות. במקרים, בהם משטר העבודה של המלגה עשוי להכתוב צורך בטעינה מהירה יותר, ניאלץ לחפש אופיין טעינה מהיר יותר. שיטת הטעינה באופיין **WoWa** מאחד את התכונות האפשריים.



צילום מס' 2

משך הטעינה המינימלי יכול בשיטה זו להגיע עד כ-7 שעות.

ההתפתחות הכבירה, שחלה בטכנולוגיה האלקטרונית, פיתוח ה-SCR ומערכות הספק אלקטרוניות הפועלות ברמת אמינות גבוהה, הביאו ליצירת שיטות טעינה משוכללות יותר, המתחרות בהצלחה בקודמותיהן אופיין W ו-**WoWa** אף בכדאיותן הכלכלית. נביא כאן שתי שיטות טעינה המוגדרות בתקן DIN 41773 ומומלצות ע"י יצרני המצברים: שיטת הטעינה באופיין IU המחליפה את קודמתה מאופיין W, ושיטת הטעינה באופיין **IuIa** יורשתה של שיטת **WoWa**.



צילום מס' 3

ואילו לגבי הזרם הנומינלי חופשי המשתמש לב"ר מטען בהתאם לצרכיו ולמהירות הטעינה הנדרשת.

עם חיבור המטען למצבר הפרוק תתחיל הטעינה בזרם הנומינלי, כאשר הגבלת הזרם תשמור על המטען בפני עומס יתר. הטעינה בזרם קבוע

במיוחד בסוף תהליך הטעינה.

תקן DIN 41774 המגדיר עקומה זו מתריע ומזהיר במפורש, כי עלית מתח הרשת ב-5% (למשל במעבר בין יום ללילה) תגרם לעליית זרם הטעינה כדלהלן:

כ-15% במתח 2.0 וולט-ל.א.

כ-30% במתח 2.4 וולט-ל.א.

כ-50% במתח 2.65 וולט-ל.א.

התקן מזהיר, שעלית מתח הרשת ב-5% אשר נמשכת יותר מ-5 דקות, כאשר מתח הטעינה גבוה ממתח פליטת הגזים — גורמת נזק

2. אופיין טעינה בשתי דרגות (WoWa)

שיטת טעינה זו, הדומה עקרונית לקודמתה, מנצלת את האפשרות לטעון את המצבר בזרם גבוה עד למתח פליטת הגזים. זרם הטעינה ההתחלתי יהיה כ-20 עד 40 אמפר לכל 100 אמפר-שעות. וטעינת המצבר מהירה ביותר. כאשר מתח המצבר מגיע ל-2.4 וולט-ל.א., מוכנס משנק טורי נוסף במעגל הראשוני של המטען, הזרם קטן ואופיין הטעינה עובר לאופיין **Wa** רגיל. (האות **o** בסימון הטכני מסמנת מעבר אוטומטי האות **a** מסמנת הפסקה ע"י שעות).

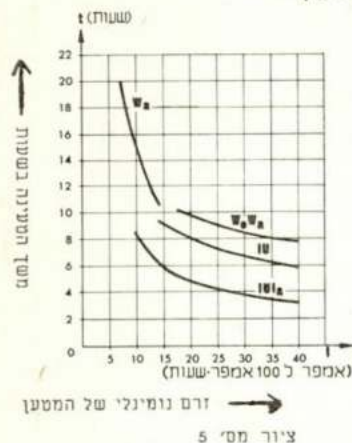
3. אופיין טעינה IU (אופיין זרם מתח)

שיטה זו מתגברת בצורה „אלגנטית" על ארבעת העקרונות אשר ציינו בתחילה, ע"י ניצול השימוש במטען מצברים מיוצב מתח ובעל הגבלת זרם. מתח המטען יכוון ל-2.4 וולט-ל.א.,

במתח 2.4 וולט לתא אינו מותנה בגודל או קיבול המצברים, וכפי שתקן DIN אף מציין במפורש, מאפשר לכן טעינה במקביל של מספר מל-גזת ע"י מטען אחד.

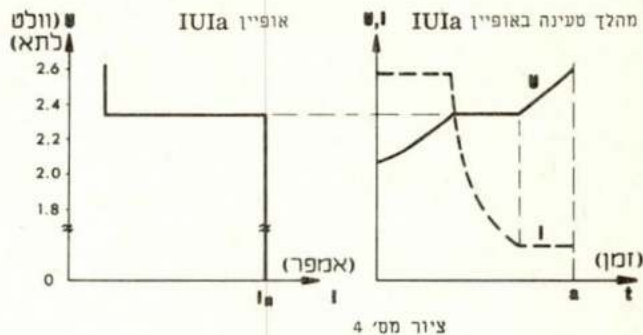
סגולות אופייניות לאופיין IU

חוסר תלות מוחלט בשינויי מתח הרשת, מתג הפעלה אחד ויחיד וביטול הצורך בכוון ספציפי לכל מצבר מביאים לפופולריות רבה של אופיין IU. הגבלת הזרם מונעת את הצורך בהחלפת נתיכים ומגינה על המטען בפני תקלות וטעויות אנוש. נצילות הטעינה הגבוהה ומניעת פעפוע חזק של גזים מביאים לצריכת מים מזוקקים נמוכה ביותר ולטעינה באופיין, המסייע לשימור מירבי של המצברים.



תמשך, עד שמתח המצבר יגיע ל-2.4 וולט-לתא (מתח פליטת הגזים), והיות ועד מתח זה יכולת הקליטה של המצבר אינה מוגבלת, נוכל לשלוט על זמן הטעינה על ידי בחירת מטען לזרם נומינלי גבוה או נמוך יותר. היות ובשלב זה אין פליטת גזים, נמצא, שנצילות הטעינה קרובה ל-90%.

בהגיע מתח המצבר ל-2.4 וולט-לתא מתרחש ה"מעבר לאופיין מתח מיוצב ומתחיל שלב הטעינה במתח קבוע. זרם הטעינה הולך ופוחת וקטן עד לערך של כ-1—2 אמפר לכל 100 אמפר-שעות של המצבר. היות וזרם הטעינה הסופי נמוך, אין כל חשש בהשאת המטען מחובר למצבר אף משך מספר ימים. הטעינה בזרם הנמוך משמשת גם כ"טעינת השואה", שהמעבר אליה אוטומטי ופותר את הצורך בשימוש בשעונים למיניהם. השימוש



4. אופיין הטעינה IUa (זרם — מתח — זרם)

אופיין הטעינה IUa מהווה פיתוח נוסף של אופיין IU. תחילת הטעינה מתבצעת באופן דומה לאופיין הקודם בזרם קבוע עד למתח של 2.3 וולט-לתא. לאחר מכן מתרחש מעבר לטעינה במתח קבוע ובזרם הולך ופוחת. כאשר זרם הטעינה קטן עד כ-4 עד 5 אמפר לכל 100 אמפר-שעות, מתחיל שלב טעינה חדש שוב בזרם טעינה קבוע, המביא לסיום מהיר של הטעינה. היות ושלב סופי זה מצוי במתח הגבוה מ-2.4 וולט-לתא, כלומר בתחום פעפוע הגזים, יש הכרח בהפסקה אוטומטית של פעולת המטען לאחר מספר שעות, המתבצעת ע"י קוצב זמן. (כפי שמרמזת האות a בסיומול הטכני של האופיין).

שיטת הטעינה באופיין IUa, בד בבד עם היותה השיטה המהירה ביותר לטעינה מושלמת של המצבר, מהווה אף היא אופיין טעינה השומר היטב על המצברים. משך הטעינה קצר ביותר (כ-6 שעות, ואף פחות), אך מחירה היקר מגביל את השימוש בה למקרים, בהם השימוש במלגות או בכלי הרכב החשמליים מירבי, הטעינה מתבצעת על מצבר שלא הספיק להתקרר לאחר השימוש, ומשך הטעינה הנדרש — קצר.

נתוני עידכון והשלמה בהקשר להסקה דירתית

(ראה — מחשבות ותחשיבים בהקשר לבחירת שיטת ההסקה הדירתית —
 „התקע המצדיע" 13, דצמבר 1975).

טבלה מס' 1:

חלוקה אקלימית של ישראל לפי ימי מעלות הסקה — ימ"ה *
 (DDH - Degree Days Heating)

חודש	כנען	ירושלים	שומרון	דרום הנגב	באר שבע	חיפה	תל אביב	אילת	ים המלח
אוקטובר	36	17	13	-	1	-	-	1	-
נובמבר	105	96	80	43	42	33	25	6	-
דצמבר	279	226	182	151	158	128	101	69	41
ינואר	347	270	242	226	208	151	158	100	84
פברואר	297	221	206	178	169	99	126	69	58
מרץ	276	192	178	119	145	94	85	26	27
אפריל	141	91	68	52	46	37	43	-	-
מאי	38	32	15	-	1	8	5	-	-
סה"כ לשנה	1519	1145	983	769	765	550	543	271	210
סה"כ ההסקה	1445	1096	808	674	680	472	470	100	84

טבלה מס' 2:

העומס החשמלי הסגולי להסקת חדרים
 (הערכה)

החפץ החשמלי של התנור ליחידת שטח של החדר (בהתייחס לחדר שגובהו 2.5 מטר)	
50 ווטים למ"ר	ערך נמוך
100 ווטים למ"ר	ערך בינוני
150 ווטים למ"ר	ערך גבוה

הערות:

1. החישוב הבסיסי של העומס החשמלי הסגולי חייב להתייחס לנפח החדר, בדרך כלל נוח יותר

$$DDH = \sum_{i=1}^n (T_b - T_{m_i}) \quad \text{הערות: 1.}$$

T_b — טמפרטורת חוף בסיסית בחורף — $16^{\circ}C$.

T_{m_i} — טמפרטורת חוף יומית ממוצעת.

n — מספר הימים בחודש בהם טמפרטורת החוף היומית הממוצעת נמוכה מ- $16^{\circ}C$.

$$T_{m_i} = \frac{1}{2}(T_{max_i} + T_{min_i}) \quad \text{2.}$$

T_{max_i} — טמפרטורת חוף יומית מקסימלית,

T_{min_i} — טמפרטורת חוף יומית מינימלית.

3. מקובל להגדיר חודש-ההסקה, כחודש בו $DDH > 80$

4. השורה האחרונה בטבלה עשויה לשמש מדד יחסי לכמויות החום הנדרשות להסקת דירות זהות באזורים שונים, כדי לספק אותם תנאי נוחות.

* מבוסס על נותנים שהתקבלו מ-מכון הלר" (ליד בית החולים ע"ש שיבא בתל-השומר) והשרות המטראולוגי.

2. הגורמים העיקריים המשפיעים על העומס ה-
חשמלי הסגולי המכתיב את הספק התנור או מתקן
ההסקה הם:
א. הבידוד התרמי של התנור.
ב. הטמפרטורה הפנימית הרצויה בהשוואה לטמ-
פרטורה החיצונית.
ג. מהירות ההסקה הנדרשת (ממצב קר בחדר ל-
מצב מחומם).

להתייחס, בחישוב המעשי, לשטח החדר. (הטבלה
מתייחסת לחדר שגובהו 2.5 מטר).

לדוגמא: חדר ששטחו 10 מ"ר וגובהו 2.5 מ':
ההספק החשמלי של התנור יהיה:

$$\text{ערך נמוך} = 10 \times 50 = 500 \text{ וט} = 0.5 \text{ קו"ט}$$

$$\text{ערך בינוני} = 10 \times 100 = 1000 \text{ וט} = 1 \text{ קו"ט}$$

$$\text{ערך גבוה} = 10 \times 150 = 1500 \text{ וט} = 1.5 \text{ קו"ט}$$

טבלה מס' 3:

צריכת החשמל השנתית הסגולית להסקת חדרים (הערכה)

צריכת חשמל השנתית:

$$\text{ערך נמוך} = 24 \times 50 = 1200 \text{ קוט"ש}$$

$$\text{ערך בינוני} = 72 \times 50 = 3600 \text{ קוט"ש}$$

$$\text{ערך גבוה} = 288 \times 50 = 14400 \text{ קוט"ש}$$

2. **דוגמה ב':** בתל-אביב דירה כנ"ל (120 ימים)

צריכת חשמל השנתית:

$$\text{ערך נמוך} = 16 \times 50 = 800 \text{ קוט"ש}$$

$$\text{ערך בינוני} = 48 \times 50 = 2400 \text{ קוט"ש}$$

$$\text{ערך גבוה} = 192 \times 50 = 9600 \text{ קוט"ש}$$

3. הגורמים העיקריים המשפיעים על צריכת החש-
מל השנתית הסגולית להסקת חדרים הם:

א. האיזור האקלימי.

ב. הבידוד התרמי.

ג. הטמפרטורה הפנימית הדרושה.

ד. רמת נוחות ההסקה הנדרשת (הסקה חלקית
או מלאה, מס' שעות ההסקה).

ה. קיום אביזרי ייעול וחיסכון בתנור (תרמוסטט,
מפסק בורר דרגות).

ו. תפעול נכון של ההסקה (בחירת השיטה המת-
אימה, מיקום התנור).

צריכת החשמל השנתית הסגולית קוט"ש מ"ר ² ×שנה			משך תקופת ההסקה (ימים)
ערך נמוך	ערך בינוני	ערך גבוה	
288	72	24	180
240	60	20	150
192	48	16	120
144	36	12	90
96	24	8	60
48	12	4	30

הערות:

1. **דוגמה א':** בירושלים באם עונת ההסקה נמ-
שכת כ-180 יום, דירה בעלת שטח חימום כולל
של 50 מ"ר (זהו שטח ההסקה המעשי בדירת
שיכון בת 3 חדרים ששטחה „ברוטו" 80-70 מ"ר).

טבלה מס' 4:

מחירי יחידת חום (1000 קק"ל) המתקבלת מסוגי מקורות האנרגיה המקובלים להסקה ביתית (מעודכן ל-1.12.1977)

מחיר יחידת חום אג' / 1000 קק"ל	ערך קלורי	מחיר האנרגיה	סוג האנרגיה
80	קק"ל / קוט"ש	860	חשמל (זרם יום) 68.4 אג' / קוט"ש
62	קק"ל / קוט"ש	860	חשמל (זרם לילה) 53.3 אג' / קוט"ש
36	קק"ל / ליטר	8300	קרוסין (נפט) 300 אג' / ליטר
29.4	קק"ל / ליטר	8500	סולר 250 אג' / ליטר
61	קק"ל / ק"ג	11000	גז 674 אג' / ק"ג

הערות:

1. מחירי החשמל כוללים 12% מע"מ ר-12% בול
בטחון.
2. מחירי הסולר והקרוסין (נפט) הכוללים 12%
מע"מ, הם המחירים המתייחסים לאספקה בתחנת
הדלק. לגבי אספקה בבית יש להוסיף הוצאות הר-
בלה.
3. במחירי הגז הכוללים 12% מע"מ נכללו גם
הוצאות ההובלה.
4. המחירים מתייחסים ליחידת חום (1000 קק"ל)
„ברוטו" — ללא התחשבות בנצילות מכשיר ההס-
קה ובמקדם התפוקה שלו.

התפתחות המחירים של סוגי האנרגיה השונים המקובלים להסקה ביתית

תאריך	מחיר החשמל		מחיר הקרוסין (נספ) אסקה בחתנת הרלק אנ' / ליטר	מחיר הסולר אסקה בחתנת הרלק אנ' / ליטר	מחיר הגז בלון של 12 ק"ג אסקה מרכזית
	זרם יום אנ' / קו"ט"ש	זרם לילה אנ' / קו"ט"ש			
			10	11	8.35
	7.8	3.3			
	8.7	3.7			
			24	19	10
			26	20.5	10.25
	9	4			
			27	20.5	10.25
			31	24	11.25
			50	36	11.25
	11.6	5.9			
			70	52	18
	15.6	9.9	125	104	30
			150	125	36
	31.6	23.5	170	140	40.50
	33.1	25	184	152	43.80
			193	160	50
	36.4	27.7	240	200	57.87
	44.7	34	300	250	72.22
	55.2	43			

1. מחירי החשמל לא כוללים בול בטחון ומע"מ.
2. מחירי הנפט וסולר בתחנת הדלק כוללים מע"מ ולא כוללים הובלה הביתה.
3. מחירי הגז כוללים הובלה ולא כוללים מע"מ.

ספר חדש :

מתקני מתח גבוה

בהוצאה משותפת של משרד העבודה, האגף להכשרה ולהשתלמות מקצועית — המכון לאמצעי הוראה והמרכז לתוכניות לימודים ובשיתוף המחלקה לחשמל של קיבוצי השוה"צ יצא לאור הספר **מתקני מתח גבוה**. הספר מיועד לחשמלאים כספר עזר, והוא כולל את הפרקים הבאים:

1. היסוד העיוני של טכניקת מתח גבוה,
2. מערכת הספק במתח גבוה,
3. חלקים עיקריים במתקני מתח גבוה,
4. כללי בטיחות במתקני חשמל מתח גבוה,
5. ציוד עזר לטיפול במתקני מתח גבוה,
6. בעיות כלליות של תפעול ואחזקה במערכות חשמל.

הפרק הראשון מסביר את היסודות של תאוריית המטען והשדה החשמלי ונותן לקורא מושגים במתח נמוך ומתח גבוה. הפרק מלווה בנוסחאות וציורים להבנת הנושא.

הפרק השני נותן סקירה על מערכות לחלוקת ההספקים במתח גבוה בקיום עיליים ובכבלים. הפרק גם מתאר את חלקי המתקן השונים ונוגע גם כללית לבעיית תפעול ואחזקה.

בפרק השלישי מתוארים המרכיבים השונים של מתקן מ.ג. כגון שנאים ומפסקי זרם, מנתקים וכ"ו. הפרק מלווה תמונות של הציוד הנ"ל.

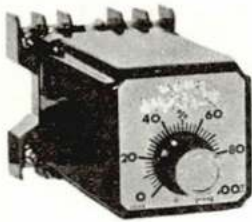
בפרק הרביעי מפורטים כל כללי הבטיחות השייכים לטיפול במתקני מתח גבוה.

הפרק החמישי דן בציוד עזר כגון כפפות, מוטות בדיקה, חולץ מבטחים הנהוגים בשימוש בשעת טיפול במתקני מ.ג. ניתן תאור של הציוד מלווה בתמונות ואופן השימוש והטיפול בו.

בפרק השישי ניתנת סקירה כללית של אחד קת מתקן וציודו, עם מתן פרטים על סוגי האחזקה והטיפוליים בציוד שונה.

את הספר ניתן להשיג במכון לאמצעי הוראה רח' מהליבר 26, ת"א.

אינג' ר. גרינהוט.



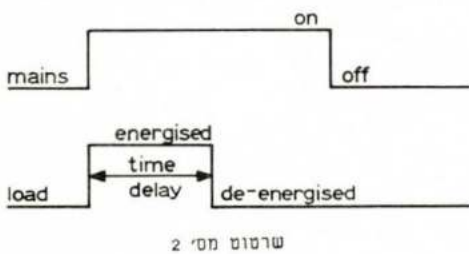
אלמנטים אלקטרוניים לאוטומציה

אינג' ט. גרנות

הפעלה ובקרה על מכונות ומתקנים בתעשייה מחייבים שימוש באלמנטי פיקוד שונים. כידוע משתמשים באביזרים מכניים, פניאומטיים, הידראוליים אלקטרוניים או שילוב שלהם. במאמר זה נתכרז באמצעים האלקטרוניים ובעיקר באלו הקשורים בפיקוד כפונקציה של זמן. מעצם ההגדרה של המושג אוטומציה ברור שהפעולות חייבות להתבצע ב"עצמן" לפי מצבים שונים של המכונה או המערך עם התערבות מינימלית של המפעיל. כמו כן המימד הקשור בזימון הוא חשוב ביותר.

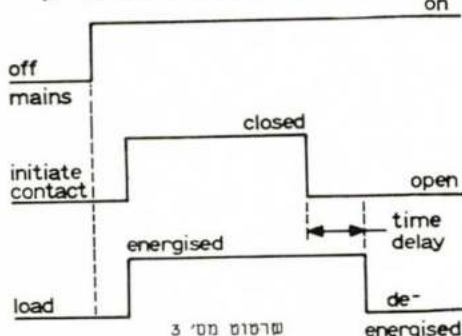
מחברים לקוצב הזמן מתח והוא מתחיל, "לספור" את הזמן כאשר הוא מגיע לזמן שנקבע מראש הממסר שלו ישנה את מצבו. משמש בעיקר להשגת היתחלת פעולה.

ב. **השהית פולט**: (סוג B שרטוט מס' 2)



קוצב הזמן משנה את מצבו מיד עם חיבור המתח וישר במצב זה כל משך זמן ההשהיה. משמש לביצוע פעולה למשך פרק זמן מסוים.

ג. **השהית ניתוק**: (סוג C שרטוט מס' 3)



קוצב הזמן מופעל מיד עם חיבור המתח אך כאשר המתח מופסק הוא משהה את החזרה למצב היתחלתי. בסוג זה מבחינים בקוצבי-זמן לזמנים קצרים בדרך כלל עד 3 שניות אשר מסוגלים להשהות את פעולת הניתוק גם בהפסקת מתח כללית ומ-

קיימות שיטות שונות ליצירת מירווחי זמן. נזכיר חלק מהן: פניאומטיות, תרמיות, אלקטרוניות, מכניות (קפיץ גלגלי שיניים) ועוד. בכל השיטות מלבד האלקטרונית קיימים חלקים נעים אשר מתבלים במשך הזמן ולכן כאשר מדובר במערכת הפועלת בקצב מהיר נעדיף כמובן את השיטה בעלת הבלאי המינימלי.

היתרונות הנוספים של שיטת זימון אלקטרונית: דיוק גבוה, תגובה מהירה, מחיר סביר, אי חשיבות לצורת ההתקנה ולתנאי סביבה שונים, אחזקה קלה ופשוטה.

כאשר אנו באים לבחור קוצב זמן עלינו להכיר את הפרמטרים המאפיינים אותו והם:

א. מתח הפעלה

ב. סוג הפעולה

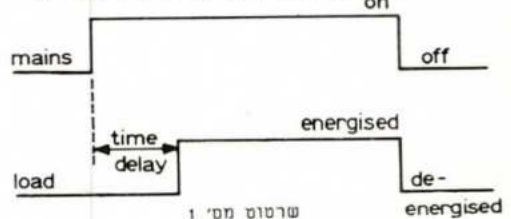
ג. תחום הזמן של המכשיר.

לגבי מתח ההפעלה קיימים קוצבי זמן (Timers) למתחים שונים החל מ-12 וולט ועד 380 וולט זרם ישר או חילופין, כאשר בארץ מקובלים המ-תחים 24 ו-220 וולט זרם חילופין.

תחומי זמנים לקוצבי זמן אלקטרוניים הם רחבים מאד החל ממילישניות ועד שעות וכדי להשיג רזר לוציה טובה מצד אחד וגמישות בקביעת זמן מצד שני יש להגדיר תחום זמן לא רחב מדי ולא צר מדי מסבים לזמן האופטימלי.

סוגי ההפעלה המקובלים של קוצבי הזמן:

א. **השהית הפעלה**: (סוג A שרטוט מס' 1)



כל קוצבי הזמן שהזכרנו עד כה בצעו פעולה אחת בחיבור או ניתוק המתח. קוצב הזמן המחזורי מופעל ומופסק כל עוד הוא מחובר למתח. באופן כללי קיימות 2 דרגות חופש או תחומי כיוון בקוצב זמן זה והן זמן ההפעלה וזמן הניתוק. אך קיימים מקרים בהם זמן אחד הוא קבוע ורק השני ניתן לשינוי או מקרים בהם זמן ההפעלה שווה לזמן ההפסקה ושינוי הפוטנציאומטר של קוצב הזמן ישנה את 2 הזמנים. אפשרות נוספת היא זמן מחזור קבוע ושינוי אחד הזמנים על חשבון השני. קוצב-זמן המחזורי משמש להפעלת אלמנט למשך זמן מסוים כל פרק זמן אחר.

אלמנט המיתוג

בקוצבי הזמן הסטנדרטיים מותקן בדרך כלל ממסר בעל אחד או שני מגעים מחליפים. היתרון של ממסר כזה היות והוא מאפשר ניתוק או חיבור של 2 מעגלים למשל אחד להפעלה ושני לחיבור (אינטרלוק). לעומת זאת בקוצבי זמן המבצעים מספר פעולות רב כל דקה, רצוי להשתמש בקוצב-זמן בעל מגע אלקטרוני. מחירו של קוצב זמן זה גבוה יותר ביחס לסטנדרטי והוא כולל מגע אחד בלבד, פתוח או סגור במצב נורמלי. למעגלי זרם ישר העובדים בקצב מהיר מאוד, מומלץ להשתמש בקוצב-זמן בעל מגע אלקטרוני כדי להשיג אמינות גבוהה. עקב בעיית הקשת הנוצרת בזמן מיתוג של מגע רגיל.

מעגלים לוגיים הקשורים בקוצבי זמן:

א. מונה טבעתי: (Ring counter)

ידוע ומקובל השימוש של מפסק-בורר אשר מפעיל בצורה מחזורית קבוצת סולנואידים אחד אחרי השני.

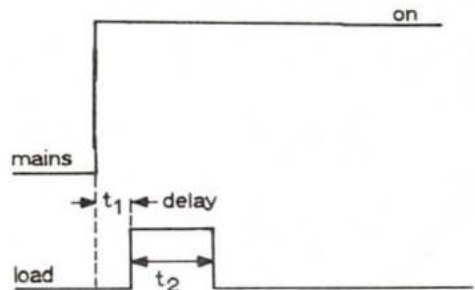
כדי לקבל אמינות גבוהה משתמשים במודולי מונה טבעתי הבנויים מרכיבי המצב המוצק ללא חלקים נעים. היחידה מקבלת פולסים ברוחב ניתן לכיוון כל פרק זמן אחר שניתן גם הוא לכיוון, היחידה, "מחלקת" את הפולסים כל פעם ליציאה אחרת בדומה למפלג במכונית. המודול מיועד ל-4 יציאות. ניתן, "לסגור" את המודול על עצמו או לחבר יחידות נוספות בטור. המודול מסוגל להפיק עיל סולנואידים של 230 או 24 וולט בזרם מכ- סימלי של 1 אמפר.

שימושים אופייניים לקוצבי זמן

התנעה מדורגת של מנועים, הפעלת מעליות, בקרה על תהליך כאשר מספר פעולות צריכות להתבצע אחת אחר השניה בהפרשי זמן מוגדרים, הפעלת רמזורים. ניקוי מים מקווי אויר כל זמן מסוים, הפעלת ברז השקיה במשתלות אחת למספר דקות ושימושים רבים אחרים.

שמיים בעיקר להתנעה של מנועים מיד לאחר הפסקת חשמל קצרה. סוג שני הם קוצבי-זמן הרמוניים באופן קבוע במתח עזר והמתח המפעיל (הפיקוד) מופעל ומופסק בהתאם לתהליך. קוצבי-זמן מסוג זה משמשים להפעלת מכונה לפרק זמן נוסף לאחר הפסקת מכונה אחרת או לקבלת פולס ארוך וניתן לכיוון לאחר לחיצה קצרה של לחצן. כמו כן קוצב-זמן יכול, "לבדוק" האם מירווח בין סידרת פולסים אינו עולה עד ערך מסוים. במקרה זה כאשר מכוונים את קוצב-הזמן לזמן ארוך מהמירווח בין הפולסים הוא ישאר, "תפוס" כל זמן שהפולסים באים כסידרם כאשר יגדל המירווח ביניהם או שהם יפסקו, קוצב-הזמן יפסיק לפעול לאחר ההשהיה שלו.

ד. קוצב-זמן כפול: (סוג D שרטוט מס' 4)



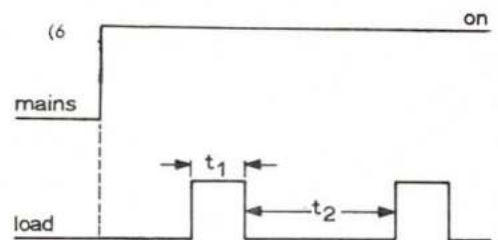
שרטוט מס' 4

מוציא פולס לאחר ההשהיה. זה למעשה שילוב של קוצב-זמן השהיה הפעלה וקוצב-זמן פולס. כאשר מחברים אותו למתח הוא ימתין פרק זמן שנקבע ולאחר מכן יופעל למשך פרק זמן אחר.

ה. קוצב-זמן עם מגע עזר: (סוג E)

במקרים רבים דרוש מגע המופעל מיידית עם חיבור המתח ומגע שני המושהה בהפעלה או מופעל לפרק זמן נדרש. המגע המידי יכול לשמש לתפיסה עצמית או כמגע עזר למעגל הבא.

ו. קוצב-זמן מחזורי: (סוג F שרטוט מס' 5)

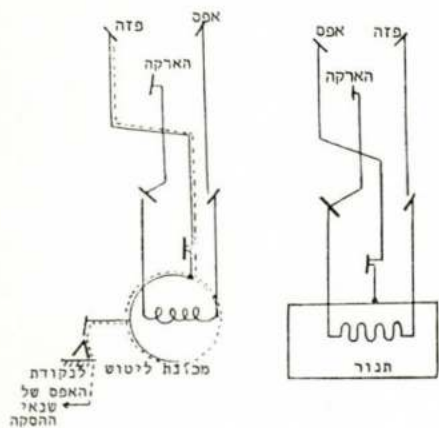


שרטוט מס' 5

אדם ש"מבין קצת בחשמל"

לקחים ומסקנות

- * אל לאנשים ש"מבינים קצת בחשמל" לבצע עבודות חשמל.
- * רצוי להשתמש בכלים חשמליים בעלי בידוד כפול אשר הגנתו אינה תלויה במוליכי הארקה, העלולים במקרה של תקלה, להפוך למוליכים "חיים" בקבלם מתח 230 וולט כלפי האדמה.
- * מעניין לציין, שגם פעולת מכשיר בין פזה לבין הארקה, כפי שפעל תנור הקרמיקה, יכולה לגרום לתאונה קטלנית, אם מפרקים באותה עת צינור מים אליו מחוברת הארקה.



שרטוט מס' 2

שרטוט מס' 1

בעל בית מלאכה קטן לקרמיקה קיבל תנור חשמלי חדש והציבו בפינה מרוחקת של בית המלאכה. בפינה זו לא היה בית תקע, לכן התקין בעל הבית המלאכה אשר "הבין קצת בחשמל" כבל מאריך שבאמצעותו הפעיל את התנור החדש באופן זמני.

כעבור ימים מספר רצה אחד הפועלים בבית המלאכה להפעיל את מכונת הליטוש המיטלטלת ורצוה לציור הפעלתה היה זקוק לכבל מאריך. הפועל ניצל את העובדה שהתנור החדש לא פעל באותה שעה, ול"לקח בהשאלה" את הכבל המאריך של התנור. הוא חיבר את מכונת הליטוש, וברגע ש"אחז בה נהרג בריבמקום.

בבדיקה של נסיבות התאונה התברר, שבעל בית המלאכה הצליב את הארקה ואת האפס בבית התקע המיטלטל של הכבל, כך שהתנור החדש פעל בין הפזה לבין הארקה, מאחר שחובר לבית תקע בעל חיבורים תקינים (פזה — קוטב ימני, אפס — קוטב שמאלי והארקה — קוטב תחתון) ראה שרטוט מס' 1.

לרוע מזלו, חיבר הפועל את מכונת הליטוש לבית תקע נוסף, שאף הוא הותקן על ידי בעל בית המלאכה, ובו החיבורים לא היו תקינים (פזה — קוטב שמאלי, אפס — קוטב ימני והארקה — קוטב תחתון). במקרה זה היה סדר החיבורים כמתואר בשרטוט מס' 2. במקרה זה הועבר מתח 230 וולט כלפי האדמה ישירות אל הגוף המתכתי של מכונת הליטוש, והפועל סגר את המעגל החשמלי לאדמה.

השימוש ממערכת התקשורת

המוליכים הותקנו בגובה של 90 ס"מ והותקנו ללא צינור. מוליך הארקה חובר לחלק המתכתי של הדלת ע"י הכנסת המוליך בין 2 פחים והיי דוק הפחים, ללא בורג ודיסקית חיזוק.

מסקנות: יש להניח שהילד נגע בידו באחד החיבורים שבידודם נחשף, קיבל חבטת חשמל ובו זמנית גרם לקצר בין פזה ואפס (בידו נמצאו סימני כויה קשים). התאונה נגרמה עקב סידור מתקן רלשני ובניגוד לכל תקנות החשמל, ורק בנס לא הסתיימה התאונה בצורה קטלנית.

כפי שהזכרתי בתחילת דברי, רצוי שהחשמלאים יקדישו תשומת לב רבה יותר למתקנים אשר, סיר מם מצריך שיתוף פעולה מצד גורמים נוספים כגון טכנאי תקשורת, טכנאי מעליות וכדומה.

הנושא של אספקת חשמל למערכות תקשורת בדלתות כניסה לבתים לא זוכה לתשומת לב מספקת מצד החשמלאים. הננו מביאים לכן מקרה של שימוש ש"קרה כתוצאה מתקשורת פנים לקוים.

בחקירת המקרה נמצא שילד קיבל חבטת חשמל מנגיעה במוליך פזה חשוף בקו המזין מערכת תקשורת פנים המותקנת בדלת כניסה לבית.

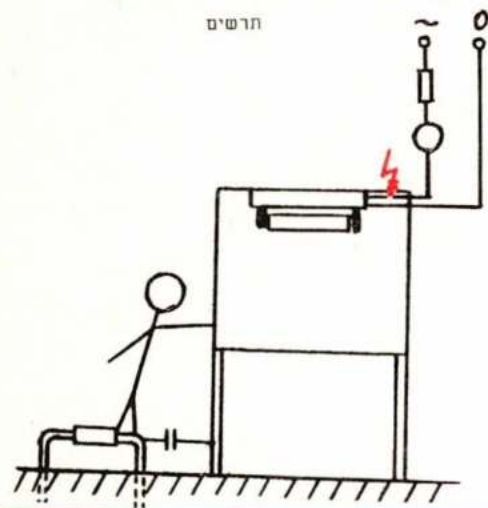
קו הזינה מהקיר ועד למערכת הנ"ל סודר מקטעי תילים המחברים ביניהם ומבודדים בסרט בידוד (באחד ממקומות החיבור נמצאו סימני קצר בין פזה ואפס ומקום החיבור נמצא חשוף).

המוליכים בקטע הנ"ל נמצאו מאוגדים יחד עם התיל של מתח נמוך מאד במערכת התקשורת,

מה קרה לילד?

1. רצוי להביא את ההארקה בתוך כבל ההזנה ולא בנפרד על ידי גישור הקונסטרוקציה המתכתית לצינור המים. תמיד קיימת סכנת פרוק של גישור על ידי ילדים או אנשים בלתי אחראים.
2. בכניסות למנורות פלואורסצנט העשויות מפח יש להכין סידורים מיוחדים למניעת חיתוך בידוד המוליכים.
3. יש להניח שאם המעגל היה מוגן על ידי מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה, ברגישות של 30 מיליאמפר היתה התאונה נמנעת.

תרשים



מקרהו הטרגי של הילד הקטן אשר נהרג אשתקד ממכת חשמל בזמן מסיבת יום-הולדת של אחיו, קיבל פרסום נרחב בעתונות היומית, אי-לכך ראוי שנתייחס אליו גם מהאספקט המקצועי.

חלון הראווה, עשוי מתכת, של אחת מהחנויות היה מואר באמצעות מנורת פלואורסצנט. המנורה ניזונה דרך שעון מיתוג ממתקן החשמל של החנות.

חלון הראווה שנקבע על גבי קונסטרוקציה מתכתית (בין שני הבתים) היה מאורק על ידי מוליך הארקה גלוי שחובר לצינור המים הסמוך. מוליך זה היה מנותק בשעת התאונה. הכבל הדורגדי בכניסה למנורת הפלואורסצנט היה לחוץ בין הפח של מנורת הפלואורסצנט לבין דופן חלון הראווה. דבר זה גרם לרוע המזל לחיתוך בבידוד של מוליך הפזה ולחישת מול חלון הראווה בזמן חיבורו לרשת החשמל על ידי שעון המיתוג.

תוך כדי מסיבת יום-ההולדת שהתקיימה בחלקה בחצר הקרובה לחלון הראווה גילו הילדים, בשמי חה רבה, שהחלון „מדגג". הילד הקטן, אחיו של חתן השמחה, טיפס על צינור המים הסמוך על מנת לנגוע בחלון הראווה „המדגג". לרוע המזל הוא נגע עם ראשו בחלון הראווה המחושמל וסגר על ידי כך מעגל חשמלי לאדמה (ראה תרשים). הזרם אשר בחלק מדרכו זרם דרך המוח גרם לתוצאה קטלנית וכל מאמצי ההצלה לא הועילו. מבחינה מקצועית יש להפיק שלושה לקחים:

מהדורה חדשה של קטלוג התקנים הישראליים

מאוגדים באוגדן מיוחד (הדפים נרכשים גם ללא האוגדן).

הקטלוג מכיל, בין השאר, מדורים אלה:

— רשימת התקנים הישראליים לפי מספריהם הסידוריים ותקציריהם;

— רשימת הצעות התקן שפורסמו לביקורת;

— רשימת מפרטי האספקה ומפרטי המכון;

— רשימת מפרטי המרכז הישראלי לאזורי מים;

— רשימת התקנים הרשמיים;

— רשימת התקנים, הצעות התקן והמפרטים לפי סדר א"ב;

— רשימת התקנים, הצעות התקן והמפרטים מסווגים לפי נושאים (מיון עשוי).

הקטלוג יעודכן באורח שוטף על ידי דפי עדכון, שיישלחו חינם לרוכשי הקטלוג.

את הקטלוג ניתן להשיג בספריית מכון התקנים הישראלי, תל-אביב.

בימים אלה יצאה לאור מהדורה חדשה של קטלוג התקנים הישראליים המכיל מידע מפורט על כ- 1100 תקנים ישראליים ועל מאות רבות של מפרטים שפורסמו במסגרת המכון ובעזרתו.

חשיבות יתרה נודעת לקטלוג באשר התקנים המפורטים בו מתייחסים לרוב ענפי התעשייה והבניה. כגון: בניין, קרקע, מזון, טקסטיל, כימיה, חשמל, אלקטרוניקה, מכניקה, הידרולקה. כל מהנדס, יצרן, הנדסאי, טכנאי, מנהל רכישות ומנהל עבודה יכול למצוא בקטלוג על נקלה את התקנים הישראליים המעניינים אותו בהסתייעו בסיווג המגוון והקיים בו. בעזרת התקצירים לתקנים אפשר לברר אם התקן הוא אמנם זה הדרוש לו בעברתו השוטפת.

כמהדורה הקודמת, שפורסמה בשנת 1975, כן גם במהדורה הנוכחית, אין דפי הקטלוג כרוכים אלא

תקנים ישראליים חדשים בנושא החשמל שיצאו לאור לאחרונה

ת"י 473 — כבלים, פתילים ומוליכים מבודדים חשמליים למתח נומינלי עד 1000 וולט: דרישות כלליות

(גיליון תיקון לתקן מינואר 1973 וג'ת מפברואר 1975).

בגיליון תיקון זה הובאו שינויים בסעיפים המת' ייחסים לתכונות חומרי הבידוד, למוליך מבודד בעל מעטה בידוד מפוליוויניל כלורי, לפתיל בעל עטיפת טקסטיל ומעטה הגנה מגומי וכו'.

ת"י 644 — קונטקטורים

(גיליון תיקון לתקן מאפריל 1967).

בגיליון תיקון זה הובאו שינויים בסעיף המתייחס להדקים.

ת"י 808 — תרמוסטטים למחממי מים חשמליים

(גיליון תיקון לתקן מדצמבר 1971 וג'ת מאפריל 1975).

בגיליון תיקון זה הובאו שינויים בסעיף המתייחס להדקים.

ת"י 383 — גופי חימום חליפים למכשירי חשמל ביתיים

(גיליון תיקון לתקן מאוקטובר 1960 וג'ת ממאי 1976).

בגיליון תיקון זה הובאו שינוי בסעיף המתייחס לחיבורי זינה.

ת"י 483 (1976) — מאוררי שולחן חשמליים

התקן מתייחס למאוררים בעלי כנפים המופעלים ע"י מנוע חד-פזי בזרם חילופים בלבד, במתח נומינלי שאינו עולה על 250 וולט. התקן דן בהוראות כלליות, בהוראות מבנה, הנוספות להוראות של ת"י 900 ובבדיקות שבהן צריך המאורר לעמוד.

ת"י 494 (1976) — מאוררי תקרה חשמליים

התקן מתייחס למאוררי תקרה בעלי כנפים המופעלים ע"י מנוע חד-פזי, בזרם חילופים בלבד, במתח נומינלי שאינו עולה על 250 וולט. בתקן פורטו הוראות כלליות, הוראות מבנה שהן נוספות להוראות מבנה מסוימות של ת"י 900 וכן בבדיקות שהמאורר צריך לעמוד בהן.

ת"י 69.1 — מחממי מים חשמליים בעלי ויסות תרמוסטטי ובידוד תרמי

(בא במקום התקן ממאי 1961 על גיליונות התי-קון).

התקן חל על מחממים הנוזניים במתח שאינו עולה על 250 וולט ושקיבולם הנומנלי אינו עולה על 240 ליטר. בתקן פורטו דרישות לגבי עובי הפח שמיכל המים עשוי ממנו, ההגנה מפני קורוזיה, הקטרים והתברייגים של צינורות המבוא והמוצא של המחממים. כן פורטו הדרישות לגבי התרמוסטטים, המכשקים התרמיים ושסתומי הבטיחות. בתקן הובאו גם בדיקות פעולה שונות של המחממים, כגון: הטמפרטורה שהמים מגיעים אליה, האיבודים התרמיים, מיזוג המים הקרים המוכנסים למחמם עם המים שבתוכן ועוד.

ת"י 721 (1976) — מקררים ומקפאים חשמליים לשימוש ביתי

תקן זה חל על מכשירי קירור שמתחם הנומינלי אינו עולה על 250 וולט וקיבולם הנומנלי אינו עולה על 750 ליטר (26 רגל קובית). התקן מבוסס על ת"י 900 ועל התקנים R 824 ו-R 825 של ISO. וכולל דרישות ובדיקות לגבי בטיחותו של מכשיר הקירור ואיכותו, כגון: כושר הפעולה, טמפרטורות הנומינליות, הנצילות, שמירת הטעם והריח של המזון, העמסת המדפים, חישוב קיבולו של מכשיר הקירור ושטח מדפיו וכו'.

ת"י 900 — כללי בטיחות למכשירי חשמל לשימוש ביתי ולשימושים דומים

(גיליון תיקון לתקן מדצמבר 1974).

בגיליון תיקון זה הובאו שינויים בסעיף המתייחס למניעת הפרעות רדיו.

ת"י 322 (1972) — מכונות כביסה חשמליות לשימוש ביתי — תקן רשמי

התקן מתייחס לדרישות מבנה ובטיחות החלות על כל סוגי מכונות כביסה חשמליות ביתיות; הניזונות במתח שאינו עולה על 250 וולט כלפי האדמה בין אם הן אוטומטיות ובין אם לא, בין אם הן כוללות אמצעים לחימום מי הכביסה, מסחטה או ציור אחר, ובין אם אינן כוללות התקנים האלה. התקן דן בחומרים שהחלקים העיקריים של המכונה ייעשו מהם, וכן בעומס המעשי, בצריכת המים והחשמל, ביציבות בהגנה מפני מכות חשמל, מפני פגיעות מכניות, בהגנה מפני עומס יתר ומפני קורוזיה, כל זאת בפעולה בתנאים תקינים ולא תקינים.

דיווח על אירועי הדרכה/הסברה

(א) ימי עיון - „התקע המצדיע“ בע"פ

הסדרה שהסתיימה

לאחר יום העיון שהתקיים בת"א (מלון „פלאזה“) ב-26.10.77 בהתאם לתוכנית שפורסמה ב„התקע המצדיע“ מס' 18, התקיימו ימי עיון נוספים באותה מסגרת-תוכן לפי הפרוט הבא:

28.12.1977 בירושלים (מלון „תדמור“)

25.1.1978 בבאר-שבע (אולם „יהלום“)

22.2.1978 בחיפה (מלון „דן כרמל“)

בסה"כ הקיפה הסדרה כ-750 אנשי מקצוע.

הסדרה החדשה

הסדרה החדשה שתפתח בתל-אביב (מלון „פלאזה“) ב-29.3.1978 (בהתאם לתוכנית המתפרסמת במדור הפרסומי — עמוד אחרון) תמשך לפי התוכנית הבאה:

ירושלים — 31.5.1978, באר-שבע — 28.6.1978, חיפה — 26.7.1978.

(ב) מועדוני „התקע המצדיע“

בחודש ינואר 1978 נכנס לשלב מעשי של ביצוע מפעל נוסף של „התקע המצדיע“, לנוחיותם של החשמלאים ואנשי המקצוע, בעיקר באיזורים המרוחקים מ-4 המרכזים הראשיים — מועדוני „התקע המצדיע“. המועדונים מתקיימים בחסותם של המשרדים האיזוריים של חברת החשמל ב-4 המחוזות וצפון, דרום, דן, ירושלים) ומשתתפים בהם הנציגים המוסמכים של החברה בכל איזור.

במרכז כל מועדון מתקיימת הרצאת-תדריך בנושא טכני.

הנושא ש„הורץ“ בסדרה הראשונה הוא: „התקנת קבלים לשיפור מקדם ההספק“;

באיזורי מחוז הצפון העביר את הנושא אינג' א. ירום ממחלקת הצרכנים הטכנית המחוזית.

באיזורי מחוז הדרום העביר את הנושא אינג' י. בלבל סגן מנהל מחלקת הצרכנים המחוזית. עד כה התקיימו המועדונים לפי התכנית כדלקמן:

10.1.1978 — רעננה

17.1.1978 — פ"ת

18.1.1978 — עפולה

25.1.1978 — טבריה

6.2.1978 — נהריה

13.2.1978 — חדרה

התוכנית להשלמת הסדרה היא לפי הפרוט הבא:

28.2.1978	—	אשקלון
7.3.1978	—	אשדוד
15.3.1978	—	נתניה
21.3.1978	—	ראשון-לציון
27.3.1978	—	ירושלים
29.3.1978	—	צפת
3.4.1978	—	רמלה/לוד
11.4.1978	—	באר-שבע
25.4.1978	—	אילת
30.4.1978	—	חיפה
30.4.1978	—	תל-אביב

חשמלאים המעוניינים לקבל הזמנות למועדוני „התקע המצדיע“ מתבקשים למלא את גלויית-השרות ולשלחה אל המערכת.

הסדרה השניה תתקיים בחודשים מאי-אוגוסט 1978 הסדרה השלישית תתקיים בחודשים ספטמבר-דצמבר 1978.

ג) כנסי עיון למנהלים ולמהנדסים בכירים

כנסי התעשיה

בחודש נובמבר 1977 התקיימו שני כנסי עיון בנושא: „שיטות מודרניות לייעול וחיסכון בצריכת החשמל אצל צרכני חשמל גדולים" בהתאם לתוכנית שפורסמה ב„תקע המצדיע" מס' 18.

בסך הכל השתתפו בכנסים למעלה מ-500 מנהלים ומהנדסים בכירים ממשרדי ממשלה, גופים ציבוריים, מפעלי תעשיה, מפעלי התעשיה הצבאית, מפעלי התעשיה האווירית, אוניברסיטאות, מכוני מחקר ומוסדות להשכלה גבוהה, בתי חולים, בתי מלון, נמלים, מוסדות ומבני ציבור קיבוצים, מפעלי תעשיה בקיבוצים, משרדי ייעוץ וחברות לביצוע עבודות חשמל.

בכנסים שהתקיימו בחיפה („דן-כרמל") ובתל-אביב („פאל") התקיימה תצוגה של מכשירים ומתקנים שנועדו לייעול וחיסכון בצריכת החשמל.

השתתפו בתצוגה כ-30 חברות/סוכנויות העוסקות בייצור/שיווק של מתקנים ומכשירים כנ"ל.

כנס מכוני המים

בחודש ינואר 1978 התקיים במדרשת ריפין כנס עיון על ייעול וחיסכון בצריכת החשמל במכוני מים. השתתפו בכנס כ-150 איש מכל מיגורי משק המים: מנהלים ומהנדסים בכירים ממקורות, תה"ל, אירגון עובדי המים, אנשי משק המים במוסדות ובגופים ציבוריים, מהנדסים יועצים העוסקים בתכנון החשמל של מכוני מים, חשמלאי קיבוצים, מרכזי משקים ועוד.

מטרת הכנס הייתה להגביר את המודעות והידע בנושא, תוך הצגת האספקטים האנרגטיים והכספיים. בדברי הפתיחה סקר מר א. לייטנר את פוטנציאל החיסכון של משק המים הצורך בשנה כ-1,600 מיליוני קוט"ש.

מנהל הרשות הלאומית לאנרגיה ד"ר נ. ארד התייחס בהרצאתו לשימור אנרגיה במשק תוך התייחסות למכוני מים.

מנהל המחלקה לצרכנות ותעריפים מר ש. ברט סקר את תעריפי החשמל ותשלומי המזמינים המתייחסים למכוני מים.

מנהל מחלקת הצרכנים הטכנית במחוז הצפון מר ל. יבלונובסקי דיבר על הדרישות הטכניות של חברת החשמל המתייחסות למתקן החשמל של מכוני המים.

מר ש. כספי מנהל יחידת החשמל בתה"ל הרצה על קוי מחשבה לתכנון יעיל וחסכוני של מתקן החשמל במכוני מים המשמשים למאגרים.

מר ר. נוה ממדור המשאבות באירגון עובדי המים הרצה על קוי מחשבה לתכנון יעיל וחסכוני של מתקן החשמל במכוני מים המשמשים להשקיה.

מר ש. פורת מאירגון עובדי המים ספר על מבחני היעילות („הטסטסים") שמבצעים במשאבות. בדיון שנערך על הנושא „כיצד על משק המים להערך לייעול וחיסכון בצריכת החשמל" השתתפו המהנדס הראשי של מקורות מר ש. קנטור, מנהל אירגון עובדי המים מר ד. אחיפז ומומחה נציבות המים מר ר. גורביץ.

יש לציין כי כתוצאה מהכנסים חלה התעוררות כללית והוחל בפעולות אינטנסיביות ליישום השיטות והרעיונות שהועלו:

כך למשל:

- * שורה של יבואנים ומשווקים נכנסו ל„הלוך גבוה" ביישום מעשי של מתקנים ומכשירים לניהול משק החשמל במפעלים.
- * חברת מקורות נערכת לפעילות שיטתית להגברת הייעול והחיסכון בחשמל במתקניה ויש שיתוף פעולה עם חברת החשמל.
- * משרד האנרגיה והתשתית החל לאחרונה בסדרה של סקרים לאיתור ממשי של פוטנציאל החיסכון במגזרי צרכנות שונים כגון: מפעלי תעשיה, בניני מוסדות, מכוני מים וכו'.
- * האגודה הישראלית למכשירנות קיימה בטכניון ב-5 בינואר 1978 יום עיון בנושא „מיכשור לבקרת המשק האנרגטי בתעשיה" (חשמל) בו הוצגו חידושים.
- * אירגון מנהלי האחזקה (א.מ.א.) קיים יום עיון בנחל-שורק ב-18.1.78 ובו הוקדשו הרצאות לנושא הסקרים לייעול וחיסכון ולנושא הבניה הנכונה מנקודת המבט של חיסכון באנרגיה.

* בעיות במתקני חשמל ופתרון *

1. במיתקן מותקנים שני מנועים הניזונים מאותו שנאי :
 $\cos \varphi_1 = 0.85 \quad P_1 = 200 \text{ kW}$
 $\cos \varphi_2 = 0.89 \quad P_2 = 100 \text{ kW}$

- א. חשב את מקדם ההספק הכללי של המנועים.
 ב. חשב את גודל השנאי הנדרש (את ההספק הכדומה).
 ג. קבע את הספק קבוצת נורות-ליבון שניתן לחבר במקביל למנועים בלי לעלות על ההספק המדומה של השנאי, כאשר משפרים את מקדם ההספק ל-1

* ה ת ר ה *

א. ההספק של כלל הצרכנים :
 $P = P_1 + P_2 = 200 + 100 = 300 \text{ kW}$

ההספק הריאקטיבי של כלל הצרכנים :
 $Q = Q_1 + Q_2 = P_1 \cdot \text{tg} \varphi_1 + P_2 \cdot \text{tg} \varphi_2 = 200 \cdot 0.62 + 100 \cdot 0.51$
 $Q = 175.2 \text{ kVAr}$

מקדם ההספק הכללי יתקבל :
 $\text{tg} \varphi = \frac{Q}{P} = \frac{175.2}{300} = 0.584$
 $\cos \varphi = 0.864$

ב. גודל השנאי הנדרש בקילו-וולט-אמפרים :
 $S = \sqrt{P^2 + Q^2} = \sqrt{300^2 + 175.2^2} = 347.4 \text{ kVA}$

- ג. אם משפרים את מקדם ההספק ל-1, $\cos \varphi' = 1$, יהיה ההספק הריאקטיבי :
 $Q' = P \cdot \text{tg} \varphi' = 300 \cdot \text{tg} 0^\circ = 0$
 כדי לא להעמיס את השנאי, אין לעלות על ההספק המדומה הקודם בהיעדר הספק ריאקטיבי נוכח לרשום :

$S = P + P_3$
 כאשר P_3 — הוא תוספת ההספק עליידי קבוצת הנורות, תוספת ההספק המותר היא איפוא :
 $P_3 = S - P = 347.4 - 300 = 47.4 \text{ kW}$

* * *

2. כאשר משפרים את מקדם ההספק של הצרכן, פוחתים ההפסדים בקו הזינה. חשב את ההפסדים בקו הזינה, לאחר ששופר מקדם ההספק מ-0.75 ל-0.95 $\cos \varphi$ באחוזי ההפסדים בקו לפני השיפור.

* ה ת ר ה *

משויון ההספק לפני ואחרי השיפור נקבל :
 $I \cos \varphi = I' \cos \varphi'$

יחס הזרמים בקו אחרי ולפני השיפור הוא :

$$\frac{I'}{I} = \frac{\cos \varphi}{\cos \varphi'} = \frac{0.75}{0.95} = 0.789$$

ההפסדים בקו זינה בעל התנגדות אומית R_1 לפני ואחרי השיפור :

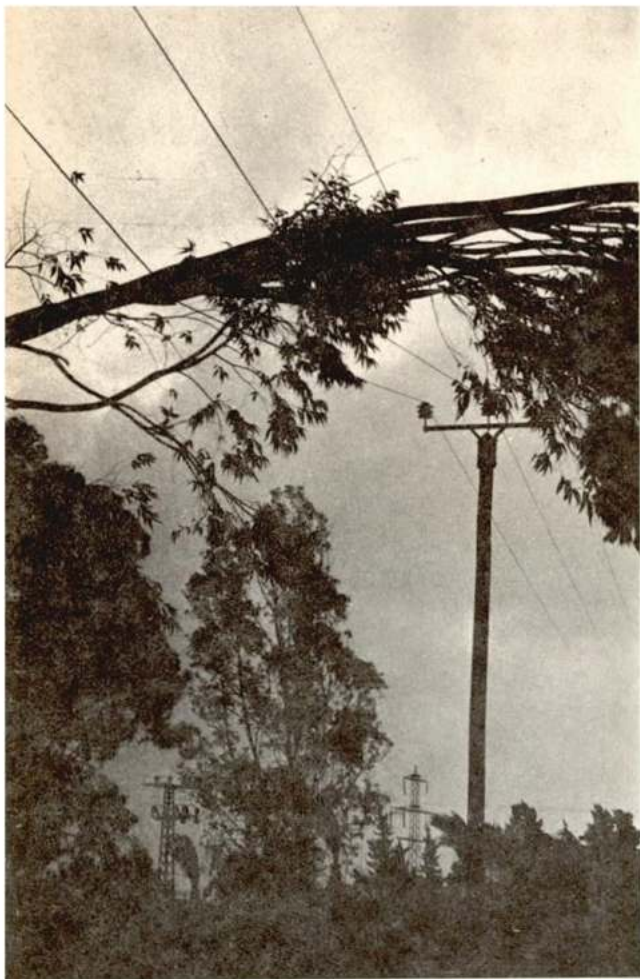
$$\Delta P = I^2 R_1$$

$$\Delta P' = I'^2 R_1$$

יחס ההפסדים :

$$\frac{\Delta P'}{\Delta P} = \frac{I'^2 R_1}{I^2 R_1} = \left(\frac{I'}{I}\right)^2 = 0.789^2 = 0.62$$

אם ההפסדים בקו לפני השיפור היו 100%, הם פחתו לאחר השיפור ל-62.2%.



אקליפטוס שנפל על קו מתח גבוה בפרק
הירקון בעיצומה של סערת רוחות שהיתה
בחורף.



תחנת טרנספורמציה זעירה

המבנה של תחנת טרנספורמציה זעירה
שנבנתה בתל-אביב (ראה כתבה בעמ' 21)