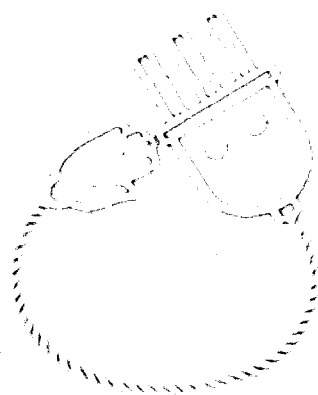
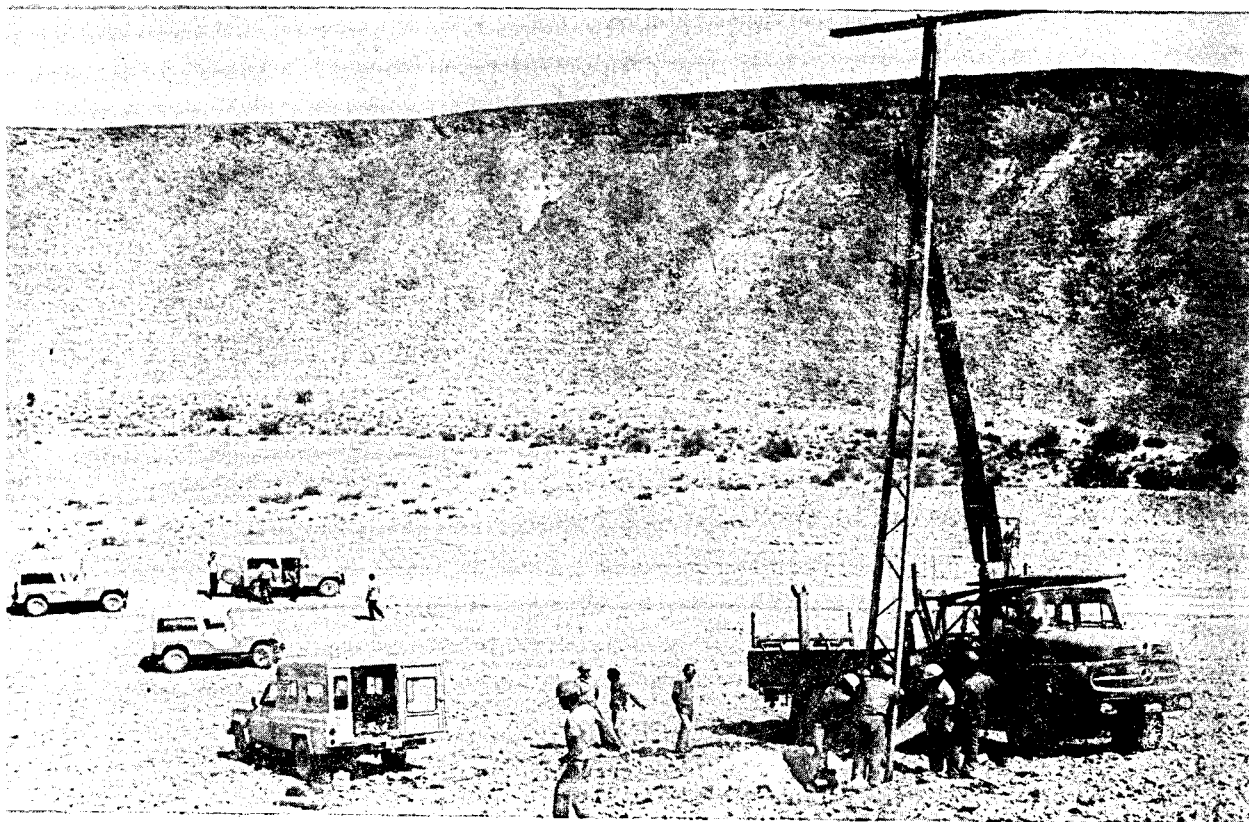


# התנתע המוצא



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם

בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



יולי 1979

מס' 22

## תוכן העיניים

3	תכנית פעולה של חברת חשמל להקטנת הבקוש ושיאי הבקוש לחשמל
4	מקדם ההספק 0.92
5	כנס I.E.E. 1979
5	ימי העיון המרכזיים
6	מועדוני „התקעה-המצדיע“
6	תכנית לימודים „השתמש בחשמל בתבונה“
7	שיטת חשבונות מהפכנית
7	הארגון הארצי של קבלני חשמל
8	חישוב מקדם ההספק במתקן הצרכן וגודל מערכת הקבלים הדרושה לשיפור
12	מי מפחד מקבלים
17	הסקת חדרים ומתקנים
21	הצעה לחיסכון בחשמל לתאורת חלונות ראוה
21	סינר חשמלאי קבוצים באירופה
	<b>מדור מודעות — שרות פרסומי</b>
22	מה חדש בספרות המקצועית
23	חיבור במקביל של כבלים
27	אספקת חשמל מגנרטורים פרטיים
35	מנוע השראה תלת-מופע — תקלות ואיתורן
40	תכנון תאורה במתקני ספורט

העורך :  
א. לייסנר

המערכת :  
צ. אביתר, י. בלב, מ. זיסמן,  
ל. יבלונובסקי, ש. מרדיקט,  
ז. ספורן, י. נוימן, נ. פלג,  
ג. פרבר, ה. ציפר

מנהלה :  
ש. וולפסון

תסדיר וביצוע :  
מ. ציטרון

כתובת המערכת :  
חברת החשמל לישראל בע"מ  
ת. ד. 25, תל-אביב — 61000  
טלפון 03\*625963

הדפסה :  
דפוס ואופסט נורמן, חיפה.

## ב ש ע ר :

מחוז הדרום החל לבנות קווי מתח גבוה למחנות של האמריקאים שיקימו את שדות התעופה החדשים בנגב. תכנון הקווים נעשה במבצע בזק; המתכננים הוטסו מעל לשטח בהליקופטרים וסיימו את העבודה תוך חודש.  
בניית הקווים באורך של כ-20 ק"מ, תסתיים תוך 3 חודשים — מהירות שיא לגבי קווים כאלה הנבנים בשטחים מדבריים קשים.

## \* תוכנית פעולה של חברת החשמל להקטנת הביקוש ושיאי הביקוש לחשמל

● לאור ההתפתחויות בחודשים האחרונים במצב משק האנרגיה העולמי והלאומי ולנוכח הקשיים הצפויים למשק החשמל בישראל בגלל העליה המתמדת בביקוש ובשיאי הביקוש (קיץ-בוקר; חורף-ערב) החליטה הנהלת חברת החשמל להעריך לפעילות אינטנסיבית כדי להבטיח את אספקת החשמל, בעיקר בשנה הקרובה, לפני הכנסתה לניצול של היחידה הראשונה בת 350 מגוואט בתחנת הכח החדשה ליד חדרה.

הוקם בחברה צוות בין-אגפי שתפקידו לאתר מוקדים אפשריים לניהול עומס דהיינו — הקטנת הצריכה בשעות השיא ו/או העברתה לשעות השפל.

תוכנית מפורטת המבוססת על ההמלצות הראשוניות של הצוות הועברה לשר האנרגיה והתשתית. גין הפעולות הראשונות, שהן בעיקר טכניות-תעריפיות-אדמיניסטרטיביות, אפשר לציין:

- א. הסדר תעריפי לצריכה בשעות מוגבלות המיועד לצרכנות לשאיבת מים.
- ב. הסדר למניה נפרדת של שיא הביקוש בשעות השפל.
- ג. הסדר להורת עומסים על פי דרישת החברה.

פרטים על ההסדרים הנ"ל, לרבות עלוני הסברה מודפסים, אפשר לקבל בכל משרדי החברה — המחוזיים והאיזוריים.

### ● ניהול עומס במתקני הצרכנים

לאור מדיניות החברה להקטנת שיאי הביקוש הוחלט גם להגביר את פעולות ההדרכה וההכוונה של הצרכנים לניהול עצמי של העומס ובכלל זה התקנת בקרים שנועדו לכך, כזכור, קיומו ע"י המחלקה לפיתוח הצריכה בסוף שנת 1977 שני כנסים מרכזיים בתל-אביב ובחיפה להסברת הנושא ובכלל זה קיומו גם תצוגות של ציוד לניהול עומס ברמות שונות של תיחום.

גם במסגרת "התקע המצדיע" בע"פ הוקדשו בכל פעם הרצאות מיוחדות להבהרת הנושא. עתה נערכה מחלקת המונים הארצית והיא דואגת להחזקת מלאי סביר של ציוד המניה המיוחד הדרוש לשם הפעלת הבקרים הנרכשים ע"י הצרכן.

ציוד המניה המיוחד, המחליף את ציוד המניה הסטנדרטי, מוזמן ע"י הצרכן במחלקות הצרכנים הטכניות המחוזיות והן אשר דואגות, בעזרת מחלקת המונים הארצית, להתקנתו כנדרש. המדובר הוא במונים משרדי פולסים עם מד שיא ביקוש, שעוני פיקוד, מגברים וכו'.

בכל מקרה מומלץ לצרכן לבצע, בעזרת יועציו, סקר מקיף במפעל אשר מימצאו ישמשו כבסיס לקביעת עצם הכדאיות, הטכנו-כלכלית, שבהתקנת בקר לניהול עומס ובמידה הדובר חיובי ביסודו — החלטה בדבר סוג הבקר והספציפיקציה הטכנית שלו.

### ● תחיקה בענין צריכת החשמל לחימום מים

חברת החשמל בשיתוף עם משרד האנרגיה והתשתית נמצאים בבדיקה מתקדמת לקראת הפעלת תחיקה אשר תאסור את השימוש בחשמל לחימום מים בדודי חשמל ובדודי שמש/חשמל אלא בשעות שתקבענה מדי פעם.

מטרת התחיקה למנוע את כניסת העומס החשמלי לחימום מים בשעות הקריטיות של המערכת. עיקר הבעיה הוא כידוע בחורף, בשעות הערב של ימים מעוננים, כאשר מאות אלפי דודי שמש/חשמל נזקקים לגיבוי החשמלי וגורמים למעמסה נוספת של מאות מגוואטים על מערכת הייצור.

בתנאים הנוכחיים, כאשר סה"כ היכולת "ברוטו" של מערכת הייצור הוא כ-2500 מגוואטים (כולל טורבינות-הגז) נוצרים לעתים קרובות מצבים בהם היכולת הזמינה היא בסדר גודל של כ-2000 מגוואטים ואז אין ברירה אלא למנוע את חיבור הדודים.

כיום, כאשר אין עדיין אמצעים טכניים לאכיפת האיסור הנ"ל נאלץ להסתפק בפיקוח אדמינסטרטיבי.

כמוכן שבאם המצב יחמיר לא תהיה ברירה אלא להפסיק לסירוגין את הקוים כדי למנוע "מפולת-כללית" של המערכת.

## \* מקדם הספק 0.92

● כידוע, ב-1.4.79 נכנס לתוקפו הערך התקני החדש של מקדם ההספק — 0.92. בטבלה הבאה אנו חוזרים ומביאים דוגמאות של אחוזי ההוספה (התשלום הנוסף בעד מקדם הספק נמוך):

0.50	0.55	0.60	0.65	0.70	0.75	0.80	0.85	0.90	0.92	מקדם ההספק
63	55.5	48	40.50	27.50	21.25	12	7	2	0	% הוספה (החל מ-1.4.79)

● בז' בבד עם האמור לעיל הוחלט גם על החמרה בשעורי התיקון לגבי צרכנים אשר המדידה אצלם הינה במתח גבוה או במתח עליון, כדלקמן:

1. לגבי צרכנים אשר המדידה אצלם הינה במתח עליון, יוגדל באופן מלאכותי מקדם ההספק המתקבל מתרשומת המונים ב-0.05 בלבד (לעומת 0.08 בעבר).  
לכן, צרכן במתח עליון אשר מתרשומת המונים אצלו נתקבל מקדם הספק של 0.87 או יותר לא ישלם "קנס".

2. לגבי צרכנים אשר המדידה אצלם הינה במתח גבוה, יוגדל באופן מלאכותי מקדם ההספק המתקבל מתרשומת המונים ב-0.02 בלבד (לעומת 0.03 בעבר).  
לכן, צרכן במתח גבוה אשר מתרשומת המונים אצלו יתקבל מקדם הספק של 0.90 או יותר לא ישלם כל הוספה.

הערה: לא חל כל שינוי בשעורי הניכויים בצריכה ובשיא הביקוש, הניתנים לצרכנים אשר המדידה אצלם הינה במתח גבוה או במתח עליון, עבור הפסדי הטרגספורמציה.

● בד בבד עם העלאת הערך התקני של מקדם ההספק מ-0.85 ל-0.92 התליטה חברת החשמל להרחיב את מעגל הצרכנים אשר אצלם מותקן מונה למדידת האנרגיה הריאקטיבית המשמש, כידוע, בסיס לחישוב מקדם ההספק: גם אצל צרכנים קטנים, יחסית, בעלי גודל חיבור של  $3 \times 63$  אמפר יותקן מונה ריאקטיבי ואילו אצל צרכנים בעלי גודל חיבור של  $3 \times 35$  אמפר, יישמר מקום בלוח המונה להתקנת מונה ריאקטיבי.  
יש להדגיש כי גם אצל צרכנים קיימים בעלי גודל חיבור  $3 \times 63$  אמפר תשקל האפשרות להתקנת מונה ריאקטיבי!

● אפשר לציין בסיפוק כי פעולות ההדרכה וההכוונה רבות המימדים שערכה חברת החשמל בשנתיים האחרונות (מעל דפי "התקע המצדיע", בימי העיון של "התקע המצדיע", במועדוני התקע המצדיע ובשרות ייעוץ אינדיבידואלי של האגף המסחרי והמחוזות) הוכיחו את האפקטיביות שלהם וכיום יודע כל חשמלאי במה הדברים אמורים.  
סקר סטטיסטי שנערך לאחרונה מצביע על הישגים ממשיים:  
מספר הצרכנים בעלי מדידה ריאקטיבית העובדים במקדם הספק 0.92 ומעלה גדל מ-37% בשנת 1977 ל-50% בשנת 1979, בעוד שצריכת האנרגיה האקטיבית במקדם הספק 0.92 ומעלה, הוכפלה בשנתיים האחרונות.

● עדיין נשארה בעינה בעיית המימון של מערכות הקבלים לשיפור מקדם ההספק ע"י הצרכנים (מפעלי תעשייה ודומיהם). במפגשי "התקע המצדיע" הועלו מספר הצעות בנושא "החש" בונאי", הדברים הובאו לידיעת הגורמים הנוגעים לדבר במשרד האנרגיה והתשתית ובמשרד המסחר והתעשייה.

● מישור אחר בו יזמה חברת החשמל פעילות בנושא מקדם ההספק הוא: הכללת הדרישה למקדם הספק 0.92 בתקנים הישראליים למכשירי חשמל ביתיים.  
ואכן הדרישה הוכללה בתקנים הישראליים הבאים:  
1. ת"י 721 — מקררים ומקפיאים תשמליים לשימוש ביתי.  
2. ת"י 994 — מזגני אויר.

לאחרונה הוחלט להכריז על ת"י 721 כתקן רשמי ודבר זה יחייב כחוק, הן את הייצור המקומי והן את היבואנים, לייצור ולשווק אך ורק מקררים בעלי מקדם הספק של 0.92. לאור העובדה שמקדם ההספק "הטבעי" של מקררים הוא 0.5—0.6 יידרשו היצרנים להתקין במקררים קבל, כנדרש!

## ✧ כנס I.E.E. — 1979

- בתאריכים 27—28.11.1979 יתקיים בחיפה הכנס השנתי של I.E.E. אשר מתוכנן, מאורגן ומבוצע ע"י הסניף הישראלי של I.E.E. בשיתוף פעולה עם חברת החשמל.
- הכנס יוקדש הפעם לנושא:

### **"מתקני חשמל במבנים גדולים"**

- א. בנינים רבי-קומות.
  - ב. מבנים ציבוריים גדולים (כגון: בתי חולים, בתי מלון, בתי משרדים).
  - ג. מבני תעשייה (הכוללים מספר רב של בתינים שכל אחד מהם הוא צרכן חשמל נפרד).
  - ד. מבני מסחר (מרכזי קניות, חנויות כל-בו גדולות וכו').
- הנושאים העיקריים שיועלו בהרצאות:**
1. שיטות לחיזוי שיא הביקוש לחשמל במבנה.
  2. שיטות אספקת החשמל למבנה.
  3. השיטות לשיפור מקדם ההספק.
  4. אספקת חרום אלטרנטיבית.
  5. אספקטים בטיחותיים מנקודת ראות מתקן החשמל.
- והרצאות בכנס תוגשנה ע"י מרצים אורחים מומחים בעלי שם בינלאומי מאנגליה ומגרמניה כל ההרצאות תהיינה בשפה האנגלית.
- הכנס מיועד למהנדסים העוסקים בתכנון, בהתקנה ובתחזוקה של מתקני החשמל במבנים גדולים.
  - ההזמנות לכנס, לרבות התוכנית המפורטת, יישלחו בסוף חודש אוקטובר.
  - במסגרת הכנס תערך תצוגה של מתקנים, מכשירים ואבזרי התקנה הקשורים בנושאים.
  - המעוניינים להכליל ברשימת המוזמנים ו/או המציגים יודיעו על כך למערכת התקע המצדיע.

## ✧ ימי העיון המרכזיים — "התקע המצדיע" בע"פ

- הסתיימה הסדרה מס' 6 בתל-אביב התקיים "התקע המצדיע" בע"פ במלון "פורום-פלוס" ב-28.7.79 בירושלים — במלון "פלוזה" ב-23.5.79 בבאר שבע — באוניברסיטת הנגב ב-27.6.79 בחיפה נועד יום העיון להתקיים ב-25.4.79 ואף נשלחו הזמנות לחשמלאים, אולם בגלל שביתת הדוורים לא הגיעו הזמנות במועד הנאות ולפיכך בוטל יום העיון בתאריך הנ"ל (הודעה על כך נמסרה, מראש, בהודעות ברדיו ובמודעות בעיתונים). יום העיון התקיים במועד חדש 25.7.79 ב-"דן כרמל". ההרצאות בסדרה היו כדלקמן:

## ✧ שיא הביקוש אצל הצרכן — עקרון המדידה החיוב התערימי והאפשרויות הטמונות לייעול הצריכה

המרצה: אינג' פ. קישניאבסקי (המחלקה לפיתוח הצריכה, האגף המסחרי)

## ✧ תנאים להתנעת מנועים הנוהל הקיים והמגמות בעתיד

המרצים: בת"א, אינג' ה. ציפר (מחלקת הצרכנים הטכנית, מחוז דן) בירושלים, אינג' ז. ספורן (מחלקת הצרכנים הטכנית וחל"ב, מחוז ירושלים) בבאר שבע, אינג' י. בלב (מחלקת הצרכנים, מחוז הדרום) בחיפה, אינג' ב. גודוביץ (מחלקת הצרכנים הטכנית, מחוז הצפון).

## ● אספקת חשמל מגנרטורים פרטיים

המרצים: אינג' נ. פלג והרשת הארצית) בחיפה.  
אינג' מ. נתיב (מחלקת פיתוח ומחקר אנליטי, אגף מחקר ופיתוח) — בת"א, בבאר שבע  
ובירושלים.

## ● מתקני תאורת חוץ

המרצות: ד"ר א. נאמן (יו"ר הוועדה הישראלית למאור ובכיר בפקולטה לארכיטקטורה  
בטכניון חיפה)

בכל ימי העיון נטלו חלק בהרצאות נציגים בכירים מהנהלת המחוזות:  
בת"א — ה"ה ד. גלעד, מנהל מחוז דן; מ. זיסמן, סגן מנהל המחוז לעניינים טכניים.  
בירושלים — מר פ. שפר, מנהל מחוז ירושלים.

בבאר שבע — ה"ה ב. בלנקמן, מנהל מחוז הדרום; א. בלומנשטיין, מנהל איזור באר שבע,  
בחיפה — ה"ה ש. הוף, מנהל מחוז הצפון; ל. יבלונבסקי, סגן מנהל המחוז לענייני צרכנות.

הסדרה החדשה של ימי העיון המרכזיים תקיים, לפי המתוכנן במקומות ובתאריכים כדלקמן:

תל-אביב — דצמבר 1979	באר שבע — פברואר 1980
ירושלים — ינואר 1980	חיפה — מרץ 1980

ההרצאות בסדרה החדשה (מס' 7) תוקדשנה לנושאים כדלקמן:

תפעול מנועי חשמל מהיבט של ייעול וחיטכון באנרגיה.

התקנות החדשות הדבר מעגלים סופיים.

עיינות לאיתור חישמולים וגורמי תאונות חשמל.

אחזקה מונעת של מערכת החשמל במתקן הצרכן.

תחנות משנה פנימיות («קומפקטיות») במרכזים עירוניים.

## ✕ מועדוני „התקע המצדיע“

הסתיימה הסדרה מס' 3 אשר הוקדשה לנושא: התנעת מנועים (חד פזיים ותלת פזיים)  
ואיכות האספקה

בהתאם לתוכנית, הקיפה הסדרה את כל האיזורים ובכל איזור התנהל המועדון בראשותו של  
מנהל האיזור ובהשתתפותם של נציגי המערכת ונציגי המחוז, אשר התייחסו ברב-שיח למכלול  
הנושאים הנוגעים למערכת יחסי הגומלין בין חברת החשמל וציבור החשמלאים.

במחוז הצפון הגישו את ההרצאה המרכזית המהנדסים ב. גודוביץ, א. ירום.

במחוז הדרום הגישו את ההרצאה המרכזית המהנדסים י. בבל, א. קבסה.

להלן פרוט המועדונים שהקיפו בסך הכל יותר מ-500 חשמלאים:

31.1.79 — נהריה; 7.2.79 — חדרה; 21.2.79 — טבריה; 14.3.79 — עפולה; 21.3.79 — צפת;

3.4.79 — רעננה; 26.4.79 — פתח-תקוה; 8.5.79 — נתניה; 16.5.79 — רחובות; 22.5.79 —

אשקלון; 30.5.79 — ראשון לציון; 4.6.79 — רמלה;

● ב-30.7.79 התקיים, בשיתוף עם התאחדות בעלי מלאכה ותעשייה זעירה בירושלים מפגש

חשמלאיט מיוחד במסגרת מועדון „התקע המצדיע“ וזאת כדי לאפשר לחשמלאים להתעדכן פעם

ניספת בשאלות מעשיות הקשורות בהתקנת הארקות יסוד.

לאחר דברי פתיחה של מנהל המחוז מר פ. שפר ויו"ר ההתאחדות מר מ. גליקמן, העביר את

הנושא המקצועי על השלכותיו הטכניות, המהנדס ז. ספורן.

● הסדרה מס' 4 של מועדוני „התקע המצדיע“ תוקדש לנושא „ייעול וחיטכון בניהול משק

החשמל במפעלי תעשייה ודומיהם“

לפי המתוכנן תקיים הסדרה במקומות ובתאריכים כדלקמן:

בחודשים נובמבר 1979 — דצמבר 1979: באיזורי מחוז הצפון.

בחודשים ינואר 1980 — פברואר 1980: באיזורי מחוז הדרום.

## ✕ תוכנית הלימודים: „השתמש בחשמל בתבונה“

תוכנית הלימודים עליה ספרנו בחוברת הקודמת נוסתה במספר בתי ספר באיזור חיפה וזכתה  
לתגובות חיוביות ביותר.

לאחרונה קיים דיון בו השתתפו נציגי משרד החינוך, אוניברסיטת חיפה וחברת החשמל. בו הוחלט להרחיב את מסגרת הניסוי ונד בנד עם זאת להוציא מהדורה מתוקנת ומעודכנת של החוברת. השתמש בחשמל בתבונה המיועדת לתלמידים.

שלב ב' של הניסוי שייצרך בצורה מבוקרת של מומחי האוניברסיטה וחברת החשמל יקיף כ-50 בתי ספר.

בנוסף לכך ייעשה ניסוי נוסף של העברת הנושא בקנה מידה נרחב בכל בתי הספר שבאיזור הרצליה.

תמונות מהתערוכה שהתקיימה בבית הספר „אחדות“ בקרית מוצקין — ראה בשער האחורי של החוברת.

האגף המסחרי החל בבדיקה נסיונית של הנהגת שיטת חשבונות שנתיים לצרכנים, במקום החשבונות הדרושיים המקובלים כיום.

בארצות רבות נהוג לקרוא את מוני החשמל פעם אחת בשנה, ולהגיש לצרכנים אחת לחודש חשבונות ממוצעים של הצריכה השנתית. הסדר זה חוסך בהוצאות הגדולות של קריאת מונים, עריכת חשבונות וחלוקתם. כמו כן, נמנעים כירורים ושיבושים שונים כתוצאה מאי קריאת מונים וחשבונות הערכה. התשלום החודשי הקבוע מקל על הצרכן גם בכך שהוא מונע „הפתעות“ בהוצאות השוטפות.

החיסכון בעלויות הטיפול, מביא כמוכח להקטנה של תעריפי החשמל.

חברת החשמל החליטה לבדוק את השיטה בארץ. נערך מידגם נסיוני למשך שנה בקרב כ-700 צרכנים באזור ת"א והדרום. בתום תקופת הנסיון ייבדקו התוצאות ויוחלט אם אפשר להפעיל שיטת חשבונות שנתיים גם בארץ.

ב-5.2.79 התקיים בתל-אביב כנס ארצי של קבלני חשמל.

בכנס השתתפו למעלה מ-120 קבלני חשמל מתל-אביב וסביבתה.

יוזמי הכנס ומשתתפיו קבלו את ברכת חברת החשמל, המקדמת בברכה את התארגנות קבלני החשמל. בכנס נבחר ועד שבראשו עומד מר יורם סריג מתל-אביב.

מוכיר האירגון מר אלי פורר, שבא במקומו של מר אלי שחף, עומד לרשות הפונים בכל הענינים המקצועיים והאירגוניים.

מוכירות האירגון נמצאת במשרדי התאחדות בעלי המלאכה :

רח' מרכז בעלי מלאכה 16 ת"א ת.ד. 4041, טלפון : 03-294211, 03-281433.

מר י. פירש מנהל המחלקה הטכנית במחוז דן שפרש לגימלאות, סיים בכך גם את תפקידו במערכת „התקע המצדיע“. במקומו הצטרף למערכת מר ה. ציפר מנהל החדש של המחלקה הטכנית במחוז דן.

מר ש. מרדיקס שנתמנה לתפקיד מנהל מחלקת הצרכנים הטכנית במחוז הצפון הצטרף למערכת. (קודמו לתפקיד, מר ז. יבלונובסקי, המשמש כחבר המערכת מאז יסוד „התקע המצדיע“ נתמנה לאחרונה כסגן מנהל מחוז הצפון לעניני צרכנות).

מר י. נוימן, סגן מנהל מחוז הדרום לענינים טכניים צורף למערכת כנציג שני של מחוז הדרום בנוסף למר י. בבל, סגן מנהל מחלקת הצרכנים הממונית.

ערכון רשימת מינויי „התקע המצדיע“

הוראת תשלום עבור החוברות 21—22—23—24  
תשלח — לפי בקשה — אל כל חשמלאי שיפנה  
אל המערכת (בכתב או בטלפון) ולאחר התשלום  
בכסף, בהתאם להוראות, יהיה כרטיס הכינוי  
ברחוקה.

הגנו מפנים את תשומת לב הקוראים כי חוברת  
זו (מס' 22) היא השנייה. שאיננה נשלחת  
בחינם אל כל החשמלאים בארץ, אלא רק אל  
אלה אשר נרשמו כמינויים בהתאם להסדר עליו  
הודענו בחוברות מס' 19, 20.

# חישוב מקדם ההספק במתקן הצרכן וגודל כושרת הקבלים הדרושים לשיפורו

א. ונגרקו

- חלק את מספר הסיבובים בשעה (N) בקבוע של המונה (K).
- התוצאה שקבלת היא העומס הרגעי (P) של המתקן.
- רשום את התוצאה.

**דוגמא:** הדיסק של המונה עשה 15 סיבובים במשך 45 שניות. הקבוע של המונה —  $K = 450$ .

$$n=15$$

$$N = \frac{15 \times 3600}{45}$$

$$N=1200$$

$$P = \frac{N}{K}$$

$$P = \frac{1200}{450}$$

$$P=2.67$$

כלומר, ההספק הרגעי במתקן — 2.67 קו"ט

**חישוב מקדם ההספק הרגעי במתקן חד-פזי ייעשה לפי הנוסחה:**

$$\cos \phi = \frac{1000 \times P}{U \times I}$$

**דוגמא:**

- I — הזרם שנמדד במוליך הפזה 15 אמפר
  - U — המתח הפזי שנמדד 230 וולט
  - P — ההספק שחושב 2.67 קו"ט
- מקדם ההספק הרגעי במתקן:

$$\cos \phi = \frac{1000 \times 2.67}{230 \times 15}$$

$$\cos \phi = 0.77$$

**חישוב מקדם ההספק הרגעי במתקן תלת-פזי (כשהעומס מתחלק בצורה שווה בין 3 הפזות) ייעשה לפי הנוסחה:**

$$\cos \phi = \frac{1000 \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times P}{U \times I}$$

## חישוב מקדם ההספק הרגעי בעזרת המונה (האקטיבי), וולטמטר ואמפרמטר

הציוד החדש לבדיקה

ענון-עצר ("סטופר")  
אמפרמטר-צבת ("דיצה")  
וולטמטר

שיטת הבדיקה והחישוב

**מדידת הזרם (אמפרים)**

- כוון את בורר הדרגות של האמפרמטר למצב המכסימלי.
- חבר את האמפרמטר על הגינד שאת הזרם דרכו אתה מעונין למדוד.
- כוון את בורר הדרגות לתחום האופטימלי, בכדי לקבל קריאה ברורה ומדוייקת.
- רשום את התוצאה שקבלת.

**מדידת המתח (וולטים)**

- הכן 2 מוליכים עם הדקי חיבור מבודדים היטב.
- כוון את בורר המתחים של מכשיר המדידה ל-400 וולט, (זרם חילופין).
- חבר את מכשיר המדידה (תחילה חבר את ההדקים למכשיר המדידה ואחר כך למקום המ-יידה).
- כוון את בורר המתחים לתחום האופטימלי, בכדי לקבל קריאה ברורה ומדוייקת.
- רשום את התוצאה שקבלת.

**חישוב העומס (וואטים) לפי מספר סיבובי הדיסק של המונה**

- ספור במשך פרק זמן מסויים (רצוי, לא פחות מחצי דקה) את מספר הסיבובים של הדיסק ומצא על יסוד זה את מספר הסיבובים ב-1 שעה (N).

לדוגמא: באם הספירה נערכה במשך 32 שניות יש לכפול את התוצאה ב-3600 ולחלק ב-32 בכדי לקבל את מספר הסיבובים ב-1 שעה.

- קרא בשלט הנמצא על גוף המונה את מספר סיבובי הדיסק המתאימים ל-1 קוט"ש. זהו ה-"קבוע" של המונה (K).

א. ונגרקו, המחלקה לפיתוח הצריכה, האגף המסחרי, חברת החשמל.



**דוגמא :**

I — הזרם (הפזי) שנמדד 30 אמפר  
 U — המתח (השלוב) שנמדד 380 וולט  
 K — הקבוע של המונה 96  
 הדיסק של המונה עשה 10 סיבובים ב־43 שניות.

$$N = \frac{10 \times 3600}{43}$$

$$N = 837.21$$

$$P = \frac{837.21}{96}$$

$$P = 8.721 \text{ קו"ט}$$

$$\cos \varphi = \frac{1000}{1} \times \frac{1}{\sqrt{3}} \times \frac{8.721}{380 \times 30}$$

$$\cos \varphi = 0.44$$

**מקדם ההספק הרגעי במתקן :**

הישוב מקדם ההספק הרגעי הממוצע במתקן תלת־פזי עם חלוקת עומסים בלתי שווה בין הפזות :  
 $I_1; I_2; I_3$  — הזרמים בכל אחת מהפזות (אמפרים).

$U_1; U_2; U_3$  — המתח בין כל מוליך פזה ומר ליד האפס (וולטים).

$$\cos \varphi = \frac{1000}{1} \times \frac{P}{(U_1 \times I_1) + (U_2 \times I_2) + (U_3 \times I_3)}$$

**חישוב מקדם ההספק הרגעי ע"י קריאת 2 המונים (האקטיבי והריאקטיבי)**

**הציוד הדרוש לבדיקה**

שעור־עצר ("סטופר")

**שיטת הבדיקה והחישוב**

• ספור במשך פרק זמן מסוים (לא פחות מחצי דקה) את מספר הסיבובים של הדיסק בשני המר־נים.

**הערה :** במתקנים בעלי עומס קבוע ניתן לעשות את 2 הספירות זו אחר זו.

במתקנים בעלי עומס משתנה יש לעשות את 2 הספירות בר־זמנית, רצוי ע"י 2 אנשים.

• חשב את מספר סיבובי הדיסק של כל מונה במשך 1 שעה.

• בידיעת ה"קבוע" של כל אחד מ־2 המונים

ניתן לחשב את ההספקים של המתקן בזמן המ־דידה.

$$P = \frac{N_a}{K_a}$$

$$Q = \frac{N_r}{K_r}$$

**כאשר**

$N_a$  — מספר הסיבובים ב־1 שעה של המונה האקטיבי

$K_a$  — הקבוע של המונה האקטיבי

P — ההספק האקטיבי (קו"ט)

$N_r$  — מספר הסיבובים ב־1 שעה של המונה הריאקטיבי

$K_r$  — הקבוע של המונה הריאקטיבי

Q — ההספק הריאקטיבי (קו"ר)

מתוך ידיעת P ו־Q מחשבים את  $\cos \varphi$

ולאחר מכן אפשר לחשב (בעזרת טבלאות חיפוך) את מקדם ההספק.

לדוגמא : אם  $\frac{Q}{P} = 0.65$  מתקבל ערך מקדם ה־הספק, מתוך טבלת החיפוך  $\cos \varphi = 0.84$

**חישוב מקדם ההספק הממוצע לתקופה ע"י קריאת 2 המונים (האקטיבי והריאקטיבי)**

• יש לרשום את הקריאות של 2 המונים בתחילת התקופה ובסיום התקופה (למשל, חודש).

• ההפרש בין 2 הקריאות, מוכפל בגורם ההכפ־לה (המצויין על המונה) מהווה את הצריכה ב־תקופה.

**הערות לגבי 3 השיטות**

3 השיטות שתוארו לעיל מאפשרות לקבל נתונים ומידע על מקדם ההספק במתקן ה־צרכן. יש לעשות הבחנה ברורה בין השיטות ולבחור בשיטה הרצו־יה בהתאם לנסיבות ולסוג הנתונים הדרושים.

לגבי השיטה הראשונה (מדידת זרם, מתח וצריכה אקטיבית) :

א. שיטה זו מחייבת את חבודק לחצטייד במ־שירי מדידה, דבר שמצריך הכנה מוקדמת שת־בי טיח התחברות נאותה ובטיחותית למתקן.

ב. מקדם ההספק הנמדד הוא הערך הרגעי, לפי־כך אפשר לאתר שינויים בערך מקדם ההספק לעומת מקדם ההספק החודשי הממוצע המופיע בחשבון החשמל.

ג. השיטה מתאימה במיוחד לחישוב מקדם ההספק ברגעי שיא הביקוש או בפרקי זמן א־חים בהם העומס גבוה.

יתרונה של השיטה השנייה הוא בכך שאיננה מ- צריכה חיבור מכשירי מדידה, אולם היא מותנית בכך שיש אצל הצרכן מדידה של האנרגיה הריאק- טיבית הנצרכת.

השיטה השלישית שאיננה דורשת כל מכשיר בנר סף למונים עצמם, איננה משקפת נכונה את שינויי מקדם ההספק במהלך שעות העבודה כיון שהיא מאפשרת קבלת ערך תקופתי ממוצע. אם כי ב- מידה וחוזרים על קריאת מצב המונים לעתים קרובות (למשל: פעמים ביום) יכולה גם שיטה זו לשמש כבסיס לאיבחון ראשוני.

## חישוב גודלה של מערכת הקבלים לשיפור מקדם ההספק

במסגרת מאמר זה לא נכנס לשיקולים המתייח- סים לשיטת שיפור מקדם ההספק, אלא נסתפק בהצגת הדרך לחישוב ראשוני לגבי סדר הגודל של סך-הכל ההספק הריאקטיבי (הקיבולי) Q הנדרש לשיפור מקדם ההספק במתקן.

הבעיה המרגזית היא בקביעה הנכונה של ההספק האקטיבי של המתקן (P). כאשר העומס במתקן הוא קבוע לכל אורך שעות העבודה אין כמובן, כל קושי להגדיר את P ולחשב את Q. אולם במתקן בו עקומת העומס איננה קבועה אלא היא פונקציה של משטר העבודה ותנאי הסיבבה (למשל העונתיות: בקיץ — עובדים מזגנים, בחורף — תנורים וכו') יש להתחשב בכל הגורמים כדי ל- הגדיר נכונה את ערך ההספק האקטיבי „האקויר- לנטי” שישמש כבסיס לחישוב גודל מערכת הקב- לים ושיטת תיפקודה:

החשוב של גודל מערכת הקבלים לשיפור מקדם ההספק (מבלי להכנס לפרטים אם המדובר במע- רכת הכוללת פיקוד אוטומטי, או במערכת ללא פיקוד, או בקבלים בלוחות המשנה, או בקבלים ליד המנועים) מבוסס על הנוסחה הבאה:

$$Q = Q_1 - Q_2$$

כאשר:

- $Q_1$  — ההספק הריאקטיבי „האקוירלנטי” של ה- מתקן אחרי שיפור מקדם ההספק (קוא"ר)
- $Q_2$  — ההספק הריאקטיבי „האקוירלנטי” של ה- מתקן אחרי שיפור מקדם ההספק (קוא"ר)
- Q — גודל מערכת הקבלים לשיפור מקדם ההס- פק (קוא"ר)

למעשה קיימים, כידוע, הקשרים הבאים:

$$Q_1 = P \times \text{tg} \rho_1$$

$$Q_2 = P \times \text{tg} \rho_2$$

כאשר:

P — ההספק האקטיבי „האקוירלנטי” של המתקן (קו"ט)

$\text{tg} \rho_1$  — מתאים ל-  $\cos \rho_1$  — מקדם ההספק „האקוירלנטי” של המתקן לפני השיפור.

$\text{tg} \rho_2$  — מתאים ל-  $\cos \rho_2$  — מקדם ההספק „האקוירלנטי” של המתקן אחרי ה- שיפור.

מכך נובע:

$$Q = P(\text{tg} \rho_1 - \text{tg} \rho_2)$$

את הערך של  $K = \text{tg} \rho_1 - \text{tg} \rho_2$  אפשר לקבל בעזרת טבלאות-עזר או נומוגרמות. טכניקת החישוב מפורטת להלן:

דוגמא לשימוש בטבלה:

מקדם ההספק הקיים — 0.78

ההספק „האקוירלנטי” — 62 קו"ט

מקדם הספק הרצוי — 0.92

- מצא בטור מקדם ההספק הקיים את המקום (השורה) בו רשום הערך 0.78.

- התקדם לאורך אותה שורה עד שתגיע לטור שבראשו רשום 0.92.

- המקום עליו אתה מצביע הוא מקדם ההכפלה המתאים — 0.374.

לפיכך הספק מערכת הקבלים יהיה לפי הנוסחה:

$$Q = 0.374 \times 62$$

$$Q = 23 \text{ קוא"ר}$$

דוגמא לשימוש בנומוגרמה:

מקדם הספק — 0.60

ההספק „האקוירלנטי” — 200 קו"ט

מקדם ההספק הרצוי — 0.92

- בטור השמאלי, סמן נקודה המתאימה למקדם ההספק הקיים.

- בטור הימני, סמן נקודה המתאימה למקדם ההספק הרצוי.

- חבר את 2 הנקודות.

- נקודת החיתוך של הקו המחבר, עם הטור האמצעי מצביעה על ערכו של המקדם  $K = 0.905$  לפיכך הספק מערכת הקבלים יהיה לפי הנוסחה

$$Q = 0.905 \times 200$$

$$Q = 181 \text{ קוא"ר}$$

טבלת היפוך:

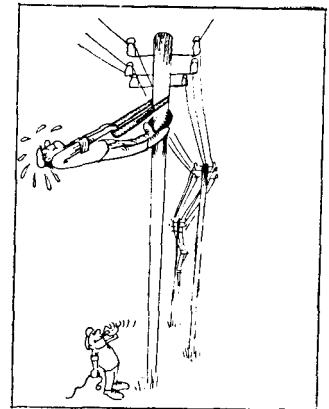
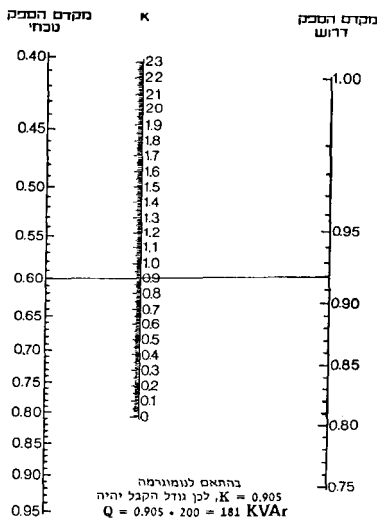
$tg\phi$	$COS\phi$	$tg\phi$	$COS\phi$
0.8	0.78	0.0	1.0
0.83	0.77	0.14	0.99
0.85	0.76	0.20	0.98
		0.25	0.97
0.88	0.75	0.25	0.97
0.91	0.74	0.29	0.96
0.94	0.73		
0.97	0.72	0.33	0.95
		0.36	0.94
0.99	0.71	0.39	0.93
		0.43	0.92
1.0	0.70	0.46	0.91
1.05	0.69		
1.08	0.68	0.48	0.9
1.11	0.67	0.51	0.89
1.14	0.66	0.54	0.88
1.20	0.64	0.59	0.86
1.26	0.62		
		0.62	0.85
1.40	0.58	0.65	0.84
1.48	0.56	0.67	0.83
1.56	0.54	0.7	0.82
1.64	0.52	0.72	0.81
		0.75	0.8
1.73	0.5	0.78	0.79
1.99	0.45		

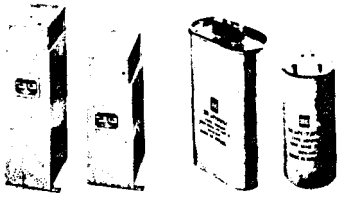
טבלת מקדם ההכפלה "K"

	מקדם הספק $COS\phi$ רצוי								
	92	93	94	95	96	97	98	99	100
50	1.306	1.337	1.369	1.403	1.442	1.481	1.529	1.590	1.732
51	1.261	1.292	1.324	1.358	1.395	1.436	1.484	1.544	1.687
52	1.217	1.248	1.280	1.314	1.351	1.392	1.440	1.500	1.643
53	1.174	1.205	1.237	1.271	1.308	1.349	1.397	1.457	1.600
54	1.133	1.164	1.196	1.230	1.267	1.308	1.356	1.416	1.559
55	1.090	1.124	1.156	1.190	1.228	1.268	1.316	1.377	1.519
56	1.051	1.085	1.117	1.151	1.189	1.229	1.277	1.338	1.480
57	1.013	1.047	1.079	1.113	1.151	1.191	1.239	1.300	1.442
58	976	1.010	1.042	1.076	1.114	1.154	1.202	1.263	1.405
59	939	973	1.005	1.039	1.077	1.117	1.165	1.226	1.368
60	905	939	971	1.005	1.043	1.083	1.131	1.192	1.334
61	870	904	936	970	1.008	1.048	1.096	1.157	1.299
62	836	870	902	936	974	1.014	1.062	1.123	1.265
63	804	838	870	904	942	982	1.030	1.091	1.233
64	771	805	837	871	909	949	997	1.058	1.200
65	740	774	806	840	878	918	966	1.027	1.169
66	709	743	775	809	847	887	935	996	1.138
67	679	713	745	779	817	857	905	966	1.108
68	650	684	716	750	786	828	876	937	1.079
69	620	654	686	720	758	798	840	907	1.049
70	591	625	657	691	729	769	811	878	1.020
71	563	597	629	663	701	741	783	850	992
72	534	568	600	634	672	712	754	821	963
73	507	541	573	607	645	685	727	794	936
74	480	514	546	580	618	658	700	767	909
75	453	487	519	553	591	631	673	740	882
76	426	460	492	526	564	604	652	713	855
77	400	434	466	500	538	578	620	687	829
78	374	408	440	474	512	552	594	661	803
79	347	381	413	447	485	525	567	634	776
80	321	355	387	421	459	499	541	608	750
81	295	329	361	395	433	473	515	582	724
82	269	303	335	369	407	447	489	556	698
83	243	277	309	343	381	421	463	530	672
84	217	251	283	317	355	395	437	504	645
85	191	225	257	291	329	369	417	478	620
86	167	198	230	265	301	343	390	451	593
87	141	172	204	238	275	317	364	425	567
88	114	145	177	211	248	290	337	398	540
89	86	117	149	183	220	262	309	370	512
90	58	89	121	155	192	234	281	342	484
91	30	61	93	127	164	206	253	314	456
92	3	31	63	97	134	176	223	284	426
93	0	32	66	103	145	190	253	314	426
94	0	34	67	103	145	190	253	314	426
95	0	37	71	113	160	211	271	333	433
96	0	40	75	126	176	223	284	345	442
97	0	47	89	145	199	253	314	375	451
98	0	54	103	176	223	284	345	406	460
99	0	61	126	199	253	314	375	437	469

שיטה גרפית לחישוב גודל הקבל הדרוש לשיפור מקדם ההספק

הנחה: פתרון גודל הקבל הדרוש כדי לשפר את מקדם ההספק מ-0.67 עד ל-0.92 אם ההספק הפעיל הוא 200 קוואט.  
 $P = 200$  קוואט  
 $Q = K \times P$





# כוי נפחד מקבלים ?

## (או מה נכון ומה לא נכון, בכל הנוגע לשימוש בקבלים לשיפור מקדם ההספק?)

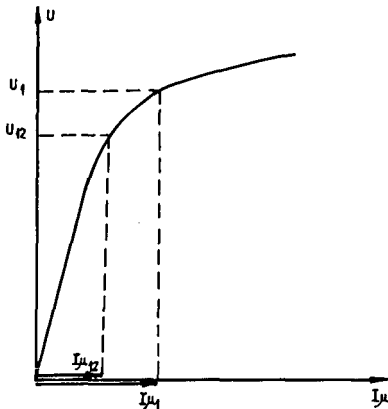
אינג' א. ירום, א. חיות

### שיפור מקדם ההספק של מנועים אסינכרוניים ושנאים\*

אם להתייחס לתדירות הרשת כגורם קבוע, יש לתת את הדעת במיוחד למתח הרשת. כאשר מדיבר במנועים ושנאים סטנדרטיים, אפשר להת-ייחס לעקומת מייגנוט קלסית, וללמוד ממנה את השפעתו הרבה של המתח על גודלו של זרם המינר נוט, ראה תרשים מס' 2:

תרשים מס' 2

השפעת המתח על גודל זרם המייגנוט



בגלל סיבות כלכליות וטכניות, מנקודת ראותו של היצרן, הוא משתדל לנצל את המעגל המגנטי של המוצר במידה מירבית, כך שנקודת העבודה (במתח הנקוב) תהיה קרובה להתחלת הרוויה של הע-קומה.

יוצא איפוא כי עליה מסוימת של המתח (מ-6% ומעלה), גורמת להגדלה של זרם המייגנוט. תרשים מס' 3 מתאר את תלותו של מקדם ההספק ב- מנוע אסינכרוני סטנדרטי, בהתאם לאחוזי שינוי מתח ההזנה.

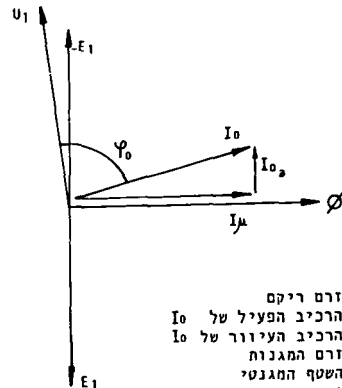
### מנועים אסינכרוניים

אין ספק בכך שהמנועים האסינכרוניים והשנאים הם הגורם הגדול ביותר לצריכת אנרגיה ריאקטי-בית, מהרשת המזינה אותם.

כידוע, עקרון העבודה של מערכות אלקטר-מגנ-טיות מבוסס על יצירת המעגל המגנטי של המ-כונה וקיומו. כדי לייצר את המעגל המגנטי יש צורך להזרים בסלילי המכונה — זרם מסוים המפג-ר ב-90° לאחר המתח. בתרשים מס' 1 מתוארת דיאגרמת המחווגים.

תרשים מס' 1

דיאגרמת המחווגים



#### מקרא

- I<sub>0</sub> זרם ריקם
- I<sub>0a</sub> הרכיב הפעיל של I<sub>0</sub>
- I<sub>μ</sub> הרכיב העיוור של I<sub>0</sub>
- זרם המגנט
- θ - השטף המגנטי
- E - כ.א.מ.
- U - מתח
- φ<sub>0</sub> - הזווית בין U<sub>1</sub> ל-I<sub>0</sub>

גודל זרם המייגנוט תלוי במספר גורמים ופרמט-רים כגון: החומר שממנו מיוצר המעגל המגנטי, עיבודו המכני, מירווחי האויר, צורות החריצים, טיב הביצוע, ובעיקר המתח והתדירות של הרשת.

\* פרק שני בסדרה (הפרק הראשון הופיע בחוברת מס' 20 — יולי 1978).

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

רות קבועים (השנוי הקטן הנראה בגרף — נובע משינוי התדירות הרוטרית בזמן הגדלת העומס וההחלקה). עובדה זו, כלומר, הספק ריאקטיבי קבוע כמעט ללא תלות בעומס, מביאה אותנו להמ"צ לה חדי-משמעות בנוגע לשיפור מקדם הספק של מנוע אסינכרוני בשיטה בודדת: חיבור קבלים בצורות שונות ובתנאים מסוימים אשר גודלם מר-פיע בטבלה מס' 1:

טבלה מס' 1

גודל מומלץ של קבלים לשיפור מקדם הספק של מנועים אסינכרוניים וסטנדרטיים

גודל הקבל (קוא"ר)	הספק המנוע (סדר גודל)	
	(כ"ס)	(קו"ט)
5	20	15
7.5	30	22
10	40	30
12.5	50	37
15	60	45
20	75	55
25	100	75
30	125	90
40	150 ÷ 180	110 ÷ 132
50	220	160

**הערה:**

עבור מנועים בהספק גדול מזה המופיע בטבלה, מומלץ לבחור קבל בהספק השווה לכ- $\frac{1}{3}$  מהספקו הנקוב של המנוע בקו"ט, או  $\frac{1}{4}$  מהספקו בכ"ס. כמו כן אפשר לבצע מדידות במקרה שהמנוע עמוס באופן קבוע.

אפשר לבטא זאת גם בצורה כוללת: גודל הקבל המומלץ מהווה כ-35% מהספקו הנקוב של המנוע בקו"טים, או 25% מהספקו הנקוב בכ"ס. שיטה זו מבטיחה, כפי שרואים בתרשים מס' 4 — את עבודת המנוע במקדם הספק הנע בין 1.0 ל-0.95.

**מיקום התקנת הקבלים**

כידוע, אפשר להתקין את הקבלים בצורות ה-  
באות:

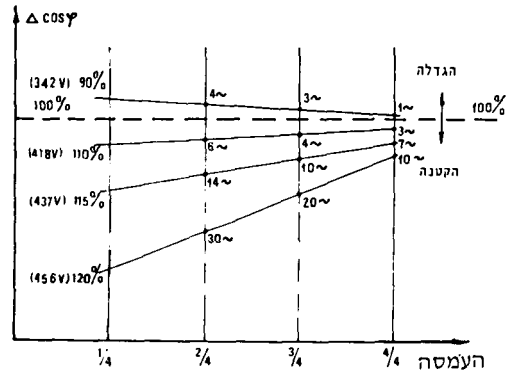
- א. מקומית (בודדת).
- ב. קבוצתית.
- ג. מרכזית.

כפתרון אופטימלי, מומלץ להתקין את הקבלים בשיטה מקומית, אולם התקנת הקבלים למעשה, מותנית בגורמים שונים ושיקולים מקומיים, כגון: גודל המנועים, משטר העבודה שלהם, מקום פנוי להתקנה, מקום פנוי לחיבור במתקן, אפשרות לויסות מחדש של הממטר התרמי וכו'.

היתרון העיקרי הידוע של שיטה זו (הבודדת), הוא בכך, שהקבל מחובר ומנותק מן הרשת בד בבד עם

**תרשים מס' 3**

השפעת מתח ההזנה על מקדם ההספק של מנוע אסינכרוני



**המלצות**

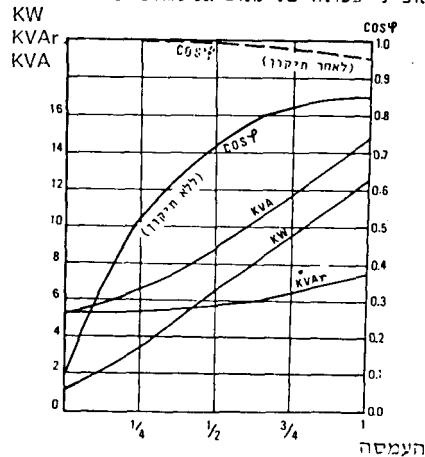
כצעד ראשון לשיפור מקדם ההספק של הצרכן, יש לבדוק את רמת המתח הרבות — השנויים ברמת המתח במשך היממה.

ביכולתנו לציין, שבמפעלים רבים בהם בקרנו וס"קרנו את משק החשמל, התברר לנו שראשית יש לטפל בבעיית המתח ורק לאחר מכן אפשר לקבוע את גודל המערכת לשיפור מקדם ההספק וצורת ההתקנה האופטימלית.

כאשר מתבוננים בתרשים מס' 4 המייצג את ה-אופייניים של מנוע אסינכרוני טיפוסי (גודל ומהי-רות סבובים ביוניתי) יכולים אנו להתרשם מיד ממספר דברים חשובים:

**תרשים מס' 4**

אופייני פעולה של מנוע אסינכרוני טיפוסי

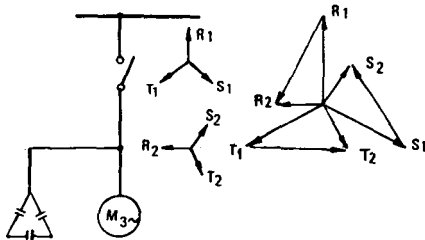


א. ההספק העיוור של המנוע (Q) כמעט קבוע, וזאת בגלל האמור קודם לכן; זרם המיגנוט של מנוע אסינכרוני הינו קבוע בתנאי שהמתח והתדיר

כדי להפכו לגנרטור. התלות בין גודל הקבל ובין המתח שהמנוע, „מייצר” במקרה של ערור עצמי מתואר בתרשים מס' 6: (בהנחה שמהירות סבובי המנוע נשארת קבועה).

ברור איפוא שעל הדקי המנוע, יופיע מתח תלת־פזי סימטרי בעל אמפליטודה (גודל) ותדירות מש־תנים בהתאם להאטת סיבובי המנוע, ובמקרה ש־במצב זה — מתח הרשת חוזר, עשוי להיווצר מצב שבו הווקטור השקול של שתי המערכות התלת־פזיות, גדול בצורה ניכרת מהמתח הנקוב, ועלול לגרום, בין היתר, לתנודות חזקות של הזרם (ראה תרשים מס' 7).

תרשים מס' 7  
דיאגרמת מחוגים במקרה של חיבור חוזר וערור עצמי



ב. אספקט נוסף של התופעה המוזכרת בסעיף הקודם הוא הופעת מאמצי פיתול ניכרים העלוי לים להגיע לערך הגבוה פי 20 מערכו של המומנט הנקוב.

מקרים של שבירת צירים כתוצאה מכך, נזכרים בספרות הטכנית הנוגעת לנושא.

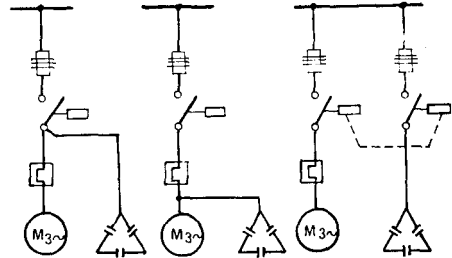
לתופעה זו של ערור עצמי יש לתת תשומת לב מירבית במקרים של התנעת כוכב־משולש, שנאי עצמי, או הפיכת כיוון סיבוב, ולכן מומלץ להתקין את הקבל כך, שישאר מחובר למתח הרשת (אחרי המגען הראשי) כל זמן שהמנוע בפעולה (ראה תרשים מס' 8).

כאשר הקבל מותקן אחרי הממסר להגנה התרמית של המנוע, רצוי לווסת ממסר זה, מאחר ו־כאמור לעיל, מסופק חלק מהזרם הריאקטיבי יש־רות מהקבל למנוע. אפשר להשתמש בשיטה נוחה והיא נדידת הזרם בעזרת „אמפרמטר־צבת” לפני, ואחרי התקנת הקבלים, יש לציין שהמלצות אלו מתייחסות רק למקרים בהם ברור שקיים וויסות נכון להגנת המנוע.

הפעלת המנוע והפסקתו וכמו כן שחרור מערך הזינה מזרם קיבולי המועבר ישירות מהקבל למ־נוע.

בתרשים מס' 5 מתוארות דוגמאות לאפשרויות שונות להתקנת הקבל בשיטה הבודדת ליד המנוע.

תרשים מס' 5  
אפשרויות חיבור של קבלים בשיטה הבודדת



### מיגבלות הקשורות להתקנת הקבלים בצורה מקומית

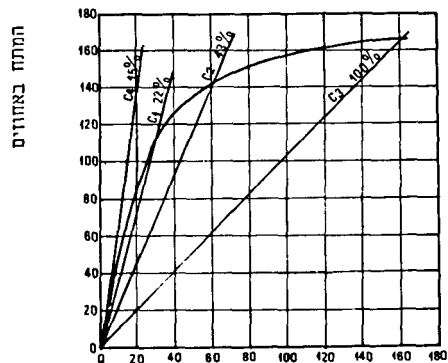
למרות ששיטת התקנת הקבלים בצורה מקומית היא השיטה האופטימלית, יש בה מספר מיגבלות הקשורות לצורת ההתנעה ומשטר העבודה של ה־מנוע וכמו כן לגודל הקבל המותקן:

- א. מתח יתר הנגרם בשל הופעת הערור העצמי.
- ב. מאמצי פיתול (כתופעת מעבר).

ובצורה מפורטת יותר:

א. כאשר אספקת המתח נפסקת מסיבה כלשהי, והמנוע ממשיך להסתובב בגלל סיבות מכניות ואינרטיביות, והקבלים מחוברים בצורה בלתי אמצעית לליפופי המנוע, קיימת אפשרות של ערור עצמי, כלומר הקבל מספק למנוע את זרם המינגוט הדרוש

תרשים מס' 6  
השפעת גודל הקבל על הערור העצמי של מנוע אסינכרוני



הזרם באחוזים

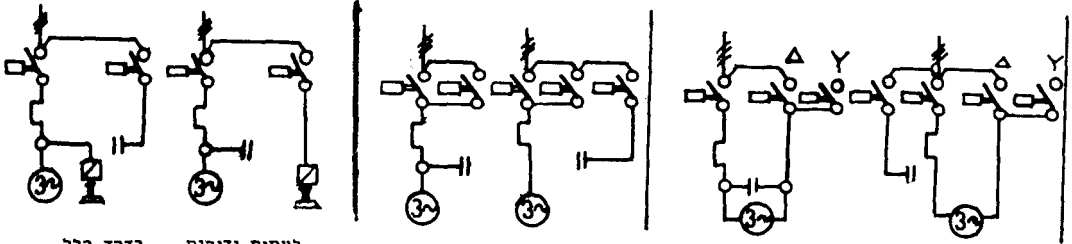
תרשים מס' 8

צורת חיבור הקבלים על מנת למנוע סכנת ערור עצמי.

עומסים עם מנגם הרמה

מנוע הופך כחן

מעגלי כוכב משולש



לעמים נדירות — בדרך כלל

טבלה מס' 2 :

ערכי הספק הקבלים המומלצים להתקנה בצד מ.נ. של שנאי הספק כאשר לצרכן יש מניה במ"ג (22 ק"ו).

הספק הקבל המומלץ (קווא"ר)	הספק השנאי (קו"א)
15	250
25	400
40	630
50	800
60	1000
70	1250
80	1600
90	2000

הערות :

ככדי לשפר את מקדם ההספק של שנאי הספק, מומלץ להתקין על הצד המשני שלהם קבל בהספק הנע בין 4%-6% בריקס, ו-8%-12% בעומס מלא מהספק הנקוב. השנאי עצמו, אינו גורם לעליות מתח מסוכנות או לתהודה, כאשר הקבלים נשארים מחוברים על פני השנאי ללא עומס.

שני שליש ומעלה מהספקו הנקוב של השנאי, אך גם בספרות המקצועית וגם בעבודתנו היום יומית לא נתקלנו במקרה של תהודה.

גם עלית המתח המשוערת, כביכול, במקרה של קבלים הנשארים מחוברים על פני השנאי, כאשר העומס הכולל יורד, אינה מהווה סכנה כלשהי לציוד המחובר.

דבר זה התברר לנו בודאות לאחר חישובים ומדידות רבות שערכנו במקרים דומים.

א. כאשר השנאי ברשות חברת החשמל ומדידת האנרגיה הינה במתח נמוך.

ב. במקרה זה אין לשנאי כל השפעה ישירה על מקדם ההספק של הצרכן.

שימוש בקבלים להקטנת זרם

ההתנעה של מנועים

ידוע שזרם ההתנעה של מנועים, מורכב ברובו מהגר דלתו של הרכיב הריאקטיבי של זרם זה. ברור איפוא שקבל המותקן ליד מנוע מספק חלק קטן של רכיב זה, אולם רחוק מאד מלשמש כגורם להקטנת זרם ההתנעה. בכל זאת כאשר מדובר בהתנעת מנועים אסינכרוניים גדולים (בסדר גודל של מאות כוחות סוס) עם הגבלות חמורות של זרם ההתנעה ביחס ליציבות הרשת, משתמשים בסוללה נוספת של קבלים שינותקו בסוף תהליך ההתנעה. שיטה זו הינה יקרה מאד וכדאית רק במקרים מיוחדים ובודדים.

שנאים

כמו במקרה של המנוע האסינכרוני, גם השנאים הם צרכני זרם עיוור הדרוש ליצירת המעגל המגנטי שלהם וקימו.

שנאי הספק

מתפקידם להבטיח אספקת אנרגיה למפעלים, אזורים תעשייתיים, מגורים וכו'. הגדלים הסטנדרטיים של שנאים אלה הקיימים בשמוש : 250, 400, 630, 1250 קו"א.

א. כאשר השנאי ברשות הצרכן, כלומר הצרכן הוא בעל מערכת מניה במתח גבוה וההספק העיוור שהשנאי צורך הוא על חשבון הצרכן.

(במקרה זה מזכה חברת החשמל את מקדם ההספק הממוצע החדשי של צרכן זה ב-0.03 נקודות). בכל זאת יש להתייחס לשנאי כאל מוקד הראוי לשיפור מקדם ההספק. בטבלה מס' 2 אפשר לראות את הספק הקבלים אותם מומלץ להתקין בצד המישיני של השנאים לפי גודלם (ישירות על פסי הצבירה בלוח הראשי ללא תלות בעומס המחובר אליהם. (עם הגנות מתאימות כמובן).

יש לציין שסכנת התהודה במקרה של צימוד שנאי קבל, עלולה להופיע רק כאשר הספק הקבלים מהווה

## שנאי כניסה למערכות יישור למיניהן

אלה מהווים בעיה קשה יותר כאשר מדובר בשיפור מקדם ההספק שלהם, בגלל קיום הגלים העליונים והפרעות אחרות שמערכות יישור אלה מחזירות לרשת ומשפיעות על שנויי ההיגב הקיבולי, וגורמות להעמסת יתר שלהן.

בגלל ההגבלות הנזכרות לעיל, והנרמות על ידי הגלים העליונים (הרמוניקות) המוחזרים לרשת על ידי מערכות יישור אלקרוניות, מומלץ לפתור את בעיית שיפור מקדם ההספק בדרכים הבאות:

א. התקנת קבל בהספק שאינו עובר על 10% מ-ההספק הנקוב של מערכת היישור.  
 ב. כאשר מדובר בשיפור מקדם ההספק במערכות יישור בעלות הספק גדול שאינן מצוידות בקבלים משלהן — יש לגשת לפתרון הנושא בהירות רבה מאחר והגלים העליונים עלולים לגרום להעמסת יתר של הקבלים. לכן, יש לחשב את הפרמטרים של המסנן אותו יש להתקין יחד עם הקבלים על פני המערכת. נושא זה יהווה, בצורה מפורטת יותר, חומר למאמר נוסף באחת מהחבורות הבאות.

אמנם כאן יש לתת את הדעת לקבלים הנשארים מחוברים לרשת בשעות שפל עומס, מאחר וקיימת אפשרות שלאותו שנאי מחוברים צרכנים נוספים המצוידים גם הם בקבלים. במקרה זה יש ליישם את המלצות חברת החשמל בנדון, כלומר, מותר להשאיר מחובר לרשת, הספק קיבולי שהינו לא יותר מ-15 קו"א"ר בשעות שפל עומס.

## שנאי ריתוך

המאפיין שנאים אלה הוא ויסות תכונותיהם על ידי הגדלת מירווח האוויר, דבר המגדיל באופן ניכר את צריכת הזרם העיוור:

כאשר מדובר בשנאי ריתוך המתאפיינים בזרם מיינוט גדול יחסית, ובנוסף לכך הם מחוברים ברוב המקרים לרשת במרבית שעות היממה, מומלץ ב-מקרה זה להתקין קבל בהספק השווה ל-40%—50% מהספקו הנקוב של השנאי בצורה בודדת. בדרך כלל מצמידים את הקבל בצורה פיזית לשנאי. הערה: רתכות בעלות מערכות יישור אלקטרוניות משייכות לקבוצה הבאה של השנאים.

### חזרם בקו במעגלים חד ותלת-פזיים כתלות במקדם ההספק של המערכת — בעומס של 1 קו"ט.

מקדם ההספק	1	0.95	0.92	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
במעגל חד-פזי	4.35	4.57	4.72	4.83	5.12	5.43	5.80	6.21	6.69	7.5	7.91	8.70
במעגל תלת-פזי	1.45	15.2	1.57	1.61	1.71	1.81	1.93	2.07	2.23	2.42	2.64	2.90

הערה: נתוני הטבלה חושבו כהתאם —

למתח במערכת החד-פזית — 230 וולט.

למתח במערכת התלת-פזית — 400 וולט.

## הודעה לחשמלאים

לאור מקרים חוזרים ונשנים מתברר כי חשמלאים אינם נוטים לחדש את תוקף רשיונות החשמלאי שברשותם.

לאור עובדה זו הורתה חברת החשמל לעובדיה בהוראת המוסדות המוסמכים, לבדוק תוקף רשיון חשמלאי של כל חשמלאי חבא עמה במגע.

רשיון שאינו בר תוקף לא יכובד וחשמלאי בעל רשיון חסר תוקף לא יוכל להבא להגיש עבודות לחברת החשמל.

**חשמלאי, לטובתך חדש מיד עם קבלת הודעת החידוש את תוקף רשיון החשמלאי**



# הסקת חדרים ומתקנים

(סקירת מחקר שנערך לגבי חורף 77/78)

מ. חבושי

צריכת החשמל הכללית במשק הלאומי, אינה אחידה כל השנה. קיימים הבדלים ניכרים, הן ברמת הצריכה והן באופיה, בין עונות השנה השונות ובין השעות השונות במשך היממה. העומס על מערכת החשמל משתנה במשך הזמן וגורמים רבים ושונים משפיעים עליו. בחינת תקופות שונות בשנים עברו מצביעה על העובדה כי, הן צריכת החשמל (הנמדדת בקילוואט-שעה) והן העומס על מערכת החשמל (המבוטא בקילוואטים), גבוהים בתקופת החורף יותר מאשר בעונות השנה האחרות. תופעה זו של צריכה מוגברת בחורף קיימת כמעט בכל הסקטורים הצרכניים במשק, פרט לצריכה החשמלית למטרות השקאה ושיאיבת מים.

## השיטות המקובלות להסקת חדרים ומגמת התפתחותן

סוגי האנרגיה המשמשים הסקת חדרים בדירות מגורים בחורף מגוונים מאוד. ניתן למנות עליהם את הנפט, הגז, הסולר והחשמל. גם המכשירים המשמשים לצורך זה רבים וניתן להבחין בהם ב- שלוש קבוצות עיקריות.

✘ תנורי חימום קטנים המפיקים כמות חום ה- מספיקה בדרך כלל לחימום חדר אחד ("פייר-סיד", רדיאטורים חשמליים, תנורי אינפרא אדום וכו').

✘ תנורי חימום דירתיים שהאנרגיה המופקת מהם יש בכוחה לחמם את מרבית שטחה של ה- דירה (תנורי סולר ונפט עם ארובה וכו').

✘ הסקה מרכזית המשותפת למספר יחידות דיור והמופעלת במרכז חימום אחד בדרך כלל על סולר או נפט.

לא תמיד משתמשת משפחה בסוג אחד של מכשיר או אפילו בסוג אחד של אנרגיה לצורך חימום ה- דירה. כמעט כל הצרופים בין סוגי האנרגיה השר נים אפשריים.

בטבלה מס' 1 מופיעה התפלגות שיטות החימום לפי סוגי האנרגיה השונים.

מנתוני הטבלה ניתן ללמוד כי שיטת החימום ה- בלעדית הנפוצה ביותר היא החימום בנפט (27.2 אחוז מכלל המשפחות באוכלוסיה) כאשר בדרך כלל מדובר בתנורי נפט קטנים מסוג "פיירסיד". החשמל כמקור אנרגיה בלעדי תופס את המקום השני — 21.6 אלף משפחות שהן כ-25 אחוז מכלל בתי האב בישראל בחורף 1977/8. תופעה בולטת ביותר היא שכ-43 אחוזים מכלל המשפחות מש- תמשות בחשמל לחימום דירותיהן, הן בתור מחמם בלעדי (25 אחוז) והן כאמצעי חימום משני לצד נפט, גז או סולר (15.5 אלף משפחות שהן 18 אחוז מכלל האוכלוסיה).

## קיימות סיבות אחדות לצריכה מוגברת של חשמל בחורף:

● שעות החשיכה בחורף ממושכות יותר מאשר בשאר עונות השנה ולכן קיים שימוש מוגבר ב- חשמל לתאורה.

● הטמפרטורות הנמוכות מכתובות שימוש מוגבר בחשמל לצורך חימום מים, לרחצה.

● שימוש רב של חשמל לצורך הסקת דירות מגר-ים, משרדים וכו'.

אין ספק כי הגורם האחרון דלעיל הוא בעל ה- משמעות הרבה ביותר והוא זה שמביא את צריכת החשמל לשיא בעונת החורף.

השפעה נוספת של ההסקה בדירות מגורים קיימת גם על שיא הביקוש לחשמל. שיא זה המתרחש בחורף, מופיע בדרך כלל בשעות אחר הצהריים המאוחרות ואין ספק כי להסקה הביתית תפקיד מכריע בהיווצרותו.

לצורך בדיקה יסודית של השפעת הסקת החדרים על מערכת החשמל, בוצע על ידי חברת החשמל בחורף 1977/78 מחקר מקיף בנושא. עבודת השדה והראיונות אצל הצרכנים בוצעו על ידי מכון ל- מחקר דעת קהל.

מטרות המחקר המוגדרות היו:

\* להעריך את המגמות בנוגע למשקלו של ה- חשמל בין סוגי האנרגיה המשמשים להסקה.

\* לאמוד את היקף צריכת החשמל ותרומתה לשיא הביקוש — בהווה ובעתיד — של שימוש זה בחשמל.

תוצאות המחקר, שיובאו בהמשך המאמר, התבססו על נתונים שנתקבלו מניתוח מדגם בין כ-1000 בתי אב בישראל שרואיינו בשלהי החורף וכן על נתוני מערכת הצרכנות בחברת החשמל.

מ. חבושי — המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים, אגף מערכות מידע ומחשבים, חברת החשמל.

משפחות באוכלוסייה בשנת 1977/78		סוג האנרגיה
באלפים	באחוזים	
216	25.0	חשמל בלבד
33	3.9	חשמל וגז
96	11.1	חשמל ונפט
26	3.0	חשמל והשאר
372	43.0	סה"כ חשמל
235	27.2	נפט בלבד
2	0.3	סולר בלבד
67	7.8	גז בלבד
63	7.3	הסקה מרכזית
25	2.9	השאר
100	16.0	לא מחממים
*865	100.0	סה"כ

\* מקור: השנתון הסטטיסטי לישראל 1977.

בין תנורי החשמל התנור הפופולרי ביותר הוא התנור הפשוט הפועל על עקרון של קרינה ישירה. 120 אלף משפחות מחממות בתנור זה בלבד, עוד 60 אלף משפחות מחממות בתנור מסוג זה לצד תנור נפט („פירסידי“) ר-66 אלף משפחות משתמם שות בתנור זה לצורך סיוע למערכת חימום בגז. טבלה מס' 2 מציגה את שכיחות התנורים באוכ' לוסיה.

בטבלה מס' 3 מופיעים מאפיינים טכניים של תנורי חשמליים נפוצים באוכלוסייה. מתוך טבלה זו ניתן ללמוד כי העומס המחובר של כל התנורים הנמצאים בשימוש מגיע לכדי 816 מגו"ט שהם

משפחות באוכלוסייה		צדופי אמצעי החימום
באלפים	באחוזים	
		תנור חשמל
120.0	13.9	קרינה ישירה בלבד
33.7	3.9	רדיאטור חשמלי בלבד
63.2	7.3	הסקה מרכזית (מזוט, סולר) בלבד
216.4	25.0	תנור נפט בלבד + תנור נפט
59.6	6.9	חשמל קרינה ישירה
66.1	7.6	תנור גז בלבד + תנור גז
23.7	2.7	חשמל קרינה ישירה
16.4	1.9	הסקה מרכזית + נפט
		הסקה מרכזית + חשמל קרינה ישירה
11.2	1.3	חשמל קרינה ישירה
100.6	11.6	לא מחממים
154.0	17.8	יתר הצדופים
865.0	100.0	סה"כ

קרוב ל-30 אחוז מהיכולת הנומנילית המותקנת בתחנות הכח. מובן מאליה שאין כל התנורים מופי-עלים בעת ובעונה אחת ולכן אין העומס הנובע מהתנורים הללו מגיע לכל 816 המגוויטים המות-קנים, אך בלי ספק קיימת השפעה מכרעת של תנורי החימום על מערכת החשמל בפרט בעת הת-רחשות השיא בתקופת החורף. על השפעה זו נדון בהמשך.

סוג התנור	1	2	3=2/1	4	5=4x2	6	7	8	9	10
1. קרינה ישירה	276.8	335.0	1.21	1.5	502	65.2	10.9	1.00	1.17	392
2. רדיאטור	72.6	83.5	1.15	2.5	209	89.7	87.9	1.50	1.60	133
3. קונוקטור	13.8	13.8	1.00	2.0	27	89.5	26.3	1.50	1.55	21
4. תנורי חשמל מפזרי חום	23.4	26.3	1.13	2.0	53	97.2	52.7	1.00	1.02	27
5. אוגרי חום	9.5	13.2	1.38	5.0	65	100.0	100.0	5.00	5.00	64
6. מזגן לחימום	19.0	20.4	1.07	2.5	51	100.0	62.1	1.50	1.05	30
7. הסקה בחשמל	14.7	14.7	1.0	10.0	147	57.1	95.0	10.00	10.00	149
סה"כ	371.9	506.9	1.36		1054					816

1. מספר משפחות שבעלותן תנורים (אלפים)
2. מספר תנורים, (אלפים)
3. ממוצע מספר התנורים למשפחה.
4. עומס מחובר קיים ממוצע לתנור בקו"ט
5. סה"כ עומס מחובר קיים
6. אחוז התנורים בעלי מתג בורר דרגות-הספק
7. אחוז התנורים בעלי תרמוסטט
8. עומס לתנור עם מתג בורר (קו"ט)
9. עומס ממוצע לתנור (קו"ט)
10. סה"כ עומס אפקטיבי מחובר (מגווי"ט)

התוספת העונתית בצריכת החשמל בחורף נובעת למעשה משלושה גורמים:

1. צריכת חשמל לצורך הסקה בכל הסקטורים במשק.

2. תוספת צריכה לחימום מים.

3. ירידה בצריכת החשמל לשאיבת מים.

קיימות אמנם השפעות נוספות כפי שצויין לעיל (הצורך בשעת תאורה נוספת למשל) אך ההערכה היא כי משקלן של אלה שולי בלבד.

מתוך ניתוח ייצור החשמל בתקופות השונות מסתבר כי ההפרש בייצור הנובע מהסקת חדרים מחימום מים בין החורף ועונת הביניים מסתכם ב-3.8 מיליוני קוט"ש ליממה. ניתוח דומה המתבסס על נתוני הצריכה בחורף ובסתיו מצביע על כך כי התוספת בצריכה בחודש חורפי לעומת חודש סתיו מגיעה ל-100 מיליון קוט"ש. בממוצע יומי תוספת זו היא של כ-3.3 מיליוני קוט"ש. אם ניקח בחשבון איבודי חשמל במערכת הייצור, הנובלה והחלוקה בסדר גודל של כ-15 אחוז מתקבל האומדן של — 3.8 מיליוני קוט"ש ליממה. מספר זה, זהה לזה שנתקבל מניתוח אומדן התוספת לחימום מים בחורף.

### אומדן התוספת לחימום מים בחורף

התוספת היומית בחורף של 3.3 מיליוני קוט"ש נובעת כאמור מגידול עונתי בצריכה להסקת דירות מגורים וחימום מים לרצפה. על מנת להעריך את התוספת הנובעת מחימום חדרים בלבד יש צורך לבדוד את תוספת צריכת החשמל לחימום מים. הגידול בצריכת החשמל לחימום מים נובע משני מקורות: האחד גידול בשעות הפעלה בדודי חשמל רגילים והשני הפעלת גופי חימום בדודי שמש בימים בהם אנרגיית השמש אינה מספקת לחימום המים. בסקר קודם שנערך על ידי חברת החשמל נתגלה כי בחורף 1977/78 היו מחוברים לרשת החשמל כ-740 אלף דודי מים מהם 475 דודים חשמליים ו-265 דודי שמש עם גוף חימום חשמלי. תוצאות הניתוח שנתקבל מוצגות בטבלה מס' 5.

חשיבותו של החשמל בחימום החדרים הולך וגובר עם השנים. בחינת תוספת אמצעי ההסקה בחורף 1977/78 מגלה כי 14 אחוז מכלל בתי האב בישראל קנו במשך חורף זה תנורים חדשים. מתוך אוכלוסיה זו של 123 אלף משפחות, כשליש (40 אלף משפחות) בחרו בתנור חשמל הפועל על עקרון הקרינה הישירה. תנור הנפט ("פיירסייד") שהוא התנור הפופולרי ביותר במשק, נרכש בשנה האחרונה רק על ידי כ-27 אלף משפחות שהן כ-21.6 אחוז מהמשפחות שרכשו השנה אמצעי חימום חדשים. יש לציין שגם תנור הגז הקונבנציונלי נרכש השנה על ידי יותר משפחות מאשר חלקו היחסי באוכלוסיה. כ-18 אחוזים מהמשפחות שרכשו השנה תנורים רכשו תנור זה לעומת רק כ-10 אחוזים מהאוכלוסיה המחזיקים בתנור זה.

טבלה מס' 4

סוגי התנורים הנפוצים בין התנורים שנרכשו לקראת חורף 1977/78

סוג התנור	באלפים	באחוזים
תנורי חשמל קרינה ישירה	39.4	32.1
רדיאטורים (חשמל)	10.7	8.7
תנורי נפט ("פיירסייד")	26.6	21.6
תנורי גז ללא ארובה	23.3	18.1
כל יתר התנורים	24.0	19.5
סה"כ	123.0	100.0

### אומדן צריכת החשמל להסקה בחורף 1977/78

נתוני הסקר שתוארו לעיל מצביעים בעליל על עליה משמעותית בצריכת החשמל לצורך חימום חדרים. ההיקף הנרחב של השימוש בחשמל שנובע מכך, מחייב אמידת המשמעות של שימוש זה מבחינת צריכת האנרגיה והביקוש לחשמל בחודשי החורף. כדי לקבל אומדנים אלו פותח מודל המתבסס על מידע בנוגע לייצור וצריכת החשמל. מודל זה משמש אך ורק לקבלת אינדיקציה על מגמות וסדרי גודל.

טבלה מס' 5

חלוקת תוספת הצריכה החורפית (מיליוני קוט"ש)

חלוקת הייצור		חלוקת הצריכה		סוג הצריכה
יומית	חודשית	יומית	חודשית	
1.1	33.0	1.0	30.0	חימום מים — תוספת חורפית
1.7	50.0	1.4	42.0	הסקה ביתית
1.0	31.1	0.9	27.0	הסקה מסחרית ציבורית וחקלאית
3.8	114.1	3.3	99.0	

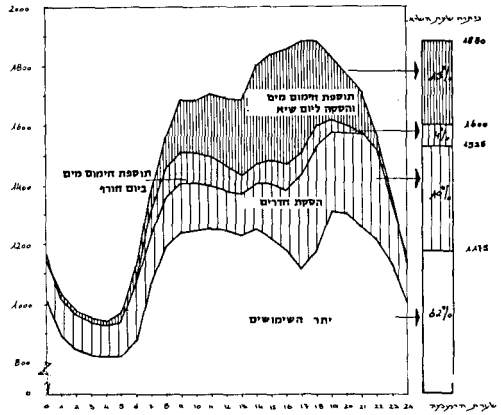
מתוך הנתונים ניתן ללמוד כי בחודש חורפי צריכת החשמל להסקת חדרים מסתכמת בכ-42 מיליוני קוט"ש. או במילים אחרות — השפעתה על המערכת היא של כ-50 מיליוני קוט"ש לחודש.

## השפעת הביקוש להסקה וחימום מים חשמלי על עקומת העומס

בדיאגרמה מס' 1 מופיע ניתוח השפעתם של ה- צריכה להסקת חדרים ולחימום מים על עקומת עומס אופיינית ועל זו של יום שיא.

דיאגרמה מס' 1

ניתוח עקומת עומס יומית חורף — 1977/78



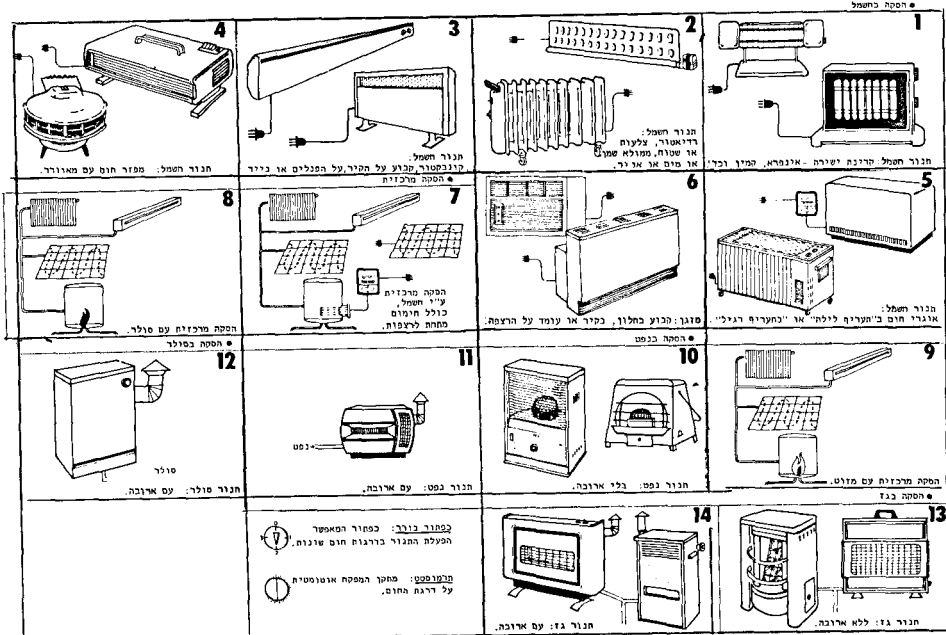
מתוך התבוננות בדיאגרמות העומס מתקבל כי מרכיב ההסקה מגיע לשיאו בשעות הערב (בסביב בות שעה 18) ומסתכם ביום חורפי ממוצע בכ-350 מגו"ט. הביקוש הנוסף לחימום מים המאפיין את ימי ה-

חורף מגיע ל-70 עד 100 מגו"ט החל משעות הבוקר 8—9 (בבוקר) ועד לשעות הערב (1800—1900) ביקוש זה מורכב ברובו מדוודי חשמל ודוודי שמש עם גיבוי חשמלי המקבלים את אספקת החשמל בתעריף הביתי הרגיל ולפיכך אינם מוגבלים בשעות שימוש. מספרם של דוודים אלה מגיע לכ-400 אלף לעומת 340 אלף דוודים בתעריף ה- מוזל (,,זרם לילה").

ביום שיא שחל בינואר 1978 (3.1.78) הגיע לערך כפול ויותר הביקוש לשימושי הסקה וחימום ה- מים ::

נתקבלה תוספת של 300—350 מגו"ט משעות אחה"צ (13—14) ועד שעות הערב (18.00) כפי שהדבר מתבטא בדיאגרמה מס' 1. בשעות לפני הצהריים ובשעות הערב המאוחרות יותר נתקבלה תוספת של 150—200 מגו"ט. יש לציין כי ימי שיא אלה אינם נדירים בחדשי החורף ובינואר 1978 לדוגמה, נמצאו 11 ימים בהם עלה הביקוש על 1700 מגו"ט. המשמעות מניתוח זה היא כי השימוש בחשמל להסקה מהווה גורם דומיננטי ביצירת שיא הביקוש בחורף ואומדן זהיר להיקף של שימוש זה בשיא החורף 1977/78 מגיע לכ-600 מגו"ט. גידול במרכיב זה בשיעור של 15 אחוז בשנה כפי שהתקבל מרכישת תנורי חשמל חדשים לקראת חורף זה עשוי, כשלעצמו, להביא לתוספת שנתית של 100 מגו"ט בשיא הביקוש. אם כי יש להביא בחשבון שחלק מהתנורים שנקנו נועדו להחליף תנורים ישנים שנתקלקלו.

## השיטות המקובלות להסקת חדרים



## הצעה לחיסכון בחשמל לתאורת חלונות ראווה

באלפי חנויות ברחבי הארץ משאירים את חלונות הראווה ואת פנים החנות מוארים אחרי סגירת החנות למשך 5—4 שעות בכל לילה (עד ששעון מיתוג אוטומטי מפסיק את החשמל).

במסגרת התוכניות הרבות לחיסכון באנרגיה אני מציע לבחון גם את האפשרות הבאה:  
א. לאסור בצו ממשלתי את הארת חלונות הראווה אחרי סגירת החנות (למעט אולי נורה אחת שתאפשר לעוברים ושבים להבחין בסוג החנות).

ב. בעל החנות יוכל להתקין לחצן מבחוץ אשר בעזרתו יוכלו העוברים ושבים להפעיל את מלוא התאורה בחלון למשך 20—30 שניות.

הסידור, הדומה לזה הקיים בחדרי מדרגות, אינו כרוך בהוצאה רבה וכל חשמלאי מוסמך יוכל לבצע את העבודה.

נוסף על החיסכון בחשמל, תהא לכך גם השפעה פסיכולוגית חיובית על תודעת הצבור בענין החיסכון באנרגיה, בלי לפגום בגורם הפרסום של חלונות הראווה.

אני מניח שאם יינתן לרעיון פרסום מתאים, יהיו גם בעלי חנויות שיהיו מוכנים להתקין לחצן כנ"ל בלי צו ממשלתי, בשל החיסכון בחשמל ובעיקר בשל הפיקנטיות של הענין שעשויה גם להגביר את התועלת שבחלון הראווה.

(א. הוכולד)

## סיור חשמלאי קיבוצים באירופה

בחודש מאי 1979 התקיים סיור של חשמלאים במספר מפעלים באיהופה.

הסיור אורגן על ידי מועדון חשמלאי הקיבוצים ומדרשת רופין וכלל ביקורים במפעלים שונים של החברות סימנס פיסטר, B.B.C. שטון, קלוקנר מילר ופנל (מצנאר ויונג) בגרמניה, אלסטום-יונגל, מרלן ג'רן, נורמבר, אלסטום דל (צרפת) וכן גויס (איטליה).

במסגרת הסיור ראו המשתתפים בו את שלבי הייצור, ההרכבה, בקרת טיב והדגמות של סוגי הציוד הבאים:

- מפסקים אוטומטיים (ביתיים ותעשייתיים) קונטקטורים (סימנס, B.B.C. — שטון, קלוקנר-מילר, אלסטום יונגל, מרלן-ג'רן).
- נורות ליבון, מתכת הליד, כספית וכ"ו (סימנס-אוסרם).
- גופי תאורה ועמודי תאורה (סימנס).
- קופסאות פלסטיות לציוד חשמלי, לוחות ביתיים מודולריים, חומרי אינסטלציה (קלוקנר מילר, גויס).
- לוחות חשמל לתעשיה (קלוקנר מילר, פנל).
- אבזרים וציוד לקווים עיליים וכבלים במתח נמוך וגבוה (פיסטר).
- התקנים אלקטרוניים (לוגיים) לפיקוד ובקרה בתעשיה (פנל).
- ציוד מיתוג למתח גבוה ועליון (מנחקים, מנחקי עומס ומפסקי זרם) באויר, בשמן וב-SFG (אלסטום-דל, מרלן-ג'רן).
- תעלות פסי צבירה (אנכיות ואופקיות) לחלוקה גמישה של אנרגיה חשמלית במבני מגורים ובתעשיה — (נורמבר).

הביקורים במפעלים אפשרו למשתתפים לעמוד מקרוב על תהליכי הייצור וההרכבה וכן להיות נוכחים בבידוק שונות של המוצרים כגון בדיקת קיים של קונטקטורים, בדיקות בידוד במתח גבוה ועליון, בדיקות כיוול של מפסקי זרם והתקני הגנה למונעים. כמו כן קיבלו המשתתפים הרצאות (בליווי שקפים או סרטים) על המפעלים

השונים, היקף ומיגון הייצור שלהם ואפשרויות השימוש (כולל ביקורים בתערוכות המתמדות של המפעלים).

בנוסף לסיורים המקצועיים הללו אורגנו עבור הקבוצה גם הסיורים הבאים: במוזיאון הגרמני הטכני במינכן, שייט על נהר הריין, העיר ג'נבה.

משתתפי הסיור התרשמו ביותר מהדברים שראו, ניתנה להם אפשרות להשוות בין הגישות השונות המקובלות בגרמניה ובצרפת וכן קיבלו הסברים על השאלות והבעיות שהועלו על ידם.

יש לציין שיהיחס לקבוצה מצד המפעלים השונים היה למופת וכי הארוה שלהם עלה על כל הציפיות. הקבוצה כללה 10 משתתפים ובראשה עמדו מ. זאבי ונ. פנל.

# מה חדש בספרות מקצועית

הגזירה: אחידה של מכונות חשמל / פרופ' י. נאות

## על הספר

מתמטיות יותר-מתוחכמות, שאולי אינן נהירות להרבה מהנדסים, אשר סיימו לימודיהם מזמן. אף-על-פי-כן הטיפול המתמטי יסודי והוא מכוון להגיע להבנה מעמיקה של התופעות הפיזיקליות המתחוללות במכונה.

## על המחבר

פרופ' יהודה נאות סיים את לימודיו באוניברסיטת פדובה שבאיטליה, בה קיבל את התואר דוקטור למדעי ההנדסה. מיד עם גמר לימודיו עלה ארצה והחל לעבוד כמהנדס יועץ בתעשייה. עם יסוד ה"פקולטה לחשמל בטכניון בשנת 1937, הצטרף ה"מחבר לסגל האקדמי של הפקולטה, בו הוא נמצא עד עצם היום הזה. יחד עם פעילותו האקדמית לא זנח המחבר את עבודתו ביעוץ לתעשייה ובזאת רכש נסיון רב מאוד בבנין מכונות חשמל ובתפעולן, אשר משתקף במבנה הספר ובאופן כתיבתו.

## ניתן לרכוש את הספר :

בחנויות הספרים האוניברסיטאיות שבקמפוסים.  
**הזמנות בדואר :** הוצאת דקל, ת"ד 6076, תל-אביב, טל. 781119.

**הפצה לחנויות :** א. ערמוני, רח' בלפור 4, תל-אביב, טל. 292026.

ספר זה מיועד לסטודנטים הלומדים את הנושא מכונות חשמל במסגרת המקצוע המרת אנרגיה ולמהנדסים הבאים במגע עם מכונות חשמל ב"מסגרת עבודתם המקצועית.

הספר מטפל בתיאורית המכונות לאור מודל פיזי קלי פשוט המשותף לכולן. בכרך הראשון ניתנת התיאוריה הכללית וכן תיאוריה מפורטת של מכונות ההשראה (מכונה אסינכרונית) ושל השנאי. בכרך השני ניתנת התיאוריה המפורטת של כל יתר ה"מכונות, כולל מכונות התגובה.

למען הקיצור וגם כדי לא להעמיס על הקורא ב"ריבוי מידע לא-רלוונטי להבנת התיאוריה, צומצמו הפרטים הקונסטרוקטיביים למינימום ההכרחי, כדי שגם הסטודנט שטרם צבר נסיון במכונות, יוכל להבין את החומר. הקורא, המעוניין בחומר מעשי יותר על עצם בנין המכונות, מופנה בזה לספרות העניפה הקיימת.

הבנת הספר דורשת ידיעה מבוססת במתמטיקה, כולל משוואות דיפרנציאליות וכן ידיעת תורת ה"חשמל והשדה האלקטרו-מגנטי.

על-מנת להקנות למספר קוראים גדול ככל האפשר גישה נוחה לספר, נמנע המחבר מלהשתמש בשיטות

## מהדורה חדשה של "המדריך לחשמלאי" / אינג' ז. דוניבסקי

הדעות, על הדרישות לגבי מתקן חשמל מודרני. תקנות חדשות למעגלים סופיים כבר אושרו ס"פית על ידי כל הגורמים המוסמכים ועומדות לפני פירסומן הרשמי בזמן הקרוב.

הפרק "מעגלים סופיים" במדריך כולל פרטים מלאים והסבר מקיף על הדרישות הכלולות בתיקנות החדשות. דרישות אלה יכניסו שינויים רבים בתכנון מתקני חשמל לכח ולמאור בבתי מלאכה ובבתי חרושת; במיוחד יחול שינוי יסודי בתכנון מתקני החשמל בדירות מגורים, במשרדים ובבתי מסחר.

כל ההסברים והפרושים בפרקים החדשים של ה"מדריך ניתנים, כמו ביתר פרקי המדריך, בתאום מלא עם כל הגורמים המוסמכים.

את הספר ניתן לרכוש בבתי המסחר לספרים ב"רחבי הארץ או על ידי פניה ישירה אל המפיץ הראשי "נתיב הספר" רח' נורדאו 22, חיפה טל. 661271 (04)

ביוני 1979 — פורסמה מהדורה חדשה (1979) של ספרו הידוע והשימושי של אינג' ז. דוניבסקי "מדריך לחשמלאי".

ספר זה המשמש זה מספר שנים כמורה דרך לחשמלאים בארץ — מוצא במהדורות חדשות ה"מתעדכנות בהתאם למצב החקיקה בשטח החשמל, כפי שמהדורה חדשה זו מתעדכנת בהתאם לתיקנות בדבר הארקות יסוד (שכבר הופיעו) ובהתאם לתיקנות בדבר מעגלים סופיים (שכבר עברו את נוהלי האישור ועומדות להתפרסם בקרוב).

**א. הארקות יסוד.** המהדורה הקודמת משנת 1977 של המדריך כללה המלצות כלבד להתקנת הארקות יסוד; מאז פורסמו תקנות רשמיות ב"נושא זה. במהדורה החדשה תמצאו פרק חדש על הארקות יסוד, מבוסס על התיקנות, עם הסבר מקיף בתוספת איורים רבים.

**ג. מעגלים סופיים.** הכללים הקיימים להתקנת מעגלים סופיים מבוססים עד היום על ההנחיות אשר נקבעו לפני שנים רבות ואינן עונות עוד, לכל

## ברק כ"ח

רח' רויגו אברהם מס' 8 (פינת שד' הר ציון 91)  
טל. 833475

### יצור שנאים (טרנספורמטורים)

- ✱ חד ותלת פאזיים, בכל מתח נדרש.
- ✱ שנאים עם שקע אמריקאי ל-110 V.
- ✱ שנאי בטחון.
- ✱ שנאי זרם לאמפרמטר.
- ✱ סלילים אלקטרו מגנטיים.

## 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. 25  
תל-אביב
- הפרטים יישלחו למפרסם המודעה, אשר ימציא לך מידע נוסף הנמצא ברשותו.

## תלוש הזמנה

לכב'

חברת החשמל לישראל בע"מ  
מערכת "התקע-המצדיע"  
ת.ד. 25, תל-אביב

א"י,

אנו מזמינים מודעה בגודל של .....

עמוד שדוגמה ממנה רצופה בזה.

שם המפעל .....

הכתובת .....

.....

לשם ברור תוכן וצורת המודעה

נבקשכם להתקשר עם מר .....

טלפון .....

נבקשכם לשלוח את נציגכם לקבלה.

## לתשומת-לב המפרסמים!

לנוחיות כל אלה, המעוניינים במסירת חומר-פרסומי לכתב-העת שלנו הננו מצרפים מחירון לרכישת מקום לפרסום. שטח עמוד נטו:

גובה — 20 ס"מ

רוחב — 13.5 ס"מ

המחיר:

1 עמוד — 3000 ל"י

1/2 " — 1650 ל"י

1/4 " — 900 ל"י

לא כולל מ.ע.מ.

ההדפסה היא באופסט (אין צורך בגלופות)

באם הנך מעוניין בפרסום מודעה בגליון הקרוב של עתוננו, שלח דוגמה ממנה לפי כתובת המערכת או מלא את תלוש ההזמנה הסמוך ונציגנו יבוא לקבלה.

# SOLA

**מעטה, המחשב שלך לא יתרגש בכל פעם  
שיש שינויים או הכפסקה במתח הרשת**

#### **COMPUTER LINE VOLTAGE REGULATOR**

The Solatron/Acuvolt Computer Line Voltage Regulator protects computers and other sensitive electronic equipment from power fluctuations which can impair performance.

#### **MINICOMPUTER REGULATOR**

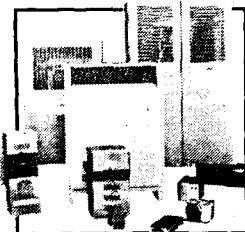
The Sola Minicomputer Regulator does everything a dedicated line

does and more — for a fraction of the cost.

#### **UNINTERRUPTIBLE POWER SOURCE**

Some people can't stand failure — for good reason. A power blackout or brownout can mean downtime — even disaster — when it crashes a computer system.

Sola's UPS supplies uninterrupted AC in the event of a power failure.



בכרטיס או לפנות ל:

**אלקטרוניקה והנדסה** אגף של  
**מוטורולה ישראל בע"מ**

תל-אביב רח' קרמנצקי 16.טל.338973





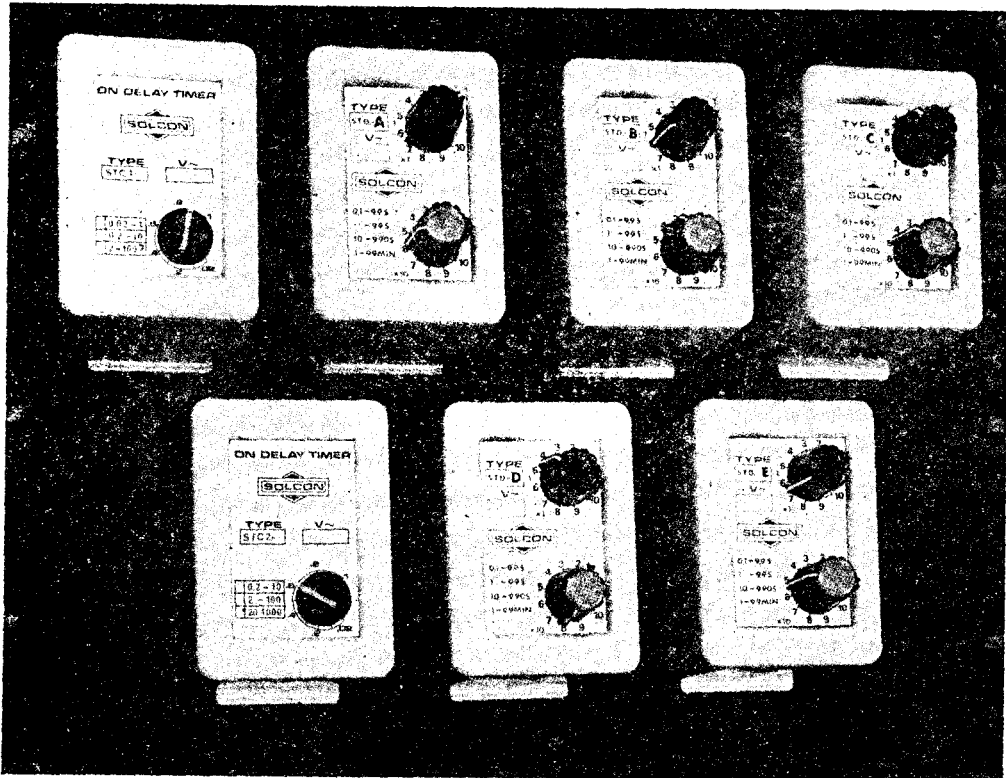


**בקר הספק  
ראקטיבי**

**S108**



**ממסרי השהיה אלקטרוניים דבי תחומים**



**אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ**

תל-אביב, רח' הנגב 4, ת.ד. 2180, טל. 337029, 330851.

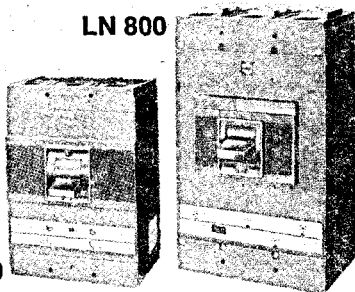


**סַצִיָה**

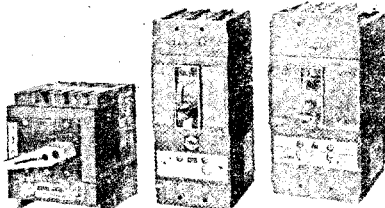
**מפסקי זרם  
מגבילים**

**LIMITOR**

LN 800



LN 500



L 25 - 100

LN 160

LN 250

**דגם L25-100 : 50 ק"א**

**דגמים LN250 LN160**

**LN800 LN500 : 100 ק"א**

המשווק

**אטקה בטח**

בני ברק רח' בר כוכבא 6

טל 782465 782718-03

סניף צפון:

חיפה, רח' השיש 3, טל. 04-740801

שרות פרסומי מודעה מס' 177



**ENGINEERING LTD.**

**מסענים מיוצגים**

**ספקי כח מיוצגים**

**מיישרי זרם**

**חמירים**

**מטען מצברים - אוטומטי מיוצג**

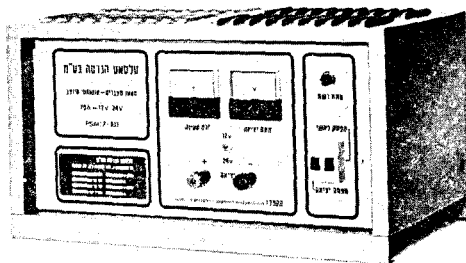
**דגם PSAC2 , לפי תקן DIN 41773**

**להענות STAND BY**

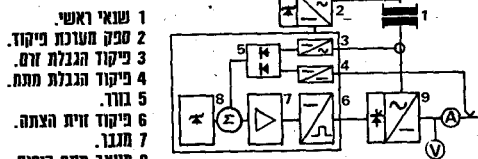
גנרטורים, תאורת חרום, לחות פיקוד, ציוד קשר.

**CYCLING CHARGING 7**

מצברי רכב, כלי הנעה חשמליים וכו'.



- 12v או 24v (נקבע ט"י מכסת בתחית).
- זרם יציאה 25A.
- חוגן בפני מצד מוחלט ביציאה.
- אמון, בנוי בעיטת "Full Proof".
- מתח יציאה כפי 2.23v לתא.
- אידי מיים נמוך ביותר.



תושעים מלגני של מטען PSAC

**טלסאט הודסה בע"מ**

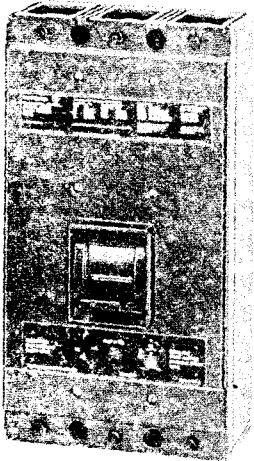
**רח' החשמונאים 7, ב"ו. טל 03-785380**

שרות פרסומי מודעה מס' 176

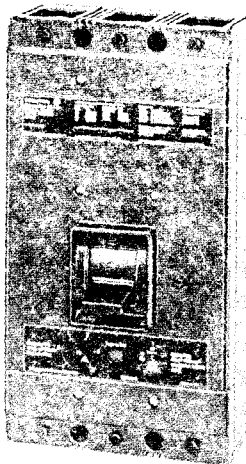
# מפסיקי זרם חצי אוטומטיים



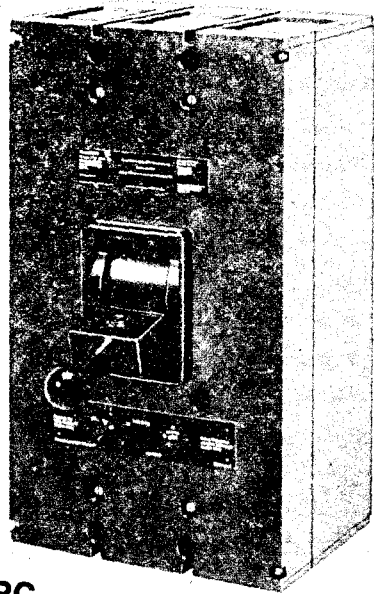
Westinghouse



MC



NC



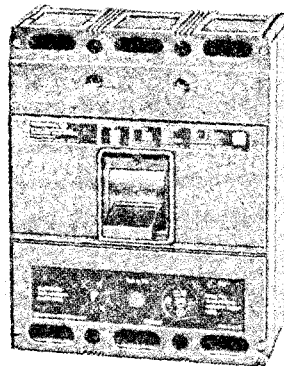
PC



LB



KB

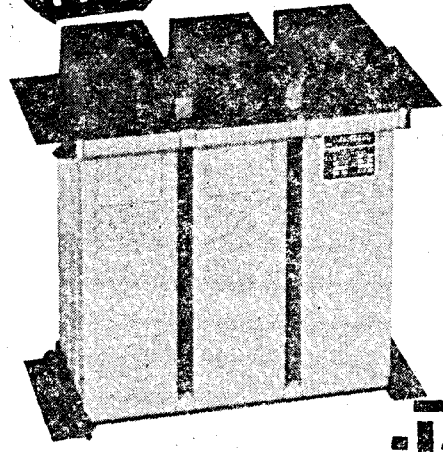


LC

## אלקטרה מתכות והנדסה בע"מ

תל-אביב, רח' הוגב 4, ת.ד. 2180, טל. 337029, 330851.

ביחידות  
של 5-50  
קוא"ר



# טארטאלו קבלים

חד ותלת  
פזיים  
לשיפור

מקדם ההספק.

- הפסדים נמוכים - 0.5 וואט לקוא"ר
- הגנות מיוחדות בפני עומס יתר
- בידוד כפול - קופסה ומכסה מפלסטיק בלתי שבור
- קלים במשקל
- מבנה מודולרי קומפקטי
- אקולוגי ללא חמרים רעילים
- מתאים במיוחד לארונות קבלים
- אספקה מהמלאי
- מחיר תחרותי

לקבלת עלון הסבר, יעוץ והדרכה:

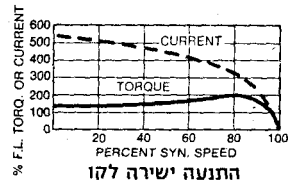
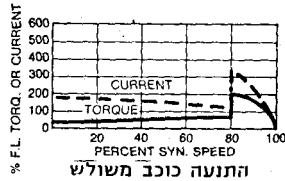
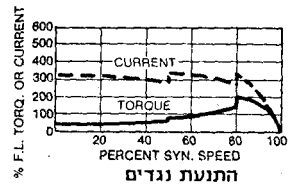
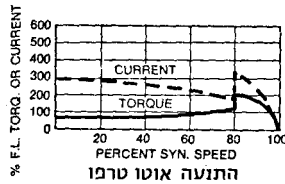
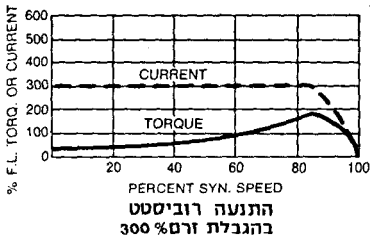
**מחלקת ציוד חשמל**

חיפה, שדרות המגינים 39, טל. 532102-3-4

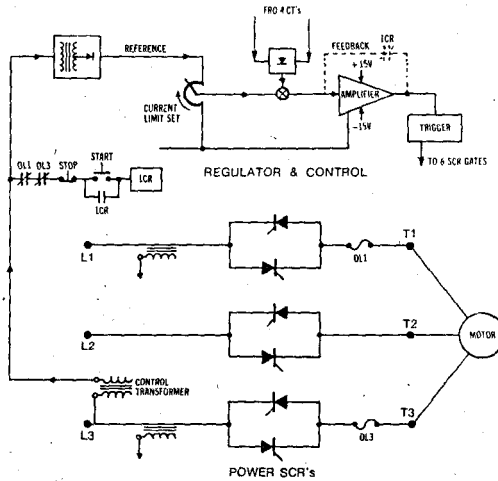
**איקל-מט**

# התנועת מנועים ROBISTAT

המתנעים המבוקרים של חב' ROBICON עוקבים ברציפות משך כל זמן ההתנועה אחר הזרם והמתח במנוע ומגדילים את זרם ההזנה בהתאם. המתנע בנוי מחצאי מוליכים (SCR) ומתאים למנועי השראה מ-5 כ"ס ועד 1500 כ"ס



ROBISTAT SOLID STATE STARTER



הנציגים בישראל:

חברת טכנו הנדסה בע"מ  
רח' הגפן 5, קרית ביאליק  
טלפון: 04-731018 טלפקס: 45119



ROBICON  
CORPORATION

הנדסת חשמל בע"מ

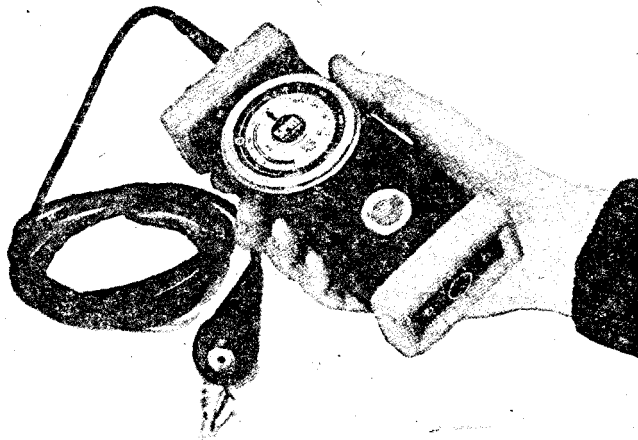


רמתגן, רחוב שרת 44 (ליד'אואזיס) • ת.ד. 8229 • טל. 05-729146/7, 721624 • פלקס 32154

מכשיר לבדיקת  
טיב מיסבים

Shock Pulse Meter 43A  
will tell you the condition  
of your ball and roller bearings

תחם



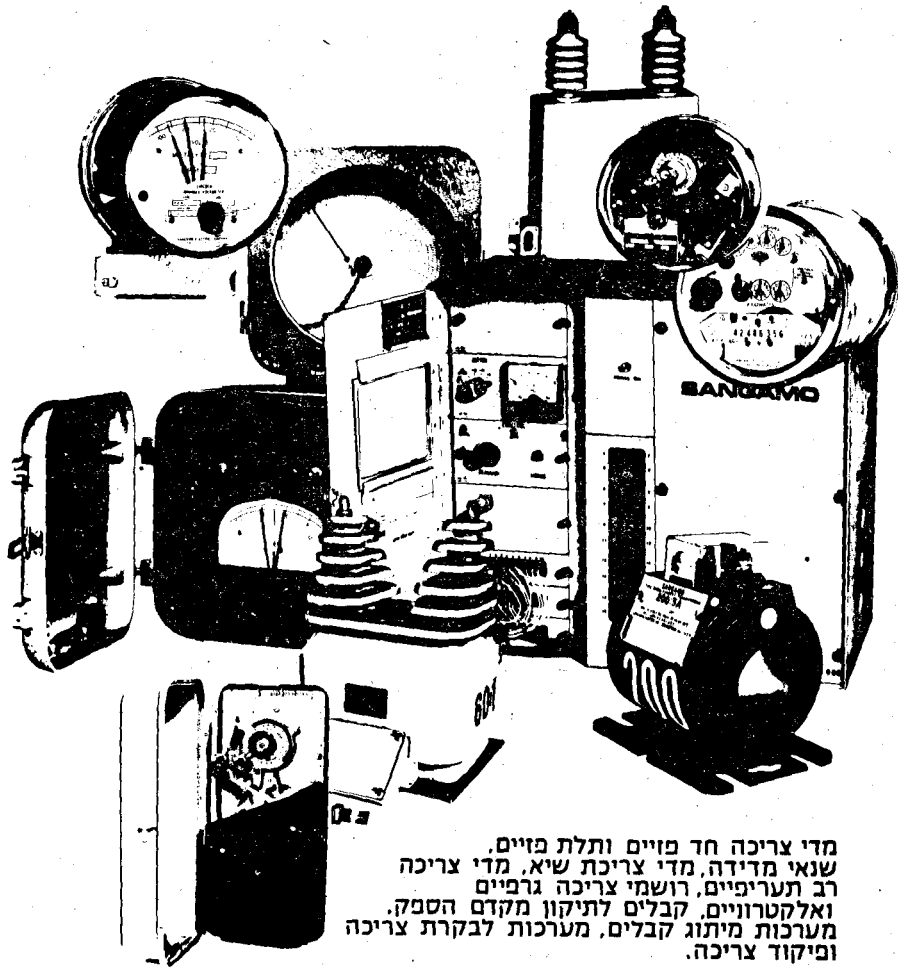
#### יתרונות מכשיר SPM

- הקריאה מראה גודל הנזק המכני ומציינת מיידית מצב-עבודה של המיסב.
- הקריאות והבדיקות נעשות בזמן עבודה שוטפת, ללא הפרעות מרעידות ורעשים הקיימים בדרך כלל במכונות.
- תקלות במיסבים יתגלו בשלב מוקדם וזה מאפשר תכנון מראש לתיקון או החלפת המיסבים; כל זאת ללא סיכון של תקלה פתאומית ובלתי צפויה.

**SPM**  
The SPM method

# SANGAMO

חברת רוזנפלד-מצפי בע"מ סוכנים בלעדיים בארץ



מדי צריכה חד פזיים ותלת פזיים,  
שנאי מדידה, מדי צריכת שיא, מדי צריכה  
רב תעריפיים, רושמי צריכה גרפיים  
ואלקטרוניים, קבלים לתיקון מקדם הספק,  
מערכות מיתוג קבלים, מערכות לבקרת צריכה  
ופיקוד צריכה.

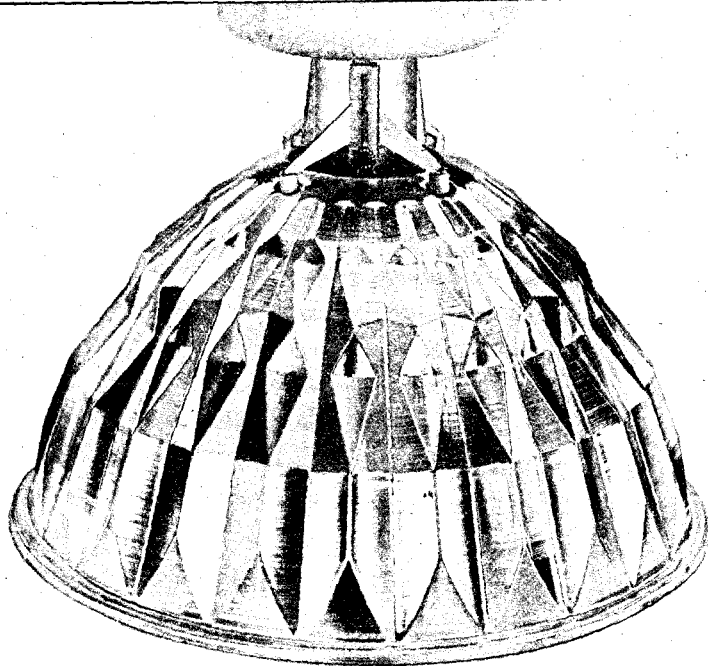
## חברת רוזנפלד-מצפי בע"מ

ת.ד. 42 הוד השרון 45100 טל. 052-29578. טלפקס: 341923

**SANGAMO**  
ENERGY MANAGEMENT

סוכנים בלעדיים בארץ של חברת

# "פריזמה-געש" לא צורך יותר - הוא רק מקרין יותר...



למתן פרטים נוספים ו/או  
המצאת פרוספקט, נא מלא,  
גזור ושלה את התלוש הר"ב.

לכבוד  
מפעלי תאורה געש  
קבוץ געש

אבקשכם לשלוח לנו  
פרוספקט על הנושא  
"פריזמה-געש".

שם המזמין \_\_\_\_\_

שם המפעל \_\_\_\_\_

תפקיד \_\_\_\_\_

כתובת \_\_\_\_\_

טלפון \_\_\_\_\_

ל"פריזמה-געש" תיבת  
חיבורים חיצונית עשויה  
מאלומיניום יצוק (ובלתי  
מחליד) ומאפשרת  
תחזוקה נוחה.

"פריזמה-געש" פועל עם כל  
הנורות החדישות: כספית,  
מטל-הלייד ונתרן-לחץ-גבוה.

"פריזמה-געש" מתאים למבנים  
תעשייתיים ולמגרשי-ספורט.

"פריזמה-געש" ניתן להשיג  
ב-2 דגמים: בעל אלומה רחבה  
להתקנה בגובה עד 15 מ',  
ובעל אלומה מרוכזת להתקנה  
בגובה שמעל ל-15 מ'.

כדי לקבל תנאי תאורה  
מצויינים, "געש" מציע לך  
רפלקטור פריזמטי אשר  
תוכנן באמצעות מחשב.  
רפלקטור זה, המכונה  
"פריזמה-געש", מאפשר  
פיזור אור מקסימלי תוך  
ניצול מירבי של עוצמת  
הנורה.

"פריזמה-געש" עשוי  
אלומיניום טהור ומצופה  
בשכבת זכוכית כדי להבטיח  
תפוקת-אור מלאה לאורך  
זמן.

**מפעלי תאורה געש**

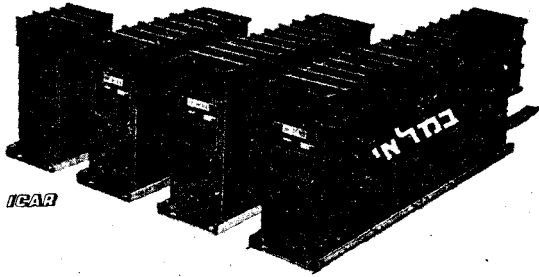
קבוץ געש, טלכון 03-938985/8





$\cos \psi = 0.92$

קבלים לשיפור כוּפּל הספּה  
תוצרת חבּוּת ICAR



קוֹנְטֵל  
הנדסת מיכשור ובקרה בע"מ  
CONTEL  
CONTROL & INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD.

תוצרת הארץ 10, ת"א  
טל. 260186, טל.קס 32336



בקרים מתוכנתים  
אלן ברדלי - ארה"ב

PLC

יחידות מודולריות בנות 3.3 קוא"ד ב-400V

• חיבור פשוט ביותר לרשת תלת-פאזית

• אטום ויבש - ללא פליטת גזים

• ריכוז עצמי - (self Healing)

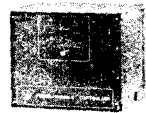
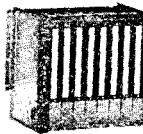
• הפסדים נמוכים ביותר

• ללא אחזקה שרות

התקנה

תכנות

תכנון

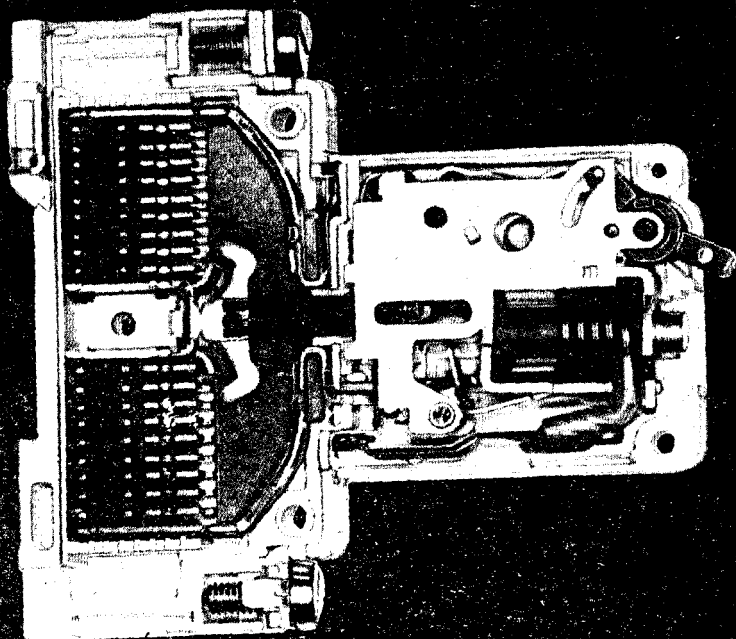


קוֹנְטֵל  
הנדסת מיכשור ובקרה בע"מ  
CONTEL  
CONTROL & INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD.

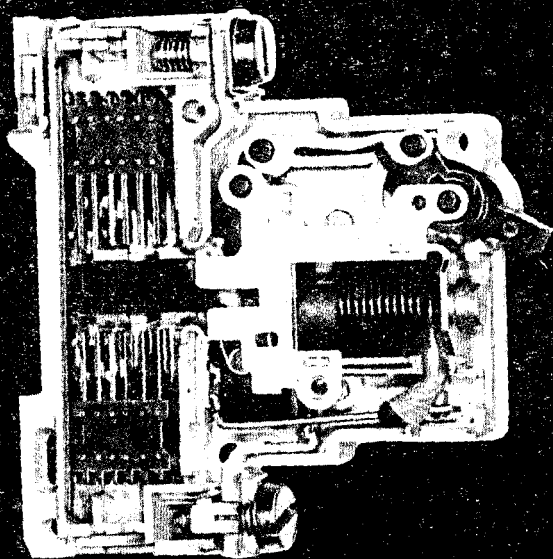
לשרותך חדר הדרכה ותצוגה ומערכת הדרכה ניידת.  
לתיאום פגישה או ביקור במפעלכם  
התקשר עמנו ובקש את יהודית.

הגנת  
מוליכים  
וציוד

AZ



FAZ

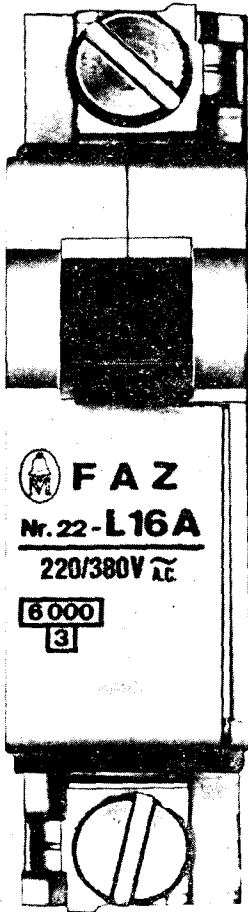


טכניקה טובה יותר לבטיחות גבוהה יותר

**KLÖCKNER-MOELLER**

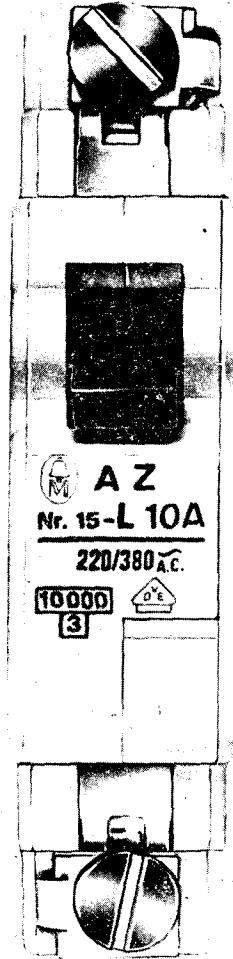
## הגנה לפי צרכיך.

במתקנים ביתיים הוכיח את עצמו ה-מאמ"ת הנמוך FAZ (68 מ"מ גובה בלבד) – בעל כושר ניתוק של 6 kA (220/380 V,  $\cos\varphi=0.6$ ).  
במתקני תעשייה וברבי-קומות, בהתקנה קרובה לשנאי – יש עליונות מוחלטת למאמ"ת AZ בעל ההספק הגבוה וכושר ניתוק של 30 kA (220/380 V,  $\cos\varphi=0.2$ ) המאפשר לתכנן מתקני תעשייה ורבי – קומות ללא נתיכים.



## הגנה מעל ומעבר לנדרש בתקנים.

שני ה-מאמ"תים; FAZ ו-AZ עונים על הדרישות החמורות של התקנים הבין-לאומיים החדשים, כגון; CEE 19 ו-0641 VDE ועולים בתכונותיהם על הנדרש בדרגה הגבוהה ביותר של הגבלת זרם – קצר. היות והאנרגיה העוברת במאמ"תים הנ"ל הינה נמוכה ביותר – מובטחת הגנה מלאה לקווים אפילו בגודל 1.5", ב-6 kA וב-30 kA בהתאם לסוג המאמ"ת.



ק.א. באר – שבע בע"מ  
באר-שבע, רח' המלאכה 28  
טל 057-35916

ק.מ.ק. הנדסת חשמל בע"מ  
ירושלים, רח' יפו 214  
טל 02-231610

קצנשטיין, אדלר ושות'  
בע"מ.

תל-אביב, דרך פתח תקוה 37  
טל 03-614668

הנדסה אלקטרו-מכנית  
חיפה בע"מ.

חיפה, דרך יפו 121  
טל 04-526148

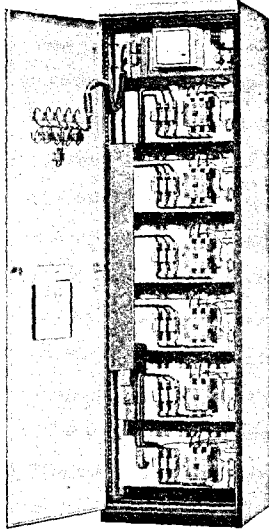
משרדינו הטכניים  
תמיד קרובים אליך!



קדקו בע"מ.  
אשקלון, אזור התעשייה,  
טל 051-26719  
לוחות והנדסת חשמל  
כפר-סבא בע"מ.  
כפר-סבא, רח' וייצמן 94  
טל 052-24003

**אזור ירושלים. אזור** בע"מ **הנדסת חשמל**

אזור התעשייה הישן, ראשון-לציון, ת. ד. 588, טלפון 99 98 44



**מערכות לשיפור מקדם הספק**

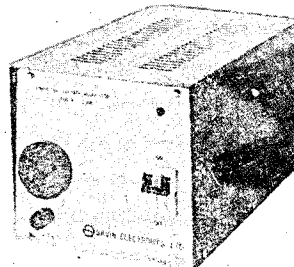
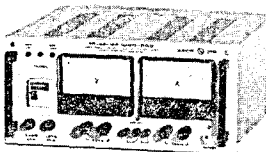
מבנה קומפקטי • הפסדי אנרגיה נמוכים

- ☆ קבלים דגם MKV תוצרת SIEMENS.
- ☆ הפסדים דיאלקטריים נמוכים:  $w 0.5$  לכל קוא"ר.
- ☆ משנקי פריקה (במקום נגדים).
- ☆ הפעלה ידנית או אוטומטית.
- ☆ וסת אוטומטי SIEMENS.
- גדלים סטנדרטיים:  $m^2 - 25 - 400$  קוא"ר - ליעוץ והדרכה אנא פנה למשרדנו ת.ד. 588 ראש"צ • טל. 999844

**סיון אלקטרוניקה בע"מ**

מערכות הספק אלקטרוניות

רח' כינרת 15 בני ברק טל. 4-707133-03



**• מייצבי מתח רשת אלקטרוניים**

- סינוס נקי
- 1100% זרם יתר
- 97% נצילות
- 10 מילישניות לתיקון מלא
- תחום תדר רחב  $45-55 Hz$
- חשקל ומידות קטנים

• מערכות אל פסק (UPS) ממירים (DC to AC) הספקים: 0.15-10 KVA

• ספקי מתח ומטענים סטנדרטיים ולפי הזמנה.

מתאים למחשבים, לטרמינלים, למכשור אלקטרוני, להגנה על ציוד הניזון מגנרטורים.

מודלים סטנדרטיים: 0.5-10KVA



## פתאום נפסק החשמל...

מה קורה במפעל שלך כשיש הפסקת חשמל?

הפסקת חשמל יורדת עליך כמו רעם ביום בהיר. המפעל משותק. המעלית תקועה. הפועלים מבוהלים. חדר המכונות הופך להיות מלכודת מסוכנת לעובדים. בחדרי המדרגות אנשים נתקלים זה בזה והחשמלאי שהוזעק לחדר-לוחות-החשמל והגנרטורים - אינו מסוגל לעבוד בחושך.

אתה יכול למנוע אסונות ופגעים כאלה במפעלך.

התקן מנורת "ברק" של "געש" למניעת בהלה ראשונית ולאספקת תאורה עד לחידוש הזרם.

"ברק"

מנורה פלואורסצנטית הנדלקת אוטומטית בהפסקת חשמל, פשוטה להתקנה ואינה דורשת אחזקה.

"ברק" - מחוברת באופן קבוע לרשת החשמל ולכן טעינת הסוללה מובטחת בכל עת.

במקרה של הפסקה בזרם החשמל, נכנסת תאורת החרום לפעולה באופן אוטומטי. עם חידוש אספקת הזרם, חוזרת המנורה למצב של טעינה.

עם "ברק" יש תמיד אור במפעל.

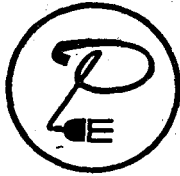
# מפעלי תאורה געש



קבוץ געש. טלפון 03-938985/8

סוכנות ראשית:

מוצרי תכן, רחוב הארבעה 8-10 תל-אביב טלפון 268251  
ובסניפים של מוצרי תכן בירושלים, חיפה ובאר-שבע.



# POWER ELECTRONICS Ltd הנדסת הספק בע"מ

רח' הירקון 8, בני ברק טל. 791105-7 ת.ד. 854

## יחידות להגנת מזגנים A.C.P. ,95, 96, 101, 103



- יחידות אלה מהוות הגנה מונעת על מזגן האוויר (מדחס) ורשת החשמל.
- \* מניעת הפעלה של המזגן בתת מתח ועל מתח.
- \* הפסקת פעולה בעקבות תת ועל מתח וחדוש פעולה באופן אוטומטי עם השתייה.
- \* השהייה ופזור ההתנעה — לשם שחרור הלחץ בראש המדחס, והגנה על הרשת.
- \* חסכון באנרגיה ע"י הפעלה ב" START STOP.
- \* אפשרות בקרה מרכזית — זרם הבקרה 20 mA.
- \* ברשותנו יחידות להתקנה על הקיר, בתוך המזגן, בלוחות חשמל, חד ותלת פאזיים.

כמו כן עוסקת חברתנו ביצור ופתוח:

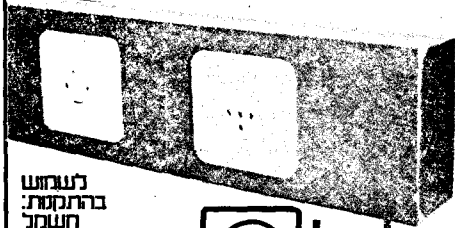
- \* מתנעים סטטיים (אלקטרוניים) רכים וישירים לקו.
- \* מערכות התראה תעשיתיות.
- \* מערכות ויסות מהירות למנועי AC, DC.
- \* יעוץ ותכנון בנושאי הנע חשמלי והגנות מנועים.

# תעלות פי.וי.סי

## קשיח

## לנוכחי

## חשמל



לעמוד  
ברמתקמת:  
חשמל  
תקשורת  
פינוך ובקרה  
חשמלי בנאומי  
צודת גמישה לנוזלים

**פלגל**  
**הפצ'בה**

התעלה	גובה	רוחב	משקל	עובי דופן	אורך יחידה	כמות באריזה		
						חלק	צד נקוב	הידוך וקוב תחת
מ"מ	מ"מ	מ"מ	ג'מ	מ"מ	מ'מ	מ	מ	מ
40	60	40	620	2.2	2	36	36	40
60	60	60	775	3.2	2	36	36	32
80	60	80	940	2.5	2	36	36	32
42	120	42	1200	2.7	3-2	24	24	20
60	120	60	1450	3	3-2	24	24	16
100	100	100	1690	3.5	3	12	12	16
100	300	100	5000	4	3	6	6	-

פלגל-הפצ'בה, טל. 70, 81101, 81629, 81094, 81095-065

- ★ הקטן תשלומיך לחברת החשמל
  - ★ חסוך באנרגיה
  - ★ הקטן את הפסדי החשמל במפעלך
- התקן במפעלך

## צ'י תופיט

יחידה אוטומטית לשיפור כופל ההספק

ה"צ'יתופיט" כולל:

- קבלים מודולריים בעלי הפסדים קטנים (0.05%)
- ווסת אוטומטי הכולל גם מערכת "סף עומס"
- מפסק ראשי מנתק בעומס.
- מגענים ונתיכים לכל קבוצת קבלים.

יעוץ והדגמה:

## צ'יתוד תעשיות בע"מ

רחוב המרכבה 29, איזור התעשייה חולון  
טלפון: (03)809141.



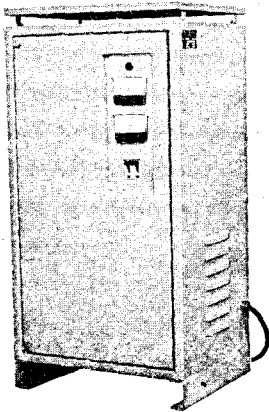
מקבוצת כר חשמל ואלקטרוניקה



מעבדה למכשירי מדידה חשמליים  
תל-אביב, רח' איסרליש 10, טל. 21 73 45  
המעבדה עומדת לשרותכם בבצוע שפוך, תקון  
כיוול ובדיקת מכשירי מדידה חשמליים.  
מהסוגים הבאים:

1. מכשירים אוניברסליים (רבי מודדים)
2. מכשירי לוח
3. מכשירים רושמים
4. אמפרמטרים צבת
5. פירומטרים אוטומטיים
6. אינדיקטורים ידניים ואלקטרוניים
7. קוצבי זמן ושעוני פיקוד
8. מכשירים דיגיטליים

**יותר כח  
למלגזה  
החשמלית  
שלך, עם מטען  
MASTER CHARGE**



— "MASTER CHARGE"

מטען המצברים החדש והמשוכלל  
שתוכנן במיוחד למלגזות חשמליות.

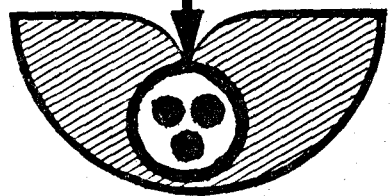
- \* שיטת טעינה חדישה השומרת על חיי המצברים.
- \* משטר הטעינה אינו מושפע משינויי מתח הרשת.
- \* בקרה אלקטרונית וויסות אוטומטי רציף של הטעינה.
- \* ללא סכנת קצר או שריפת נתיכים.
- \* ללא כל צורך בכיוון, התאמה או טיפול כלשהו.
- \* טעינת מספר מלגזות במקביל — אפשרית.
- \* לקבלת עלון מפורט — שלח את גלית השרות הפירסומי.

ייצור, מכירה ושרות:

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



**בדיקת כבל**



**בדיקת כבלים  
קביעת מקומם בשטח  
אתור מקום התקלה**

מרקו אלקלעי - מהנדס חשמל

יפו, שד' ירושלים 153  
טלפון 821661  
ת.ד. 27154

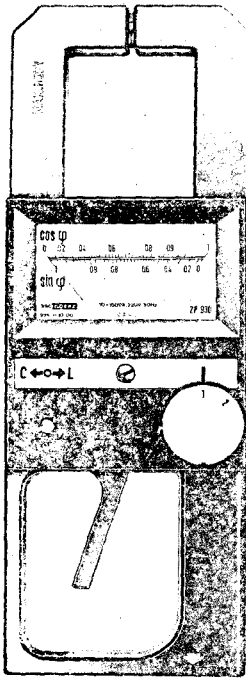


# חברת ישראלמוקס בע"מ

רחוב ארלחורוב 25, תל-אביב • ת.ד. 6014  
טלפון: 5-4-24 82 15 - טלסק: 03-22 66

## BBC GOERZ

BROWN BOVERI



הצלחה ללא תקדים  
רבים כמותו נמכרו בארץ.  
עדיין במלאי

## מד כופל הספק נייד ("צבת" COS $\varphi$ )

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

## מד הספק נייד ("צבת" וואט-מטר)

למידת הספק במערכות חד פאזיות  
או תלת פאזיות 380/220 וולט, 50 הרץ.  
תחומי מדידה: 30-100-300-1000 קילוואט.  
מכשירי מדידה ורישום ניידים  
ולוחות למדידת זרמים ומתחים בכל התחומים.  
שנאי זרם, מתמרי מתח זרם, מודדי טמ' ורשמים לטמ', מודדי התנגדות בידוד והארקות.

# קב-קור

מפעלי בית-אלפא לויסות אוטומטי

### תרמוסטטים לקירור דגם 51B

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

### תרמוסטטים למזוג-אוויר דגם MA

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

**לדרישות מיוחדות ומדוייקות!**

### תרמוסטט כפול דגם FD

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

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

ניתן גם להשיג בקופסת פלסטיק  
עם שקלת מעלות

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

טלסק מס' 46304

# זהו מקויים !!

## נצ את האובדות

**SACE** מתוך טלחם ענכ היצור

- SACE HAS CEASED ITS KNOW-HOW AGREEMENT WITH THE ROMANIAN MANUFACTURERS SINCE 1975.
- THE KNOW-HOW SUPPLIED AND THE TYPES MANUFACTURED IN ROMANIA ARE THE PRODUCTS OF SACE'S DEVELOPMENT IN THE MID 60'S, WHILE PRESENT SACE PRODUCTION IS BASED ON SACE'S DEVELOPMENTS OF MID 70'S.
- SINCE 1975 THE ROMANIAN PRODUCTS HAVE BEEN NO MORE SUBMITTED TO SACE TESTS AND QUALITY CONTROL TESTS.
- THE ROMANIAN MANUFACTURERS HAVE NO RIGHT WHATSOEVER TO USE THE TRADE MARK OF SACE OR ANY SYMBOLS REMINDING THOSE APPEARING ON SACE EQUIPMENT.

IT MUST BE INTENDED ONLY AS SACE PRODUCTS ONLY THOSE PRODUCED IN SACE WORKSHOPS IN ITALY. 12.7.79

תרגום - בשנת 1975 הפסיקה "סשה" את הסכם הידע שלה עם היצרן הרומני - הידע למפסקי ורם שנמסר בזמנו ליצרן הרומני הוא תוצאה של פיתוח שנות ה-60 - ה-70. הדל משנת 1975 חדל היצרן הרומני להעביר לתכרות "סשה" את התוצרת לשם בדיקת ביקורת טיב. או באיזה שהוא סמל המזכיר את אלה המופיעים על תוצרת "סשה". רק אותם המוצרים המיוצרים במפעלינו באיטליה, הם הם תוצרת "סשה" אמיתיים.

כפי שהיה בנושא מכוניות. הנוסעים, הובח שהמחיר הוול בקניה לא השתלם. בסופו של דבר, שילם הלקוח יותר, בדיקה רצינית במעבדה רצינית תוכיח את ההבדל העצום באיכות.

# אטקה בעמ

חברה לשווק והפצה



# אלקטרוטכניקה בע"מ

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

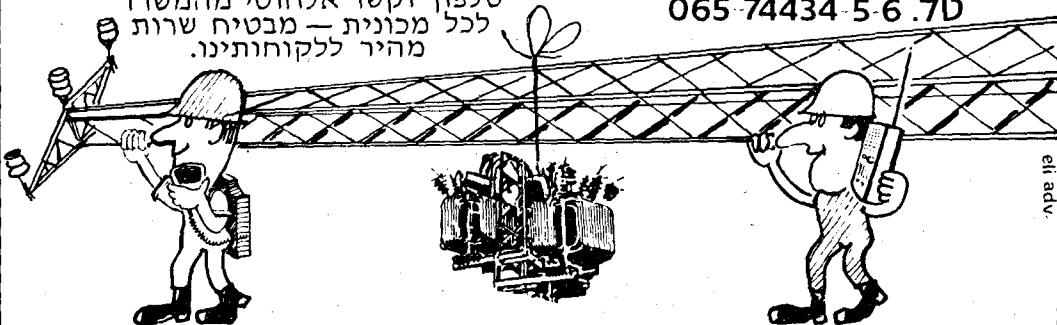
- \* לוחות חלוקה, פקוד וסינופטיים
- \* מתקני חשמל (אינסטלציה) בתעשיה במשק ובמבני ציבור
- \* מתקני מתח גבוה
- \* ייצור טרנספורמטורים ומטענים
- \* ליפוף מנועים
- \* שרותי תחזוקה ותיקונים

## שרות וביצוע עבודות חשמל בתעשיה, במבנים ציבוריים, תחנות טרנספורמציה, פקוד ובקרה.

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

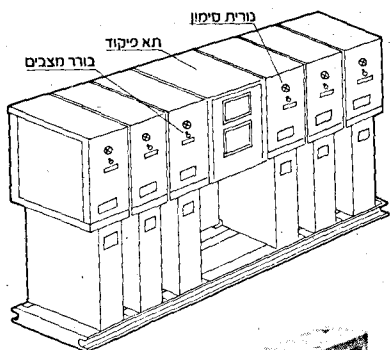
## יעד אלקטריקה

עברנו  
לכתובתנו  
החדשה  
נצרת עילית,  
אזור תעשייה ב'  
רח' העמל 3, ת.ד. 609  
065-74434-5-6 70



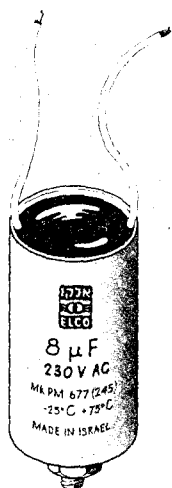
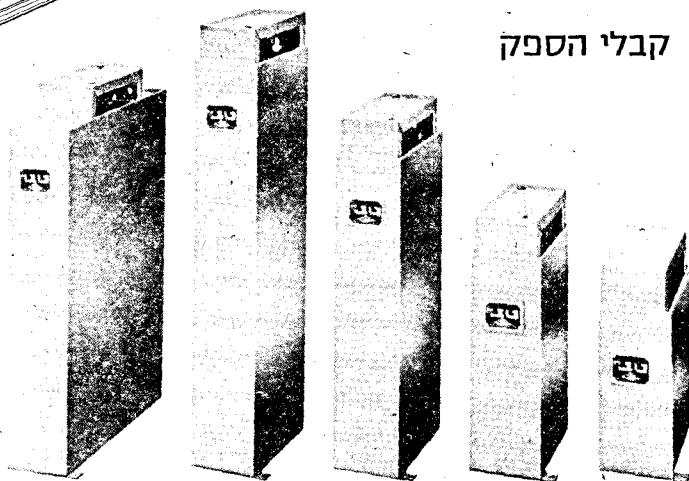
eli adv.

# שפור מקדם ההספק בעזרת קבלים תוצרת הארץ שעמדו בהצלחה בבדיקות דגם של מכון התקנים הישראלי למתחים 230-400V



סוללות קבלים  
עם וויסות אוטומטי

קבלי הספק

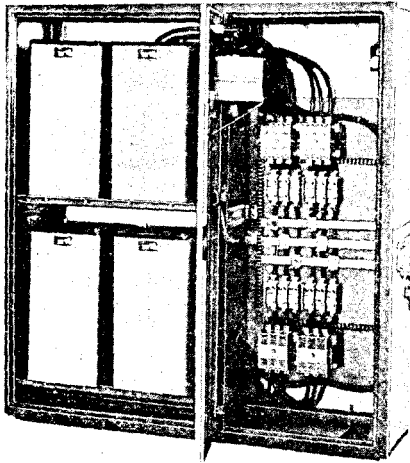


קבלים לגופי תאורה  
קבלי עבודה למנועים

ייעוץ והדרכה חינם במפעלך.

ענף הקבלים **אנקה** ELCO

חרושת אלקטרונימכנית ישראלית בע"מ רמת גן, דרך זיבוטינסקי 23 טל: 727131



**מ כ ה**

הנדסת חשמל בע"מ

ארון קבלים לשפור מקדם הספק

גדלים סטנדרטים מ"מ 60-312 קו"מ

**הרכב :**

- 4 או 6 קבלים תוצרת ASEA
- מפסק ראשי
- הכטחות לקבלים
- נורות סימון
- ווסת אוטומטי HELIOWATT
- מד כופל הספק
- הפעלה ידנית או אוטומטית

אספקה תוך 3-6 שבועות או מהמלאי

לייעוץ והדרכה אנא פנה למשרדנו!

**כתובתנו החדשה**

מ.פ.ה. הנדסת חשמל בע"מ

רח' שרת 44, ר"ג ת.ד. 8229

(כניסה מרח' הרצל מול אוסטריס)

טל. 721624 / 729164/7

שרות פרסומי מודעה מס' 202

**BOSCH**

**ווסת קוסינוס-פי  
לניצול יעיל יותר**



- ל-11/6 דרגות ול 23/12 דרגות.
- רגישות C/K גבוהה בין 0,05 ל-2 C/K.
- כל בוררי הכונן בחזית המכשיר.
- תצוגת מצב הרשת.
- למתחי רשת 220 עד 660 וולט.
- למתחי פקוד 100 עד 500 וולט.
- מגעי יציאה 7,5 אמפר.

המשווק:

**אטקה בטח**

בני ברק רח' בר' כוכבא 6  
טל: 03-782718, 782465

סניף חיפה: רח' השיש 3 טל. 04-740801

שרות פרסומי מודעה מס' 201

175 שם: _____ כתובת: _____	174 שם: _____ כתובת: _____	173 שם: _____ כתובת: _____
178 שם: _____ כתובת: _____	177 שם: _____ כתובת: _____	176 שם: _____ כתובת: _____
181 שם: _____ כתובת: _____	180 שם: _____ כתובת: _____	179 שם: _____ כתובת: _____
184 שם: _____ כתובת: _____	183 שם: _____ כתובת: _____	182 שם: _____ כתובת: _____
187 שם: _____ כתובת: _____	186 שם: _____ כתובת: _____	185 שם: _____ כתובת: _____
190 שם: _____ כתובת: _____	189 שם: _____ כתובת: _____	188 שם: _____ כתובת: _____
193 שם: _____ כתובת: _____	192 שם: _____ כתובת: _____	191 שם: _____ כתובת: _____
196 שם: _____ כתובת: _____	195 שם: _____ כתובת: _____	194 שם: _____ כתובת: _____
199 שם: _____ כתובת: _____	198 שם: _____ כתובת: _____	197 שם: _____ כתובת: _____
202 שם: _____ כתובת: _____	201 שם: _____ כתובת: _____	200 שם: _____ כתובת: _____

# חיבור במקביל של כבלים

אינג' צ. אביתר, אינג' א. דומן

במסגרת עבודותינו, נתקל כמעט כל חשמלאי המבצע מתקנים תעשייתיים או מסחריים, בבעיית חיבור במקביל של כבלים: כבלים עיליים, כבלים תת־קרקעיים ומוליכים. אמנם מרבית התקנים אינם מתייחסים לנושא זה (אם כי בשנים האחרונות הוחל בהכנת תקינה המתייחסת לנושא), אך עובדה זו איננה משנה מהבעיות הכרוכות בביצוע מתקן המשלב חיבורים מסוג זה. למעשה קיימות 3 בעיות עיקריות שהתשובות להן אינן כה פשוטות, כפי שהדברים נראים ממבט ראשון:

- העמסת הכבלים; ● הגנה נגד עומס יתר וקצר; ● הנחת מוליך הגנה.

## העמסת הכבלים

הערכים של ההעמסות המותרות המפורטים להלן, מבוססים על טבלאות V.D.E. בטמפרטורת סביבה של 20°C לכבלים ו-25°C למוליכים. לתנאי הארץ יש להכפיל כמובן, את הערכים במקדם מתאים, אך דרך החישוב העקרונית איננה משתנה.

חיבור במקביל של כבלים איננו מהווה קושי בי מידה וחתכי הכבלים, סוג החומר והאורך שווים לגבי הכבלים אותם מחברים במקביל. במציאות, יכולים לשרר תנאים אחרים כגון: חתך שונה, חומר שונה, אורך שונה.

העמסת הכבלים נבחרת בהתאם לטבלאות הקיימות לשם כך, תוך התחשבות במספר גורמים כגון: תנאי איוורור הכבל (וככל בתוך תעלה, כבל בצינור, בקרקע) מספר כבלים סמוכים, טמפרטורת הסביבה וכו'. בדיקה של טבלאות ההעמסה מראה, כי ככל שחתך הכבל גדול יותר, צפיפות הזרם בו יורדת. כך למשל כבל נחושת בחתך 25 מ"מ" בקרקע, כושר העמסתו 135 אמפר וצפיפות הזרם בו 5.4 אמפר/מ"מ"ר. לעומת זאת, כבל נחושת בחתך 95 מ"מ"ר, כושר העמסתו 295 אמפר וצפיפות הזרם בו רק 3.2 אמפר/מ"מ"ר.

הסיבה לתופעה זו, היא שאיוורור הכבל או פיזור החום סביבו תלויים בשטח מעטפת הכבל, וזו ה"לכת וקטנה יחסית עם עליית החתך.

**מה גודלו המותר של הזרם הכולל בחיבור במקביל של כבלים?** הדעה הרווחת כי סכום הזרמים המותרים בכל אחד מהכבלים כשהוא מותקן בנפרד, הוא הזרם הכולל המותר — איננה נכונה! הזרמים אינם מתחלקים בכבלים בהתאם לטבלאות אלא בהתאם להתנגדויות הכבלים לפי החוקים היסודיים של תורת החשמל.

על מנת להראות זאת נבחר בדוגמה הבאה:

במתקן מסויים 400/230 וולט חוברו 3 כבלים בי מקביל כדלקמן:

כבל א בחתך 25 מ"מ"ר — העמסה מותרת (בקרקע) 135 אמפר

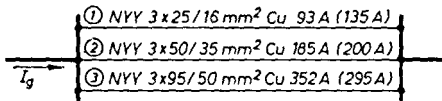
כבל ב בחתך 50 מ"מ"ר — העמסה מותרת (בקרקע) 200 אמפר

כבל ג בחתך 95 מ"מ"ר — העמסה מותרת (בקרקע) 295 אמפר

סה"כ 630 אמפר

תרשים מס' 1

העמסת הכבלים בהתאם לדוגמה, כאשר הערכים בטוגריים מציינים ערכים מותרים.



בחיבור זה התחלקו הזרמים בהתאם לחתכי הכבלים (ההתנגדויות) כדלקמן:

כבל א-93 אמפר

כבל ב-185 אמפר

כבל ג-352 אמפר

ניתן לראות כי כבלים א' ו-ב' הועמסו פחות מה"מותר בעוד שכבל ג' הועמס ב-20% יותר מהמותר! המסקנה המתבקשת מכך: חיבור פשוט של סכומי הזרמים בכבלים — הינו משגה.

לשם חישוב נכון של ההעמסה המותרת, יש להת"יחס להתנגדויות הכבלים:

התנגדות הכבל המועמס בזרם חילופין הינה סכום וקטורי של ההתנגדות האוהמית וההתנגדות האינ"דוקטיבית.

אינג' צ. אביתר — מחלקת המיבורים לבתים במחוז הצפון, חברת החשמל.

אינג' א. דומן — מהנדס יועץ.

במציאות, ההתנגדות האינדוקטיבית קטנה וניתנת להזנחה. מתחשבים לכן בדרך כלל רק בהתנגדות האוהמית.

יש לחשב את ההתנגדות האוהמית R והתנגדות האינדוקטיבית  $X_L$  של כל הסתעפות ולאחר מכן אפשר לחשב את האימפדנס Z לפי הנוסחה:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

**טבלה הבאה נתונה התנגדויות אוהמיות של כבלים בטמפרטורת סביבה של 20°C**

A (mm <sup>2</sup> )	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185
R <sub>Cu</sub> (Ω/km)	7,28	4,56	3,03	1,81	1,14	0,72	0,52	0,39	0,27	0,19	0,15	0,12	0,10
R <sub>Al</sub> (Ω/km)	—	—	—	—	—	1,20	0,88	0,64	0,44	0,32	0,25	0,21	0,16

**הזרמים החלקיים הינם:**

$$\begin{aligned} I_1 &= 245 \text{ A (מותר 245 A)} \\ I_2 &= 165 \text{ A (מותר 235 A)} \\ I_3 &= 150 \text{ A (מותר 195 A)} \\ I_4 &= 150 \text{ A (מותר 200 A)} \\ &= 710 \text{ A} \end{aligned}$$

מתוך החישוב רואים שרק הכבל בעת ההתנגדות הקטנה ביותר מועמס מירבית בעוד שאר הכבלים מועמסים חלקית.

**ניתן גם למצוא את הערכים הנ"ל בהתחשב במפל מתח אחיד לכל הכבלים לפי הדרך הבאה:**

$$\begin{aligned} R_1 &= 0,108 \Omega, I_1 = 245 \text{ A}, U_v = 245 \text{ A} \cdot 0,108 \Omega = 26,5 \text{ V} \\ I_2 &= 26,5 \text{ V} : 0,16 \Omega = 165 \text{ A}, \\ I_3 &= I_4 = 26,5 \text{ V} : 0,176 = 150 \text{ A}. \end{aligned}$$

**כבלים בעלי אורכים שווים, חומר זהה וחתיכים שונים ניתן גם להשתמש בנוסחה הבאה:**

$$I_g = I_1 \left( 1 + \frac{A_2}{A_1} + \frac{A_3}{A_1} + \dots + \frac{A_n}{A_1} \right)$$

כאשר:

$$I_g \text{ הזרם המותר הכולל}$$

$$I_1 \text{ זרם המותר להעמסת הכבל בעל החתך הגדול ביותר}$$

$$A_1 \text{ חתך הכבל הגדול}$$

$$A_2, A_3 \dots A_n \text{ חתכי שאר הכבלים}$$

לסיכום ניתן לומר, כי מהבחינה הטכנית והכלכלית אין זה רצוי להשתמש בחיבור במקביל בי כבלים בעלי תכונות שונות ומכל הבחינות עדיף להשתמש בכבלים בעלי תכונות זהות. באותם ה-

**החישוב של הזרמים המותרים להעמסה נעשה לפי הנוסחה הבאה:**

$$I_g = I_1 \left( 1 + \frac{R_1}{R_2} + \frac{R_1}{R_3} + \dots + \frac{R_1}{R_n} \right)$$

כאשר:

זרם כולל מותר

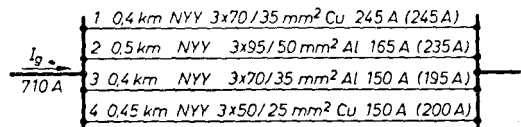
$I_1$  הזרם המותר להעמסה בכבל בעל ההתנגדות הקטנה ביותר (תוך התחשבות בגורמים שהוזכרו לעיל)

$R_1$  ההתנגדות הקטנה ביותר של הכבל המחובר במקביל

$R_2, R_3 \dots R_n$  ההתנגדויות שאר הכבלים

בעזרת הדוגמה הבאה נראה כיצד מתבצע החישוב:

תרשים מס' 2



העמסת הכבלים בהתאם לדוגמה, כאשר הערכים בסוגריים מציינים ערכים מותרים.

**מוצאים את התנגדויות הכבלים בעזרת הטבלה:**

$$R_1 = 0,27 \Omega/\text{km} \cdot 0,4 \text{ km} = 0,108 \Omega$$

$$R_2 = 0,32 \Omega/\text{km} \cdot 0,5 \text{ km} = 0,16 \Omega$$

$$R_3 = 0,44 \Omega/\text{km} \cdot 0,4 \text{ km} = 0,176 \Omega$$

$$R_4 = 0,39 \Omega/\text{km} \cdot 0,45 \text{ km} = 0,176 \Omega$$

**כבל 1 הינו בעל ההתנגדות הקטנה ביותר ולכן החישוב הינו כדלקמן:**

$$\begin{aligned} I_g &= 245 \text{ A} \cdot \left( 1 + \frac{0,108 \Omega}{0,16 \Omega} + \frac{0,108 \Omega}{0,176 \Omega} + \frac{0,108 \Omega}{0,176 \Omega} \right) \\ &= 245 \text{ A} \cdot (1 + 0,674 + 0,613 + 0,613) \\ &= 245 \text{ A} \cdot 2,9 = 710 \text{ A}. \end{aligned}$$



יחד עם זאת, יש לקחת בחשבון כי במצב בו אחד הכבלים במערכת יוצא מכלל פעולה (כתוצאה מ' ניתוק בלתי מכוון) והמערכת מועמסת בעומס ה' נומינלי, קיימת אפשרות שהכבלים האחרים יועמסו בעומס העולה על המותר בעוד שהתקן הגנה לא יפעל.

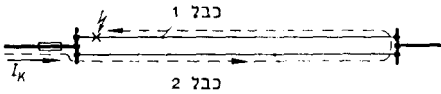
הגנה משותפת אסורה, באם על יסוד חישוב זרמי קצר יש להתקין בכבלים הבודדים התקנים נגד קצר, וזאת עקב אימפדנס גבוה אשר לא יאפשר את הפעלת התקן ההגנה המשותף במצב קצר. במקרה של התקן הגנה משותף אין לבצע הסתעי' פניות מהכבלים.

### הגנה בפני קצר

בהתאם לכללי המקצוע, יש להתקין בראשית כל כבל, או מוליך, התקן הגנה נגד קצר אשר ינתק את הכבל ממקור האספקה ברגע של קצר (בין המוליכים או כלפי מסת האדמה) בהתקנה בודדת של כבלים, מצב זה יתרחש כאשר לאורך הקו נוצר מגע בין המוליכים.

תרשים מס' 5

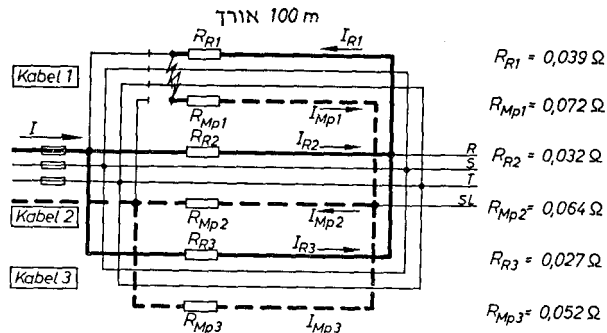
מצב קצר בחיבור 2 כבלים במקביל



להלן, מובאת דוגמא אשר הינה אמנם נדירה, אך עלולה בהחלט לקרות במציאות, כאשר במערכת מקבילה המוגנת על ידי התקן הגנה משותף נוצר מצב של ניתוק, המתפתח בשלב מאוחר יותר לקצר, בין אחד ממוליכי הפזה למוליך האפס.

תרשים מס' 6

דוגמה לחישוב זרם קצר במערכת מקבילה בת 3 כבלים



$R_R$  = התנגדות מוליך הפזה  
 $R_{MP}$  = התנגדות מוליך האפס

מקרים שהמצב הרצוי לא קיים, יש לחשב את העמסת הכבלים בדרך שפורטה לעיל.

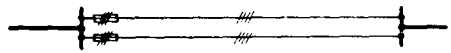
### הגנה בפני עומס יתר

קיימות למעשה 2 אפשרויות למיקום התקן ההגנה נגד עומס יתר :

א. ההתקן מותקן בכל אחד מהכבלים או המוליכי' כים לפי תרשים 3 ואזי לא קיימים כל קשיים, זאת כמובן בתנאי שהתקן הגנה נבחר בהתאם להוראות הקיימות, היינו, חתך הכבל, מקדם ההפחתה לכב' לים סמוכים, כבלים בהתקנה אווירית או תתי'קרקי' עית וכו'.

תרשים מס' 3

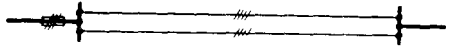
הגנה נפרדת ל'2 כבלים



ב. ההתקן מותקן במשותף לכבלים לפי תרשים 4

תרשים מס' 4

הגנה משותפת ל'2 כבלים



זהו בדרך כלל המצב השכיח. יש להקפיד כי עוצמת הזרם של ההתקן לא תעלה על הזרם הכולל המותר למערכת המקבילה.

הגנה משותפת מותרת גם כאשר אין אפשרות ל' הפסיק בנפרד את אחד הכבלים או המוליכים.

התנגדות המוליכים

על מנת להבטיח שהענף שבו מתרחש הקצר והמוזן מ-2 כיוונים — ינותק באופן מהיר וסלקטיבי.

### הנחת מוליך הגנה

כאשר מחברים מספר כבלים או מוליכים במקביל, קיימות 2 אפשרויות להתקנת מוליך הגנה:

— מוליך הגנה במעטפת משותפת עם מוליכי ה-פזות והאפס.

— מוליך הגנה נפרד, משותף לכל המערכת, בעל תוך מתאים.

במקרים אלה אין בעיות תפעוליות מיוחדות.

אולם, קיימת אפשרות נוספת לחיבור מערכת מק-בילה לפי המתואר בתרשים 9 ובה מחוברים כל גידי הפזות של הכבל לגיד אחד משותף, ולמעשה הכבל הופך לכבל חד-גידי מבחינה חשמלית.

תרשים מס' 9

חבור גידי כבל לגיד אחד משותף עם מוליך הגנה משותף במעטפת



כאשר בצורת חיבור זאת מחוברים מוליכי ההגנה לפי התאור בתרשים, מושרים בהם זרמים, למרות שבמערכת לא זורמים זרמי תקלה. זרמים מושרים אלו, עלולים להביא לחימום יתר ובלתי מבוקר של המערכת.

במצב זה של חיבורים, מוליך המגן חייב להיות מותקן בנפרד והשימוש במוליכי מגן הכלולים במעטפת משותפת של כבל — אסור.

### סיכום

יש להדגיש שוב, שמכל הבחינות עדיף השימוש בכבלים בודדים. אולם, כאשר תנאי המקום מחייבים שימוש במערכת מקבילה, יש לבדוק את ההשלכות הנובעות מכך על כל מצב המתקן — הן במצב של תקלה כתוצאה מעומס יתר או קצר והן את החשלכות הנובעות על מצב מוליך המגן.

**הערה:** במאמר זה, הדגשנו את המושג „מוליך חגנה” (שהוא מושג כולל) ולא זוקא את המושג „מוליך הארקה”, שהוא ספציפי למערכת הגנה מסוימת. העקרונות שהובאו במאמר טובים, כמובן, גם למערכת שבה ההגנה מבוססת על „איפוס” או על „מוליך מגן במערכת לא מאורקת”

מובאת דוגמא חישובית עקרונית למקרה המפורט לעיל, כאשר במערכת מקבילה בת 3 כבלים המוגנת על ידי התקן הגנה משותף, נוצר קצר בין אחד ממוליכי הפזה למוליך ה„אפס”. (מסלול זרם הקצר מודגש).

$$R_{Rges} = [(0,032 || 0,027) + 0,039] \Omega = 0,0536 \Omega$$

$$R_{Mpges} = [(0,064 || 0,052) + 0,072] \Omega = 0,1005 \Omega$$

$$R = \dots = 0,1541 \Omega \text{ התנגדות כללית במסלול הקצר}$$

לאחר חישוב ההתנגדות הכוללת של מסלול הזרם וחישוב זרם הקצר, מתקבלת התוצאה (של זרם הקצר) וזאת בהנחה שבתחילת הקו, המתח נשאר קבוע. זוהי הנחה שרירותית. בחישובי זרמי קצר מדויקים החישוב משתנה.

לניתוק מהיר ובטוח של הקו, נלקח בחשבון מקדם 5 המבטיח הפסקה מיידית של הנתוך (מבוסס על הוראות V.D.E.-100) כדלקמן:

$$285 \text{ אמפר} \approx 5 : 1430 \text{ אמפר.}$$

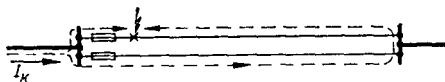
היינו, הערך הנומינלי של הנתוך 250 אמפר.

זהו הנתוך בעל העוצמה המכסימלית המותר ל-התקנה במערכת מבלי לגרום לחימום יתר של ה-גידים במצב של קצר. (באחד הענפים).

במידה, וניתוק מהיר של המערכת איננו אפשרי, בגלל זרם קצר קטן יחסית, יש להתקין בכל אחד מגידי המערכת התקני הגנה נגד קצר. במערכת מקבילה של 2 כבלים, ניתן להסתפק בהתקני הגנה מתחילת הקו לפי תרשים 5.

תרשים מס' 7

התקני הגנה נגד קצר במערכת מקבילה בת 2 כבלים

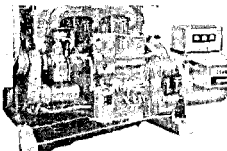


וזאת, בתנאי שהובטח לאחר חישוב שבכל מקרה של קצר ההתקנים יפעלו כנדרש. לעומת זאת, במערכת מקבילה של יותר מ-2 כבלים לפי תרשים 6 יש להתקין התקני הגנה בתחילת המערכת ובסופה

תרשים מס' 8

התקני הגנה נגד קצר במערכת מקבילה בת 3 כבלים





# אספקת חשמל כוגנרטורים פרטיים

אינג' מ. נתיב

## סוגי עומסים הדורשים אספקת חשמל אלטרנטיבית

### תאורה

בבניי מגורים ומשרדים רבי קומות לאחר הפסקת חשמל התאורה חייבת להמשך לפחות  $\frac{1}{2}$  שעה. התאורה חייבת לספק מספיק אור על מנת לאפשר פינוי הבנין. בשדות תעופה ומגדלי אור, תאורת האזהרה חייבת לפעול גם בעת הפסקת חשמל. בחדרי החשמל של מפעלים שונים יש צורך בתאורת חרום לצורך תיקון תקלות וכן באותם תהליכי ייצור שבהן החשכה עלולה לגרום לפגיעה בחיי אדם (כמו חריטה, כבישה וכו').

### מעליות

בבנין בו יש מספר מעליות רצוי לחבר כל מעלית לקו הזנה נפרד. רצוי שתוך 15 שניות תופעל הזנה אלטרנטיבית לכל המעליות, או לפחות באופן זמני — לחלקן למשך מספר דקות ולשאר המעליות מאוחר יותר (עקב הגבלת הספק הגנרטור).

כל צרכני החשמל מקווים לקבל מתח ותדר קבועים בכל שעות היממה אך בפועל לא ניתן לעמוד בדרישה זו כל השנה

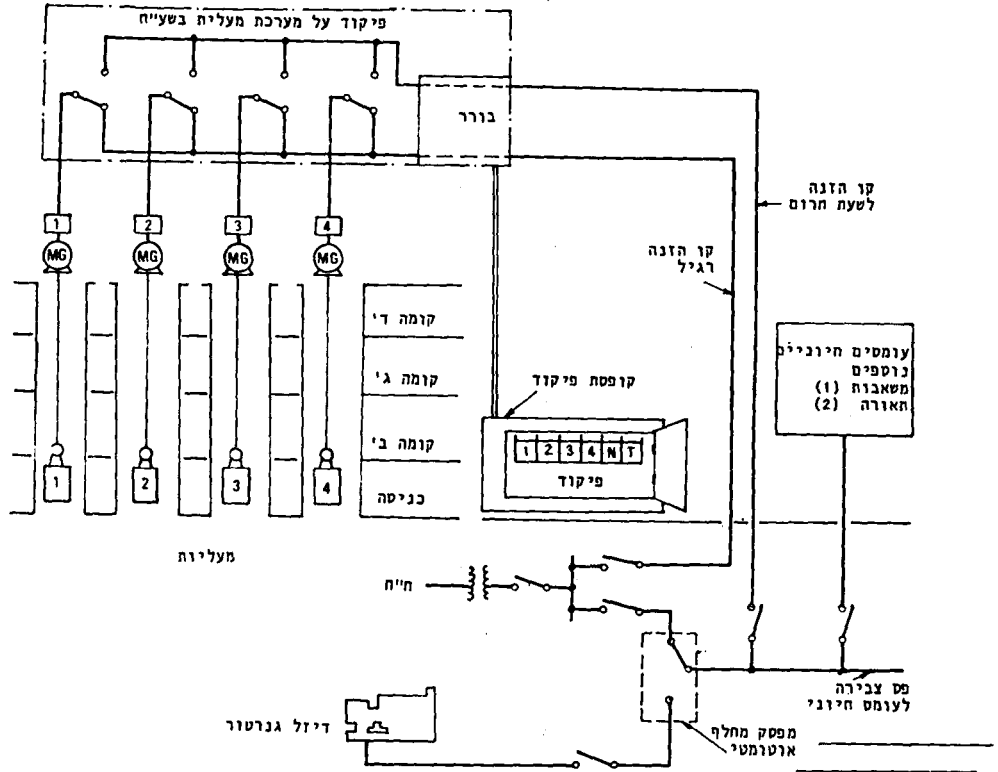
הפסקות חשמל מאולצות נגרמות עקב:

- א. תנאי טבע: סערות, הצפות רעידות אדמה.
  - ב. פגיעות עקב התערבות אדם.
  - ג. תקלות בציוד ובחומרים מהם מורכבת מערכת אספקת החשמל.
  - ד. פעולות איבה.
- התקנת גנרטור במפעל תאפשר לו אספקה אלטרנטיבית במקרה של הפסקות המאולצות הרגילות וכן עבודה בשעת חרום במקרה של הפסקה כללית ברשת.

גנרטור ומערכת אוטומטית לחיבורו בעת הפסקת חשמל יכולים למנוע סיכון של חיי אדם או להקטין באופן ניכר את הנזקים הכלכליים למפעל ולמשק.

שרטוט מס' 1

מערכת פיקוד למעליות בשעת חרום



אינג' מ. נתיב — מחלקת פיתוח ומחקר אנליטי, אנף מחקר ופיתוח חברת החשמל.

מהציוד בבית החולים חייב לפעול בצורה רציפה ללא כל הפסקות חשמל. דוגמא למעגל אופייני של בית חולים מופיע בשרטוט מס' 2.

### דימום מתוכנן של ייצור תעשייתי

דימום כזה דרוש, למשל, למטרות הבאות:

- שמירת טמפרטורה או לחץ בחרושת מתכת עד גמר התהליך.
- סילוק מי ניקוז בתהליכים שונים למניעת הצפה.
- טיהור גזים מתפוצצים מסביבה מסוימת בעוד תהליך ההדממה נמשך.

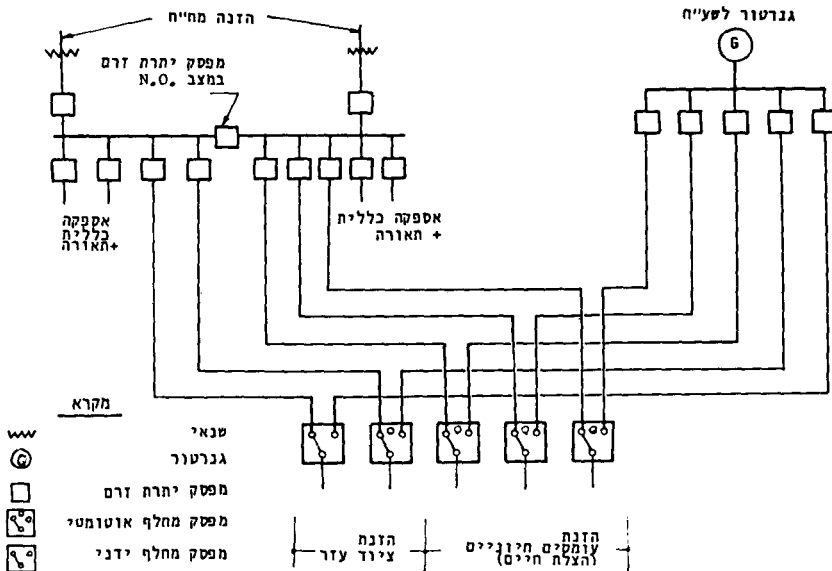
בשרטוט מס' 1 מתוארת מערכת כזו בה הגנרטור מסוגל להזין מעלית אחת בלבד ובעזרת המפסק הבורר מחברים את ההזנה מדי פעם למעלית אחרת. יש לזכור שבמקרה של שריפה או אזעקה בשעת חרום אין להפעיל את המעליות ויש לפנותן מיד.

### בתי חולים

המתקנים בחדרי ניתוח, תאורת חדרי הניתוח, כליות מלאכותיות, לב מלאכותי הם מתקנים ש- חייבים באספקת חשמל אלטרנטיבית. בדרך כלל הציוד החיוני חייב לקבל אספקה ממערכת לשעת חרום תוך כ-10 שניות. ישנם מקרים בהם חלק

שרטוט מס' 2

מעגל הזנה אופייני לבית חולים



גם במקרה של תקלה ברשת. מאמר מפורט בנושא „מתקני החשמל במקלטים“ מאת אינג' נ. פלג ראה — „התקע המצדיע מס' 9

### שימוש בגנרטור להזנת עומס חיוני

אמצעי הגנרציה המקובל לאספקה אלטרנטיבית הוא גנרטור המונע על ידי מנוע. נתונים אופייניים של גנרטורים כאלו נתונים בטבלה הבאה — טבלה מס' 1

### מערכות עם מספר גנרטורים

התנעה אוטומטית של מספר יחידות וסינכרון אר טומטי ביניהן אפשרי. היתרון בהפעלת מספר יחידות קטנות לעומת יחידה אחת גדולה הוא בכך שתקלה באחת היחידות לא גורמת להפסקת הגנרציה בשעת

### מחשבים ועיבוד נתונים

המחשב חודר היום למסחר ולתעשייה במיוחד ל- צורך עיבוד נתונים ובקרה של תהליכים תעשי- תיים. בדרך כלל דורש מחשב כזה אספקת מתח רציפה ללא כל הפסקות חשמל (מכון תערוכת, זי- קוק נפט, מכוונת דפוס ועוד). מקובל להשתמש במערכות אלו בחוץ בין המחשב ובין מקור הזרם המתחלף. נדון בכך בהמשך.

### מקלטים

גנרציה לשעת חרום, חשובה במיוחד בבנינים רבי קומות בהם המקלט עשוי לשמש בשעת חרום כ- מרכז לדיירי הבית ועשוי להכיל מספר רב של אני- שים. התאורה הביוב ומפוחי האויר חייבים לעבוד

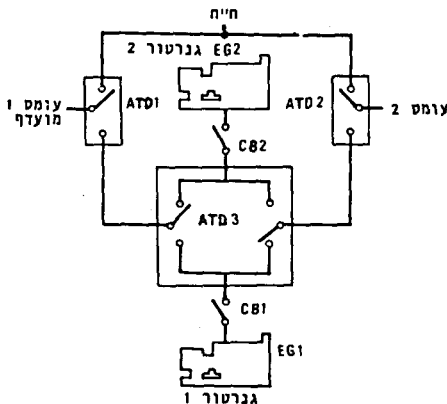
טבלה מס' 1  
נתונים אופייניים לגנרטורים

נומינלי (קו"ט)	הספק לעבודה רצופה (קו"ט)	הספק (קו"ט) Stand by	מקדם הספק	סוג דלק		מהירות (סל"ד)
				בנזין	סולר	
5	5	5	1	×		1500
10	10	12.5	1	×		1500
25	25	50	0.8		×	1500
100	90	100	0.8		×	1500
250	200	250	0.8		×	1500
750	665	730	0.8		×	1000
1000	875	900	0.8		×	1000
1000	975	1100	0.8		×	1000

מהשני. במידה והמתח מרשת חברת החשמל מופי סק, שני הגנרטורים מותנעים. אם עומס מס' 1 הוא המועדף, הגנרטור שיגיע ראשון למהירות הנומינלית מתחבר לקו על ידי ATD 3 על מנת לספק את עומס 1 דרך ATD 1. כאשר הגנרטור השני מגיע למהירות נומינלית, הוא יספק את עומס מס' 2. אם הגנרטור המזין את עומס מס' 1, מופסק עקב סיבה כלשהי, אזי הגנרטור השני יועבר מעומס 2 לעומס 1. כאשר ההזנה מרשת חברת החשמל תחזור, שני העומסים יוחזרו למקור זה והגנרטורים יופסקו.

מערכת הפיקוד מופעלת בצורה הבאה: ATD 1, ATD 2 יחליפו מצב כאשר המתח מרשת חברת החשמל יופסק. ATD 3 ישנה מצב אם CB 1 נסגר (יש מתח מ-EG 1). אם CB 2 נסגר ראשון, יוזן עומס 1 ישירות מ-EG 2. אם CB 1 יסגר ראשון ישנה ATD 3 מצב ועומס מס' 1 יקבל הזנה מגנרטור מס' 1 ובמידה ר-2 CB יסגר יוזן עומס 2 מגנרטור מס' 2.

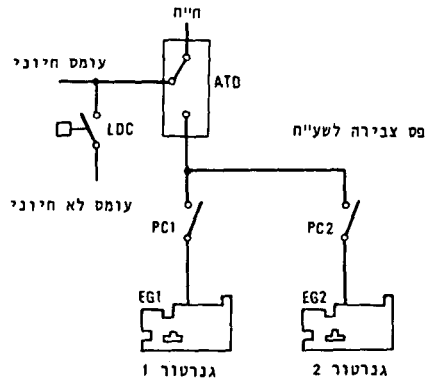
שרטוט מס' 4  
מערכת פיקוד עם עדיפויות



חרום. החיסכון נובע מסיבוכן וייקור המערכת. לעתים, עקב הבדלים קטנים בין ווסתי החדר של היחידות, עלולות להגרם תנודות בין היחידות לבין עצמן. מערכת כזו מודגמת בשרטוט מס' 3.

שרטוט מס' 3

שני גנרטורים העובדים במקביל



מקרא:

מפסק מחלף אוטומטי — ATD

מפסק חוסר מתח לניתוק עומס לא חיוני — LDC

מפסקים של הגנרטורים — 1, 2 PC

כשיש הפסקה בהזנה מרשת חברת החשמל, שני ה-גנרטורים מותנעים אוטומטית. לאחר שיגיעו למתח ותדר נקוב, תתבצע פעולת הסינכרון ויסגרו PC 2, PC 1, והם יזינו את העומס החיוני בלבד. כשחזור המתח מחברת החשמל הגנרטורים מתנתקים אוטומטית מהרשת ונסגרים.

בשרטוט מס' 4 נראית מערכת לשעת חרום בה העומס מפוצל כאשר אחד העומסים יותר חיוני

## מערכות לאספקת חשמל רציפה

מערכות אלו נועדו לספק מתח ותדר קבוע לצרכנים הרגישים במיוחד להפסקת חשמל (no break system) מערכות אלו פועלות בשתי שיטות עקרוניות שונות:

### מערכת לאספקה רצופה בעזרת גלגל התנופה

בשרטוט מס' 5 מתוארת מערכת אספקת חשמל רציפה על ידי המרה של אנרגיה קינטית האגורה במסה מסתובבת לאנרגיה חשמלית במשך פרק הזמן הקצר עד להתנתקת גנרטור לשעת חרום. במערכת שבשרטוט מנוע ההשראה מקבל הזנה מרשת חברת החשמל ומנוע זה צמוד ישירות לאלטרנטור. לאלטרנטור יש מערכת ערור וויסות מתח עצמית. לגלגל התנופה צמוד ישירות לציר המנוע — אלטרנטור. בעזרת מצמד מגנטי ניתן לסובב את גלגל התנופה לאחר שיתחבר למנוע הדיזל.

בעת הפסקה בהספקה, האנרגיה הקינטית האגורה בגלגל התנופה משמשת לסיבוב הגנרטור ולייצור החשמל ווסת המתח שומר על מתח קבוע. בעזרת מערכת מיוחדת להתנעה מהירה של הגנרטור, ניתן להגיע למצב בו ירידת התדר לא תעלה על 2 Hz. זמן ההתנעה והייצוב של הגנרטור יהיה 10-6 שניות. מערכות מקובלות כאלו מגיעות להספק של 150-200 קו"ט.

למערכת היתרונות:

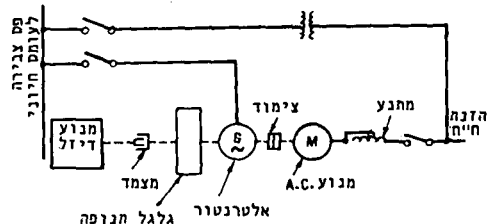
- מחיר נמוך יחסית.
- מחיר אחזקה סביר.
- אין צורך במערכת סוללות רצינית הדורשות טפול רב.

חסרונות המערכת הן כדלקמן:

- ירידת תדר של עד 2 Hz.
- רעש גבוה מגלגל התנופה המסתובב.
- הגנרטור חייב לספק אך ורק את פס הצבירה לשעת חרום ולא עומסים נוספים.

שרטוט מס' 5

מערכת לאספקה רציפה עם גלגל תנופה



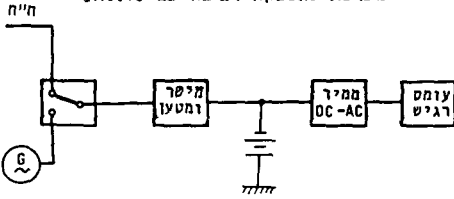
### מערכת לאספקה רציפה בעזרת סוללות

מערכת כזאת מתוארת בשרטוט מס' 6. המערכת כוללת גנרטור ומערכת סוללות. כשקיימת ההזנה מרשת חברת החשמל מיושר המתח ומזין מערכת

סוללות. מתח ה-D.C. מזין ממיר DC/AC שיצר מתח חילופין לעומס החיוני (בדרך כלל, מחשב). בעת הפסקת חשמל, לאחר השהיה מסויימת מופעל הגנרטור והוא שממשיך את פעולת ההטענה.

שרטוט מס' 6

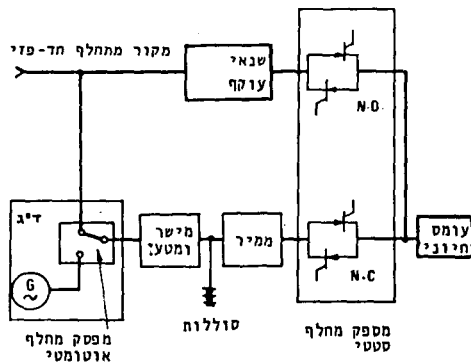
מערכת לאספקה רציפה עם סוללות



ניתן לשכלל מערכת זו על ידי עבודה במקביל עם רשת חברת החשמל (שרטוט 7)

שרטוט מס' 7

שילוב בין מערכת לאספקה רציפה ומערכת עם גנרטור



במצב רגיל מקבל העומס הזנה באמצעות מערכת חברת החשמל דרך שנאי המעבר. במקביל מתבצעת פעולת ההטענה של הסוללות. בעת הפסקת החשמל, המפסק הסטטי מעביר מיידית (מחזור) את ההזנה לממיר. לאחר השהיה מסויימת מותנע הגנרטור שממשיך את ההטענה.

### שיטות להעמסת גנרטור לשעת חרום

בדרך כלל הגנרטור מסוגל להזין רק מספר מוגבל של מותקנים חיוניים. לפיכך יש לתכנן את המתקן החשמלי כך שהגנרטור לא יועמס מעבר ליכולתו, לא בכוונה תחילה ולא עקב טעות כלשהי. בכל מקרה, את העומסים עם זרמי ההתנעה הגבוהים יש לחבר תחילה לגנרטור ועומסים אחרים מאוחר יותר. נסקור בקצרה את השיטות המקובלות לני-תוק העומסים הבלתי חיוניים בעת הפעלת הגנרטור.

### שיטת פיצול פסי הצבירה

לפי שיטה זו מחולקים פסי הצבירה של הלוח

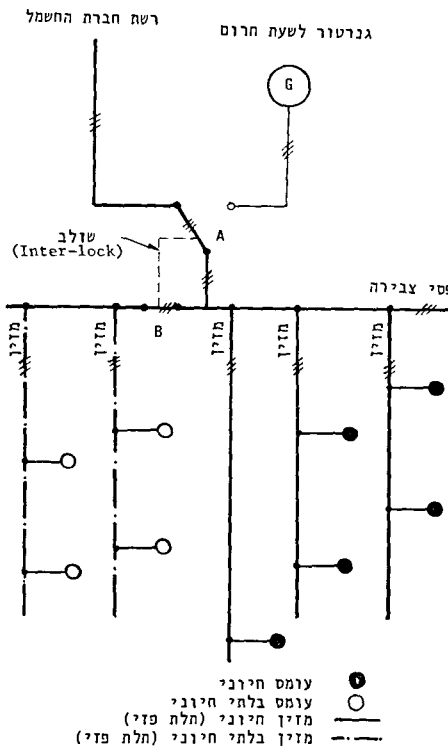
לפני חיבור הגנרטור למניעת העמסת יתר של ה-גנרטור (ראה שרטוט מס' 8).

### ח ס ר ו נ ו ת

א. החלוקה הברורה בין עומסים חיוניים לאלה בעלי עדיפות משנית מחייבת לרוב מערכת כפולה של מזינים כיון שבדרך כלל באותם חלקי מבנה יש צרכני חרום וגם כאלו שאין לחברם לגנרטור.

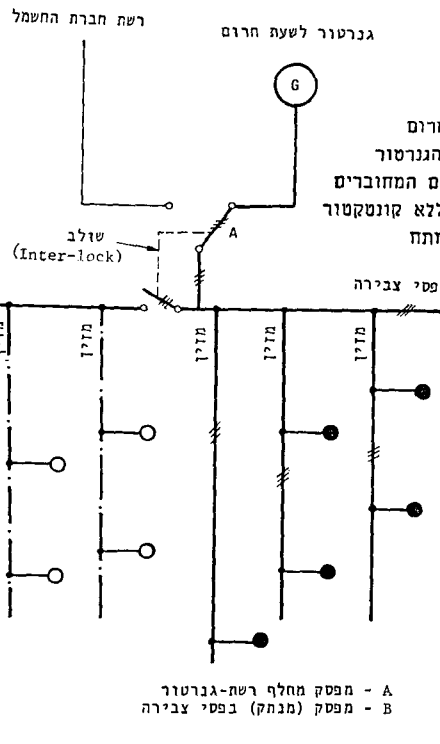
עבודה נורמלית

אספקה מחברת החשמל  
כל הצרכנים מקבלים מתח



שרטוט מס' 8

שיטת פיצול פסי צבירה



עבודה בחרום  
אספקה מהגנרטור  
רק צרכנים המחזורים  
למזינים ללא קונטקטור  
מקבלים מתח

A - מפסק מחלף רשת-גנרטור  
B - מפסק (מתח) בפסי צבירה

● עומס חירוני  
○ עומס בלתי חירוני  
○ מזין חירוני (חלת פזי)  
○ מזין בלתי חירוני (חלת פזי)

מסים בלתי חיוניים לפי פקודה אוטומטית, עוד לפני שעוברים לאספקה מהגנרטור.

בדרך כלל הדבר נעשה על ידי כבל פיקוד אשר מזין את סלילי המתח של מפסקי העומסים הבלתי חירניים כל עוד יש מתח מרשת חברת החשמל. בעת הפסקת המתח ינותקו כל העומסים הבלתי חירניים והעומס החיוני בלבד יקבל אספקתו מהגנרטור (ראה שרטוט מס' 9).

### ח ס ר ו נ ו ת

א. דורש העברת כבל פיקוד על פני שטחים נרחבים.  
ב. תקלה בסליל של מפסק אחד תקצר את הפיקוד לכל שאר המפסקים.

הראשי בעזרת מפסק או מנתק לשני חלקים. לחלק אחד מחוברים העומסים החיוניים ולחלק השני העומסים הפחות חיוניים. כמו כן מותקן לפני פסי הצבירה מפסק-מחלף המשולב עם המפסק של פסי הצבירה. במקרה של תקלה ברשת חברת החשמל המפסק המחלף משנה מצב ומחלק עם זאת את פסי הצבירה. ההזנה לחלק החיוני נעשית ע"י ה-גנרטור. הניתוק בין שני חלקי פסי הצבירה נעשה

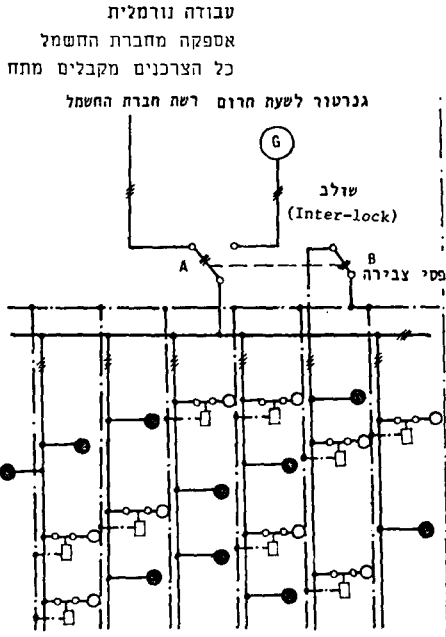
ב. תוך כדי עבודה מתברר שאביזרים שונים הופכים להיות חיוניים ואז יש להעבירם מזינה אחת לשניה ולעיתים נוצר מצב שזינה אחת עמוסה יותר על המידה.

### י ת ר ו נ ו ת

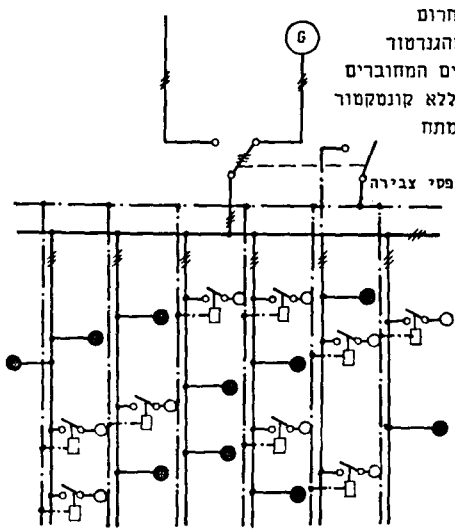
א. פשטות בהתקנה ובהפעלה  
ב. לא ניתן להפעיל בטעות ציוד בלתי חירוני בשעת חרום.

### שיטת שלט-רחוק

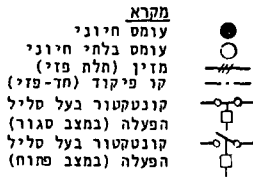
כאן אין הפרדה של פסי הצבירה. על מנת להבטיח את ניתוקם של העומסים הבלתי חיוניים מותקנים במקומות שונים של המערכת מפסקים שינתקו ע"י



A - מפסק מחליף (חלה פזי)  
B - מפסק הפיקוד



עבודה בחרום  
אספקה מהגנרטור  
רק צרכנים המחוברים  
למזינים ללא קונטקטור  
מקבלים מתח



**חסרונות**

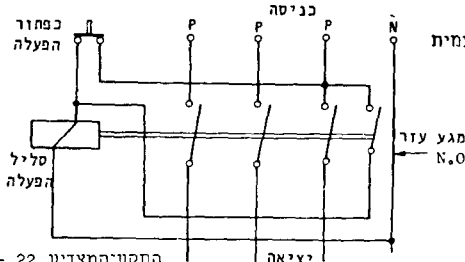
- א. כל הפרעה חולפת ברשת גורמת לניתוק כל המפסקים ולצורך הפעלתם מחדש יש צורך בפעולה ידנית.
- ב. אין אפשרות לפיקוח מרכזי — וכל אחד יכול לגשת למפסק ולהפעילו.

**יתרונות**

השיטה פשוטה וזולה.

**שיטת כיוון סיבוב הפזות**

חיבור חברת החשמל לפס הצבירה נעשה בסדר פזות RST, חיבור הגנרטור לפסי הצבירה נעשה דוקא בסדר פזות SRT, כך שכיוון הסיבוב של השדה החשמלי התלת־פזי הפוך ביחס לזה של אס־פקת חברת החשמל. קיימים ממסרים (שרטוט 11) הסוגרים או פותחים מגעים בהתאם לכיוון סיבוב הפזות. ממסרים אלו משמשים בעיקר להגנה בפני



ג. קריעת כבל הפיקוד תפתח את כל המפסקים המחוברים אליו.

**יתרונות**

- א. פשוט וזול במידה ומדובר בשטח מצומצם.
- ב. לא ניתן להפעיל בטעות ציוד בלתי חיוני.

**שיטת חוסר המתח**

משתמשים לכל מתקן בלתי חיוני במפסק עם סליל הפעלה מטיפוס החזקה עצמית (שרטוט מס' 10). עם לחיצת ההפעלה מקבל סליל ההפעלה מתח ומחבר את המגעים הראשיים וגם את מגעי העזר המקצרים את כפתור ההפעלה. במצב זה ניתן ל־שחרר את כפתור ההפעלה והמגעים ישארו במצב מחובר. ברגע של הפסקה באספקה, נעלם המתח המפסק נתח, והעומס הבלתי חיוני לא יתחבר. כאשר יופעל הגנרטור ניתן לחבר שנית רק על ידי לחיצה.

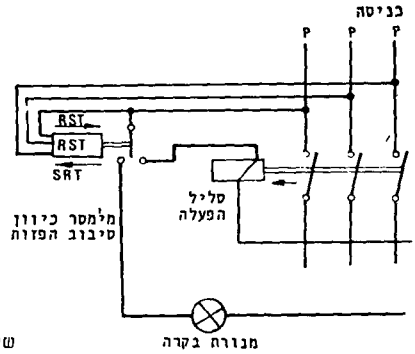
**שרטוט מס' 10**

קונטקטור מחוץ לשיטת חוסר מתח — החזקה עצמית הפעלה בעזרת כפתור הפעלה, הקונטקטור נשא במצב מחובר כל עוד קיים מתח ברשת, כשמתח זה נעלם ניפתח הקונטקטור ויחבר שנית לאחר חזרת המתח, רק על־ידי לחיצה על כפתור ההפעלה.



קונטקטור מחווט לשיטת כיוון סיבוב הפזות

מחבר את הקונטקטור כשכיוון סיבוב הפזות RST פותח את הקונטקטור כשכיוון סיבוב הפזות SRT



סיבוב בכיוון הפוך של מנועים שסיבוב פזה עלול לגרום לנזקים רציניים (משאבות למשל).

אפשר להתקין ממסרים כאלו על המפסקים שדרכם יזון העומס הבלתי חיוני. סלילי ההפעלה של המפסקים יופעלו ממגע של ממסר סיבוב הפזות כך שכל זמן שהשדה הוא RST חברת החשמל יהיה המפסק במצב מחובר. ברגע שהספקת חברת החשמל תפסק יפתחו המפסקים כיון שמתח ה-אספקה שלהם ייעלם. עם חידוש האספקה מהד גנרטור לא יחברו הממסרים את המפסקים של המכשירים הבלתי חיוניים כיון שכיוון סיבוב הפזות כעת הוא SRT. כשתשוב האספקה מרשת חברת החשמל יחברו מחדש כל הצרכנים (ראה שרטוט 12).

לגבי רוב העומס החיוני המקבל אספקה מהגנרטור אין חשיבות לסדר הפזות (תאורה, חימום, מנועים

שיטת סיבוב כיוון הפזות

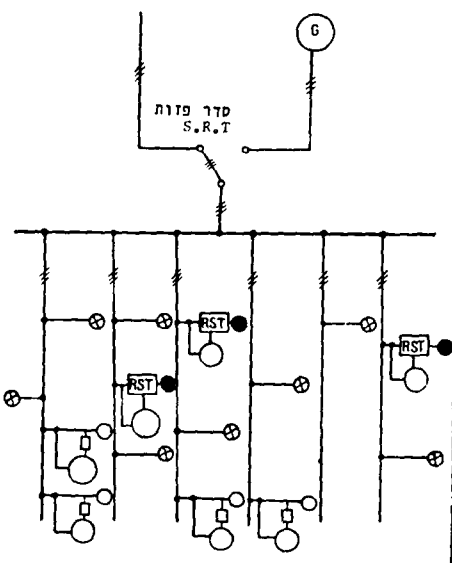
עבודה נורמלית

אספקה מחברת חשמל

כל הצרכנים מקבלים מתח

גנרטור לשעת חרום רשת חברת החשמל

סדר פזות S.R.T



עומס חיוני שאינו מושפע מסבוב הפזות  
עומס חיוני המחייב שמירת סבוב כוון הפזות  
עומס בלתי חיוני  
מדיון חלת פדי

קונטקטור בעל סליל הפעלה (במצב סגור)  
קונטקטור בעל סליל הפעלה (במצב פתוח)

מחסר לכיוון סיבוב הפזות

ניתן לשלב שיטה זו עם שיטת פיצול פסי הצבירה וזאת מטעמי חסכון. כמו כן במקרה שלמזין מסוים מחוברים עומסים חיוניים רק עד מקום מסוים, ניתן — בנקודת ההסתעפות — להתקין ממסר עם מפסק ובהמשך הקו לא יהיה צורך בכך.

עבודה בחרום

אספקה מהגנרטור

צרכנים המחוברים

ללא קונטקטור מקבלים

מתח בסדר פזות הפוך

צרכנים המחוברים דרך

קונטקטור RST מקבלים

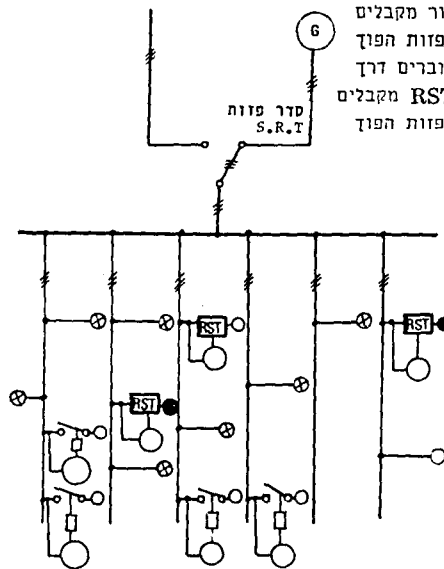
מתח בסדר פזות הפוך

גנרטור

לשעת חרום

רשת חברת החשמל

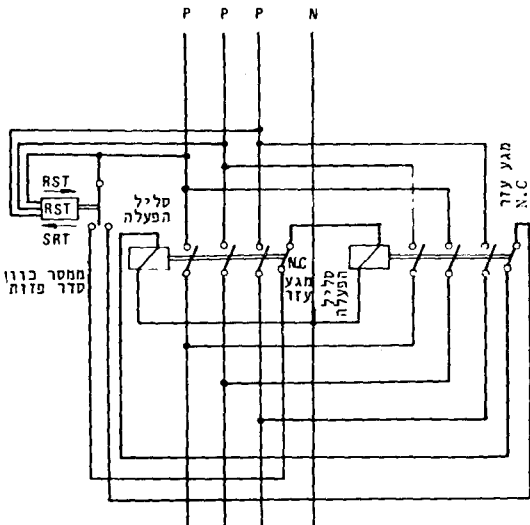
סדר פזות S.R.T



RST קונטקטור השומר על כיוון סדר הפזות מצב אספקה R.S.T  
SRT קונטקטור השומר על כיוון סדר הפזות מצב אספקה S.R.T

רד-פזיים). למנועים תלת-פזיים, שלגביהם יש חשיבות לכיוון סיבוב הפזות (מדחסי קרוה, משאבות), יש להפעיל מפסק מחלף תלת-פזי המשנה עבור אותו מנוע את סדר הפזות כך שתזורים לסדר הנכון (ראה שרטוט 13 א, ב). יש להעיר ששיטה זו הינה פטנט רשום.

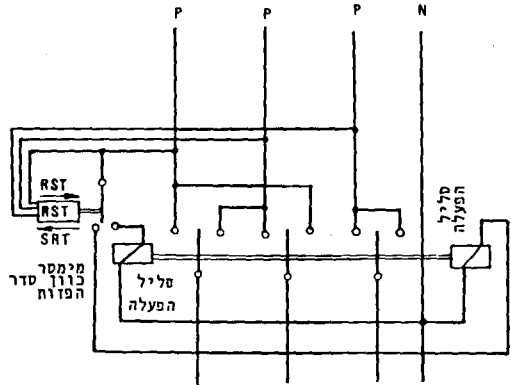
קונטקטור מחלף כיוון  
מחווט לשמירת סדר כיוון הפזות  
עבור עומסים שלגביהם חשוב סדר זה  
כניסה ב'



שני קונטקטורים מחוטים  
לשמירת סדר כיוון הפזות  
עבור עומסים שלגביהם חשוב  
סדר זה. מגעי העזר מיועדים  
להבטחה נוספת לודא אי אפשרות  
חבר שניהם בו זמנית.

א/א

כניסה



יתרונות

א. אין צורך ברשת אספקה כפולה

ב. אין צורך ברשת פיקוד

ג. הפיקוד הוא מרכזי ואין אפשרות קלה להפעיל עקב טעות או חוסר ידע עומס בלתי חיוני.

ד. גמישות בהשוואה לשיטות האחרות. הכללת עומס מסוים בין עומסים בלתי חיוניים מצריי כה רק התקנת ממסר ומפסק ואין צורך ב" השחלת כבל פיקוד למקום.

סיכום

א. בכל מפעל או מתקן בו מותקן גנרטור לשעת חרום הדרישה החמורה של חברת החשמל היא שבשום מקרה לא תהיה עבודה במקביל עם הרשת (break befor make). זאת כיוון שבמידה וקו ההזנה למפעל מופסק עקב תקלה ונעשה בו טיפול, יש למנוע אפשרות שעל הקו יופיע מתח מצד ה" הזנה העצמית של המפעל, מה שעלול לסכן את העובדים על הקו.

ב. מומלץ שבעת ההפעלה של הגנרטור המקומי רצוי שהוא יחובר לרשת לאחר השהיה של כדקה, ולא באופן מיידי. זאת על מנת לאפשר לכל המנוי עים הפועלים במפעל להעצר. חיבור מיידי של גנר- טור עשוי לגרום לזרמי יתר בתוך רשת המפעל ותנודות מתח עקב הפרשי פזה בין המתח השיווי של המנועים השונים והמתח של הגנרטור.

ג. לאחר שנרטור של המפעל עובד והוא מחובר לרשת החרום, במידה שמוחזר המתח מרשת חברת החשמל רצוי שלא תבצע החזרה מיידידת לעבודה עם רשת חברת החשמל אלא תהיה השהיה של מספר דקות. זאת כיון שבשרשת 22 ק"ו יש חיבור

חוזר. אם ארעה תקלה וניסו לאתרה עם החזרת המתח, במידה והתקלה טרם סולקה יופעל החיבור החוזר שלוש פעמים. כמרכן כשהמתח מוחזר, בי שניות הראשונות תהיה תנודת מתח וגלים עליונים ורצוי להמתין עד שתופעות אלו תישכנה על מנת שלא ישפיעו על הצרכן.

ד. המפסק המחלף הקיים, בין עבודה עם גנרטור או עם חברת החשמל צריך להיות 4 קוטבי על מנת שלא יהיה חיבור בין אפס של שתי המערכות, זאת על מנת למנוע העברה של מתחים שמופיעים לעיתים על פס-האפס ממערכת פנימית למערכת חב" רת החשמל.

ה. בכל הבניינים רבי הקומות והמפעלים בהם מופעל אוטומטית גנרטור לשעת חרום יש צורך בשילוט מתאים שיודיע זאת. בשעת שריפה, חברת החשמל מנתקת את ההזנה לבנין אך הפעלת הגנרטור תותיר מתח ברשת הפנימית. רצוי לכן להת" קין מחוץ לבנין מפסק יזני שיאפשר הדממת ה" גנרטור.

ו. במפעלים בהם הגנרטור מזין עומסים חיוניים יש צורך לודא שמקדם ההספק של העומס החיוני יהיה 0.92 או אפילו יותר, במידה והדבר אפשרי. כמו כן במידה והמפעל מצויד במערכת של סוללות קבלים יש לודא שהקבלים יתפרקו ממטענם לפני הפעלת הגנרטור, זאת על ידי זמן השהיה מספיק ארוך או על ידי פריקה מהירה של הקבלים.

ז. כל מפעל שמתקין גנרטור צריך לקבל לשם כך רשיון ממשרד האנרגיה והתשתית אשר בודק את הגנרטור ואופן התקנתו במפעל ומאשר את הפ" עלתו.

## אינג' י. א. איציקוביץ

מנוע השראה תלת-מופעי (תלת-פזי) מורכב ממערכת חשמלית ומכנית. תקלות במנוע יכולות להיות בכל אחת ממערכות אלה.

מטרת מאמר זה לסקור את התקלות האפשריות. דרכים לאיתורן ותיקונן היעיל והמהיר — דבר שיבטיח את פעולתו התקינה של המנוע במשך זמן רב.

### תקלות במערכת החשמלית

#### נתק :

**סיבה לתקלה :** ניתוק תיל הליפוף בסלילי הרוטור או הסטטור.

**איתור התקלה :** בדיקת הסלילים בעזרת אוס-מטר או מנורת נסיון.

#### קצר :

**סיבה לתקלה :** התחלת הליפוף של הסליל באה במגע עם קצה הליפוף. התוצאה — נגרם חימום יתר בסליל.

**איתור התקלה :** לבדוק ולהשוות את הכוח האלק-טורי המנוע המושרה (כא"מ) בסליל הרגיל ובסליל המקוצר. הכא"מ יקטן בסליל המקוצר.

#### מגע בין סלילים :

**סיבה לתקלה :** בידוד פגום.

**איתור התקלה :** מודדים את התנגדות הבידוד בזרת מגר. ההתנגדות צריכה להיות לפחות 1 מגאום.

#### מגע סליל בגוף המנוע :

**סיבה לתקלה :** סליל בא במגע מקרי עם גוף המנוע. **איתור התקלה :** בדיקת בידוד ביחס לגוף של מעגל או חלק ממנוע, בעזרת מגר, אם הקריאה במגר מראה התנגדות של 0.5 מגאום, קיימת אפשרות כי הסלילים נרטבו ויש ליבשם.

#### חיבור מצטלב בסטטור :

**סיבה לתקלה :** חיבור לא מתאים של הסלילים בסטטור.

**איתור התקלה :** מחברים מקור זרם ישר לסטטור. שמים מצפן מעל חריצי הסטטור. זרם בכיוון אחד יטה את מחט המצפן לכיוון מסוים. הפיכת כיוון הזרם תטה את המחט לכיוון הנגדי. וכך ייקבע כיוון חבור הסלילים.

### תקלות במערכת המכנית

תקלות במערכת זו קורות מחוסר שימון, בלאי ב-חלקים הנעים, פגמים בייצור ולעיתים כתוצאה מהרכבה לא נכונה של חלקי המנוע.

#### מיסבים :

**סיבה לתקלה :** מיסבי המנוע משתפשים כתוצאה משימוש רב, תחזוקה לקויה וחוסר שימון.

**איתור התקלה :** המנוע משמיע רעש חזק. הרוטור אינו מסתובב במרכז הסטטור, ועלול להתחכך בו.

#### טבעות המשערות (פחמים) :

**סיבה לתקלה :** חריצים על הטבעות, נוצרים כתוצאה מלחץ לא אחיד של קפיצי המשערות עליהן. במנוע ייווצרו רעשים וניצוצות בין המשערות והטבעות.

**תיקון התקלה :** חריטה והחלקה מחדש של הטבעות.

#### משערות :

**סיבה לתקלה :** המשערות מתקצרות בגלל שימוש ממושך.

**תיקון התקלה :** החלפת המשערות.

#### קפיצי המשערות :

**סיבה לתקלה :** תפקיד קפיצי המשערות ליצור מגע יציב בן המשערות. קפיצים פגומים, נוצרים עקב הזדקנות או ליקוי בחומר.

**תיקון התקלה :** החלפת הקפיצים הפגומים.

#### הסרן (גל) :

**סיבה לתקלה :** הסרן מתעקם בגלל הרכבה לא מדויקת ו/או חוסר יציבות במנוע.

**קוון התקלה :** אם עובי הסרן אינו אחיד יש לחורטו ולשרו.

#### גוף המנוע :

**סיבה לתקלה :** במקרה ויציקת המנוע לא היתה

אינג' א.י. איציקוביץ — מחלקת אחזקת רשת במחוז הצפון, חברת החשמל.

תקינה, קיימת אפשרות של פיצוץ או שבר בגוף.  
**תיקון התקלה:** ריתוך החלק הפגום.

### הרוטור:

**סיבה לתקלה:** תנודות ברוטור נגרמות עקב ליי-קויים במיסבים במצמד או באיזון.

**תיקון התקלה:** יש לבדוק את החלקים ובמידת הצורך לבצע איזון מחדש של הרוטור.

### תקלות בהתקנה

#### חימום יתר במתנע:

**סיבה לתקלה:** בהתנעה בעומס, המתנע מתחמם מאוד, בדרגות אחרות יש קפיצת זרם, הגורמת לש-ריפת הנתיכים. המתנע אינו מתאים להספק ההתנעה.

**איתור התקלה:** לבדוק את עוצמת הזרם, ובהתאם לכך לקבוע את הספק המתנע, המתאים. דרך אחרת, — הקטנת העומס בהתנעה.

#### חימום יתר במנוע:

**סיבה לתקלה:** העמסת המנוע בעומס גדול מדי, גורמת לחימום יתר.

**איתור התקלה:** יש למדוד את הזרם, ולהקטין את העומס. אפשרות אחרת, החלפת המנוע במנוע בעל הספק גדול יותר.

#### חימום יתר במיסבים:

**סיבה לתקלה:** חימום יתר של המיסבים, נוצר כתוצאה מחוסר שימון, או רצועות מתוחות מדי.  
**איתור התקלה:** לשחרר את הרצועות ולבדוק לאחר מכן אם הטמפרטורה ירדה, אם לא, יש לבדוק את שימון המיסבים.

#### זרם ריקם גדול:

**סיבה לתקלה:** ליפופי הסליל מתחממים מאד בזמן קצרה. כנראה שהסטטור חובר בחיבור משולש במי-קום בכוכב.

**איתור התקלה:** להרים את המברשות מעל לטבעות ליפוף הרוטור. לחבר למתח את הסטטור ולמדוד את המתח בין הטבעות. אם המתח הנמדד גדול פי 1.7 מהמתח הרוטורי הנתון בשלט, יש להחליף את חיבור המכונה ממשולש לכוכב.

#### התנעה קשה, בעומס, ירידה במספר סיבובי המנוע:

#### סיבות לתקלה:

1. המנוע מחובר בכוכב במקום במשולש.
2. מפלי מתח גדולים עד למנוע, ולכן מתקבל מתח נמוך.

#### איתור התקלה:

1. להחליף את החיבור למשולש.
2. למדוד את מפלי המתח עד למנוע, לדאוג לכך שירידת המתח עד למנוע לא תחרוג מהמותר.

#### סיבובי המנוע בכיוון הפוך:

**סיבה לתקלה:** המנוע מסתובב בכיוון הפוך, עקב טעות בחיבור המתח, ב-2 מופעים בסטטור.

**איתור התקלה:** להחליף את כיוון המתח ב-2 מר פעים בסטטור, לבדוק מחדש כיוון המנוע.

#### תקלות בהתנעה ובפעולה

#### המנוע אינו מתנע:

#### סיבות לתקלה:

1. נתק בחיבור ו/או מבטח שרף.
2. נתק ברוטור ו/או בסטטור.

#### איתור התקלה:

1. לבדוק את תקינות המבטח והחבורים.
2. ברוטור: יש למדוד את המתח על טבעות ה- המתנע.

לבדוק את תקינות המברשות, ולהחליפן או לתקן בעת הצורך. לבדוק את החבורים בין המתנע והטבעות. לבדוק את תקינות הקפיצים שעל מגע המתנע. לבדוק שאין נתק בהתנגדות המתנע. במקרה והנתק ברוטור או בסטטור יש לתקן את המנוע.

#### קפיצת מתח בהתנעה:

**סיבה לתקלה:** נתק באחד מדרגות המתנע.

**איתור התקלה:** לבדוק את המתנע.

#### קשיים בהתנעה ובעומס:

**סיבה לתקלה:** התנעת מנוע קשה ואילו בחיבור עומס, מספר סיבובי המנוע קטן במידה ניכרת. ניי-תוק באחד המופעים ברוטור.

**איתור התקלה:** לבדוק את המתח על הטבעות, להדק את המברשות, לבדוק תקינות מעגל ה-רוטור.

#### בעיות בהתנעה, חימום מהיר וזימום

#### במנוע:

#### סיבות לתקלה:

1. מיסב שחוק ו/או כדורים שבורים במיסב.
2. הרוטור מתחכך בסטטור.

#### איתור התקלה:

1. לבדוק באם המיסבים אינם חופשיים יתר על המידה.

2. לבדוק את סטיית הרוטור בכיוון צירי.

#### ניתוק המבטחים בסגירת המפסק:

המבטחים נשרפים ברגע הפעלת המנוע, בגלל קצר באחד מחלקי המנוע.

הטבלה הבאה מסכמת את הסיבות לתקלות דרכים לאיתורן במקרה של ניתוק מבטחים בסגירת המפסק.

תאור התקלה האפשרית	דרכים לאיתור התקלה
קצר בחוטים בין המפסק למנוע.	ניתוק המנוע ובדיקות החוטים מהמפסק למנוע.
קצר בין המנוע למתנע, או בין שתי המברשות.	הרחקת המברשות מהטבעות ובדיקת החוטים מהמתנע למנוע.
קצר בין שני מופעי הסטטור, או קצר באחד ממר פעי המנוע.	ניתוק המנוע בדיקת בידוד המופעים.
קצר בין שתי הטבעות, או קצר ברוטור.	הרחקת מברשות התנעה ללא עומס (הורדת הרצועות), אם המנוע מסתובב — קיים קצר ברוטור.

### זמזום חזק ועוצמת זרם גדולה :

**סיבה לתקלה :** קצר במופעי הסטטור.

**איתור התקלה :** להעביר את היד על המנוע, על מנת לאתר מקום חם יותר מאשר חלקי המנוע. במקום זה כנראה קיים קצר במופע. במקרה זה יש ללפף מחדש את המנוע.

### הנודות באמפרמטר המחובר לסטטור בעומס קבוע :

**סיבה לתקלה :** חיבור רופף ברוטור.

**איתור התקלה :** להדק את הברגים והחיבורים, לבדוק את קפיצי המברשות. במקרה קצר במברשות, לבדוק את החיבורים.

### חימום יתר :

**סיבה לתקלה :** עומס יתר.

**איתור התקלה :** להקטין העומס.

### תקלות בהפעלה במתח ותדירות לא נקובים

#### שינויי מתח :

### חוסר, התנעה בחיבור כוכב-משולש :

**סיבה לתקלה :** מגעים שרופים במפסק.

**איתור התקלה :** בדיקת המתנע, והחלפת המגעים השרופים או את כל המתנע.

### פעולת המנוע בהתנעה במשולש וירידה במספר סיבובי המנוע בעומס :

**סיבות לתקלה :**

1. חוסר יציבות בחיבור בין טבעות הקצר והמוטות ברוטור.

2. עומס יתר.

#### איתור התקלה :

1. במנוע אפשר למצוא טיפות בדיל שזרקו מה-הלחמות.

2. לבדוק את העומס בעזרת אמפרמטר ולהקטין בהתאם.

התופעה	מתח יתר	חוסר מתח
זרם ברוטור	קטן	גדל
זרם בסטטור	קטן	גדל
זרם מיגנוט	גדל	קטן
זרם התנעה	גדל	קטן — באופן יחסי לירידת המתח
מומנט התנעה	גדל — ביחס רבועי לעלית המתח	קטן — ביחס רבועי לירידת המתח
מקדם הספק	קטן — עקב זרם מיגנוט גדול	גדל
נצילות	משתנה	משתנה
מספר סיבובי המנוע	גדל במקצת	קטן במקצת
הפסדי הספק בברזל	גדולים	
הפסדי נחושת בסטטור וברוטור	קטנים	גדולים

## הרצועות :

יש להמנע ממתחת יתר של הרצועות, דבר הגורם להריסה מהירה של המיסבים.

## טמפרטורה :

יש להתקין את המנוע במקום מאוורר. טמפרטורת האוויר צריכה להיות פחות מ- $35^{\circ}\text{C}$ . אם קיים חשש לעליית טמפרטורה מעל  $35^{\circ}\text{C}$ , ו/או שהמנוע נמצא במקום קטן באופן יחסי לגודל המנוע, יש לדאוג לקרור המנוע.

## טיפול בחלקים הנתונים בבלאי בלתי

### נמנע

טבעות ההחלקה, המברשות והמיסבים נתונים לבלאי מתמיד. יש לקבוע תאריך קבוע לטיפול בהם.

### סיכום

נוכל לומר שבכדי להבטיח פעולה תקינה ויעילה של המנוע יש להקפיד על הגורמים הבאים :

1. רצוי להתקין את המנוע בצורה יציבה ובמקום מאוורר במידה סבירה, על טמפרטורת הסביבה להיות בסביבת  $35^{\circ}\text{C}$ .

2. יש לדאוג לתחזוקה שוטפת : במערכת המכנית, שימון המיסבים, שחרור הרצועות, חיזוק הברגים, בדיקת המשערו וטבעות ההחלקה וכו'.

3. יש להפעיל את המנוע במתח ובעומס הנקובים, שינויי מתח של  $\pm 5\%$  מהמתח הנקוב מותרים. שינויים גדולים יותר יגדילו את ההפסדים ויגרמו לחימום המנוע.

מתוך הטבלה רואים כי ירידת ו/או עליית המתח גורמת לחימום יתר במנוע. מתח יתר מגדיל את הפסדי הברזל, ואילו חוסר מתח מגדיל את הפסדי הנחשת.

## תדירות :

שינוי התדירות משנה את מספר סיבובי המנוע ומקטין את ההספק באופן יחסי להקטנת התדירות.

## תקלות בגלל עומס יתר או חוסר עומס

### עומס יתר :

הפעלת המנוע בעומס גדול מעל העומס הנקוב, גורמת לחימום יתר של המנוע. חוס זה הורס את המיסבים והבידוד.

### חוסר עומס :

הפעלת המנוע בעומס קטן בהרבה מהספקו הנקוב, מגדילה את ההספק העיוור, מקטינה את מקדם הספק וגורמת לחימום יתר של המנוע.

## תקלות באחזקה

### אבק :

הימצאות אבק הורסת את השימון, מקלקלת את המיסבים, ומגדילה את הלחות במנוע.

### שמן במנוע :

השמן הורס את בידוד הליפופים.

### רטיבות :

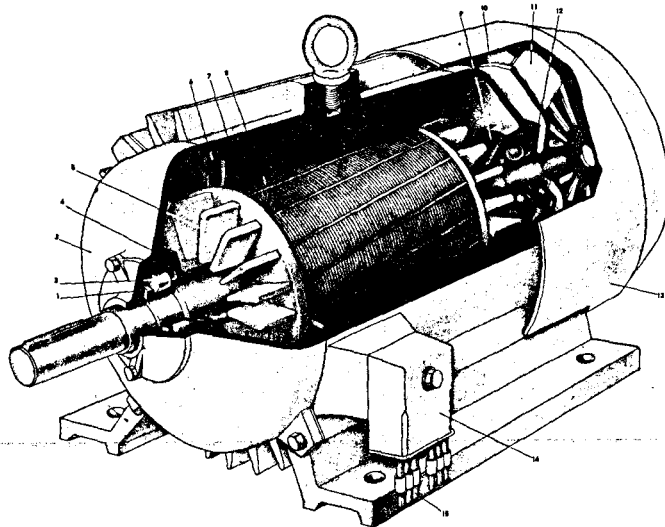
מחלישה את חוזק בידוד הליפופים.

### חיכוך :

חיכוך במיסבים או בין הרוטור לסטטור גורם להריסת חלקים אלה.

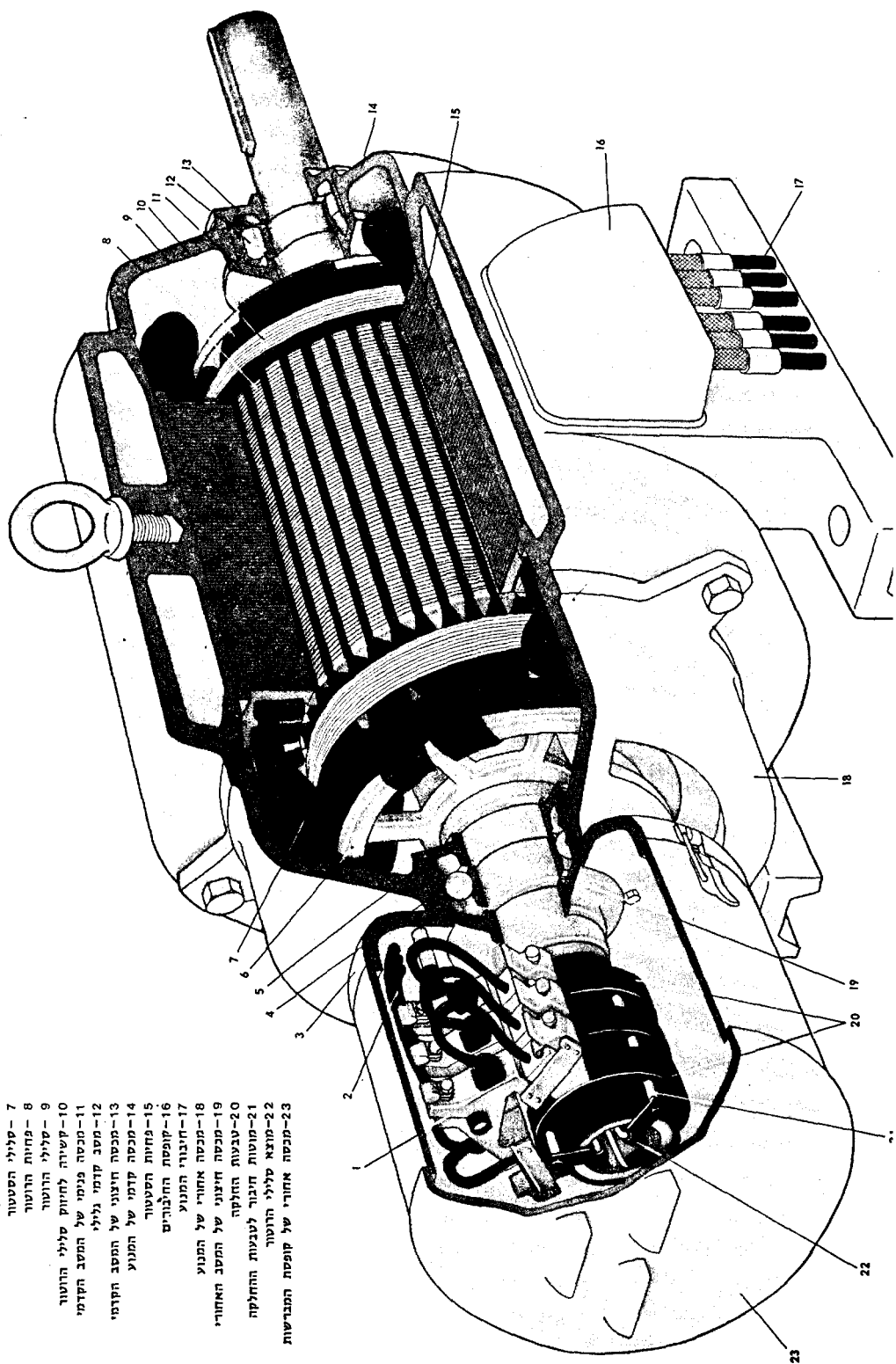
## מנוע אסינכרוני עם רוטור כלוב [מבנה סגור]

- 1 - מכסה חיצוני של המסב הקדמי
- 2 - מסב קדמי (גליל)
- 3 - מכסה פנימי של המנוע
- 4 - מכסה פנימי של המסב הקדמי
- 5 - כנפי המאוורר הפנימי
- 6 - תילי הסטטור (ליפוף סטטורי)
- 7 - פחיות הסטטור
- 8 - פחיות הרוטור
- 9 - מכסה פנימי של המסב האחורי
- 10 - מכסה פנימי אחורי של המנוע
- 11 - מאוורר חיצוני
- 12 - מכסה חיצוני של המסב האחורי (כדורין)
- 13 - כיפת מגן של המאוורר החיצוני
- 14 - קופסת החיבורים
- 15 - מוליכי החיבור של המנוע



# מכונה אסינכרונית עם רוטור מלופף (מבנה מוגן)

- 1- מחזיקי המברשות
- 2- חטיי המוצא המברשות
- 3- מבנה קופסת המברשות
- 4- מסב אחורי ברוזי
- 5- מבנה פנימי של המסב האחורי
- 6- תחוב לחיזוק סלילי הרוטור
- 7- סלילי השטטור
- 8- פחית הרוטור
- 9- סלילי הרוטור
- 10- קשיחה לחיזוק סלילי הרוטור
- 11- מבנה פנימי של המסב הקדמי
- 12- תחוב קובני גלילי
- 13- מבנה היציג של המסב הקדמי
- 14- מבנה קדמי של המנוע
- 15- פחית השטטור
- 16- קופסת החילופים
- 17- חיבורי המנוע
- 18- מבנה אחורי של המנוע
- 19- מבנה היציג של המסב האחורי
- 20- טבעות החלוקה
- 21- מוטות חיבור לטבעות החלוקה
- 22- מוצא סלילי הרוטור
- 23- מבנה אחורי של קופסת המברשות



# תכנון תאורה במתקני ספורט

אינג' מ. זנד

תאורה טובה היא אחד מהדברים החשובים במגרש הספורט. במאמר זה נתרכז בתכנון התאורה במגרשי ספורט פתוחים, המתאימים לענפי הספורט המקובלים בארץ. המאמר מהווה סקירה כללית בלבד.

שווה וכו'. ברור שבמגרש משולב המיועד לכמה ענפים ולכמה סוגי פעילות, בלתי אפשרי לתכנן תאורה טובה ויעילה שתתאים לכל המצבים. לכן במקרה של מגרש משולב כדאי לבחור את הענפים החשובים ואת הפעילות העיקרית להם מיועד ה' מגרש ולתכנן עבורם תאורה טובה.

לפני התכנון המפורט של מתקני תאורה במגרש ספורט חשוב לדעת את הדברים הבאים:

א. מטרת המתקן.

ב. מספר שעות ההארה (הדרוש).

ג. התקציב.

## מספר שעות ההארה

יש לדעת כמה שעות צריך לפעול מתקן ההארה. בהתאם לכך ייקבע סוג מקור האור. כאשר המתקן פעיל שעות מעטות אפשר להשתמש במקורות אור שאינם יעילים אולם זולים להתקנה. במתקן ה' פעיל שעות רבות אפשר להשתמש במקורות אור חדישים ויעילים כפי שרואים זאת בטבלה מס' 1.

מגרש יכול להיות מיועד לענפי ספורט שונים כגון: כדור-רגל, טניס, כדור-עף, כדור-סל ו/או לפעילי-יות שונות, תחרויות מקומיות, תחרויות בן אר-ציות, אימון, הרצאות (גם לאסיפות והצגות).

לכל ענף ספורט ולכל סוג של פעילות דרוש מתקן תאורה שונה, עוצמת הארה שונה, אחידות תאורה

טבלה מס' 1

סיכום והשוואה בין התכונות של מספר מקורות אור.

מקורות אור	נצילות אורית (וט/לומן)	משך החיים (אלפי שעות)	זמן הדלקה (דקות)	זמן הדלקה חוזרת (דקות)	אבזרי עזר	השקעה עלות	עלות החזקה	הספקים מקובלים (קילו-וואט)
קורץ-יוד	20-25	2	מידי	מידי	אין	נמוכה	גבוהה	0.5 ; 1.0 1.5
מטל-הליד	80-100	1.5-15	4	7-10	יש	גבוהה	נמוכה	0.4-1.0 1.5
נתרן-לחץ גבוה	110-140	24	4	1	יש	גבוהה	נמוכה	0.4-1.0

## ת ק צ י ב

- א. סוג מקור האור.
- ב. עוצמות המאור הנדרש בלוקסים.
- ג. אחידות התאורה.

## בחירת מקור האור

מקורות האור המקובלים בתאורה לספורט הם: קוורץ-יוד, מטל-הליד, ונתרן בלחץ גבוה. שתי ה' נורות האחרונות מצריכות אבזרי עזר: משנק, מצת וקבל.

מטבלה מס' 1 מתברר כי מחיר ההתקנה של נורות קוורץ-יוד נמוך, אולם ההחזקה השוטפת יקרה. לכן כדאי להשתמש בהן כאשר מספר שעות ה' הארה הדרוש הוא קטן.

בדרך כלל כאשר מגיעים לתכנון התאורה, התקציב אזל. נראה לי שמוטב להתקין חלק מהמתקן ב' צורה טובה ויעילה ו/או להכין את כל הדרוש להשלמה בעתיד למתקן טוב, מאשר להתקין מתקן שלם שבו התאורה חלשה, פחות עמודים, עמודים נמוכים ומקורות אור זולים.

לאחר ידיעת הנתונים הנ"ל אפשר להתחיל בתכנון התאורה.

## תכנון התאורה

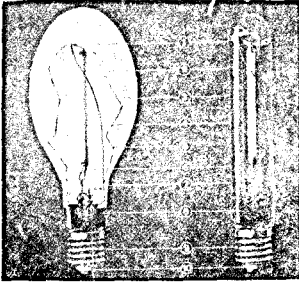
לשם תכנון התאורה יש לקבוע את הדברים ה' באים:

אינג' מ. זנד — מחלקת המאור עיריית תל-אביב.

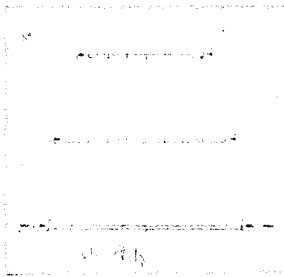


דוגמאות למקורות אור

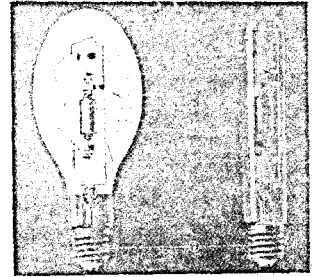
נתרן לחץ גבוה



קורץ יוד



סטלהליד



**עוצמת המאור**

עוצמת המאור תקבע לפי מטרת המתקן וענף ה-ספורט לה הוא מיועד. בטבלה מס' 2 מרוכזים נתונים לעוצמת המאור בלוקסים למתקנים וענפים שונים (הנתונים הם ממוצעים).

נורות נתרן בלחץ גבוה הינם המקורות המקובלים והמתאימים למגרשי אימונים. בנורות מטלהליד משתמשים לתחרויות. נורות אלו מתאימות גם לצילומי צבע. עבור מספר שעות הארה גדול כדאי להשתמש ב-2 המקורות האחרונים.

טבלה מס' 2

רמות ההארה (לוקסים)

האחידות *	בזמן תחרות	בזמן אימון	הענף
0.25-0.6	300-200	200-80	כדורגל
0.5	200-100	100-60	כדורסל
0.3-0.5	250-100	120-80	כדור עף
0.6	300-150	150-100	טניס
0.8	300-150	200-100	טניס שולחן

\* אחידות של ההארה היא היחס בין העצמה המינימלית והעוצמה הממוצעת.

במגרש צריך להיות כך שימנע סינוור השחקנים וקהל הצופים.

**פיוור האור**

לשם שיפור הפיזור, של האור, יש להשתמש ב-מספר רב של גופים בעלי עוצמת תאורה נמוכה.

**בחירת העמודים**

ניתן להשתמש במספר סוגים של עמודים:

- א. עמוד רגיל.
- ב. עמוד עם שלבי טיפוס.
- ג. עמוד מתקפל.

**עמוד רגיל**

זהו העמוד הרצוי ביותר לשימוש, במידה ויש אפ-שרות להגיע לפנסים עם סולם.

**עמוד עם שלבי טיפוס**

יש להתחיל את השלבים מגובה 4 מטר מהקרקע וזאת לשם מניעת טיפוס בלתי רצוי.

**תאורה אנכית ואופקית**

כשהתאורה מותקנת בצדי המגרש מתקבלת תאורה אנכית ואופקית.

**אחידות התאורה**

מהנתונים בטבלה מס' 2 אנו רואים כי טיב התאורה נקבע לא רק ע"י מקור האור ורמת התאורה אלא גם, ובעיקר, עלידי האחידות: ככל שרמת התאורה תהיה גבוהה והאחידות לא תהיה טובה הרי שתקבל תאורה לא טובה. בזמן תכנון התאורה ובכיוון הפנסים צריכה להיות חפיפה מסויימת כך שלא ייווצרו "חורים" שחורים במגרש.

**גוון התאורה**

ניתן לערבב מספר סוגי מקורות אור, אולם צריך לדאוג שיתקבל במגרש גוון אחיד.

**בחירת גופי התאורה**

יש להתאים את גופי התאורה לנורות. מיקומם

**עמוד מתקפל**

יש לדאוג לנעילה כפולה של העמוד. מיקום העמודים ומספרם ייקבע בהתאם לגודל המגרש וסוגי ענפי הספורט העיקריים.

**דוגמאות לתכנון תאורה:**

1. הצעה לתכנון התאורה במגרש טניס כפול התכנון כולל 4-6 עמודים ב-3 אלטרנטיבות, ומספר מקורות אור שונים.

המגרש מתואר בשרטוט מס' 1:

Y — מסמן עמוד פינתי  
X — מסמן עמוד אמצעי

(2) התקנת תאורה במגרש משולב כפול:

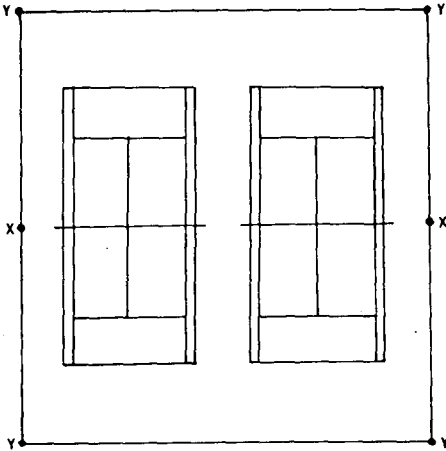
התכנון כולל: הצבת עמודים ב-2 אלטרנטיבות. 4 עמודים מימין או 5 עמודים משמאל.

המגרש מתואר בשרטוט מס' 2:

מצד ימין מופיעה האלטרנטיבה של 4 עמודים מצד שמאל מופיעה האלטרנטיבה של 5 עמודים הערה: בכל תכנון מ-2 האלטרנטיבות הנ"ל מר פיעים אותם העמודים מ-2 צידי המגרש.

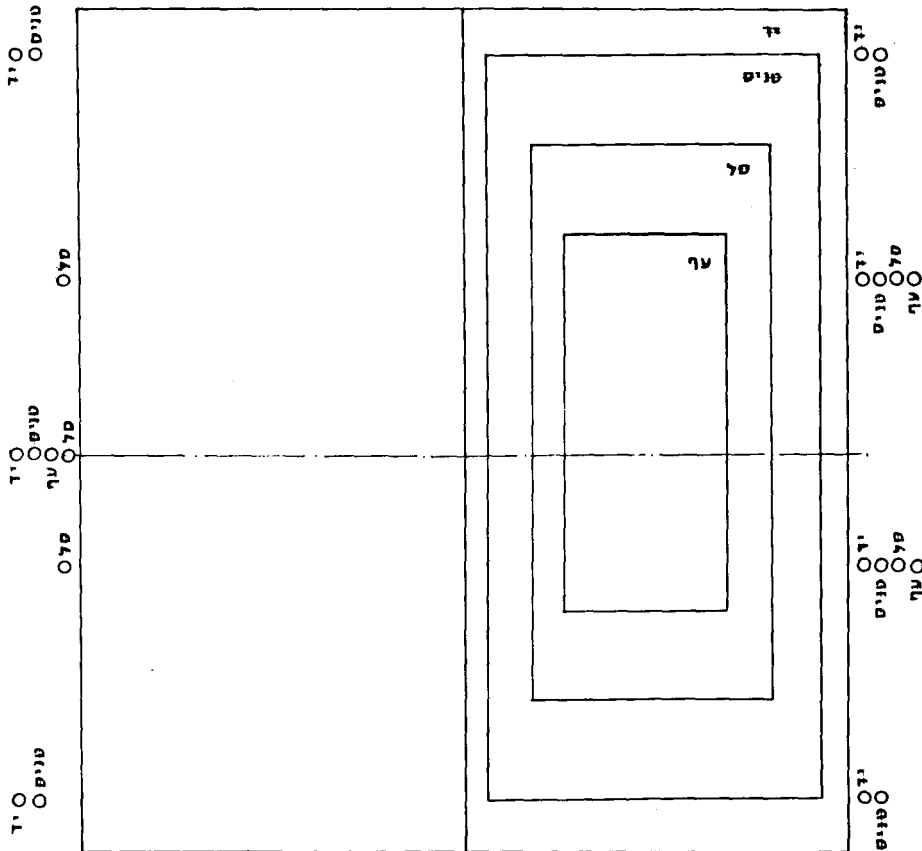
**שרטוט מס' 1**

דוגמת התקנת תאורה במגרש טניס כפול



**שרטוט מס' 2**

דוגמא להתקנת תאורה במגרש משולב כפול



השוואה בין עוצמת המאור, במגרש טניס, למקורות האור

מטל הליד 1000 וט			נתרן לחץ גבוה 1000 וט			קוורץ-יוד 1500 וט			תכנית תאורת השטח			
הספק (קו"ט)	מספר מצב ומספר הפנסים	עוצמת תאורה (לוקס)	הספק (קו"ט)	מספר מצב ומספר הפנסים	עוצמת תאורה (לוקס)	הספק (קו"ט)	מספר ומצב הפנסים	עוצמת תאורה (לוקס)	כמות פנסיים	מצב העמודים	גובה העמוד במטרים	מספר עמודים
4.4	1Y	120	4.5	1Y	180				4	Y	12	4
8.7	2Y	220	9.0	2Y	260				8	Y	12	4
			6.8	1X/1Y	220				6	X+Y	10	6
8.7	2X/1Y	220	9.0	2X/1Y	270				8	X+Y	10	6
13.1	2X/2Y	330	13.6	2X/2Y	440	18	2X/2Y	120	12	X+Y	10	6
			18.1	4X/2Y	540	24	4X/2Y	160	16	X+Y	10	6
						36	4X/4Y	240	24	X+Y	10	6

**תחזוקה שוטפת**

בתכנון מתקן תאורה חייבים להביא בחשבון אפ" שרות גישה נוחה למתקן החשמל, פנסיים נורות. הדבר יאפשר תחזוקה טובה, יעילה וחסכונית הן בהחלפה והן בניקוי ובתיקונים שונים.

**סיכום**

תאורה טובה זהו קומפלקס של מספר גורמים: אחידות, איכות מקורות האור, צבע, רמה וסינוור. בלעדי אחד מהם התאורה לא תהיה טובה.

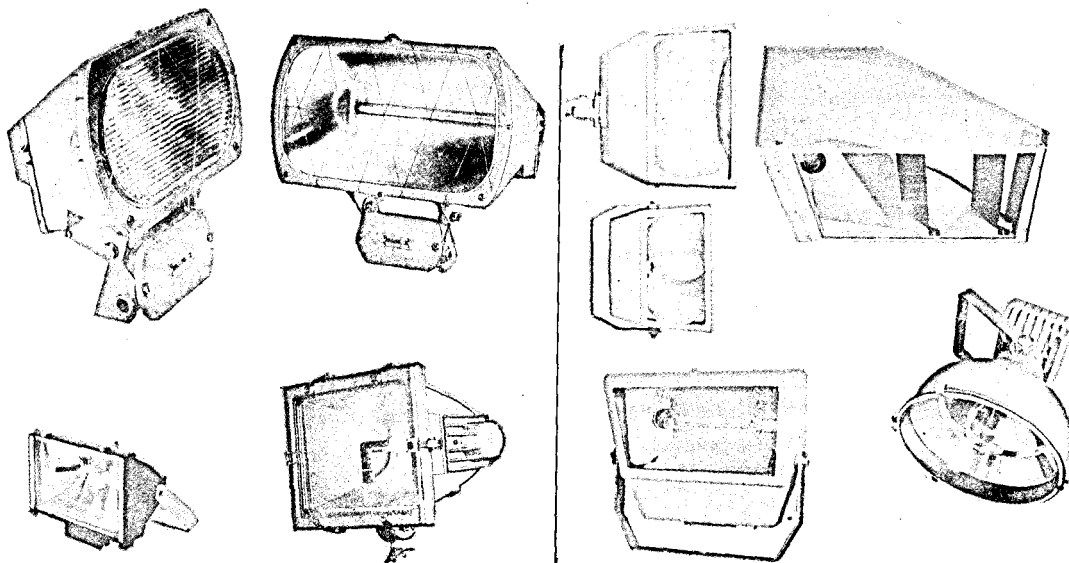
בטבלה מס' 3 מופיעים הנתונים המתקבלים מ צרופים שונים של מספר העמודים, גובהם מיקומם וסוג מקורות האור.

מהנתונים בטבלה 3 רואים כי לקבלת רמת תאורה שווה, נורות קוורץ-יוד צורכות הספק פי 2-4 מנורות פריקה. בשימוש של כ-2-3 שנים עלות ההחזקה של נורות הקוורץ יוד תהיה יקרה יותר מאשר עלות ההחזקה של נורות הפריקה. ולכן בטווח ארוך יהיה זול יותר השימוש בנורות הפריקה.

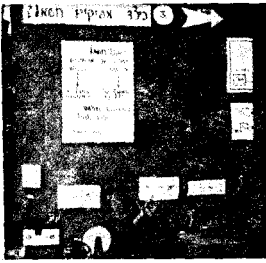
דוגמאות של פנסי תאורה המיועדים למגרש ספורט

דוגמאות פנסיים לנורות קוורץ יוד

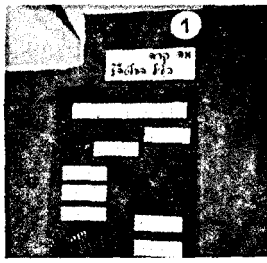
דוגמאות פנסיים לנורות מטל הליד ונתרן לחץ גבוה



**„השתמש בחשמל בתבונה” – תמונות מהתערוכה \***



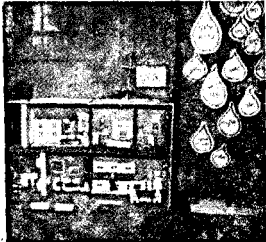
כיצד מפיקים חשמל (דגמים ומכשירים שהוכנו ע"י התלמידים והוריהם).



מה קרה בליל העלטה (פלקט שהוכן ע"י תלמידים)



מהות משבר האנרגיה נלמדה ביסודיות תוך התענינות הגדולה של התלמידים.



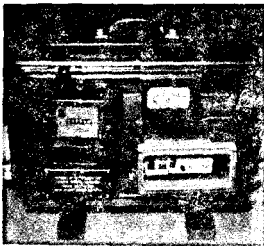
בית שכלו חשמל (הדגמה חיה של בית מיניאטורי שנבנה ע"י קבוצת תלמידים).



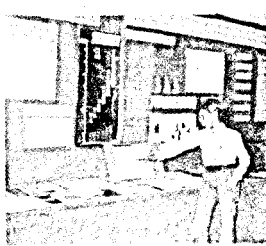
כיצד מגיע החשמל לבית (דגם שנבנה ע"י תלמידים).



תלמיד בוגר מסביר לצעירים כיצד ניתן לייצר חשמל.



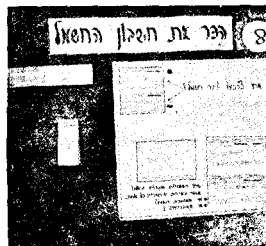
מתקן שתוכנן במיוחד כדי להציג בצורה חיה את מוגה החשמל ולוח חשמל ביתי : ניתן לחבר בתנאי בטוחות כנדרש, כל מכשיר חשמל – אל המתקן ולמדוד את צריכת החשמל שלו.



חלק „מעבודות המחקר” של התלמידים.



תלמידה מדגימה להכריזה הצעירים את השוני בצריכת החשמל בין מכשירים „זולריחשמל” למכשירים שצריכת החשמל שלהם נמוכה, יחסית.



בסופו של דבר : כדי שיוכלו לעודד את ההורים לחסוך בחשמל למדו התלמידים מה משמעותו של החשבון החשמל.



חיבורים וציורים שהוכנו ע"י תלמידי הכתות הנמוכות שלמדו את עיקרי הנושא ע"י „מורים מתנדבים” – תלמידי הכתות הגבוהות.

**השתמש בחשמל בתבונה**



\* תערוכה לימודית שהוכנה ע"י תלמידי כתות ז' בביה"ס „אחדות” בקרית מוצקין עם סיום לימוד בנושא, (תוכנית הלימודים הוכנה ע"י אוניברסיטת חיפה לפי הזמנת חברת החשמל ועברה בהצלחה את שלב הניסוי הראשון).