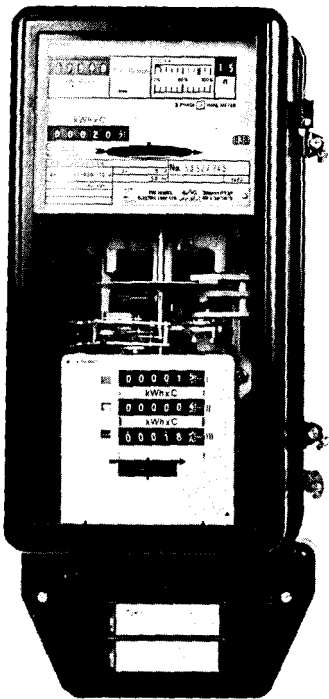


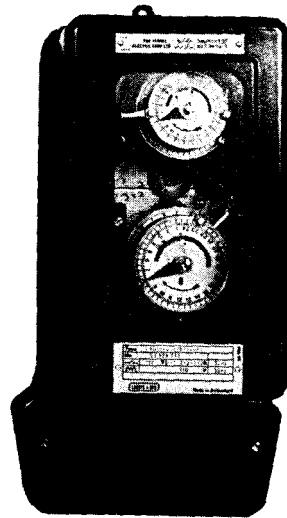
ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



A

יוני 1983



B

מס' 29

ערכת
מניה
לתערו"ז

תוכן הענינים

3	תעו"ז — ניסוי ויישום
5	פנילויות "התקע המצדיע" — ידיעות מידע דיווח קטעים מהדו"ח השנתי של חברת החשמל לשנת 1982/83 —
6	מונמות בפיתוח משק לחשמל ותפעולו תכנון וכיצוע מתקני חשמל בהתאם לקובץ התקנות 4350 —
7	א. ברזילי
12	מה חדש בתקינה
13	תגובת מנועי חשמל לזינה במתח מעוות — פרופ' י. נאות
19	טורבינת המים בקיבוץ הגושרים — א. ירום מדור מודעות — שרות פרסומי
22	עבודות תחזוקה במתקני חשמל חיים — עמ"ח — אינג' י. ברק
23	אספקה לשעת חרום ומערכות הזנה בלתי מופסקות — ד. קן-דרור קביעת אורך כבלים בעזרת מדידת התנגדויות חשמליות של
26	מוליכיהם — ד"ר נ. סורוצ'קין
28	תאונת חשמל ולקחה-ו. זיס
29	מה חדש במיכשור החשמלי — א. ונגרקו
31	בדיקת תקניות מוצרי חשמל מיובאים — י. דפני
33	מדידת הארקה והתנגדות סגולית של הקרקע — א. גליקר
38	פנלים סינופטיים — ש. רובינשטיין איתור תקלות במערכות קבלים באמצעות התרשומת במערכת
40	המניה של הצרכן — י. ריבקין
42	מתקן לבדיקת תקינות מערכת פלואורוסצנטית — א. בראורין
43	פיתוח משאבי אנוש — ד. תרזה

העורך :

א. לייטנר

עורך המשנה :

א. ונגרקו

מנהל המערכת :

ש. זולפסון

המערכת :

צ. אביתר, י. בלבל, מ. זיסמן,

ל. יבלונובסקי, ש. מרזיקס,

י. נוימן, ז. ספורן, נ. פלג,

ג. פרבר, ה. ציפר

מנהלה :

מ. ציטרון

כתובת המערכת :

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת.ד. 25, תל-אביב — 61000

טל. 03-625963

סדר והדפסה :

פרסום אלי בע"מ, חיפה

דפוס ואופסט י. גרף בע"מ, חיפה

בשער :

ערכת מנייה לתעו"ז (תעריף עפ"י עומס המערכת וזמן הצריכה) הכוללת :

- A — מונה תלת-צגני למניית הצריכה במקבצי השעות השונים.
B — שעות מיתוג להעברת מניית הצריכה מצג לצג בהתאם למקבצי שעות הצריכה (יומיים, שבועיים ועונתיים).

התעו"ז - ניסוי ויישום

י. לנדאו, כלכלן

כללי

באישור שר האנרגיה והתשתית חל על אספקת החשמל הנמדדת במתח גבוה או במתח עליון תעריף לפי עומס המערכת והזמן הצריכה (להלן - תעו"ז).

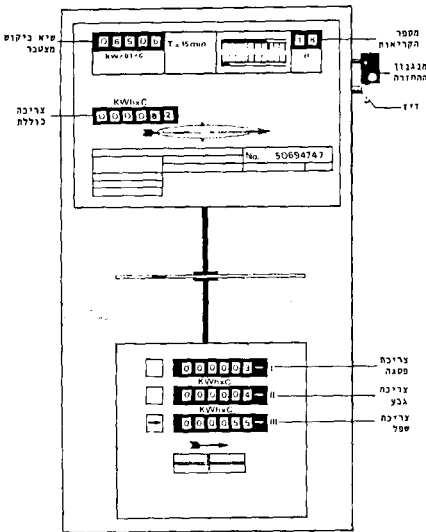
פרטי התעריף, בתוקף מ-1.6.83 ואילך הם כדלקמן:

אספקה במתח גבוה

תשלום חודשי בעד ביקוש מירבי שנתי	85.10 ש"י	78.50 ש"י
בעד כל קו"ט		

תרשים מונה לתעו"ז.

בשל מורכבותו של המונה ועל מנת להבהיר את הפרטים השונים שבו מובא להלן תרשים המונה:



ב. תשלום בעד הקוט"ש

(נוסף לתשלום, בעד ביקוש מירבי שנתי קבוע לעיל)

בעד כל קוט"ש

בשעות הפסגה	3.44 ש"י	3.18 ש"י
בשעות הגבע	2.91 ש"י	2.69 ש"י
בשעות השפל	1.89 ש"י	1.74 ש"י
בחורף:		
בשעות הפסגה	3:15 ש"י	2.92 ש"י
בשעות הגבע	2:63 ש"י	2.42 ש"י
בשעות השפל	1:80 ש"י	1.67 ש"י
באביב או בסתיו:		
בשעות הפסגה	2:13 ש"י	1.97 ש"י
בשעות השפל	1:71 ש"י	1.60 ש"י

תאור סכמתי של יחסי המחירים בין השעות השונות מובא בשער האחורי של חוברת זו.

בחוברת "התקע המצדיע" מס' 25, מאפריל 1981, פרסמנו סקיר רת רקע על התעו"ז ובה התייחסות לדעינונות המונחים ביסודות החשיבה על תעריפים המשתנים על פי זמן הצריכה.

בחוברת "התקע המצדיע" מס' 27, מאפריל 1982 דווח על הפעל-תו הנסיונית של התעריף.

הסקירה הנוכחית מתייחסת לתקופת הניסוי ולהפעלת התעו"ז כתעריף מחייב.

הניסוי ויעדיו

התעריף הופעל באופן ניסיוני ב-1.4.82 למשך שנה ונכללו בו 131 צרכנים שהאספקה נמדדת אצלם בצד המתח הגבוה או העליון.

אצל צרכנים במתחים אלה, שהם הגדולים ביותר במערכת, כל שינוי בצריכה - ולו אף הקטן יחסית - עשוי להיות משמעותי מבחינת כלל המערכת, והתועלת שתצמח מכך עשויה להיות גדולה מהעלות המושקעת באמצעי המדידה. צרכנים כאלה מודעים, מטבע הדברים, לחשיבות של ניהול עומס. ייתכן וקיים אצלם תכנון פעילות לטווח ארוך, כולל שינויים בקני ייצור, התרחבות וכו', ויסודות אלה עשויים לתרום ליחס חיובי מצד הצרכנים לנושא התעו"ז.

במהלך הניסוי נבדקו ערכות המניה האלקטרו-מכניות ששימשו לצורך התעריף. ציוד כזה לא היה בנמצא בארץ עד אז והוא תוכנן ונבנה במיוחד עבור החברה.

הנושאים שנבדקו לגבי ערכות המניה היו - בין היתר - אמינות, אפשרות הצרכן לעקוב אחר צריכתו בצורה שוטפת, גמישות לשינוי התעריף ועיבוד המידע.

תקופת הניסוי שימשה להתארגנות לשם פתרון בעיות מסחריות ואדמיניסטרטיביות בחברה, לימוד מאפייני הצריכה והתפלגותה אצל הצרכנים הפוטנציאליים לתעריף, וכמו כן בדיקת מודעות הצרכנים ותגובותיהם לתעריף והתארגנותם לשינויים אפשריים במשטר הצריכה.

מהלך הניסוי

במשך שנת הניסוי נערכו לכל צרכן, מדי חודש, שני חשבונות אלטרנטיביים: האחד לפי התעריף הרגיל, שחל על צריכתו לפני הניסוי והאחר לפי תעו"ז.

על מנת למנוע פגיעה כספית בצרכן שהשתתף בניסוי, חויב הצרכן בסכום הנמוך מבין שני החשבונות המצטברים השנתיים הנ"ל.

י. לנדאו - המחלקה לצרכנות ותעריפים, האגף המסחרי, חברת החשמל.

לצרכנים הופצו עלוני הסברה שהכילו הסברים על התעריף ועל הניסוי ונערכו איתם מפגשים שבהם ניתנו הבהרות שונות כפי שהתבקשו.

במפגשים אלה נשמעו תגובות ראשונות בקשר לתעריף וכן הועלו בעיות אירגוניות הקשורות בשינוי משטר הצריכה אצל הצרכנים, כשהבעיות האופייניות והנפוצות הן: מיגבלות בשינוי שעות העבודה וקשיחות תהליכי הייצור.

כדי ללמוד על תגובות הצרכנים, הערותיהם ותוכניותיהם לשינויים בעתיד, חולקו לצרכנים שאלונים בהם הם נשאלו לגבי מרכיבי עלות החשמל בעלויות שלהם, מספר המשמרות, פוטנציאל להעברת צריכה ועוד.

בנוסף לנתוני הצריכה שנרשמו במונים, נאספו באופן מדגמי ומחזורי נתונים מפורטים לגבי הצריכה של חלק מהצרכנים באמצעות מכשירים שרשמו את הצריכה באופן רצוף.

הדבר נעשה כדי לנתח את התנהגות הצריכה בתוך מקבצי שעות הפסקה, הגבע והשפל.

יישום התעריף

כבר במהלך תקופת הניסוי הוחלט להחיל את התעריף כתעריף מחייב על כל הצרכנים שהמידה נעשית אצלם במתח גבוה או במתח עליון. ואולם, בגלל מגבלות הקשורות בקצב אספקת המונים מחו"ל, ההחלה תהיה הדרגתית, לפי מתחי המדידה וגודל הביקוש המירבי השנתי כדלקמן:

תאריך ההחלה	מתח המדידה וגודל הביקוש
1.4.83	1. צרכני המתח העליון - 2. צרכני המתח הגבוה -
1.4.83	מעל 10.000 קו"ט
1.5.83	מעל 5.000 קו"ט ועד 10,000 קו"ט
1.6.83	מעל 3,000 קו"ט ועד 5,000 קו"ט
1.7.83	מעל 2,500 קו"ט ועד 3,000 קו"ט
1.8.83	מעל 1,500 קו"ט ועד 2,500 קו"ט
1.9.83	מעל 1,000 קו"ט ועד 1,500 קו"ט
1.10.83	יתר הצרכנים

ב-1.10.83 תושלם - בהתאם לתכנון - התקנת המונים אצל כל צרכני המתח הגבוה והעליון והתעריף יחול כתעריף מחייב על כל הצרכנים האלה. מספרם הוא כ-600 בלבד אך צריכתם מהווה כ-40% מצריכת החשמל הכללית במשק. מתח המדידה וגודל הביקוש

לסיכום

אחת ממטרות התעריף היא לחייב את הצרכן בעלות האמיתית שהוא גורם ליצרן החשמל. שינוי במשטר הצריכה כרוך בשינויים אירגוניים ובעלויות מסוימת, ואולם הכרירה אם לשנות את מועדי הצריכה נתונה בידי הצרכן בלבד המחליט בהתאם לשיקוליו ולמגבלותיו הוא.

חלק מהצרכנים ביצעו שינויים תפעוליים כבר במהלך שנת הניסוי, אצל צרכנים אחרים קיימת התחשבות בתעריף החדש במסגרת התכנון לעתיד.

אם יביא תעריף לתמורות לגבי מערך הייצור והמסירה שלנו - ימים יגידו.

פעילויות "התקע המצדיע" - ידיעות, מידע, דיווח

ימי העיון המרכזיים

- סדרה מס' 11 הסתיימה בחיפה ב-2.3.83

- סדרה מס' 12 תתחיל בתל-אביב ב-6.7.83

ימי העיון המרכזיים מתקיימים, כידוע, בתל-אביב, חיפה, ירושלים ובאר-שבע.

מועדוני "התקע המצדיע" באזורים

סדרה מס' 9 של המועדונים התקיימה ב-5 אזורים במחוז הצפון: (נהריה, טבריה, צפת, עפולה וחדרה).

וב-8 אזורים במחוז הדרום: (נתניה, רעננה, פתח-תקוה, רחובות, ראש-צ, אשקלון ורמלה).

כמו כן התקיימו מועדונים בתל-אביב וכירושלים.

הנושא המרכזי בסדרה היה: "העמסת מוליכים" בהתייחס לפרסום קובץ התקנות החדש הודן בנושא.

סדרה מס' 10 מתחילה באזור פתח-תקוה ב-5.7.83. ההרצאה המרכזית בסדרה תהיה: "גדלים סטנדרטיים של חיבורים ואופן חישוב מחירי יחידות רשת וקו חל"ב.

באזור אילת יתקיים מועדון ב-27.6.83 שישתתף על פני כל היום, ויוגשו בו הרצאות ונבחרות שניתנו בסדרות האחרונות של ימי העיון והמועדונים.

מועדון "התקע המצדיע" למהנדסים יועצי חשמל

חברים במועדון כ-100 יועצים, המקבלים אחת לחודש ביולטין המכיל מידע עדכני על תעריפי החשמל, מחירי החיבורים, וחומר נוסף שיש בו ענין ליועצי החשמל.
המפגש האחרון של המועדון התקיים בתל-אביב ב-6.12.82.

מועדון "התקע המצדיע" לחשמלאי הקיבוצים

במסגרת המועדון פועל צוות היגוי המתכנן עתה פעילויות כדלקמן:

- הצגת עבודות במתקן חי (עמ"ח)
- הדגמת עבודות בכבלים.
- הדגמת עבודות ברשת מתח נמוך
- השתלבות חשמלאי התנועה הקיבוצית בקורסים ופעולות הדרכה שנערכים עבור עובדים מקצועיים בתחום החשמל, בחברת החשמל.
- סיוע בתכנון מתקן לימוד עבודות רשת במדרשת רופין.

חברת החשמל רואה בחיוב את הגשת הסיוע הנ"ל, שמומתו לטופח את הקשר בין "התקע המצדיע" והחשמלאים. לאור הנסיון, תבחן האפשרות להרחבת הסיוע למען הגברת השיתוף גם עם סקטורים אחרים של חשמלאים לעידוד והגברת המודעות בכל הקשור באימוץ הרגלי עבודה נכונים ושמירה על חוק החשמל, הכללים והתקנות.

מועדון "התקע המצדיע" למורי החשמל

המועדון נערך בשיתוף פעולה עם:

- מר א. חמיר - מפקח-מרכז ארצי על הוראת חשמל, מיכשור ובקרה במשרד החינוך והתרבות.
 - מר ד. תרה - מנהל היחידה לחשמל ואלקטרוניקה באגף להכשרה ופיתוח כח-אדם במשרד העבודה והרווחה.
- מפגש מס' 2 התקיים ב-7.12.82 מפגש מס' 3 התקיים ב-24.3.83
במפגשים השתתפו מורים לחשמל מבתי ספר מקצועיים מכל רחבי הארץ.

מועדון "התקע המצדיע" לסגל החשמל בצה"ל

המועדון הוקם ללאחרונה תוך שיתוף פעולה עם הגורמים המוסמכים בעניני החשמל בצה"ל ובמשרד הבטחון. ביום 20.4.83, התקיים בתל-אביב כנס מס' 1 בהשתתפות נציגים בכירים מצוות החשמל בצה"ל וממשרד הבטחון.

פורום "התקע המצדיע" לצרכנים גדולים

הפורום שהוקם לאחרונה מיועד לסגל הבכיר בתחום המינהל, הכספים וההנדסה של צרכני החשמל הגדולים (צרכנים המקבלים אספקה במתח גבוה או במתח עליון) וכולל כ-600 מפעלים ברחבי הארץ. לאחרונה התקיים הכנס הראשון שנערך בשלושה מחוזות של התברה: -
מחוז דן אירח ביום 16.5.83 את הכנס לנציגי המפעלים במחוז.
מחוז הדרום אירח ביום 22.5.83 את נציגי המפעלים במחוז.
מחוז ירושלים אירח ביום 23.5.83 את נציגי המפעלים במחוז.
הכנס הבא מתוכנן ליום 13.7.83 ובו יארח מחוז הצפון את נציגי המפעלים במחוז.

כנס שנתי של "התקע המצדיע"


הכנס יתקיים לפי המתוכנן בחודש ינואר 1984.
הכנס יכלול מפגשים סקטוריאליים. קבוצתיים של כל מועדוני "התקע המצדיע" וכן מפגש מרכזי בפתיחה ובסיום, אליו יוזמנו חשמלאים מכל הרמות ומיגווי העיסוקים. במקביל לכנס תתקיים התערוכה המקצועית השנתית לחשמל הנערכת על-ידי "צוות שטיר".

עידכון רשימת מגויי "התקע המצדיע"

לקראת שנת התקציב 1983/84 נשלחו (באמצעות משרד העבודה והרווחה) בצמוד לרשימות החשמל, טפסי חידוש המנוי ל"התקע המצדיע" בכך תנתן האפשרות לכל חשמלאי להרשם כמנוי.

ניסא כרטיס זה		
השתתף בפעילויות "התקע המצדיע":		
תאריך	פרטים	חתימה/חותמת

חברת החשמל לישראל בע"מ
מערכת "התקע המצדיע"



תעודת חבר
במועדון "התקע המצדיע"
1983/84

עם התשלום עבור המנוי, נשאתר בידי כל חשמלאי תעודת חבר במועדון "התקע המצדיע" 1983/84.

בתעודה תאושר ע"י מערכת "התקע המצדיע" כל השתתפות של החשמלאי בפעילות מועדון "התקע המצדיע".

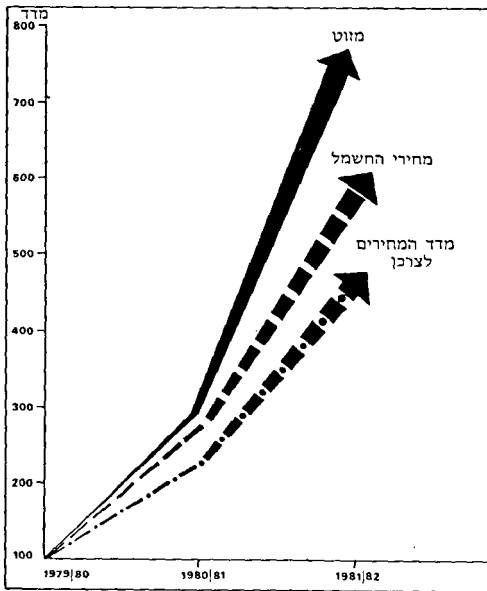
בהסכם עם היחידה לחשמל ואלקטרוניקה, כל השתתפות באי-דוע של "התקע המצדיע", נוקפת לזכות החשמלאי לקראת קבלת רשיון בסיווג בכיר יותר.

דוגמה של תעודת החבר במועדון "התקע המצדיע"

מגמות בפיתוח משק החשמל ותפעולו *

מחירי החשמל קשורים בתכנון הפיתוח והתפעול של מערכות ייצור החשמל ואספקתו ומושפעים מהן. מדיניות החברה בתחום זה מבוססת על התפישה ועל מדיניות משרד האנרגיה כי חייב להיות קשר הדוק, ככל האפשר, בין העלות הממשית של החשמל לבין מחירו לצרכן. בשנותיים האחרונות ובמיוחד בשנת 1981/82, לא שקפו מחירי החשמל לצרכנים את מלוא העלות לייצור החשמל ואספקתו. במצב זה היו הכנסות החברה ממכירת החשמל נמוכות מהעלויות לייצורו ואספקתו. ממשלת ישראל השלימה את הכנסות החברה ע"י פיצוי בגין ההתיקרויות שחלו, ולא קיבלו ביטוי במחירים לצרכנים. שיעור ההשתתפות של הממשלה בכיסוי הפער בין ההכנסות ממכירת חשמל לבין ההוצאות לייצורו עלה מ-2% מכלל הכנסות החברה בשנת 1980/81 לכ-15% בשנת 1981/82.

התפתחות מחירי האנרגיה



החברה ומשרדי הממשלה פועלים כדי למונע הגדלת הפער בין הכנסות החברה והוצאותיה בשנת 1982/83 מעבר לזה שהתקיים ב-1981/82. כמוכן נבחנות אפשרויות ודרכי פעולה שיביאו את מחירי החשמל, לקראת סוף שנה זו, לרמה המשקפת את מלוא עלויות הייצור והאספקה. ובנוסף פועלת החברה לצמצום הוצאות התפעול ולייעול עבודת המערכת. מחירי חשמל המשקפים עלויות ממשיות לייצור ואספקתו, חשובים מאד מבחינה כלכלית ועסקית למשק הישראלי ולחברת החשמל. חשיבות הנושא היא ערובה להשגת הפתרון.

בשנת 1981/82 ומשכו הדיונים בנושא מבנה ההון, הקריטריונים לקביעת רמת הכנסות והרחבת אפשרויות גיוס הון בשוקים החופשיים. ליבון הבעיות חשף את הקשיים והאפשרויות השונות לפתרון. בשלב זה נבחנות מספר אפשרויות לדרך פעולה אשר יגובשו סופית בחודשים הקרובים.

בשנת 1981/82 הופנו מירב מאמציי החברה בתחומים הטכניים והארגוניים לקידום ההקמה וההפעלה של תחנת הכח מ.ד. בחדרה ובכך נעשה צעד ממשי ראשון לגיוון מקורות האנרגיה של מדינת ישראל והחלתם. בעת כתיבת שורות אלה מחוברות למערכת שתי יחידות בנות 350 מגו"ט כ"א כשאחת מהן פועלת על פחם מזה כשנה והשנייה החלה בימים אלה לפעול על פחם.

ביצועו של פרויקט זה, לרבות הקמת המתקן הימי לפריקת פחם, ריתק לתקופה של 10 שנים את רוב הכוחות המקצועיים והארגוניים של החברה. כיום, במקביל להשלמת תהליך בחדרה, עוסקת החברה בתכנון הפרוייקט הגדול הבא - תחנת הכח באתר קצא"א שבדרום הארץ, ומתארגנת להקמתו.

תכנון פרויקט תחנת הכח באתר קצא"א והתחלת ביצועו מחייבים קבלת אישורים ורשיונות מרשויות התכנון השונות ואשור הממשלה. עד כה אישרה המועצה הארצית לתכנון ובניה את הקמתן של 2 יחידות כח באתר קצא"א, בהספק כולל של 1100 מגו"ט (מתוך 4 יחידות שתוכננו בהספק של 2,200 מגו"ט). בשלב הנוכחי אישרה הממשלה את ההחלטה ה"ג"ל של המועצה הארצית לתכנון ובניה, אולם טרם אושר פיתוח נמל אשדוד לצורך שיוע הפחם לתחנת הכח, טרם אושרה שיטת הקירור של התחנה וטרם התקבלו רשיונות שיאפשרו את העליה על השטח להתחלת ההקמה. עיכובים אלה גורמים לדחיה בלוח הזמנים להפעלת התחנה.

חשיבותו הלאומית של הפרוייקט החדש מבחינת תרומתו להמשך גיוון מקורות האנרגיה של מדינת ישראל והחלתם חייבת לעמוד לנגד עיני כל הגורמים המעורבים המסייעים בתהליכי הרישוי, התכנון וההקמה, ומצדיקה ללא ספק את החשת התהליכים, קבלת ההחלטות, והוצאת האישורים הדרושים כדי שניתן יהיה לגשת בהקדם לביצוע.

המשך הפיתוח של מערכת ייצור החשמל יחייב הקצאת אתרים נוספים לתחנות כח. בכל העולם, לרבות ישראל, זהו תהליך ממושך כרוך בקשיים רבים. מכאן נובעת החשיבות הרבה של החשת הטיפול באישור אתר להקמת שתי יחידות הכח הנוספות המתוכננות כיום להתווסף למערכת ייצור החשמל.

מן הראוי להזכיר כאן שני פרויקטים חשובים הקשורים קשר הדוק למשק החשמל, ונמצאים כיום בשלבים ראשוניים של תכנון. פרויקטים אלו - מפעל ים-תיכון-ים המלח ותחנת כח גרעינית - נועדו לתרום האחד להקטנת תלותו של משק האנרגיה בארץ במקורות המיובאים והשני להרחבת גיוון מקורותיו.

כל תחנת כח שתוקם בישראל תחובר, ללא ספק, לרשת החשמל הארצית ותהווה חלק ממערכת הייצור הכללית. לפיכך חייבת חברת החשמל, האחראית על ייצור החשמל בארץ ואספקתה, להשתלב באופן מלא כבר בשלבים ראשוניים של תכנון המתקנים הללו. אבטחת שלמותה של

מערכת ייצור החשמל בארץ ותקינות תפקודה יושגו רק אם כל הכוחות המקצועיים המצויים בארץ בנושא, יתרמו מגיסוסם ומכישוריהם המקצועיים.

תוכניות החברה ופעולותיה בתכנון המערכות השונות ובמיוחד מערכת ייצור החשמל, עד לשנת ה'2000 מעוצבות ונבחנות במיוחד בדאיה ממלכתית כוללת לגיוון מקורות האנרגיה, החלתם וניצולם היעיל.

* תדפיס מתוך הדו"ח השנתי של חברת החשמל לשנת 1982/83. קטעים נוספים ראה בעמודים 18,

תכנון וביצוע מתקני חשמל בהתאם לקובץ התקנות 4350 הערות, הסברים ודוגמאות

א. ברזילי

מבוא

התקנות החדשות בדבר העמסה והגנה של מוליכים מבודדים פוליוניל כלוריד במתח עד 1,000 וולט באות להסדיר את תכנון וביצוע מתקני החשמל, תוך ניצול מירבי של כושר הולכת הזרם של המוליכים בהתאם לתנאי ההתקנה.

התקנות חלות רק על מוליכים בעלי בידוד P.V.C ואינן חלות על מוליכים בעלי בידוד משופר, כגון: פוליאטילן מוצלב או סוג אחר.

הטבלאות בתקנות אינן מתייחסות למתקנים המותקנים בחוץ תחת קרינה ישירה של השמש.

התקנות מגדירות כיצד ניתן לשלב תנאי העמסה אופטימליים עם התקני הגנה מתאימים תוך כדי הקפדה על מניעת בלאי מואץ של מרכיבי המתקן ושמירת רמת בטיחות גבוהה ביותר.

מטרת ההבטחות וסוגי ההבטחות

הגנה בפני עומס יתר

מטרת המבטח בפני עומס יתר — ניתוק הזרם העובר במוליך כתוצאה מעומס יתר לפני שיגרם נזק לבידודו של המוליך. כדי להשיג מטרה זו דורשות התקנות שגודל הזרם הנקוב של המבטח (I_n) יהיה תמיד קטן או שווה לזרם המתמיד המירבי המותר במוליך (I_c), ושהזרם המתמיד המירבי, אשר עבורו תוכנן המעגל (I_b), יהיה קטן או שווה לגודל הזרם הנקוב של המבטח (I_n) כך שיתקיים:

$$I_z \geq I_n \geq I_b \quad (1)$$

הביטוי דלעיל מתיר אמנם את המצב הגבולי שאיננו מומלץ ומהווה את תנאי ההעמסה הגרועים ביותר המותרים במעגל:

$$I_z = I_n = I_b$$

אך, על המתכנן לדאוג שיתקיימו במעגל תנאים אלה, אשר יבטיחו שהזרם המתמיד המירבי עבורו תוכנן המעגל (I_b) יהיה תמיד קטן יותר מהזרם המירבי המתמיד של המוליך (I_c). וזאת בכדי למנוע מצב שהטמפרטורה של המוליך תגיע לטמפרטורה המכ-סימלית הגבולית המותרת — 70°C .

תנאי נוסף שבו חייב לעמוד המבטח בפני עומס יתר מוגדר לפי נוסחה:

$$I_2 \leq 1.45 \times I_z \quad (2)$$

כאשר:

I_1 — הוא זרם הבדיקה הגבוה של המבטח לפי התקן למבטחים, היינו הזרם שבו חייב המבטח להפסיק את המעגל תוך פרק זמן נתון לאותו סוג מבטח.

התנאי הנדרש בנוסחה (2) בא להבטיח שבשום מקרה לא יעבור במוליך זרם העולה על הזרם המירבי $1.45 \times I_1$, בפרק זמן העולה על זמן הבדיקה עבור I_1 — לפי התקן (בדרך כלל 3-1 שעות).

מטרת ההבטחה

מטרת ההבטחה היא להגן על המוליך בפני עליית טמפרטורה העלולה לגרום נזק למוליך ולבידודו.

תקנות אלו מתייחסות לאמצעים להשגת המטרה הנ"ל בהתחשב בהגבלות התרמו-פיסיקליות של בידוד P.V.C.

לפי תקנה 8-8(ב), הטמפרטורה המירבית של מוליך עם בידוד P.V.C, לא תעלה על 70°C בזמן עבודה תקינה, ועל 160°C בתנאי קצר (זמן קיום הקצר לא יעלה בשום מקרה על 5 שניות).

סוגי ההבטחות

- הבטחה כוללת (נגד קצר ועומס יתר כאחד)
- הבטחה נגד קצר בלבד
- הבטחה נגד עומס יתר בלבד

ההבטחה יכולה להעשות באמצעות מבטח בעל יעוד משותף לשתי המטרות, או מבטחים נפרדים עבור כל אחת מהמטרות.

מפסק אוטומטי הניתן לכיוונון דינו לצורך חישוב גודל הכיוונון, כדין הבטחות נפרדות, מאחר וניתן לכייל בנפרד ולערכים שונים את ההגנה התרמית נגד עומס יתר, ואת ההגנה המגנטית נגד זרם קצר.

מפסק זרם אוטומטי זעיר (מאמ"ת או מאז"ז), דינו כדין נתיך.

יש לשים לב שהתקנות מרשות העמסה גבוהה יותר למוליך המוגן באמצעות מפסק אוטומטי הניתן לכיוונון בהשוואה למוליך המוגן באמצעות נתיך. יש שוני גם בדרישות להגנה נגד זרם קצר בלבד באמצעות מפסק אוטומטי בהשוואה להגנה נגד זרם קצר באמצעות נתיכים.

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

התרמית על ידי מילוי התעלה בחומרים בעלי הרכב מיוחד.

חשוב להדגיש שבקביעת חלק נכבד מהנתונים, אשר מופיעים בטבלאות שבתקנות, כבר נלקחה בחשבון השפעת תנאי הסביבה וההתקנה, וניתן להשתמש ישירות בנתונים הללו מבלי להכפילם במקדם כלשהו.

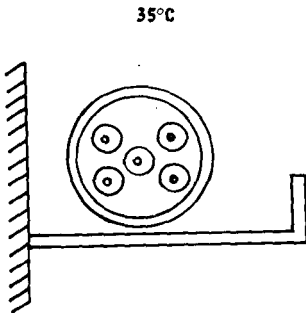
לעומת זאת, בתנאי ההתקנה המוזכרים בתקנות 19, 20, 21, 23, ו-24 יש להכפיל את נתוני הזרם המתמיד המירבי המותר, המופיעים בטבלאות המתאימות במקדמים המתאימים המופיעים בתקנות הנ"ל.

להלן שתי דוגמאות אשר ימחישו את החישוב המעשי לקביעת גודל הנת"ך להגנה כוללת:

דוגמה א': מקרה רגיל

כבל עם מוליכי נחושת בשטח חתך 10×5 ממ"ר מותקן על מגש מחורר עבור מעגל תלת-מופעי (ראה ציור 1), בדומה לסוג ההתקנה המתואר בסעיף י"א ש"בתוספת הראשונה" לתקנות. הטבלה לכבל נחושת המתאימה לסעיף י"א היא טבלה 3.

ציור 1



בהתאם לטבלה 3 שבתקנות הזרם המתמיד המירבי למוליך 10 ממ"ר במעגל תלת פאזי יהיה:

$$I_2 = 53A$$

בהתאם לכך, לפי הטבלה הנ"ל, גודל הנת"ך להגנה כוללת יהיה:

$$I_n = 32A$$

דוגמה ב': תנאי התקנה והטמפרטורה שונים מהמקובל

10 כבלים עם מוליכי נחושת בשטח חתך 10×5 ממ"ר כל אחד, מותקנים על מגש מחורר עבור מעגלים תלת-מופיעים, כאשר הטמפרטורה האופפת הינה $45^\circ C$ (ראה ציור 2).

למרות האמור בסעיף זה, הרשתה לעצמה ועדת ההוראות לעבודות חשמל הפועלת ליד משרד האנרגיה והתשתית, אשר עיבדה את התקנות הנדונות, לחרוג במקרים מסויימים מדרישות סעיף זה והדבר מוצא את ביטויו בטבלאות "שבתוספת הראשונה" לתקנות אלה — ביחס לזרם הנקוב של המבטח (I_n) למוליכים בעלי שטח חתך גבוה (120 ממ"ר ומעלה) ויש לראות את הנתונים בטבלאות כמחייבים ולא כטעות דפוס.

הגנה בפני עומס יתר באמצעות נתיכים

גודל המבטח לגבי שטח חתך מסויים של מוליך נקבע בתקנות על סמך הנחה מוסכמת של ועדת ההוראות שהטמפרטורה של $35^\circ C$ תקבע בארץ כטמפרטורה אופפת של אוויר, ו- $30^\circ C$ כטמפרטורה אופפת של אדמה.

כן נקבעה הנחה מוסכמת, שערך ההתנגדות התרמית הסגולית של האדמה, הינו $120^\circ C$ מעלות צלזיוס \times ס"מ לווט.

לפיכך, בסיס הטבלאות ש"בתוספת הראשונה" של התקנות הוא בהתאם להנחות הנ"ל, הכל לפי העניין.

כאשר ההתקנה איננה בתנאים רגילים, היינו, ההתקנה היא בתנאים אשר יגרמו לשינוי בתנאי פיזור החום כמו, למשל, במקרים של: כבלים צמודים, כבלים המותקנים באדמה בעלת התנגדות תרמית סגולית שונה מזאת המופיעה בבסיס לטבלאות המתאימות או כאשר הטמפרטורה האופפת שונה מ- $35^\circ C$ באוויר ו- $30^\circ C$ באדמה, אזי יש להתחשב בשינויים אלה ולשנות בהתאם את הזרם המירבי המתמיד המותר וזאת בכדי לא לגרום לעליית הטמפרטורה אשר תביא להתחממות המוליכים מעל לטמפרטורה המכסימלית של $70^\circ C$.

ההתנגדות התרמית הסגולית של האדמה הוא הנתון המספק לנו מידע על כושר האדמה להוליך חום. היינו, במקרה שלנו, הכושר לפזר את החום הנוצר במוליך כתוצאה מהעברת זרם דרכו.

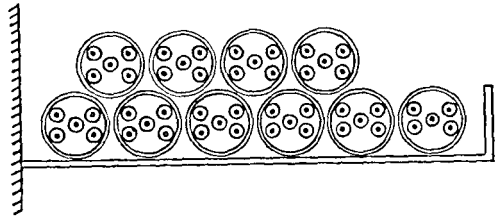
ההתנגדות התרמית של הקרקע מושפעת ממבנה הקרקע, סוג הקרקע (כגון חול, חמרה, אבן גיר וכדומה), מתכולת המים בקרקע ומדחיסותה.

מנסיונות וממדידות וכן מהסיפרות המקצועית בנדון, ניתן ללמוד שגם בתוואי קצר עלולים לפגוש בסוגי קרקע שונים בעלי התנגדות תרמית סגולית שונה, וברור שהחישובים חייבים להעשות לפי ההתנגדות התרמית הגבוהה ביותר.

בסיפרות המקצועית ניתן לקבל מידע על התנגדות תרמית סגולית של סוגי קרקע שונים, אך מעשית הדרך היחידה היא לערוך מדידה בתוואי המיועד לכבל.

כאשר כבלים מותקנים תחת כיסוי אוטם, כגון: כביש, מדרכה וכדומה, הדבר מונע התיבשות הקרקע, וההתנגדות התרמית הסגולית של האדמה נשארת יציבה לאורך כל השנה.

יש להקפיד על דחיסת חומר המילוי אחרי הנחת הכבל. במקרים קשים ניתן להקטין את ההתנגדות



הגנה נגד זרם קצר

הגנה על ידי מפסק אוטומטי

התקנות קובעות שהטמפרטורה המירבית המותרת בזמן קצר במוליך מבודד בפוליניל כלוריד (P.V.C) בזמנים קצרים (עד 5 שניות), לא תעלה על 160°C.

כדי לקיים את התנאי הנ"ל, על המפסק האוטומטי לנתק את המעגל, שבו עובר זרם הקצר, תוך זמן המחושב לפי הנוסחה:

$$t = \left(\frac{k \cdot s}{I} \right)^2 \quad (3)$$

בנוסחה זו:

- t — משך זמן הקצר [sec] (פרק הזמן המכסימלי המותר, מהופעתו של זרם הקצר עד לניתוקו המוחלט על ידי המפסק).
- I — זרם הקצר בנקודה המרוחקת ביותר של המעגל (זרם מינימלי), [A]
- s — חתך המוליך, [mm²]
- k — מקדם השווה ל-115 במוליכים מנוחשת ול-74 במוליכים מאלומיניום.

הערה:

אין להשתמש בנוסחה (3) כאשר זמן הקצר עולה על 5 שניות.

על מנת להשתמש בנוסחה (3) יש לחשב תחילה את זרם הקצר הצפוי במעגל לפי הנוסחה:

$$I = \frac{0.8 \times V}{Z_{ph} + Z_0} \quad (4)$$

בנוסחה זו:

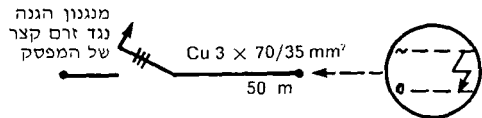
- I — זרם הקצר, [A]
- Z₀ — עכבה (אימפדנס) של מוליך אפס, [Ω]
- Z_{ph} — עכבה של מוליך מופע (פאזה), [Ω]
- V — המתח בין מופע ואפס, [V]

הערה: המקדם 0.8 נקבע בהנחה שבזמן קצר נוצר מפל מתח של כ-20% מהמתח הנומינלי.

דוגמה:

במעגל מותקן כבל נחושת בחתך 3 × 35/70 מ"מ ובאורך 50 מטר. נוצר קצר בין פאזה לאפס בקצה המעגל.

ציור 3



לפי הטבלה שב"תוספת שניה" של התקנות:

אימפדנס ל-1,000 מטר של מוליך 70 מ"מ"ר:

$$Z_{S=70} = 0.317 \Omega$$

אימפדנס ל-1,000 מטר של מוליך 35 מ"מ"ר:

$$Z_{S=35} = 0.616 \Omega$$

לפי תקנה 20-2, כאשר הכבלים מותקנים בשכבות על המגש, יש להכפיל את ערך הזרם המתמיד המירבי (I₂) המופיע בטבלה 3 במקדם "0.48".

בנוסף לכך, לפי תקנה 21, כאשר הטמפרטורה האופפת של האויר שונה מ-35°C (במקרה שלנו 45°C), יש להפיל את ערך "I₂" המופיע בטבלה 3 במקדם "0.85".

מכאן שבמקרה של התקנה המתוארת בציור 2, ערך הזרם המתמיד המירבי המותר יהיה:

$$I_2 = 53 \times 0.48 \times 0.85 = 21.6 [A]$$

בהתאם לטבלה מס' 3 של התקנות, הזרם הנומינלי של הנתיק (I_n) המתאים להגנת המוליכים המותקנים בתנאים המאפשרים העברת זרם מתמיד מירבי (I₂) השווה ל-21.6 אמפר, יהיה 16 אמפר בלבד, ולא 32 אמפר כפי שראינו בדוגמה א'.

הגנה בפני עומס יתר באמצעות מפסק אוטומטי

התקנות מדגישות שדין מפסק זרם אוטומטי זעיר (מזא"ז) הינו כדין נתיד, כלומר, בחירת מבטח מסוג "מזא"ז" תעשה בהתאם לדרישות המוגדרות בתקנות לגבי הנתכים.

אולם כאשר המבטח בפני זרם יתר הוא מפסק זרם אוטומטי או מפסק זרם אוטומטי מגביל זרם קצר הניתנים לכיוונון, מרשות התקנות כיוול מפסק הזרם, עד לערך הזרם המתמיד המירבי I₂; מאחר ומפסקים מסוג זה הם בעלי תחום כיוול רחב, עלול להיווצר מצב שהמפסק יכול לזרום גבוה מהמותר.

על מנת למנוע מצב כזה, דורשות התקנות קיום התנאים הבאים:

- א. לא יהיה ניתן לשנות את הכיוונון אלא באמצעות כלים.
- ב. על המפסק או בצמוד אליו, יותקן שלט ברור ובר קיימא, המציין את הזרם המירבי המותר במעגל המוגן.

ראוי לציין כי אם המפסק האוטומטי משמש כמפסק ראשי של האספקה (מותקן מיד לאחר המונה), ישנה דרישה נוספת של חברת החשמל והיא, שהמפסק יצויד בהתקן החתמה למנגנון הכיוונון.

כיוונון גודל הזרם במפסק הראשי יותאם לגודל החיבור המאושר על ידי החברה, ולא יעלה עליו. ראוי להוסיף שהנוהל לשילוט גודל המבטח מומלץ שיואמץ גם במקרה של נתכים, אשר בסיסיהם מאפשרים הכנסת נתכים בגדלים שונים.

ומכאן:
אימפדנס מוליך הפאזה:

$$Z_{ph} = \frac{0.317 \times 50}{1000} = 0.0159 [\Omega]$$

אימפדנס מוליך האפס:

$$Z_0 = \frac{0.616 \times 50}{1000} = 0.0308 [\Omega]$$

זרם הקצר, לפי נוסחה (4):

$$I = \frac{0.8 \times 230}{0.0159 + 0.0308} = 3940 [A]$$

משך הזמן בו המוליך מגיע לטמפרטורה המירבית המותרת בתנאי קצר (160°C), לפי נוסחה (3):

$$t = \left(\frac{115 \times 35}{3940} \right)^2 = 1.04 [sec]$$

יש לשים לב ולחשב את ז' לגבי המוליך בעל החתך הקטן ביותר במעגל, היינו, מוליך האפס ובמקרה זה $S = 35 \text{ מ"מ}^2$.

כל מפסק אשר בהתאם לאפיון המגנטי שלו ינתק את זרם הקצר של 3,940 אמפר תוך זמן קצר מ-1.04 שניות, מתאים להגנה על המעגל בפני זרם קצר (ראה ציור 4).

התקנות דורשות שערך האינטגרל $\int I^2 dt$ יהיה קטן מערך המכפלה $k^2 \cdot S^2$ כאשר:

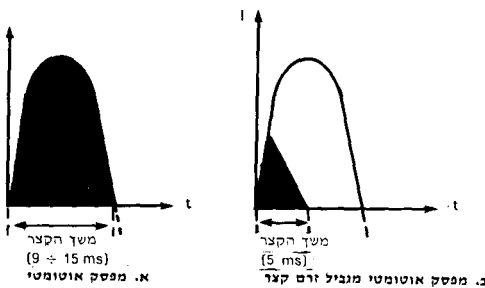
$k^2 \cdot S^2$ מבטא ערך "הלם החום" שהמוליך מסוגל לסבול

$\int I^2 dt$ הוא הערך המכסימלי של "הלם החום" שיעבור למעגל עד לניתוקו על ידי המפסק.

נעמוד בקצרה, על ההבדלים העיקריים בין מפסק אוטומטי רגיל, לבין מפסק אוטומטי מגביל זרם קצר.

מפסק זרם אוטומטי רגיל, מפסיק את המעגל אחרי שעקומת זרם הקצר עברה את זרם השיא המכסימלי, כלומר אחרי כ-15 אלפיות השניה של קיום הקצר (ראה ציור 5). מכאן שהמפסק חייב להיות בנוי כך, שיעמוד בפני זרם הקצר המכסימלי שצפוי להתפתח במעגל, ויהיה מסוגל לסבול את אנרגיית החום אשר תעבור דרכו, מבלי שיגרם לו נזק.

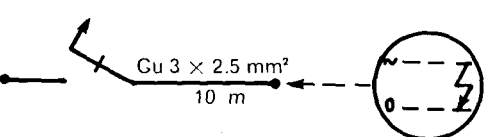
ציור 5



לעומת זאת, **מפסק מגביל זרם קצר** מנצל טכנולוגיות חדשות אשר מאפשרות לו לנתק את מעגל הקצר לפני שעקומת זרם הקצר תגיע לשיאה, ובדרך כלל בזמנים קצרים מ-5 אלפיות השניה (0.005 שניות). תכונה זו מקטינה, כמובן, את "הלם החום" המועבר למעגל, ומאפשרת הגנה נגד זרם קצר גם במוליכים בעלי חתך קטן יותר, המוגנים נגד קצר במפסק בעל זרם נקוב גבוה. המפסק עצמו איננו חייב להיות בנוי לעמידה בזרמי הקצר הגבוהים, אשר צפויים להתפתח בפועל אילמלא הוגבלו על ידי ניתוקם המהיר באמצעות המפסק.

דוגמה: חישוב במקרה של זמן "ז" קטן מ-0.1 שניה. במעגל חד-מופעי מותקנים מוליכי נחושת בחתך 2.5 מ"מ² ובאורך של 10 מטר.

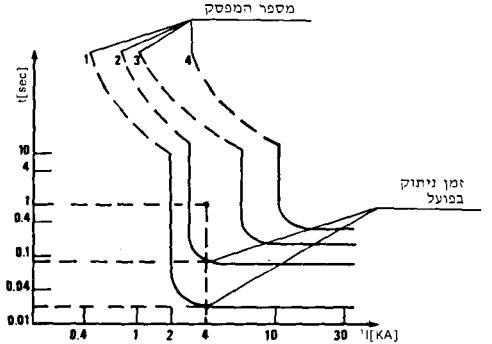
ציור 6



חישוב העכבה:

$$Z_{ph} = Z_0 = \frac{8.58 \times 10}{1000} = 0.0858 [\Omega]$$

ציור 4



מציור 4 ניתן לראות שמפסקים אוטומטיים "1", "2", יפסיקו את הקצר בזמן ז' שהוא קטן מ-1.04 שניות, היינו, לפני שיגרם נזק למוליך האפס. לעומת זאת, מפסקים "3", "4" לא מתאימים להגנת המוליך הנ"ל בפני זרם קצר.

כאשר הזמן המחושב לפי נוסחה (3) הינו קטן מ-0.1 שניה, או כאשר המפסק הוא מסוג מגביל זרם קצר, זמני הניתוק הם קצרים מאוד ולא ניתנים למדידה מדויקת. במקרים אלה, דורשות התקנות שהקריטריון לבחירת המפסק יהיה ערך האינטגרל $\int I^2 dt$ שהוא "הלם חום" של זרם קצר המבטא את כמות אנרגיית החום שהועברה דרך המפסק למעגל בפרק זמן העובר עד לניתוקו המוחלט של זרם הקצר על ידי המפסק.

נתונים על "הלם החום" ניתן למצוא בפרסומים טכניים של יצרני המפסקים (ראה ציור 7 - עקומות שפורסמו על ידי יצרן) ואין צורך לחשב את ערך "הלם החום" הנ"ל.

חישוב זרם הקצר:

$$I = \frac{0.8 \times 230}{0.0858 + 0.0858} = 1072 \text{ [A]}$$

חישוב הזמן:

$$t = \left(\frac{115 \times 2.5}{1072} \right)^2 = 0.07 \text{ [sec]}$$

מאחר והזמן "t" קטן מ-0.1 שניה, אין אנו יכולים להשתמש בנוסחה זו. עלינו להשתמש בחישוב של "הלם חום":

$k^2 \cdot S^2 = 115^2 \times 10^2 = 82656$ (בערך 8.3×10^4) לפיכך, כל מפסק אוטומטי אשר האינטגרל שלו, לפי נתוני היצרן, קטן מ- 8.3×10^4 מתאים להגנת המעגל בפני זרם קצר.

דוגמה: חישוב במקרה של הגנה על ידי מפסק אוטומטי מגביל זרם קצר

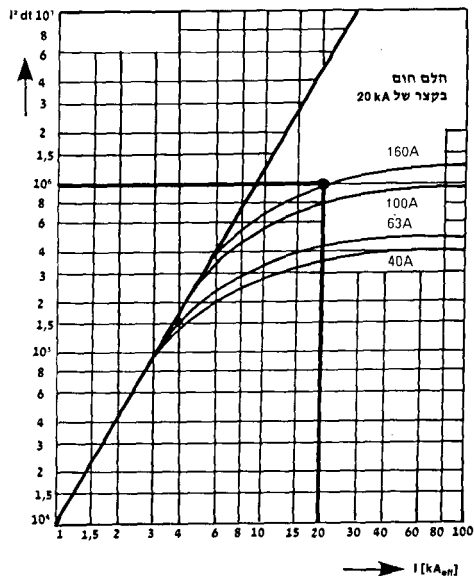
מעגל בעל זרם קצר צפוי של 20,000 A מוגן על ידי מפסק אוטומטי מגביל זרם קצר בעל כיוונון תרמי 100A-160A כיוונון מגנטי 10000A-19000A

מאחר והמפסק הוא מגביל זרם קצר, יש לחשב הגנת קצר לפי "הלם חום", לפי נתוני היצרן "הלם חום" שהמפסק מהסוג והמגודל הנ"ל יאפשר להעביר למעגל לא יהיה גדול מ- 10^6 (ראה ציור 7).

המפסק הנ"ל מיועד לפי כיוונונו התרמי להגן על מוליכים בשטח חתך מ-25 ממ"ר – 50 ממר, לפי חישוב "הלם החום" כנדרש בתקנות. גם מוליך נחושת בשטח חתך 10 ממ"ר יהיה מוגן נגד קצר על ידי המפסק הנ"ל – לפי:

$$k^2 \cdot S^2 = 115^2 \times 10^2 = 1.3 \times 10^6$$

ציור 7



מסקנה: "הלם החום" המותר לפי התקנות למוליך 10 ממ"ר, גדול יותר מ"הלם החום" שהמפסק הנתון מעביר – כלומר, המפסק הנתון מגן בקצר גם על מוליך 10 ממ"ר.

החישוב לפי נוסחת "הלם החום", מותר לשימוש בתנאי שיתקיים תנאי נוסף והוא, שאימפדנס המעגל עד לנקודה המרוחקת ביותר, יאפשר פיתוח זרם קצר גדול יותר מגודל הכיוונון של ההגנה המגנטית במפסק הזרם.

הגנה נגד זרם קצר בלבד על ידי נתיכים

לפי התקנות, בחירת נתיך להגנת מוליכים בפני זרם קצר בלבד, תעשה לפי הזרם הנומינלי של הנתיך המחושב לפי נוסחה:

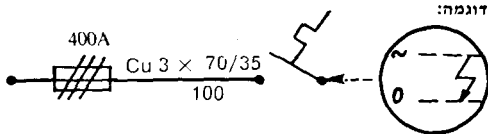
$$I_n \leq \frac{0.8 \times V}{3(Z_{ph} + Z_0)} \quad (5)$$

בנוסחה זו:

I_n – הזרם הנומינלי של הנתיך
 V , Z_0 , Z_{ph} – פרמטרים, אשר הוסברו לעיל בהקשר לנוסחה (4).

הנוסחה (5) מבוססת על ההנחה שבכדי להתיך את האלמנט של הנתיך לפני שזרם הקצר יגרום נזק לבידוד של המוליך, צריך זרם הקצר להיות פי שלוש, לפחות, מהזרם הנומינלי של הנתיך.

ציור 8



לפי טבלה 3 ו-9 שבתוספת הראשונה של התקנות, נתיך 400 אמפר מתאים להגנה על כבל בחתך 70 ממ"ר בפני זרם קצר, אבל חייבים לבדוק האם יש צורך בהקטנת הזרם הנקוב של הנתיך בגלל אורך הכבל.

חישוב העכבה:

$$Z_{ph} = \frac{0.317 \times 100}{1000} = 0.0317 \text{ [\Omega]}$$

$$Z_0 = \frac{0.616 \times 100}{1000} = 0.0616 \text{ [\Omega]}$$

לפי נוסחה (5):

$$I_n \leq \frac{0.8 \times 230}{3 \times (0.0317 + 0.0616)} = 657 \text{ [A]}$$

מכאן שהנתיכים בעלי זרם נקוב של 400 אמפר, מתאימים להגנת הכבל בפני זרם קצר.

נבדוק האם הנתיכים הנ"ל מתאימים להגנת כבל ארוך יותר.

נניח שאורך הכבל $35/70 \times 3$ ממ"ר הינו 328 מטר.

$$Z_{ph} = \frac{0.317 \times 328}{1000} = 0.104 [\Omega]$$

$$Z_0 = \frac{0.616 \times 328}{1000} = 0.202 [\Omega]$$

לפי נוסחה (5):

$$I_n = \frac{0.8 \times 230}{3 \times (0.104 + 0.202)} = 200 [A]$$

הנתיכים בעלי זרם נקוב (I_n) של 400 אמפר, אינם מתאימים להגנת הכבל באורך של 328 מטר, לכן יש צורך להשתמש בנתיכים בעלי זרם נקוב של 200 אמפר. זאת אנו יכולים לראות גם לפי הטבלה "בתוספת השלישית" שבתקנות.

סידורי הבטחה במקרה של הקטנת כושר הולכת זרם של המוליך (הקטנת שטח החתך או שינויים בתנאי ההתקנה)

ככלל, דורשות התקנות (תקנה 11א') התקנת מבטח להגנה כוללת נגד זרם קצר ונגד עומס יתר בכל מקרה שחלה הרעה בכושר ההולכה של המוליך. הקטנת כושר ההולכה יכולה להגרם על ידי הקטנת שטח חתך המוליך, וכן על ידי שינוי בתנאי ההתקנה (כמוסבר בפרקים הקודמים). בשני המקרים ערך ה- I_2 המותר יקטן ולכן יש לדאוג שהבטחה תוקטן בהתאם.

על אף האמור בתקנה 11א), מרשות התקנות 11ב), 12 ו-13, סטיות מן האמור בה, כאשר מתקיימים התנאים המצטברים (כל התנאים כאחד) המוזכרים בתקנה 12 והם:

א. לאורך הקו המסתעף בעל החתך המוקטן, יותקן

במרחק כלשהו ממקום ההסתעפות מבטח לעומס יתר אשר מתאים לחתך המוקטן.

ב. בקטע בין נקודת ההסתעפות והמבטח לעומס יתר, לא יותקן חיבור בית תקע או הסתעפות למכשיר כלשהו וכו'.

ג. המוליך בעל החתך המוקטן, מוגן נגד קצר על ידי המבטח המותקן בקו הראשי.

ד. אם ההגנה היא על ידי נתיך — האורך הכללי של הקו הראשי עד להסתעפות, ומההסתעפות עד לנקודה האחרונה שבהסתעפות, יקיים את הדרישות של הנוסחה:

$$I_n \leq 0.8V\beta(Z_0 + Z_{ph})$$

ה. אם ההבטחה נגד קצר שבקו הראשי היא באמצעות מפסק זרם אוטומטי (ולא נתיך) חייב המוליך המוקטן לקיים את הדרישות של מוליך המוגן על ידי מפסק אוטומטי כמוסבר בפרק ד' לעיל, דהיינו, קיום הנוסחה ביחס לזמן התגובה (ו) או "הלם החום" הכל בהתאם לענין.

בכל מקרה, החישוב צריך להעשות ביחס לקצר בנקודה המרוחקת ביותר במעגל (זרם קצר מינימלי) ולגבי שטח החתך הנמוך ביותר של מוליכי אותו מעגל — ובכל המקרים יהיה זה שטח החתך של מוליך האפס במעגל בעל החתך המוקטן.

ו. המוליך בעל החתך המוקטן, יותקן בצורה כזו שיקטנו עד למינימום האפשרויות להיווצרותו של קצר ובכלל זה הרחקה מחומרים דליקים וכו'.

ז. הסתעפות עם הקטנת שטח חתך באורך עד 3 מטר בלבד מנקודת ההסתעפות, מותר שלא תוגן נגד זרם קצר על ידי המבטח שבקו הראשי כפי שהוזכר בסעיף ג' דלעיל, בתנאי שיתקיימו כל שאר התנאים כמוסבר לעיל, ובקצה ההסתעפות תותקן הבטחה להגנה כוללת.

מה חדש בתקינה

תקנים ישראליים חדשים שפורסמו

ת"י 398 - אבזרי עזר לנורות פריקה: קבלים
Auxiliaries for discharge lamps: capacitors

(כא במקום התקן מינואר 1968)

תקן זה חל על קבלים, המיועדים להתקנה במעגלים של נורות פריקה, הניזונות במתח נמוך, שתדרו 50 או 60 הרץ.

ת"י 344 - הדקים מתוברגים קבועים לחיבור מוליכי השמל מנחשת

Fixed threaded terminals for the connection of electric copper conductors

(גיליון תיקון לתקן מיולי 1975)

בגיליון תיקון זה הוכארו שינויים בסעיף, המתייחס להדקי קישור ותדקי כורגית.

ת"י 1150 - דרישות בטיחות למכשירי בישול בגלי מיקרו

Safety requirements for microwave cooking appliances

תקן זה חל על מכשירי בישול, שחימום המזון בהם נעשה באמצעות אנרגיה אלקטרומגנטית בתחומי התדרים המוקצים למכשור תעשייתי, מדעי ורפואי בתדרים גבוהים מ-300 מגאהרץ. המכשירים, שתקן זה חל עליהם, מותאמים לשימוש ביתי

ת"י 149 - תנורי השמל להסקת חדרים

Electric room heaters

(גיליון תיקון לתקן מפברואר 1978 ו-1 מנובמבר 1980)

בגיליון תיקון זה הוכארו שינויים בסעיפים המתייחסים לפעולה לא תקינה ולמכנה.

ת"י 397 - אבזרי עזר לשפופרות פלואורוגניות:

Fluorescent lamps auxiliaries: ballasts

(כא במקום התקן מדצמבר 1968 ו-1 מנובמבר 1971)

התקן חל על נטלים לאי-התנגדותיים, המיועדים להפעלת השפופרות הפלואורוגניות, שחל עליהם התקן הישראלי ת"י 520. נטלים אלה ניוונים כורם חילופים ובמתח שאינו עולה על 250 וולט, בתדר של 50 או 60 הרץ.

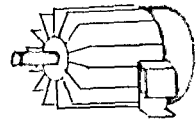
ת"י 549 - מידות מנועים חשמליים

Dimensions of electric motors

(כא במקום התקן מינואר 1965)

התקן חל על מידות של מנועים חשמליים אלה: א. מנועים מותקני רגליים, שגובה צירם 56 מ"מ עד 400 מ"מ ועד בכלל; ב. מנועים מותקני אוגן, שקוטר מעגל הצירים של חורי השקיעה באוגנים 55 מ"מ עד 1080 מ"מ ועד בכלל.

תגובת מנועי השמל לזינה במתח מנועות



פרופ' י. נאור

מנועי השמל למיניהם מצטיינים בביצועים טובים ובנצילות גבוהה וניתנים לוויסות בקלות יחסית.

הזווית לתכונות אלה זכו מנועי השמל בתפוצה הגדולה ביותר בין כל סוגי המנועים כך שניתן לקבוע כי יותר מ-90% מכל המנועים השימושיים בתעשייה המודרנית הם מנועי השמל.

וויסות מהירות המנועים מושג על ידי וויסות מתח הזינה ו/או תדירות הזינה. כבר בתחילת התפתחותן של מכונות השמל הומצאו מעגלי זינה וויסות מבוססים אף הם על שימוש המכונות הקלסיות.

ברם, התפתחותם המהירה של המוליכים למחצה ותכונותיהם הטובות הביאו להמצאת התקנים אלקטרוניים לזינה ו/או וויסות של מנועי השמל. מספר התקנים אלה הולך ורב עם התקדמות הטכנולוגיה, והם נעשים בכל פעם מתוחכמים יותר. יתרונם הגדול הוא בראש וראשונה בממדיהם הקטנים יחסית ובכך שהם התקנים סטטיים בלי חלקים מתנועים.

מבחינת המחיר הם לא תמיד יותר זולים מההתקנים הקונבנציונליים אבל ניתן לצפות שבדומה לכל מוצרי התעשייה האלקטרוניים מחירם ילך ויטפן, כך שיש להניח שבעתיד הקרוב יהיו התקנים אלה חלק בלתי נפרד מכל מעגל הנע השמלי.

ברם, כל ההתקנים האלקטרוניים, בניגוד למכונות הקונבנציונליות, משבשים צורתם של המתח והזרם.

מתח וזרם חילופין לא יהיו סינוסוידליים ומתח וזרם ישר לא יהיה קבוע בזמן.

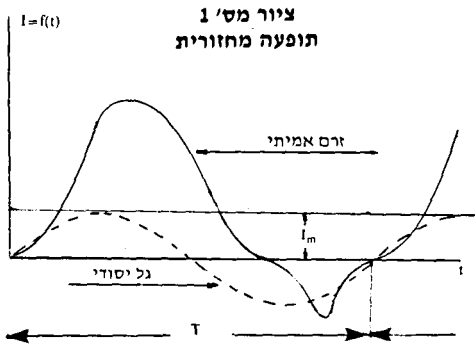
המנוע החשמלי מגיב לזינה מסוג זה בצורה שונה מזו שבזינה קונבנציונלית ובדרך כלל כל תכונותיו נעשות גרועות יותר.

מטרת מאמר זה, לדון בצורה יסודית בסיבות הגורמות לתופעה שלילית זו ולעמוד על השפעתם. ראוי לציין, שהנטיה המודרנית היא להשתמש בהתקנים אלקטרוניים גם לוויסות מנועים גדולים בהם אפילו הרעה מיזערית של הנצילות יכולה להתבטא בהפסדי אנרגיה ניכרים. במיקרה של הספקים גדולים כמו אלה המופיעים במנועים, שיפור צורת המתח והזרם בעזרת מסננים אינו מעשי, מפני שמחירים היה עובר כל גבול של כדאיות.

פרוק גל מחזורי לפי פוריה (FOURIER)

על מנת להבין את התופעות שיתוארו להלן, כדאי לחזור בקצרה ובאופן שטחי על שיטת הפרוק הפוריירי של תופעות מחזוריות — ציור מס' 1.

פרופ' י. נאור — הפקולטה לחשמל. הטכניון, חיפה.



נניח שציור מס' 1 מתאר את המהלך בזמן של זרם שהערכים הרגועים שלו חוזרים על עצמם בהפרשי זמן קבועים T. תופעה כזו מכונה תופעה מחזורית ו-T הוא אורך המחזור.

לפי משפט פוריה, זרם זה ניתן לתיאור על ידי סיכום הערך הממוצע שלו I_m וטור אינסופי של זרמים סינוסוידליים בעלי תדירות שונה.

הגל הראשון בהם (גל יסודי) אורך מחזורו שווה ל-T ועל כן תדירותו $f=1/T$

הגלים האחרים — (גלים עליונים) תדירותם הינה תמיד מכפלה של $f_k = k \cdot f_1 - f_1$ לכל גל יש לו אמפליטודה שלו I_k ופאזה משלו φ_k

משפטו של "פוריה" ניתן לכתיבה מתמטית כלהלן:

$$I = I_m + \sum_{k=1}^{\infty} I_k \cdot \cos(k\omega t - \varphi_k) \quad (1)$$

בנוסחה (1) $\omega = 2\pi f_1$ הינה התדירות המעגלית של הגל היסודי.

מסיבות נוחות החישוב, נוהגים לרשום את משפט "פוריה" בצורה שונה במיקצת:

$$I = I_m + \sum_{k=1}^{\infty} S_k \cdot \sin k\omega t + \sum_{k=1}^{\infty} C_k \cdot \cos k\omega t \quad (2)$$

האמפליטודות S_k ו- C_k ניתנות לחישוב על ידי:

$$S_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} I \cdot \sin k\omega t \cdot d(\omega t); \quad (3)$$

$$C_k = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} I \cdot \cos k\omega t \cdot d(\omega t)$$

בנוסחאות (3) I הוא הערך הרגעי של הזרם כפונקציה הזוית ωt .

$$S_1 = 0 \quad C_1 = -\frac{4}{3\pi} \cdot V_M \quad (5)$$

$$S_2 = 0 \quad C_2 = -\frac{4}{15\pi} \cdot V_M$$

$$S_3 = 0 \quad C_3 = -\frac{4}{35\pi} \cdot V_M$$

$$S_k = 0 \quad C_k = -\frac{4}{(4k^2-1)\pi}$$

כך שניתן לכתוב:

$$V = \frac{2}{\pi} V_m - \sum_{k=1}^{\infty} \frac{4}{(4k^2-1)\pi} \cdot \cos k\omega t \quad (6)$$

אם נתבונן בנוסחה (6), נשים לב שבמיקרה הנדון מופיעים רק גלים המשתנים לפי קוסינוס והאמפלי-טודה שלהם יורדת במהירות. למעשה, כבר הגל השלישי יש לו אמפליטודה השווה ל-3.63% מ- V_M .

תכונה זו, שהיא אופיינית לשיטה, מצביעה על כך שאם מסתפקים בדיוק הנדסי אין צורך לחשב מספר גדול של גלים. 3,2 גלים ראשונים מספיקים.

לשם הדגמה, חוברה הטבלה מס' 1, המתייחסת לאותו המתח המיושר, אשר למען הפשטות נבחר כבעל אמפליטודה $V_M = 1$.

בטבלה זו, הערך המדוייק של המתח ניתן בעמודה מס' 2. בעמודה מס' 3 ניתן ערך המתח תוך התחשבות ב-3 גלים בלבד – הגל היסודי, השני והשלישי. בעמודה מס' 4 ניתן ערך המתח תוך התחשבות ב-7 גלים – הגל היסודי והגלים 2-3-4-5-6. עיון בטבלה מראה בברור שהתחשבות ב-3 גלים נותנת דיוק מספיק לכל שימוש הנדסי.

טבלה מס' 1

פרק "פוריה" של גל מיושר (ישור מלא)

1	2	3	4	1	2	3	4
ωt	ערך מדוייק	$V_m + \sum_{k=1}^3 V_k \times \cos k\omega t$	$V_m + \sum_{k=1}^7 V_k \times \cos k\omega t$	ωt	ערך מדוייק	$V_m + \sum_{k=1}^3 V_k \times \cos k\omega t$	$V_m + \sum_{k=1}^7 V_k \times \cos k\omega t$
Deg	V	V	V	Deg	V	V	V
0	0.0000	0.0909	0.0424	180	1.0000	1.0125	1.0028
20	0.1736	0.1546	0.1628	200	0.9848	0.9886	0.9823
40	0.3420	0.3149	0.3493	220	0.9397	0.9288	0.9413
60	0.5000	0.5032	0.4947	240	0.8660	0.8549	0.8658
80	0.6428	0.6609	0.6461	260	0.7660	0.7719	0.7646
100	0.7660	0.7719	0.7646	280	0.6428	0.6609	0.6461
120	0.8660	0.8549	0.8658	300	0.5000	0.5032	0.4947
140	0.9397	0.9288	0.9413	320	0.3420	0.3149	0.3493
160	0.9848	0.9886	0.9823	340	0.1736	0.1546	0.1628
				360	0.0000	0.0909	0.0424

אחרי חישוב S_k ו- C_k ניתן לחזור לצורה של נוסחה (1) בעזרת החישובים הבאים:

(4)

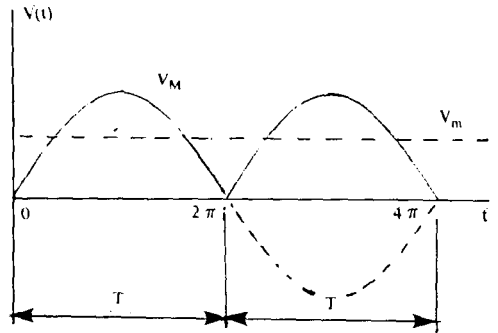
$$I_k = \sqrt{S_k^2 + C_k^2}; \quad \tan \varphi_k = \frac{S_k}{C_k}$$

על מנת להיווכח בכוננות משפט "פוריה" נפתח דוגמה מעשית שנזדקק לה בהמשך המאמר.

נניח שמדובר במתח מיושר (ישור מלא). ציור מס' 2.

ציור מס' 2

מתח סינוסואדלי מיושר בגל מלא.



ציור מס' 2 מתאר מתח חד-פאזי בעל אמפליטודה V_M אורך המחזור T מסומן בציור ובולט מיד שהוא מחצית אורך המחזור של מתח החילופין לפני ישורו. פרושו, שאם ישרנו מתח בעל תדירות 50Hz, תדירותו של הגל היסודי תהיה 100Hz.

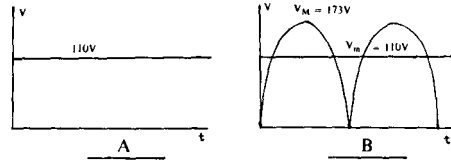
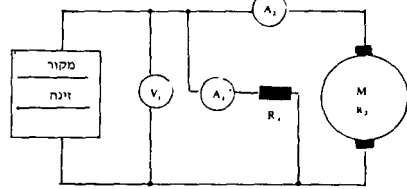
ערכו הממוצע של המתח המיושר ניתן על ידי הפעלת נוסחאות (3) תיתן: $V_m = \frac{2}{\pi} \cdot V_M$

תגובת מנוע DC לזינת מיישר

השיקולים שיפותחו להלן הינם בעלי תוקף כללי, אך, על מנת להמחישם בבירור הם יפותחו על יסוד דוגמה מעשית המדברת אל ליבו של כל חשמלאי. נניח כי נתון מנוע לזרם ישר בעל "ערוך מקבילי" (Shaunt).

נתאר לעצמנו שהוא ניזון ממקור זינה כמתואר בצויר מס' 3.

צויר מס' 3
שתי חלופות זינה למנוע D.C.



נבדוק שתי חלופות אפשריות:

(א) מקור הזינה מספק מתח קבוע בזמן $V=110V$ כמתואר בצויר מס' 3a. לחלופה זו נקרא בקיצור "זינת גנרטור".

(ב) מקור הזינה מספק מתח מיושר כמו זה שבפרק 1. צויר מס' 3b. ערכו הממוצע של המתח יהיה אף הוא $V=110V$.

חלופה זו תקרא בקצור "זינת מיישר".
נשווה תגובת המנוע לשתי חלופות הזינה. קודם כל נחקור את המעגל הסטטורי.

אשר "לזינת גנרטור" – הדברים פשוטים בתכלית. נניח כי ההתנגדות האומית של סליל הערור שווה ל- $R_1=100\Omega$ ומקדם ההשראות העצמית שלו $L_1=0.5H$.

הזרם האורם בסליל הערור יהיה $I_1=110/100=1.1A$ ואף הוא יהיה קבוע בזמן כמו המתח.

במקרה של "זינת מיישר" נוכל לכתוב את המתח בצורה:

$$V = 110 - 73.33 \cos \omega t - 14.667 \cos 2\omega t - 6.286 \cos 3\omega t \quad (7)$$

כעת עלינו לקחת בחשבון שכל גל נתקל באימפדנס שונה, מפני שתדירותו שונה. באופן כללי גל שסדרו k נתקל באימפדנס $Z_k = \sqrt{R^2 + (k\omega L_1)^2}$. יתרה מזו, הזרם של הגל הנדון יגרו אחרי המתח היוצר אותו בזווית הניתנת על ידי $\tan \varphi_k = \frac{k\omega L_1}{R}$. הערור יהיה:

$$I_1 = 1.1 - 0.223 \cos(\omega t - 72.335) - 0.023 \times \cos(2\omega t - 82.875) - 0.007 \cdot \cos(3\omega t - 83.940) \quad (8)$$

המפרמטר A_1 שבצויר 3 יראה גם במיקרה זה 1.1A מפני שהערך הממוצע של הגלים הסינוסואידליים שווה לאפס.

ברם, חוץ מזה, כל התנהגות המעגל שונה. ראשית, תופעה חיובית. אם נשווה נוסחה 8 עם נוסחה 7, נראה שגליות הזרם קטנה בהרבה מזו של המתח. לדוגמה:

במתח אמפליטודת הגל היסודי הינה 66.66% מהערך הממוצע, ואילו בזרם אמפליטודת הגל היסודי שווה ל-20.27% מהערך הממוצע. דבר דומה קורה עם כל הגלים האחרים, כך, שנוכל לקבוע שהודות לראקטנס המעגל, צורת הזרם הינה חלקה הרבה יותר מצורת המתח.

כעת נחקור מה בדבר הפסדי הסליל.

במיקרה של "זינת גנרטור" הדבר פשוט.

$$L_1 = R_1 \cdot I_m^2 = 100 \times 1.1^2 = 121 [W] \quad (9)$$

במיקרה של "זינת מיישר" נצטרך לחשב:

(10)

$$L_1 = R_1 \frac{1}{T} \int_0^T [I_m + I_1 \cdot \cos(\omega t - \varphi_1) + I_2 \times \cos(2\omega t - \varphi_2) + I_3 \cdot \cos(3\omega t - \varphi_3)]^2 dt$$

$$L_1 = R_1 [I_m^2 + \frac{I_1^2}{2} + \frac{I_2^2}{2} + \frac{I_3^2}{2}] \quad (11)$$

ובמיקרה הקונקרטי בו אנו מטפלים:

(12)

$$L_1 = 100 [1.1^2 + \frac{0.233^2}{2} + \frac{0.023^2}{2} + \frac{0.007^2}{2}] =$$

$$= 123.515 [W]$$

כלומר כ-3% יותר מאשר "בזינת גנרטור".

תוספת הפסד זו גורעת, כמובן, מנצילות המנוע, אבל אין זו המגרעת היחידה.

ההשראה המגנטית B, הינה בקירוב, יחסית לעוצמת הזרם בסליל הערור, ועל כן, מגלה אף היא גליות המסתכמת לערכה הממוצע. תורת האלקטרומגנטיות מלמדת שעל מנת למגנט ברזל בהשראה מגנטית קבועה, אין צורך להשקיע אנרגיה, מלבד כמות מסויימת חד-פעמית, כדי ליצור את המצב המגנטי בברזל.

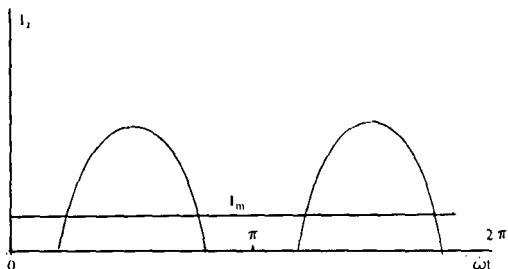
בניגוד לכך, אם רוצים למגנט את אותו הברזל בהשראה מתחלפת, יש צורך להשקיע הספק במשך כל זמן קיום ההשראה. הספק זה, המכונה, "הפסד הברזל" הופך לחום ומחמם את ברזל הסטטור.

המסקנה היא ש"בזינת מיישר", נוסף על הפסד אומי מוגבר בסליל הערור מופיע גם הפסד נוסף בברזל.

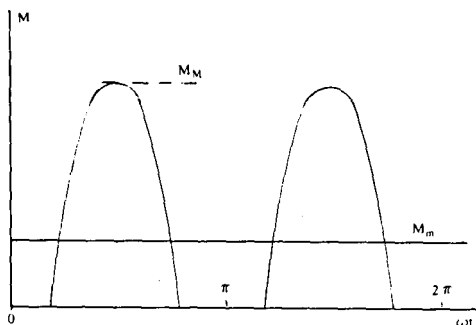
אשר לרוטור, התופעות מעט יותר מסובכות.

כדי שהזרם I_2 יזרום אל הרוטור, חייב מתח המיישר להיות גדול מ- E וזה יקרה באותם הזמנים הנמצאים בתוך הגבולות A-B ו- $C-D$. ביזר הזרם I_2 לא יזרום בכלל, מפני שהמיישר איננו מסוגל להעביר זרם בכיוון הפוך. הזרם I_2 יראה אם כן כמו בצירוף 5.

צירוף מס' 5
זרם רוטורי "ביזנת מיישר"



צירוף מס' 6
מומנט המנוע ב"זינת מיישר"



המומנט שלפי נוסחה (14) יחסי לזרם יראה כמו בצירוף 6. עיון בצירופים 5 ו-6 יוביל למסקנות הבאות:

- (א) הזרם I_2 הינו בעל גליות גבוהה ועל כן ההפסד האומי הרוטורי יהיה גדול במידה ניכרת מזה הקיים "ביזנת גנרטור" באותו העומס.
- (ב) המומנט מופיע בצורה של מכות עוקבות בתדירות גבוהה, כאשר העוצמה המירבית של המכה הרבה יותר גדולה מהמומנט הממוצע M_m . הנעה מסוג זה מכניסה מאמצים יתירים בכל החלקים הסובבים ומקצרת חיי הרוטור.
- התמונה גרועה עוד יותר באותם ההתקנים בהם מווסתים את המהירות בעזרת שינוי המתח הרוטורי.

המנוע D.C נשלט על ידי שתי משוואות יסוד.

(א) המשוואה הנותנת את הקשר בין המהירות הזוויתית של הרוטור ω לכא"מ הנגדי E המתפתח בו:

$$E = \frac{1}{2\pi} N_T \Phi \omega \quad [\text{Volt}] \quad (13)$$

בנוסחה זו Φ הוא השטף המגנטי של קוטב אחד ו- N_T מספרם הכולל של מוליכי הרוטור.

(ב) המשוואה הנותנת את הקשר בין המומנט המפותח ברוטור M (Newton-meter) לזרם I_2 הזורם ברוטור.

$$M = \frac{1}{2\pi} \cdot N_T \Phi \omega I_2 \quad [\text{Newton-meter}] \quad (14)$$

נניח כעת, שהמנוע ניזון מגנרטור. העומס המחובר אליו דורש מהרוטור לפתח מומנט מסוי-ים M קבוע בזמן. כדי לייצר מומנט זה, הרוטור זקוק לזרם מסויים I_2 בהתאם לנוסחה 14. כדי לאפשר לזרם I_2 לזרום, הכא"מ חייב להתאים עצמו לעוצמה כזו שתקיים המשוואה:

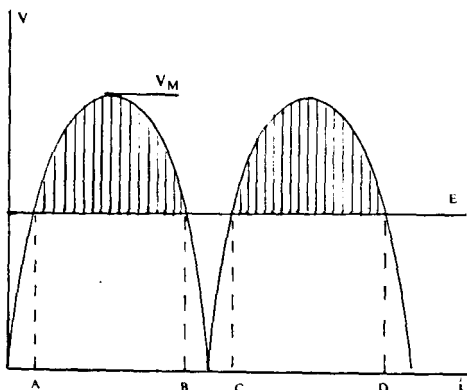
$$I_2 = \frac{V - E}{R_2} \quad (15)$$

בהתאם לכך תקבע מהירות הרוטור ω לנוסחה (13).

"ביזנת מיישר" התמונה שונה לחלוטין.

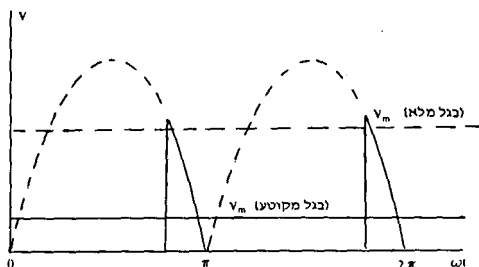
לכאורה, נוסחה (13) אומרת, שמהירות הרוטור היתה חייבת להשתנות בהתאם לערכים הרגועיים של המתח. דבר זה בלתי אפשרי, מפני שלרוטור וליתר המסות המסתובבות איתו, יש מומנט אנרציה מספיק גדול כדי למנוע שינויי מהירות בתדירות גבוהה. התוצאה תהיה, שעל אף העובדה שהמתח משתנה בזמן, מהירות הרוטור תתיצב על ערך ממוצע כלשהו ω והרוטור יפתח כא"מ נגדי קבוע פחות או יותר. ראה צירוף 4.

צירוף מס' 4
תקופות מעבר הזרם ב"זינת מיישר"



זאת מפני שכל ההספקים האלקטרוניים מווסתים את המתח על ידי **קטוע הגל**, ובזאת מורידים את הערך הממוצע V_m אבל משאירים את אמפליטודת הגל ללא שינוי. דבר זה משנה לרעה את היחס בין אמפליטודת הגלים העליונים, למוצע כל המשתמע מכך.
ראה ציור מס' 7.

ציור מס' 7
שינוי הערך הממוצע "בקטוע הגל"



לבסוף, יש לציין, שהאמור עד כה מתייחס במיוחד למנועים בעלי הספק קטן אשר נזונים ממיישר חד-פאזי. בזינת מנועים גדולים משתמשים במיישרים תלת-פאזיים או אפילו בעלי מספר פאזות גדול יותר.

במיקרים אלה המצב טוב יותר מפני שההספקים התלת-פאזיים מספקים מתח בעל גליות קטנה יחסית.

התופעות הנזכרות לעיל נשארות בעינן, אך השפעתן מורגשת פחות. ברם, במידה של וויסות המתח בעזרת "קטוע הגל" גם בספק תלת-פאזי, המצב אינו טוב בהרבה מאשר בספק החד-פאזי.

תגובת מנוע ההשראה

סקירתנו לא תהיה די מקיפה אם לא ניגע, ולו בקיצור, בזינת מנועי השראה על ידי ספקים אלקטרוניים.

בשטח זה, נספר האפשרויות גדול מאוד ועל כן רבות מאוד הן השיטות והמעגלים בהם משתמשים, מפשוטים יחסית עד למתוחכמים ביותר.

לשם בירור עקרוני של התופעות, נתרכז בהתקן מקובל מאוד של וויסות מהירות של מנוע תלת-פאזי בעזרת שינוי תדירות זינתו.

מתורת האלקטרומגנטיות ידוע שבעת זינתו של מנוע

תלת-פאזי במערכת של מתחים סימטריים וסינשוידאליים, נוצר במירווח האוויר שבין הסטטור לרוטור, גל של השראה מגנטית שחלוקתו לאורך הסטטור סינשוידלית והוא מסתובב במהירות סיבו-בית n_s (מהירות סינכרונית);

$$n_s = \frac{60 \cdot f}{p} \quad (16)$$

בנוסחה (16) היא תדירות מתח הזינה, p מספר זוגות הקטבים של ליפוף הסטטור. רוחב חצי המחזור של גל ההשראה שווה להיקפו של הסטטור, חלקי מספר הקטבים $2p$ (רוחב צעד הקוטב).

הרוטור "רודף" אחרי גל ההשראה המגנטית, ואומנם במהירות קטנה במקצת מ- n_s .

ברם, יחד עם גל ההשראה הנ"ל הזינה הסינשוידאלית יוצרת גם מספר אינסופי של גלי השראה מגנטית נוספים (המכונים "גלים טפילים"), אשר מצטיינים בתכונות הבאות:

(א) רוחב חצי המחזור שלהם שווה לרוחב "צעד הקוטב", חלקי המספר הסינכרוני k של הגל.

(ב) גם גלים אלה מסתובבים, אבל מהירותם שווה ל- n_s/k , אשר לכיוון הסיבוב, הם מסתובבים עם כיוון n_s ונגד כיוון n_s באופן אלטרנטיבי.

לדוגמה: סידרת הגלים הקיימים היא:

$$k = 1 - 5 - 7 - 11 - 13 - 17 - 19 \dots$$

הגל $k=1$ (הגל היסודי) מהירותו n_s . הגל $k=5$ מהירותו $n_s/5$, נגד כיוון n_s . הגל $k=7$ מהירותו $n_s/7$ עם כיוון n_s וכו'.

(ג) למרבה המזל, אמפליטודת הגלים הטפילים יורדת חזק עם גידול הסדר k . כך שלמעשה רק שני הגלים הראשונים 5 ו-7, יש להם השפעה על ביצועי המנוע. בין השנים, גל 7 עלול להפריע באופן מיוחד, מפני שהוא גורם לנקודה הלשה בעקום המומנט בסביבת המהירות $n_s/7$. מידת ההפרעה תלויה בתכנון ליפוף הסטטור, ובמיק-רים גרוועים במיוחד, המנוע לא יצליח לעבור את מהירות המשבר $n_s/7$ אפילו במצב ריקס.

בטבלה מס' 2 סומנה האמפליטודה היחסית ומהירותם של גלי ההשראה במנוע בעל 4 קטבים ($p=2$). האמפליטודה הנתונה בטבלה היא הגדולה ביותר האפשרית. האמפליטודה האמיתית תלויה בתכנון הליפוף. במנועים מתוכננים היטב היא יותר קטנה מהערך הנתון בטבלה.

השורה הראשונה מתייחסת לגל מתח בעל תדירות יסודית $f=50\text{Hz}$ אמפליטודת הגל היסודי נבחרה כ- $A_1=1$.

טבלה מס' 2

אמפליטודה יחסית של "הגלים הטפילים" ומהירותם

f	k_r	k	k=1		k=5		k=7		k=11		k=13	
			A	n_s	A	n	A	n	A	n	A	n
50	1	1	1	1500	0.200	300	0.143	214	0.091	136	0.077	115
150	3	0.333	4500	0.067	900	0.048	643	0.030	409	0.026	346	
250	5	0.200	7500	0.04	1500	0.029	1071	0.018	682	0.015	577	
350	7	0.143	10500	0.029	2100	0.02	1500	0.013	955	0.011	808	

הרלבנטי ביותר מבחינת ההפרעה, ואנו רואים שנוסף על ההפרעה בעקום המומנט, הנזכרת לעיל, במהירות 214RPM מופיעות עוד 2 נקודות חלשות ב-643RPM וב-1071RPM.

השפעתן מורגשת פחות מזו של הגל היסודי מפני שעוצמתן קטנה יותר, ולרוב המנוע מתגבר עליהן ללא קושי.

יחד עם זאת, כל אחד מגלי ההשאה הטפילים גורם לתוספת הפסדים ברוטור ובסטטור ותורם בכך להורדת נצילות המנוע.

דברי סכום

מהאמור לעיל, מסתבר כי כל מתכנן מעגל אלקטרוני לזינה ו/או וויסות מנוע חשמלי, חייב לקחת בחשבון את התופעות הנגרמות על ידי תגובתו של המנוע.

לא תמיד יש מודעות לחשיבות הענין, הואיל ורוב המעגלים האלקטרוניים מתוכננים על ידי אלקטרוני-אים, שבדרך כלל אינם שולטים בצורה מספקת בתורת המכונות החשמליות.

רצוי לציין היבט נוסף שאומנם אינו נוגע ישירות לנושא המאמר אבל חשיבותו מרובה.

אומנם כמעט כל ההספקים האלקטרוניים ניזונים אומנם, אבל שיבוש צורת הזרם המשיני מתבטאת גם בצד הראשוני, מבחינת הצרכן, מהווים מכשירים אלה צרכן גרוע שצורך "זרם מעוות".

התוצאה המעשית היא הורדת מקדם ההספק, שאינו ניתן לתיקון על ידי קבלים מאחר והקבלים יכולים לקזז את מקדם הספק הנובע מהפרש פאזות בין המתח לזרם, אבל אינם יכולים לקזז את מקדם הספק הנובע משינוי צורת הגל.

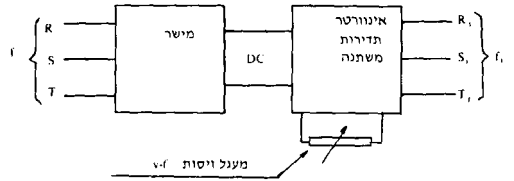
אם כמות הצרכנים מסוג זה תתרבה, תופיע בעיה של זיהום הרשת בגלים העליונים, אשר תוביל להורדה כלל ארצית של מקדם ההספק, ללא תקנה.

במספר מדינות, מתועשות ערים כבר לסכנה זו, ומספר חברות הספקה מגבילות את אחוז הגלים העליונים של הצרכנים שהן מוכנות לחבר לרשת שלהן.

אחרי דברי מבוא אלה, קל להבין ששינוי התדירות יגרום לשינוי יחסי במהירות של כל כלי ההשאה המגנטית. וויסות המהירות בעזרת שינוי תדירות, מבוסס על העיקרון הנ"ל.

ציור מס' 8

שיטה טיפוסית לשינוי תדירות - מתח.



הביצוע המעשי המקובל מתואר בציור מס' 8. הרשת התלת-פאזית מזינה מיישר אשר מוציא זרם ישר ומזין בו אינוורטר, שמצידו מוציא שוב מערכת תלת-פאזית של מתחים בעלי תדירות, הניתנת לוויסות בעזרת מעגל בקרה. מסיבות התאמה למנוע יחד עם שינוי התדירות חל גם שינוי המתח, כך שהיחס בין שני פרמטרים נשאר קבוע. ברם, המתח היוצא מהאינוורטר אינו סינטיטודאלי. בדרך כלל צורתו קרובה למלבן, או לכל היותר, לעקום מדרגות המזכיר את הסינוס רק בכריב ראשון.

המתח המסופק למנוע, אם כן, הינו בעל גלים עליונים רבים. כל אחד מהם יוצר גלי השאה טפילים, בדיוק כמו הגל היסודי. מהירותם של גלים אלה תלויה בתדירות הגל היוצר והיא רשומה בטבלה מס' 2, שחברה בהנחה שהאינוורטר מספק גל מלבני.

עיון בטבלה מגלה, שאם נתחשב בשני הגלים העליונים הראשונים $k=5, 7$ תוך הזנחת האחרים שהאמפליטודה שלהם קטנה מאד, בזינה סינטיטודא-לית מופיעים רק שני גלים טפילים העלולים להפריע, ואילו בזינה בעקום מלבני מופיעים לא פחות מ-7 גלים טפילים בעלי אמפליטודה חזקה מספיק כדי לגרום להפרעה. הגל המתאים ל- $k=7$ הוא כאמור

הצריכה, ההכנסה, והמחירים הממוצעים
להלן פירוט הצריכה השנתית וההכנסה השנתית בסוגי הצריכה השונים בשנת 1981/82 בהשוואה לשנת 1980/81:

ההכנסה השנתית במועל במיליוני שקל		הצריכה השנתית במועל במיליוני קוט"ש		סוג השימוש
1980/81	1981/82	1980/81	1981/82	
1,368	2,974	2,870	2,925	ביתי.....
971	2,242	2,015	2,220	מסחרי.....
196	460	447	475	חקלאות.....
1,530	3,484	3,757	3,805	תעשייה.....
667	1,573	1,775	1,880	שאיבת מים.....
4,732	10,733	10,864	11,305	סה"כ.....
105	1,983	-	-	פיצוי מהממשלה.....
4,837	12,716	10,864	11,305	סה"כ כולל פיצוי.....

טורבינת המים בקיבוץ הגושרים

אינג' א. ירום

- למכונה אסינכרונית, שלושה משטרי עבודה:
1. עבודה מנועית — כאשר ההחלקה S נעה בין הערך 1 — בהתנעה לכמעט 0 — בעבודה בריקם.
 2. עבודה גנרטורית — כאשר ההחלקה S נעה בין 0 ל- ∞ .
 3. עבודה כבלם — כאשר ההחלקה S גדולה מ 1 וקטנה מ- ∞ .
- ההחלקה S מוגדרת כיחס בין הפרשי הסיבובים של השדה המסתובב וז, בין מספר הסיבובים של הרוטור n_2 לבין מהירות הסיבוב של השדה ה- n_1 מסתובב.

$$S = \frac{n_1 - n_2}{n_1}$$

במשטר מנועי, מקבלת המכונה מהרשת הן אנרגיה אקטיבית לכיסוי ההפסדים שבמכונה וליצירת העבודה, והן אנרגיה ריאקטיבית ליצירת וקיום השדה המגנטי שלה. במצב זה ההחלקה S, משתנה כאמור כמעט מ-0 ל-1.0 בהתנעה.

באם מעלים את מספר הסיבובים הרוטוריים (n_2) בעזרת כוח חיצוני, מעל מספר הסיבובים של השדה הסטטורי, נוצר מצב שבו ההחלקה נעשית שלילית וזו גם הסיבה להפיכת כיוון הכח האלקטרו-מניע המושרה ברוטור, ולהפיכת כיוון המומנט האלקטרו-מגנטי אשר נעשה "בולם", פרוש הדבר הוא, כי המכונה עובדת במשטר גנרטורי.

כאמור, במשטר מנועי, מקבל המנוע מהרשת אנרגיה ריאקטיבית (עיוורת) ליצירת השדה המגנטי. אנרגיה זו הינה קבועה בגודלה ובכוונה.

שינוי הגדלה והקטנה של ההספק הפעיל ה- n נמסר לרשת, נוצר על ידי שינוי ההספק המכני הנמסר לציר הגנרטור על ידי המכונה ומניעה אותו (לדוגמא, מהירות טורבינת המים). חשוב מאד לציין כי במשטר גנרטורי ממשיכה המכונה לצרוך את האנרגיה הריאקטיבית האמורה, ואשר בלעדיה לא תוכל המכונה לפעול.

מבחינה מסויימת דבר זה מהווה יתרון בטיחותי בולט:

הפסקת תפקיד הגנרטור במקרה של הפסקה ברשת (בתנאי שלגנרטור לא מחובר כל קבל ש- n יספק לו את האנרגיה הריאקטיבית ועלול להפכו לגנרטור בעל עירור עצמי — מצב שהוא בהחלט אינו רצוי).

מאידך, עובדה זו גורמת לעבודה במקדם הספק נמוך מאד אצל הצרכן, מבחינת מבט מערכת המ- n ניה שלו.

אינג' א. ירום — מחלקת הצרכנים הטכנית, מחוז הצפון, חברת החשמל.

מזה חודשים מספר פועלת בהצלחה ניכרת, טורבינת מים לייצור חשמל, בקיבוץ הגושרים בגליל העליון (ראה תמונות וכתבה ב"תקע המצדיע" מס' 28 — דצמבר 1982).

הטורבינה מופעלת בכח מים הזורמים בצינור מים קיים, בקוטר 662 מ"מ המיועדים להשקיית שדות הכותנה, והמגיעים ממקורות הזן עד לקיי-בוץ.

בארבעה חודשים בשנה (מאי, יוני, יולי ואוגוסט), משמשים המים להשקיית שדות הכותנה, ואילו בשאר שמונת החודשים ניתן לנצלם למטרת ייצור חשמל.

הלחץ בצינור שווה ל-5.5 אטמ', והספיקה ל-1,800 מטר מעוקב לשעה.

הנתונים הטכניים:

טורבינת המים מניעה גנרטור אסינכרוני, שנתו-
ניו הם:

הספק: 215 קו"ט, זרם: 385 אמפר, סבובים: 1,030 סל"ד, מתח: 400 וולט, תדירות: 50 הרץ. הגנרטור האסינכרוני מחובר ללוח הראשי במר-כזיה "ב" של הקיבוץ, באמצעות מערכת מיתוג, הגנה ובקרה, הנדרשים במקרים כגון: הגנת קצר, עומס יתר, חוסר מתח (N.V.) ומתח יתר, מספר סבובים, כניסה ויציאה מהרשת, הספק חוזר (מני-עת אפשרות של משטר עבודה מנועי), החזר אוטור מטי במקרים מסויימים של הפסקות מתח ברשת וכו'.

בחירת דגם הטורבינה, התקנתה והפעלתה נעשו בפקוח משרד יועצים מקומי, וחלקה של מחלקת הצרכנים הטכנית במחוז הצפון התבטא בשני מישורים:

- א. בדיקת המתקן, כמקובל.
- ב. ביצוע מדידות אנרגטיות, לבדיקת השינויים במאזן האנרגטי כתוצאה מהפעלת טורבינת המים, אשר נעשו עוד בטרם הוחל בהתקנת הטורבינה.

במקום בוצעו: סידרת מדידות רשומות של הספק, זרם, מתח ומקדם הספק בכדי לאפשר את השוואת הנתונים האנרגטיים לאחר הפעלת הטורבינה ול-הסיק מכך את המסקנות הדרושות.

עקרון פעולת הגנרטור האסינכרוני — רקע עיוני

השוואה בין גנרטור סינכרוני ואסינכרוני: כידוע, הגנרטור האסינכרוני, הוא למעשה מנוע אסינכרוני העובד במשטר על-סינכרוני ומופעל בידי גורם מכני חיצוני, כגון: מפלי מים, תחנת רוח וכו'.

יורד בצורה פתאומית, כולל אינרציה שדה העי-
 רור, ועליה במהירות הסבובים.
 מאחר וגנרטורים אלה מיועדים לחזור ולהתחבר
 שוב לרשת בתנאים מסויימים, ובצורה אוטומטית,
 בולטים היתרונות של הגנרטור האסינכרוני בפש-
 טות החיבור לרשת.

היבטים בטיחותיים

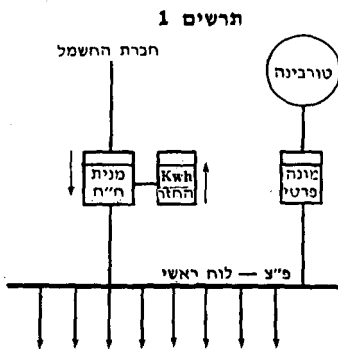
העובדה, כי בשיטת העבודה הנוכחית מקבל הגני-
 רטור את אנרגיית הערור שלו מהרשת, גורמת לכך,
 כי במקרה של הפסקת חשמל ברשת (הפסקה חד-
 פאזית או תלת-פאזית) תפסיק המכונה לעבוד
 במשטר של גנרטור, ואז נכנס לפעולה הממסר
 המתאים הגורם לכך שהטורבינה תעצר.

מאחר ורוב הצרכנים מצוידים בקבלים, לשיפור
 מקדם ההספק של מתקניהם, קיימת אפשרות של
 סכנת ערור עצמי למכונה אסינכרונית המופעלת
 בידי כוח היצוני כמו במקרה שלנו. במקרה זה,
 כידוע, המכונה עובדת במשטר גנרטורי, כאשר זרם
 הערור מסופק מהקבלים, דבר העלול לגרום למצב
 שבו עובד הגנרטור מבלי להזדקק לאנרגיה ריאק-
 טיבית מהרשת, ולכן גם הפסקות החשמל אינן
 משפיעות על ולרכת ההגנה של הגנרטור, מצב
 העלול לגרום לסכנה ממשית במקרה של קצרים
 העלולים להופיע ברשת, וכן לעובדים המטפלים
 ברשת באותה שעה.

לכן, בהתאם להוראות חברת החשמל, יש לדאוג
 לפתרון שיאפשר מיתוג הקבלים המיועדים לשי-
 פור מקדם ההספק, במקרה של הפסקת מתח או
 תקלה אחרת ברשת.

מהמדידות שבצענו במתקן נובעות העובדות הבאות:

- משטר העבודה של הגנרטור, הינו יציב ות-
 פוקתו מהווה כ-80% מההספק הנומינלי של
 הגנרטור.
- חיבור וניתוק הגנרטור, אינם מלווים בעלויות
 חדות של זרם או הספק. אותו דין חל גם
 לגבי מצב של החזר אנרגיה אקטיבית לרשת,
 דבר שהיה בחלט צפוי.



בשעות שפל הצריכה של הצרכן, הגנרטור הא-
 סינכרוני מספק כמעט את כל האנרגיה האקטי-
 בית הדרושה לצרכן, בו בזמן שהאנרגיה הריאק-
 טיבית גדלה מאליה, בגלל הגנרטור עצמו, וממשיכה
 לזרום מרשת חברת החשמל אצל הצרכן. כך שה-
 יחס בין קריאת המונה הריאקטיבי והאקטיבי
 יצביע על מקדם הספק נמוך ביותר.

כאשר עורכים השוואה, בין הגנרטור האסינכרו-
 ני, ובין גנרטור סינכרוני המונעים באמצעות טור-
 בינת מים או תחנת רוח, יש לבחון היטב את
 התכונות הפיסיות וכן את האספקט הבטיחותי
 וההתפעולי ויציבות המערכת כולה כלפי הרשת.

ראוי לציין כי בספרות המקצועית נאמר בצורה
 חד-משמעית כי בתחנת רוח או בטורבינות מים
 זעירות שאינן מאוישות, והממוקמות בריחוק
 מהצרכן — מומלץ בהחלט להשתמש בגנרטור
 אסינכרוני, בגלל היתרונות שיש לו לעומת גנרטור
 סינכרוני במקרים כנ"ל.

יש להתיחס לגנרטור אסינכרוני בפשטות, כפי
 שאנו מתיחסים להתקנה והפעלה רגילים של מנוע
 אסינכרוני מקובל. חיבור הגנרטור האסינכרוני ל-
 רשת נעשה באמצעות מספר סבובים בלבד, מבלי
 שיהיה צורך להזדקק למערכת סינכרון אוטומטית,
 מסובכת, שהינה יקרה מאד (רכישה ואחזקה)
 ואינה אמינה.

בדומה למנוע אסינכרוני, כך גם הגנרטור הא-
 סינכרוני עובד ללא כל צורך בהשגחה או אחזקה
 שוטפת.

היתרון הבולט והחשוב ביותר של גנרטור אסינ-
 כרוני, הוא, כי איננו רכיב עצמאי ברשת, אלא
 תלוי בה בצורה מוחלטת.

עם זאת יש להדגיש, כי למרות העובדה שה-
 מתח, התדירות, הופעת הפזות, והערור המגנטי
 של הגנרטור האסינכרוני, תלויים לחלוטין ברשת
 חברת החשמל, לא נגרמים סיבוכים או תקלות
 טכניות במקרים של שנויים בפרמטרים אלו.

כן, ראוי לציין עובדה חשובה מאד, כי במקרה
 של הפסקת מתח הרשת מסיבה כלשהי, מפסיק
 הגנרטור האסינכרוני את תיפקודו כגנרטור.

דבר נוסף הוא, כי התנודות המאפיינות את ה-
 הספק הראשוני של טורבינת מים או רוח, אינן
 משפיעות על יציבותו של הגנרטור האסינכרוני, מה
 שעלול להשתנות הוא ההספק האקטיבי הנמסר
 לרשת על ידי הגנרטור.

לעומת זאת, המקרים שהוזכרו קודם לכן, על-
 לים להשפיע בצורה שלילית על יציבותו של הגנר-
 טור הסינכרוני, וכמו כן יציאת הגנרטור הסינכרוני
 מסינכרון, מלווה בתופעות מעבר קשות מאד הן
 לגנרטור והן לרשת.

תופעות כאלה לא קיימות במקרה של הגנרטור
 האסינכרוני.

יש לדעת כי גם במקרה של גנרטור סינכרוני
 קיימת אפשרות של עלית מתח, במקרה שהעומס

תאור מערכת המניה :

מיום, לפיהם מקבל הצרכן החזר עלות הדלק הנח"סך לחברה, לפי מחיר אשר ייקבע מזמן לזמן על ידי החברה.

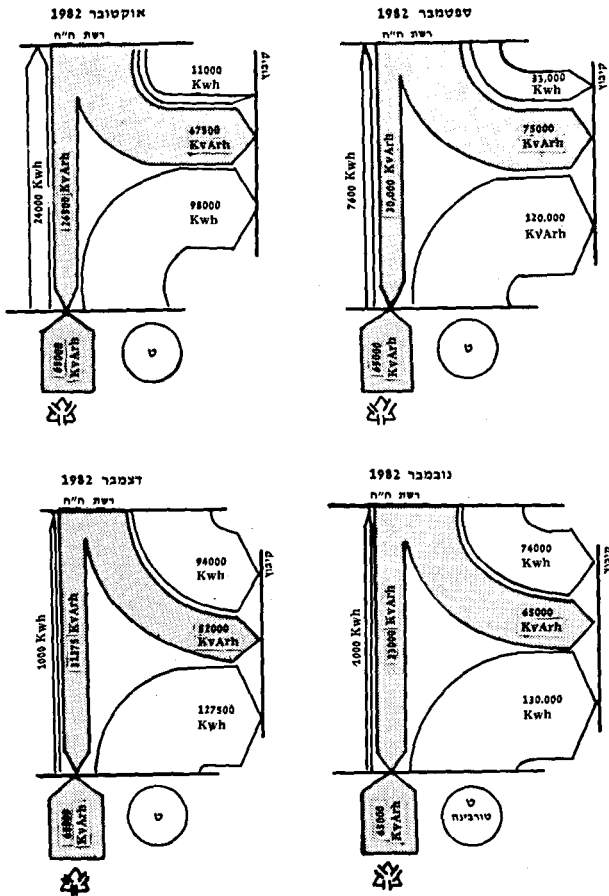
המונה הפרטי שבתרשים 1 נרכש והותקן על-ידי הצרכן. תפקידו של מונה זה, למנות את האנרגיה הראקטיבית המיוצרת על-ידי הגנרטור.

בתרשים 2 מוצגים תרשימי זרימת האנרגיה ה"אקטיבית והריאקטיבית בין רשת חברת החשמל לבין מרכזיית הקיבוץ והטורבינה, בארבעת החוד"שים הראשונים של פעולת הטורבינה.

בתרשים מס' 1 מתוארת מערכת המניה המסדירה את החזר עודפי האנרגיה לרשת חברת החשמל. לפי בקשת הצרכן, התקינה חברת החשמל, על חש"בון הצרכן, בקרבת מערכת המניה הקיימת, מונה תלת-פאזי אקטיבי מתאים, המונה את האנרגיה המוחזרת לרשת, בשעות בהן פועלת הטורבינה, והצרכן לא זקוק לכל האנרגיה המיוצרת על ידי הטורבינה.

חברת החשמל מזכה את חשבון הצרכן, עבור ה"חשמל המוזרם מהגנרטור לרשת לפי הכללים הקיי"ם

תרשים 2



כי המערכת כולה מתפקדת כהלכה, ומצדיקה את קיומה. נפתרה גם בעיית צריכת האנרגיה הריאק"טיבית הגדולה הדרושה לטורבינה, וזאת באמצ"ע עות התקנת מערכת קבלים המצוידת בווסת או"טומטי וכן במערכת הגנות ופיקוד מתאימים ה"מבטיחים אותה לחלוטין מפני אפשרות של עירור עצמי לגנרטור.

סכום

בהתאם לתנאי השקעות הון הקיימים, אנו מע"ריכים את תקופת החזר ההשקעה ב"4 עד 4½ שנים. באם נביא בחשבון את החזר האנרגיה לרשת חברת החשמל תתקצר תקופה זו בכ"½ שנה. לאור הבדיקות, המדידות והתחשיבים שערכנו, לאחר פעולת המתקן במשך מספר חדשים, ניתן לומר

עבודות תחזוקה במתקני השמל "חיים" - ע.מ.ח.

אינג' י. ברק

התפתחות ע.מ.ח. בחברת החשמל
לישראל

- ב-1964 הוקמה ועדה שהכינה:
- הוראות עבודה מפורטות.
 - הוראות בטיחות מיוחדות.
 - רשימת ציוד מגן וכלים מכודדים.
 - הכנת תוכנית למתקן הדרכה לעובדים.
 - הצעה לעיגון בחוק החשמל של "תקנות לעבודות במתקני השמל "חיים" מ.ג.
 - תוכנית להדרכת עובדים, בחינתם ורשויים.
 - ב-1967 הוחל בביצוע ע.מ.ח. במ.ג.
 - מאז 1977 מבצעים בחברת החשמל גם עבודות תחזוקה בקוי מתח גבוה של 22 ק"ו.

ע.מ.ח. בתעשייה — התווית תוכנית
לפיתוח

לאור האמור לעיל ולאור המידע שקבלתי מאנ
גליה ומצרפת על התפתחות הע.מ.ח. בתעשייה
אצלם, הנני מציע:

- הקמת גוף מצומצם שירכו, יכוון ויקדם את הנושא.
- קבלת מידע נוסף ומפורט מחו"ל בכל הנוגע לשיטת ע.מ.ח. בתעשייה.
- איסוף מידע ממפעלים אחדים בארץ, להם נגרמים הטרדות ונזקים בגלל עבודות תחזוקה במתקנים מופסקים.
- הכנת רשימה של עבודות תחזוקה, בהתאם לקריטריונים הבאים:

1. דחיפות — היקף ההטרדה והנזק שהן גורמות למפעל.
2. תכיפות — תדירות.
3. אפשרות ביצוע — הגישה צריכה להיות "מן הקל לכבד" ולא "אמנות לשם אמנות".
4. ערך העלות — "כמה זה יעלה למפ"על"?

- ה. הכנת הוראות עבודה, הוראות בטיחות והוראות נוהל.
- ו. תכנון והקמת מתקן הדרכה.
- ז. בחירת ורכישת ציוד וכלים.
- ח. תכנון קורסים לעובדי ע.מ.ח. בתעשייה.
- ט. עיגון ע.מ.ח. בתעשייה בחוק החשמל.

מבוא

מטרת תחזוקת המנע היא — מניעת קלקולים והפרעות בלתי צפויות במתקנים ואבטחת פעי לותם התקינה והרצופה, בכל שטחי התעשייה. בנושא זה קיימת ספרות עניפה בעולם וגם בארץ. מטרת המאמר, לדון בעבודות תחזוקה במתקני השמל "חיים" — ע.מ.ח.

שיטת התחזוקה הנהוגה עד כה מנתקים, מבדדים, מקצרים ומחברים לאדמה את המתקן עליו יש לבצע את התחזוקה המר נעת.

חסרונות השיטה

- א. תאונות כתוצאה מטעויות בביצוע הפסקת המתקן ומחפזון בזמן ביצוע עבודות התחזוקה (בטוח יותר לעבוד על מתקן שיודעים שהוא "חי" מאשר במתקן שחושבים שהוא "מת").
- ב. נזקים לת.ל.ג. (תוצר לאומי גולמי).
- ג. השבתת קו הייצור הניזון דרך המתקן שהופסק.
- ד. השבתת עובדי הייצור.
- ה. העסקת חשמלאים בתחזוקת המתקן ב"שעות מיוחדות, שבתות וחגים.

עקרון שיטת התחזוקה במתקן "חי"

- א. בידוד המתקן עליו מבצעים את התחזוקה מיתר המתקנים בסביבה.
- ב. בידוד העובד — לבוש, כובע מגן, כפפות.
- ג. שימוש בציוד ובכלי עבודה מבדדים.

יתרונות שיטת הע.מ.ח.

- א. בטיחות: — עקומת התאונות מתקרבת לאפס.
- ב. אמינות: — שיפור במתן אספקה לצרכן וברציפות הייצור.
- ג. כדאיות: — היסכון למשק הלאומי ולמפ"עלי התעשייה.

התפתחות ע.מ.ח. בעולם

לאור יתרונות אלה, הונהגה שיטת הע.מ.ח. בחברות החשמל ברשתות מתח נמוך וקוי מתח גבוה בארצות רבות.

- א. בארה"ב — החל משנת 1913.
- ב. באנגליה. ה. באוסטריה.
- ג. בצרפת. ו. בגרמניה.
- ד. בשוודיה. ז. בבריית המועצות.

אינג' י. ברק — מותיקי מהנדסי החשמל בישראל שיחגג בקרוב את יום הולדתו ה-80 (עד 120!), היה בעת עבודתו בחברת החשמל ממניחי היסודות לע.מ.ח. בחברה. עם פרישתו לגימלאות לפני כ-15 שנים, לא זנח את התעניינותו והתמחותו בנושא ע.מ.ח. כד בבד עם מיגוון פעילויות נוסף במישור המקצועי והחברתי של החוג הנדסת החשמל.

שרות פרסומי לקוראים

למעוניינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

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

מערכת „התקע המצדיע“

ת.ד. 8810

חיפה 31087

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

קב-קור

מפעלי בית-אלפא לויסות אוטומטי

תרמוסטטים לקירור דגם K

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

תרמוסטטים למזוג-אוויר דגם MA

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

לדרישות מיוחדות ומדויקות!

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 $+80^{\circ}\text{C}$ ÷ -30°C
דיפרנציאל של 3°C - 1

ניתן גם להשיג בקופסת פלסטיק עם שקלת מעלות

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

טלקס מס' 46304

מיקוד: 19140

למידע נוסף סמן מס' 29/2

„אוריון“

חשמל לתעשיה מבנים ורשת

שותפות לבצוע ואחזקת

מתקני חשמל

טבריה ת.ד. 457 רח' אילת 1

טל. 6-92455 (067)

- ביצוע, אחזקה, תכנון ופיקוח
- תאורת רחובות, גן ובטחון
- מקלטים ומבנים
- רשתות ותעשיה.

למידע נוסף סמן מס' 29/1

שרות פרסומי - דף למידע נוסף

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

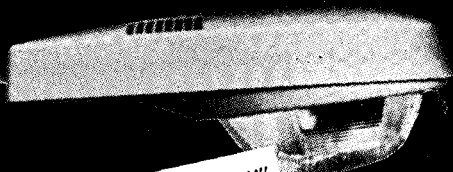
געש מאירה כל מטרה בשטח

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

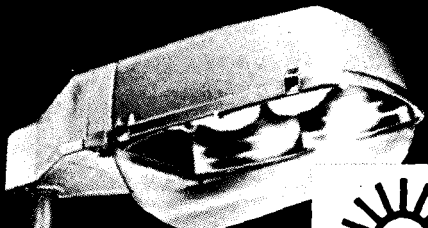


געש מציעה לך מיגוון רחב של פנסים וזרקורים מעולים, העונים על כל צורכי תאורת החוץ. החל מתאורה בחניונים ובמבנים ועד לתאורה בצמתים ובכבישים בין עירוניים.

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



"אמריקו"
לתאורת כבישים ראשיים,
צמתים וככרות.



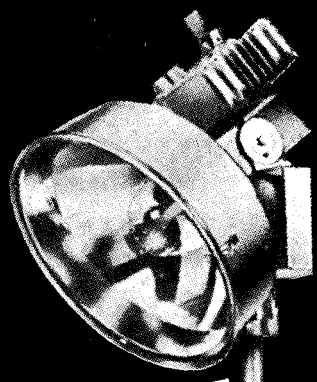
מפעלי תאורה געש

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

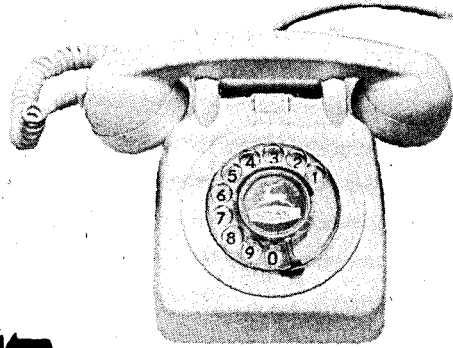
"פיליפס"
התשובה האופטימלית להארת
כבישים בהם דרושה רמת תאורה
גבוהה ואחידה, ללא כל סינוור.



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



"אומני געש"
זרקור המתאים למגרשי ספורט



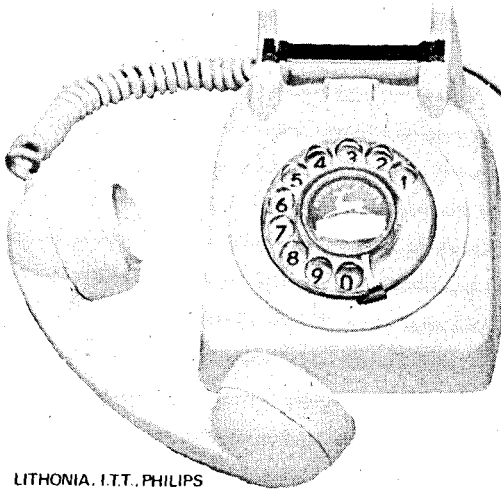
קשר ישיר ממהנדס למהנדס

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

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

(052)78985-8

הם נעדכנו אותך בכל מה שקשור לגופייתאורה ונורות געש. I.T.T., PHILIPS, ISOCEL, MARLIN, RAB, SPERO, COUGHTRIE, HITEK, LITHONIA, אחריו הכל. תאורה היא חלון הראווה של כל פרוייקט.



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

מפעלי תאורה
געש



ק"בון געש: טל 8-78985(052)
מוצרי תכנון רח הארבעה 8 ת.א טל 03)268251
ובכל מרכזי תכנ בארץ.
אזור הצפון: זהר"אור. מפרץ חיפה מול מוסד חושי.
טל 3-21321(04)

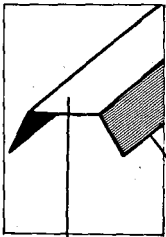
גבר

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

אצלנו רק המחיר מתקלף!

הצבע נשאר! כדי להתגבר על קורוזיה – געש צובע את גופי התאורה שלו בתהליך צביעה אלקטרוסטטי, באבקת אפוקסי, במיתקן צביעה חדיש ומשוכלל.

תהליך צביעה כזה מאפשר מיזור צבע באופן שווה על כל המוצר, כולל הדפנות שבצביעה קונבנציונאלית הן נמצאות מקופחות. למרות שהמינימום הנדרש על פי התקן הוא 30 מיקרון – שכבת הצבע של געש היא מעל 50 מיקרון.



טבעי שתהליך צביעה כזה צריך לייקר את המוצר (כמו בחברות אחרות), אך לא בגעש. בגעש הצבע לא משפיע על מחיר המוצר – רק על איכותו.

מיזור אחיד של צבע מאפשר צביעת כל הדפנות.

שכבת צבע מעל 50 מיקרון.

מהנדס/אדריכל,
דרשו במפרט הטכני
צביעה באבקת אפוקסי.



מפעלי תאורה
געש



קידוך געש: טל 0521789858
מוצרי תכן: רח הארבעה 8 ת"א טל 031268251
ובכל מרכזי תכן בארץ.
אזור הצפון: זהר-אור, מפרץ חיפה, מול מיסד חושי
טל 0417213212-3

זמר

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

ייעוץ חינוך ממקור ראשון.

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

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



מפעלי תאורה
געש 

קניון געש: טל' 8*78985 (052)
מוצרי תכן: רח הארבעה 8 ת"א, טל' 03)268251
ובכל מרכזי תכן בארץ
אזור העפון: זהר-אור, מפרץ חיפה, מול מוסד חושי
טל' 3*21321 (04)

דובר

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

חברת



PHILIPS

הצטרפה לחברה טובה

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

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

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

מפעלי תאורה

געש



קניון געש: טל' 8-78985-052

מוצרי תכן: רח' הארבעה 8, ת.א. טל' 268251-03

ובכל מרכזי תכן בארץ.

אזור הצפון: אהר"אור, מפרץ חיפה, מול מוסד חושי.

טל' 2-3-721321-04

דובר

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

DEVELOPING & EDUCATIONAL CENTER

FOR ADVANCED TECHNOLOGICAL SYSTEMS

1 BAR-KOCHVA st. PETACH-TIKVA, 49261

P. O. B. 2115 PETACH-TIKVA, 49120

PHONE: 03-916692

מרכז פיתוח והדרכה

למערכות טכנולוגיות מתקדמות

רחוב ברכובא 1 פתח תקוה 49261

ת.ד. 2115 פתח-תקוה, מיקוד 49120

טלפון 03-916692

קצת על חברת מ.פ.ה.

חברת מ.פ.ה. מרכז פיתוח והדרכה למערכות טכנולוגיות מתקדמות מתמחה בפתוח ובניית מערכות משובצות מיקרו-מחשבים - במיוחד לתעשייה.

כמרכז, יוזמת השתלמויות וימי עיון בנושאים כדלקמן: (ראה בפרוט הקורסים בהמשך):

- * מיקרופרוסטורים 16 BIT
- * מיקרופרוסטור 4. BIT SLICE
- * קורס אלקטרוניקה תעשייתית מתקדם
- * קורס מבנה נחונים מתקדם
- * קורס מיקרומחשבים תעשייתי
- * קורסים טכניים ברמות גבוהות
- * יום מרכז להכרת המיקרומחשבים.

כמו כן, עוסקת החברה בקידום מכירות בעזרת הדרכה וימי עיון, וסיוע למוסדות חנוך ברכישה, ארגון ותכנית לימודים במיקרופרוסטורים.

ההשתלמויות דלעיל מאורגנות לאנשי תעשייה ולמורים מרכזים במערכת הטכנולוגית בכמות הגבוהות של ביה"ס התיכוניים ומוסדות להשכלה גבוהה.

החברה תשמח לשרת כל גורם המעוניין לפתח את הנושאים הנ"ל - המעוניינים יתקשרו: מ.פ.ה. מרכז פיתוח והדרכה - רח' ברכובא 1 פתח-תקוה, ובטלפון - 03-916692.

במידה ורצונך בדפי מידע בנושאים טכניים כלשהם אנא ציין בטופס המצ"ב.

גור כאן ושלה

טופס בקשת דפי מידע

לכבוד

מרכז פיתוח והדרכה

רח' ברכובא 1 פתח-תקוה 49261

טל': 03-916692.

אני מבקש חומר אינפורמטיבי בנושאים/ או יעוץ בנושא, פרט:

1. CPU - 8 BIT - 16 BIT פרט איהו סוג:

2. ערוצי תקשורת סטנדרטיים (VERS, BUS, VME, BUS וכו').

3. תוכנה אפליקטיבית NATIONAL, MOTOROLA למטרות תעשייתיות.

4. נושאים נוספים במערכות משובצות מיקרומחשבים, פרט:

5. אלקטרוניקה תעשייתית, פרט:

אין טופס זה מהווה התחייבות כלשהי מצד חברת מ.פ.ה.

שם	שם המפעל:
כתובת	כתובת
מיקוד	מיקוד
טלפון	טלפון

פרוט תוכנית הדרכה מרץ - ספטמבר חברת מ.פ.ה.

א. יום השתלמות להכרת המיקרו-מחשב

מיקרו-מחשב מהו? כיצד הוא פועל? על שאלות אלה ואחרות נענה ביום ההשתלמות שייתקיים בקביעות פעם בשבוע: בימי שישי משעה 08.00 עד 13.00.
המקום: סמינר הקיבוצים - דרך חיפה תל-אביב.
יום ההשתלמות מותנה בהרשמה של 25 משתתפים לפחות.

1. תוכנית: עקרונות התכנה
2. עקרונות תרשימי זרימה
3. שפת מכונה
4. שפת עילית
5. שפת האסמבלר
6. הזכרונות וסוגיהם במיקרו-מחשבים
7. תאור פרויקטים במיקרו-מחשבים
8. רב שיח - איזה מיקרו מחשב לרכוש למטרות שונות.

ההשתלמות תתבצע בעזרת שקפים ותסתייע בהדגמה מעשית

ב. קורס מיקרו מחשבים תעשייתית (65 שעות):

הקורס מיועד: לאנשי תעשייה בעלי ידע באלקטרוניקה.

1. תוכנית הלימודים: לוגיקה בסיסית כולל מהות הערוצים ה - BUS.
2. ה - CPU.
3. הפקודות בשפת מכונה ואסמבלר (6502 או 6809).
4. כתיבת תוכניות באסמבלר ועקרונות התוכנה
5. הבנת האלמנטים ההקפיים ותפקידם במערכת.
6. כניית פרויקטים קטנים משובצים מיקרו מחשבים.
7. עקרונות שפת ה - BASIC.

שיטת הלימוד: הרצאות, הדגמות, תרגילי כיתה ובית והרצת תוכניות על מיקרו-מחשבים.

ג. קורס אלקטרוניקה תעשייתית, בסיסי:

מס' השעות: 85 שעות.

בערב: פעמיים בשבוע פגישה בת 4 שעות 20.30 - 17.00.

כיום: יום מרוכז מ - 08.30 - 15.30.

הקורס מיועד: לאנשי תעשייה בעלי רקע טכני וחשמלאים ברמות שונות.

תכנית הלימודים:

1. חשמל: מעגלי AC, DC
2. שיטות ומכשירי מדידה
3. רכיבים פסיביים ואופיניהם ב - AC ו-DC

אלקטרוניקה: 1. חצאי מוליכים-הדיודה, הטנזיסטור הביפולרי וטכנולוגיה ה - FET.

2. מערכות ישור סינון ויצוב.
3. הטנזיסטור כמתג וכמגבר
4. עיצוב פולטים בעזרת מעגלי סכימה וגזירה
5. תכונות ושימושים של אלמנטים תעשייתיים PUT TRIAC SCR UJT ועוד.
6. מולטי ויברטורים, חד יציב, אל יציב, וכו' בישומי תעשייה.
7. ה - 555 באלמנט תעשייתי
8. עקרונות מעגלי החמרה - DC - DC
9. מגברים אופרטיביים.
10. סיבים אופטיים וסנסורים תעשייתיים.
11. מצמדים אופטיים.
12. לוגיקה, משפחות לוגיות
13. מערכת פיקוד לוגית (דיאגרמת סולם) ותיכנות PLC
14. סקירה קצרה על זכרונות מונוליטים.

קורס אלקטרוניקה תעשייתית מתקדם:

מס' שעות: 60 שעות.
בערב: פעמיים בשבוע 20.30 - 17.00 - פגישה בת 4 שעות.
ביום: יום מרוכז מ - 08.30 - 15.30.

הקורס מיועד: לטכנאי אלקטרוניקה ובוגרי קורס אלקטרוניקה בסיסית.

- תוכנית הלימודים:
1. חזרה על רכיבי אלקטרוניקה תעשייתית UJT, SCR, PUT, TRIAC, DIAC
 2. חצוגות 5 x 7
 3. מצמדים אופטיים ואקוסטיים
 4. פליפ פלופים לסוגיהם
 5. מונים
 6. טימרים ומולטיומטרטורים
 7. אוגרי הזזה לסוגיהם
 8. מפענחים ENCODERS
 9. מולטיפלקטרים
 10. מעגלי חישוב עם CARRY LOOK AHEAD
 11. יחידת החישוב ALU
 12. מגברים אופרטיביים
 13. משוונים
 14. עקרונות PLL ושימושי
 15. ממירים D/A A/D
 16. מעגלי דגימה SAMPLE & HOLD
 17. זכרונות מונוליטיים.

הקורסים יתקיימו באיזור המרכז בין החודשים אפריל-יולי,
כל קורס מתוכנן להתבצע כקורס בוקר יום מרוכז או קורס ערב 2 פגישות שבועיות בנות 4 שעות הרצאה

יום השתלמות: עקרונות ה - P.L.C. ותכנותו

מלון "השרון" הרצליה

- מועד השתלמות: סוף מאי בין השעות 16.00 - 08.30.
השתלמות מיועדת: להשמלאים ברמות שונות המעוניינים להכיר את עקרונות הפיקוד הלוגי.
תוכנית יום העיון:
1. מהו ה - P.L.C. ואפשרויות השימוש בו.
 2. מהי דיאגרמת הסולם.
 3. עקרונות תכנות בדיאגרמת הסולם
 4. כתיבת תוכניות ב - P.L.C. תוך הצגת בעיות מעשיות מהתעשייה.
 5. היתרונות והחסרונות ב - P.L.C.

ההרצאות יתנו על ידי אנשי תעשייה מיומנים בנושא

הסכום: 2000 שקל כולל מע"מ למשלמים עד יום העיון. הסכום כולל: ארוחת צהריים, כיבוד קל חומר מודפס.

2750 שקל כולל מע"מ למשלמים לאחר המועד הזה.

אנא הקדם להרשם על מנת להבטיח את מקומך ביום השתלמות

יום עיון: סיבים אופטיים בתעשייה ברפואה ובתקשורת

מלון "השרון" הרצליה

מועד יום העיון: תחילת יוני בין השעות 16.00 - 08.30.
יום העיון מיועד: לאנשי תעשייה, בעיקר חשמלאים מסוגים שונים ואנשים המתעסקים בפיקוד והעברת מידע.

- תכנית יום העיון:
1. מהות הסיבים האופטיים
 2. יישומי הסיבים בתעשייה
 3. יישומי הסיבים ברפואה
 4. יישומי הסיבים בתקשורת

ההרצאות ינתנו על ידי החברות המובילות בנושא

הסכום: 2200 שקל למשלמים עד יום העיון
2800 שקל למשלמים לאחר יום העיון

הסכום כולל: ארוחת צהריים, כיבוד קל חומר מודפס

אנא הקדם להרשם על מנת להבטיח את מקומך ביום העיון

DEVELOPING & EDUCATIONAL CENTER

FOR ADVANCED TECHNOLOGICAL SYSTEMS
1 BAR-KOCHVA st. PETACH-TIKVA, 49261

P. O. B. 2115 PETACH-TIKVA, 49120

PHONE: 03-916692

מרכז פיתוח והדרכה

למערכות טכנולוגיות מתקדמות

רחוב בר-כוכבא 1 פתח-תקוה 49261

ת.ד. 2115 פתח-תקוה, מיקוד 49120

טלפון 03-916692

ריכוז תוכניות הדרכה מספטמבר 83 לאנשי תעשייה :

מחיר כולל מע"מ	מז' שעות	מועד בשוער	הקורס
שקל 1,000	8	ספטמבר 83	יום השתלמות מרוכז מיקרו מחשבים
שקל 10,000	65	יום 30/9 יום 'מח' 8.00-13.00 מח' ערב 4/9 ימים א., ד' 17.00-20.30	קורס מיקרו-מחשבים תעשייתי בסיסי קורס אלקטרוניקה תעשייתית בסיסי קורס אלקטרוניקה תעשייתית מתקדם
שקל 15,000	85		
שקל 10,000	60		
שקל 2,000	יום	21.7.83	יום השתלמות: עקרונות ה-P. I. C. וחכנותו
שקל 2,200	יום	28.7.83	יום עיון: סיבים אופטיים בתעשייה, ברפואה ובחקשורת

כל הארועים מותנים בהרשמת מינימום של מועמדים שתקבע על ידי הנהלת מ.פ.ה.
המעוניינים באחת או יותר מפעולות ההדרכה לעיל ימלאו את השאלון המצ"ב וישלחו אותו בצרוף שכר לימוד
לכתובת הר"מ בטופס ההרשמה.

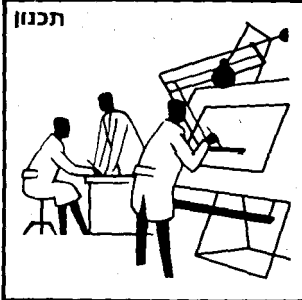
המחירים הינם קבועים למשלם את כל הסכום לפני מועד פתיחת הקורס.
ניתן לשלם ב-3 תשלומים חודשיים בתוספת 10% לחודש

טופס הרשמה לארועי הדרכה חברת מ.פ.ה. - מרכז פיתוח והדרכה

לכבוד
מרכז פיתוח והדרכה
רח' בר-כוכבא 1 פתח-תקוה 49261
טלפון: 03-916692.

אני מעונין להרשם לארוע:

שם פרטי ומשפחה	טלפון
כתובת מגורים	מיקוד
שם מקום העבודה	השכלה
כתובת כעבודה	מצ"ב המחאה מס'
תפקיד	שקל עבור השתתפות בקורס



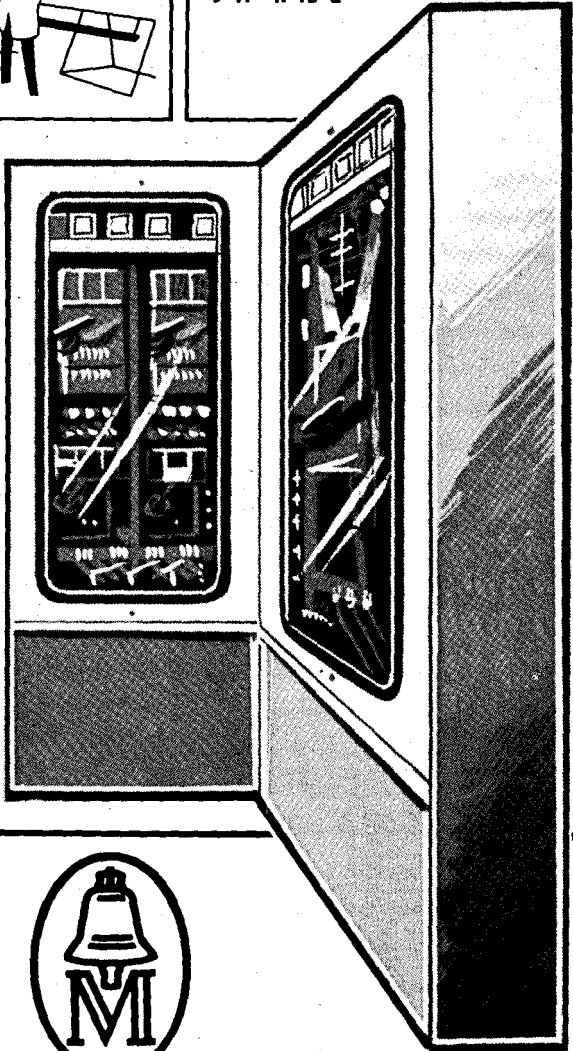
אמינות
איכות
אחריות

NZMH

ניצול אופטימ
(בהתאם לחוק הו

הגנה על ה
מגבילי זרכ

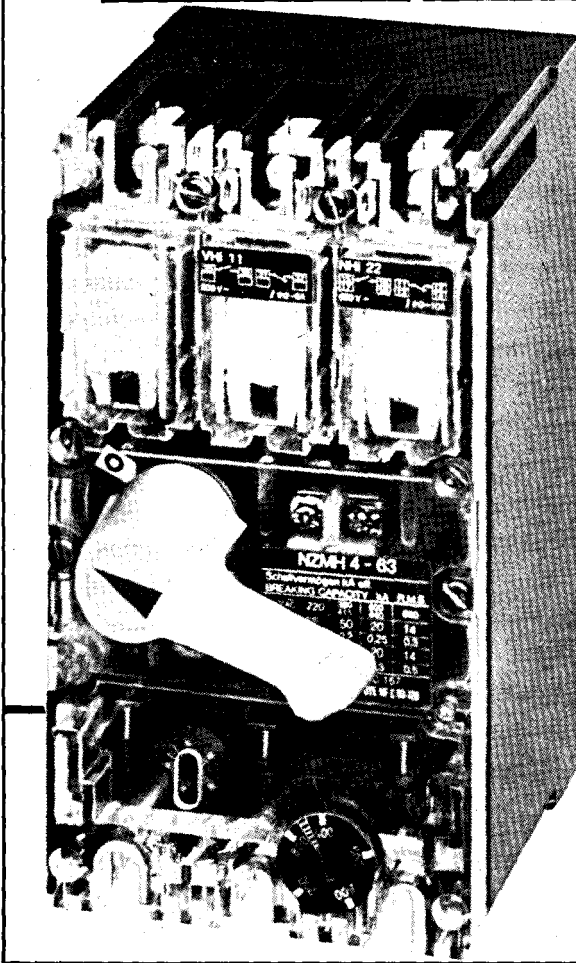
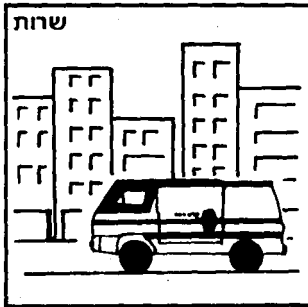
דרוש: א.ט. 44



קבוצת קצנ

משרדינו הטכניים תמיד קרובים אליך
קצנשטיין, אדלר ושות' בע"מ.
מחלקת התקנות
הנדסה אלקטרו מכנית חיפה בע"מ.
לוחות והנדסת חשמל כפר-סבא בע"מ
קדקו בע"מ.
ק.מ.ק. הנדסת חשמל בע"מ
ק.א.אלקטרו-מכניקה באר שבע בע"מ.





NZM —

י של הכבלים
 זמל, עידכון 1982)

תקון על ידי
 NZMH —

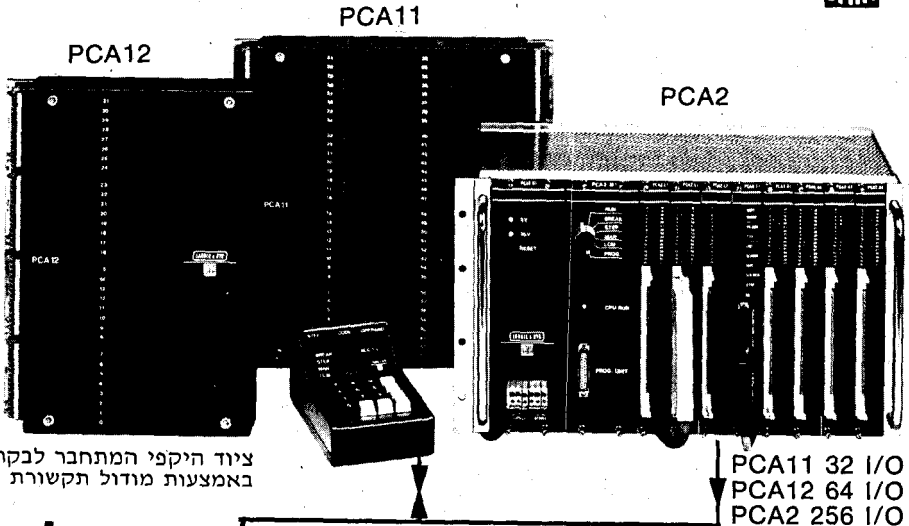
א.ט. 45 — ד.פ. 2021

טיין אדלר

03-614668	טל.	ל-אביב,
03-332946	טל.	ל-אביב,
04-532175	טל.	יפה,
052-24003	טל.	פר שבא,
051-26719	טל.	שקלון,
02-536332	טל.	ישראלים,
057-35916	טל.	אר-שבוע,

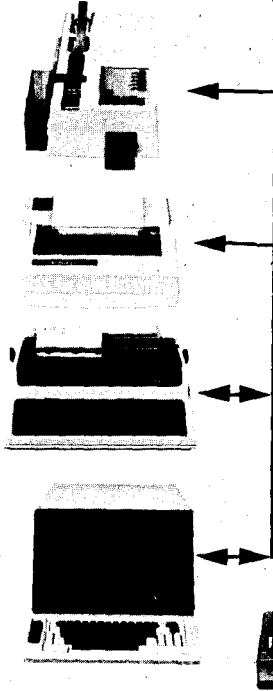
מציעה לכם בקר מתוכנת במחיר מתחת ל \$1000 (PCA12)*

LANDIS & GYR



ציוד היקפי המתחבר לבקר
באמצעות מודול תקשורת

PCA11 32 I/O
PCA12 64 I/O
PCA2 256 I/O



• שפת הפעלה קלה הכוללת 32 פקודות בלבד, לכל משפחת הבקרים. לכתובה, לפי תרשים זרימה ו/או דיאגרמת סולם, של עד 16 תכניות במקביל.

• הבקר כולל: 32 טיימרים ומונים, 712 ממסרים פנימיים (Flags) מתוכם 235 לא נמחקים בהפסקת חשמל, 1-2K זכרון משתמש (פקודות יחודיות לבקר SAIA-PC מאפשרות ניצולת גבוהה של זכרון המשתמש השקול ל-4K-3 בבקרים אחרים).

• תכנות, בדיקת מערכת, בדיקת מצב כניסות ויציאות, באמצעות יחידת תכנות ידנית פשוטה.

• לבחירתך 5 סוגי מודולים I/O:
24 וולט טרנזיסטור

(ex) NAMUR

24 וולט עם בידוד אופטי

24 וולט 2 אמפר מגע יבש

230 וולט 3 אמפר מגע יבש (PCA)

* מחיר PCA12+8-0+8-1k זכרון משתמש 1720 S.F. R

מחשב

נציגים בלעדיים בישראל

מ.ד. לוונשטיין בע"מ

הגדוד העברי 10 תל אביב 66851

ת.ד. 1296 תל אביב 61012

טל. 03-622787

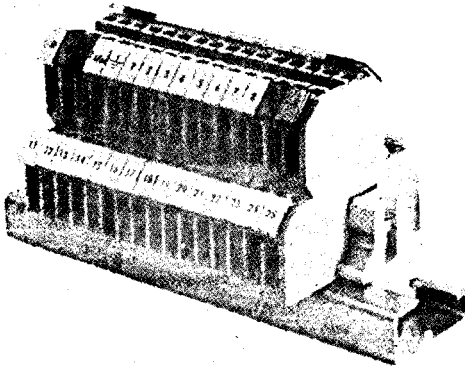
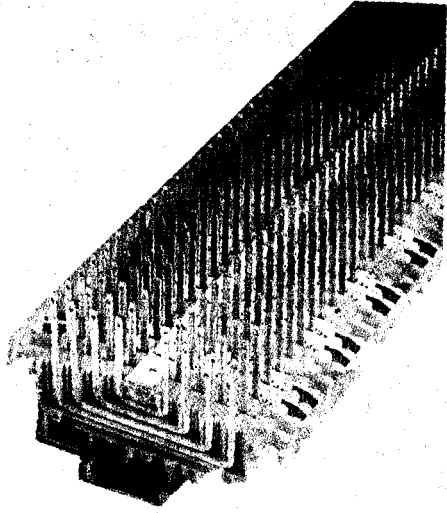
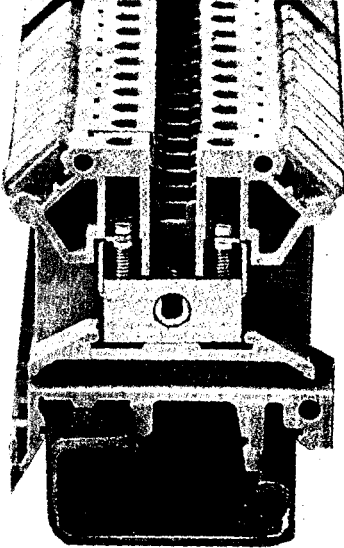


**Phönix
Terminals**

פְּנִיקְס

...of copper plus ideas

המהדק האידיאלי



- * להרכבה מהירה
- * על שלושת סוגי מסילות OLS
- * לארס חזק עד 240 מ"מ"ר
- * לאלקטרוניקה
- * לתעשייה הכימית
- * לאזורים נפיצים (Ex)
- * להברגה, הלחמה, לחיבור בתקע
- * ובנוסף: כרטיסים למעגלים מוזפסים

סניף אזור הצפון:
רח השיש 3, חיפה.
טל. 04-740801

המשווק

אטקה בעמ

בני ברק רח' בר כוכבא 6 טל: 03-707146

SACE סַצ'ה

מפסק זרם נובומקס חדש

G 2

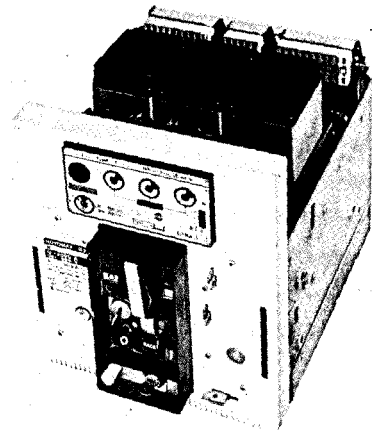
מתח עד 660 וולט

1250, 1600, 2000 א'

380 וולט, 50 קא'

סימוני אזעקה שונים
להפעלה מגנטית או תרמית

מגוון של נעילות וחיגורים



סניף אזור הצפון:
רח' השיש 3, חיפה.
טל. 04-740801

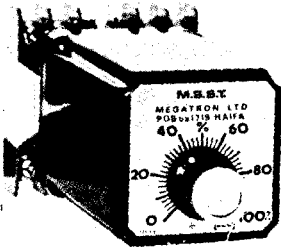
המשווק

אטקה בטח

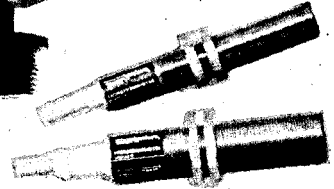
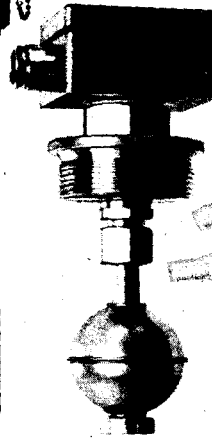
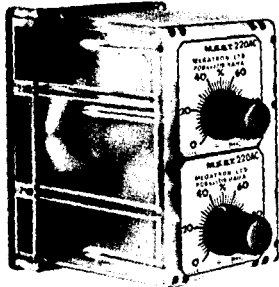
בני ברק רח' בר כוכבא 6 טל': 03-707146

יצרנים של:

- * מערכות התרעה
- * קוצבי זמן מהבהבים
- * יחידות להמרת סיגנלים
- * בקרים מיוחדים
- * מתקנים ומכשור בהתאם למפרכי המזמין



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



מפיצים של:

- מבסקי לחץ טמ' חרימה
- מבסקי קרבה אינדוקטיביים
- ומבסקים מגנטיים
- בקרי גובה

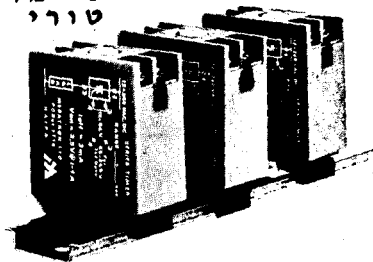
אחריות 5 שנים לפעולה תקינה!

למידע נוסף סמן מס' 29/17

למידע נוסף סמן מס' 29/16

חדש!
טיימר
טורי

M.S.S.T. 701

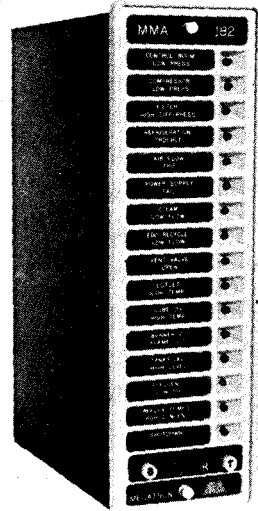


- יחידה אחת המתאימה למתח החל מ-12 וולט ועד 230 וולט.
- 10 תחומי זמן ניתנים לבחירה ע"י חיבור פנימי מ-1 שניה עד 16 דקות.
- מתאים למסילת DIN סטנדרטית, איכות מעולה במחיר נמוך (\$ 17).
- אספקה מהמלאי!
- דגם B 702 שהשית פולס (וש רלי).
- דגם F 702 טיימר מחזורי (בלינקר)
- דגם X 701 — "זמן התאוששות" 10 מילי שניות.

למידע נוסף סמן מס' 29/19

MMA 182

מערכת התרעות ממוחשבת MMA-182 אחת קטנה נולדה למשפחת מערכות ההתרעה של מגטרון. המערכת החדשה מבוססת על מיקרו מחשב, אשר מאפשר גמישות רבה והתאמה לכל הדרישות הנוכחיות והשינויים שעלולים להופיע בעתיד. בחירת כל האופציות מתבצעת ע"י קביעת מבסקים זעירים (Bit-Switches) המערכת מיועדת עבור 16 ערוצי התרעה, ויכולה לקבל כניסות מכל סוג שהוא.



למידע נוסף סמן מס' 29/18

megatron

מגטרון



megatron

electronics & controls ltd.

אלקטרוניקה ובקרה בע"מ

ת.ד. 1719 חיפה, טל. 04-888356

טלריותים השמליים פוכניים

חברת בת של מקורות חברת מים בע"מ
חולון, רחוב הפלדו * ת.ד. 308 חולון 58102 * טלפון 03 806111



ipc בקר מתוכנת

מערכות מיקוד עם בקר מתוכנת

- * התחליף היעיל לכל מערכת פיקוד רגילה.
- * פשוט בתכנון, הרכבה, הפעלה.
- * תחום רחב של ביצועים.
- * מתאים למתקנים כגון: מכוני שאיבה
תעשיות
בתי אריזה
תחנות קמח
מכוני תערובת

* מתן הכשרה למזמין לתכנות המערכת לפי צרכי המתקן.

רק בטבע
תמצא מקור כוח
אמין יותר
מאשר Onan



גישה זו של "מערכת מורכבת" מאפשרת לנו להציע לך אחריות ממקור אחד בלבד, דבר אותו לא תקבל מאלה האוספים את כל הרכיבים מיצרנים שונים ומרכיבים אותם יחד. **אמינות** – הבאה לידי ביטוי בארגון מכירות, שרות ואספקה שוטפת של חלקי חילוף. **אמינות** – הינה תוצאה של נסיון מתמשך של למעלה מ-50 שנה של פעילות.

רק כוחו של הטבע אמין יותר מ"ONAN".

האמינות – של ONAN היא שעושה את ההבדל. **אמינות** – במערכות כח לשעת חרום ובמערכות כח ניידות, בתחום הספקים של 1.5 קילוואט עד 4.0 מגאוואט. **אמינות** – היא המטרה של מחקר ופיתוח מתמשך לגילוי צרכי לקוחותינו. **אמינות** – זהו היעד אליו מופנות סדרות הבדיקות הקפדניות של המוצר, ברמת הרכיב הבודד ועד ל"מערכת המורכבת".

נציגים בלעדים: א.מ. הנדסה בע"מ שד' רוטשילד 15 ת"א טל' 652010, 653848

Onan

לדשותך צוות אנשי מכירות וקטלוג מוצרים הגדול בארץ

יבואנים ומפיצים בלעדיים:

NAUO
מכשקי השמל
בתיים



בלגיה

KÜHNEL

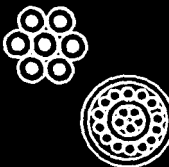
ביקוד
בוטואלקטרי



אוסטריה

**CONZEN-
KABEL**

כבלים



גרמניה

FRIEDLAND

פנתונים
לבית
ולמפעלים



אנגליה

MAEHLER & KAEGE

ציד חוגן
התפוצצות



גרמניה



קשתן חומרי השמל בע"מ

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

יעד אלקטריקה

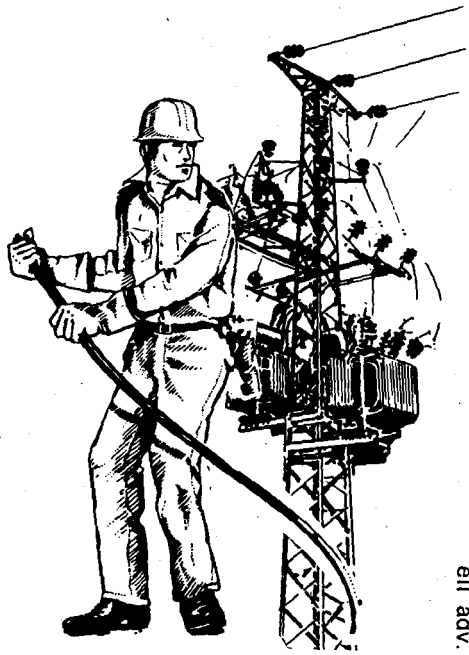
שרות וביצוע
עבודות חשמל בע"מ

נצרת עילית.
אזור תעשייה ב'
רח' העמל 3, ת.ד. 609
טל. 065-74434

מפיצים בלעדיים
בצפון הארץ
לציוד טלמכניק



Telemecanique



eli adv.

ברק כ"ח בע"מ

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

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

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

* למקררי NO FROST
עם תו-תקן ושנה אחריות

להשיג: במפעל

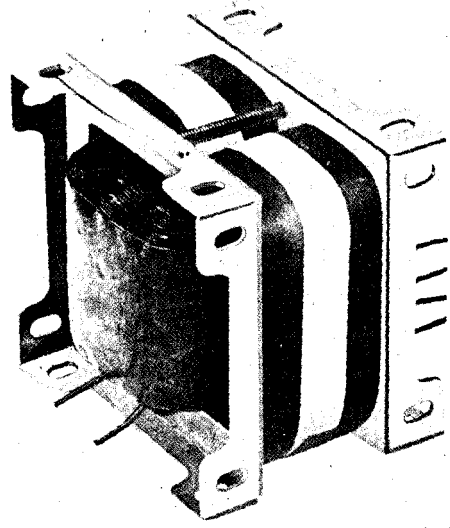
ברק כ"ח

ייצור טרנספורמטורים (שנאים)

רח' רוויגו 8, בינת שד' הר ציון 91

תל-אביב

או בחנויות חומרי חשמל

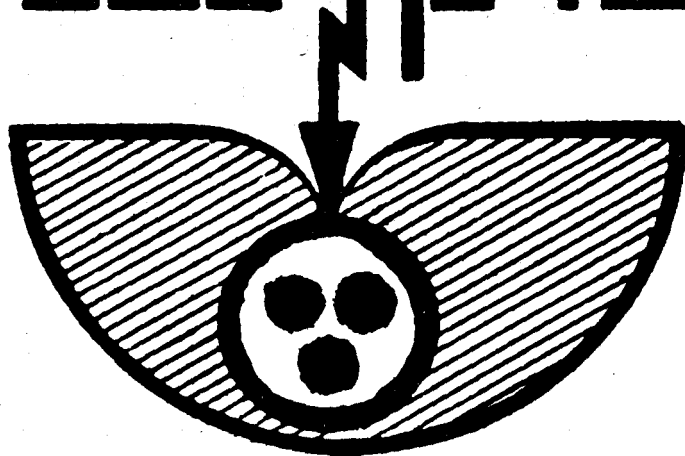


שד' הר ציון 91 (סמטת רוויגו 8)

838316, 833475

טל:

בדיקת כבל



בדיקת כבלים
קביעת מקומם בשטח
אתור מקום התקלה

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

ת.ד. 27154, יפו 61271

טלפון: 821661

חברת

שנאים

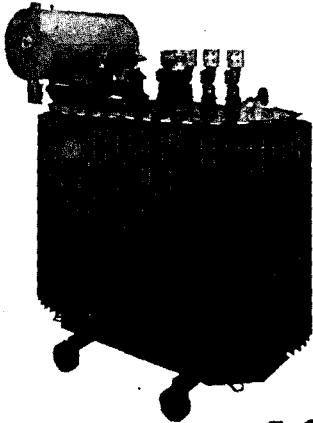
טרנספורמטורי חלוקה

100-2500 קו"א.

הידעת שנאי ASEA זולים ובעלי הפסדים נמוכים ! ! ! !

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

פנה אלינו לקבלת מידע נוסף ! ! ! !



ציוד מיתוג מתח גבוה ASEA

מפסיקי זרם בשמן מינימום ASEA-HKN ל-22 ק"ר ול-13.2 ק"ר הם הטובים והזולים בשוק היום!

משני הזרם ומשני המתח הידועים בטיבם

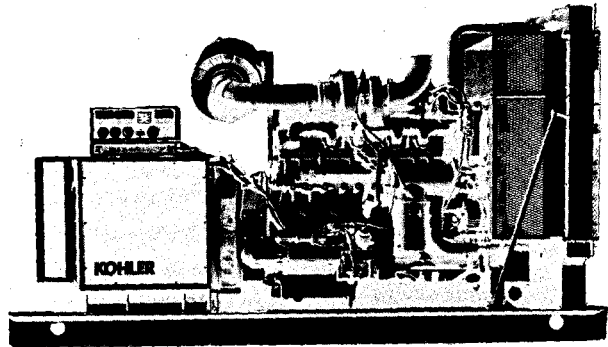
. הגנות ASEA ללוחות מתח בינוני וקוימתח גבוה:

- א. ריליים אולטרמכניים RI, RIDA, RVBA.
- ב. ריליים אלקטרוניים חדישים.
- ג. ממסרי זלינה מתח גבוה.
- ד. הגנות דיפרנציאליות לשנאים.
- ה. הגנות מרחק לקוים.
- ו. הגנות פסי צבירה.

דיזל גנרטורים וציוד אל-פסק

- מערכות UPS ASEA עד 300 קו"א ביחידה אחת המהימנים ביותר.
- דיזל גנרטורים בגדלים 5000 — 1.5 קו"א במלאי.
- מערכות אל-פסק עם גלגל תנופה למפעלי פלסטיק בארץ.
- גנרטורים עם מנועי בנזין 5 קו"א במלאי במחירים הזדמנותיים.

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



שימו לב
לבתוקתנו
החדשה

הנדסת השמל בע"מ-ASEA

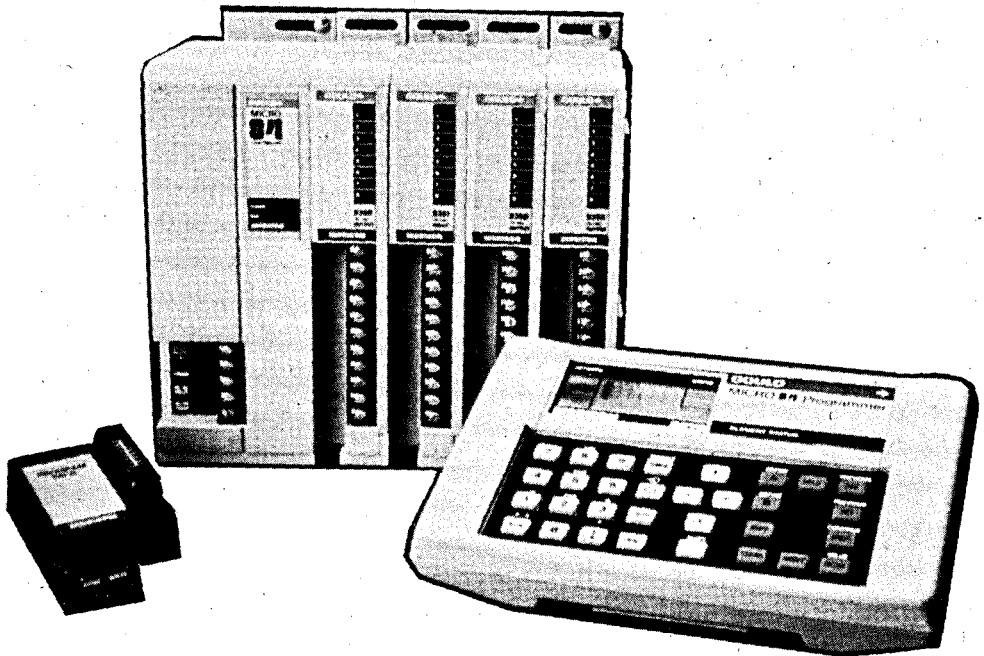
ביאליק 129 — ת.ד. 8229 רמת גן 52523 (ליד גשר ההלכה)
טלפונים: 03-729146-7-8 טלקס לועזי 32154

מודיקון מיקרו 84

בקר קטן - ביצועים גדולים!

- תכנות פשוט וקל
- מקיף בתכונותיו
- קומפקטי ונח להתקנה
- גמיש ומודולרי
- אבטחה מלאה

לתעשייה ולחסכון באנרגיה
הבקר המתוכנת הקטן, אשר נועד
להחליף את מערכות הבקרה
המבוססות על ממסרים.
אידאלי למשימות בקרה קטנות
הדורשות בין 6 ל-60 ממסרים.



בקרה ואוטומציה בע"מ **אפיקון**

אפקון מקבוצת פויכטונגר תעשיות

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

אספקה לשעת חרום ומערכות הזנה בלתי כופסקות (UNINTERRUPTED POWER SUPPLY) U.P.S.

אינג' ד. קן־דרור

בעידן הטכנולוגי הממוחשב והמתקדם קיימות מערכות רבות אשר אספקת חשמל בלתי סדירה עלולה לשבש את פעולתן ואף יכולה לגרום לנזק לציוד ו/או לאיבוד מידע שלעיתים נאגר בהן ונאסף זמן רב.

מערכות הדורשות אספקת חשמל סדירה

דוגמאות למערכות הדורשות אספקת חשמל סדירה הן רבות:

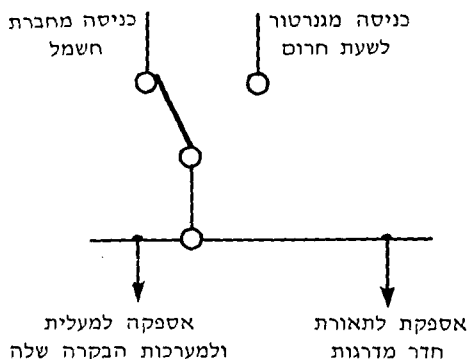
לדוגמא; במיבנה רב קומות בו מותקנת מעלית. בהחלט לא נעים להתקע במעלית כזו בזמן הפסקת חשמל ו/או להשאיר במיבנה כזה ללא תאורה. פיתרון לבעיה זו הינו כמובן, גנרטור לשעת חירום. גנרטור זה, נכנס לפעולה באופן אוטומטי כאשר הוא חס בהפסקת חשמל, ואז הוא בדרך כלל מזין את המעלית ואת תאורת הדר המדרגות.

כמובן שהתקנת גנרטור כזה, כמו כל התקנה אחרת הקשורה לרשת החשמל, טעונה אישור מהרשות המוסמכת לכך, וכמו כן אמצעי הגנה מתאימים תוך שמירה קפדנית על כל תקנות החשמל וכללי הבטיחות ובמיוחד במיתקן המקבל הזנה משני מקורות.

בדוגמא הנזכרת, ראינו מיקרה בו חשובה אספקת חשמל סדירה. מלבד רגע לא נעים לאנשים שבמעלית, לא נגרם שום נזק, ותוך מספר שניות המשכיה המעלית לתפקד. סכימה עקרונית של מיקרה זה נראה בציור מס' 1.

ציור מס' 1

סכימה עקרונית (ללא מערכת הגנות) לאספקת חירום לבנין רב קומות.



יש לציין, כי במיקרים בהם נכנס לפעולה גנרטור לשעת חירום כמתואר, קיימת הסיבות ליצירת השגיאה מסויימת בין הפסקת החשמל במערכת הראשית, לבין כניסת הגנרטור לשעת חירום לפעולה, ולהיפך, בין סיום פעולת הגנרטור לשעת חירום והתחברות מחדש לרשת החשמל הראשית.

הסיבות לכך הינן, מניעת "היבהובים" וגלים עליונים עקב תופעות מעבר של מנועים, קבלים ומכשירים שונים אחרים המחוברים לרשת. תופעות מעבר כאלו יכולות לגרום הרס לציוד הניזון מהרשת.

מערכות חשמל המחייבות אספקה רציפה

קיימות מערכות חשמל בהן נדרשת אספקה רציפה כגון:

תהליכי ייצור ממוחשבים.

מחשבים המשמשים בנקים.

אמצעי תקשורת אוטומטיים להעברת מידע.

תהליכי ניתוח בבתי חולים.

מרכזי מחשבים.

מערכות ביטחוניות.

במערכות הללו, במיקרה של הפסקת חשמל, ולו הקלה ביותר, תשתבש פעולתן וייתכן אף שיאבד מידע שנאסף ונאגר זמן רב מבלי שניתן יהיה לשחזרו.

מערכות הזנה בלתי מופסקות

כדי להבטיח מערכות חשמל רגישות אלה, על מנת שיקבלו אספקת חשמל סדירה ממקור בעל אמינות גבוהה ביותר, מתקיימים מערכת הזנה בלתי מופסקת. מערכת כזו מזינה את העומס באופן רצוף ומיוצב, ללא כל הפרעה גם במיקרה הפסקת חשמל ברשת האספקה. בהמשך נביא דוגמאות עקרוניות של סידור אספקה ממערכת הזנה בלתי מופסקת.

מערכת הזנה בלתי מופסקת לאספקת זרם ישר

כאשר מדובר בצרכן חשמלי, הצורך זרם ישר בהספקים לא גבוהים, השיטה פשוטה.

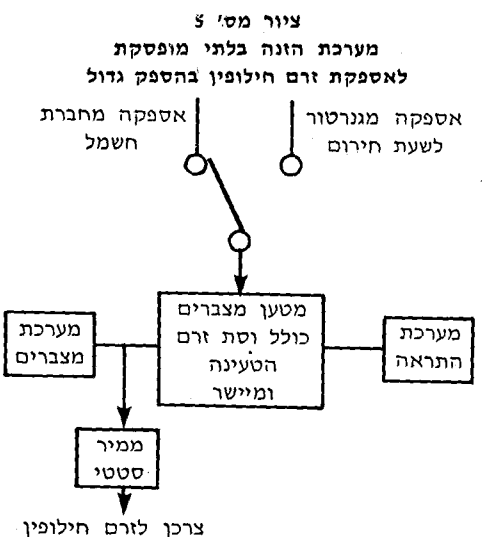
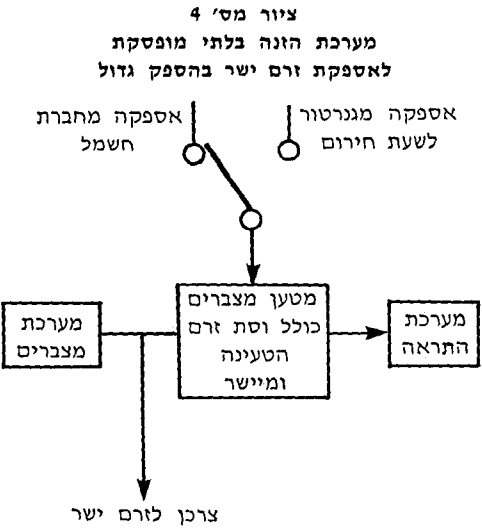
לרשת האספקה הרגילה, מחברים מטען מצברים, המשמש טעינת פיצוי למצברים המחוברים אליו והעומס מזין ישירות מהמצברים. מצב זה נראה בציור מס' 2. במיקרה הפסקת חשמל למטען, יופעל צופר אזעקה ותידלק מנורה אדומה המציינת חוסר אספקה למטען. העומס המחובר למצבר ימשך לקבל הזנה מהמצבר, ללא כל "היבהוב" או הפסקה, אך המצבר לא יטען.

אינג' ד. קן־דרור — יחידת הרשת הארצית, חברת החשמל.

מערכת הזנה בלתי מופסקת להספק זרם ישר בהספק גדול

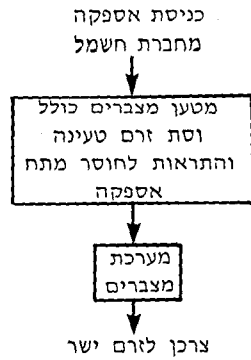
כאשר נדרש גיבוי להספק גבוה (מעל 10 קו"א) לזמן ממושך, ליותר ממספר דקות, לא כדאי השימוש במצברים בלבד, מפאת מחיר, משקל ונפח המצברים.

במיקרה זה תשמש מערכת ההזנה הבלתי מופסקת כ-BUFFER, אשר תתמוך בעומס עד שיופעל גנר-טור שימשיך לספק את ההספק הדרוש. סכימה עקרונית של מערכת זו נראה בציור מס' 4, עבור צרכנים הצורכים זרם ישר, ובציור מס' 5, עבור צרכנים הצורכים זרם חילופין.



במצב של אספקת חשמל תקינה כאמור, המטען ישמש רק לטעינת פיצוי למצברים, ואילו לאחר הפסקת חשמל, המטען יזרים זרם גדול יותר לטעינת המצברים ואחר כך ימשיך בעבודה רגילה. לשם כך קיים וסת זרם טעינה אוטומטי.

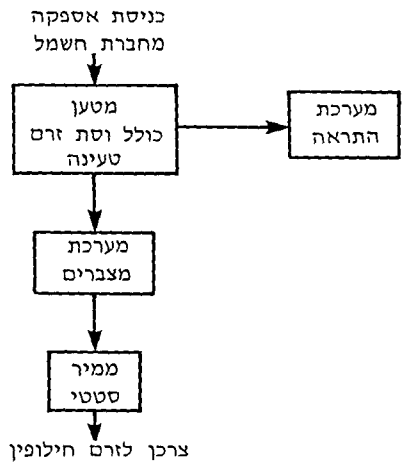
ציור מס' 2
מערכת הזנה בלתי מופסקת לאספקת זרם ישר



מערכת הזנה בלתי מופסקת לאספקת זרם חילופין

כשמדובר בצרכן חשמלי הצורך זרם חילופין בהספקים לא גבוהים, קיים סידור דומה; לרשת האספקה מחוברים מטען מצברים ומצברים, בדומה לשיטה המתוארת בציור מס' 2. אך ההבדל יהיה באמצעות חיבור ממיר סטטי (הבנוי ממוליכים למחצה) למצברים, אשר ממיר את הזרם הישר לזרם חילופין, בתדר הרצוי בהתאם לציור מס' 3.

ציור מס' 3
מערכת הזנה בלתי מופסקת לאספקת זרם חילופין



גבוי לצרכני זרם ישר

השיטה במיקרה זה היא כדלקמן: מנוע סינכרוני מקבל הזנה באופן קבוע מרשת האספקה של חברת החשמל. בזמן אספקה סדירה, יכול לשמש מנוע זה גם כקבל סינכרוני לשיפור מקדם ההספק במערכת. לציר המנוע הסינכרוני מחובר גלגל תנופה ומנוע דיזל בעל שסתומים פתוחים.

במיקרה של הפסקת חשמל, הופך המנוע הסינכרוני לגנרטור סינכרוני, כשגלגל התנופה בעל האינרציה הגבוהה, מסובב תחילה את הגנרטור הסינכרוני וכך תומך ברציפות באספקת החשמל עד שסתומי מנוע הדיזל ניסגרים והוא מותנע. עם החזרת אספקת חשמל לסידרה, ולאחר סינכרון המערכת, הופך שוב הגנרטור הסינכרוני למנוע סינכרוני, וכך מובטח שתתאספק חשמל רצופה, ללא הפסקות.

מעגל המורכב ממערכת זכרונות וממערכת עומס

במעגל המורכב ממערכת זכרונות וממערכת עומס, שבו חשיבות אספקת החשמל ללא הפסקה היא אך ורק לזכרונות, כשאינן חשיבות גדולה, אם מערכת העומס תופסק למספר שניות בעת קרות הפסקת החשמל, מומלצת התקנת מערכת משולבת של הזנה בלתי מופסקת, שתספק חשמל למעגלי הזכרונות ולמעגלי העומס, יסופק חשמל מגנרטור לשעת חירום.

בכל מיקרה של בחירת צורת אספקת חשמל למערכת, יש לשקול את המיקרה המיוחד לנופו מבחינת: המערכת המוזנת, הכדאיות הכלכלית והבטיחותית לשם בחירת שיטת הזנה מתאימה.



בטח שחשוב להגיע בכל המהירות אל מקום העבודה, אבל בחיך — לא בכל מחיר !!!

בציור מס' 4, בזמן של אספקת חשמל תקינה, מחובר המפסק המחלף לרשת האספקה מחברת החשמל ומזין את המצברים, מערכת המצברים מקבלת במצב זה טעינת פיצוי, כאשר העומס מזון דרך המיישר. במיקרה של הפסקת חשמל, מופעלת מערכת התראה, העומס ממשיך לקבל הזנה רצופה, כאשר המצברים במיקרה זה תומכים באספקת חשמל, עד שהגנרטור ניכנס אוטומטית לפעולה ומתייצב (תהליך של שניות עד דקות).

עם חזרת אספקת החשמל לתקינה, ולאחר שהייה מסויימת (כפי שהסברנו במיקרה של אספקה מגנרטור לשעת חירום בלבד) שוב, תומכים המצברים לשניות בודדות, באספקת החשמל בזמן המעבר, כאשר בתהליך זה המפסק המחלף עובר ממצב "אספקה מגנרטור לשעת חירום", למצב "אספקה מחברת החשמל" ולאחר מכן ממשיכה המערכת לפעול כרגיל.

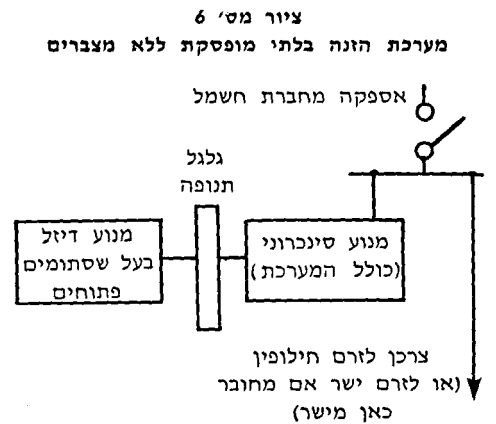
מערכת הזנה בלתי מופסקת להספקת זרם חילופין בהספק גדול

בציור מס' 5, מתואר מצב של אספקת חשמל תקינה, העומס המחובר לממיר הסטטי מקבל הזנה דרך המיישר.

בזמן הפסקת חשמל, מופעלת מערכת התראה, והעומס המחובר לממיר הסטטי, ממשיך לקבל הזנה רצופה, כשהמצברים במיקרה זה תומכים באספקת החשמל לעומס, עד שהגנרטור ניכנס לפעולה ומתייצב (שניות עד דקות) ואז מקבל העומס הזנה מהמיישר, הניזון עתה מהגנרטור לשעת חירום. בזמן חזרה לאספקת חשמל סדירה, תומכים שוב המצברים בעומס, בזמן מעבר המפסק המחלף והתייצבות המערכת מחדש.

מערכת הזנה בלתי מופסקת ללא מצברים

בציור מס' 6, נבחין במערכת הזנה בלתי מופסקת לזרם חילופין (ו/או לזרם ישר אם נחבר מיישר) שאינה כוללת מצברים.



קביעת אורך כבלים בעזרת מדידת ההתנגדויות חשמליות של מוליכיהם

ד"ר נ. סורוצ'קין; הנדסאי י. ברדוד

הנושא הועלה על-ידי עובדי מחלקת ההרכבות החשמליות בתחנת הכוח מ"ד, כאשר נדרשו לקבוע אורכי כבלים אחרי הנחתם וכן לקבוע אורכי שאריות של תופים שלא נוח למודדם בסרט מדידה.

כל חשמלאי יודע, כי ההתנגדות החשמלית של מוליך נקבעת על-ידי סוג החומר וטיבו. ההתנגדות נמצאת ביחס ישר לאורכו של המוליך, ביחס הפוך לשטח החתך שלו ותלויה בטמפרטורה.

מתוך ידע תיאורטי זה, נראה לכאורה שניתן לקבוע אורכי כבלים על-ידי מדידת ההתנגדויות חשמליות של מוליכיהם מבלי להביא בחשבון גורמים נוספים כלשהם.

אבל באופן מעשי מסתבר שאי אפשר להיות בטוח בדיוק תוצאות קביעת האורך על סמך שיקולים תיאורטיים בלבד.

מתוך נסיון, יכולה השגיאה להגיע ל-10% ויותר, בעוד הדיוק הנדרש הינו בגבולות $\pm 3\%$ לפחות, כאשר מדובר לדוגמא בהתחשבות כספית.

כל הנתונים בהמשך המאמר מבוססים על נתוני תיאוריה, ביקורת מספר רב של תעודות בדיקה מיצרנים שונים בארץ ומחו"ל ומדידות מעשיות במעבדה ובשטח.

באיור הבא ניתנות שלוש אפשרויות של חיבור מוליכי הכבל לגשר כפול לשם מדידת ההתנגדות.

נוסחה לחישוב ושיקולים כלליים

הנוסחה:

את אורך הכבל אפשר לבטא בנוסחה הבאה:

$$\ell = \frac{R_t}{R_N \cdot K [1 + \alpha(t - 20)]} \quad (1)$$

- R_t — ההתנגדות החשמלית של המוליך שנמדדת בטמפרטורה של מעלות צלזיוס.
- R_N — ההתנגדות החשמלית המותרת לפי תקן מסויים, (אוס לק"מ 20 מעלות צלזיוס).
- k — מקדם המראה, באיזו רזרבה, מבחינת התנגדות חשמלית של המוליכים, עשוי הכבל.
- α — מקדם טמפרטורה של מוליכי הכבל, מ"צ/1; לנחושת ולאלומיניום מקבלים ש- $\alpha = 0.004$.
- t — טמפרטורה הכבל (מעלות צלזיוס).

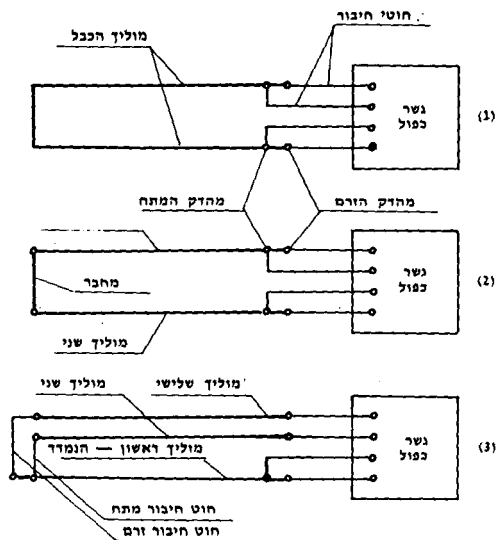
שיקולים לנושא

את הערך של R_t מודדים על-ידי גשר כפול (גשר טומסון) עם דיוק בסדר גודל 0.2-0.3 אחוז. אם קצוות הכבל ניתנים לחיבור לגשר, המדידות מבוצעות באופן ישיר. אבל ברוב המקרים שני קצוות הכבל נמצאים רחוק זה מזה, כך שאפשר לחבר לגשר רק קצה אחד של המוליך, וביתר דיוק — שני קצוות של שני מוליכים שונים.

במקרה זה יש לחבר את הקצוות הרחוקים של מוליכים אלה ביניהם במחבר שמבטיח מגע אמין.

את הערך R_t הנמדד, יש לחלק ב-2 היות והמדידות התייחסו לאורך כפול של המוליך.

ד"ר נ. סורוצ'קין } מעבדת החשמל למחקר ופיתוח
הנדסאי י. ברדוד } חברת החשמל.



הסכימה הראשונה (1) מתאימה למקרה כאשר שני קצוות הכבל קרובים אחד לשני. בסכימה זו מודדים את אורך הכבל עצמו.

הסכימה השנייה (2) מתאימה למדידת זוג מוליכים כאשר קצוות הכבל רחוקים זה מזה. בסכימה זו מודדים את האורך הכפול של הכבל, ואת תוצאת המדידה של R_t יש לחלק בשניים.

הסכימה השלישית (3) מתאימה למקרה, כאשר הכבל הינו בעל שלושה גידים ויותר, ומעוניינים לקבוע התנגדות של גיד אחד בלבד, לצורך זה משתמשים בשני הגידים האחרים בתור חוטי חיבור שאינם משפיעים על תוצאות המדידה.

יש לשים לב למיקום החיבורים.

קביעת ההתנגדות החשמלית המותרת בהתאם לתקנים השונים

את הערך של R_N לוקחים מהתקן, שהכבל הנבדק מיוצר לפיו. פה יש לשים לב לנקודה הבאה:

תקנים שונים, שמתייחסים אליהם במפרטים והזמנות, אינם אחידים בדרישותיהם להתנגדויות חשמליות ושל מוליכי הכבלים. בתקן הבינלאומי, פרסום 228 משנת 1966 "שטחי חתך נקובים של מוליכי הכבלים והרכבם":

(IEC Standard, Publication 228, 1966:

"Nominal cross-sectional areas and composition of conductors of insulated cables")

מבדילים בין כבלים חד-גידיים לכבלים רב-גידיים (שגידיהם שזורים יחד) כך שהנורמות להתנגדויות החשמליות המכסימליות המותרות של מוליכי הכבלים הרב-גידיים גדולות ב-2% מאלה של כבלים חד-גידיים.

תקנים נוספים:

— **התקן הגרמני VDE 0255/11.72** "נורמות לכבלים עם בידוד מנייר רווי שמן ומעטה מתכת למתקני חשמל כוח".

— **התקן הגרמני VDE 0271/3.69** (עדכון משנת 1975) "נורמות לכבלים עם בידוד ומעטה מחומר מלאכותי על בסיס פוליוויניל כלורי למתקני חשמל כוח".

— **התקן הגרמני VDE 0273/8.78** "כבלים עם בידוד מפוליאיתילן תרמופלסטי או מוצלב — למתחים 10, 20 ו-30 ק"ו".

— **התקן הישראלי ת"י 547** משנת 1980 "כבלים תת-קרקעיים מבודדים פוליוויניל כלורי למתח עד 1,000 וולט".

— **התקן הישראלי ת"י 735** (נמצא בתהליך עדכון) "כבלים מבודדים בחומר תרמופלסטי למתח של 3, 6 ו-10 ק"ו".

כמו כן הופיע כבר תקן בינלאומי 228 מעודכן לשנת 1978 "מוליכי הכבלים" והתקן הגרמני VDE 0295 מ-9.80 "מוליכים לכבלים וגידים למתקני חשמל כוח" שבהם אין מבחינים בערכי התנגדויות שונים לכבלים חד-גידיים וכבלים רב-גידיים. בתור נורמה נקבע רק ערך אחד שתואם לערך הנקוב בכל התקנים הקודמים לכבלים רב-גידיים.

הערך של המקדם K משתנה בהתאם לייצור במפעל. הערך של (1-K) נותן רובר, שהמפעל שומר עליה, כדי להבטיח, לפי אפשרויותיו בייצור, את עמידת הכבל כמוצר מוגמר בבדיקות סופיות של היצרן.

את מקדם K אפשר לקבוע על סמך תעודות הבדיקה של היצרנים או על סמך מדידת דוגמאות קצרות מהכבלים, שאת אורכם מתכוונים לקבוע בשיטה זו.

יש להדגיש כי הדרישות להתנגדויות חשמליות של מוליכי הכבלים הן דרישות לערכים המירביים המותרים כמוצר המוגמר.

בתהליכי הייצור עובר המוליך פעולות מכניות שונות שגורמות להגדלת התנגדותו החשמלית. הפעולות המבוצעות הן: מתיחה, כיפוף ולחיצה.

גודל השפעת הפעולות הללו על שינויים בתכונות חשמליות של מוליכים תלוי בסוג הציוד ובמצבו, וכן בטכנולוגיית הייצור במפעל.

לכל ייצורן שיקולים משלו על הרזרבה שעליו לקחת בתחילת תהליך הייצור כדי להגיע לתוצאה סבירה בבדיקה הסופית.

מאחר והפעולות הנזכרות אינן נמצאות בשליטה מלאה בתהליך הייצור, יכולים בתנאי ייצור דומים, לקבל תוצאות שונות.

כך, מגיעים המוצרים המוגמרים להתנגדות חשמלית הנמוכה בגבולות מ-0.5 עד ל-10 אחוזים ויותר מהמכסימום המותר בתקן.

ערך המקדם K שונה לא רק למוליכים של כבלים שונים, אלא גם, לפעמים, למוליכים שונים באותו כבל.

גידים, כשהם שזורים יחד, נמצאים בכבלים בעמדות גיאומטריות שונות כלפי ציר הכבל.

לגידים, הנמצאים בעמדות שונות, יהיו אורכים שונים באותו הכבל. למשל, בכבלי פיקוד, בעלי 7 גידים ויותר, יש הפרש באורך הגידים, הנמצאים בשכבות שיוזר שונות, כך שרק הגיד המרכזי (צירי) בעל אורך זהה לאורך הכבל. ששת הגידים, שבשכבה הראשונה, ארוכים לפחות ב-0.8%.

12 גידים שבשכבה השניה, ארוכים יותר ב-1.2% ו-18 גידים שבשכבה השלישית, ארוכים יותר ב-1.4% מאורכו של הגיד הצירי, כלומר מאורכו של הכבל.

לדבר יש השלכה על ההתנגדויות החשמליות.

קביעת ערך נכון של טמפרטורת הכבל בזמן הבדיקה חשובה בכך, שאידיק ב-2.5 מעלות צלזיוס מביא לשגיאה ב-1 אחוז בקביעת אורך הכבל.

טמפרטורת הכבל שווה לטמפרטורת הסביבה רק כאשר לא מוזרם זרם בכבל ואין מקורות חום בסביבתו.

כדי להגיע לתוצאות מדידה נכונות מקובל, במפעלי הכבלים, להחזיק את התופים במקום בו טמפרטורת הסביבה יציבה במשך 12 שעות לפחות. קיימת גם בעיה לקבוע את טמפרטורת הכבל כאשר הוא חשוף לקרינת השמש.

בחירת ערך K לצרכי חישוב מעשיים

נבחן שלוש אפשרויות לקביעת ערך K לפי התנאים והאפשרויות שעומדים לרשות הבדוק:

— אין מידע מפורט, פרט לידעת חומר המוליך ושטח החתך שלו;

— יש אפשרות למדוד דוגמאות קצרות יחסית (מספר מטרים) של אותו הכבל;

— יש תעודות בדיקה מפורטות מהייצורן.

במקרה זה, במקום להשתמש במכפלה $R_N \times k$ שבנוסחה 1, אפשר לקחת ערך התנגדות המוליך מתוצאות המדידה (מתעודת הבדיקה של הייצור או מבדיקות נוספות), לכן:

$$R_N \cdot k = R \quad (3)$$

R — התנגדות נמדדת של המוליך באום לק"מ בטמפרטורה של 20 מעלות צלזיוס.

לסיכום, ברצוננו לציין כי התייחסנו במאמר לכבלים ללא חיבורים ביניהם וללא סופיות. (ניתן להזיח את השינויים בהתנגדות כתוצאה מהחיבורים ו/או סופיות אם אלה הורכבו כהלכה).

ביצוע מדידות התנגדויות חשמליות של מוליכי הכבלים אחרי הנחתם וגם הרכבתם, כולל מופות וסופיות, נותן מידע נוסף על שלמות המוליכים ועל טיב הרכבתם.

בהיעדר מידע מפורט אפשר לקחת מנסינונו, $K=0.95$, המתאים למקדם רזרבה 5%.

ערך זה מבטיח תוצאה סבירה לקביעת אורך הכבל עם שגיאה בגבולות $\pm 2\%$ ברוב המקרים ולא יותר מ-4%.

במקרה שנקבע את ערך K בעזרת מדידת דוגמת כבל, נשתמש לצורך זה בנוסחה הבאה, הנובעת מנוסחה מס' 1:

$$K = \frac{R'_t}{R_N \cdot \ell' [1 + \alpha(t-20)]} \quad (2)$$

R'_t — התנגדות חשמלית של מוליך הדוגמה הנמדדת בטמפרטורה של t מעלות צלזיוס.

ℓ' — אורך דוגמת הכבל, מ'.

הערך K שמתקבל, יוצב בנוסחה מס' 1.

המקרה הנוח ביותר הוא כאשר יש תעודת בדיקה מלאה של הייצור, בה רשומה ההתנגדות של כל מוליך בכבל לק"מ ב-20 מעלות צלזיוס.



מכת חשמל במתח 340 וולט ממכונת תפירה

אינג' ו. זיס

התאונה

לאה, עבדה כתופרת במפעל קטן לייצור בגדי ילדים. באולם התפירה, בו ארעה התאונה, עמדו מספר מכרינות תפירה מטיפוס תעשייתי, עם מגוונים אסינכרוני יים הרפאזיים, בהספק 1/2 כ"ס, הפועלים במתח 230 וולט.

מכונות התפירה היו מצוידות במפסק זרם דריקוטבי ומצמד מיכוי. במכונות מסוג זה מסתובב המנוע מדי בית הזמן, ומכונת התפירה מופעלת ע"י לחיצה על דוושת המצמד. חיבור המכונות לרשת החשמל נעשה באמצעות פתיל גמיש תלתי-גנדי (פזה), אפס והארקה), כאשר הגופים המתכתיים של המנוע ושל המפסק מחוברים למגע הארקה.

ביום התאונה, לאחר שעבדה כשעתיים, החליטה לאה לפתוח חלון בעל מסגרת מתכתית. אך ברגע שנגעה בידיה המתכתית של החלון — נשמעה צעקה ולאח נפלה ללא רוח חיים.

בחקירת המקרה התבררו הפרטים הבאים:

1. מותה של לאה נגרם כתוצאה ממכת חשמל: סימני מעבר זרם חשמלי נמצאו על בירכה השמאלית ועל כף ידה הימנית.
2. רצפת אולם התפירה היתה מכוסה במעטה פלסטי מ-פ.ו.י.סי.
3. בבדיקת מכונת התפירה התבררו הפרטים הבאים:

א. על הגופים המתכתיים של המנוע ושל מפסק הזרם הופיע מתח 340 וולט כלפי האדמה, כאשר באותו הזמן נמדד רק מתח 230 וולט בין פזה ואפס ובין פזה והארקה, בבית התקע שאליו חוברה המכונה.

ב. בקצה פתיל ההזנה של המכונה הותקן תקע בלתי תקני, ללא התקן תפיסה, ובתוצאה מכך התנתק מו"לך ההארקה מפין ההארקה של התקע.

ג. בידוד ליפוף — העור (ליפוף — ההתנעה) נפרץ, דבר שיצר מגע מתכתי בינו לבין גוף המנוע, לאחר גמר ההתנעה, כאשר המפסק הצנטריפוגלי נפתח, פעלו ליפוף העור והליפוף הראשי כשנאי עצמי (אוטוטרנספורמטור) שבו הליפופים הראשוני והמישני מחוברים ביחד ליפופים אלה, בפעולתם כשנאי עצמי, הגבירו את המתח מ-230 וולט למתח 340 וולט, והוא המתח אשר נמדד בין המנוע או המפסק ובין האדמה.

ד. כאשר חוברת ההארקה לגוף המנוע, הוא לא היה מסוגל לפעול, בשל זרימת הזרם מליפוף ההתנעה דרך מוליך ההארקה, ולא דרך הקבל. זרם תקלה קטן זה, אשר זרם במוליך ההארקה, לא היה מסוגל לגרום לשריפת המבטח של המעגל. יחד עם זאת, חיבור ההארקה היה מקטין את המתח על גוף המנוע והמפסק עד ל-0.

4. כתוצאה מהעובדה, שלאח ישבה על כסא שעמד על ריצפה מחומר בידוד, היא לא סגרה מעגל לאדמה ולא הרגישה בכל חישה. מצב זה השתנה ברגע שהיא ניסתה לפתוח את החלון המתכתי אשר היה במגע טוב עם האדמה (דרך ברזלי הזיון). והיא סגרה את המעגל החשמלי דרך גופה, ע"י כניסת הזרם דרך ברכ שמאל, אשר נגעה באקראי בגוף המפסק המחור שם, המורכב מתחת לשולחן מכונת התפירה.

הלכה

1. שימוש בתקע תקני עם התקן תפיסה היה מונע קרוב לוודאי את ניתוק מוליך ההארקה וע"כ מונע את התאונה.
2. התקנת מפסקי מנגן לקווים המזינים את מכונות התפירה היה מונע את התאונה כאשר מוליך ההארקה היה מנותק.

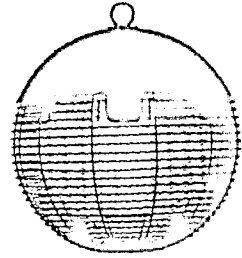
אינג' ו. זיס — מנהל עניני החשמל במשרד האנרגיה והתשתית



מה חרס באיכסור השמלי

מכשירים קוטלי חרקים

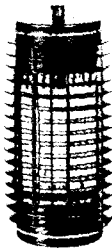
א. ונגרקו



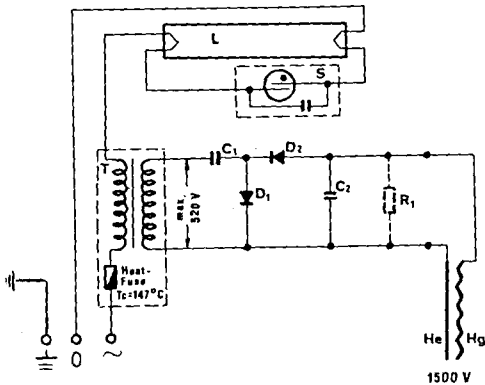
בציור 1 מופיעים תמונת מכשיר "קוטל חרקים" בעל טווח יעיל ברדיוס עד 7 מטר והתרשים החשמלי שלו.

ציור 1

א. תמונת המכשיר



ב. תרשים חשמלי של המכשיר.



מקרא :

- S — מתנע
- L — נורה, 4 וט
- T — שנאי
- He — אלקטרודה במתח גבוה
- Hg — סריג (רשת) במתח גבוה ;
- C₁, C₂ — קבלים
- D₁, D₂ — דיאודות
- R₁ — נגד

לאחרונה קראנו שמשרד הבריאות הפנה את תשומת לב הציבור לנהלי זהירות שיש לנקוט בשימוש בתכשירי הדברה למיניהם, ובעיקר כאשר מדובר בתכשירי ריסוס ביתיים ובתכשירי הדברה על בסיס אידוי של חומר פעיל.

משרד הבריאות קבע כי תכשירי הדברה על בסיס אידוי של חומר פעיל, ניתנים אמנם לשימוש, אולם בתנאי שלא ימצאו בחדרים בני אדם.

לפני הכניסה לחדר כזה, שבו היה שימוש בחומר הדברה כנ"ל — יש לאוורר באופן יסודי, מובן שיש להקפיד, שבזמן הריסוס לא ימצא בחדר מזון או משקה שאינם מכוסים היטב, למען לא יחדור חומר ההדברה למזון, ודרכו לגוף האדם.

קיום סיכונים אפשריים איננו מהווה בהכרח ערובה לעמידה בדרישות החיוניות, ולעיתים קשה מאוד להקפיד על כללי הזהירות המחייבים אשר בדרך כלל נשכחים מאיתנו, ונשאלת השאלה, האם קיימת, אולי, דרך נוספת, פחות מסוכנת מאשר השימוש בחומרי הדברה מזיקים לבריאות האדם.

ובכן, קיימים בשוק מכשירים קוטלי חרקים, אשר אינם מבוססים על אידוי של חומר הדברה, אלא פועלים על העיקרון, שהחרקים נמשכים לאור בעל ספקטרום הקרוב לאור האולטרה סגולי, הסביבה הקרובה למקור האור נמצאת תחת מתח גבוה — המהווה את "הגדר הששמלית" עבור החרקים.

החרקים, ב"דרכם" אל מקור האור, פוגעים בסריג (GRID) הנמצא תחת מתח גבוה ומתפחמים.

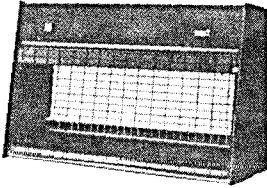
מקור המתח הגבוה מוגן על ידי רשת מתאימה, אשר מונעת מגע מקרי של בני האדם הנמצאים בדירה עם מקור המתח, למניעת חבטה חשמלית. יחד עם זאת, רשת הגנה זו בנויה כך, שרוב החרקים המעופפים יחדרו מבעד לרשת ויתפחמו.

יש לציין שהמכשירים הללו, המהווים "קוטלי חרקים" חשמליים, אינם מפיצים אמנם אדים או

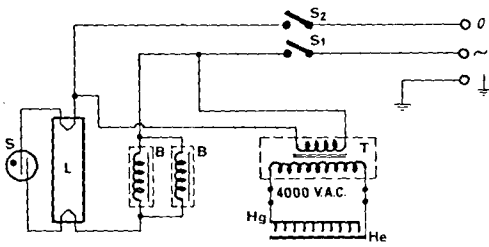
א. ונגרקו — עורך המשנה של "התקע המצדיע", המחלקה לפיתוח הצריכה, חברת החשמל.

בציור 2 מופיעים מכשיר "קוטל חרקים" לטווח יעיל עד 40 מטר והתרשים החשמלי שלו.

ציור 2
א. תמונת המכשיר



ב. תרשים חשמלי של המכשיר.



מקרא :

- S — מתנע
- L — נורה בהספק של 40 וט
- T — שנאי מתח גבוה
- B — נטל (שני נטלים במקביל או נטל הבנוי בצורה מיוחדת).
- S₁, S₂ — מפסקי בטחון
- Hg — סריג (רשת) במתח גבוה
- He — אלקטרודה במתח גבוה

תרסיסים רעילים, אולם יש להקפיד שהמכשירים יהיו מאושרים על ידי מכון תקנים מוכר, דבר המבטיח את בטיחותם. בנוסף לכך, יש להבטיח שהתקנתם בבית תיעשה על ידי בעל מקצוע מוסמך, ובמקום שילדים לא יוכלו לגשת אליו בצורה חופשית — ולהכניס מבעד לרשת גופים זרים או אצבעות.

בדרך כלל מותקנים מכשירים כאלה במרפסת ובגובה מספיק מעל פני הריצפה, על מנת למנוע את הסכנות כפי שתוארו לעיל.

כפי שכבר הוזכר, קיימים מכשירים כנ"ל מתוצרת חוץ ומתוצרת מקומית באיכות גבוהה למדי, חידוש שנמצא באחד מהמכשירים מתוצרת מקומית הוא, מחזיר אור המותקן בתוך המכשיר, דבר המגדיל את השטח המואר ומגדיל בכך את אפקטיביות המכשיר.

קיימים דגמים שונים של מכשירים, אשר מותאמים לאופי המקום שבהם יותקנו, כגון בבתי פרטיים, במסעדות, בגינות וכו'.

חשיבות רבה במיוחד יש להתקנת מכשירים אלה במפעלי המזון למיניהם, אשר עקב אופי העבודה הקשורה במזון, אסור במשנה תוקף להשתמש בחומרי הדברה כימיים, ולכן השימוש בקוטל חרקים חשמלי יכול להיות פתרון טוב ו"בריא".

רוב המכשירים מצטיינים בעיצוב נאה ואפילו חדשני, והתקנתם בבית המגורים יכולה לעיתים קרובות רק להוסיף "נקודה" מעניינת המפיצה אור סלגל ובלתי שיגרת — הדבר מותנה כמובן, בשמירה מתמדת על נקינותו של המכשיר במיוחד מהחרקים שהתפתחו, אבל גם מליכלוך אחר ואבק. הניקוי ייעשה בעיקר בעזרת מטלית או מברשת יבשה.

את הטיפול במכשיר יש לבצע כמובן רק לאחר שהוא נותק מהחשמל. חיבורו מחדש ייעשה רק לאחר שהוא יבש לחלוטין, במקרה וחדרו מים במהלך הניקוי וכו'.

פיתוח מערכת הייצור

תחנת הכח "דרום"

החברה בקשה אישור לאתר חופי בדרום הארץ (זיקים) המיועד ל-4 יחידות בנות 550 מגו"ט כ"א.

ביולי 1981 התקבלה במועצה הארצית לתכנון ובניה החלטה "למקם את תחנת הכח החדשה בדרום במיתחם קצא"א (דרומית לאשקלון)". כמו כן הוגבלה התוכנית באתר זה, בשלב הנוכחי, ל-2 יחידות כח בלבד.

כן נקבע כי "לא יהיה במועצה דיון נוסף באתר חופי לפני שיהיה דיון ממצה באתר פנים ארצי ותבוצע החלטת המועצה לברוק נושא זה".

החלטה זו גרמה לשינוי הסידור הכללי של התחנה שתוכננה במקורה ל-4 יחידות בנות 550 מגו"ט באתר זיקים, ולדחיה בעברות פיתוח האתר.

תחנת הכח מ.ד. בחדרה

במחצית השניה של אוגוסט 1981 הופעלה לראשונה, בדלק נוזלי, היחידה הראשונה בתחנת הכח מ.ד. בחדרה, שהספקה הנקוב הינו 350 מגו"ט.

בדצמבר 1981 הופעלה יחידה זו לראשונה בפחם ולאחר עבודות ביקורת וכיוונים נוספים החלה לעבוד באופן סדיר בפחם בסוף פברואר 1982.

במקביל נמשכו עבודות ההרכבה של היחידות האחרות (1, 3, 4) ואחת מהן (יחידה מס' 1) נמסרה לתפעול, וכנסה לשלבי הרצה והחל מספטמבר 1982 חוברה למערכת האספקה כשהיא מופעלת עדיין במוזט. הפעלתה הסדירה בפחם החלה בנובמבר 1982.

היחידה השלישית מתוכננת להפעלה סדירה בפחם ביוני 1983 והיחידה הרביעית — באפריל 1984.

בדיקת תקניות מוצרי חשמל מיובאים

אינג' י. דפני

טבעי הדבר שיצרנים אלה מחפשים ארצות ושווקים שבהם לא מקפידים על איכות המוצרים המיובאים, ומנסים לשווק להם את המוצרים הפגומים, במחיר מוזלים.

המודעות, שבישראל קיימות בדיקות יבוא קפדניות, משמשת כגורם הרתעה בפני כוונות אלה.

להלן מספר דוגמאות המצביעות על חלק מהסיבות לפסילת המוצרים לשיווק בארץ:

מקרה ראשון:

מוצר מסויים שלפי טענתו של הייצרן, היה אמור להיות בעל "בידוד כפול", הגיע ארצה עם פתיל זינה בעל 2 גידים (ללא גיד הארקה), כמקובל לגבי מוצרים בעלי "בידוד כפול". המעבדה לחשמל של מכון התקנים בדקה את המוצר, ומצאה שהמוצר אינו בעל "בידוד כפול".

על סמך ממצאים אלה, דרשה המעבדה למחוק את סימון "הבידוד הכפול" ולהחליף את פתיל הזינה לפתיל תלת-גיד ולחברו בהתאם. המעניין הוא, שהמוצר נשא על גבו את סמל תרהתקן של אחת המעבדות המכובדות ביותר באירופה.

מעבדת החשמל במכון התקנים הישראלי פנתה למעבדה האירופאית עם בקשה להסביר כיצד יתכן שהמוצר אשר נשא את סמל האישור, בו בזמן שהבדיקות מצביעות על כך שהמוצר אינו עונה לדרישות של "בידוד כפול".

המעבדה האירופאית הבטיחה לטפל בנושא, ולאחר זמן רב הגיעה תשובתה כי ייצורו של הדגם הנדון, הופסק כבר לפני מספר שנים ולכן אין הם יכולים להיות לנו לעזר.

מקרה שני

נטל מסויים לנורה פלואורוסצנטית, של חברה מפורסמת בעלת מוניטין עולמי, נפסל ליבוא לאחר שנקבע בבדיקה כי אין הוא מספק את הזרם הנקוב הדרוש לנורה, וכתוצאה מכך היתה עוצמת התאורה של הנורה נמוכה מעוצמת האור המינימלית הנדרשת לפי התקן.

מקרה שלישי

מוצרים שונים נפסלים בגלל אפשרות מגע מקרי בחלקים "חיים" (תחת מתח) או בחלקים נעים.

מקרה רביעי

סוגים מסוימים של מחממי מים מידיים נפסלו לאחר שנמצא שהם אינם עונים על כל דרישות הבטיחות המופיעות בתקן.

בדיקות התאמה של מוצרים מיובאים, לתקנים או מפרטים ישראליים מתבצעות במעבדות שונות של מכון התקנים וכרוכות בטרדות מסוימות ליבואנים, כגון: בתשלום עבור הבדיקות, בהחזרת המשלוח לארץ המוצא, במידה ויש צורך בכך, וכו'.

נשאלת השאלה: "לשם מה נחוצות בדיקות אלה ולמי הן מועילות?"

ממשלת ישראל הוציאה צו המתנה את יבואם והפצתם של מוצרים שונים, בעמידתם בכל הדרישות של התקנים או המפרטים הישראליים הרלבנטיים הקיימים.

תקנה זו באה להבטיח את הציבור בפני מוצרים שרמת בטיחותם ורמת איכותם הן נמוכות, ולמנוע תחרות לא הוגנת עם מוצרי התעשייה המקומית העומדים בדרישות התקנים והמפרטים הרלבנטיים.

מערכת מורכבת של שיקולים כלל משקיים, יכולה להביא לכך שאדם מסויים ימצא את עצמו נפגע מפעולה זו, אך, בסיכום כולל, השיקול של התועלת לכלל הציבור ולמשק הישראלי חשוב לאין ערוך מהשיקול של אי-נוחיות של גורם זה או אחר.

נציין שתוספת המחיר בגין בדיקות ההתאמה איננה משמעותית והצרכן מוכן לשלם תוספת שולית זאת כאשר הוא בטוח שאיכותו ובטיחותו של המוצר נבחנו ואושרו על ידי הרשויות המוסמכות.

בדיקות ההתאמה של מוצרי חשמל לתקנים או מפרטים נערכות בדרך כלל אחת לשנתיים, אך לעיתים נערכות גם בדיקות דגימה חלקיות על מספר פריטים בכל משלוח ומשלוח.

כל משלוח המגיע לאחד מנמלי הארץ, נבדק על ידי נציג המעבדה הנוגעת למוצר הנבדק, על מנת לוודא שסוג המוצרים שבמשלוח זהה לסוג המוצר שנבדק ואושר במכון.

במידה והתקנים הרלבנטיים למוצר מסויים משתנים, אין ממתנינים עד שיפוג תוקפו של האישור שניתן ליבואן, אלא מבצעים כבר במשלוח הראשון המגיע ארצה, את כל הבדיקות הנוספות שלא נדרשו בתקן הקודם והמופיעות בתקן החדש.

התקנים הישראליים אינם ידועים כ"מקילים", נסיון העבר מלמד שמוצרים לא מעטים של חברות בעלות מוניטין עולמי נפסלו לשיווק בארץ לאחר שלא עמדו בחלק מדרישות התקן הישראלי. בבדיקות נתגלה שמוצרים אלה עלולים לגרום לנזקים חמורים ואף לאסונות.

מעטים היצרנים בעולם שיהיו מוכנים להשמיד סידרת ייצור פגומה, אך הם לא יעזו לשווקה בארצם הם.

אינג' י. דפני — מנהל המעבדה לחשמל, מכון התקנים הישראלי.

בארצות אלה קיימים, כמובן, תקנים נפרדים למוצרי חשמל, אולם אין כאמור סמל נפרד למוצרי חשמל בלבד.

סיכום

בדיקות ההתאמה של המוצרים המיובאים לתקנים או מפרטים ישראליים באות להבטיח את הצרכן הישראלי בפני מוצרים שרמת בטיחותם ואיכותם היא נמוכה ולמנוע תחרות בלתי הוגנת עם מוצרי התעשייה המקומית העומדים בדרישות התקנים הישראליים מכאן התועלת והחשיבות לכלל הציבור ולמשק הישראלי.

מקרה חמישי

חצי מיליון סוללות, המשמשות כמקור מתח למכשירים שונים, הוחזרו לארץ המוצא לאחר שנמצא שזרם הזליגה הוא מעל למותר לפי התקן.

בדוגמאות שזכרו לעיל צויין כי מוצרים מסויימים סומנו בסמלי מעבדות או סמלי מכוני תקנים ידועים.

להלן סידרת סמלים של מוסדות או מכוני תקנים של מדינות שונות, אשר מוצרי יבוא מהן נפוצים בארץ.

חשוב לציין כי לא בכל מדינה יש סמלי תקנים נפרדים למוצרי חשמל והם נכללים בסמלי תקנים כלליים כמו ביפן, צרפת, קנדה ועוד.

סמלי תקינה של מדינות אשר מוצרי יבוא מהן נפוצים בארץ.

הארץ	הסמל למוצרי חשמל	הערות
דרום אפריקה		סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
הולנד		
יוגוסלביה	JUS	סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
יפן		סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
נורבגיה		
ספרד		
פינלנד	FIN	קיים סמל למוצרים לא חשמליים בלבד
פורטוגל		סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
צרפת		סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
קנדה		סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
רומניה	STAS N.I.D	סמלים אלה הינם כלליים ומשמשים גם למוצרים לא חשמליים
שוודיה		

הארץ	הסמל למוצרי חשמל	הערות
אירלנד	IRI	קיים סמל למוצרים לא חשמליים בלבד
איטליה		
אוסטריה		לסוג מותאם המוצר
ארצות הברית	UL	לא קיים גם סמל תקינה כללי
אנגליה		
בלגיה		
ברזיל	ABNT	סמל זה הינו כללי ומשמש גם למוצרים לא חשמליים
גרמניה מערבית	DIN	סמל כללי למוצרים חשמליים ולא חשמליים
		סמל כללי למכשירים חשמליים
דנמרק		סמל לרכיבים נעוץ האלקטרוניקה
		

מדידות הארקה והתנגדות סגולית של הקרקע

הנדסאי א. גליקר

במסה הכללית של האדמה משתמשים כבר זמן רב כמוליך חוזר וכאמצעי לייצוב המתח (POTENTIAL) במערכות הספקה חשמלית.

במערכות תלת-פאזיות למשל, מאריקים תקופות את נקודת האפס.

מטרתה של הארקה זו הנקראת-בהתאם ל"תקנות בדבר הארקות או הגנות אחרות" (1962)

— הארקה שיטה, היא:

— לייצב את מתח השיטה לאדמה.

— להגן בפני עלית מתח, במקרה של חדירת מתח ממקור זר.

— לאפשר את פעולת הגנת השיטה.

על מנת שמערכת הארקה תקיים את שלושת הדרישות, דרוש שהתנגדותה כלפי האדמה תהיה נמוכה ככל האפשר ותוכל לשאת זרמים גבוהים, ללא תקלה.

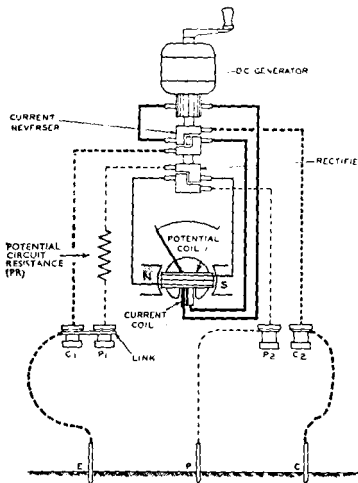
התנגדות המעבר בין אלקטרודת הארקה לבין האדמה אינה קבועה. ההתנגדות משתנית בהתאם לכמות הלחות באדמה ותלויה לפיכך בעונות השנה. לכן רצוי לבצע בדיקות תקופתיות של האלקטרודות או מערכות הארקה. (אם חדרה האלקטרודה לשיכבה יציבה בה הטמפרטורה והלחות אינן משפיעות, גם ההתנגדות לא תשתנה)

כאן צפויה התנגדות הארקה בתחום האומים. בתחנות השנאה צפויה התנגדות של 0.5-1 אום. בשני מקרים אלה מכשירי ה"מגר" (EARTH MEGGER) נסוגיים יסיפקו לביצוע הבדיקה.

בדיקת מערכות הארקה מתחלקת לשני סוגים:

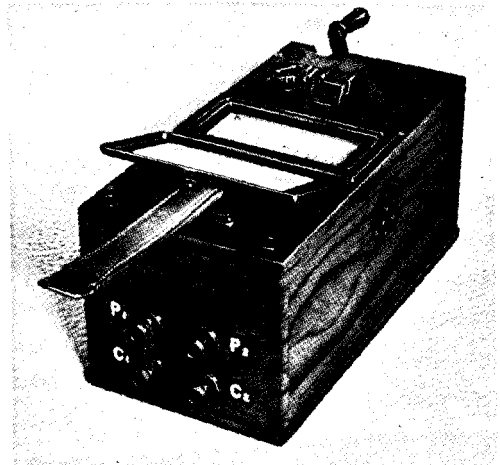
א. בדיקת אלקטרודות בודדות המשמשות להארקת שנאים או מגיני ברק בודדים.

איור 2



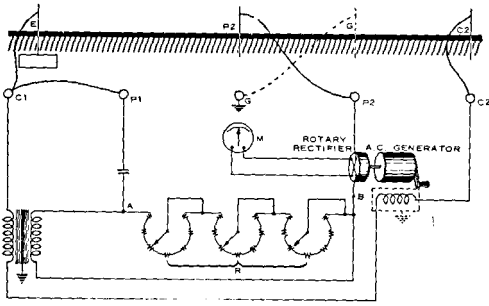
מגר אדמה רגיל

איור 1



הנדסאי א. גליקר — ראש מדור בדיקות מ.ג. במעבדת החשמל למחקר ופיתוח, חברת החשמל

איור 4



ההתנגדות המתכוונת (R) כוללת שלוש דקדות של התנגדויות והערך הכולל נראה על ידי שורת מספרים. הערך הנכון הנמדד הוא המכפלה של ערך זה במכפיל התחום.

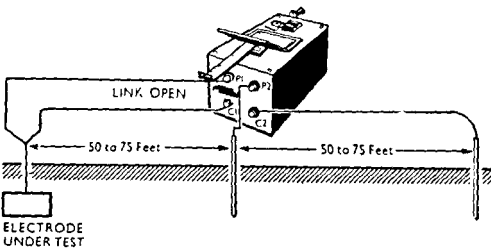
יתרונות מכשיר זה, הן:

הקריאה הדיגיטלית שנשארת עד למדידה הבאה. בנקודת האיפוס לא זרם זרם דרך אלקטרודת המתח P₂ והתנגדותה אינה משפיעה על הקריאה.

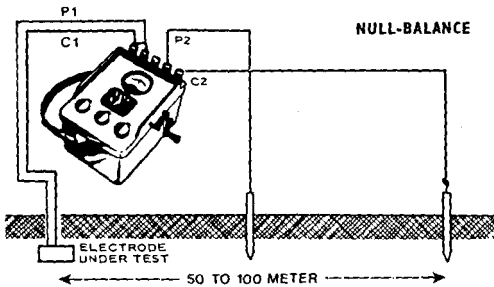
שיטות הבדיקה:

מדידות אלקטרודת הארקה (ראה איורים 5, 6)

איור 5



איור 6



ב. בדיקת מערכות גדולות יותר (כגון תחנות כוח). כאן ערך התנגדות הארקה מתבטא בחלקי אומים ויש צורך לבדוק בשיטות מורכבות יותר (זרם/מתח).

מכשירי בדיקה

קיימים שני סוגים של מכשירי בדיקה:

א. "מגר" – אדמה רגיל (SERIES 1) עם מחוג – (ראה איורים 1, 2).

מכשיר זה מכיל אוממטר לקריאה ישירה וגנרטור שמופעל ביד ומספק את זרם המדידה. האוממטר מורכב משני סלילים מחוברים בזווית קבועה על ציר משותף. דרך סליל אחד (סליל הזרם) זרם יחסי לזרם הזרם במעגל המדידה ודרך הסליל השני (סליל המתח) זרם יחסי למפל המתח מעבר להתנגדות הנמדדת.

היות וסטית האוממטר תלויה ביחס בין שני זרמים אלה, נותן המכשיר קריאה ישירה באומים של ההתנגדות הנמדדת.

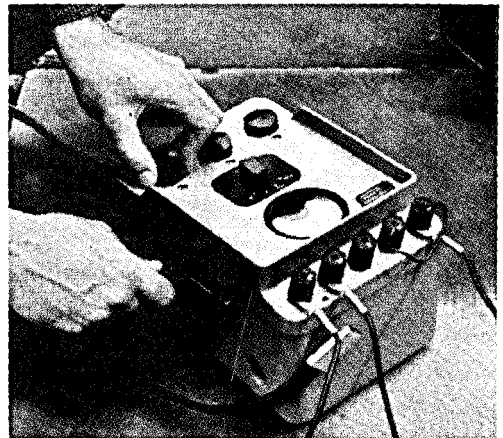
ב. "מגר" אדמה עם מחוות אפס (NULL BALANCE EARTH TESTER) – (ראה איורים 3, 4)

"מגר" זה זורם זרם חילופין מהגנרטור שמופעל ביד דרך הצד הראשוני של שנאי הזרם לאלקטרודה הנבדקת (E). וחוזר דרך האדמה להצד C. הזרם מהצד המשני של שנאי הזרם גורם להפרש פוטנציאלים בין A לבין B, שמקזזים אותו על-ידי ההתנגדות R אשר הוא שווה והפוך לפוטנציאל זרם חילופין בין P₁ לבין P₂.

את האיפוס מראה קריאת האפס של המיקרו-אמפרטר זרם ישר (M), אשר הזרם עליו מיושר על ידי המיישר המסתובב על ציר הגנרטור.

איור 3

מגר אדמה עם מחוות אפס



אם קוטר האלקטרודה הנמדדת הוא מעל 10 מטר, יש להגדיל את המרחק הכולל (עד C_2) עד ל-100 מטר.

חיבור מכשירי המדידה לאלקטרודות השונות יעשה בהתאם לאיורים 5, 6.

כאלקטרודות ניסוי, יש להשתמש ביתדות פלדה בקוטר 12.5 מ"מ ובאורך 50 ס"מ, אותם יש להחדיר לאדמה לעומק 30 ס"מ.

בדיקת רשתות הארקה בתחנות השנאה:

משתמשים באותם מכשירים המצויינים בפרק הקודם.

למדידת מערכות הארקה נרחבות, דרושים מרחקים הרבה יותר גדולים בין המערכת הנבדקת, לבין אלקטרודות הניסוי C_2 . רצוי ללכת למרחק הגדול פי 2.5-5 מהקוטר המירבי של מערכת הארקה.

רצוי שהתנגדות הארקה העצמית של יתד הניסוי C_2 לא תעלה על 500 אום.

באדמות בעלות התנגדות סגולית גבוהה בשכבות העליונות, יש לחבר כמה יתדות ניסוי שהוחדרו במרחק של 1-2 מטר אחד מהשני במקביל ו/או להרטיב את הקרקע.

שני יתדות שמשמשים כאלקטרודות זרם וכאלקטרו-דת מתח (אלקטרודות ניסוי) מוחדרים לאדמה במרחק מתאים מהאלקטרודה הנבדקת (ראה איורים 5, 6). מסובבים את ידית הגנרטור ומבצעים את המדידה כדלקמן:

א. במכשירים לפי איור 5 קוראים את תוצאות המדידה ישירות על הסקלה.

ב. במכשירים עם מחוון אפס לפי איור 6 מאפסים את הגלנומטר לנקודה אמצעית, על ידי סיבוב מכפיל התחום ושלושת הכפתורים של שלושת זקדות ההתנגדויות.

אם קיימת תופעה של השפעות זרות, הגורמת לרעידות במחוג, יש להגדיל את מהירות סיבוב הגנרטור עד שהקריאה תהיה יציבה.

קביעת המרחקים בין אלקטרודות הניסוי חשובה מאד.

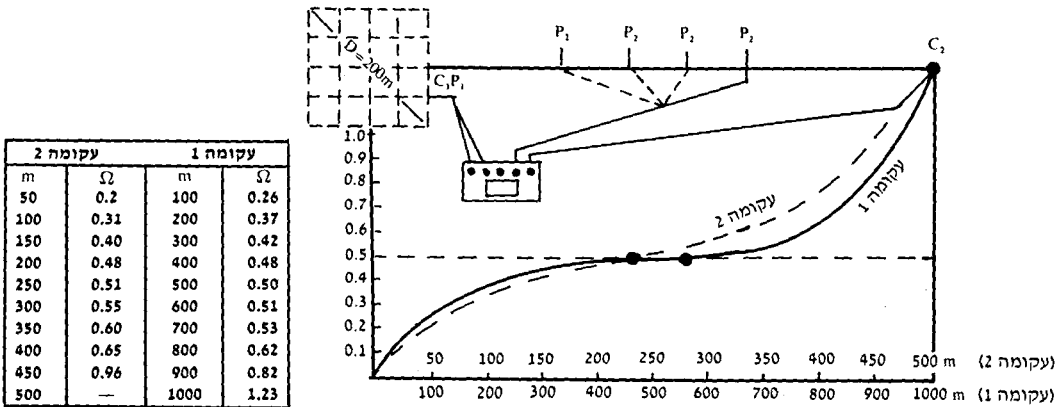
המרחק בין האלקטרודה הנמדדת לבין אלקטרודות (C_2) , צריך להיות 50 מטר לפחות.

המרחק בין אלקטרודות המתח (P_2) לבין האלקטרודה הנמדדת צריך להיות 62% מהמרחק הכולל, דהיינו במרחק כולל של 50 מטר — 31 מטר.

שיטת בדיקת רשתות הארקה בתחנות השנאה

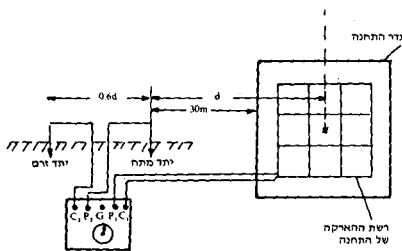
איור 7

שיטה א'



שיטה ב'

איור 8



את אלקטרודות המתח P_2 יש להזיז לאורך כל הקו ולרשום את עקומת ההתנגדויות השונות. (איור 7).

במקום בו קיימת סדרה של קריאות שוות, או במקום בו משנה העקומה את מגמתה, נמצא הערך הנכון של ההתנגדות.

אם פני הקרקע אינם מרשים התרחקות למרחק פי 2.5 — 5 מקוטר רשת הארקה, ניתן להשתמש בשיטה מקוצרת שנותנת, בעזרת מדידה אחת, תוצאות מקורבות. (איור 8)

על ידי הגדלת המרחק "a" בין האלקטרודות, ניתן לבדוק את ההתנגדות הסגולית לעומקים גדולים יותר ובהסתמך על כך לקבוע כדאיות החדרת אלקטרודות הארקה לעומקים גדולים יותר.

השימוש בהדק G (GUARD) מומלץ, כאשר התנגדות הארקה העצמית של אלקטרודות הניסוי עולה, בגלל הרכב הקרקע, על ערך מסוים שנקבע על ידי יצרן המכשיר.

טבלה מס' 1

ההתנגדויות הסגוליות של קרקעות שונות בארץ

סוג האדמה	ρ (Ω - m)
אדמה חולית יבשה	200-1000
אדמה חקלאית קלה	30-120
אדמה חקלאית כבדה	4-30
אדמת לס בנגב	15-18
אדמה בערבה	8-1000
אדמה בהרי הגליל	20-500
אדמה בהרי ירושלים	100-1000
אדמה בהרי הנגב	18-100
אדמה סלעית בגולן	∞

בערבה יכולה להתנגדות הסגולית להיות נמוכה פי 20 עד 30 כתוצאה מהרטבה, אפילו הקלה ביותר)

עומק החדרה אופטימלי של אלקטרודות הארקה: (מוט הארקה)

לקביעת עומק אלקטרודות הארקה חשיבות כלכלית רבה. קיימים שני גורמים: מחיר האלקטרודה ומחיר עבודת החדרה שנעשית על-ידי החדרה מכנית (פטיש), או במקרה התקלות בשכבות סלעיות על ידי קדוח מוקדם והכנסת האלקטרודות לחור הנקדה. במערכות למתח גבוה ועליון משתמשים בדרך כלל באלקטרודות באורך סטנדרטי של שלשה מטר וכפולות מזה.

להלן ניתוח שני מקרים שונים בהם ההתנגדות הסגולית של האדמה נבדקה עד למרחק "a" של 64 מטר (דהיינו נקבעה ההתנגדות הסגולית עד לעומק "a").

טבלה מס' 2

מרחק "a" (מטר)	1	2	4	8	16	32
בדיקה מס' 1 התנגדות סגולית (Ω-m)	33.6	5.6	4.1	4.0	4.0	4.0
בדיקה מס' 2 התנגדות סגולית (Ω-m)	210.5	348.6	386.9	386.1	336.6	189

מדידת התנגדות סגולית של הקרקע:

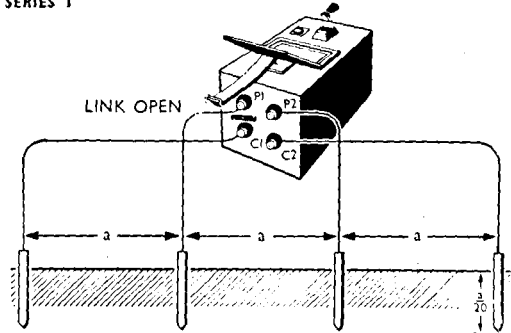
לצרכי תכנון מערכות הארקה וקביעת עומק האלקט-רודות, רצוי לבצע סקר - מדידות לקביעת ההתנגדות הסגולית של הקרקע.

המדידה, מבוססת על השיטה של ד"ר ונר. השיטה דורשת החדרת ארבע אלקטרודות ניסוי בקו ישר ובמרחקים שווים "a" (ראה איור 9).

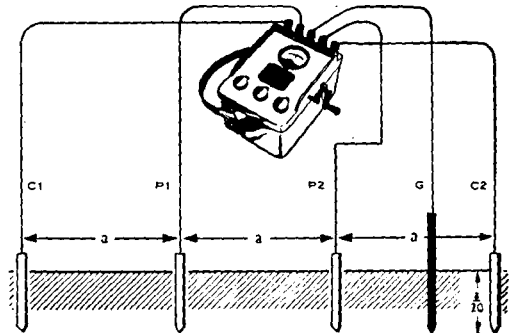
סכימת חיבורים למדידת התנגדות סגולית של הקרקע

SERIES I

איור 9



NULL-BALANCE



עומק האלקטרודות לא יעלה על: $\frac{3}{20}$

האלקטרודות החיצוניות לזרם מחוברות ל- C_1, C_2 ושתי אלקטרודות המתח להדקים P_1, P_2 .

אם משתמשים ב"מגר" עם מחוון אפס (NULL BALANCE) בהדק G (GUARD), יש לחבר אותו לאלקטרודה נוספת שמוחדרת באמצע בין C_1, C_2 .

אם מניחים שהקרקע הומוגנית, ההתנגדות הסגולית שלה ניתנת לחישוב לפי הנוסחה:

$$P = 2\pi aR$$

כאשר:

R — ההתנגדות הנמדדת באום.

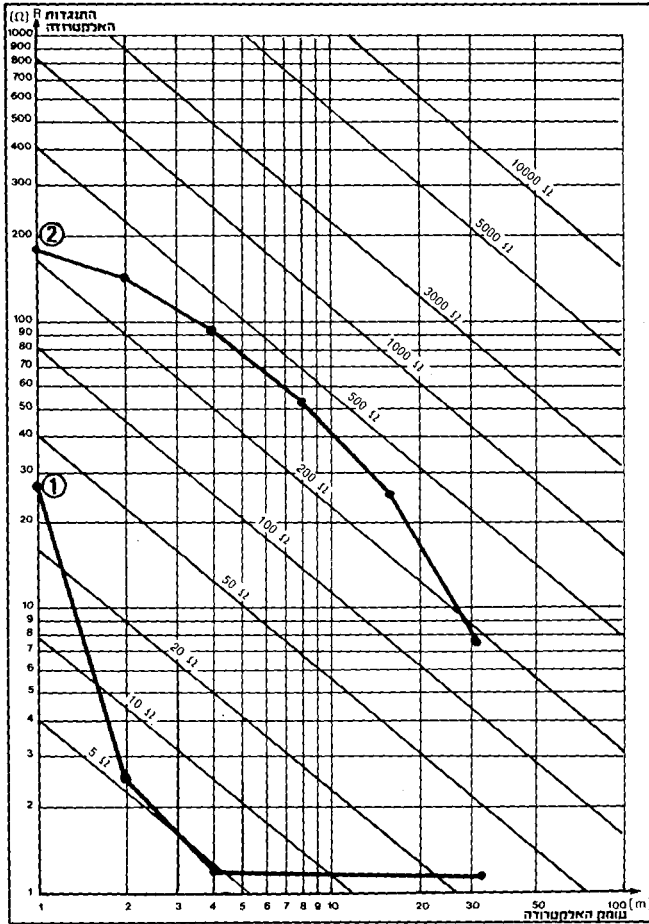
a — המרחק בין האלקטרודות במטרים.

p — התנגדות סגולית באום-מטר (עומק).

ערכים אלה תוך גרף סטנדרטי (ראה איור 10).

לקביעת עומק החדרה אופטימלי של האלקטרודה והתנגדות המעבר בינה לבין האדמה, מכניסים

איור 10



$$R = \frac{\rho}{L}$$

נוסחה מקורבת:

כאשר:

R — התנגדות המעבר של האלקטרודה

ρ — התנגדות סגולית של הקרקע.

L — אורך מוט הארקה (מטר)

d — קוטר מוט הארקה (מטר)

בחירת מכשיר מדידה מתאים:

הבחירה היא בין מכשיר עם גנרטור ידני, לבין מכשיר אלקטרוני שמופעל על ידי סוללות.

למכשיר עם גנרטור ידני שני יתרונות:

- לא קיימת בעית ההתרוקנות של סוללות.
- ניתן, במקרה של השפעות זרות, לשנות את תדר הבדיקה על ידי שינוי במהירות סיבוב הגנרטור.

נתוח התוצאות מראה תמונה כדלקמן:

טבלה מס' 3

בדיקה מס	עומק החדרה אופטימלי (מטר)	התנגדות מעבר צפויה (Ω)
1	2-3	1.6-2.5
2	21	18

ערכי חדירה אופטימליים של מוטות הארקה, ניתנים גם לחישוב בהתאם לשתי הנוסחאות הבאות:

נוסחה מלאה:

$$R = \frac{\rho}{2\pi L} \cdot \ln \frac{2L}{d}$$

פנלים סינופטיים

אינג' ש. רובינשטיין

דרישות הבקרה במערכות תעשייתיות, בחלוקת אנרגיה חשמלית, ברשתות מים וביוב, בצומתי-דרכים ועורקי תחבורה הולכות ומסתבכות.

הדבר הביא לביקוש הולך וגובר לשיטה של תצוגה גראפית הנותנת תמונה ברורה ומיידית במרכז בקרה על מצב המערכת בכל עת.

של השיטה.

תכונות קוביות הפלסטק

הקוביות מיוצרות מ"פוליקרבונאט" הכולל את התכונות הבאות:

- הקוביה קשה להצתה.
- הקוביה נכבית בעצמה במקרה הצתה.
- המתקן המורכב יכול לעמוד בטמפרטורה סביבתית עד 135 מעלות צלזיוס.
- החומר חזק ועמיד בפני רעידות.
- אפשר לקדוח בו, לנסר אותו ולשייף אותו.
- הצבע הכללי הוא בהיר ירוק, (RAL 019).

חיווט ומחברים

בכל קוביה ניתן להרכיב רכיב חשמלי כגון מנורה, תצוגה סיפרתית, מפסק, לחצן וכו'.

כל פריט מחובר בעזרת חיבור מהיר לכלל רכיבי שהורד לבלוק חיבורים.

החיבור המהיר מאפשר הזזת הפריט ממקום למקום בסכימה הסינופטית, מבלי להזדקק לפירוק של החיווט עד לבלוק החיבורים.

מתקנים נוספים המיועדים לשילוב מיוחד עם פנלים סינופטיים.

א. ANNUNCIATOR — מערכת התראה מודי-לרית אלקטרונית.

יחידה שלמה בנויה בתוך קוביה של 25x25 מ"מ, ומתאימה באופן מיוחד לפנל סינופטי.

מערכת זו מיועדת לתעשייה ולבקרה על בניינים. ניתן להרכיבה ממודול התראה בודד ועד כמות בלתי מוגבלת של מודולים.

מערכות התראה כאלו, נמצאות במספר גדול של מפעלים בארץ, ביניהם רותם, דשנים ומפעלי ים המלח.

המערכת פועלת במתח של 12 וולט, ולאחרונה, לפי דרישה של חברות באירופה, ניתן לייצר גם סידרה של מערכות התראה הפועלות במתח של 24 וולט.

ניתן לרכוש את מערכת ההתראה, עם או בלי ספק כוח.

ב. ALADDIN — מערכת ריבוב להפעלת מנורות בלוחות תצוגה ובקרה.

ALADDIN — הינה מערכת ריבוב מודולרית להפעלת מנורות, לדים, ותצוגות סיפרתיות מוצאות בקר מתוכנת או מחשב.

המערכת מותקנת בלוח תצוגה סינופטי. ניתן להפעיל בעזרתה עד 4,096 מנורות או לדים,

הפיתרון שפותח מבוסס על דיאגרמה סינופטית (MIMIC DISPLAY) של המערכת בתור תמונה, כאשר בסכימה זו משתלבות מערכות התראה של מנורות סימון, ציוד מדידה ועוד, הקשורים לחלקים שונים של המערכת.

הבקרה המודרנית דורשת אפשרות של קריאה מהירה מתמונה ברורה.

שיטת מוואיקה (SYMO) עונה על דרישות אלו. השיטה היא מודולרית ומתאימה לבניית לוחות, שולחנות וקונסולים לפיקוד ובקרה.

לשיטה זו ישנם יתרונות בולטים בתצוגה של מערכת ביקורת מרכזית של אנרגיה, מיוזג אוויר, מניעת שריפות, ופריצות של בנינים רבי-קומות, בתי מלון ועוד.

פרטים טכניים

הלוח מורכב מכוורת אלומיניום אשר בה מותקנות קוביות פלסטק בגודל 25 x 25 מ"מ.

הכוורת מורכבת מפסי אלומיניום המחברים על ידי מחברים מיוחדים כל 50 מ"מ. כך שיש בסיס יציב גם כאשר צריכים לפתוח פתחים גדולים יותר בכוורת.

גודלן של הקוביות מאפשר יצירת דיאגרמות קומפקטיות וברורות.

הכוורת בנויה בצורה המאפשרת הפרדת הפנל למספר חלקים, ובכך מתאפשרת קלות בהובלה.

באתר הבנין, ניתן בקלות להרכיב בחזרה את הפנל בצורה מושלמת כך, שלא ניתן להבחין במקומות החיבורים לאחר ההרכבה.

על ידי שימוש בקוביות המיוחדות במבנה מיוחד, אפשר ליצור פנל מעוגל בעל רדיוס מינימום 7 מטר. בדרך זו אפשר לפקח על לוח גדול בקלות ממקום מרכזי.

התרשים המתאר את תהליך הזרימה, מורכב מקווים מובלטים הצבועים לפי בחירת הלוקח.

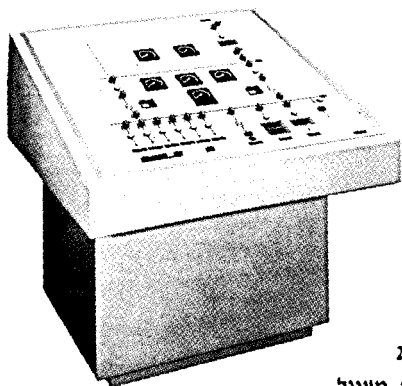
פריטי ציוד חשמלי תקני כגון לחצנים, בוררים, נורות ומצג סיפרתי, משולבים בקוביות בודדות.

השיטה מאפשרת לבצע שינויים ותוספות בקלות ובמהירות על ידי חשמלאי תחזוקה, ובדרך כלל אין צורך להפסיק את פעולת המערכת בזמן ביצוע השינויים.

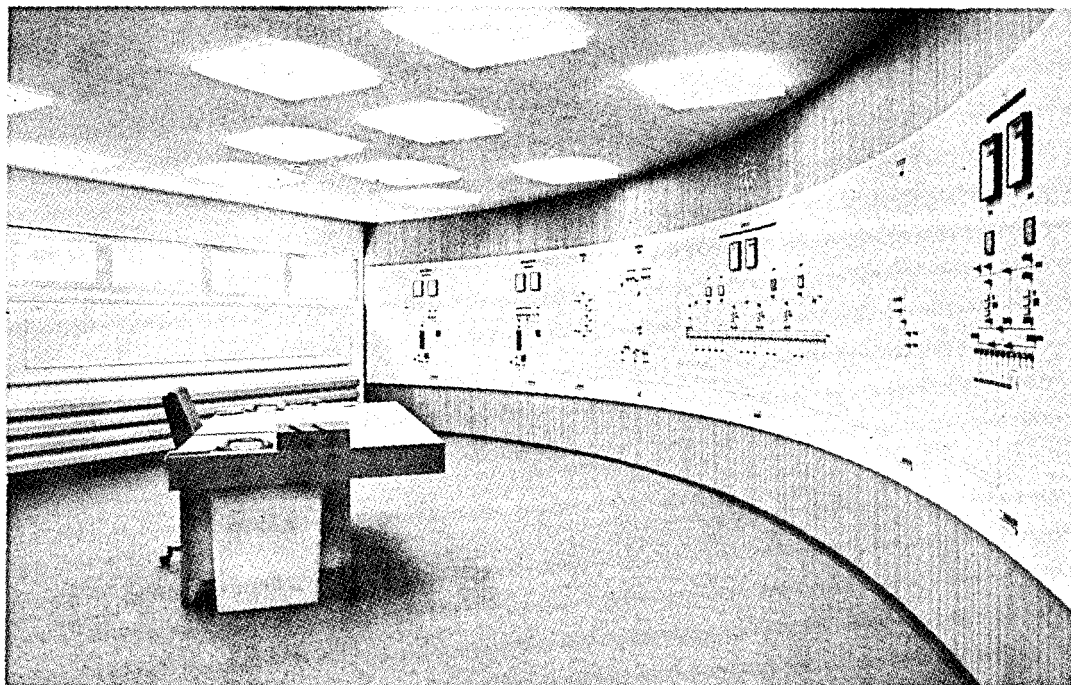
הנוחות והקלות בביצוע שינויים לאחר שהוכנסה המערכת לפעולה, הם אחת מיתרונותיה הבולטים

אינג' ש. רובינשטיין — מנהל מפעלי מתכת וחשמל כפר בלום.

תמונה 1
פנל מוזאיקה בחדר בקרה



תמונה 2
פנל מוזאיקה מעוגל



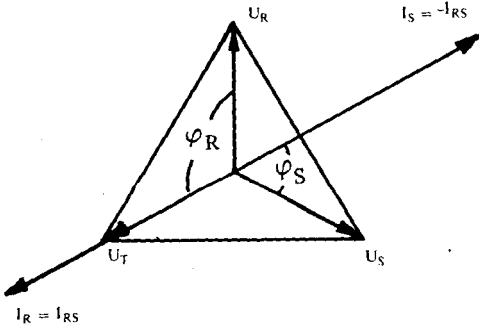
או 256 תצוגות סיפרתיות בעזרת כבל של 18 חוטים המתחבר ליציאות המחשב. כל הלדים והמנורות מתחברים אל ה-ALADDIN דרך מחבר עם סנפאוניים. המערכת עצמה מורכבת ממספר מעגלים מוד-פסים. החיבורים בין הכרטיסים מתבצעים בעזרת כבלים שטוחים לתוך קונקטורים. שימוש במערכת ALADDIN חוסך כסף רב. מחיר יציאה של בקר או מחבר, הדרוש להפ-עלת המנורות או הלדים בלוח התצוגה, יקר בהרבה ממחיר יציאה דומה של ה-ALADDIN. כמו כן נחסך כסף רב במחיר התקנת הלוח ובדיקתו על ידי הקטנת מספר החוטים בצורה משמעותית בין הבקר והלוח.

איתור תקלות במערכות קבלים באמצעות התרשומה במערכת המונייה של הצרכן

אינג' י. ריבקין

במקרה זה כל הקיבוליות מחוברת בין הפאזות R ו-S
דרך המונים החד-פאזיים בפאזות R: זרם זרם
קיבולי.
(עיין בדיאגרמה ווקטורית בתמונה מס' 3).

תמונה 3



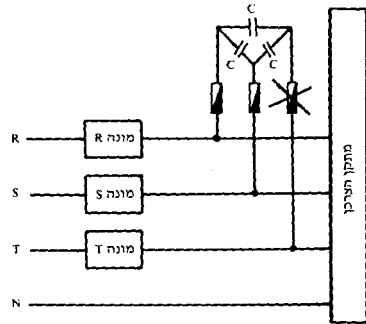
אצל רוב הצרכנים בעלי מערכות מדידה, קיימות
כיום מערכות קבלים לשיפור מקדם ההספק. $(\cos \varphi)$
תקלה במערכת כזאת (שריפת נתיך באחת הפאזות,
חוסר מגע באחת הפאזות של מפסק), גורמת לירידה
ביעילותה, ועלולה לגרום לצרכן הוצאות כספיות
נוספות.

היות ותקלה במערכת קבלים גורמת לשיבושים
בתרשומות של המונים החד-פאזיים במערכת המדי-
דה, קיימת אפשרות, בעזרת תמונת התרשומות של
המונים החד-פאזיים, לאתר את התקלה.

יש לציין, שתרשומת כללית של מערכת המדידה
נשארת נכונה למרות השיבושים בתרשומות המונים
החד-פאזיים. (הסבר להלן):

נניח, שבמתקן הצרכן אין כלל צריכה ובמערכת
הקבלים נשרף נתיך באחת הפאזות, לדוגמא בפאזה
T. (עיין בתמונות 1, 2).

תמונה 1



כאן:

$$\bar{I}_{RS} = -\bar{I}_S \quad (1)$$

$$\bar{I}_{RS} = \bar{I}_R$$

ההספק שנמדד בפאזה R שווה:

$$P_R = U_R I_R \cdot \cos \varphi_R = U_R I_R \cdot \cos 120^\circ = -\frac{1}{2} U_R I_R \quad (2)$$

ההספק שנמדד בפאזה S:

$$P_S = U_S I_S \cdot \cos \varphi_S = U_S I_S \cos 60^\circ = \frac{1}{2} U_S I_S \quad (3)$$

מנוסחאות (2), ו-(3) יוצא, שהמונה החד-פאזי בפאזה
S ירשום בכוון הנכון והמונה החד-פאזי בפאזה R
ירשום בכוון ההפוך ואילו המונה החד-פאזי בפאזה T
לא ירשום בכלל.

בנוסחאות (2), (3):

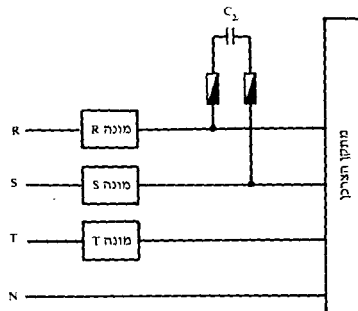
$$|\bar{U}_R| = |\bar{U}_S| \quad (4)$$

$$|\bar{I}_R| = |\bar{I}_S|$$

בהתאם לנוסחאות (2), (3), (4):

$$|P_R| = |P_S| = P \quad (5)$$

תמונה 2



אינג' י. ריבקין — מחלקת המונים הארצית, חברת החשמל

אם נחקור את השפעת התקלה בפאזות אחרות של מערכת קבלים (פאזות R, S), על תרשומות של מונים חד-פאזיים, נוכל לבנות את הטבלה שבתמונה מס' 4.

תמונה מס' 4

התנהגות המונים			פאזה מנותקת במערכת קבלים
פאזה R	פאזה S	פאזה T	
X	←	→	R
→	X	←	S
←	→	X	T

מקרא: → המונה רושם בכוון נכון
 ← המונה רושם בכוון הפוך
 X המונה אינו רושם

לכן, אם קיימת תקלה במערכת קבלים, כדי לאתר את הפאזה המנותקת יש להפסיק את הצריכה במיתקן הצרכן, ובהתאם לתמונת תרשומות המונים, בעזרת הטבלה שבתמונה מס' 4, למצוא את הפאזה המנותקת.

לכן, הדיסקים של המונים החד-פאזיים בפאזות R, S יסתובבו במהירות שווה ולכוונים הפוכים, והתרוש-מת הכללית של המונים, בשלושת הפאזות, תהיה שווה ל"0".

(האיבודים במערכת קבלים לא נלקחו בחשבון).

התמונה משתנה כאשר במיתקן הצרכן קיימת צריכה.

במקרה זה המונה בפאזה R ירשום:

$$(P'_R - P) \cdot t, [kWh] \quad (6)$$

המונה בפאזה S ירשום:

$$(P'_S + P) \cdot t, [kWh] \quad (7)$$

המונה בפאזה T ירשום:

$$P'_T \cdot t, [kWh] \quad (8)$$

בנוסחאות (6), (8):

P'_T, P'_S, P'_R — ההספק במיתקן הצרכן בפאזות T, S, R ב-[kW]

t — כמות שעות צריכה במיתקן הצרכן ב-[hr]

כאשר נסכם את (6), (7), (8) נקבל:

$$(P'_R - P + P'_S + P + P'_T) \cdot t = \quad (9)$$

$$(P'_R + P'_S + P'_T) \cdot t = E_\Sigma$$

כאן:

E_Σ — כמות האנרגיה הנצרכת על ידי הצרכן, [kWh]

ולכן, כאשר קיימת תקלה במערכת קבלים, תרשומות המונים בשתי הפאזות לא תהיינה זהות לצריכת הצרכן באותן פאזות, אך התרשומות הכללית של מערכת המדידה תהיה נכונה.

השקעות לפיתוח מערכת הייצור ומערכות המסירה והחלוקה

סה"כ השקעות בשנת 1980/1
 1,100 מיליוני שקלים



סה"כ השקעות בשנת 1981/2
 2,021 מיליוני שקלים



מתקן לבדיקת תקינות מערכת פלוארוסצנטית*

א. בר־אורין

השימוש בתאורה הפלוארוסצנטית הוא נפוץ ביותר, ולעיתים קרובות מאד מהווה תאורה זו את החלק הארי בתאורה, בעיקר במשרדים ובבתי מלאכה למיניהם.

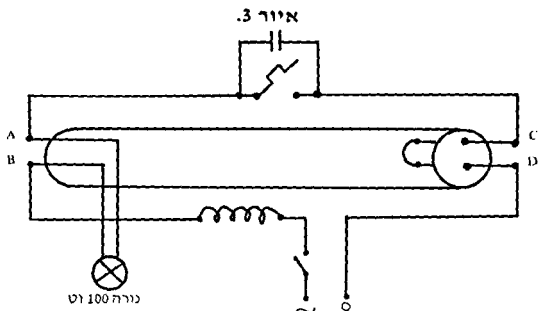
ככל מתקן אחר, "סובלת" גם מערכת תאורה זו, מתקלות וקלקולים, אשר לא פעם קשה למדי לאתר את מקורן.

המתקן המתואר להלן, מהווה מתקן פשוט מאד לאיבחון מהיר של סוגי התקלות המקובלות במערכות התאורה הפלוארוסצנטית.

בקצה אחד, מחברים לשני הפינים נורת ליבון בהספק של 100 וט, ואת שני הפינים בקצה השני של הצינור מגשרים על ידי מוליך.

מתקן הבדיקה כמתואר לעיל, יוכנס למערכת הפלוארוסצנט במקום נורת הפלוארוסצנט הרגילה, כאשר זוג פינים אחד יחובר בין נקודות A ו-B, וזוג הפינים השני — בין נקודות C ו-D (איור 3).

תהליך הבדיקה ואיתור התקלה (איור 3):



התקלות הנפוצות במנורות פלוארוסצנט

הן:

- א. קלקול בנורה
- ב. קלקול במתנע
- ג. נטל מקוצר
- ד. נטל מנותק (שרוף)

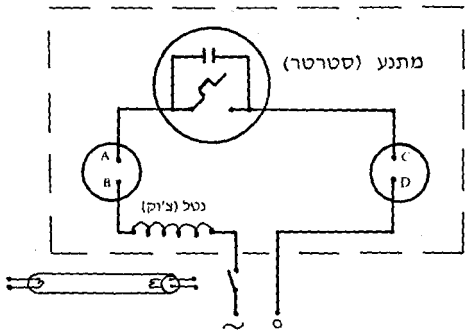
להלן נראה את התהליך הפשוט יחסית באיתור התקלה בעזרת המתקן.

שלבי הבדיקה וניתוח הממצאים המתקבלים:

- א. יש להוציא את נורת הפלוארוסצנט מבית הנורה ולהכניס במקומה את מתקן הבדיקה (לאחר הפסקת אספקת החשמל למנורה).
- ב. יש לחבר מתח למתקן ולעקוב אחר התגובה המתקבלת בנורת הליבון שבמתקן הבדיקה כדלקמן:

סכימה חשמלית של המערכת הפלוארוסצנטית (ללא נורה)

איור 1

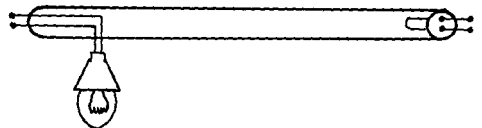


השלב הראשון באיתור התקלה הוא, לקבוע האם התקלה היא במערכת הפלוארוסצנט, או בנורה עצמה.

בעזרת מתקן הבדיקה, נוכל בקלות ובפשטות יחסית להבחין מיידית היכן מקור התקלה, ומה גורם לה.

תאור מתקן הבדיקה (איור 2):

איור 2



מתקן הבדיקה מורכב מצינור פלסטי קשיח באורך זהה לנורת הפלוארוסצנט, אשר בכל קצה שלו מותקנים שני פינים כדוגמת אלה הנמצאים בנורה הפלוארוסצנטית.

א. בר־אורין — חשמלאי אחזקה, בית-מלאכה חשמלי, חברת החשמל

הסטרטר, המאופיינת בפתיחה וסגירה של המגעים (הגורמת להבהוב נורת הבדיקה במצב תקין).

הנורה דולקת באור מלא ואינה מהבהבת
המסקנה: מגיע הסטרטר "דבוקים" והנטל מקוצר. ההסבר ניתן בסעיפים הקודמים.

סיכום

מתקן הבדיקה כמוסבר לעיל, הינו פשוט יחסית ונוח מאד לשימוש, ומעלתו הנוספת היא, הקלות בה ניתן לבנותו, בעלות נמוכה ביותר.

בדרך כלל ניתן להשתמש בצינור פלסטי קשיח בקוטר "1/4", באורך 124 ס"מ כאשר דרך חור מתאים בצינור, מושלים שני מוליכים באורך 20 ס"מ, אשר בקצוות שלהם מחוברת בית נורת הליבון — המהווה את האינדיקטור למצב המתקן.

יש לציין שהאפקטיביות של המתקן היא בעיקר במערכות פלאורוסצנטיות המצוידות בנטל ובסטר-טר נפרדים.

באותן מערכות המצוידות ביחידות עזר מהסוג של "הצתה מהירה" RAPID START או "הצתה מושלמת" PERFECT START, יצביע המתקן על ליקוי ביחידה כולה ללא אפשרות הבחנה אם הליקוי הוא בנטל או בסטרטר.

הנורה מהבהבת ודולקת באור מוחלש

המסקנה: מערכת הפלאורוסצנט תקינה ובאם התגלה ליקוי בעבודת המנורה, הליקוי הוא בנורה עצמה ויש להחליפה.

הסבר: ההבהוב בנורת הליבון מתקבל עקב פעילותו התקינה של הסטרטר, ועוצמת האור המוקטנת נובעת ממפל המתח של הנטל.

הנורה מהבהבת ודולקת באור מלא

המסקנה: יש קצר חלקי (או מלא) על הנטל.

הסבר: ההבהוב נובע מפעילותו התקינה של הסטרטר, והאור המלא נובע מקיצור בליפופי הנטל הגורם לנפילת כל המתח (או רובו) על נורת הליבון, ולכן היא דולקת באור מלא.

הנורה אינה דולקת

המסקנה: יש נתק במעגל של מערכת הפלאורוסצנט, קרוב לודאי שזהו נתק בין סלילי הנטל או נתק בסטרטר. רצוי לשלב ראשון לפעול מן הקל אל הכבד ולהחליף קודם כל את הסטרטר, לבדוק מחדש ואחר כך להמשיך בפעולות "כבדות" יותר.

הנורה דולקת באור מוחלש ואינה מהבהבת

המסקנה: הסטרטר מקולקל — מגעיו "דבוקים" כך, שיש מעבר רצוף של זרם בניגוד לפעולה התקינה של

פיתוח משאבי אנוש

המפעל, בנה תכנית לימודים "תפורה לפי מידותיו". תיאם את התכנית אתנו, גייס את צוות המורים ואף את המעקב והפיקוח על מהלך הלימודים, נטל על עצמו.

בקיצור, ממנהלי המפעל הנדון הוסרה הטרדה והטיפול בנושא מקצועי מובהק, שלא הזמן ולא הידע הדרוש, נמצאים בידיהם.

בוגרי הקורס שעמדו בהצלחה בבחינות משרד העבודה, זכו בתעודות אשר ניתן להן מירם ברשיון חשמל מסוג, חשמלאי מסוג. למותר לציין שאת הקורסים מלווים בהנחיה וביעוץ מפקחי משרד העבודה.

מפעלים שיהיו מעוניינים באינפורמציה נוספת אודות מסלולי הכשרה ופיתוח כח אדם, בנושאי חשמל, אלקטרוניקה, פיקוד ובקרה ואוטומציה, יוכלו לקבל יעוץ במשרדי היחידה לחשמל ואלקטרוניקה.

ד. תרזה

מנהל היחידה לחשמל ואלקטרוניקה

באגף להכשרה ופיתוח כח אדם

במשרד העבודה והרווחה

קטמון, רחוב משמר העם 14

ת.ד. 4023, ירושלים 91040

טלפונים: 02-668157 — 02-666385

כמנהל היחידה לחשמל ואלקטרוניקה העלתי בפני ציבור החשמלאים מגוון של הצעות להשתתפות בקורסים ובהשתלמויות בכדי להעלות ולהשיב רמתם המקצועית.

בכתבה קצרה זאת ברצוני לעמוד על דרך נוספת הפתוחה בפני מפעלים המעוניינים לטפח את ציבור החשמלאים העובדים במפעלים.

מרבית המפעלים והמוסדות הגדולים בארץ פיתחו לעצמם מערכת פיתוח משאבי אנוש, משלהם, על פי רוב נעשית עבודה טובה על-ידי יחידות אלה, אם כי לא ניתן למדוד במונחים כמותיים את התמורה הנובעת מהן השקעה בנושא זה.

אולם מפעל או מוסד בגודל בינוני יהסס בצדק, לכוון מערכת עצמית כזו מחשש, שהיקף הצרכים בנושא, אינו מצדיק את התקורה המשמעותית המתחייבת מפעולת יחידה כזאת.

ראינו גישה מעניינת לנושא במפעל המעסיק כ-1500 עובדים.

הנהלת המפעל פנתה ליעוץ מקצועי אשר, בין היתר, הכין עבור המפעל תוכנית לקורס לחשמלאים מסווגים, היועץ למד את צרכי

תעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תעו"ד)

השתנות המחיר לקוט"ש בהתאם לשעות היממה, ימי השבוע ועונות השנה
(באחוזים, יחסית לפסגה השנתית)

