

עלון לחשמלאים

בהוצאת

חברת החשמל לישראל בע"מ



טורבינת הרוח הראשונה של חברת החשמל

מס' 37

יולי 1986

3	אירוועי "התקע המצדיע"
4	שינויים במבנה התעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תעו"ז)
5	התקנות החדשות בדבר התקנת גנרטורים - ו. זיס
6	תקנות הכוץ והחשמל
7	גנרטור אוטומטי לאספקה חילופית כהגנה יעילה נגד חוסר מופע במתח גבוה - ו. זיס
8	משאבות חום לקירור/לחימום חדרים ולחימום מים - ב. כהן, ס. מרקו
13	מחקר תעו"ז - נ. צוד
14	חשמל מהרוח - 100 הימים הראשונים להפעלת טורבינת הרוח של חברת החשמל - א. בן דב
17	מחוננים לאיתור מהיר של קצרים ברשתות חשמל
18	מניית אנרגיה אקטיבית וריאקטיבית אצל צרכנים - י. ריבקין
21	פיתוח רשת קווי המתח העליון ברחבי הארץ
	מה חדש בציד חשמלי
22	זוטות מ"תערוכת הנובר" - 1986 - ל. מזדיר
	מדור שרות פרסומי לקוראים
23	"המקצועות החדשים" נוכח ההתפתחות הטכנולוגית בענפי החשמל והאלקטרוניקה - ד. תרזה
25	חידוש המנוי ל"התקע המצדיע" לסדרה 1986/87
26	אופייני העמסה חשמלית של צרכנות ביתית בשכבת הביניים - ז. זיסמן, א. רויטנברג, א. יניב
29	חומרי בדיל לשימושי הלחמה בעבודות חשמל - ד. פריש
31	שילוב חדשני בין מגע למנתק אוטומטי - ג. מזור
34	מנועי סרבו והשימושים השונים בהם - א. פלקס
	תאונת חשמל ולקחה
39	הכל בגלל מגע רופף - ו. זיס
40	מפסק מגן לא מנע תאונה - ו. זיס
41	תחנות השנאה במתקני צרכנים - י. א. איציקוביץ

עורך:

אורי לייטנר

עורך משנה:

אריה ונגרקו

מערכת:

יוסף בלבד, הירש גינדס, בן ציון גמליאלי,
ליאון יבלונובסקי, שמעון מרדיקס,
אלי נאוטרה, יוסף נוימן, זלמן סמורן,
גרשון פרבר, היינץ צימר, צבי קולטוצ'ניק

מינהלה:

חנוך דרור

מוציא לאור:

משה ציטרון

סדר והדפסה:

דפוס "יד החמשה", כפר חב"ד

כתובת המערכת:

חברת החשמל לישראל בע"מ

ת.ד. 8810 חיפה, 31086

טל. 04-523231/256

בשער: טורבינת הרוח הראשונה של חברת החשמל

(ראה מאמר בעמוד 14)

אירועי ה"תקע המצדיע"

(בפרק "משק החשמל בישראל") — כמפורט בחוכנית הלימודים להכשרת חשמלאים מוסמכים (1985)

מפגש מועדון "התקע המצדיע" לאנשי הפיקוד והמינהל באיזור יהודה ושומרון (איו"ש) ובאיזור חבל עזה (אזח"ע)

ב-10.6.86 התקיים בתחנת הכח מאור דוד (מ"ד) שבחדרה, המפגש הראשון של מועדון "התקע המצדיע" לאנשי הפיקוד והמינהל באיו"ש ובאזח"ע הנוגעים לנושאי החשמל.

במפגש מעניין זה השתתפו 32 איש המהווים את הצוות הבכיר בממשל הצבאי שבאיו"ש ובאזח"ע כראשו של סגן מחאם הפעולות באיו"ש ובאזח"ע ונציגים בכירים נוספים כמו סגן ראש המינהל האזרחי ביו"ש, ראש ענף מינהל ושרותים, מפקדי נפות, מושל שכם, מהנדס חבל עזה, היועץ המשפטי של חבל עזה ועוד.

במסגרת המפגש הוגשו הרצאות במיגוון נושאים הקשורים במבנה מערכת החשמל, בנהלים ובכללים הכרוכים באספקת החשמל, בעקרונות תעריפי החשמל, עריכת החשבונות והגביה וכן שולב במהלך המפגש סיור מודרך בתחנת הכח ובמזח הפחם של התחנה.

המפגש הסתיים ברב שיח ערני מאד במסגרתו הועלו ע"י המשתתפים שאלות בנושאי הרצאות ובנושאים כלליים שנענו ע"י המרצים ונציגים נוספים מחברת החשמל.

את המפגש פתח מר משה זיסמן מנהל אגף הצרכנות שסקר את החידושים בתחום המסחרי ובתחום הטכני בכל הקשור לאספקת החשמל. מר זיסמן הביע את בטחונו כי מפגש ראשון זה מהווה פתח למפגשים הנוספים שיבואו, לתועלת הצדדים כפרט ולמשק החשמל במדינה ככלל. במפגש נטל חלק גם אינג' ויקטור זיס מנהל עיני החשמל במשרד האנרגיה והתשתית.

יום עיון "התקע המצדיע" בע"פ בחיפה

ביום רביעי 17.9.86, יתקיים בחיפה יום עיון לחשמלאי מחוז הצפון.

יום העיון שימשך יום שלם יתחלק ל-4 מושבים ובמסגרתם יוגשו הרצאות בנושאים כדלקמן:

- סקירה על חידושים והתפתחויות בחברת החשמל.
- התייעלות וניצול מקרים מתוכנתים אצל צרכני תעו"ז
- לאור השינויים במרכיב שיא הביקוש.
- הגנות במתקני חשמל במתח גבוה.
- יישום משאבות חום לקיורור ולחימום מכנים ולחימום מים.

— שנאים (טרנספורטטורים) במערכות חברת החשמל ובמתקני צרכנים: מיון, סיווג, מאפיינים והיבטים מקצועיים הקשורים ביישום, תפעול ותחזוקה.

— חכנון וביצוע חיבורים ומתקני חשמל על בסיס תקנות החשמל ובהסתמך על הנסיון בכדיקת מתקנים.

הזמנות ובהן פירוט מלא של תוכנית יום העיון, מועדי הרצאות והמרצים, ישלחו בעוד מועד לחשמלאים.

מתוך דאגה לקליטה מסודרת של המשתתפים ובכדי לאפשר לנו לתת את השירות הטוב ביותר לציבור החשמלאים שיבואו למפגש אנו מבקשים מן החשמלאים לשלם את דמי ההשתתפות בכנק הדואר עד למועד המצויין על גבי ההזמנות.

הכנס הארצי השנתי ה-4

כבר היום כ-1/2 שנה לפני קיומו המתוכנן של הכנס הארצי השנתי ה-4 לחשמלאים אנו נמצאים בשלבים הראשונים של התכנון וההכנות לכנס, הן במישור התוכני והן במישור האירגוני.

הכנס הארצי השנתי ה-4 מתוכנן להתקיים, גם הפעם, במרכז הקונגרסים שבגני התערוכה בתל-אביב בחודש ינואר 1987. הכנס יהיה דומה במתכונתו לכנסים הקודמים ויכלול במסגרתו מושב בוקר המיועד לכל המשתתפים ומושב אחא"צ שיפוצל לקבוצות דיון בנושאים מקצועיים מוגדרים. פרטים נוספים על תוכנית הכנס, קבוצות הדיון ונושאי ההרצאות יפורסמו בחוברת הבאה.

סדרה מס' 14 של מפגשי מועדוני

"התקע המצדיע" לחשמלאים באיזורים

עם סיומה של סדרה מס' 13 של מפגשי מועדוני "התקע המצדיע" לחשמלאים באיזורים (המפגש האחרון בסדרה זו התקיים במחוז דן ביום שני 2.6.86), הוחל בהכנות לקראת סדרה מס' 14 של מפגשים אלה, המתוכננת להתחיל בחודש ספטמבר 1986.

נושא ההרצאה המרכזית בסדרה זו לא נקבע עדיין סופית, אולם המתכונת של המפגשים, תהיה קרוב לודאי, דומה למתכונת הסדרה הקודמת.

כל מפגש יכלול:

- (א) הרצאה מרכזית בנושא אקטואלי מתחום מקצוע החשמל
- (ב) סקירה על היישומים המעשיים לאור דרישות תקנות חשמל רלבנטיות
- (ג) רב-שיח (שאלות ותשובות)

הזמנות למפגשים ובהן פרטי המפגש ישלחו לחשמלאים בעוד מועד.

מפגש ארצי של מועדון "התקע

המצדיע" למורי החשמל

ב-21.4.86 התקיים בבית ציוני אמריקה בתל-אביב מפגש ארצי של מועדון "התקע המצדיע" למורי החשמל שנמשך משעות הבוקר ועד לשעות אחא"צ.

במפגש השתתפו 100 מורים לחשמל ובתוכם גם מרכזים במגמות חשמל, מפקחים איזוריים, מדריכים טכניים וכן מנהלי בתי ספר מקצועיים וסגניהם.

המפגש נערך בעקבות הכללת הפרק: "משק החשמל בישראל" בתוכנית הלימודים להכשרת חשמלאים מוסמכים בבתי הספר המקצועיים שנעשה ביוזמתנו ולפי הצעה מפורטת שהגשנו.

ההרצאות בנושאים השונים הוגשו ע"י מרצים מחברת החשמל, כן השתתפו במפגש ה"ד"ר ארלי תמיר, המפקח, המרכז הארצי על הוראות החשמל, המיכשור והבקרה, במשרד החינוך והתרבות ומר דוד תרזה, מנהל היחידה לחשמל ולאלקטרוניקה, האגף להכשרה ולפיתוח כח אדם במשרד העבודה והרווחה.

המפגש שהיה מוצלח מאוד, תרם ללא ספק להידוק הקשר בין חברת החשמל וציבור מורי החשמל וסייע בהעברת נושאי הלימוד במקצוע "התכנון ותחזוקת מתקני חשמל"

שינויים במבנה התעריף לפי עומס המערכת וזמן הצריכה (תעו"ז)

באישור שר האנרגיה והתשתית חלו שינויים במבנה התעו"ז. השינויים נכנסו לתוקף ב-16.5.86, במקביל להפחתה הכללית בתעריפי החשמל בשעור של 7% שחלה באותו יום.

להלן פרוט מרכיבי השינויים:

- הביקוש המירבי בקו"ט, לחיוב כתשכון החשמל, יהיה הביקוש המירבי החודשי כפי שנמדד למעשה בחודש אליו מתייחס החשבון. (בוטל העקרון של קביעת החיוב בעד הביקוש לפי נתוני הביקוש המירבי השנתי).
- הביקוש המירבי לחיוב יתבסס על נתוני הביקוש במש"ב "פסגה" בלבד. עבור ביקוש מירבי בשעות שאינן מוגדרות כשעות "פסגה" לא יחול חיוב.
- מחיר כל קו"ט של ביקוש מירבי יהיה שונה בכל עונה מעונות השנה.
- למרכיבי התעריף נוסף תשלום חודשי קבוע, אשר מיועד לכסות עלויות שונות שאינן חלויות בגודל הביקוש או בצריכה.

הערות הבהרה

- לא חלו כל שינויים בהגדרת מקבצי שעות הצריכה (פסגה-גבע-שפל) או בהגדרת עונות השנה.
- השינויים לעיל חלים בתעו"ז בלבד. בתעריפים אחרים הכוללים חיוב על פי ביקוש מירבי שנתי לא חלו כל שינויי מבנה.

להלן פרטי התעריף, הכוללים הן את שינויי המבנה והן את הפחתת התעריפים הכללית, בתוקף מ-16.5.86 ואילך.

אספקה במתח נמוך* אספקה במתח גבוה אספקה במתח עליון

15. — ש"ח 15. — ש"ח 15. — ש"ח

א. תשלום חודשי קבוע

ב. תשלום חודשי בעד

ביקוש מירבי חודשי

(נוסף לתשלום החודשי הקבוע לעיל)
בעד כל קו"ט בשעות הפסגה:

3.10 ש"ח	4.08 ש"ח	4.39 ש"ח
2.86 ש"ח	3.76 ש"ח	4.04 ש"ח
1.92 ש"ח	2.53 ש"ח	2.72 ש"ח

בקיץ
בחורף
באביב או בסתיו

ג. תשלום בעד הקוט"ש

(נוסף לשני התשלומים הקבועים לעיל)

בעד כל קוט"ש:

בקיץ:

9.35 אג'	10.25 אג'	10.91 אג'
7.93 אג'	8.70 אג'	9.15 אג'
5.14 אג'	5.62 אג'	5.99 אג'

בשעות הפסגה

בשעות הגבע

בשעות השפל

בחורף:

8.64 אג'	9.42 אג'	10.02 אג'
7.12 אג'	7.86 אג'	8.28 אג'
4.91 אג'	5.37 אג'	5.67 אג'

בשעות הפסגה

בשעות הגבע

בשעות השפל

באביב או בסתיו:

5.80 אג'	6.34 אג'	6.75 אג'
4.71 אג'	5.11 אג'	5.44 אג'

בשעות הפסגה

בשעות השפל

למרות האמור לעיל, סה"כ התשלום החודשי בעד ביקוש מירבי חודשי לא יעלה על 25% מסה"כ התשלום בעד הקוט"ש באותו חודש.

* חל על צרכנים שצריכתם השנתית גבוהה מ-1.5 מליין קוט"ש ושצריכתם נמדדת באמצעות נקודת מניה אחת או שתיים.

התקנות החדשות בדבר התקנת גנרטורים

אינג' ויקטור זיס

מערכת החשמל הארצית בהיותה מכורח המציאות, מבודדת משכנותיה, ללא קשר עם רשת חשמל חיצונית (כפי שמקובל בארה"ב ובאירופה בהם קיימת מערכת קשר וגיבוי הדדית בין המדינות לשם אספקת חשמל במקרה של תקלות ברשת הארצית), פגיעה ורגישה ביותר לכל תקלה ובפרט בעיות של לחמה, לכן החשיבות המיוחדת המיוחדת להתקנת גנרטורים פרטיים לאספקת חשמל חילופית. ואכן במשך השנים התקינו אלפי צרכנים מקורות אספקת חשמל חילופיים. ראוי גם להזכיר בהזדמנות זו את הצד הכלכלי של הנושא: עלות קוט"ש של אנרגיה בלתי מסופקת היא גבוהה בממוצע פי 25 ממחיר קוט"ש מסופק בהתאם לתעריפים הנוכחיים.

התקנות החדשות

בזמן הקרוב עומדות להתפרסם תקנות חשמל בנושא: (התקנת גנרטורים למתח נמוך), ה'תשמ"ו – 1986. התקנות מתייחסות לגנרטורים המונעים במנועים ראשוניים שונים, ברוב המקרים דיזלים. ולסוגי אספקה שונים לפי הפרוט כדלקמן:

"אספקת אל-פסק" – שיטת אספקת חשמל בה מובטחת רציפות האספקה ללא תלות במצב מקור האספקה הרגיל;

"אספקת חילופית" – אספקת חשמל מגנרטור, כחלופה מלאה או חלקית לאספקה מרשת חברת החשמל בשעת הפסקתה;

"אספקת מקבילה" – אספקת חשמל מגנרטור הפועל בסינכרון עם רשת חברת החשמל;

"אספקת עצמאית" – אספקת חשמל מגנרטור למתקן שאין לו כל קשר חשמלי לרשת חברת החשמל.

התקנות מאפשרות אספקת חשמל חילופית מלאה או חלקית לצרכן מגנרטור וכן עבודה מקבילה של גנרטור הצרכן עם רשת החשמל של חברת החשמל, (תקנה 4). באספקת חשמל חילופית חלקית מושם דגש מיוחד למניעת החזרת המתח לרשת חברת החשמל. בגנרטורים האוטומטיים לאספקת חילופית חייבים להיות 2 שלבים, בלתי תלויים זה מזה המונעים את עבודת הגנרטור במקביל עם הרשת (Interlock). בתקנות מופיעה הקלה המאפשרת לעבוד עם גנרטור לאספקת חילופית לחלק מן המתקן וחלק אחר להזין מרשת חברת החשמל. בנוסף לאמצעים טכניים אלה מוטלת חובה על הצרכן להודיע לחברת החשמל, בעלת הזכויות לאספקת החשמל בשטח, על הימצאות גנרטור, על מנת לאפשר לה לאתר מקור מתח זר ברשת במקרה של תקלה באמצעי הגנה כמפורט לעיל (תקנת משנה 4 ב).

האפשרות של עבודה במקביל עם רשת חברת החשמל נועדה לקדם את נושאי שימור האנרגיה כגון ניצול חום שיורי, ניצול אנרגיית רוח ומים, הקטנת

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

שיאי ביקוש של הצרכן וכיוצא באלה. במקרה של עבודה במקביל קיימת דרישה מפורשת לקבלת אישור מוקדם מחברת החשמל וזאת בנוסף להיות ממושרד האנרגיה והתשתית (תקנת משנה 4 א) כל זאת במטרה לתאם את ההגנות של הגנרטור והרשת ולשם מניעת הפרעות ושיבושים באספקת חשמל לצרכנים אחרים.

במתקנים העובדים במקביל עם הרשת ובמיוחד במתקנים, המופעלים באנרגיית רוח, מושם דגש להגנה בפני פגיעות ברקים (תקנה 6), ובכלל זה דרישה להתקנה בהתאם לתקן הישראלי ת"י 1173 (מערכות הגנה מפני פגיעות ברק למבנים ולמתקנים).

בתקנות אלה נעשו הקלות רבות לגבי השימוש במפסקי מחלף תלת-קוטביים במקום ארבע קוטביים. התקנות מתירות שמוש במפסקים תלת-קוטביים בכל המתקנים, המוגנים בשיטת ה"איפוס" (תקנה 11 ו'), הן מתירות שימוש במפסקי מחלף תלת-קוטביים במתקנים גדולים, המוגנים שלא בשיטת ה"איפוס", כאשר מתקיימים בהם התנאים הבאים:

(1) השנאי של חברת החשמל המזין את המתקן הוא בלעדי למיתקן זה;

(2) חתך המוליך "להארקת השיטה" של הגנרטור לא יהיה קטן מחתך המוליך "להארקת השיטה" של השנאי;

(3) אורכם המינרבי של מוליכי "הארקת השיטה" של השנאי ושל הגנרטור יהיה עד 50 מטר כל אחד;

(4) החתך המזערי של מוליך האפס של הגנרטור יהיה באותו חתך כמו מוליך האפס של השנאי;

(5) מוליכי "הארקת השיטה" של הגנרטור ושל השנאי יהיו נפרדים עד למקום חיבורם אל אלקטרודת ההארקה או אל פס השוואת הפוטנציאלים או אל פס מתכתי, המחובר בשני מקומות לפחות לאלקטרודת הארקה; חיבור כל מוליך הארקה יהיה בהדק נפרד;

(6) במוליכי האפס של השנאי ושל הגנרטור יותקן לפני החיבור הראשון בהם, אבזר המאפשר ניתוק האפס באמצעות כלים בלבד; מיקום האבזר יאפשר גישה נוחה.

שתי התקנות האחרונות נועדו למנוע שריפות
בחדרי גנרטורים.

4. דרישות תקנה 12 מאפשרות הדממה חיצונית של
ערכת הגנרטור האוטומטי בבנין בווער על מנת
להבטיח את בטיחות הכבאים.
5. תקנות 7, 17, 20 מאפשרות עבודה בטוחה בחדר
ערכת הגנרטור, כולל תאורת חרום, מעברים
ומילוי הוראות פקודת הבטיחות בעבודה (נוסח
חדש) — דיני מדינת ישראל נוסח חדש, ה'תש"ל
עמ' 337.

בתקנות הושם דגש מיוחד להשפעת הגנרטורים
על איכות הסביבה, מניעת שריפות ובטיחות בעבודה
בהתאם לפרוט כדלקמן:

1. תקנה 10 מכילה את דרישות התקנות למניעת
מפגעים (רעש בלתי סביר מצידוד בניה) — קובץ
התקנות ה'תשל"ט עמ' 1394.
2. תקנה 23 מגדירה דרישות למניעת דליפות גזים
ונוזלים דליקים או נפיצים לתוך חדר הגנרטור.
3. תקנה 21 מתיחסת לאוורור נאות של ערכת
הגנרטור ושל החדר בו היא מותקנת.



רשומות

קובץ התקנות

4909

(6 במרס 1986)

כ"ה באדר א' ה'תשמ"ו

תקנות הבזק והחשמל

(התקרביות והצטלבויות בין קווי בזק לבין קווי חשמל), ה'תשמ"ו — 1986

קליטה של סימנים, אותות, כתב, צורות
חזותיות, קולות או מידע, באמצעות תיל,
אלחוט, מערכת אופטית או מערכת
אלקטרומגנטיות אחרות.

★ הכלל המנחה בתקנות הוא שהחובה לנקוט
באמצעי הזהירות המפורטים בתקנות
(מרחק, בידוד קו וכד') מוטלת על הצד
המגיע שני למקום. להלן שתי דוגמאות
שיבהירו את הענין:

1. כדי להעביר קו בזק בקרבת קו חשמל
עילי מתח נמוך, הנמצא במקום, על
מתקין קו הבזק מוטלת החובה לנקוט
באמצעים המפורטים בפרק ב' — סימן
א' בתקנות.
2. במקום שיש קו בזק, ומבקשים להתקין
במקום קו חשמל עילי במתח גבוה, על
מתקין קו החשמל מוטלת החובה לנקוט
באמצעים המפורטים בפרק ב' — סימן
ב' בתקנות.

התקנות חלות:

1. על כל המקרים של התקנה חדשה של קו
בזק או של קו חשמל.
2. מקרים אשר בהם קיימים במקום קו
בזק וקו חשמל, אך מבקשים לבצע
שינוי יסודי באחד מהם. במקרים אלה
על המבקש לבצע את השינוי היסודי
(בקו שלו) ועליו מוטלת החובה לנקוט
באמצעי הזהירות המחוייבים לפי
התקנות.

★ ב"ב 6.3.86 פורסמו, בחתימת השרים: אמנון
רובינשטיין — שר התקשורת, ומשה שחל
— שר האנרגיה והתשתית, בתוקף
סמכותם, "תקנות הבזק והחשמל",
(התקרביות והצטלבויות בין קווי בזק לבין
קווי חשמל).

★ תחילתן של התקנות הוא שישה חודשים מיום
פירסומן כלומר החל מיום 6.9.86.

להלן מספר דגשים הקשורים לתקנות:

★ תקנות הבזק והחשמל קובעות לראשונה
כללים בדבר התקרביות והצטלבויות בין
קווי בזק לבין קווי חשמל.

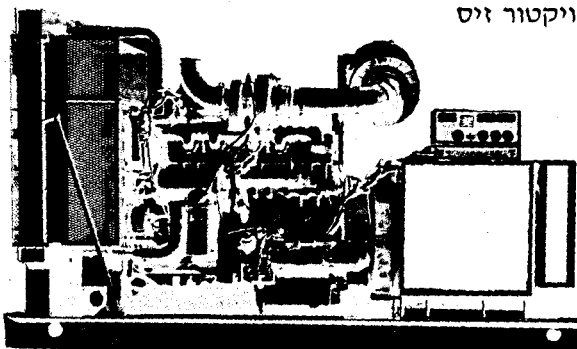
לפני פירסום התקנות היו מקובלים רק
כללים וסדרי עבודה חלקיים בין חברת
החשמל ומשרד התקשורת שהסתמכו על
טיוטה של הצעת חוק מנדטורית (שעסקה
בעיקר בנושא של בניית רשתות הגנה).

★ התקנות עוסקות בהתקרביות והצטלבויות
בין קווי חשמל וקווי בזק באופן כללי, כלומר
התקנות חלות לא רק על קווי חשמל של
חברת החשמל לישראל בע"מ וקווי בזק של
"בזק" החברה הישראלית לתקשורת
בע"מ, אלא על כל קווי חשמל וקווי תקשורת
אף אם הם בבעלות פרטית, בבעלות קיבוץ,
מפעל וכד'.

המסקנה הנ"ל עולה מהגדרה בחוק הבזק
ה'תשמ"ב — 1982 הקובעת כי משמעות
המלה "בזק" היא — שידור, העברה או

גנרטור אוטומטי לאספקה חילופית כהגנה יעילה נגד חוסר מופע במתח גבוה

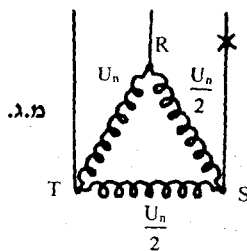
אינג' ויקטור זיס



במקרה של חוסר מופע בקו אספקה לשנאי חלוקה או לשנאי בבעלות הצרכן מתפתח שיבוש רציני באספקת החשמל בצד המתח הנמוך של השנאי. מהות התקלה נראית באיור 1.

איור 1

תאור סכמתי של התפלגות המתחים בין המופעים למוליך "האפס" בעת חוסר מופע ברשת האספקה

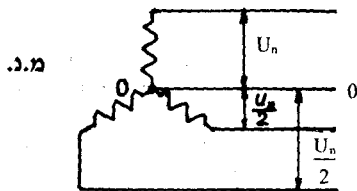
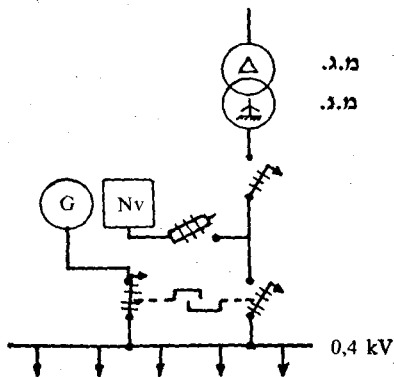


תופעה זו גורמת בשני המקרים לירידה תלולה של ההתנגדות ההגבית של סליל המתנע כתוצאה מהיווצרות חריץ אויר בין החלק הקבוע והחלק הנע של הליבה המגנטית. נתיכי מעגלי הפיקוד, המיועדים להגנה נגד קצרים, אינם יכולים למנוע את שריפת סלילי ההפעלה כתוצאה מעלית הזרם שנגרמה עקב ירידת רמת המתח.

דיזלגנרטור אוטומטי לאספקה חלופית (איור 2) מהווה פתרון נאות לבעיה זו.

איור 2

תאור האספקה החילופית על ידי דיזל גנרטור



מהות התקלה

במצב חוסר מופע S, מקבלים לימפי המתח הגבוה S-T-R-S מחצית מהמתח הנקוב, ולימפוף R-T את המתח המלא דהיינו בצד המתח הנמוך של השנאי יהיה מתח מלא בין מוליך האפס ובין מופע אחד. בין מוליך האפס ושני המופעים הנוותרים יהיו מתחים ברמה של כמחצית מהמתח הנקוב. (הסבר מלא לתופעה זו מופיע במאמר "עיוות המתחים המשניים עקב ניתוק פזה בצד הראשוני של שנאי החלוקה" מאת אינג' נ. פלג, "התקע המצדיע" 4 מאוגוסט 1967.

מצב זה מסוכן במיוחד לסלילי המתנעים שאינם מוגנים נגד תופעה זו היות והמתנע אשר היה במצב מופסק ומחובר למתח בשיעור מוקטן במחצית מהמתח הנקוב, צדך זרם פי 4-5 מהזרם הדרוש להחזקת המתנע במצב מחובר. גם אילו המתנע היה מחובר לזרם מלכתחילה, הרי ירידת המתח תגרום להפסקתו והמצב יהיה זהה לחיבור סליל מתנע מופסק למקור מתח ירוד.

דיזלגנרטור מותקנים חישנים למתח ירוד בשלושת המופעים המפקדים על התנעת הדיזלגנרטור למקרה והמתח בין מופע כלשהיא ובין מוליך האפס יורד לרמה של 85% מהמתח הנקוב.

מיד עם הופעת התקלה מתבצע ניתוק המתקן מרשת האספקה שבה חסר מופע בצד המתח הגבוה ותוך כ-20" עד 30 שניות מתחבר הדיזלגנרטור, הנותן אספקה חילופית סדירה. מובן מאליי שאם החזרת אספקת החשמל לתיקנה מתחבר המתקן חזרה באופן אוטומטי והדיזלגנרטור מודמם.

משאבות חום לקירור/לחימום חדריים ולחימום מים

אינג' בנימין כהן, אינג' סימינה מרקו

מאמר זה דן בהיבטים שונים הקשורים ביישום משאבות חום לחימום/קירור מבנים ולחימום מים. המאמר סוקר סוגים שונים של משאבות חום ואת אופן יישומן בארץ ומתרכז בעיקר ביחידות קטנות, יחסית, שהספקן החשמלי הוא עד 10 קו"ט.

בסופו של דבר להתרחבות השימוש במשאבות חום להסקה ולחימום מים וזאת בנוסף לשימושים המקובלים לקירור/הקפאת מזון ולקירור חדריים. אולם, אין לראות במשאבות החום מעין "תרופת פלא" לכל בעיות ההסקה וחימום המים. קיימים עדיין ספקות לגבי הכדאיות הכלכלית ביישום המוני של משאבות חום, זאת בעיקר בשל מחירן הגבוה וזמן החזר ההשקעה הארוך יחסית.

מיון משאבות חום

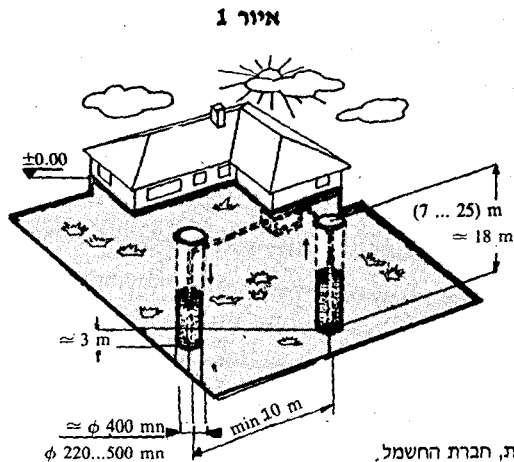
מיון משאבות חום נעשה בהתאם לסוג התנוד (Medium) החיצוני המוסר/הקולט חום ובהתאם לסוג התנוד הפנימי הקולט/המוסר את החום.

סוגי התנוד שניתן לשאוב מהם אנרגיה

● **אוויר:** ניתן לנצל את האוויר כמקור חום בכל מקום ובכמות בלתי נדלית. גם בטמפרטורת אוויר נמוכה מאד קיימת עדיין כמות גדולה של אנרגיה באוויר, אך האמצעים הטכנולוגיים הנוכחיים אינם מאפשרים עדיין הפקת אנרגיה מאוויר בטמפרטורה נמוכה מאד. משאבות החום לניצול אנרגיה מהאוויר הן הנפוצות ביותר.

● מי תהום, מי נהרות

באזור 1 מובא תאור עקרוני של משאבת חום המפיקה חום ממיתתהום



אינג' ב. כהן, אינג' ס. מרקו - המחלקה לייעול הצריכה, אגף הרכנות, חברת החשמל.

מבוא

בעקבות משבר האנרגיה העולמי אשר פרץ ב-1973, נרתמו רוב המדינות בעולם לחיפוש אחר מקורות אנרגיה חילופיים, בד בבד עם כך נקטו צעדים לייעול ולחיסכון בצריכת האנרגיה. אחת הדרכים להשגת חיסכון באנרגיה היא שימוש באנרגיה הטמונה באויר החופשי, במים ובקרקע כאשר האמצעי הטכני המשמש לשאיבת אנרגיה חופשית זו הוא "משאבת חום".

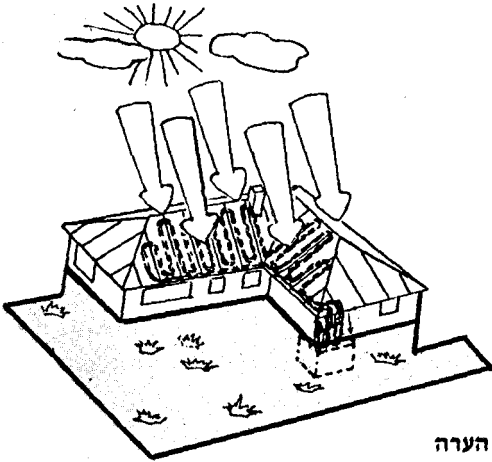
משאבות החום המוכרות לכולם משמשות הן לקירור/הקפאת מזון (מקררים; מקפיאים, חדרי קירור) והן לקירור אוויר במבנים - (מזגני אוויר ביתיים שהספקן החשמלי עד 3,500 ואט ומערכות מיוזג אוויר מרכזיות שהספקן החשמלי יכול להגיע למאות קילוואט).

מערכות מיוזג אוויר מרכזיות גדולות מותקנות, בדרך כלל, במבני ציבור, במבני משרדים וכו'. מערכות אלה פועלות בדרך כלל במחזור קירור בלבד; החימום בחורף נעשה תוך שריפת דלק או תוך הפעלת גופי חימום חשמליים. אולם, משאבות חום יכולות לעבוד גם במחזור חימום. מזגני אוויר ביתיים ומערכות מיוזג אוויר מרכזיות קטנות שהספקן החשמלי הוא עד 10 קו"ט יכולים לפעול הן במחזור קירור, והן במחזור חימום.

במחזור החימום מתבצעת שאיבת חום מתנוד (Medium) אחד והעברתו לתנוד שני לצורך חימום מים או אוויר. במחזור החימום מושקעת אנרגיה (בדרך כלל אנרגיה חשמלית) ומופקת אנרגיה (חום) בכמות העולה על כמות האנרגיה המושקעת בתהליך וזאת הודות ל"שאיבת" האנרגיה החופשית באמצעות משאבת החום. מעובדה זו נובע החיסכון הבולט בהוצאות האנרגיה הנצרכת בהשוואה לאמצעי חימום אחרים. על אף יתרון זה של משאבת החום, לא זכתה שיטת החימום באמצעות משאבות חום לפופולריות מיוחדת עד למשבר האנרגיה ב-1973, זאת בשל המחיר הנמוך, יחסית, של הדלקים באותה תקופה מחד גיסא, ומחיר גבוה, יחסית של משאבות החום ובעיות טכניות בהפעלתן, מאידך גיסא.

לאחר העליה החדה במחירי הדלקים והמחסור שנוצר בדלקים, עלתה הכדאיות הכלכלית של יישום משאבות חום חשמליות להסקה ולחימום מים וכתוצאה מכך הוגברו המחקר והפיתוח לשם שיפור יעילותן ואמינותן והוזל מחירי ייצורן. כל אלה הביאו

איור 3



הערה

שטחים בית מחומם S
שטח קולטים כ-1.2

● אנרגיה סולארית:

באיור 3 מובא תאור עקרוני של מערכת משאבת חום המפיקה חום מאנרגיה סולארית. בשיטה זו נקלטת האנרגיה הסולארית בקולטי שמש ומועברת לנוזל עבודה המסוחר בצנרת הקולטים ודרך משאבת החום, בדומה למערכות הסולאריות לחימום מים הנפוצות בארץ, במתקן זה יש צורך בהתקנת מערכת חימום אלטרנטיבית בעלת מערכת פיקוד אוטומטית לצורך גיבוי החימום כאשר האנרגיה הסולארית איננה יעילה די הצורך בימים מעוננים. מערכת מסוג זה מורכבת יותר בגלל הצורך באגירת האנרגיה שנקלטה במשך היום. בנוסף לכך יש צורך בשטח קולטים גדול יחסית לשם הבטחת תפוקת חום מתאימה.

סוגי התווך אליהם נמסרת האנרגיה השאובה

אוויר ומים הם סוגי התווך העיקריים אליהם נמסרת האנרגיה השאובה על ידי משאבות חום.

הסוגים הנפוצים ביותר של משאבות חום

משאבות החום הנפוצות ביותר מבין הסוגים שהזכרנו לעיל הן מסוג אויר-אוויר ואויר-מים.

● משאבות חום - אויר-אוויר

במערכות מסוג זה, האוויר הממוזג (חם או קר) מועבר לחלל הממוזג ישירות או דרך תעלה/תעלות לפיזור אויר.

● משאבות חום - אויר-מים

במערכות מסוג זה, המים החמים/קרים מסוחרים בצנרת תת-רצפתית או עילית דרך יחידות מפוח-נחשון (Fan-Coil Units).

ביחידות מפוח-נחשון האוויר שבחדר נשאב על-ידי המפוח, מתחמם ומתקרר סביב הנחשון שבו זורמים המים החמים/הקרים ומוחזר לחדר.

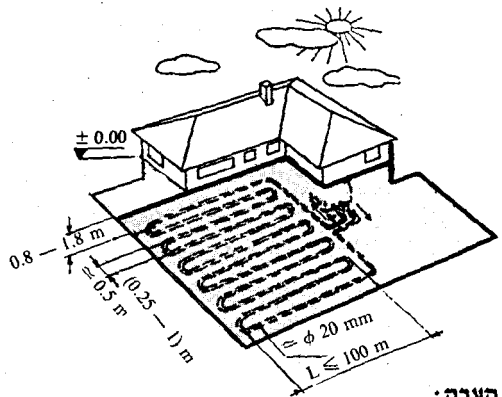
על מנת להפיק חום ממי תהום באמצעות משאבת חום מתאימה, יש לבצע שני קידוחים עד למקור המים. מקידוח אחד נשאבים מים בצניור אל משאבת החום. באמצעות משאבת החום, נשאבת האנרגיה מהמים ואלה מוחזרים למאגר מי התהום דרך הקידוח השני כשטמפרטורת המים נמוכה בכ-5.5°C. היתרונות העיקריים בשיטה זו הם בכך שטמפרטורת המים איננה משתנה בתחום רחב וכמות האנרגיה האגורה במי תהום גבוהה בהרבה מזו האגורה באוויר באותו נפח ובאותה טמפרטורה. יישום משאבות חום מסוג זה מוגבל למקומות בהם קיימים מקורות מים מתאימים ובתנאים גיאולוגיים המאפשרים קידוחים קלים. ישנה חשיבות רבה ל"טיוב" מי התהום (מים קורזיביים אינם שימושיים). המיגבלות השונות מגדילות את העלות ההתחלתית של המערכת ומצמצמות את כדאיותה.

● קרקע:

באיור 2 מובא תאור עקרוני של מערכת משאבת חום המפיקה חום מהקרקע.

בשיטה זו יש צורך בחפירת משטח גדול (פי 2 עד 3 מהשטח הממוזג בדירה) בשטח החפירה מניחים צינור, המשמש מחליף חום ובו מזרימים מים המכילים חומר נגד הקפאה. המים קולטים חום מהקרקע, האנרגיה נשאבת על ידי משאבת החום ונמסרת למערכת החימום. יתרונותיה של מערכת זו דומים לאלה של מערכת שאיבת חום ממי תהום אך בנוסף לכך ניתן ליישמה כמעט בכל מקום. במידה וקימת בעיה של שטח ניתן להתקין את צינור מחליף החום בצורה אנכית. חסרונות השיטה מתבטאים בצורך בשטח גדול יחסית להנחת צנרת המים של מחליף החום ובחוסר אפשרות ליישם את השיטה בשטח סלעי. כמו כן קיימת בעיה הקשורה בהתקררות יתר של הקרקע, אשר עלולה לגרום, לדעת מומחים, לפגיעה בצמחיה או בגידולים חקלאיים.

איור 2



הערה:

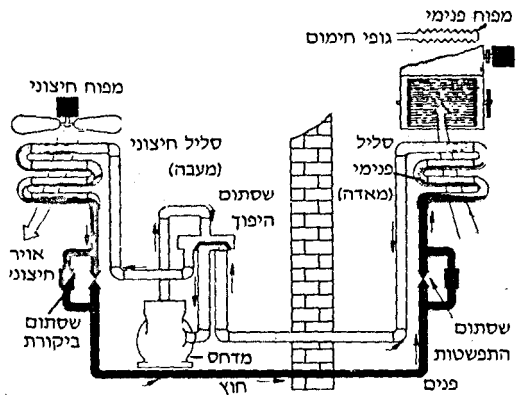
שטח בית מחומם S
שטח אדמה נחוץ למחליף החום כ-25-35

עקרון הפעולה של משאבות החום

תאור מפורט של עקרון הפעולה של משאבת חום הובא במאמרו של אינגי א. מובשוביץ ("התקע המצדיע" - 28 דצמבר 1982). נזכיר רק שבאמצעות משאבת חום ניתן להעביר אנרגיה (חום) הנמצאת בתווך מסויים לתווך אחר. משאבת חום יכולה לעבוד במחזורים שונים - מחזור קירור או מחזור חימום - בהתאם ליעודה. כך למשל, משאבת חום יכולה לשמש למיזוג אויר (קירור ו/או חימום). על מנת להבהיר את השוני שבפעולת משאבת חום בשני המחזורים, נתאר את הפעולה של משאבת חום מפוצלת מסוג אויר-אויר (ראה איורים 4, 5).

איור 4

פעולת משאבת החום במחזור קירור



← כיוון הזרימה של הקרר

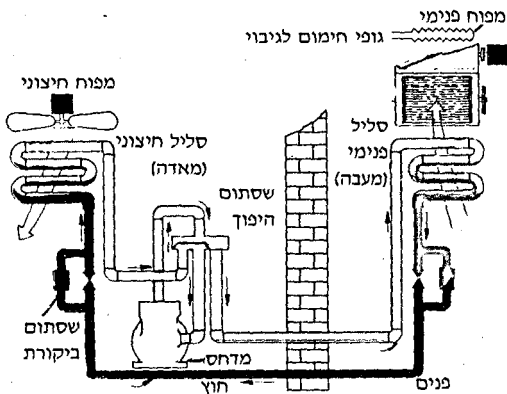
כאשר משאבת חום פועלת במחזור קירור (איור 4) היא שואבת את החום שבאוויר החדר על ידי הזרמתו בחזקה על פני סליל (מחליף חום) שבו זורם קרר (Refrigerant) במצב נוזלי. חום האוויר משמש לאידוי הקרר ומכאן שם הסליל - מאדה (Evaporator). הקרר, במצב גז, נדחס על ידי מנוע-מדחס ומזורם לסליל (מחליף חום) חיצוני. מפוח חיצוני מזרים בחזקה אויר על פני הסליל החיצוני. על ידי כך מוצאת אנרגיה מגז הקירור וזה משנה את מצב הצבירה שלו לנוזל, ומכאן שם הסליל החיצוני - מעבה (Condenser). תהליך זה נמשך וחוזר חלילה. הפעלת משאבת החום הנ"ל במחזור חימום מתאפשרת על ידי היפוך כיוון זרימת הקרר במערכת (ראה איור 5).

הדבר נעשה על ידי שינוי מצב של "שסתום היפוך" (Reversing Valve).

במצב זה הקרר הנמצא במצב נוזלי, מזורם דרך הסליל החיצוני בו הוא קולט חום מהאוויר החיצוני ומשנה את מצב הצבירה שלו לגז; הסליל החיצוני שינה את תפקידו למאדה. הגז נדחס ע"י מנוע-מדחס, מתחמם כתוצאה מהדחיסה ומזורם דרך הסליל הפנימי. המפוח הפנימי מזרים אויר מהחדר על פני הסליל; הגז מוסר אנרגיה לאוויר הפנימי ומשנה את מצב הצבירה שלו לנוזל. הסליל הפנימי שינה את

איור 5

פעולת משאבת החום במחזור חימום



← כיוון הזרימה של הקרר

תפקידו למעבה. הקרר, במצב נוזל, מוחזר למאדה וחוזר חלילה.

נדגיש שבמחזור החימום נמסרה לאוויר הפנימי כמות חום המורכבת מחום שנשאב מהאוויר החיצוני (לצורך אידוי נוזל הקירור) ומחום שנוצר בגז הקירור כתוצאה מדחיסתו.

פעולת משאבת חום במחזור חימום אפשרית גם בטמפרטורה נמוכה של האוויר החיצוני אך, כאשר הטמפרטורה יורדת מתחת ל- 6°C - מתחיל תהליך של הצטברות קרח על המאדה של משאבת החום, דבר הגורם לירידת יעילות המשאבה. קיימים מספר אמצעים טכניים להפשרת הקרח שהצטבר על המאדה (כגון: הפעלה זמנית של משאבת החום במחזור קירור, הפעלת גוף חימום חשמלי בקירבת המאדה, הזרקת אויר חם על המאדה וכו'), אך אלה מעלים בדרך כלל את מחיר המערכת. היצרנים נוהגים לציין את הטמפרטורה המינימלית של האוויר שמתחתיה משאבת החום מאבדת את יעילותה במחזור החימום.

מדדים להערכת יכולת הביצוע והיעילות של משאבות חום

על מנת לאמוד את יעילותן ואת יכולת הביצוע של משאבות חום, נהוג להשתמש, בספרות המקצועית, במספר מדדים המוגדרים להלן:

— **תפוקה** - Capacity (Q): כמות האנרגיה שמערכת יכולה להוסיף או להוציא מחלל ממוזג ביחידת זמן (Btu/hr).

— **הספק מבוא** - Energy input (E): כמות האנרגיה ליחידת זמן המושקעת במערכת משאבת החום (W).

— **ערך היעילות האנרגטית** -

Energy Efficiency Ratio (EER): היחס בין כמות האנרגיה המסולקת מחלל ממוזג לבין כמות האנרגיה המושקעת במשאבת החום (Btu/Wh).

— מקדם הביצוע —

Coefficient of Performance (COP):
היחס בין כמות האנרגיה המסופקת לחלל (תווך) המחומם ביחידת זמן לבין כמות האנרגיה המושקעת במשאבת חום ביחידת זמן (W/W).

— ערך יעילות אנרגטית עונתי

Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER):
היחס בין סך כל האנרגיה המסולקת (Btu) במשך תקופת הקירור לבין סך כל האנרגיה המושקעת במשאבת החום (Wh) במשך אותה תקופה (Btu/Wh).

— מקדם ביצוע עונתי בחימום

Heating Seasonal Performance Factor (HSPF):
היחס בין סך כל האנרגיה המסופקת לחלל (תווך) המחומם במשך עונת החימום לבין סך כל האנרגיה המושקעת במשאבת החום במערכת החימום (W/W או Btu/Wh).

משאבות חום לחימום מים
להלן נתונים כלליים על משאבות חום לחימום מים מתוצרת מקומית. הנתונים מבוססים על פרסומים טכניים של יצרני משאבות החום.

● משאבות חום הבנויות כיחידה אחת עם דוד לאגירת מים בנפח 120 או 200 ליטר

ההספק החשמלי של משאבות חום אלה נע בין 270 ל-650 ואט. משאבות אלה יכולות להעלות את טמפרטורת המים בכ- 40°C בכמות שבין כ-200 עד 800 ליטר ליממה (בהתאם להספק משאבת החום), וזאת כאשר טמפרטורת האוויר היא כ- 20°C והלחות היחסית של האוויר כ-70%. בכל יחידה כזו מותקן בחלק העליון של הדוד, גוף חימום חשמלי בהספק 1500 ואט או 2000 ואט המופעל לצורך גיבוי בטמפרטורת אוויר נמוכה. משאבות חום אלה יכולות לפעול ביעילות רק כאשר טמפרטורת האוויר החיצוני היא מעל ל- 6°C —5.

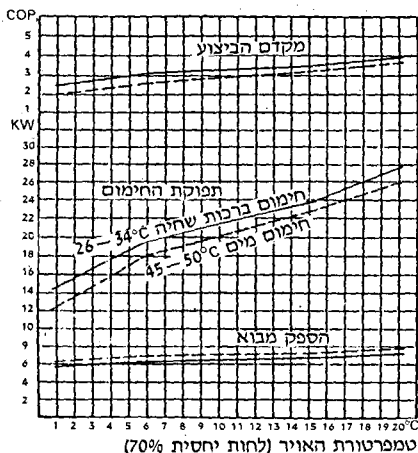
● משאבות חום המתחברות לדוד אגירה חיצוני

ההספק החשמלי של משאבות חום אלה נע בין 1000 ואט ל-6000 ואט. משאבות חום אלה יכולות להעלות בכ- 40°C את טמפרטורת המים בכמות שבין כ-600 עד 6000 ליטר ליממה (בהתאם להספק משאבת החום), כאשר טמפרטורת האוויר היא כ- 20°C והלחות היחסית של האוויר כ-70%. בחלק ממשאבות החום שהוזכרו, קיימת מערכת פיקוד המפסיקה את פעולת משאבת החום כאשר טמפרטורת החוץ יורדת מתחת ל- 6°C . במקרה זה יש צורך במקור אנרגיה חלופי לחימום המים. במשאבות חום אחרות קיים סידור של הפשרה אוטומטית לסילוק קרח שהצטבר על סוללת המאדה ובכך מתאפשרת פעולת משאבת החום גם בטמפרטורת אוויר הנמוכה מ- 6°C . נציין שמספר משאבות חום מסוג זה הותקנו בבתיים משותפים שבהם היתה קיימת מערכת חימום מים מרכזית בחשמל או בסולר.

יכולת הביצוע והיעילות של משאבות חום משתנות בהתאם לטמפרטורת התווך שממנו נשאב החום ולטמפרטורת התווך שאליו נמסר החום. כאשר התווך הוא אוויר תלויים ערכי המדדים גם בלחות היחסית של האוויר. לכן ציון תפוקת משאבת החום ויעילותה, על ידי היצרנים, נעשה תוך ציון ערכי הטמפרטורה (והלחות היחסית, כאשר התווך הוא אוויר) של התווך הפנימי ושל התווך החיצוני. נדגיש שהגדרות של מקדם הביצוע (COP) ומקדם ביצוע עונתי בחימום (HSPF) מתייחסות למשאבות חום הפועלות במחזור חימום.

ירידת טמפרטורת האוויר החיצוני גורמת לירידה בתפוקת החום של המשאבה ולהקטנת מקדם הביצוע בהתאם. על מנת לספק את דרישת החימום של התווך הספציפי, יש צורך לעיתים בהפעלת מערכת חימום נוספת (גיבוי) להשלמת כמות האנרגיה החסרה. מערכת העזר לחימום פועלת על חשמל, על גז, או על סולר ומופעלת בדרך כלל באופן אוטומטי על ידי פיקוד תרמוסטטי. בעת תיכנון מערכת חימום באמצעות משאבת חום, חשוב לתת את הדעת על מבנה ועל גודל מתקן הגיבוי. כך למשל, באיזורי אקלים בהם מספר ימי הקרה קטן, עדיף להשתמש במשאבת חום בעלת הספק המתאים לתנאים השוררים רוב ימות החורף ולהתקין מערכת גיבוי אשר תופעל בימי הקרה בלבד. פתרון זה עדיף על שימוש במשאבת חום בעלת הספק גבוה יותר אשר תוכל לספק את דרישות החימום גם בימי הקרה, מקדם הביצוע העונתי בחימום (HSPF) אשר הוזכר לעיל בא לתת ביטוי ליעילות הממוצעת של מערכת החימום (משאבת חום גיבוי) במשך כל עונת החימום.

איור 6



יישום משאבות חום לחימום מים ולמיזוג אוויר (חימום/קירור) בישראל

בישראל נעשו ונעשות פעולות במישרים שונים, הקשורות בעיקר ביישום משאבות חום לשימוש ביתי, אך גם לשימושים נוספים. בהמשך נסקור חלק מתחומי היישום והפעולות השונים שנעשו עד כה.

● משאבות חום לחימום מים בברכות שחיה

משאבות חום מסוג זה משמשות לחימום מים בברכות שחיה ובאות לעיתים קרובות להחליף מערכות חימום בסולר.

מקדם הביצוע של משאבות חום אלה גבוה יותר מזה של משאבות חום המשמשות לחימום מים סניטאריים או להסקה, הואיל וחימום המים של ברכות שחיה נעשה עד לטמפרטורה הנמוכה מזו של מים חמים לסניטציה או להסקה.

באיור 6 מובאות עקומות המתארות את השתנות הספק הכניסה, תפוקת החימום ומקדם הביצוע של משאבת חום לחימום מים בהתאם לטמפרטורת האויר החיצוני והלחות היחסית של האויר - 70%.

משאבות חום למיזוג אויר (קירור/חימום)

● כפי שכבר הוזכר בתחילת המאמר, מערכות מיזוג אויר מרכזיות קטנות שהספקן החשמלי הוא עד 10 קו"ט, יכולות לפעול כמשאבות חום הן במחזור הקירור והן במחזור החימום. מערכות מסוג זה ניתנות ליישום במבני משרדים ובמבנים מסחריים קטנים, בבתים חד-משפחתיים ובבניינים רבי דירות כאמצעי מיזוג אויר חד-דירתי. נקדים ונציין שיישום משאבות חום מרכזיות במבני מגורים ובמיוחד במבני מגורים רבי דירות, אינו נפוץ. זאת, בעיקר, בשל מחירן הגבוה של מערכות מסוג זה. לעומת זאת, קיימת עליה במספר מזגני אויר לחדרים, המותקנים בארץ והמשמשים הן לקירור והן לחימום.

● נביא כאן לידיעת הקורא, שנערכו בעבר ועדיין נערכות בדיקות יישום משאבות חום חד-דירתיות מרכזיות המיועדות להסקה בלבד בדירות, בירוש"לים. הבדיקות נערכו בהזמנת משרד הבינוי והשיכון, על ידי המעבדה הישראלית לפיסיקה של משרד המסחר והתעשייה. עד כה נבדקו מספר משאבות חום פרי פיתוח ישראלי ומשאבות חום מתוצרת חו"ל. משאבות החום שנבחנו הם מסוג אויר-אויר ואויר-מים. הנטיה כיום היא לאמץ יישום שיטת הסקה באמצעות משאבות חום מסוג אויר-מים, למרות מחירן הגבוה יותר לעומת משאבות חום מסוג אויר-אויר. קיים יתרון חשוב נוסף למשאבת חום אויר-מים בכך שניתן להפעיל את המערכת בצורה גמישה יותר כאשר קיימת דרישת חימום חלקית. אספקת מים חמים במערכת נעשית ממיכל אגירה ועל ידי כך קטן מספר ההתנגעות וההפסקות של משאבת החום. על מנת להסביר באופן כללי את אופן הפעולה של משאבת חום חד-דירתית מרכזית בחרנו להביא דוגמא של אחת ממשאבות החום שנבדקו במסגרת הנייל. באיור 7 מובא תאור עקרוני של המערכת.

להלן תאור אופן הפעולה של המערכת

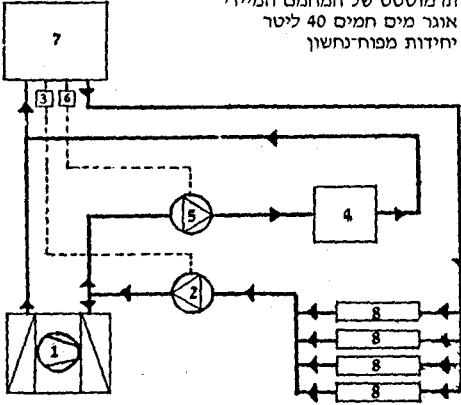
עם הפעלת המערכת נכנסים לפעולה הן משאבת החום (1) והן מחמם המים המיידית על גז (4). שתי משאבות שחרור (2), (5), מסחררות את המים מהאוגר (7) לצנרת החלוקה של יחידות מפוח-נחשון (8) דרך משאבת החום והמחמם המיידית. מטרת ההפעלה של המחמם המיידית, בשלב זה, היא לסייע בזירוז החימום של המים באוגר ובכך לאפשר לצרכן

איור 7

משאבת חום להסקה עם גיבוי על גז

מקרא:

1. משאבת חום אויר-מים - 2.5 קו"ט
2. משאבת שחרור של משאבת החום
3. תרמוסטט של משאבת החום
4. מחמם מים מיידית על גז
5. משאבת שחרור של המחמם המיידית
6. תרמוסטט של המחמם המיידית
7. אוגר מים חמים 40 ליטר
8. יחידות מפוח-נחשון



להרגיש את החימום מהר ככל האפשר. כאשר טמפרטורת המים באוגר מגיעה ל- 46°C , מופסקת פעולת משאבת השחרור על ידי תרמוסטט (6) וכן מופסקת פעולת המחמם המיידית. משאבת החום ממשיכה לחמם את המים באוגר עד לטמפרטורה של 48°C , ואז התרמוסטט (3) מספיק את פעולתה. כאשר טמפרטורת המים באוגר יורדת ל- 41°C מופעלת משאבת החום בלבד ללא המחמם המיידית. משאבת החום ממשיכה לפעול בתחום $41^{\circ}\text{C} - 48^{\circ}\text{C}$. כאשר טמפרטורת המים באוגר יורדת, ל- 39°C , דבר המעיד על כך שאין משאבת החום מסוגלת לספק את כמות האנרגיה הדרושה בגלל תנאי טמפרטורה חיצונית קשים (או בגלל תקלה), מופעל אוטומטית המחמם המיידית על ידי תרמוסטט (6) עד שטמפרטורת המים עולה ל- 46°C ואז מופסק המחמם המיידית כפי שהוסבר לעיל וחוזר חלילה.

משאבות חום לשימושים משולבים

משאבת חום הפועלת במחזור חימום, פולטת אויר קר. ניתן לנצל אויר קר זה כ"מוצר לוואי" לקירור חדר או אולם. באופן דומה ניתן לנצל את האויר החם הנפלט ממשאבות חום הפועלות במחזור קירור לחימום מים או אויר, אם קיימת דרישה כזו במתקן.

להלן מספר דוגמאות:

- באחד ממרכזי הספורט בארץ הותקנה משאבת חום לחימום מים למקלחות. האויר הקר הנפלט בתהליך החימום מנוצל לקירור האויר באולם כושר.
- במטבחים מרכזיים מסויימים מופעלות משאבות חום השואבות חום מהאוגר החם והלח הנפלט בבישול. יישום זה מאפשר לקבל מים חמים הנוצרים לשימושים שונים במטבח והן לצינון ולאקלת עומס החום השורר במטבח.

● קיימות משאבות חום ביתיות משולבות המאפשרות קירור אויר וברזמנית חימום מים בבריכת שחיה. משאבות חום אחרות מאפשרות הן חימום חדרים והם חימום מים סניטאריים או חימום בריכת שחיה כאשר מערכת פיקוד אוטומטי מווסתת את פעולת המשאבה בהתאם לפונקציות השונות הנדרשות.

סיכום

ברוב המדינות בעולם וישראל בתוכן, קיימת מודעות לפוטנציאל החיסכון באנרגיה כתוצאה מיישום משאבות חום לחימום. אולם לא כל המדינות סבורות שהדבר כדאי מבחינה כלכלית בארצן. כך למשל, בארה"ב הולך ומתרחב השימוש במשאבות חום לחימום חדרים בבתי מגורים אך הדבר נובע לפי הערכתנו, בעיקר, מהעובדה שמשאבות חום לקירור חדרים נפוצות ממילא, הודות לרמת החיים הגבוהה יחסית הקיימת שם. לכן, "מתבקש" השימוש במשאבת חום הן לקירור והן לחימום. בארצות אחרות השימוש במשאבות חום להסקה בלבד איננו כדאי, בדרך כלל, אלא אם כן הגורמים הממשלתיים מעוניינים בהרחבת השימוש ומעודדים את השימוש על ידי מתן הקלות במיסוי או במתן מענקים.

נראה לנו שיישום של משאבות חום בארץ, להסקה בלבד עלול להיות לא כדאי מבחינה כלכלית ומבחינה תפעולית וזאת בשל הסיבות העיקריות הבאות:

— מספר שעות הפעלת ההסקה מועט יחסית כמקובל בקרב הצרכנים בארץ, (בהשוואה עם שעות ההפעלה המקובלות בחו"ל) מאריך באופן משמעותי ביותר את זמן החזר ההשקעה במערכת.

— מודעות נמוכה, בקרב הציבור הרחב, לחשיבות האחזקה המונעת הדרושה למניעת תקלות במערכת ולהבטחת פעולה תקינה וחסכונית. הוצאות כספיות הכרוכות באחזקת המערכת ובמיוחד בתיקונה לאחר תקלה, עלולות להוות מעמסה כבדה על הצרכן הממוצע ובמקרים מסויימים אף להביא להשבתת המערכת ולהפעלת אמצעי חימום חלופיים.

בישראל קיים עדיין שדה נרחב של מחקר ופיתוח להתאמת משאבות חום לצרכים, להרגלי השימוש ולמגבלות הכלכליות של הצרכן הישראלי. תחום נוסף הראוי לבדיקה קשור בשאיבת חום ממים חמים המסולקים לאחר שימושים ביתיים שונים כגון רחיצה, כביסה, הדחת כלים וכו'. תחום זה ידוע בעולם כ- Waste Heat Recovery.

סביר להניח שכדאיות השימוש במשאבות חום למטרות שונות תלך ותגדל בד בבד עם המשך שיפור אמינותן ויעילותן כתוצאה ממחקר ומפיתוח מתאימים ולאחר הקטנת מחיר לצרכן.

מחקר תעו"ז — לבדיקת האפשרות להרחבת מעגל הצרכנים בתעריף זה

נתן צור

יחסית לשינויים בצריכה, ולכן שינוי בצריכה ואפילו הקטן ביותר — עשוי להיות משמעותי מבחינת כלל המערכת, והתועלת שתצמח מכך עשויה להיות גדולה מהעלות המושקעת בהפעלת התעריף. החלת התעו"ז כמסבד לעיל מחייבת לשינוי במערך התעריפים החל כיום על הצרכנים האחרים (כ-1.3 מליוני צרכנים) הצורכים את 50% הנותרים מכלל צריכת החשמל. מאחר ולא יתכן שמערכת התעריפים תהיה בנויה על שתי קונספציות.

כדי לקבוע את מערכת התעריפים החדשה לגבי יתרת הצרכנות וכדי להפוך את כדאיות הכנסת צרכנים נוספים לתעו"ז יש להרחיב את המידע הקיים כיום בחברה לגבי צרכנות זו.

השלמת המידע הדרוש כולל את עקומות העומס האופייניות לקבוצות צרכנים שונות, גמישויות הביקוש ונתונים כלכליים נוספים.

לצורך קבלת מידע זה וכדי לחת תשובות, בין היתר בדבר כדאיות חשיפה נוספת של צרכנים לתעו"ז, נדרש מחקר בו יאספו יעובדו וינתחו הנתונים הדרושים.

מחקר זה, אשר יהיה מבוסס על ניתוח ההתנהגות החשמלית של צרכנים כפונקציה של משתנים כלכליים, ימשך כ-5 שנים שבסופו תקבע מדיניות תעריפית חדשה.

תעריף לפי עומס זומן הצריכה (תעו"ז) מבוסס על העלויות לייצור והעברת אנרגיה חשמלית. עלויות אלו גבוהות בזמנים בהם הביקוש גבוה ויורדות בזמנים בהם הביקוש נמוך. מחיר משתנה של אנרגיה חשמלית כהתאם לעלויות יצור החשמל, עשוי לאותת לצרכן לשנות את הרגלי צריכת החשמל שלו.

העברת צריכה משעות שיא לשעות שפל תוזיל את השימוש בחשמל לצרכן ותשפר את ניצול מערכות החשמל, לרבות השימוש בדלק, בטווח המייד. בטווח הארוך ניתן יהיה להקטין את ההשקעות ההוניות במערכות השונות.

תופעה כזו יש לה סיכוי רב להתרחב עקב הפעלת תעריפי עומס זומן (תעו"ז) שיתרמו לשיפור הצדק התעריפי בין צרכני החשמל, לשיפור בהקצאת המשאבים במשק ובפרט משאבי האנרגיה שלו. מאז אפריל 1983 הוחל בהדרגה תעו"ז מחייב על כ-1000 מהצרכנים הגדולים ביותר אשר צריכת החשמל שלהם מסתכמת בכ-50% מכלל צריכת החשמל בישראל.

ההחלטה להפעיל את התעו"ז על 1000 הצרכנים הנ"ל מתבססת על ההנחה שהם בעלי פוטנציאל גדול

נ. צור — סגן מנהל המחלקה לסטטיסטיקה וחקר שווקים, אגף מערכות מידע ומחשבים, חברת החשמל.

חשמל מהרוח

100 הימים הראשונים להפעלת טורבינת הרוח של חברת החשמל

ד"ר אלי ברדב

ב-7 בינואר 1986 יצאה, לפנות בוקר, לכיוון הרי יודפת (ממש מול המבצר העתיק) שבגליל, שיירת מכוניות קטנה, להקים את טורבינת הרוח הראשונה של חברת החשמל.

הקמתה של טורבינת רוח זו היוותה את השלב המעשי של מחקר* בנושא ניצול אנרגיית הרוח, שערך 5 שנים ובוצע על ידי אגף מחקר ופיתוח בחברת החשמל. (ההובלה וההקמה הם מבצע משולב ומורכב ביותר שבוצע כולו על ידי עובדי החברה).

טורבינת רוח זו משמשת כפרויקט חלוץ לחווה של טורבינות רוח אשר הקמתם מתוכננת בעתיד ברכס זה (בהספק כולל של כ-20 מגווי"ט). רעיון ניצול אנרגיית הרוח הינו עתיק יומין. טורבינות רוח משמשות זה מאות בשנים לשאיבת מים, סיבוב אבני ריחיים ועוד. המחקר המודרני "עטף" את הרעיון העתיק בטכנולוגיות חדישות ומתוחכמות:

- להביי הטורבינה הם בעלי תכנון אוירודינמי מתקדם ביותר, הכולל שימוש בחומרים מורכבים.
- מערכת הפיקוח, הבקרה ואיסוף הנתונים נעשית באמצעות מיקרו-מחשבים רבי עוצמה. המאפשרים תפעול אוטומטי ועצמאי לחלוטין.
- שימוש בטכנולוגיות אלה מאפשר ניצול מקסימלי של הפוטנציאל האנרגטי הטמון ברוח.

המחקר המקדים

עם פרוץ משבר האנרגיה ב-1974 הוכפל מחיר חבית נפט מ-4.5 ל-10 דולר. פרופסור יהודה נאות מהטכניון בחיפה צפה משברים נוספים אשר יכפילו שוב את מחיר הנפט ויהפכו את השימוש במקורות אנרגיה מתחדשים לכדאי מבחינה כלכלית (ואכן ב-1977 הגיעה מחירה של חבית נפט לכ-30 דולר). הבחירה נפלה על אנרגיית הרוח (צפיפות האנרגיה גדולה פי 4 מזו של אנרגיית השמש). ב-1976 הגיש המחבר את עבודת המגיסטר בנושא לטכניון (בהנחייתו של פרופסור נאות). אגף מחקר ופיתוח של חברת החשמל גילה עניין בניצול אנרגיית הרוח להפקת חשמל ולפרויקט ניתן "אור ירוק" כדי לגשת למחקרים ובדיקות לקראת ביצוע מעשי.

בחירת המיקום

אחד הגורמים הקריטיים בנושא טורבינות רוח היא בחירת המיקום. לצורך זה נעשו סקרים מקיפים שנמשכו מספר שנים. בסקרים נבדקו אתרים שונים על תדירות הרוחות בהם, עוצמתן וכיווןן. בשיתוף עם

* דאה מאמר בנושא - "החקע המצדיע" מס' 27, אפריל 1982.

ד"ר א. ברדב - מחלקת מחקר ופיתוח אנליטי, אגף מחקר ופיתוח, חברת החשמל.



משרד האנרגיה והתשתית נערך סקר מקיף בגליל ונערכו מדידות רוח בגובה של 10 מטר ב-12 אתרים שונים.

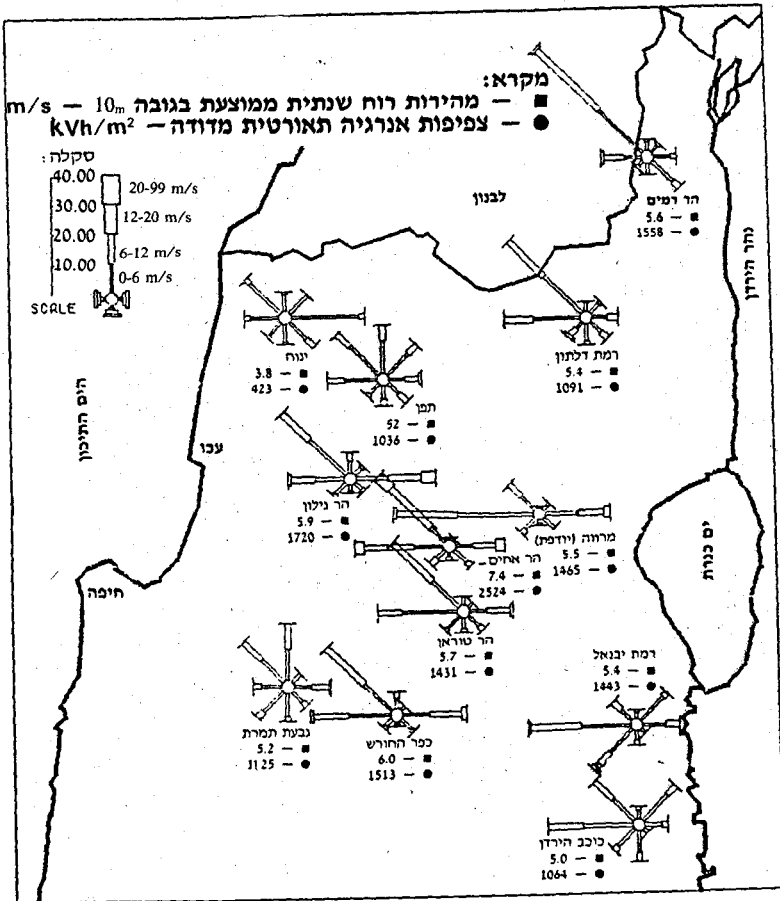
סיכום המפרט את כל הסקרים והמדידות שנערכו הופיע בדו"ח של אגף מחקר ופיתוח - "איתור ראשוני של שטחים בגליל לחוות של טורבינות רוח". איור 1 מראה את שושנת הרוחות הוקטוראלית, באיור מצויינים, ליד כל אתר, נתוני מהירות הרוח השנתית הממוצעת בגובה 10 מטר. וכן צפיפות האנרגיה התאורטית המזודה. מתוך תוצאות המדידות בולט לעין אתר הר־אחים שבהרי יודפת, בו הממוצע השנתי של מהירות הרוח בגובה 10 מטר הינו 7.4 מטר לשניה, באתר זה ניתן להפיק כ-50% יותר אנרגיה מאשר באתרים אחרים.

מכיוון שההספק החשמלי המופק מטורבינת רוח הוא יחסי לחזקה השלישית של מהירות הרוח, יש צורך במדידות רוח מדוייקות מאד כדי להעריך נכונה את כמות האנרגיה השנתית אשר ניתן להפיק מאתר מסויים. לכן הוחלט להרחיב את היקף המדידות ברכס הרי יודפת.

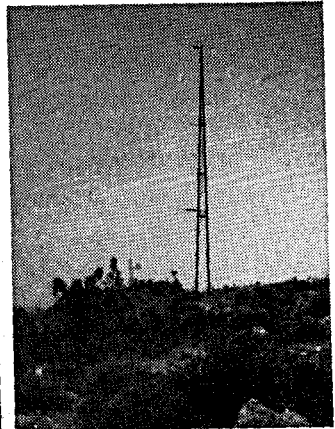
האתר שנבחר לניסוי הראשוני

רכס הרי יודפת הינו רכס הררי צר באורך של כ-5 ק"מ הפונה לכיוון מזרח-מערב. דגם מוקטן של הרכס נבדק במנהרת הרוח בטכניון בחיפה ואיפשר לקבוע את מיקומם של עמודי המדידה הגבוהים (60 מטר)

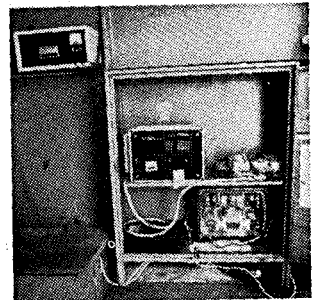
איור 1:
"שושנת הרוחות" הוקטוראלית ומדידות הרוח
באתרים שונים בגליל



תמונה 2:
צילום של עמוד בגובה 60
מטר למדידת רוח בהרי
יודפת



תמונה 3:
המחשב לעיבוד נתוני הרוח
שפותח בארץ



טורבינות הרוח הניסיונית

כדי לבדוק את ההיתכנות הטכנית והכלכלית של ניצול אנרגיית הרוח, הוחלט להקים טורבינה ניסיונית - פרויקט החלוץ של חוות הטורבינות העתידית. טורבינה זו מתוצרת החברה הבלגית HMZ, גובהה 23 מטרים וקוטר להביה 23 מטרים. הספקה 225 קילוואט.

על סמך הניסיון שיופק מהפעלת טורבינה זו, תיבחר הטכנולוגיה המתאימה ביותר לחווה בעתיד.

עמוד הטורבינה חלול, והוא משמש כמבנה המאכסן את מערכות המחשב. כמו כן ניתן בעזרת הסולם המצוי בו, לגשת בקלות רבה למרומי חדר המכונות לצרכי תחזוקה שוטפת ותיקונים (תמונה 4).

להבי הטורבינה עשויים מחומרים המורכבים ללא כל מתכת. משקלו של כל אחד מהם 500 ק"ג בלבד. עיצובם האווירודינמי המשוכלל, מאפשר שיפור משמעותי בהפקת האנרגיה.

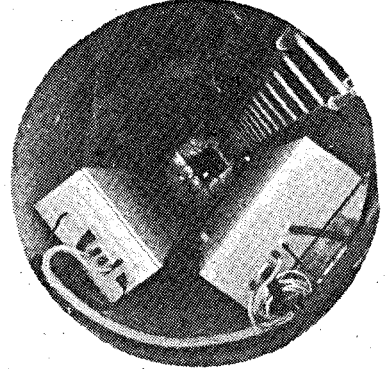
העתידים למדוד את הפוטנציאל המדויק של הרוחות באתר.

משרד האנרגיה והתשתית, באמצעות ועדת ההיגוי שהקים, נרתם שוב למשימה, ובמימון משותף הוקמו 4 עמודי מדידה בגובה 60 מטר עם 3 מפלסי מדידה וציוד מדידה מתוחכם (שפותח בארץ בהתאם לדרישות החברה). הנתונים הנאספים במהלך פרויקט זה יקבעו את הכדאיות הכלכלית של הקמת חוות טורבינות רוח המתוכננת לרכס זה.

במסגרת פרויקט זה נעשה כבר שימוש ראשון לניצול אנרגיית הרוח:

טורבינות רוח קטנות שמוקמו על גבי עמודי המדידה סיפקו את האנרגיה הדרושה לטעינת המצברים המפעילים את המיכשור ותאורת האזהרה. צילום של עמוד המדידה מוצג בתמונה 2 ואילו המחשב לעיבוד הנתונים שפותח בארץ מוצג בתמונה 3.

תמונה 4
חדר של עמוד הטורבינה



$$COE \left(\frac{\$/kWh}{\$/kWh} \right) = \frac{(\$) \text{ Investment cost} \times (\%/year) \text{ capital recovery factor} + O\&M \times 100}{\$/year \text{ annual expected energy} \text{ (kWh/year)}} \text{ (\$/kWh)}$$

מקרא:

COE $\$/kWh$	— עלות האנרגיה החשמלית
INVESTMENT COST	— עלות ההשקעה
CAPITAL RECOVERY FACTOR	— מקדם היוון הון
O & M	— חוצאות אחזקה והפעלה
ANNUAL EXPECTED ENERGY	— אנרגיה שנתית צפויה

עלות ההשקעה

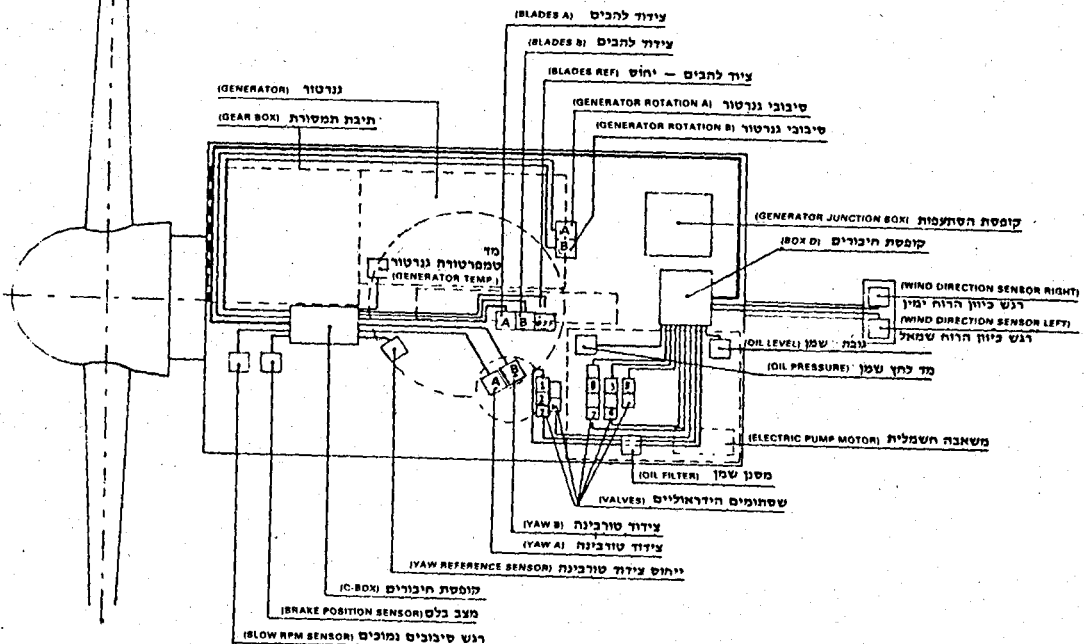
עלות ההשקעה בטורבינה (כולל קו מתח גבוה ונמוך, בניית יסוד, הובלה והקמה) הינה כ-240,000 דולר, גורם ההיוון יחושב לפי ריבית של 10% ואורך חיים של כ-20 שנה. עלות האחזקה השנתית (O&M) תונח כ-1% מערכו של הצידוד, כמות האנרגיה השנתית הצפויה באתר הינה כ-420,000 קוטי"ש. מכאן עלות קוטי"ש ממוצע שיווצר על ידי הטורבינה הינו כ-7.1 סנט.

לשם השוואה, קוטי"ש ממוצע במתח גבוה, הנמכר לצרכן, עלותו למשק המדינה, כ-6 סנט. מכאן שהטורבינה אינה כדאית מבחינה כלכלית וזאת כתוצאה מעלות הקמתה הגבוהה (במיוחד קווי האספקה) של טורבינה בודדת במקום מרוחק. דברים אלו היו ידועים בעת ההחלטה להקים את הטורבינה, אך מטרת הפרויקט הינה להדגים את

הטורבינה מתוכננת לפעול באופן עצמאי. מערכת של חיישנים (סנסורים) ראה איור 5, בודקת כל העת את תנאי ההפעלה. לחדר המכונות בראש העמוד וללהבים עצמם כושר צידוד, שנועד לאפשר ללהבים להיות בוויית הטובה ביותר לניצול הרוח. כושר זה מפוקח אוטומטית על ידי המחשב המותקן בחדר המכונות. הנתונים המוזרמים למחשב מאפשרים כושר עבודה אופטימלי, רמת הגבלת ההספק המקסימלי, והגנה מפני נזקים אפשריים. בדיקה ראשונית וכללית של כדאיות ניצול אנרגית הרוח יכולה להעשות על ידי הערכת העלות של קוטי"ש המיוצר על ידי טורבינת הרוח לפי הנוסחה הסטנדרטית הבאה:

איור 5

מערכת החיישנים (סנסורים) המפקחת על פעולה עצמאית ובטוחה של הטורבינה



טבלת ביצועי טורבינת הרוח בהרי יודפת בתקופה: מרץ 86 עד מאי 1986

זמינות הטורבינה	סה"כ שעות תקלה	שעות אחזקה מתוכננת (4)	מס' שעות בעבודה	סה"כ שעות בתקופה	מקדם יכולת (3) (%)	הספק מירבי (2) (kW)	אנרגיה ממוצעת סה"כ (kWh)	אנרגיה מופקת				זמינות הרוח (1) (%)	מהירות רוח ממוצעת (M/S)	תקופה
								סה"כ (kWh)	שפל (kWh)	גבע (kWh)	שיא (kWh)			
100	—	—	390	744	11	176	16650	18186	11094	—	7092	53	6.3	מרץ
100	—	—	390	720	12	169	19500	19392	9108	—	10284	49	6.2	אפריל
100	—	5	420	744	13	163	16500	21414	5970	—	15444	50	6.1	מאי

הערות

(1) % הזמן שבו נשבה רוח בתחום העבודה של הטורבינה (בין 6 מ"שני ל-25 מ"שני).
 (2) ממוצע 15 ד'

$$(3) \text{ מקדם יכולת} = \frac{\text{סה"כ אנרגיה מופקת}}{225 \times \text{סה"כ שעות בתקופה}} \times 100$$

(4) אחזקה מתוכננת מבוצעת כאשר הרוח אינה נושבת, כדי לא לפגוע בזמינות הטורבינה.

תוכניות לעתיד

כשתושלם שנה של מדידות ובדיקות של טורבינה זו, יוחל בהקמת חוות טורבינות, שתכלול, 20 טורבינות רוח, בעלות אורך להבים של כ-50 מטרים, שיפיקו 1.0 מגוא"ט כל אחת, החווה כולה מתוכננת להספק כולל של 20 מגוא"ט או לייצור 50 מיליון קילוואט לשנה.

מבחינה כלכלית — הפרויקט שאורך חייו מתוכנן ל-25 שנים לפחות, יכסה את ההשקעה בו כבר לאחר כ-15 שנים.

כמות נכבדה ביותר של אנרגיה חשמלית תסופק למערכת ללא שריפת דלקים יקרים וללא זיהום סביבתי כלשהו.

כמו כן תתחלנה מדידות רוח מפורטות באתר נוסף לקראת הקמתה של חוות טורבינות רוח נוספת. טורבינת הרוח מהווה פרויקט עתידני שיעשה שימוש ברעיון עתיק.

ההיתכנות הטכנית של הפקת חשמל מרוח בצורה אימינה ואת ההיתכנות הכלכלית, קרי:

הערכה נכונה של אנרגיה מיוצרת על ידי טורבינה על סמך מדידות הרוח שנערכו באתר.

הטבלה הנ"ל מסכמת את ביצועי הטורבינה ב-100 הימים הראשונים (100 ימי החסד המקובלים) לפעולתה ה"רשמית" (לאחר התגברות על "מחלות הילדות" ותקופת ההרצה).

בדיקת הכדאיות הכלכלית בצורה מדוייקת יותר תיעשה באמצעות חישוב הערך הנוכחי הנקי (ענ"ט) על ידי היוון זרם ההשקעות והוצאות התפעול של הטורבינה כנגד זרם ההכנסות מייצור החשמל שלה בהתאם לעלויות השוליות כמקובל בתעו"ז, או לפי עלות הדלק הנחסף.

מחווניים לאיתור מהיר של קצרים ברשתות חשמל

המחווון, הינו אמצעי תפעולי פשוט וחול לאיתור מהיר של מקום הקצר ברשת החשמל עליה הוא מותקן.

האינדיקציה לקיום התקלה יכולה להיות על-ידי הבזקי נורית או ע"י שינויים בצבע המחווון — תלוי בסוג המחווון.

לאחרונה נרכשו על-ידי מעבדת החשמל למחקר ופיתוח בחברת החשמל מספר מחווניים כאלה לתקופת נסיון שלאחריה יוחלט באם יש מקום להכניסם לניצול רחב (מאמר מורחב בנושא זה יפורסם באחת החוברות הבאות).

מוניית אנרגיה אקטיבית וריאקטיבית אצל צרכנים

אינג' יעקב ריבקין

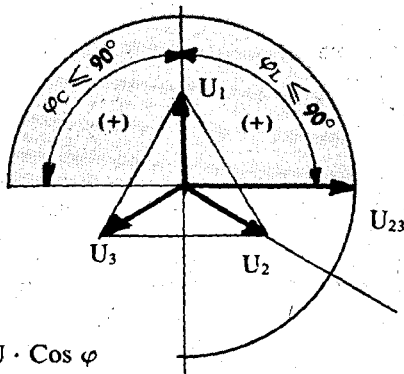
כללי

למרות שבנושא מניית האנרגיה החשמלית ישנה ספרות ענפה והנושא הועלה לא פעם במאמרים שפורסמו בעלוני "התקע המצדיע" (עלוני מס' 13, 28, 29) נראה לי שיש מקום לחזור ולהציג את הנושא בצורה כללית ומוחשית וזאת על ידי ריכוז הנוסחאות והצגתם בצורת דיאגרמות וקטוריות מתאימות לחישוב הספקי הצרכנים באמצעות מוני החשמל המותקנים בחצריהם.

כאשר:

I – הזרם במופע
 U – המתח המופעי (בין המופע לאפס)
 $\cos \varphi$ – מקדם ההספק φ הזווית בין המתח והזרם באותו מופע.
 מדידת ההספק מתבצעת בעצם באמצעות המונה האקטיבי החד-מופעי המותקן אצל הצרכן. באיור 1 מופיעה דיאגרמה וקטורית של המתח והזרם במונה אקטיבי חד-מופעי.

איור 1



$$I \cdot U \cdot \cos \varphi$$

ניתן לראות באיור 1 שבכל תחומי הזוויות בין $+90^\circ$ ועד -90° (בעומסים השראיים ובעומסים קיבוליים) המונה יסתובב בכיוון סיבוב נכון. דבר זה נכון גם לגבי המונה האקטיבי התלת-מופעי, תלת-אלמנטי אשר מהווה למעשה מבנה משותף של שלושת המונים החד-פאזיים המותקנים בגוף אחד.

ההספק האקטיבי ברשת תלת-מופעית בעלת 3 מוליכים:

ההספק האקטיבי ברשת תלת-מופעית בעלת שלושה מוליכים נמדד באמצעות מונה אקטיבי, תלת-מופעי, דו-אלמנטי ומחושב לפי הנוסחה:

$$P = I_1 U_{1,2} \cos (30^\circ + \varphi_1) + I_3 U_{3,2} \cos (30^\circ - \varphi_3)$$

אלמנט אחד אלמנט שני

באופן כללי ניתן לומר כי מניית האנרגיה אצל הצרכנים מתחלקת לשני סוגים:

- א. מניית אנרגיה פעילה (אקטיבית) המתבטאת בצריכת חשמל של הצרכן (בקוטייש).
 - ב. מניית אנרגיה עיוורת (ריאקטיבית) לשם חישוב מקדם ההספק של הצרכן (בקוארייש).
- חשוב לציין שבאמצעות המונה ניתן למנות אך ורק אנרגיה אקטיבית ולכן גם המונה הריאקטיבי הוא למעשה מונה אקטיבי אשר בנוי ומחובר בצורה המאפשרת את מניית האנרגיה האקטיבית אשר שווה בערכה לאנרגיה הריאקטיבית באותה הרשת.

סוגים שונים של מונים

חברת החשמל משתמשת במספר סוגים של מונים, [חד ותלת מופעיים (חד ותלת פאזיים)] למניית האנרגיה אצל צרכניה, ולהלן מפורטים סוגי המונים הנפוצים הנמצאים בשימוש החברה:

1. מונים חד-מופעיים אקטיביים.
 2. מונים תלת-מופעיים תלת-אלמנטיים אקטיביים.
 3. מונים תלת-מופעיים דו-אלמנטיים אקטיביים.
 4. מונים תלת-מופעיים תלת-אלמנטיים ריאקטיביים.
 5. מונים תלת-מופעיים דו-אלמנטיים ריאקטיביים (בעלי זווית פנימית של 60°).
- המונים מן הסוגים 3 ו-5 נמצאים בשימוש רק במתקני מדידה של רשתות מתח גבוה (רשתות בעלות שלושה מוליכים).

חישוב ההספקים ברשתות

חד-מופעיות

ותלת-מופעיות

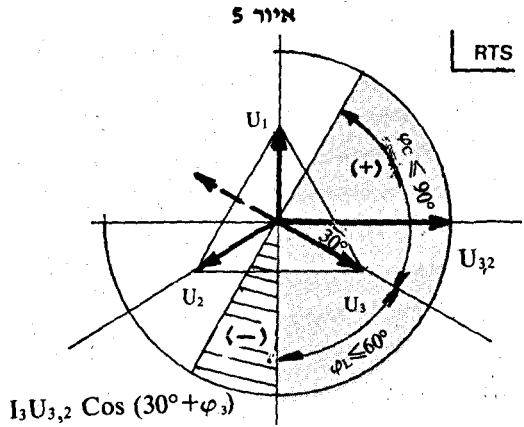
ההספק האקטיבי החד-מופעי והתלת-מופעי (ברשת בעלת 4 מוליכים)

את ההספק האקטיבי החד-מופעי מחשבים לפי הנוסחה:

$$P = I U \cos \varphi$$

אינג' י. ריבקין – מחלקת מונים ארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

באיורים 2 ו-3 מופיעות דיאגרמות הוקטוריות של הזרם והמתח של שני האלמנטים של המונה כאשר המונה מחובר לסדר מופעים של RST (1, 2, 3)



$$I_3 U_{3,2} \cos(30^\circ + \varphi_3)$$

ההספק הריאקטיבי ברשת תלת מופעית בעלת 4 מוליכים:

ההספק הריאקטיבי ברשת תלת-מופעית בעלת 4 מוליכים הנמדד באמצעות המונה הריאקטיבי התלת-מופעית, תלת-אלמנטי מחושב בהתאם לנוסחה:

$$P_R = I_1 U_{2,3} \sin \varphi + I_2 U_{3,1} \sin \varphi_2 + I_3 U_{1,2} \sin \varphi_3$$

כאשר:

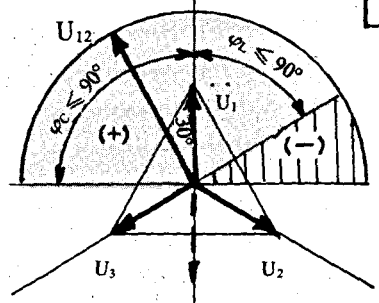
P_R - ההספק הריאקטיבי

I_1, I_2, I_3 - הזרם במופע

$U_{2,3}, U_{3,1}, U_{1,2}$ - המתחים בין המופעים

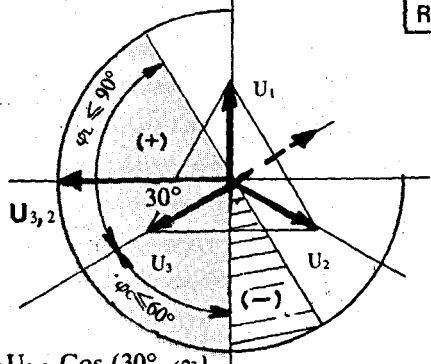
$\varphi_1, \varphi_2, \varphi_3$ - הזוויות בין המתח והזרם בכל מופע.

איור 2 RST



$$I_1 U_{1,2} \cos(30^\circ + \varphi_1)$$

איור 3 RST

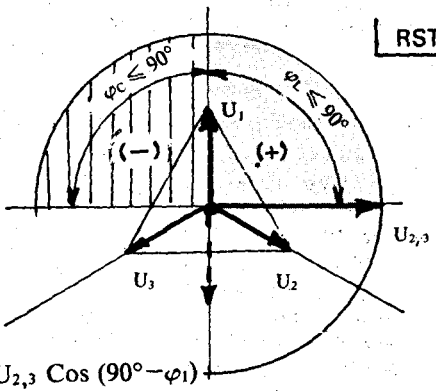


$$I_3 U_{3,2} \cos(30^\circ - \varphi_3)$$

באיורים 4 ו-5 מופיעות דיאגרמות וקטוריות דומות לקודמות, אולם סדר המופעים הוא כעת הפוך, כלומר RTS (1.3.2).

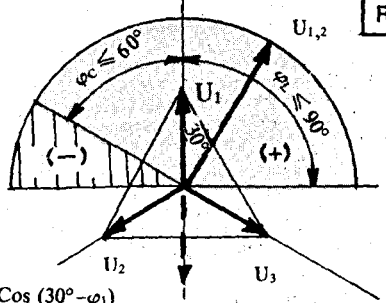
ניתן לראות בנקל מתוך דיאגרמות שבכל תחום הזוויות שבין $+90^\circ$ לבין -90° (בעומסים השראיים ובעומסים קיבוליים) כיוון הסיבוב של המונה יהיה נכון (כאשר ההתייחסות היא להשפעה המשולבת והמסתכמת של שני האלמנטים גם יחד).

איור 6 RST

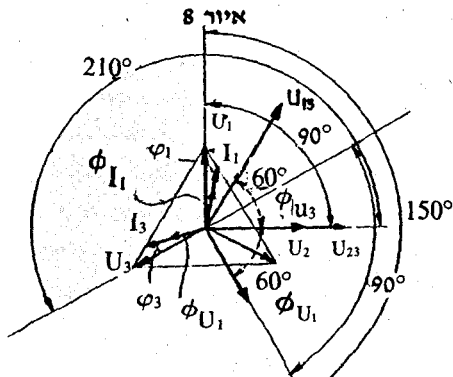


$$I_1 U_{2,3} \cos(90^\circ - \varphi_1)$$

איור 4 RTS

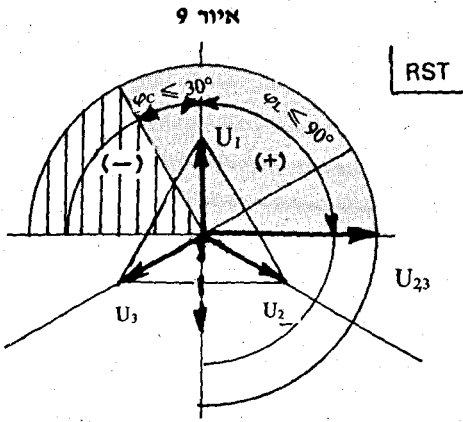


$$I_1 U_{1,2} \cos(30^\circ - \varphi_1)$$

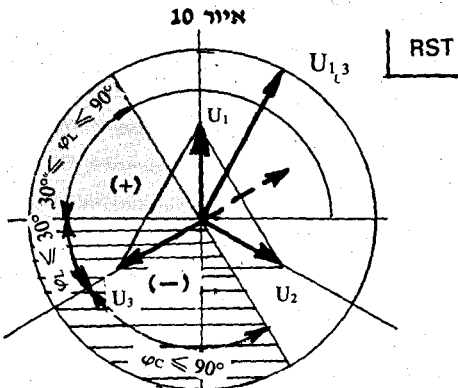


באיורים 9 עד 12 מופיעות דיאגרמות וקטוריות של שני אלמנטים של המונה.

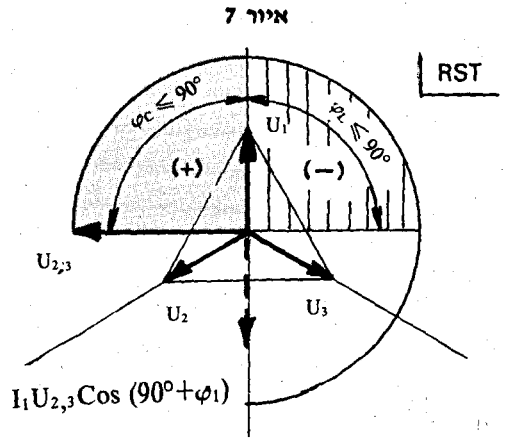
בדיאגרמות שבאיורים 9 ו-10 סדר הפאזות הוא RST ובדיאגרמות שבאיורים 11 ו-12 סדר המופעים הוא RTS בכל אחד מן האלמנטים.



$$I_1 U_{2,3} \cos(60^\circ - \varphi_1)$$



$$I_1 U_{1,3} \cos(120^\circ - \varphi_1)$$



באיור 7 מופיעה דיאגרמה דומה אבל סדר המופעים הוא הפוך כלומר RTS.

כאשר:

- φ_L - הזווית בין הזרם והמתח בעומס השראי
- φ_C - הזווית בין הזרם והמתח בעומס קיבולי
- (-) - סיבוב המונה הוא בכיוון הפוך (לא נכון)
- (+) - סיבוב המונה הוא בכיוון הנכון

מתוך דיאגרמה וקטורית זו ניתן לראות שבעומס השראי כאשר סדר המופעים ברשת הוא RST המונה רושם נכון - כלומר מסתובב בכיוון סיבוב נכון. לעומת זאת בעומס קיבולי כיוון הסיבוב של המונה צריך להיות הפוך - המצב כולו ישתנה בצורה קוטבית באם סדר המופעים ישונה, כלומר באם סדר המופעים יהיה RTS הרי בעומס השראי המונה ישאף להסתובב הפוך (וכמובן "ירשום" לא נכון) ובעומס קיבולי יסתובב המונה בכיוון נכון. אך למעשה, היות והמונה הריאקטיבי מצוייד בעיצור (מחגר) נמוע מן המונה להסתובב בכיוון הלא נכון, כך שבמקרה והמונה אמור להסתובב הפוך - הוא ייעצר ולא "ירשום" כלל.

ההספק הריאקטיבי ברשת תלת-מופעית

בעלת שלושה מוליכים:

ההספק הריאקטיבי ברשת תלת-מופעית בעלת שלושה מוליכים נמדד על ידי מונה ריאקטיבי תלת-מופעית דר-אלמנטי בעל זווית פנימית של 60° , ומחושב לפי הנוסחה:

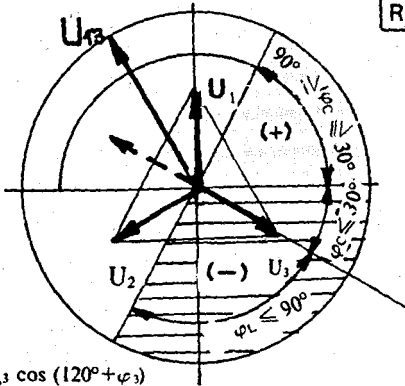
$$P_R = I_1 U_{2,3} \cos(60^\circ - \varphi_1) + I_3 U_{1,3} \cos(120^\circ - \varphi_3)$$

אלמנט שני אלמנט אחד

באיור 8 מופיעה דיאגרמה וקטורית של הזרם והמתח באלמנטים של המונה הנייל. כאשר:

- φ_{I_1} - השטף של סליל הזרם באלמנט אחד
- φ_{I_3} - השטף של סליל הזרם באלמנט השני
- φ_{U_1} - השטף של סליל המתח באלמנט אחד
- φ_{U_3} - השטף של סליל המתח באלמנט השני

RST

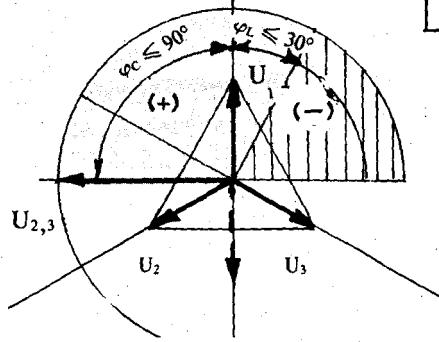


$$I_3 U_{1,3} \cos(120^\circ + \varphi_3)$$

והדיסק של המונה לא יסתובב כלל).

יש להדגיש שכיוון סיבוב המונה כפועל יוצא מסוג העומס (השראי או קיבולי ומסדר חיבור המופיעים אליו, היא תוצאה של השפעה משולבת של שני האלמנטים גם יחד על דיסק המונה.

RTS



$$I_1 U_{2,3} \cos(60^\circ + \varphi_1)$$

מענין לראות מתוך הדיאגרמות כי בעומס השראי כאשר סדר המופעים הוא RST ירושם המונה ערכים כנונים - כלומר יסתובב בכיוון הנכון. לעומת זאת, בעומס קיבולי, באותו סדר מופעים, המונה לא ירושם ערך נכון וייעצר (בעצם הוא ישאף להסתובב הפוך אולם בגלל המחגר הקיים במונים אלה - הוא ייעצר

פיתוח רשת קווי המתח העליון ברחבי הארץ

כבר מספר שנים נמשך תהליך פיתוח, הקמתן והרחבתן של רשתות קווי מתח עליון 161 ק"ו ברחבי הארץ.

לאחרונה הסתיימה הקמתם של 4 קווי מתח עליון חדשים שחוברו לרשת החשמל הארצית הקיימת:

העשייה של חברת החשמל, "יחד עם מעטים מהיושבים כאן" הוסיף, "אנו מייצגים את הדור, שלא מקבל כמובן מאליו את העובדה, שחשמל יורם כאן, כמי ששייך למשפחה ועם זאת נמצא בחוץ, העיד על עצמו רם חביב, כי הוא נהנה מעמדת תצפית מיוחדת, כמי שרואה את המערכת התוססת והדינאמית, שהיא מערכת טכנולוגית יצרנית, וגם מערכת חברתית ואנושית. מערכת הכוללת, כמו בכל חברה, תופעות הדורשות רביזיה והתחדשות, ועם זאת יש לה הישגים ביכולת לבצע פרויקטים של תשתית חיונית בדרך יעילה."

מנכ"ל החברה, מר **יצחק חופי**, אשר ליווה את ביצוע העבודות בביקורים שערך בשטח, עמד בדברי ברכתו על הקשיים הפיזיים בהם התבצעה הקמת הקווים וציין במיוחד את הקצב הטוב ומסירות העובדים תוך שיתוף הפעולה בין הגורמים השונים בחברה, החיוני במיוחד בגלל מורכבות הפרוייקטים. מר חופי הדגיש כי בתכנון וביצוע הפרוייקטים התגלתה פתיחות ונתקבלו החלטות, שלא תמיד היו בתכנון המקורי. המנכ"ל התייחס לנושא אמניות האספקה כחיוני ביותר; "אינן לצרכנים אלטרנטיבה ממקור אחר" אמר, "זה מחייב אותנו בכל התחומים לא רק במתח עליון, להגיע לרמת אמניות גבוהה."

מר חופי סיכם: "נצא מכאן עם נסיון טוב יותר ורוצן טוב יותר לשיתוף פעולה"; לגבי העתיד, הוא אמר, כי קווי 400 ק"ו (שהקמתם כבר החלה במחוז הדרום), אמורים להגיע עד ל"כפר המכבי" בצפון. כמו כן אמורות יחידות הייצור הבאות להיבנות בצפון, עם כי טרם נקבע האתר לכך. גם המפעל של אגירה שאובה ליד הכינרת, המופיע בתוכנית הרב שנתית של החברה, אמור להשתלב במערכת החשמל, כנראה באמצעות קו "מתח על" 400 ק"ו.

במחוז הצפון: הסתיים ביצוע הקווים: קישון - קיסריה, שאורכו 37.5 ק"מ ונועד להעביר אנרגיה מיחידות 3 ו-4 לצפון הארץ, וקו יוקנעם - מנשה, שאורכו 9.5 ק"מ, האמור להקל על העומס בתחנות המישנה "זרעאל" ונצרת, לאחר הגידול בביקוש לחשמל באזור.

במחוז הדרום: הסתיים ביצועם של שני קווי מתח עליון 161 ק"ו, המגיעים עד צומת כרמיה, באורך 31 ק"מ כל אחד, ובעלות של 5 מיליונים דולרים.

הקמתם של 2 קווים אלו ארכה כשנתיים ועם הקמתם חל שיפור ניכר באמינות האספקה לדרום הארץ, על ידי תוספת קו הזנה לנגב ולאילת.

סיום הקמת הקווים צויין בשני טקסים שהתקיימו, במחוז הצפון בתחנת המשנה "קישון" ובמחוז הדרום בתחנת המשנה "יבנה".

בטקסים השתתפו חברי הנהלה, אנשי האגפים (מחקר ופיתוח, תפעול, שרותים ומליח, אספקה ואחסנה) והרשת הארצית, מח' תכנון רשת וכן יחידות שונות במחוזות השייכות להקמת הקווים החל מתכנונם ועד להקמתם. כן השתתפו בטקסים צוותי העבודה של אנשי רשת מתח עליון שביצעו את העבודה הלכה למעשה.

בדברי הברכה החמים שהושמעו במהלך הטקסים ציינו הדוברים בין היתר את העמידה בלוח הזמנים, התיאום בין היחידות השונות בחברה, שלבי התכנון שביצעו תוך שיפורים מתמידים במהלך העבודה ואשר הביאו לחיסכון כספי ניכר בהקמת הקווים, תוך שימת דגש על הימנעות מפגיעה בנזק ובטבע.

דברי שבח חמים חלק לאנשי החברה גם מר **רם חביב**, נציג משרד האנרגיה בדיוקטוריון שהשתתף בטקס שנערך ב"יבנה" והעיד על עצמו, בהתייחסו למעורבותו בעבודת

מה חרס בציוז השנה

זוטות מ"תערוכת הנובר" – התערוכה הבינלאומית לחשמל שנערכה בגרמניה המערבית, באפריל 1986

פרופ' ליאון מדז'ר

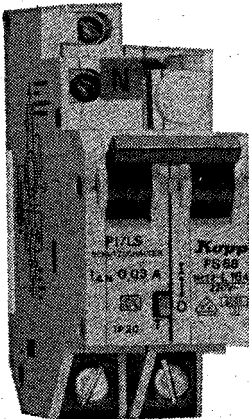
מתקן החשמל בפני עליות מתח (במקרה של ברקים וכו') ו"זיהומים" למיניהם. התקנת מפסק כזה מספקת הגנה, כמעט מלאה, על מתקן החשמל המוגן על ידו ומשפר את ביצועיו וכל זאת בעלות נמוכה יחסית ובנוחות מירבית הן מבחינת אפשרויות ההתקנה והן מבחינת הבקרה והתפעול של מפסק קומפקטי מתוחכם זה.

* מפסק מגן המצויד במספר זוגות של מגעי עזר (תמונה 2)

המפסק כולל הגנה בפני זרם דלף, הגנה בפני עומס יתר והגנה בפני זרם קצר, בנוסף לכך מצויד המפסק במערכת מגעי עזר שניתן להשתמש בהם הן להגנה והן לבקרה. בעיקר שימושיים מגעי עזר אלה באותם מקרים בהם מותקן המפסק במתקן בו קיימים מספר מעגלים שאין אנו מעוניינים בעבודתם הברזמנית – בדרך כלל שני מעגלים או יותר בעלי עומס גדול (כמו דוד לחימום מים ומכונות כביסה וכו') – כלומר באמצעות מפסק זה לא רק שישנה אפשרות לקבל הגנה טובה על המתקן אלא גם ניתן להעזר בו לצרכי ניהול אנרגיה באותו מתקן, (מניעת שיאי ביקוש, הקטנת צריכה וכו').

תמונה 2:

מפסק משולב עם מגעי עזר (הגנה בפני זרם דלף, עומס יתר וזרם קצר).



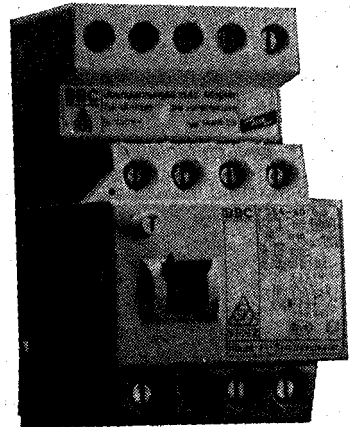
* מפסק מגן משולב להגנה בפני מתחי יתר (תמונה 1) (Fehlerstrom - Überspannungsschutzgerät)

מפסק מגן המופעל בזרם דלף מוכר בארץ כבר מסוף שנת 1950, שנה בה הוחל להכניסו לשימוש נרחב בארץ. (תקן ישראלי ת"י 832 מ-1972). סיבות רבות וביניהן סיבות סוביקטיביות כגון צורת היבור והתקנה לא נכונים שנבעו מחוסר ידע וחוסר הדרכה מתאימה בהקשר לצורת הטיפול במפסקים אלה וכן סיבות אוביקטיביות כגון ליקויי ייצור במפסקים עצמם, מנעו במידה רבה את חדירתו המהירה של המפסק כמרכיב בלתי נפרד במתקני חשמל שונים בארץ. מצב זה השתנה תוך תקופה קצרה מאד והיצרנים הצליחו לשפר את דגמי המפסקים שהיו קיימים (תקן ישראלי ת"י 1083 מיולי 1981) ובמשך הזמן החלו אף יצרנים מקומיים לייצרם.

כיום ממליצים מומחים ומוסדות בינלאומיים על התקנת מפסקי מגן הן במתקנים ביתיים והן במתקנים ציבוריים ותעשייתיים. בסוף שנת 1985 יצא לשוק דגם חדש לגמרי (תמונה 1) המהווה יחידה אחת של מפסק הכולל מפסק מגן המופעל בזרם דלף ומצויד בהגנות בפני עומס יתר וזרם קצר, בשילוב עם יחידה נוספת שנועדה להגן על

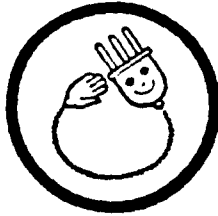
תמונה 1:

מפסק מגן לזרם דלף עם הגנה למתח יתר, הגנות בפני עומס יתר וזרם קצר.



מדור שרות פרסומי לקוראים

"התקע המצדיע" 37



למעונינים במידע נוסף!

כדי לקבל מידע נוסף:

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

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

תלוש שירות פרסומי למידע נוסף

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

שם החשמלאי:

המען לתשובות:

מספר

רחוב/שכונה

ישוב:

מיקוד:

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

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

הודעה למערכת:

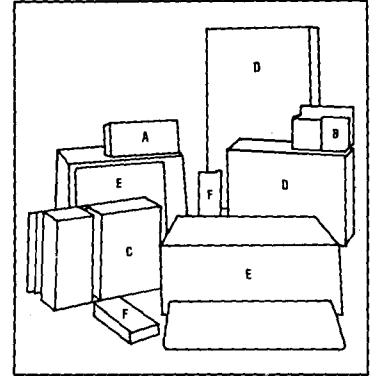
.....



גזור ושלח!

התלוש למידע נוסף יענה עד יום 31.8.86, לאחר תאריך זה יש להפנות את בקשות המידע ישירות לחברות המפרסמות.

לכל יישום בפיקוד ובקרה.
בקרי G.E. הם הבחירה!!!



(E) Workmaster™, Workmaster™ Plus industrial computers:

מחשב IBM תעשייתי, משמש לתכנות כל בקרי G.E. בתוספת צג גראפי משמש כעמדת מפעיל מחוכמת. בצרוף תוכנה מתאימה מבצע איסוף וניתוח נתוני ליצור

(F) New GENIUS™ I/O system:

כרטיסי כניסה ויציאה דיסקרטיים ואנלוגיים מותקנים בשטח בצורה עצמאית וקשורים אל הבקר בכבל תקשורת. כל נקודה ניתנת לבחירה ככניסה או יציאה. הכרטיסים מבצעים (בצורה רציפה) בדיקת נתקים וקצרים על קווי I/O - ה. נקודות היציאה מצוידות בנייתוק זרם אלקטרוני המתחבר אוטומטית עם העלמות סיבת הקצר.

(A) Series One™ Programmable Controller:

בקר מודולרי לאפליקציות קטנות.
זכרון עד I/O-112.

(B) New Series One™ Junior micro PC:

בקר קטן הכולל I/O 24 ומונה מהיר ל-2KHZ, ניתן להרחבה עד I/O 64 K 0.7. זכרון.

(C) Series Three™ PC:

בקר בינוני 4K זכרון עד I/O 400, נתונים אנלוגיים, פונקציות מתחכמות.

(D) Series Six™ PC family:

בקר מודולרי למשימות בקרה גדולות כולל בקרת תהליכים, עד I/O 4000. 58 פונ' תוכנה מתחכמות, כולל כרטיסי BASIC וחוגי PID מקומיים.

הורון מציגה: טכנולוגיה עם גב חזק

SYSMAC C2000

שתי חלופות לבחירתך
בקר יחיד או כפול



משפחת sysmac "c"

משפחת Sysmac הינה סדרת בקרים מתוכנתים הבאה לענות על כל צרכי הבקרה התעשייתית. למשפחה מגוון רחב של בקרים החל מ־20 C המטפל ב־140 כניסות ויציאות ועד ה־2000 C, המטפל ב־2408 כניסות ויציאות.

ציוד התיכונות והציווד הפרופריאלי זהה לכל המשפחה. יצירת רשת תקשורת בן בקרים המאפשרת שליטה על למעלה מ־65,000 כניסות ויציאות ובמרחקים של אלפי מטרים. רשת תקשורת זו מאפשרת גם התחברות למחשב "על" מרכזי.

מתכונותיו הבולטות של הבקר

- * בקר עם גבוי חם
- * תקשורת בין בקרים מהירה
- * תוכנת בדיאגרמת סולם
- * כ־100 פונקציות תוכנה מתוחכמות
- * עד 35 k זכרון
- * עד 2048 נקודות I/O
- * תקשורת ליחידות I/O מרוחקות
- * תקשורת למחשב "על"

מחלקת הסיוע הטכני שבחברתנו תעמוד לרשותך בהדרכה ובליווי צמוד לניצול יעיל של הציווד בשטח.

הורון מערכת בע"מ

רח' יד המעבי 9 תל אביב 69510 ת.ד. 24092 תל אביב טל' 490877 03'482450 03'479843 FAX

HORON

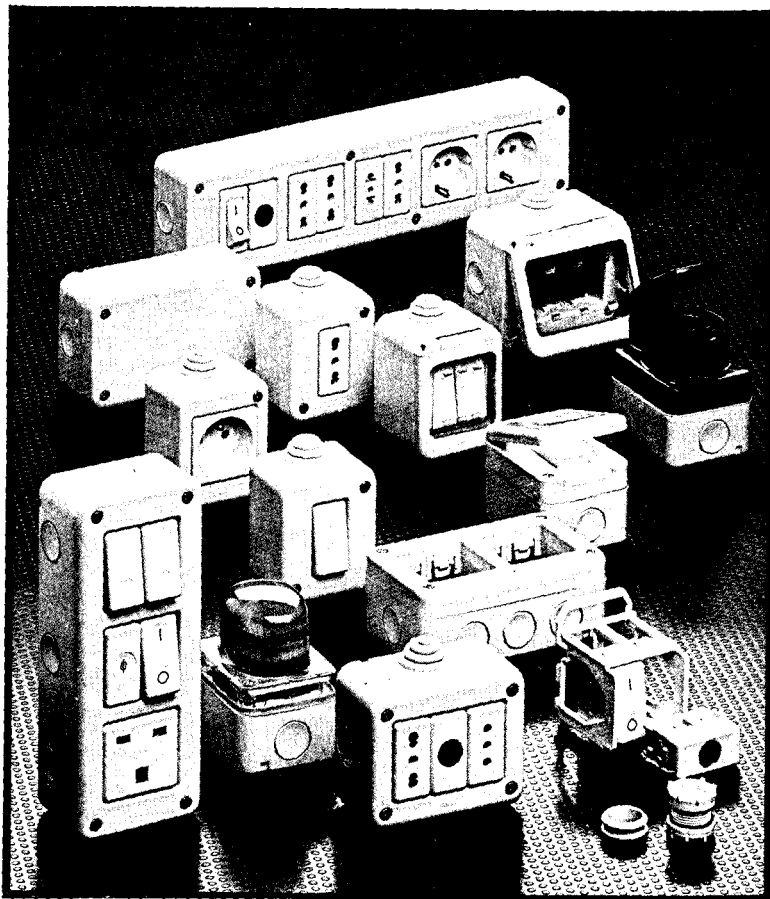
בקרה תעשייתית ורכיבים.

נמנה על קבוצת כלל מחשבים וטכנולוגיה.

המודולריים של GEWISS

GEWISS

סדרת 9000 על הטיח



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

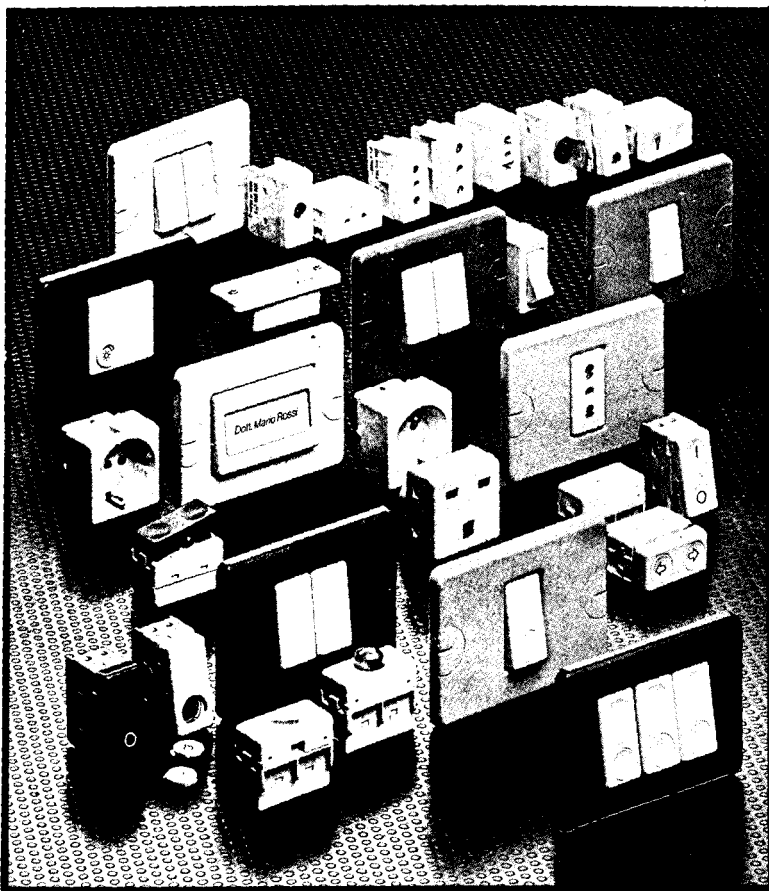
חברת זאב שמעון בע"מ

שד' ושינגטון 18 ת"א, 66086, טל': 03-834111

המודולרים של GEWISS

GEWISS

סדרת 9000 תחת הטיח



סדרה חדשנית של מפסקים, לחצנים, שקעים, עמעמים, נוריות סימון, פעמונים. זמזמים וכל שאר האביזרים החשמליים – הכל ביחידות מודולריות הנתנות להרכבה עצמית בכל שילוב אפשרי במסגרות בצבעים שנהב, חום, אפור, אדום, ירוק, בורדו, תכלת וורוד. התקנה נוחה, בטיחות מירבית, בעיצוב יפיפה וגימור מושלם – פאר תוצרת איטליה.

סדרת 9000 מאושרת ע"י מכון התקנים הישראלי.
לקבלת קטלוג מפורט והדגמה פנה ל-

חברת זאב שמעון בע"מ

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

**A.B.S.B. Automation, Control,
Drive**



א.ב.ש.ב. אוטמציה, בקרה, הנע

Electronic devices & systems

אביזרים ומערכות אלקטרוניות

מחב' **EBERLE** - מע' גרמניה

קוצב זמן רב תקפיד: דגם SBM

* השהייה בהפעלה

* השהייה בניתוק

* פעולת " נלגוב "

* מהבהב

קוצבי זמן אחרים :

* מקבילים 1 או 2 מגעים עם/בלי נוריות LED

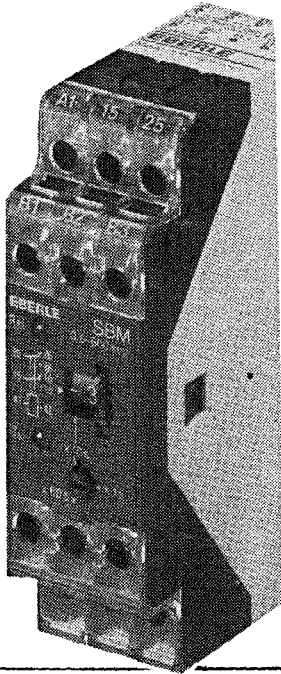
* מקבילים 1 מידי+1 מושהה+נוריות LED

* טוריים

* מהבהבים: סימטריים ואי סימטריים

* מיוחדים לכוכב / משולש

* ממסרי נלגוב



מיטב תוצרת גרמניה עכשיו מהמלאי

מחב' **Fenner** אנגליה

* מתנעים רכים עד 750 קו"ט

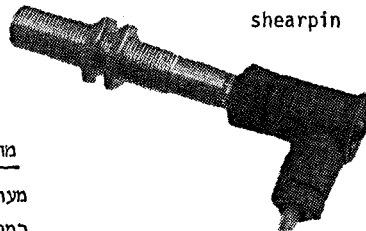
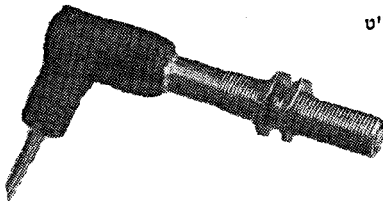
* ווסתי מהירות הזנה חד פזית עד 15 קו"ט

* ווסתי מהירות עד 37 קו"ט

* מערכות הגנה למנוע

ולמכונה מדיגם

shear pin



מחב' **TELCO** - דנמרק

מערכות בקרה פוטו אלקטרוניות

רמת ביצוע מעולה

מוגן מים (IP67) מוגן רעידות, לא רגיש ללכלוך

מכירות: שד' רושלינגטון 18 ת"א 66086, טל: 834111

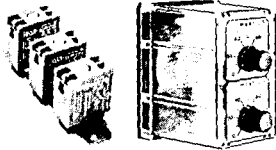
ואצל סוכננו ברחבי הארץ.



מגטרון אלקטרוניקה ובקרה בע"מ

יצרנים ומפיצים של ציוד בקרה

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



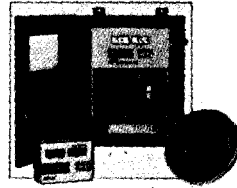
גם לך מגיע להנות ממוצר אמין, נוח להתקנה, מסור פק מהמלאי במחיר נמוך. אם עדיין לא קבלת את הקטלוג של תוצרת מגטרון, דרוש אותו מיד! מגוון של סוגי הפעלה, תחומי זמן, מתחיי הפעלה.

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

למידע נוסף סמן 37/7

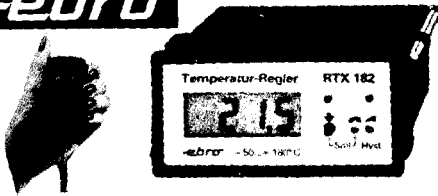
MILITRONICS

PROCESS CONTROLS FOR INDUSTRY



- * מערכות מדידת ממשל אולטרה סוויז
 - * מערכות סקירה לממשל עד 60 מיכלים
 - * רגשי תנועה וסיבוב
 - * מתמרי הספק, מתח זרם
- למידע נוסף סמן 37/6

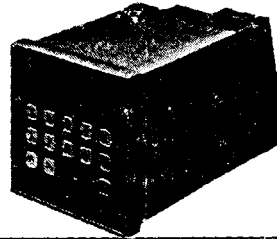
EBRO ELECTRONIC GMBH



* בקרי טמפרטורה * מדי טמפ. דיגיטליים ניידים

למידע נוסף סמן 37/9

TRUMETER



- * מונים אלקטרוניים
 - * מונים אלקטרוניים עם 2 נקודות קביעה מוקדמת
 - * מונים מכניים מערכות למדידת אורך ומרחק.
- למידע נוסף סמן 37/8

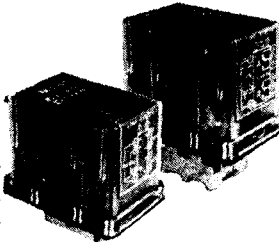
מולטיפלקסר לבקרים מתוכנתים MMX-85

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

למידע נוסף סמן 37/11

מערכת התרעה ממוחשבת MMA-182 מבוססת מיקרו מחשב מאפי שרת ומשווה רבה והתמלה לכל הדרושות הנוכחיות והשנויים שעלי לים להופיע בעתיד. המערכת יכולה לקבל כניסות מכל סוג שהוא. המערכת מיועדת לפעול בהתאם לסדר הירעה מקובלים. הקביעה מתבצעת ע"י בחירת הקוד המתאים במספק הועיר המיועד לכך. ניתן לקבוע שהיה יות כניסה בהתאם לנדרש בתחומים החל מ-50 מילישניות ועד מספר שניות. לכל 4 התרעות יהיה מספר בעל תוע יוש 1 אמפר להעברת מידע לרוחק.

למידע נוסף סמן 37/10



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

למידע נוסף סמן 37/13



Huntleigh Technology proxistor

- מפסקי קירבה לזרם חילופין
 - מפסקי קירבה לזרם ישר
 - מפסקי קירבה קיבוליים
 - מפסקי קירבה למפ NAMUR
- למידע נוסף סמן 37/12



לטלמכניק מגוון רחב של אביזרי בקרה אלקטרוניים
בכל המתחים ולכל היישומים:

PROXIMITY SWITCHES

גששי קרבה

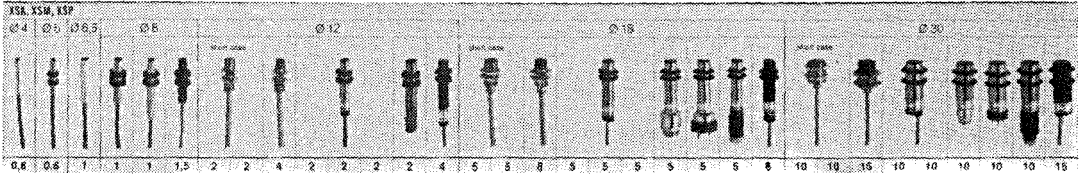
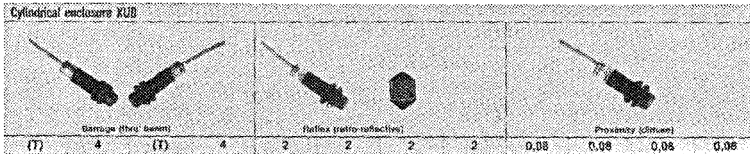


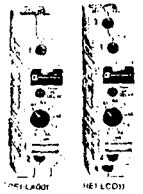
PHOTO ELECTRIC CELLS

תאים פוטואלקטרים

קוצבי זמן אלקטרוניים

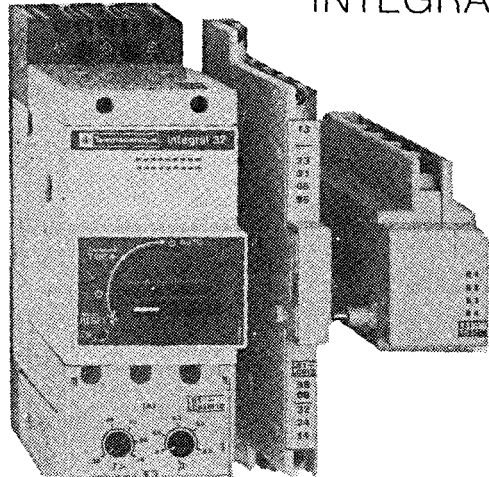
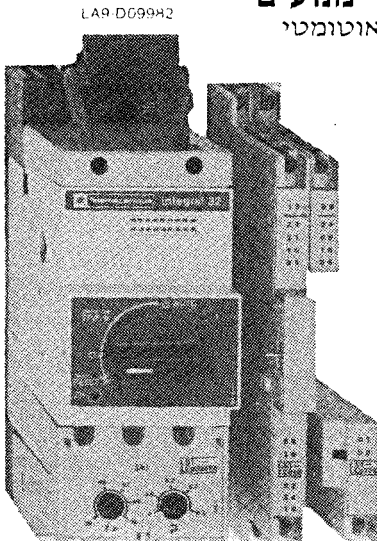


ELECTRONIC TIMERS



מהפכה במיתוג והגנה על מנועים
שילוב חדשני בין מגען למנתק אוטומטי

INTEGRAL 32



LA1-LC010

LA1-LC07..

LA1-LC012

להשיג אצל כל סיטונאי החשמל בארץ או ישירות דרכנו:

ציוד חשמל בע"מ

דה' הבטחון מס' 6 קרית מטלון
אזור התעשייה פ"ת, טל. 03-9234467
ת.ד. 4014, קרית אריה, פ"ת, מיקוד 49130





טלישקו
TELISCO

מיוצג בארץ ע"י



Telemecanique

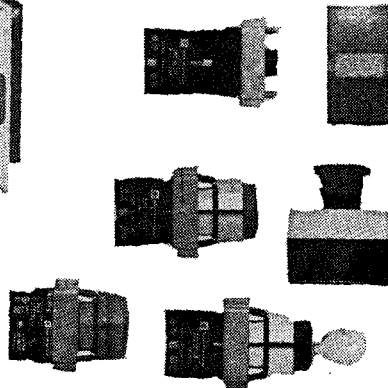
ובמלאי גדול הרבה יותר מבעבר!

מגענים ויתרות זרם:



מתנעים תרמו-מגנטיים

אביזרי פיקוד ידניים:

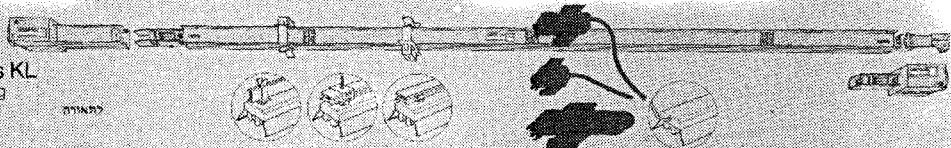


Canalis busbar trunking

פסי צבירה מ"מ 25 - 8000 אמפר:

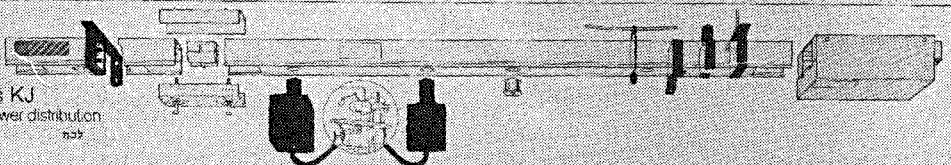
Canalis KL
for lighting
(25-40 A)

למאורה



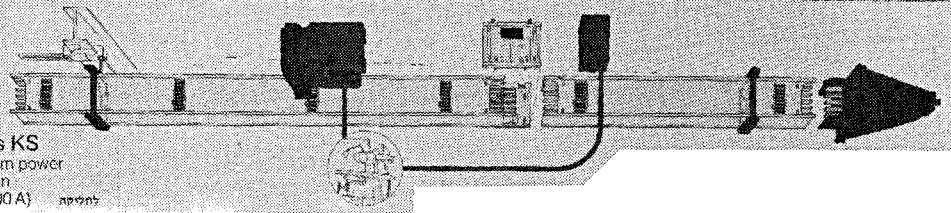
Canalis KJ
for low power distribution
(40-63 A)

שכר



Canalis KS
for medium power distribution
(100 to 800 A)

לחשמל



להשיג אצל כל סיוטנאי החשמל בארץ או ישירות דרכנו:

ציוד חשמל בע"מ

רח' הבטחון מס' 6 קרית מטלון

אזור התעשייה פ"ת, טל. 03-9234467

ת.ד. 4014, קרית אריה, פ"ת, מיקוד 49130



טלישקו
TELISCO

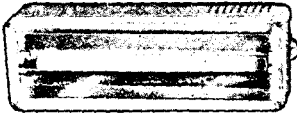
הכל על תאורת חרום

אצלנו אין הפסקות חשמל!!!

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

יציאה

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



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

יתרונות תאורת החרום:

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

ציוד נוסף שברשותנו:

1. מבחר רב של יחידות כולל יחידות דורתכליתיות עם שילוט לפי תקן מכבי אש והמשטרה. וכן יחידות להתקנה בפלורטנטים קיימים 65—20 ווט.
 2. יחידות ניידות לבית ולתעשייה וכן ציוד מוגן התפוצצות.
 3. מכשיר אל פסק להספקה שוטפת של חשמל לציוד בטיחות ומחשבים, קשר וכו'.
 4. גנרטורים ניידים וקבועים, בגזין ודיזל מ"מ 0.6 ק"ווט — 90 ק"ווט.
 5. זרקורים נטענים לשמירה ונטרול, כולל מוגן מים.
- ומה דורש התקן? (מתוך קובץ התקנות 4111 תכנון הבניה מיום 17.4.80).

א. שלטים

לשלטים תותקן תאורה מרשת החשמל של הבנין וממקור חשמל רזרבי אמין.

ב. תאורת התמצאות

בפרוזדורים, חדרי מדרגות יותקנו גופי תאורת התמצאות. גופים אינדיקטוראליים הנטענים ומופעלים אוטומטית ויופעלו למשך זמן לא פחות מ-60 דקות. ולכן אתם בתעשייה, אולם, מלון, מועדון ובתיים רבי-קומות בדקו מה קורה אצלכם והקדימו פתרון לבעיה.



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

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

הקדם תרופה ל"מכת" החשמל

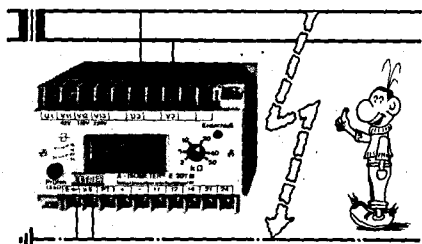
ע"י

רשת

בלתי מאורקת

עם ISOMETER של BENDER

המבטיחה:



- המשך עבודה רציפה - בתקלת קצר להארקה
- עבודה אמינה - למחשב, בקר ומע' פיקוד
- שימוש בטוח וזיקני - בגרטור נייד, בהעדר ההארקה הנדרשת
- הגנה מפני התחשמלות
- הגנה מפני שריפה והתפוצצות
- פקוח מתמיד על תקינות הבידוד במנועים הנמצאים בכוננות או בסביבה לחה.

למידע נוסף סמן 37/17

הגן על המחשב

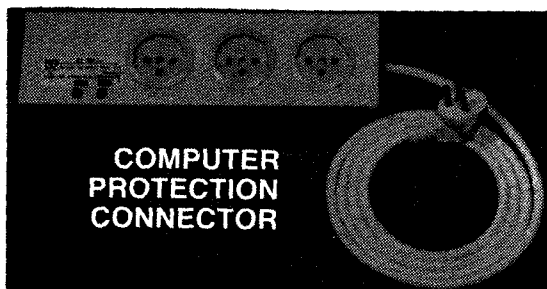
מפני

מתח יתר או תת מתח

הפתרון - BE

רב שקע להגנה על מערכת המחשב

עם 2, 3, 5 שקעים או עפ"י דרישה



למידע נוסף סמן 37/18

משרד מכירות:

אל - עד בע"מ. נציגים בלעדיים של עוז - און בע"מ. ת.ד. 2664, חולון 58127. רח' הנפח 10 טל. 800117-03

עוז און



* לאנשי המקצועי חשוב להם להשאר בעלי מקצוע *
"מרכז פיתוח והדרכה"

**המ"ל של חברת ה" HI TECH "הנדסה וטכנולוגיה"
מציג מגוון קורסים בנושאים טכנולוגיים מתקדמים
ביקורו ואישורו של משרד העבודה.**

הקורסים יאפשרו לבוגריהם להבין מערכות אלקטרוניות תעשייתיות ומערכות משובצות מיקרו פרוססורים כדמה שתאפשר אתוד תקלות וכן תכנון מערכות בקנה מידה מוגבל * בוגרי הקורסים יקבלו תעודות מטעם משרד העבודה על הקורס הנלמד *

קורס אלקטרוניקה תעשייתית
חשמל: הקדמה לאלקטרוניקה.
אלקטרוניקה

1. חצאי מוליכים (ביפולר, FET).
2. אלמנטים תעשייתיים.
3. מערכות שרור סינון ויצוב (דדלינגטון, טורי ומקבילי).
4. הטרנזיסטור במתח וכמגבר - ישומים.
5. עצוב פולטים בעזרת מנגלי סכימה וגויירה.
6. מולטי ויברטורים, חד יציב אליציב וכו' - שימושים.
7. ה-555 כאלמנט תעשייתי, טימרים נוספים, CMOS.
8. עקרונות מעגלי התמרה DC - DC מגברים אופרטיים בישומי תעשייה.
9. סכינים אופטיים וסכסורים תעשייתיים.
10. מצמידים אופטיים בישומי תעשייה.
11. לוגיקה, משפחות לוגיות, תכנון מערכות (מעלית וכו').
12. מערכות פיקוד לוגיות (דיאגרמת סולם) ותכנות PLC.
13. סקירה קצרה על זכרונות מוגליטים.

רובוטיקה תעשייתית ותיכ"ס

1. מבוא לרובוטיקה.
2. מבנה סוגים ועקרונות פעולה של רובוטים.
3. מערכת הנעה.
4. הגישה הניהולית להכנסת רובוטים.
5. אוטומציה תעשייתית - עקרונות אוטומציה קשיחה, שילוב בקרים מתוכנתים.
6. אנקודרים לסוגיהם ובקרת מהירות.
7. נתוני כדאיות כלכלית.
8. ציוד היקפי המופעל עם רובוטים.
9. חיישנים ואינטלגנציה מלאכותית.
10. תאי ייצור רובוטים, דוגמאות ודרכי תכנון.
11. שפות G, VAL.
12. שילוב גלאים, קיוז חוסר דיוק.
13. גריפרים ומדידת מאמץ.
14. מערכות פנאומטיות
15. דיאגרמות סולם

מיקרו מחשבים תעשייתיים

1. מספרים ושיטות ספירה בינריים.
2. לוגיקה כסיתית.
3. ערוצי מחשב.
4. זכרונות לסוגיהם.
5. עקרונות חרשימי זרומה ומבוא לתוכנה.
6. שיטות קיעון כתובות.
7. שיטות ניהול רגלים ופסקיות.
8. עדיפויות בפסקיות.
9. פקודות בשפה מכונה.
10. כתיבת תכניות באסמבלר ובעזרת תכנית אדיוטר.
11. חומרה - הבנת האלמנטים ההיקפיים.
12. בניות פרויקטים קטנים במעבדה חומרה ותוכנה.

לקורסים זימי עיון נוספים, אנא פנו למוכריות המרכז - בתודה

הערות והארות:

- * כל קורס מוזמן בנושא אחר יברק לנו.
- * הסכומים עלולים להשתנות בהתאם לשינויים במדיניות הממריים.
- * שכר הלימוד מיכר לצרכי מס כחוצא מוכרת של המפעל/חברה, ולא יחשב כהטבה וקופה המחייבת את העובד כחשולם מס.
- * ההרשמה בתוקף רק בליווי מכתב המחייבות או המחאה ע"ס הר"ל.
- * קיום הארוע מותנה בהרשמת מינימום מועמדים.
- * הקורסים מתקיימים - יום מרוכז בשבוע - ביום ב' אר' או ר' בין השעות 15.00 - 8.30.
- * קורסי ערב - בנימים א' ו-ה' בין השעות 20.30 - 17.00.
- * הארועים מתקיימים בר' בבית "מרכז פיתוח והדרכה" רח' שפירא 42 פתח תקוה, במקרים אחרים תבוא הודעה נוספת.

האם כבר נמנת על מקבלי רבעון ה- HI TECH "הנדסה וטכנולוגיה"
כאיש תעשייה כל שעליך לעשות הוא למלא את החלוש הר"ב ולשלוח אלינו
ה"הנדסה וטכנולוגיה" רבעון הרובוטיקה חוב"ס בקרה ומכונות - מ"ל "מרכז פיתוח והדרכה"

**הפרסום ב"הנדסה וטכנולוגיה"
משתלם -
נסה והזוכה**

הקורס	מס' שעות	מחיר בשר"ח (לא כולל מע"מ)	מוערי פתיחה משוערים (כל ההשתלמויות)
אלקטרוניקה תעשייתית בסיסית	85	480	יולי ספטמבר נובמבר ינואר 87 86
אלקטרוניקה תעשייתית מתקדם	60	450	
מיקרו מחשבים בסיסי	60	480	
מיקרו מחשבים מתקדם	50	450	
רובוטיקה תעשייתית חוב"ס	50	480	
מרוכז השתלמות מיקרו מחשבים תעשייתיים	7	75	
יום השתלמות ב- C, P I	7	75	
משולב מס' 1	110	880	
אלקטרוניקה ומיקרו משולב מס' 2	150	1200	
אלקטרוניקה ומיקרו רובוטיקה	150	1200	

טפה הרשמה לקורס / הזמנת מקור / פרסום בעלון "הנדסה וטכנולוגיה" *

1. נא לרשום את מרנב' _____ לקורס _____
2. יש בדעתינו לפרסם כעלונכם, מע"ב הזמנת/התקשרו עמנו**
3. הוסיפו בבקשה את _____ במנעו על לונכס.
4. אנו רוצים לפרסם מאמרו מקצועי בעלון בנושא _____
5. אנו מעוניינים במידע נוסף, אנא התקשרו עמנו ** סמן את הרצוי

שם משפחה _____ שם החברה _____ תפקיד _____
 מען החברה _____ טלפון + שולחה _____
 מען רצוי למשלוח _____
 תאריך _____ חתימה _____

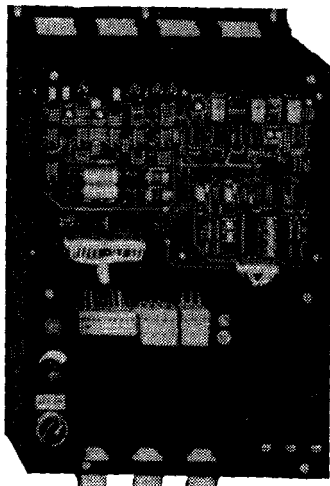
לכבוד
מרכז פיתוח והדרכה
רחוב שפירא 42, פתח תקוה
ת.ד. 2115 מיקוד 49210. טלפון: 03-919789

לקורסים זימי עיון נוספים, אנא פנו למוכריות המרכז - בתודה.
הקורסים יתקיימו גם בחיפה, ירושלים ובאר שבע. פרטים במרכז בפתח תקוה, טל. 03-919789



הנדסת הספק (1980) בע"מ

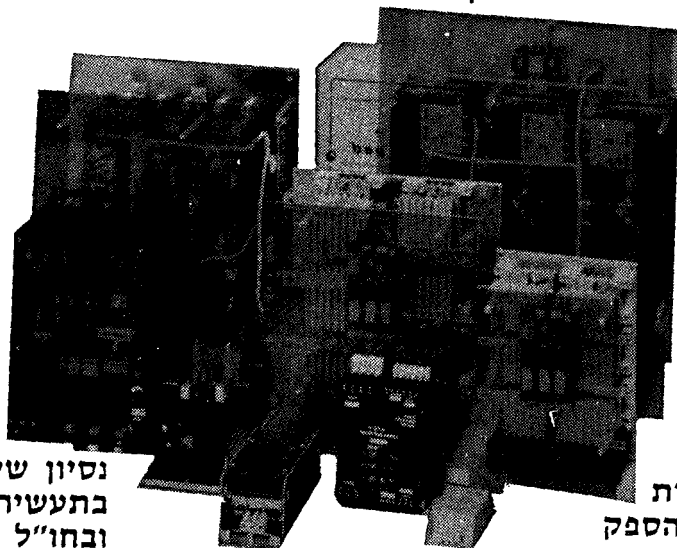
מקבוצת כלל תעשיות



משנה
מהירות
(p.e.d.)
תלת פאזי
עד 25 כח סוס

תוצרת הארץ
חלקי חילוף במלאי
אחריות ושרות

מתנעים להתנעה רכה תלת פאזי
בהספקים 500 - 5 כ"ס



נסיון של שנים
בתעשייה בארץ
ובחול"ל

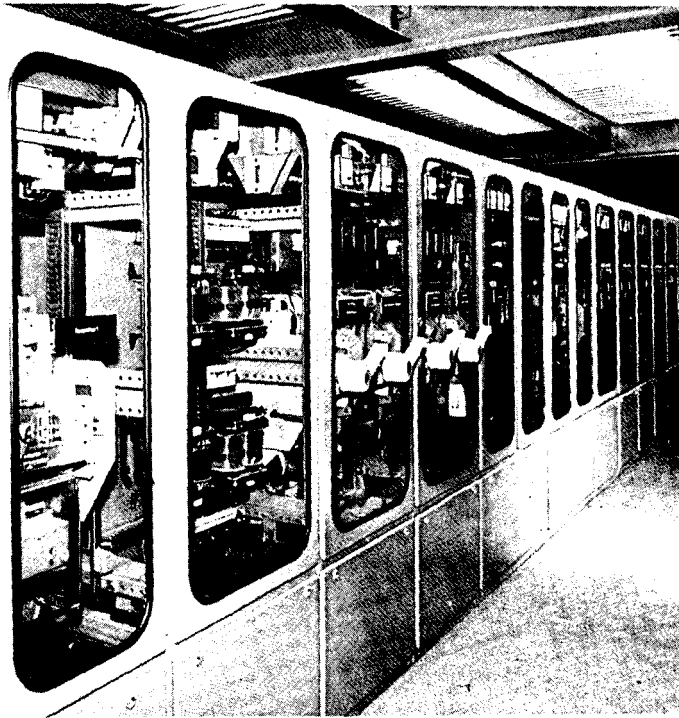
שרות ואמינות
של הנדסת הספק

הנדסת הספק (1980) בע"מ

רח' החרושת 24, אור יהודה - 200 60

ת.ד. 255 אור יהודה, טל. 344484/5, 345520/1

קבוצת קצנשטיין אדלר



על צי
או

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

קבוצת קצנשטיין אדלר

אנו תמיד קרובים אליך:



מלאי חלפים

בנקת איכות

שרות

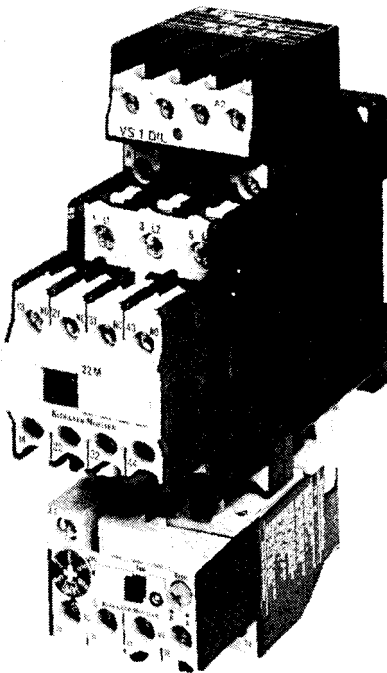
ייעוץ

חכנון

אמינות

אחריות

איכות



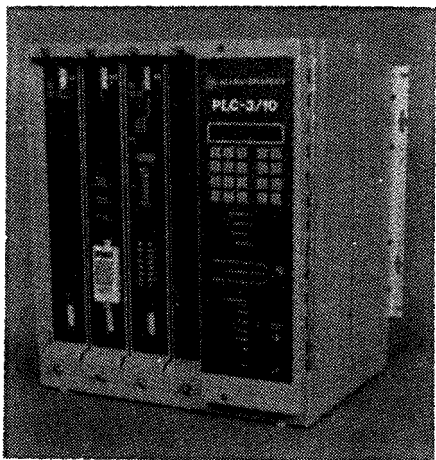
דדדש

**DIL R/DIL
בנה מודולרי**

**מיתוג קלוקר מלר
שר תמיד לסמוך.**

**לשם קבלת מידע נוסף
לפנות למשרדינו הטכניים**

02- 536332	טל	ירושלים	ק.מ.ק. הנדסת חשמל בע"מ	03- 614668	טל	תל-אביב	שירות (1975) בע"מ
057- 35916	טל	באר-שבע	ק.א. אלקטרומכניקה באר-שבע בע"מ	03- 614668	טל	תל-אביב	ד"ר בע"מ
03- 614668	טל	תל-אביב	טקסל אלקטרוניקה בע"מ	04- 614776	טל	תל-אביב	דלר בע"מ (התקנות)
03- 614668	טל	תל-אביב	סולקון תעשיות בע"מ	04- 532174	טל	חיפה	חיפה בע"מ
03- 999844	טל	ראשון לציון	מיתוג בע"מ	04- 532174	טל	חיפה	לכפר סבא בע"מ
03- 623421	טל	תל-אביב	אסטרול בע"מ	052- 24003	טל	כפר סבא	שירות (סניף אשקלון)
				051- 26719	טל	אשקלון	



ALLEN-BRADLEY



PLC — 3 / 10

הפתרון למערכות גדולות "קטנות"

קונטאל משווקת בימים אלו את בקר
PLC — 3 / 10 הכולל את כל התכונות של הבקר
הענק 3 — PLC אך מותאם למערכות בעלות
כמות I/O מקסימלית של 2048 כניסות ויציאות
וגודל זכרון של 32 K.

בין תכונותיו ניתן למצוא:

- מתמטיקה עם נקודה צפה
- מספרים עד 32 סיביות (BIT)
- תכנות בשפה BASIC בנוסף לדיאגרמת סולם
- רב משימתי MULTITASKING
- אפשרות תקשורת ל: DATA-HIGHWAY, מחשבים וכו'.
- "גיבוי חם" בין בקרים במתקנים רגישים במיוחד.

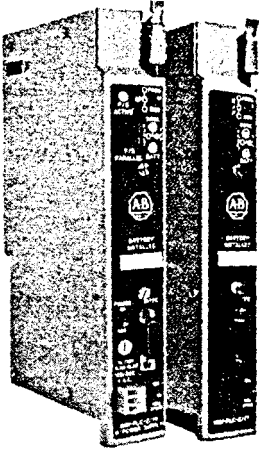
תל-אביב, רח' תוצרת הארץ 10, ת"ד 36005
ת"א 61360, טל' 03-254162 (10 קווים),
טלפקס: 32336, פקסימיליה 03-258678.



קונטאל
הנדסת מכשור ובקרה בע"מ
CONTEL
CONTROL & INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD



ALLEN-BRADLEY



PLC-2/17

הפתרון למערכות בינוניות וקטנות

קונטאל גאה להציג את הבקר החדש PLC-2/17
המצטרף למשפחת הבקרים הותיקה PLC-2
בעל תכונות מתקדמות כגון:

- * זכרון 6 K עם הגנה
- ° פעולות מתימטיות מתקדמות: שורש, חזקה, לוגריתמים
טריגונומטריה וחישובי סטית תקן
- ° דולאות PIB בתוכנה
- ° שעון זמן אמת פנימי בגיבוי סוללת ליתיום
- ° קיבולת: 256 I/O בארגו זוויד אחד ועוד
כ" 256 I/O בארגו REMOTE

תליאביב, רח' תוצרת הארץ 10, ת"ד 36005
ת"א 61360, טל' 03-254162 (10 קווים),
טלפקס: 32336, פקסימיליה 03-258678.

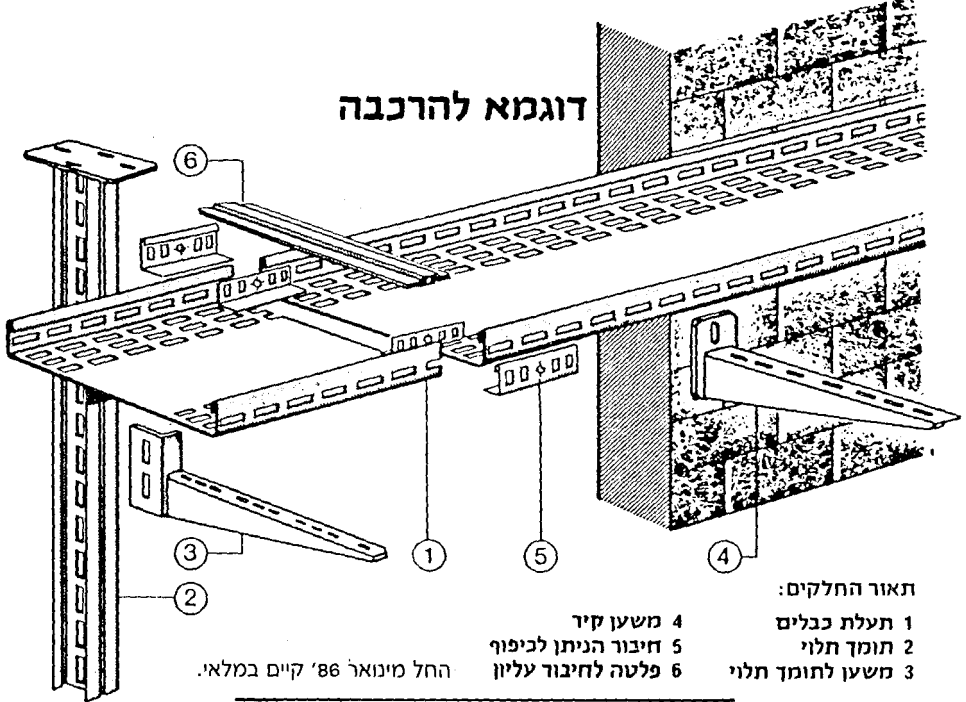


קונטאל
הנדסת מכשור ובקרה בע"מ
CONTEL
CONTROL & INSTRUMENTATION ENGINEERING LTD

לירד שיווק בע"מ

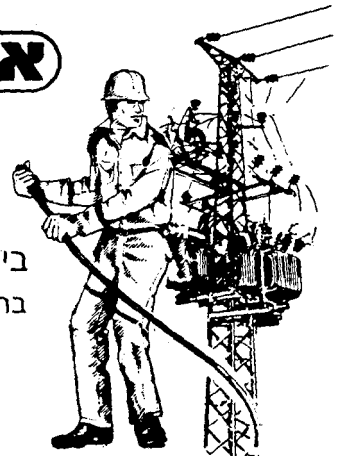
ת.ד. 609 נצרת עילית, טל. 065-74434

תעלות וסולמות כבלים MFK



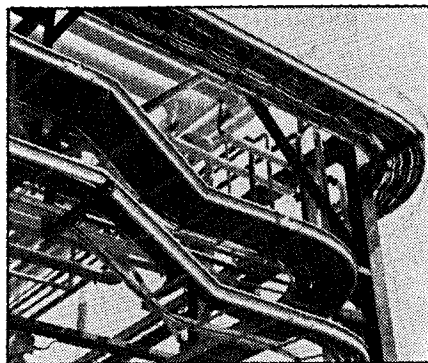
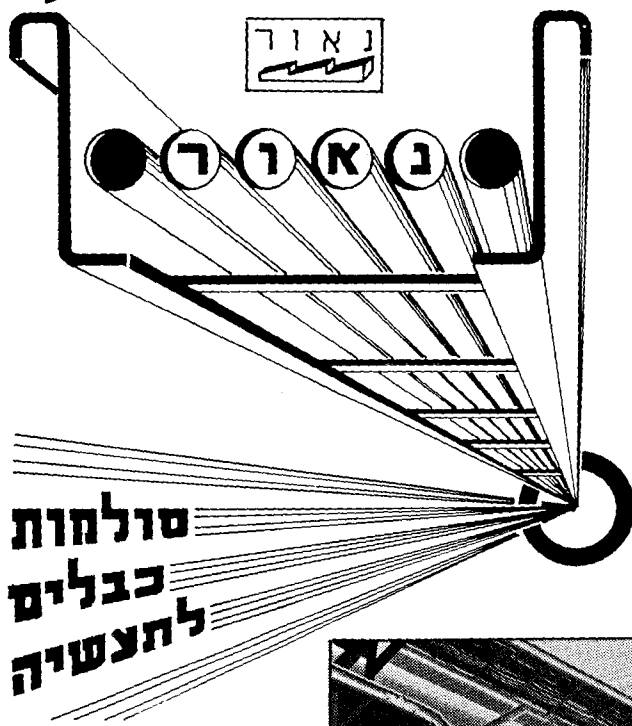
אינטר אלקטריקה

שרות וביצוע
עבודות חשמל בע"מ
ביצוע עבודות חשמל בתעשייה
בתי קרוו, מכוני תערובת, בתי אריזה



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

יצור אספקה והתקנה של סולמות כבלים מודולריים לתעשייה



אנו מציעים:

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

אחריות 10 שנים לציפוי אספקה מהירה

בדבר מידע נוסף וקטלוג הזמנות נא לפנות למשרדינו:

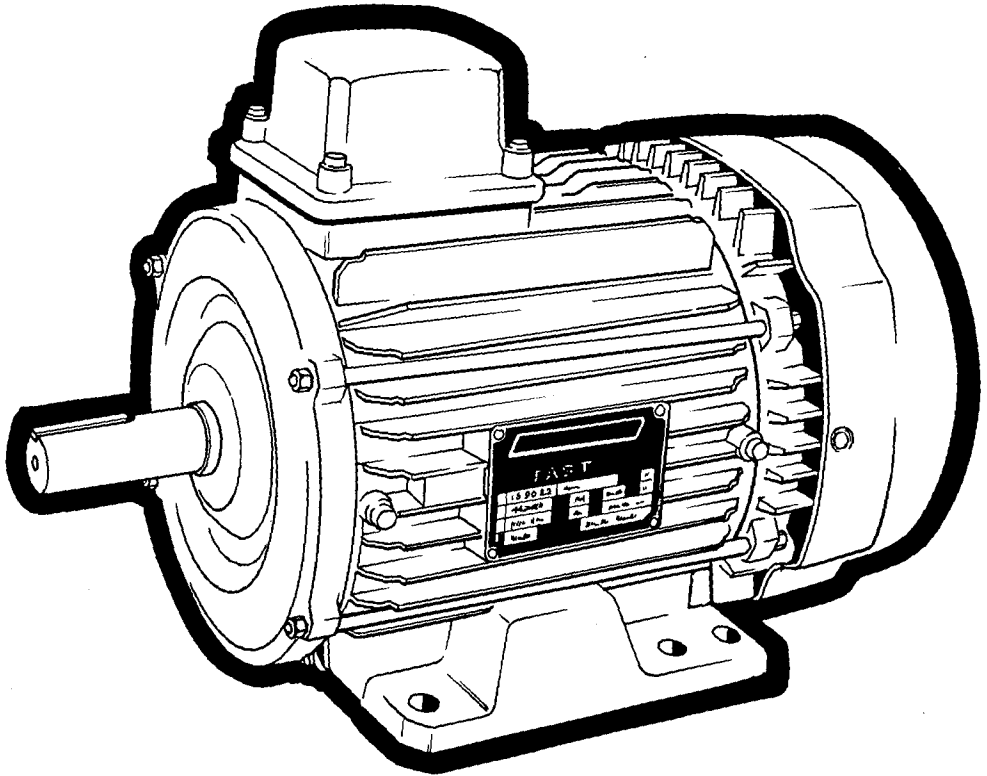
NAOR LTD.

נאור בע"מ

ELECTRICAL CONTRACTORS קבלני חשמל לתעשייה

מפרץ חיפה, רח' חלוצי התעשייה 79, ת.ד. 10256, טל. 724834, 04-724528 P.O.B. 10256 HAIFA-BAY

ליפוף ותיקון מנועי חשמל



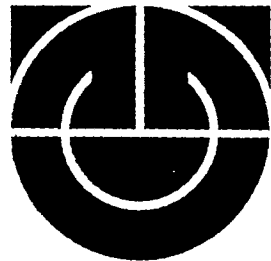
- ליפוף ושיפוץ מנועי זרם חילופין (A.C.) בכל הגדלים.
- ליפוף ושיפוץ מנועי זרם ישר (D.C.) וגנרטורים.
- ליפוף ושיפוץ מנועים אנוכיים בעלי ציר חלול למשאבות מים.
- התקנה ואחזקת מערכות חשמל ופיקוד בתעשייה ועגורני בנין.
- ליפוף ושיפוץ משאבות טבילה ומשאבות מים.
- התקנה ואחזקת מערכות חשמל ופיקוד באניות.

LEROY SOMER שרות מוסמך
 יעוץ ומכירה של מנועי חשמל A.C.-D.C.
 משאבות, ממירים וציוד חשמלי.

אלקטרומכניק

(1984) מ.ש. בע"מ

רח' חלץ 10 | גשר פז | חיפה
 ת.ד. 2636 חיפה, טל. 04-644238



פרסום אילי בע"מ - חיפה

**A.B.S.B. Automation, Control,
Drive**

Electronic devices & systems



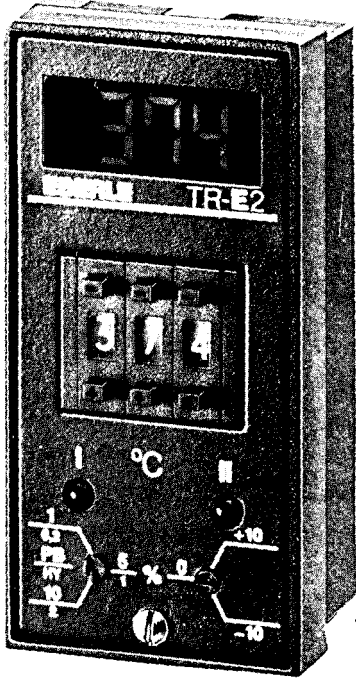
א.ב.ש.ב. אוטמציה, בקרה, הנע

אביזרים ומערכות אלקטרוניות

בקרי טמפרטורה תעשייתיים

- 48x48 מ"מ
- 96x48 מ"מ
- 96x96 מ"מ

- 1 נקודת כוון
- 2 נקודות כוון
- 3 נקודות כוון



מוצא: on-off, PID, PD, יציאה אנלוגית

כוונים אפשריים: *אנלוגי *דיגיטלי *עם/בלי קריאת הטמפרטורה

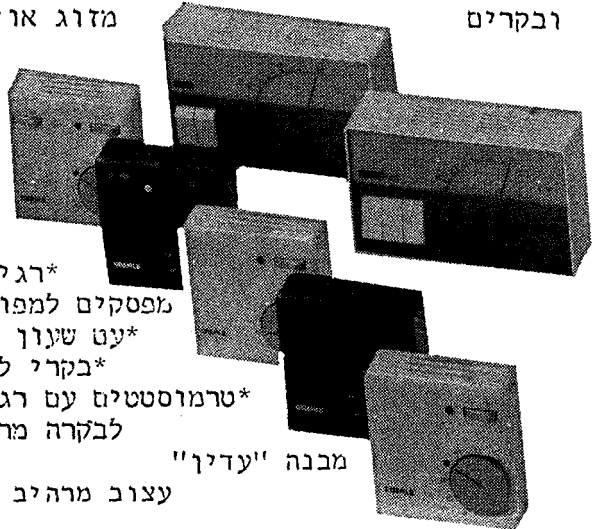
מוצרים אחרים בחברה:

- * בקרים מתוכנתים
- * בקרי רשת החשמל
- * ממסרים תעשייתיים 11, 8 פיין
- * ממסרים למעגלים מודפטים
- * קופסאות לזווד

דרוש מידע נוסף!

למערכות מזוג אוויר

טרמוסטטים ובקרים



- * רגילים מפסקים למפוחים
- * עט שינון שבת
- * בקרי לחות
- * טרמוסטטים עם רגשים
- לבקרה מרחוק

מבנה "עדין"

עצוב מרהיב

מכירות: שדר, רושינגטון 18 תל-אביב 66086. טל. 03-834111

קשטן חומרי השמל בע"מ

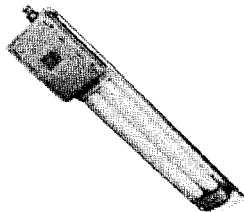
אלבני 121, ת"א, 61007, ת.ד. 802, טל. 613208, 623854, 613925.

כח' מכירות: קיבוץ גליוות 24, ת.א., טל: 810958, 835025, 829469, טלקס: אסטר 341292

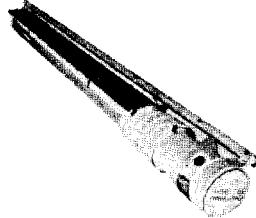
...ויקטור יספק לך את מיתקני התאורה המתאימים



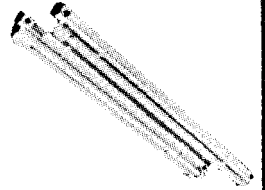
"זיקונט"
גוף פלורסנט כפול או יחיד, Type D, תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' 841001.
דרגה: T5 II B Ed EEx אטימות:
I.P. 67 דף קטלוגי L630/6



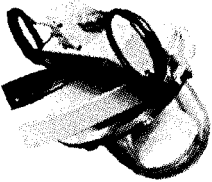
"אקסקליבור"
גוף פלורסנט כפול, Type E, תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' 84369.
דרגה: T4 II C Ed EEx אטימות 67 I.P.



גוף פלורסנט נגד התפוצצות ותנאי מזג אויר קשים.
דגם שזום בארה"ב תקן UL מספר 844.
תנאים לדרישות התקן האמריקאי: Class I, Divisions 1 and 2, Groups C and D, Class II and Class III Locations



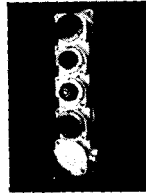
"רגינט"
גוף פלורסנט יחיד וכפול Type N, תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' 81284 N.
T3 II B Ed EEx אטימות 65 I.P. דף קטלוגי L682



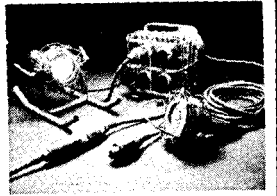
"סיטן"
גוף תאורה מתאים לנורות כספית 250 W, 400 W, נורות נתון 250 W, 400 W, או 500 ליבון, קיים גם דגם לתאורת הצפה. תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' Ex T3 II B D Ed אטימות 66 I.P. דף קטלוגי L638/2



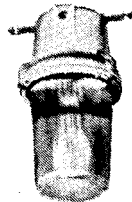
"סיטן"
גוף תאורה מתאים לנורות נתון 70 W, נורות כספית 80 W, 125 W, נורת ליבון 200 W ונורת כספית 160 W, 177 W משנק, הדגם ניתן לאספקה גם כגוף תאורה מהבהב.
תקן מכון הבטיחות האנגלי: Ex T3 II B D Ed אטימות 66 I.P. דף קטלוגי L637/3



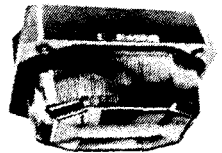
מערכת נורות סימון
"D" Type, תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' Ex T4 II B Ed דף קטלוגי L634/1



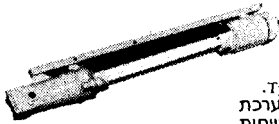
"ספטר"
מערכת תאורת יד ניידת, תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' Ex T3 II B Ed אטימות 66 I.P. דף קטלוגי L635-1-1641



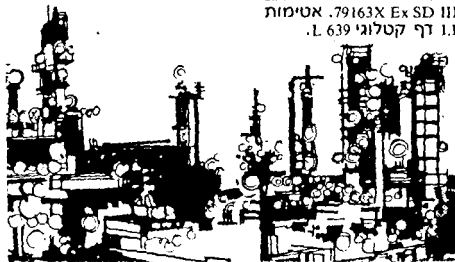
"מונרק"
מתאים לאזור Zone 2, גוף תאורה לנורת נתון 70 W נורת כספית 80 W, 125 W, 160 W, ללא משנק, נורת ליבון 200 W, תקן מכון הבטיחות האנגלי ואישור לביטוח מס' Ex T4 II B Ed אטימות 66 I.P. דף קטלוגי L681



"בלקהד"
גוף תאורה דגם "אוניה" מתאים לנורת נתון 70 W, נורת כספית 80 W ונורת ליבון עד 150 W. מתאים לאזור Zone קיים גם דגם עם זכוכית צבעונית למינחתי הליקופטרים. דף קטלוגי L673/L677



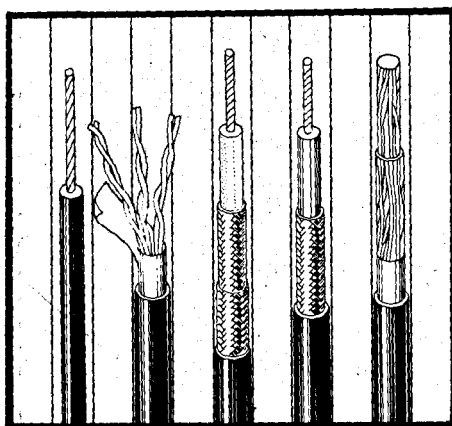
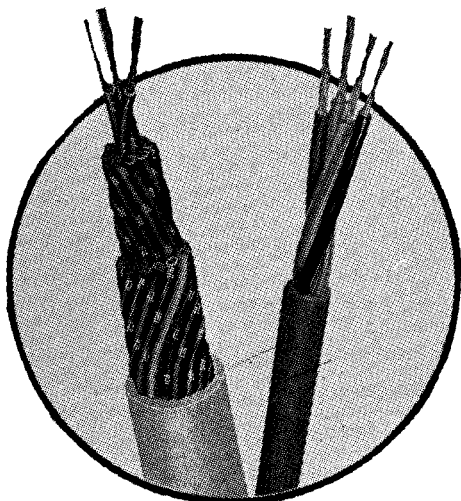
"זיקונט"
גוף לתאורת חרום Type D, גוף פלורסנט עם מערכת חרום D.C. תקן מכון הבטיחות האנגלי, ואישור לביטוח מס' Ex T6 II B Ed אטימות 56 I.P. דף קטלוגי L 639



הגד מהם התנאים....

Victor LIGHTING

כל סוגי הכבלים תחת קורת גג אחת



כבלים מכל הסוגים ובמלאי שוטף:

- ° כבלי אלקטרוניקה, מיכשור, מחשבים, קואקסים וכבלים מסוככים בסיכוכים שונים.
- כבלי טלוויזיה TV תקינים T1
- וכבלי במבו (BAMBOO)
- למערכות טלוויזיה במעגל סגור.

- ° כבלי מתח גבוה XLPE
- ° כבלים חסיניי אש PYPOEODOR
- ° כבלי פיקוד ממוספרים רב - גידים OZJ
- ° כבלי סיליקון לטמפרטורות גבוהות BIHF
- ° כבלים לתנאי שטח קשים ולסביבה בעיתית YPUR

ניתן לקבל יעוץ בנושא כבלים למיניהם
סוכנים בלעדיים של:

■ SAB ■ CONZEN ■ EHLERSKABEL ■ NKF

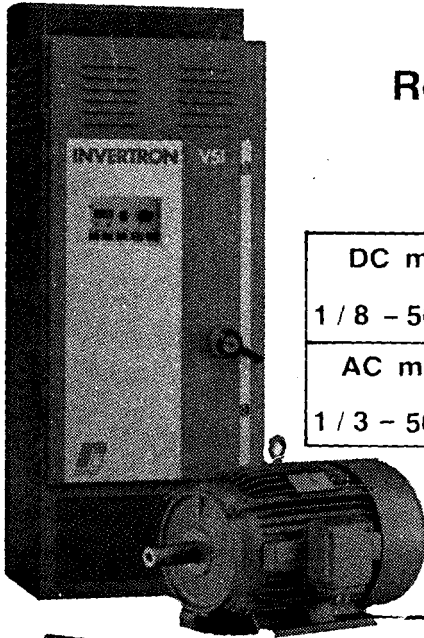
מפיצים בלעדיים של חברת "תרמופיל"

קשטן חומרי השמל בט"ח

אלבני 120, ת"א, 61007, ת.ד. 802, טל. 613208, 623854, 613925

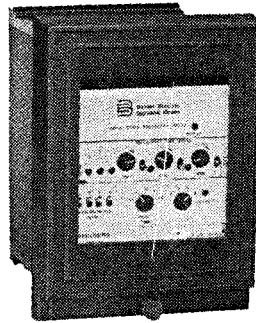
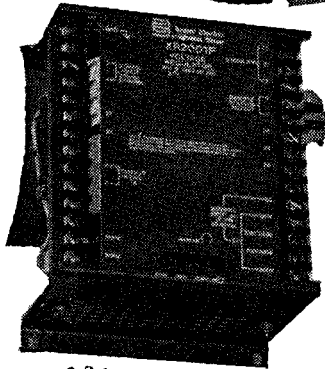
מח' מכירות: קיבוץ גלויות 24, ת.א., טל: 810958, 835025, 829469, טלקס: 341292 ASTR IL

וסתי מהירות למנועים
 בקרה והגנה לגנרטורים, ומתקני חלוקה

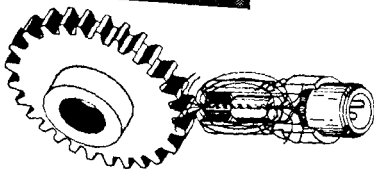
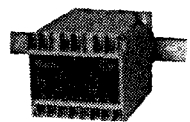
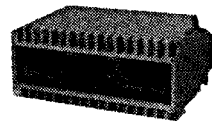


וסתי מהירות תוצרת
Switzerland - USA
מנועי זרם ישר וחליפין

DC motors 1 / 8 - 5000 HP	AC-BTI Pulse width moduli 1/4 — 3 HP	DC-minitron S-2-R 8000 1 / 8 — 5 HP
AC motors 1 / 3 - 5000 HP	AC-VSI Pulse width moduli 5 — 75 HP	DC-maxitron S ... 6-R 8000 5 — 3000 HP
	AC-CSI Current source inv 20 — 500 HP	



ציוד בקרה
 לגנרטורים
 ציוד הגנה
 לגנרטורים
 מתקני כח וחלוקה
 תוצרת BASLER-USA



ציוד בקרת סיבובים ותנועה
 לגנרטורים תוצרת חברת DYNALCO



לייטינג סנטר בע"מ

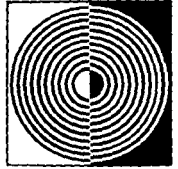
ת.ד. 20230

טל. 336043

רח' התעשייה 12 ת"א

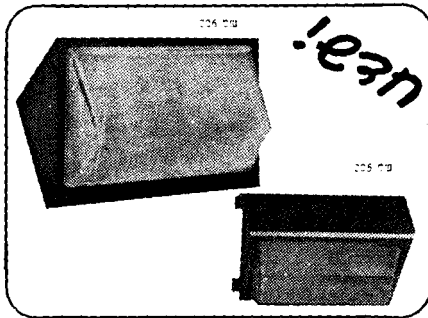
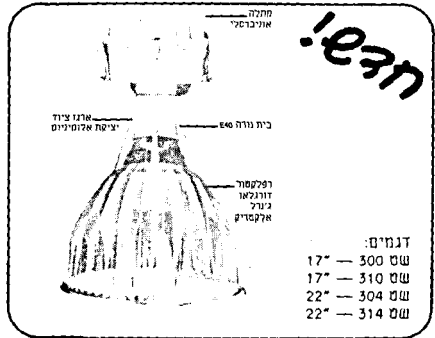
שטייניץ

מפעלי תאורה בע"מ.



DURALIGHT

- רפלקטור תוצרת "ג'נרל אלקטריק" מדגם "דורגלאו" עם ציפוי "ALGLAS" לשימוש עם נורות פריקה.
- ארגז אביזרים עשוי יציקת אלומיניום עם צלעות קדור וציוד הפעלה אינטגרלי.
- מתלה אוניברסלי לתליה בכל מבנה.
- בית נורה E40 חרטינה המיועד למניעת שיחרור הנורה ברעידות ועמידות במתח גבוה.
- אפשרות להתקנת זכוכית SHOCKPROOF בחזית בפנס להגנה פיזית ולאטימה מוחלטת.



WALL-PACK

1. אטם סיליקון, עמיד בחום וברטיבות.
2. גוף הפנס עשוי יציקת לחץ אלומיניום.
3. רפלקטור אסימטרי, אלומיניום טהור מצופה.
4. כבל בטחון אלחלד.
5. צירי פתיחה יצוקים.
6. בית נורה חרטינה E40 עם בלם זעזועים.
7. נורת פריקה, שפורפרת שקופה.
8. מפזר אור (רפלקטור) פריזמטי, עמיד בפני הלם טרמי ומכני.

נורת PL

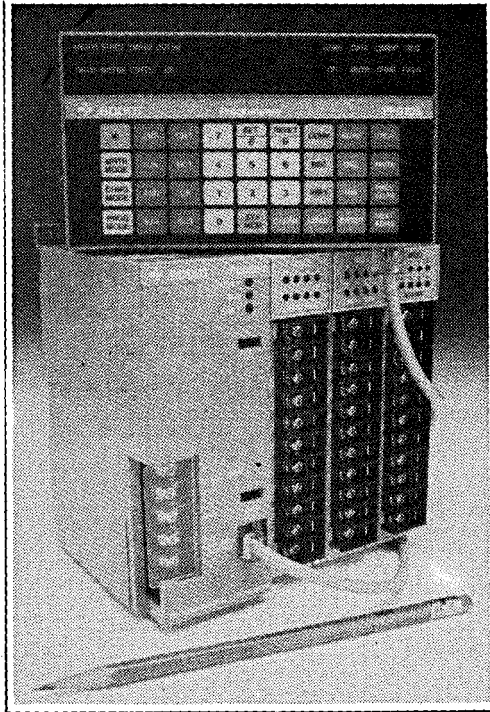
בהספקים 5-7-9-13 ווט

ממדים קטנים.....מאפשר התאמה לכל גופי התאורה
 נצילות גבוהה.....חסכון עד 77% באנרגיה
 10.000 שעות בעירה...חסכון באחזקה ותפעול
 גוון אור "חם".....דומה לנורת ליבון



085 - בקר קטן לכל מתקן.

**ועכשיו גם
כניסה אנלוגית!!**



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



אפקון בקרה ואוטומציה בע"מ

מקבוצת פויכטונגר תעשיות

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

טל: 03-299617, ט: 0770 33665 FEUCO IL

— מתחיל מ-16 כניסות ו-8 יציאות.
— מסוגל לטפל בעד 120 כניסות/יציאות בעזרת כרטיסים של 8 כניסות או-8 יציאות על כל כרטיס.

— 1K זכרון RAM או EEPROM.

— כולל מונה מהיר עד 5KHZ.

תוכנה עם פונקציות מיוחדות כגון:

— מגעים טרנסיאליים.

— SHIFT REGISTERS.

— העברת רגיסטרים.

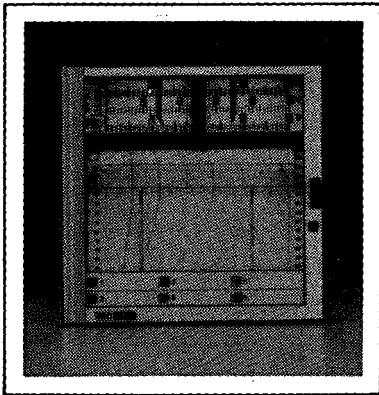
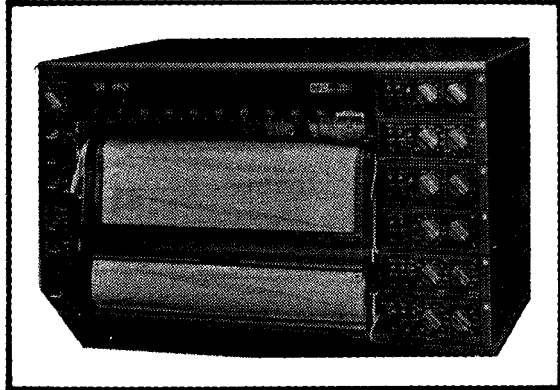
— CONVERT, COMPARE.

— סליל ראשי (MCR), ו-JUMP.

רשמים בתעשייה ובמחקר

B.B.C BROWN BOVERI — GOERZ

מבחר עצום של רשמים
לאנשי שרות, בקרה
ומחקר.
רשמים עד 6 ערוצים, עם
מגוון רחב של אפשרויות
מדידה ורגישויות.
ישום תופעות מעבר מהירות.
ציוד נייד, ציוד למעבדות
או למסדי בדיקות.
ישום X:Y, וכן תווינים
דיגיטליים לגודל A4, A3,
עד 8 עטים.



מגוון רשמים מעולים במחירים
הזולים בשוק, ללקוחות חשמל
ובקרה.
עד שישה ערוצים. ישום רציף או
נקודתי.
ישום בעטים חד פעמיים או
בשיטות ללא דיו.
תחומי מדידת טמפרטורה לכל
סוגי הגשמים.

**התקשר אלינו לקבלת מחירים ופרטים
נוספים, או להתאמת הרשם הדרוש
לצורכי הרישום שלך.
אנו נפתיע אותך לטובה.**

נציגים ושרות:

חברת ישראלמקס בע"מ

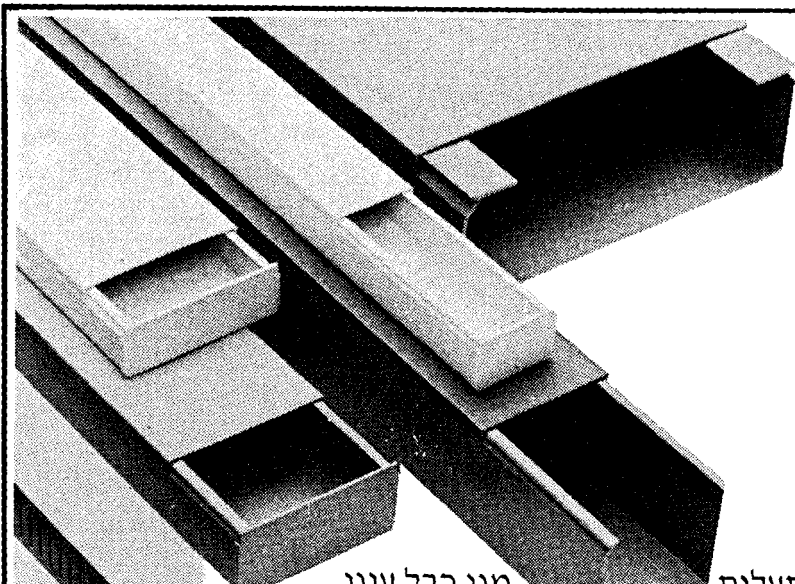
ארלוזורוב 25, ת"א 62488 • ת.ד. 6014 ת"א 61060
טלפון 24 33 33 (6 קווים) • טלקס 34 22 66

א: ישראלמקס בע"מ ת.ד. 6014 ת"א 61060
רשמים של GOERZ ציוד מתקדם נא שלחו לי מידע נוסף
שם עכור
מוסד כחובת מלאה
טלפון



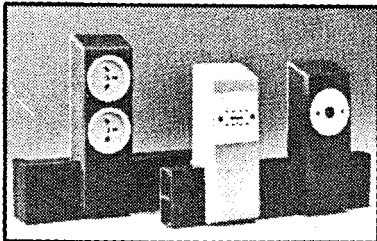
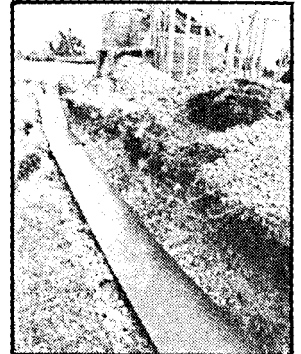
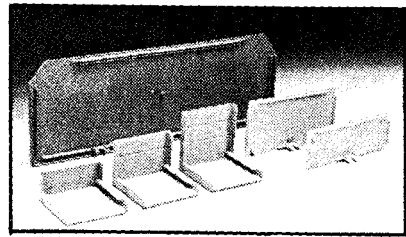
פלגל
תעשיות מוצרים
פלסטיים

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

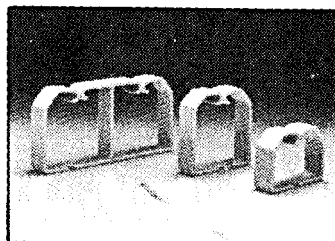


מגן כבל עוגן

סופיות לתעלות



תעלות פלסטיות לחשמל,
תקשורת ומחשבים



מחזיק כבלים

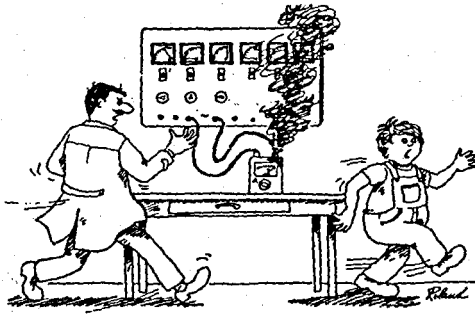
מגן לכבלים
תת קרקעיים

תעלות ופרופילים

חשמל • בקרה • תקשורת • מחשבים

"המקצועות החדשים" נוכח ההתפתחות הטכנולוגית בענפי החשמל והאלקטרוניקה

דוד תרזה



מאז המהפכה התעשייתית נקבעו דפוסים ומסגרות למקצועות השונים אשר קיבלו חינוך בהתאגדויות נוקשות נוסח הגילדות של ימי הביניים.

המומחיות הידנית הוחלפה במיכון בבקרה ובמערכות פיקוד; הידע המקצועי הפך למרכיב עיקרי בתכונות איש המקצוע; הדינמיות וההתפתחות המתמדת במדע ובטכנולוגיה מחייבים היערכות חדשה בהכשרתו של "בעל המקצוע החדש".

שוליות – סוף הדרך

המסגרות בעבר, קבעו כי בני עניים ילמדו מקצועות שעיקרם לימוד מיומנויות טכנולוגיות בדרך השוליות – במאה שלנו קיבלה ההתפתחות הטכנולוגית תנופה רצינית כאשר ההתפתחות בשטח החשמל והאלקטרוניקה היוו גורם משמעותי בהתפתחות זאת. נוצר מצב בו קבעה ההתפתחות המקצועית מסגרות חדשות, שיטת הלימוד בדרך השמרנית לא השכילה עוד לתת תשובות טכנולוגיות הולמות לבעיות שהתעוררו ואותה מערכת שמרנית שהייתה בנויה בצורה כה איתנה כביכול התמוטטה כנגין קלפים.

מלחמות המאה גרמו להתפתחות מואצת של כלי המלחמה, שמשמעותם פיתוח אמצעים טכנולוגיים בשטחים כגון: תחבורה, תקשורת וכיו"ן וכן ניידות האמצעים הטכנולוגיים וכל זאת בד בבד עם התפתחות השימוש בחומרים חדשים לצורכי המלחמה, התעופה והתעשייה.

כדי לעמוד בהתפתחות טכנולוגית מואצת זו ולנוכח האתגרים הגדולים שהתפתחות טכנולוגית אדירה זו הציבה, היה צורך דחוף בפיתוח עתודות אנשים בעלי יכולת טכנולוגית גבוהה אשר גויסו בעיקר מקרב הנוער, פועל יוצא מכך היה פתיחת בתי אולפנא ומוסדות להכשרה טכנולוגית בכל הרמות. השינויים אשר לכאורה נראו כהדרגתיים, התבצעו למעשה במהירות רבה ותוך שנים ספורות התברר למדינות התעשייתיות כי הדרך השמרנית של הכשרת כח אדם מקצועי מעמידה אותם בפני "כלים שבורים".

השוליות אינה נותנת יותר תשובות טכנולוגיות הולמות. הדרך השמרנית בהכשרת כוח-אדם מעמידה את המבצעים בפני כלים שבורים.

קידום הפוטנציאל של הלומד

כתוצאה מהאמור לעיל, הסתבר כי יש צורך בידע מוקדם אשר לשם רכישתו יש להשתמש בכלים שבעבר נחשבו כבעלי משקל משני – הערך של לימוד מיומנויות יסודיות; קריאת שפות, מתמטיקה וידיעת חוקי הפיסיקה והכימיה – עלה. בעל המקצוע הטוב היה חייב לא רק לבצע את עבודתו, כבעבר, אלא גם להבין את מעשי ידיו וליוזם שינויים והתקדמות.

למעשה, התהליך המואץ של ההתפתחות הטכנו-לוגית חל גם בחקלאות, ובכלל זה גם על החקלאות במדינת ישראל. ההתיישבות החקלאית התבססה במחצית הראשונה של המאה על עבודת כפיים אשר דרשה עובדים רבים והייתה מבוססת על רמה מדעית נמוכה אשר הובאה בעיקרה עם ההגירה מארצות אירופה או נלמדה מתושבי הארץ הקודמים. התהליך של הפיכת החקלאות לאינטנסיבית גרם לתפוקה גדולה יותר, למיכון ולשימוש בידע מדעי רב. התוצאה הייתה שעבודת הכפיים פחתה בצורה משמעותית ביותר והכנת העובד לתפקידו התבססה על מרכיבי ידע חדשים. כל זאת משום שהוצבו יעדים חדשים לאותה חקלאות. התוצאות מאלפות: חל פיתוח כמותי רציני תוך כדי יכולת עמידה בתחרות איכותית וכלכלית עם מערכות חקלאיות אחרות. באותה עת נתפנה כח אדם מאפיקי החקלאות והיה צורך למצוא תעסוקה מתאימה לאוכלוסייה זו הן מבחינה כלכלית והן מבחינת הכישרים. האידאולוגיה אשר בנתה משק חדש זה דבקה במתן השכלה כללית. פועל יוצא מכך היה העלאת הכישרים הפוטנציאליים של אותם בני נוער וחיפוש אפיקי יצירה חדשים והצבת מטרות אופרטיביות חדשניות.

שני מוצרי לוואי נוספים היו:

- האחד, היכולת להפנות זמן ולהשקיע יותר בלימודי יסוד.
- השני, אי האפשרות של הצבת מטרות הכשרה ברורות בזמן הנראה לעין.

ד. תרזה – מנהל היחידה לחשמל ולאלקטרוניקה
באגף להכשרה ולפיתוח כח אדם, משרד העבודה והרווחה

- ג. שימוש בצילום – בעיקר בתחום התלת-מימדי ללא עדשות, הקרוי הולוגרפיה וזאת על ידי יצירת מצב שבו העין "רואה" את העצם ממש.
- ד. שימוש בטכנולוגיות הלייזר והמייזר – לרפואה, ניתוחי עיניים "פתיחת סתימות".
- ה. שימוש טכנולוגי – לפיקוד ובקרה של תהליכים.
- ו. שימושים במחקר הפיסיקלי הטהור – לאנליזות של מבנה החומר.

ידע מקצועי כללי לכל

- המסקנה מן האמור לעיל היא שאחת הנקודות המבחינות בין בעל המקצוע "הקלאסי" לבין בעל ה"מקצוע החדש" היא הנקודה הסטטית – היציבה שאפיינה את המודל הקלאסי, כנגד התכונה של דינמיות ורזגרסיה של המודל החדשני.
- האישיות המקצועית של בעל המקצוע הקלאסי בנויה משלושה מרכיבים:
- הראשון והחשוב בהם הינו המיומנות המקצועית,
 - השני בחשיבותו הוא הידע המקצועי, הכללי,
 - והמרכיב השלישי הוא היכולת לחנך בעלי מקצוע זוטרים.

בעידן "המקצועות החדשים" חל שינוי מהפכני באופי העבודה ומכאן גם השוני בתכונות האישיות של בעל המקצוע. מרכיב הידע תפס מקום ראשון בחשיבותו ואילו מרכיב המיומנות הצטמצם מאד. המומחיות הידנית. פינתה מקומה למיכון, לבקרה ולתהליכי פיקוד. מהפכה זו בצרוף לבעית המטרות החדשות והצורך במרכיבי הידע החדשים כרקע – הזמינו שינוי מטודולגי בהעברת תוכניות הלימודים ובבניית דמות איש המקצוע החדש.

אינטראקציה בין התעשייה וההכשרה המקצועית חייבת להיות מושפעת ממעורבותם של אנשי תעשייה בהכשרה, בתוכניות הלימודים ובמטרות חדשניות.



מעורבות התעשייה

מכל האמור לעיל מסתבר כי מבט כולל על התעשייה וחשיבות הקשר הישיר להכשרת כח-אדם לפיתוח התעשייה, כגורם מכריע – בהתפתחות זו, בנוי על קשר גומלין בין התעשייה לבין מערכות ההכשרה.

במשק הפטריארכלי היתה ההכנסה המשפחתית מבוססת על עבודת כל בני המשפחה בעוד שבמשק המודרני ניתן, בעזרת מיכון, לחסוך כח אדם, זמן ומאמץ. במקביל עלה ערך התוצר. כפועל יוצא מכך גדלה ההשקעה בחינוך הן מבחינת זמן פנוי והן מבחינת משאבים.

החומר שנלמד היה מבוסס, כאמור, יותר ויותר על מיומנויות אינטלקטואליות מתקדמות, המשתמע מכך היה חיפוש מקורות ידע מחוץ למסגרת המשפחתית.

הידע הרב שנצטבר רוכז בבתי אולפנא שהיו בהם מומחים מקצועיים, מעבדות וכלי למידה מתאימים. הקצב המואץ בהתפתחות הטכנולוגית לא איפשר למידה ישירה והצבת מטרות ברורות – כדוגמה אידיאלית לכך ניתן לגזור מתחום האלקטרוניקה: נער מוכשר אשר כישוריו הצביעו על התאמתו ללימודי האלקטרוניקה, הידע הבסיסי שרכש במקצועות הכלליים והמוטיבציה שלו הצביעו לכאורה על התאמתו ללימוד הנושא, ואמנם פנה הנער לבית ספר מקצועי ולמד מקצוע שנקרא אלקטרוניקה. לאחר סיום לימודיו פנה לשוק העבודה ונוכח לדעת כי ידיעותיו אינן מספיקות ואינן הולמות את הקורה שם. מכאן שההתפתחות המהירה של המקצוע גרמה לקצב שינויים עצום שהנובע ממנו היתה המסקנה כי אין ללמוד לקראת מטרות ברורות, כבשיטה הקלאסית, אלא לפעול לקידום הפוטנציאל של הלומד בכיוון כללי. מאידך כמות החומר רבתה מאד כך שהיה צורך לחלקו למחלקות ולפעול בכיוון התמחויות. ברור, שנוצרו קונפליקטים בדרך החשיבה ובפיתוח תוכניות לימודים בהתאם.

כדי להבין את הפרובלמטיקה של הנושא יש להשליך מקרה מסויים ולנסות לבנות על פיו מודל, בעייתני עד כמה שיהיה, וללמוד מתוכו:

נושא אקטואלי בעשור שלנו בעולם הטכנולוגי המתפתח הינו הלייזר והמייזר (ראשי תיבות – "הגברת אור בעזרת פליטה מאולצת" ו"הגברת מיקרו גלים בעזרת פליטה מאולצת"). כדי להכין נער לעבודה בטכנולוגיות הלייזר יש לבנות את ידיעותיו הבסיסיות ודרך חשיבתו בכיוונים שונים מכפי שנעשה עד כה, משמע לשים דגשים על לימודי הבסיסיים ועל כישוריו ללימוד נושאים מופשטים כלימודי יסוד.

כאמור השיטה המודרנית מחייבת תוכנית לימודים כללית מחד, (הכוללת מתמטיקה, חשמל, אלקטרוניקה, פיסיקה וכימיה), וספציפית מאידך. וזאת כדי שניצור אישיות המסוגלת לא רק להבין אלא גם לענות על בעיות פרמטיות בתחום הנושא. שימושי הלייזר יוצרים גם הם תחומי התמחות ספציפיים הדורשים לימוד וניסויי כאשר יש מובילות בין התחומים.

לדוגמה:

- א. יצירת צפיפות אנרגיה גבוהה – היינו ריכוז של אור בנפח גדול בסביבת מוקד העדשה.
- ב. שימוש במכ"מ ובשיטות תקשורת שונות – על ידי יצירת שינויים בתדירות או במופע של קרן הלייזר.

תוכניות הכשרה

- ★ לכל נושא הכשרה ולא באופן סטנדרטי, תיבנה תוכניות לימודים מתוך מודלים קיימים ומתחדשים + מודלים חדשים. המודלים יהיו מעשיים, מעבדתיים ועיוניים.
- ★ לכל הכשרה תוגדרנה מטרות אופרטיביות כך שההכשרה תהיה קונקרטית ומעשית, ככל האפשר מחד-גיסא ותאפשר קידום והמשך לימודים – בהתאם לצרכי המשק מאידך גיסא.
- ★ הגדרות המקצוע אינן חייבות להיות שמרניות וניתן להכשיר אנשים ל"מקצועות חדשים" בהתאם לעיסוקם החדש.

שיטות ההוראה

- ★ שיטות ההוראה חייבות להתייחס לכל החידושים הטכנולוגיים הקיימים בהקשר לנושא הנלמד, כן יש להשתמש באמצעי הוראה הולמים – תוך הקפדה על פרופורציה נכונה.
- ★ עקרון קידום הלומד על ידי גירויי סקרנות מעולם המעשה הקרוב, כדי לקבל מוטיבציות להמשך ההכשרה בכיוון התמחויות (לרוחב) או שלב הסמכה גבוה יותר (לאורך).
- ★ מערך הציוד ובנייתו חייב להיות רציונלי, חסכוני והולם את הקורה במשק.
- ★ יש לדאוג לפיתוח מועדונים וגופים אשר ילכדו את אוכלוסית המועסקים באותו נושא תחת קורת גג אחת תומכת ובלתי מחייבת, אשר תיתן ללומד את הרגשת השייכות.
- ★ יוצבו "מדרגות" קידום ברורות, לא גבוהות מידי, בהן יוכל הלומד להתקדם (במקביל לקידום במקום העבודה, באם הלומד גם עובד).

קשר גומלין פעיל זה צריך להיות לפיכך מושפע משלוש נקודות כאשר המצאותה של כל אחת מהן הינו תנאי לקיום הכשרה בעולם התעשייה המודרנית:

★ צוות ההוראה חייב להיות ברובו מתוך אנשי תעשייה פעילים. המשמעות המעשית היא כי אנשי תעשייה יחוייבו ללמד או להדריך, משך שעות ספורות, את המועמדים להיות בעלי מקצוע באותו נושא (נושא חונכות).

★ בוגר הכשרה מקצועית, טרם שיזכה בסיווג מקצועי כלשהוא, יהיה חייב בהתמחות בתעשייה באותו נושא. משך ההתמחות יכול להקבע בצורה גמישה.

★ הכשרה מקצועית טובה הינה נושא יקר וכדי לקיים הכשרה זו ברמה נאותה, יש לממנה על ידי חוק שיבסס את מימון ההכשרה תוך הקצאת אחוז מסויים מהמחזור הכספי של המפעל.



עבר זמנו של "בעל-המקצוע הקלאסי". אנו נמצאים בעיצומו של עידן חדש שחייבים לאפיין אותו אנשי מקצוע המושפעים מהדינאמיות והקידמה הסובבים אותם בכל התחומים.

תזכורת על חידוש המנויי ל"התקע המצדיע" לסדרה 1986/87

- חוברת זו (מספר 37) היא האחרונה בסדרה הנוכחית (37 – 35)
- החוברת הראשונה בסדרה החדשה, 38, תצא לאור בהתאם לתוכנן עד סוף השנה. הסדרה תכלול כרגיל, 3 חוברות (38; 39; 40).
- דמי המנוי לסדרה החדשה הם 4.5 ש"ח (1.5 ש"ח לכל חוברת). מחיר זה כוחו יפה עד 30.9.86.
- כדי להכליל כרשימת המנויים המעודכנת יש למלא את הפרטים החסרים בטופס כרטיס המנוי (צורף לטופסי ה"רשיון לעסוק בביצוע עבודות חשמל" לשנת 1986/87 ונשלח לחשמלאים המורשים).
- ולשלם את דמי המנוי כנדרש, בבנק הדואר.
- חשמלאים שלא קיבלו את כרטיסי המנוי החדשים ומועוניים לקבלם, מתבקשים לפנות בכתב למערכת לפי הכתובת:
חברת החשמל לישראל/מערכת "התקע המצדיע", ת.ד. 8810 חיפה 31086.
או לרשום את מבוקשם על גבי תלוש השרות הפירסומי (במדור המודעות).
- החוברת הראשונה בסדרת 1986/87 (מספר 38) תשלח רק לחשמלאים אשר שילמו את דמי המנוי במלואם.

אופייני העמסה השמלית של צרכנות ביתית בשכבת הביניים (תרומתם לתכנון החיבורים לבתים ורשת החלוקה)

אינג' זוראל זיסמן, טכנאי אלכס רויטנברג, אינג' אברהם יניב

משקל צריכת האנרגיה השמלית של הצרכנות הביתית מהווה כ-25% מצריכת החשמל הכללית במדינת ישראל. את הצרכנות הביתית ניתן לסווג לשלוש שכבות, בהתאם לצריכת האנרגיה השנתית שלהן:

א. השכבה הנמוכה (צריכת חשמל עד 2,000 קוט"ש בשנה)

ב. שכבת הביניים (צריכת חשמל מ-2,000 עד 4,000 קוט"ש בשנה)

ג. השכבה הגבוהה (מעל 4,000 קוט"ש בשנה)

מאמר זה מתייחס לצרכנות הביתית בשכבת הביניים המהווה כ-50% מכלל הצריכה הביתית. אופייני ההעמסה של הצרכנות הביתית בשכבת הביניים חיוניים לתכנון רשתות מתח נמוך, בחירת שגאי חלוקה, קביעת סטנדרטים לחיבורים לבתים וכו'.

כדי לקבוע אופייני העמסה אלה, נערכו מדידות עומס רצופות (מ'1.12.83 עד 31.3.85) אצל 109 צרכנים ביתיים בשכבת הביניים שנבחרו מתוך מדגם מייצג. הצרכנים אשר אצלם נערכו המדידות נמצאים ברובם בשכונות מגורים בינוניות שנבנו בבניה ציבורית.

אופייני העמסה של צרכן ממוצע

להבדיל מאופיין העמסה של צרכן בודד ממוצע העוזר לנו לתכנן את רשת החל"ב, הרי לצורך בדיקת ההשפעה של הצרכנות הביתית על העמסת רשת החלוקה המזינה מספר רב של רשתות חל"ב ולצורך תיכנונם הוכנס המושג של צרכן ממוצע. הוא מוגדר כצרכן ביתי אשר נתוני הביקוש שלו מתקבלים מסיכום בזמני של נתוני המדידה של כל הצרכנים הבודדים שנמדדו, מחולק למספר צרכנים אלה.

הצרכן הממוצע הוא צרכן המייצג והמאפיין את הצרכנות הביתית.

להלן מובאים תוצאות העיבודים העיקריים שנעשו עבור הצרכן הממוצע.

שיאי ביקוש

כל שיאי הביקוש הופיעו בימי שישי או בערבי חגים, בכל עונות השנה, לפי הפירוט הבא:

באביב (31.5.84 - 1.4.84) שיא הביקוש היה

0.75 קו"ש

בקיץ (30.9.84 - 1.6.84) שיא הביקוש היה

0.65 קו"ש

בסתיו (30.11.84 - 1.10.84) שיא הביקוש היה

0.72 קו"ש

בחורף (31.3.84 - 1.12.84) שיא הביקוש היה

1.15 קו"ש

ערכים אלו מהווים את שיאי הביקוש של הצרכן הממוצע והתקבלו מעיבוד נתוני המדידה בפרקי זמן של 15 דקות.

לצורך בדיקת ההעמסה של השנאים, מעניינים אותנו בדרך כלל השיאים שנמשכים לפחות שעה אחת. לכן בוצע עיבוד הנתונים על בסיס של שעה אחת. במקרה זה, שיא הביקוש שהתקבל היה 1.04 קו"ש והופיע בחורף, גם כן באחד מימי ששי בשעות אחה"צ.

השתנות שיאי הביקוש במשך תקופת המדידה מופיעה באיור 1.

אופייני העמסה של צרכן בודד ממוצע

הרגלי הצריכה של הצרכנים הביתיים שונים במידה ניכרת זה מזה ולכן לא ניתן לאפיין באמצעות צרכן מייצג.

על מנת לאפשר את בדיקת ההעמסה הצפויה של החיבורים לבתים (חל"ב) לצורך תכנונם, הוכנס המושג של צרכן בודד ממוצע, המוגדר כצרכן ביתי שנתוני הביקוש שלו (שיא הביקוש וצריכת האנרגיה) מתקבלים כדלקמן:

— שיא הביקוש הינו הסיכום של שיאי הביקוש של הצרכנים הבודדים מחולק למספרם.

— צריכת האנרגיה הינה הסיכום של צריכות האנרגיה של הצרכנים הבודדים מחולק למספרם. מעיבוד נתוני המדידות, התקבלו הערכים הבאים המייצגים את נתוני הביקוש של הצרכן הבודד הממוצע:

— **באביב קיץ וסתיו** שיא הביקוש היה 3.5 קו"ש וצריכת האנרגיה החודשית היתה 214 קוט"ש.

— **בחורף** שיא הביקוש היה 4.4 קו"ש וצריכת האנרגיה החודשית היתה 248 קוט"ש.

מבדיקת עקומות העמסה של כל 109 הצרכנים הבודדים בימי השיא שלהם התברר:

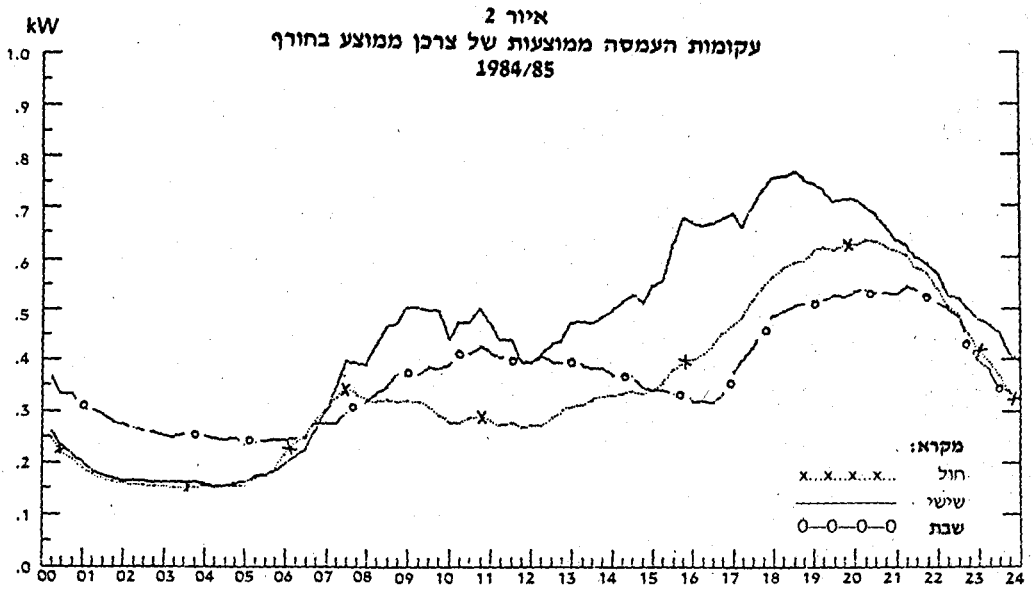
— שיא הביקוש הגבוה ביותר של הצרכן הבודד היה 8.4 קו"ש ונמשך 15 דקות.

— ביקושים גדולים מ-5.5 קו"ש נרשמו אצל 20% מהצרכנים והופיעו פעם או פעמיים בתקופות המחקר. ביקושים אלה נמשכו עד 30 דקות.

— ביקושים גדולים מ-6.5 קו"ש נרשמו אצל 5.5% מהצרכנים והופיעו פעם אחת ונמשכו עד 30 דקות.

זוות מדור מחקר עומס, הרשת הארצית, אגף הצרכנות, חברת החשמל.

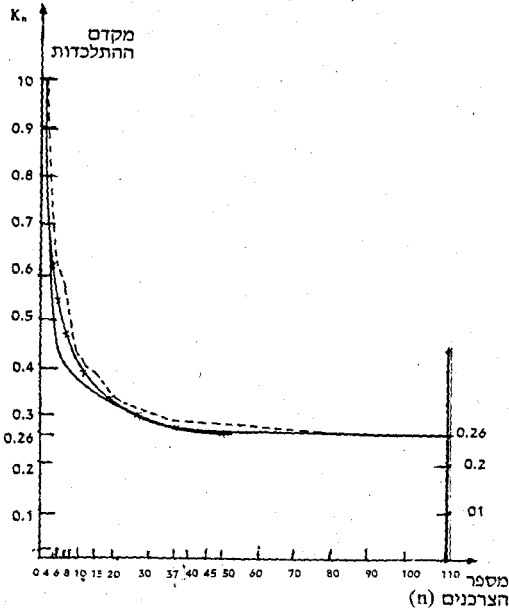
אינג' ז. זיסמן
טכנאי א. רויטנברג
אינג' א. זניב



מעקומות אלה ניתן לראות כי העמסה בימי שישי גבוהה בהרבה מההעמסה ביתר ימות השבוע. לדוגמא, שיאי הביקוש בימי חול ושבת קטנים בכ- 15% עד 23% משיאי הביקוש בימי שישי. שיאי הביקוש כולם מופיעים בשעות הערב, כאשר בימי שבת הם מופיעים מאוחר יותר מיתר ימות השבוע.

עקומות העמסה ממוצעות
מבדיקת עקומות העמסה של הצרכן הממוצע התברר שניתן לאפיין את התנהגותו על ידי שלוש עקומות אופייניות: לימי חול, לימי שישי ולימי שבת.
עבור חורף 1984/85 ניתנות עקומות אלה באיור 2.

איור 3
עקום מקדם ההתלכדות



מקרא:

- ממוצע
- - - מירבי
- מחושב לפי: $0.87 \frac{0.13}{\sqrt{n}}$ ($n \leq 45$)

- אצל 20% מהצרכנים הבודדים, הופיעו פעם או פעמיים ביקושים גדולים מ-5.5 קו"ט שנמשכו עד 60 דקות. שיא הביקוש הגבוה ביותר של הצרכן הבודד היה 8.4 קו"ט ונמשך 15 דקות בלבד.
- שיאי הביקוש של הצרכן הממוצע באביב, בקיץ ובסתיו היו נמוכים בכ-40% משיא החורף והופיעו גם כן בימי שישי אחה"צ.
- צריכת האנרגיה השנתית של הצרכן הביתי המוצע בשכבה זו היתה 2,690 קוט"ש.
- אין התלכדות בין זמני ההופעה של שיאי המערכת לאלה של הצרכנות הביתית בשכבת הביניים.
- התרומה המירבית של הצרכנות הביתית בשכבת הביניים לשיא המערכת היתה כ-0.9 קו"ט לצרכן והופיע בחורף, ביום חול, בערב.
- התרומה המירבית של הצרכנות הביתית בשכבת הביניים לרשת החלוקה היתה כ-1.00 קו"ט לצרכן והופיעה בחורף, ביום ששי אחה"צ.
- התקבלו לראשונה הערכים האמיתיים של מקדם ההתלכדות עבור הצרכנות הביתית בשכבת הביניים.

סיכום

ניתן לחזור ולומר כי התוצאות שהתקבלו ממדידות אלה יכולות לשמש כנתוני עומס התחלתי, החיוניים לתכנון מוקדם של רשת המזינה שכונות מגורים בינוניות ובכלל זה תכנון החל"ב ותכנון רשת החלוקה כולה.

השפעת הצרכנות הביתית בשכבת הביניים על המערכת הארצית

שיאי הביקוש של הצרכנים הביתיים הופיעו כאמור רובם בימי שישי. שיאי הביקוש של כלל המערכת מופיעים ברובם בימי חמישי.

מכאן אנו למדים שאין התלכדות בין שיאי הביקוש של הצרכנות הביתית בשכבת הביניים לבין שיאי הביקוש של המערכת הארצית.

מבדיקת השפעת הצרכנות הביתית בשכבת הביניים על המערכת הארצית בתקופת המחקר, נובע שהתרומה המירבית לשיא המערכת הופיעה בחורף, ביום חול בערב וגודלה היה כ-0.9 קו"ט לצרכן. לצורך השוואה חשוב להדגיש, שתרומתה של הצרכנות הביתית בשכבת הביניים לשיא המערכת בקיץ, היתה 0.27 קו"ט לצרכן, והופיעה בבוקר.

מקדמי התלכדות

כידוע, בחירת המוליכים והשנאים של רשת חלוקה למתח גבוה ונמוך וכן של מוליכי החל"ב, תלויה בעומס המירבי שלהם, לכן יש להתחשב בשיא הביקוש המשותף של הצרכנים המחוברים לרשת. כדי להעריך את גודל שיא הביקוש המשותף של מספר כלשהו של צרכנים ביתיים, חושבו מקדמי ההתלכדות לקבוצות בעלות מספר שונה של צרכנים. מקדם ההתלכדות מובא בנוסחה:

$$\frac{P_n}{n \sum_{i=1}^n P_i}$$

כאשר:

- K_n — מקדם ההתלכדות של קבוצה בעלת n צרכנים
- P_n — שיא הביקוש המשותף של הקבוצה
- P_i — שיא הביקוש של הצרכן i של הקבוצה
- ערכי מקדמי ההתלכדות שחושבו לפי הנוסחה דלעיל מוצגים באיור 3. על סמך התוצאות הנייל פותח ביטוי אמפירי המאפשר חישוב מקדם התלכדות עבור קבוצת צרכנים כלשהיא הכוללת עד 45 צרכנים:

$$K_n = 0.13 + \frac{0.87}{\sqrt{n}}$$

כאשר n, הינו מספר הצרכנים בקבוצה. עבור קבוצות בעלות יותר מ-45 צרכנים מקדם ההתלכדות הוא קבוע ושווה ל-0.26, כפי שנראה באיור 3.

תוצאות ומסקנות

- מעיבוד נתוני מדידות העומס אצל 109 הצרכנים הביתיים בשכבת הביניים מתקבל:
- שיא הביקוש של הצרכן הבודד הממוצע היה 4.4 קו"ט והופיע בחורף.

חומרי בדיל לשימושי הלחמה בעבודות חשמל

אינג' דוד פריש*

כידוע תופסים חיבורי הלחמה מקום נכבד בעבודות חשמל ואלקטרוניקה. בעת ההלחמה מחברים שני חומרים מתכתיים באמצעות חומר מתכתי נוסף, הנקרא לחם. בזמן ביצוע ההלחמה, גבוהה נקודת ההתכה של שני החומרים מנקודת ההתכה של הלחם. קיימים שני סוגי הלחמות: הלחמות "רכות", המתבצעות בטמפרטורה נמוכה מ- 450°C . הלחמות "קשות", המתבצעות בטמפרטורה הגבוהה מ- 450°C . בגלל שימושה הנפוץ של ההלחמה ה"רכה" בעבודות חשמל ובסוגי הלחם המשמשים בה, דן מאמר זה בתהליך ביצוע הלחמה זו בלבד.

סימני הלחם שבטבלה מתבססים על כינויים הלוועזי של שמות האלמנטים הכימיים, כדלקמן:

L — לחם	Cu — נחושת
Sn — בדיל	Cd — קדמיום
Pb — עופרת	Sb — מכיל אנטימון
Ag — כסף	

חשיבות הטמפרטורה הנכונה בביצועי ההלחמה

חשוב להדגיש כי בזמן ביצוע עבודות ההלחמה יש להקפיד על טמפרטורת עבודה מתאימה הנוצרת כאשר הלחם ניתך — הופך לנוזלי ומרטיב את פני

סוגי הלחם המשמשים להלחמה "רכה"

עקרונית, יש להבדיל בין שלוש קבוצות של סוגי לחם-רד בדיל להלחמה "רכה":

1. סגסוגת עופרת-בדיל או בדיל-עופרת עם תכולה זעירה של אנטימון או ללא אנטימון (לאנטימון יש תכונה להקשות את מרכיבי הסגסוגת של הלחם).
2. סגסוגת בדיל-עופרת עם מרכיבים של נחושת או כסף.
3. סגסוגת מיוחדת של לחם-רד בדיל.

סוגי הלחם הנפוצים בשימוש בעבודות חשמל הם אלו המסומנים בקבוצות 1 ו-2 דלעיל. בטבלה הבאה מסומנים סוגים שונים ונפוצים של לחם-רד בדיל, הרכב הסגסוגת המתכתית שבהם וסוגי שימושם המקובל למטרות שונות.

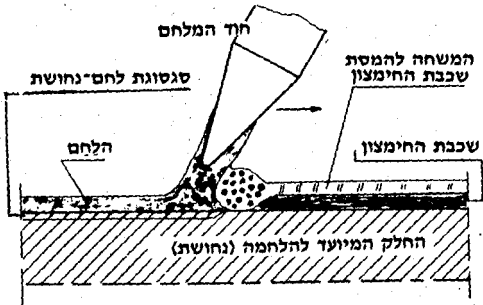
סוגי לחם "רד" על בסיס בדיל

השימוש המקובל	תחום התכת הלחם ב- $^{\circ}\text{C}$ מ— עד—	מרכיבי הלחם ב-% מהמשקל		כינוי הלחם
		עופרת Pb	בדיל Sn	
מצננים, טרמוסטטים	305...280	92	8	L-Pb Sn 8(Sb)
בדיל-מריחה, לחם עם עופרת	250...186	70	30	L-Pb Sn 30(Sb)
להלחמת מעטה כבלים	242...183	67	33	L-Pb Sn 33(Sb)
להלחמת מעטה כבלים	245...183	65	35	L-Pb Sn 35(Sb)
לציפוי בבדיל	235...183	60	40	L-Pb Sn 40(Sb)
לעבודות פחות עדינות	205...186	50	50	L-Sn 50, Pb Sb
לתעשית מוצרי חשמל, לציפוי בפלאטינה, לציפוי בבדיל	190...183	40	60	L-Sn 60 Pb
לתעשית מכשירי חשמל, ואלקטרוניקה, ולציפוי פלאטינה	190...183	Cu-0.2 השאר Pb	60	L-Sn 60 Pb Cu
לתעשית מכשירי חשמל, ואלקטרוניקה, ולציפוי פלאטינה	180...178	Ag 4-3 השאר Pb	60	L-Sn 60 Pb Ag
למתקנים העובדים בטמפרטורות גבוהות	395...340	Ag-5 השאר Cd	—	L-Cd Ag 5

* תורגם ועובד על ידי אינג' ד. פריש — לשעבר מנהל מחלקת קווים ורשתות, הרשת הארצית, חברת החשמל, מתוך ה"de — der Elektromeister" — ירחון מקצועי לחשמלאים מס' 17/83.

שטח החלקים האמורים להיות מולחמים ויוצר עימם סגסוגת. (ראה איור 1).

איור 2
תהליך ההלחמה



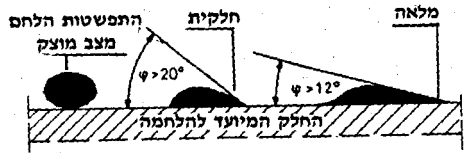
המולחמים בבדיל, הלחמה במכשירי טלקומוניקציה ועוד.

תהליך פעולת ההלחמה

- תהליך פעולת ההלחמה מתחלק למספר שלבים:
- * ניקוי החלקים המיועדים להלחמה בכדי להסיר מהם שכבות חימצון.
- (ככלי עבודה לביצוע הניקוי, מקובל להשתמש בפצירה, סכין או מגרדת).
- * חימום החלקים במלחם. ברזומנית יש להוסיף לחם. בתהליך זה גם משחת הנתך מתחממת ונעשית פעילה וממיסה באופן כימי את חלקיקי החימצון שעוד נשארו על פני השטח ומסירה אותם. אותה משחת נתך נוולת ומכסה את פני השטח הנקיים ומגינה בכך עליהם בפני חימצון מחדש.
- * הלחם דוחק את משחת הנתך הצידה ויוצר סגסוגת על פני שטח החלקים המולחמים.
- * הקשחת הלחם לאחר הרחקת מקור החימום. הואיל וההלחמות הרכות רגישות מאוד למכות ולעזוזים, בעיקר בתחום הטמפרטורות שבין 140°C ל-180°C, יש לכן להקפיד ולא להזיז את חיבורי ההלחמה בזמן תהליך ההקשחה.

איור 1

הרטבת החלקים והלחם בזמן ביצוע הלחמה



הטמפרטורה הדרושה לביצוע הלחמה טובה תלויה במידה מרובה במרכיבי הלחם.

אם העלה הטמפרטורה המירבית המותרת מעל לערך הנדרש להלחמה, עלולים להינק ולהתקלקל: – המשחה המיועדת להמסת שיכבת החימצון. – החלקים שיש להלחים.

וכמוכן שהתוצאה שתתקבל לא תהיה טובה. כפי שנראה מן הטבלה, מכילים רוב חומרי הלחם, בדיל (Sn) אשר מתקיף את הנחושת (בתופעה זו ניתן להבחין על ידי תוצאות תקיפת הנחושת של חוד הנחושת במלחם משומש). לכן מוסיפים לעתים ללחם 1% של נחושת וזאת בכדי להקטין במעט את ההשפעה הרעה של הלחם על הנחושת. השימוש בלחם עם תכולת נחושת חשוב במיוחד, להלחמת רכיבי מכשירים אלקטרוניים וזאת מן הסיבה כי שטח חתך המוליכים הוא לעתים זעיר וכל פגיעה בהם עלולה להיות משמעותית.

על-ידי תוספת חומרים, כגון: ביסמוט (Bi) או קדמיום (Cd) לסגסוגת הלחם בדיל-עופרת ניתן לקבל לחם שטמפרטורת ההתכה שלו נמוכה במיוחד, ותהיה בין 60°C ל-120°C. סוגי לחם אלה משמשים להלחמת חלקים הנמצאים בקרבה לאריגים, עץ או חומרי בידוד פלסטיים דליקים. שימוש נוסף בסוגי לחם אלו, הוא בהלחמת נתיכים עדינים, הלחמת נתיכים הפועלים באמצעות ניתוק שני מוליכים

(המשך מעמ' 22)

* כבל חד-גידי ל"מתח על" 400 ק"ו בעל בידוד פוליאטילן מוצלב

— XLPE או VPE (תמונה 3)

כבל זה שפותח בגרמניה המערבית הוא פיתוח ראשון מסוגו בעולם ומהווה צעד גדול בהתפתחות תעשיית הכבלים למתחים עליונים.

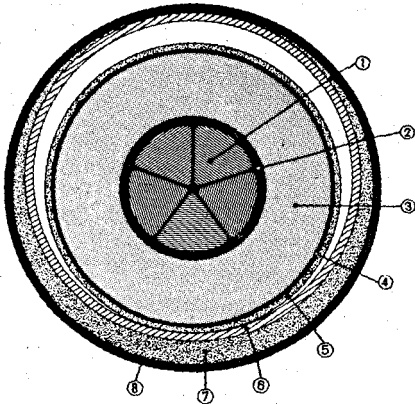
חתכו של הכבל 2,000 מ"מ² והוא מורכב מ-5 גידי נחושת סקטוריאליים.

המבנה של הכבל והחומרים המעולים ממנו הוא מורכב, מבטיחים תחזוקה מינימלית, חוזק מכני, גמישות לאורך שנים רבות ואיבודים דיאלקטטריים נמוכים ביותר.

מקרא:

1. מוליך נחושת
2. מעטה פנימי של מוליך למחצה
3. בידוד
4. מעטה חיצוני של מוליך למחצה
5. שכבה מוליכה למחצה נוספת (ריפוד)
6. מעטה אלומיניום
7. הגנה נגד שיתוך (קורוזיה)
8. מעטה חיצוני

תמונה 3
כבל חד-גידי "למתח על" 400 ק"ו



שילוב חדשני בין מגעון למנתק אוטומטי

תפיסה חדשנית במיתוג חשמלי, מערכת משולבת, המכילה מגעון, מערכת פיקוד ומנתק אוטומטי בעל כושר ניתוק גבוה

גבי מזור - הנדסאי חשמל

מבוא

ההגנה והפיקוד במעגלי הספק במערכות אוטומטיות דורשים התאמה מלאה בין היחידות השונות המשולבות במעגל ההנעה החשמלי כדוגמת המנתק הראשי, הנתיקים המפסקים האוטומטיים, המגענים וממסרי יתרת הזרם.

ההתאמה הנדרשת כוללת אפשרות להולכת זרם הקצר העתיד להתפתח במערכת, כושר ניתוק זרם העבודה וכד'.

נוסף לכך לאור השימוש הגובר והולך בבקרים מתוכנתים ובמחשבים להפעלת מערכות מורכבות נדרשת התאמה נוספת בין דרישות הבקרים למתחי הפעלה נמוכים ואינפורמציה על מצבי מערכות ההגנה, לכן נדרשים העוסקים בנושא לידע רב ולמימונות מקצועית גבוהה.

לצורך מתן תשובה הולמת לכל הדרישות שפורטו לעיל תוכנה מערכת זו שתיקרא להלן "המשלב". המערכת מכילה בתוכה מגעון ומפסק אוטומטי בעלי כושר ניתוק גבוה ויחידת הגנה, הניתנת להחלפה בהתאם לגודל המנוע, בעלת הגנה טרמית והגנה מגנטית הניתנים לכיוונון (ראה איור 1).



"המשלב"

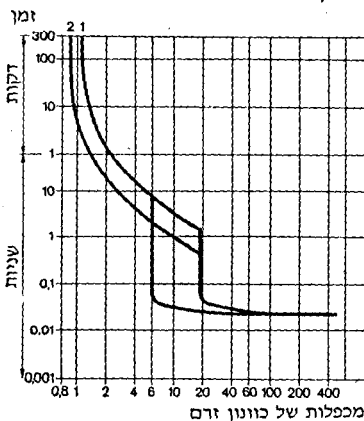
מבנה המערכת

לכל קוטב תא כיבוי קשת משלו. מערכת הניתוק מורכבת מ-3 הגנות (קצר, עומס יתר, זרם התנעה מגנטי) המפעילות, כל אחת בנפרד, פין חופשי "הנורק" אל המגעים ופותח אותם.

מערכת ההגנה עצמה מורכבת מ-2 יחידות נפרדות, האחת נמצאת בבסיס ה"משלב" והיא הגנת זרם קצר (עד 50 ק"א). השניה היא יחידה נפרדת המתחברת אל הבסיס כ"יחידה ניתקעת" (חליפית "Plug in Unit Interchangeable"). ליחידה ה"ניתקעת" קיימים מספר דגמים: מ-0.1A עד 63A. (בדומה לממסרי יתרת זרם סטנדרטיים) הגנת זרם התנעה מגנטי מ-6 פעם זרם נומינלי ועד ל-12 פעם זרם נומינלי. (ראה איור 2).

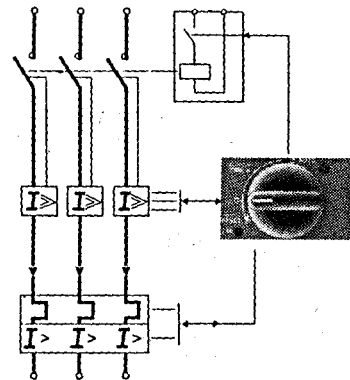
איור 2

עקומות זרם תרמי וזרם מגנטי



איור 1

סכימת ההגנות ומעגל הפיקוד ב"משלב"



התפיסה לפיתוח המכשיר ואופן פעולתו

פיתוח המערכת המשולבת כולל הפונקציות הנוכרות לעיל ביחידה אחת - "המשלב", התאפשר על ידי שימוש באותם המגעים לצורך הניתוק החשמלי בזמן תקלה ולצורך הפיקוד. מגעי "המשלב" עצמם הם מגעים "חופשיים", דהיינו כאשר הסליל מקבל מתח, הוא משחרר את ציר המגעים וקפיץ פנימי סוגר אותם. סידור זה נעשה על מנת למנוע מצב של ניגוד פעולה בין סליל המנוע לבין ניתוק (כתוצאה מתקלה) של המגעים.

ג. מזור - הנדסאי חשמל בכיר, חברת "טלשקו" בע"מ.

● הפעלה מרכזית

כל הפעולות הידניות או חיוויי התקלה מנותבים (הפיקוד והחיווי) אל ידית ההפעלה הראשית. קיימות אפשרות לקבוע את שלושת מצבי ההפעלה המוצגים בחזית ה"משלב".

"AUTO" – המערכת נמצאת במצב מוכן להפעלה על ידי מתח פיקוד חיצוני שיחובר למגעי הסליל (A₁, A₂) מעגל הסליל סגור מבחינה חשמלית.

"O" – המערכת ללא מתח. מאחר וב"משלב" ישנה מערכת הגנה וניתוק חופשיים (כפי שפורט לעיל), יכול להיות הכפתור במצב "O", רק אם מגעי הקונטקטור מנותקים, ומעגל הפיקוד מנותק אף הוא.

"TRIP" – מראה כי במתקן המוגן אירעה תקלה כלשהי.

"RESET" – לאחר התקלה יש להביא את המתקן למצב זה.

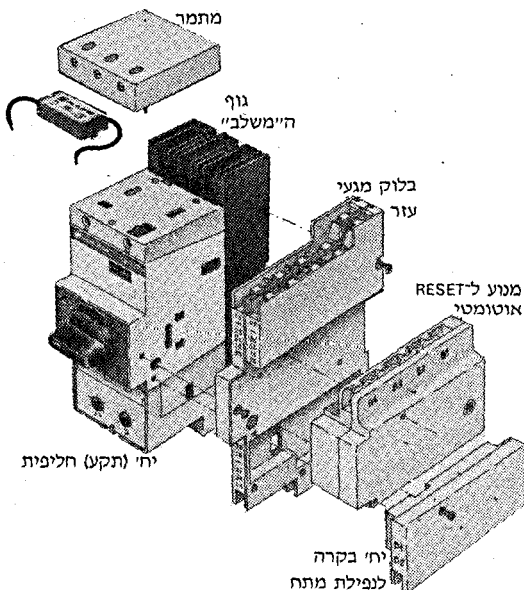
לאחר שלב המעבר ב-"RESET" ניתן להחזיר את המערכת למצב "AUTO".

בחזית המשלב קיימות גש שתי נורות סימון (LED) האחת מסמנת כי המכשיר קיבל מתח חיצוני וסגר את מגעיו ("I") והשניה מסמנת כי דרך המכשיר עבר זרם קצר גבוה, והמכשיר "קפץ" ל-"TRIP" ("I").

● תפעול נוח

ל"משלב" ניתן לחבר מספר רב של יחידות משנה. יחידות אלה מיועדות לחיבור בין ה"משלב" לבין מערכות חיצוניות כגון בקרים מתוכנתים, נורות סימון וכד'. (תמונה 5)

תמונה 5 יחידות המשנה הניתנות לחיבור ל"משלב"



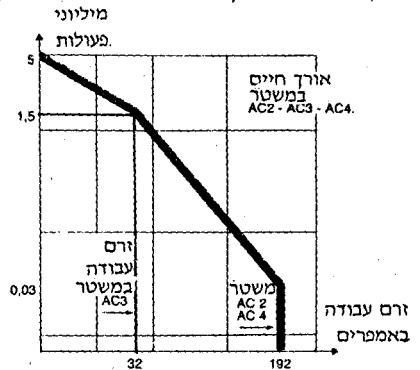
היחידה "הנתקעת" קשורה בבסיס המכשיר בקשר מכני (פועלת על ציר מערכת הניתוק) להבדיל ממסר יתרת זרם רגיל הפועל על המעגל החשמלי. ביחידה ה"נתקעת" קיימת מערכת נוספת שתפקידה לקזז את השפעת שינויי טמפרטורות הסביבה על סלילי ההגנה ליתרת זרם וכן מערכת המשלבת את שלושת ההגנות לבדיקת שינויי זרם בין הפאזות (הגנה דיפרנציאלית).

יתרונות המערכת

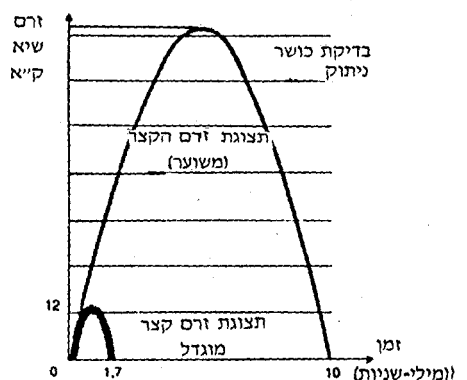
● הגנה משולבת

כאשר תוכננה מערכת זו והופעה לראשונה, הושוּו אופייני התפעול שלה עם מערכות הגנה קונבנציונליות אחרות והתברר כי ל"משלב" כושר ניתוק, הגנת עומס יתר והגנת זרם התנעה מגנטית ברמה גבוהה. בבדיקה שנערכה על ידי מכון התקנים הבריטי (על פי התקן הבין לאומי IEC 157-1) עמד ה"משלב" בבדיקת זרם קצר עד לדרגה תקלה של 50,000 אמפר. זמן התגובה שנתקבל לפתיחת המגעים תוך הופעת זרם תקלה היה 1.7 מילישניות ואורך החיים של המגעון ב"משלב", המובטח על ידי היצרנים בהתאם לבדיקות הוא 1.5 מליון פעולות חשמליות (ראה איורים 3, 4).

איור 3 עקומת הזרם הקצר המצופה – והניתוק



איור 4 עקומת מספר הפעולות החשמליות



יחידות המשנה

"למשלב" יחידות משנה המכילות:

- מגעי עזר מסוגים שונים עבור המגען. זרם המגעים 6A במתח 250 וולט.
- מגעי חיווי תקלה שונים המראים בעזרת מגע מחליף (C/O) מצב עבודה/תקלה של כל אחד מסוגי ההגנות. זרם מגעי החיווי הוא 3A במתח 250 וולט.
- ממסר חוסר מתח, המתחבר בציר מכני משותף להגנת עומס יתר.
- מנוע להפעלה אוטומטית של ה-"RESET".
- מתמר (CONVERTOR) המקבל מתח פיקוד ישירות מִקִּבֵּק מתוכנת וממירו למתח ולזרם הנדרשים להפעלת סליל המגען.

● בטיחות ואמינות הפעולה

- מצב מגעי ה"משלב" נראה בבירור על פי מצב ידית המכשיר. מערכת הביטחון שלו עומדת בתקן הבין לאומי (IEC 408).
- מערכת מכנית "חיובית" (כפי שפורט לעיל) המבטיחה אפשרות תמידית, לפתיחת המגעים.
- הקטבים אינם יכולים להיסגר במקריות כתוצאה מחבטה.
- המכשיר תוכנן לעבודה בתנאי לחות וחום טרופיים כך שלא תיתכן תקלה הנובעת מעיבוי אדים בתוך המכשיר.
- החומר ממנו בנוי המכשיר עמיד בטמפרטורות סביבה גבוהות ביותר.

דגמי "המשלב"

קיימים 2 דגמי "משלב":

- עד לגודל 15 ק"ו — זורמי הספק עד 32 אמפר
- עד לגודל 32 ק"ו — זורמי הספק עד 63 אמפר בנוסף לכך קיים דגם "משלב" המכיל, נוסף למערכות הרגילות גם מערכת ניתוק מכנית, (כפי שקיימת במפסק ביטחון). במערכת זו קיים מצב נוסף — "ISOLATOR". הבאת הידית למצב זה גורמת לפתיחת מערכת מגעים נוספת המנתקת את מעגל ההספק.
- במכשיר זה, ניתן להתקין גם מנעול תליה בתוך ידית ההפעלה (כשהוא נמצא במצב ניתוק ביטחון). כמו כן, ניתן על ידי מצמד פנימי, לנתק את מעגל הכוח ולהפעיל את מערכת הפיקוד בלבד לצורך ניסוי.
- דגם נוסף הקיים "למשלב" הוא "משלב כפול" בעל 2 קונטקטורים ומנתק, מיועד למנועים הפועלים בשני כיוונים או שתי מהירויות.

בחירת הציוד ושילובו בתכנון המערכת החשמלית

- בזמן תכנון מערכת חשמלית, בה מתכוונים להשתמש ב"משלב" לשם הגנה והפעלת מנועים שונים, יש לקחת בחשבון את הגורמים הבאים:
- המכשיר מכיל יחידה בסיסית עם מגען ומפסק אוטומטי בשני גדלים: עד 32A ועד 63A.
- יש לבחור מערכת מגעי עזר הנדרשת להפעלה נכונה של המכשיר והמתקן החשמלי.
- בזמן תכנון גודל הלוח, יש לקחת בחשבון, כי עקב מידותיו הקטנות של המכשיר, ניתן לחסוך כ-

30% ממבנה הלוח בהשוואה למערכת הפעלה קונבנציונלית המכילה מנתק אוטומטי ומגען רגילים.

— יש לבחור פיקוד, המתאים למערכת. ל"משלב" מבחר סלילי הפעלה בזרם חילופין מ-24 וולט עד 660 וולט.

— במידה וקיימת דרישה להפעלת הסליל בזרם ישר, ניתן לבחור בסליל לזרם ישר (המופק על ידי שנאי ומערכת יישור) או סליל לזרם ישר המופעל על ידי מצבר חיצוני.

— ההבדל בין שני הסלילים לזרם ישר הוא בכך שתחום העבודה של הסליל הרגיל (להפעלה על ידי מערכת זרם ישר המסופק על ידי השנאי) הוא בין 0.85 ל-1.1 מהמתח הנומינלי ואילו הסליל לזרם ישר (המופעל על ידי מצבר) תחום עבודתו הוא בין 0.75 ל-1.25 מהמתח הנומינלי. הסליל המיועד להפעלה במתח מצברים תוכנן לפתור את בעיית הפרשי המתח על הדקי המצבר בזמן פריקה וטעינה שהם גדולים יותר בהשוואה למתח מיושר.

— המכשיר ניתן להתקנה על פס סטנדרטי (35 מ"מ) או בעזרת 4 ברגים לפלטת חיווט.

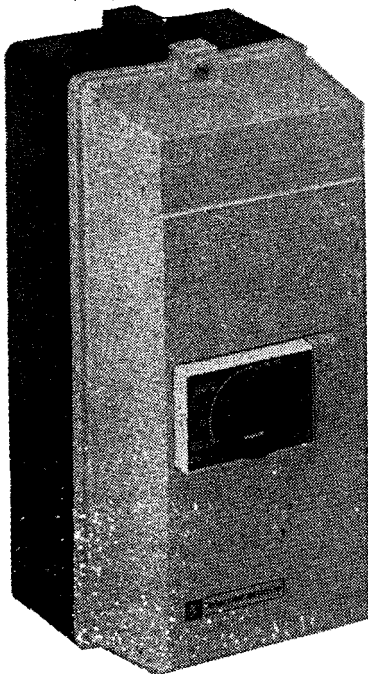
— כמו כן ניתן להתקין את "המשלב" בתוך קופסא תואמת משלו המהווה מתנע מושלם בקופסא ללא צורך בחיווט נוסף. (תמונה 6)

סיכום

ניתן לומר כי ה"משלב" נותן תשובה לדרישות מגוונות בתחום המיתוג והפיקוד החשמליים לסוגים מגוונים של עומסים וכמעט בכל תנאי העבודה.

תמונה 6

מתנע "משלב" המותקן בקופסא



מנועי סרבו והשימושים השונים בהם (Servo-Motors)

ד"ר אלברט פלקס

מזה עשרות שנים מהווים מנועי סרבו מרכיב חשוב במתקני האוטומציה, אך בעידן הטכנולוגיה התעשייתית החדשה ובעיקר עם התפתחות הרובוטיקה וטכנולוגיות ייצור חדשות של מנועי סרבו, חלה התעוררות מחודשת בכל הקשור למנועים אלה.

מנועי סרבו לזרם ישר (ז"י)

ניתן לסווג את מנועי הסרבו לז"י בהתאם למספר קריטריונים, כאשר הסיווג המקובל והנפוץ ביותר הוא הסיווג לפי סוג העירור או לפי מבנה הרוטור.

הסיווג לפי מערכת העירור מבחינים בין:

- מנועים בעלי מגנטים קבועים.
- מנועים בעלי סליל עירור (עירור אלקטרומגנטי).

● מנועים בעלי מגנטים קבועים

רוב מנועי הסרבו, בהם משתמשים כיום במערכות האוטומציה, הם בעלי מגנטים קבועים (תמידיים). קוטבי העירור של מנועים אלה בנויים מחומרים מיוחדים בעלי פרמביליות מגנטית נמוכה $10 \div 8$ בעוד שבמנועים אלקטרומגנטיים הפרמביליות גדולה בשני סידרי גודל.

היתרון הגדול של מנועי סרבו בעלי מגנטים קבועים הוא המבנה הפשוט של מנגנון העירור (רק חלק אחד) ובבטיחותו הרבה בפני שריפת הסליל או ניתוקו. ראוי לציין שצפיפות שטף השדה המגנטי קבועה ואינה תלויה במתח ההזנה או בעומס המנוע. **חסרונם** של מנועים בעלי מגנטים קבועים הוא רגישותם הרבה להשפעת גורמים חיצוניים כגון: מכות מכניות, טמפרטורת סביבה וכדומה. כמו כן עלולים המגנטים הקבועים לאבד במשך הזמן חלק מכשרם המגנטי, בהשפעת תגובת העוגן של המנוע. חסרונות אלו ומחירים הגבוה של המגנטים התמידיים מגבילים את יצרני מנועי הסרבו לייצר מנועים בהספקים נמוכים יחסית.

● מנועים בעלי מנגנון עירור אלקטרומגנטי

במנועים אלו קיים סליל המלווה על הקטבים, סליל עירור זה מחובר בטור לסליל העוגן או מוזן בהזנה נפרדת (במקרה נפרדת).

הסיווג לפי מבנה הרוטור

על פי סיווג זה אנו מונים שלושה סוגים של מנועי סרבו לזרם ישר:

- א. מנועים בעלי רוטור רגיל.
- ב. מנועים בעלי רוטור חלול.
- ג. מנועים בעלי רוטור מודפס.

מבוא

מנועי סרבו (מנועי ביצוע) בניגוד למנועים חשמליים רגילים מיועדים להנעת חלקים שונים של מנגנונים מכניים שונים על מנת לבצע תנועות או פקודות מסויימות (מוגדרות) בצורה מבוקרת. מנועי סרבו פועלים בדרך כלל במצבי מעבר, כגון: התנעות, עצירות ובלימות, הפיכת כיוון סיבוב, שינוי מהירויות ועוד.

קיימים גם הבדלים בתכונות האלקטרומכניות בין מנועי סרבו למנועים רגילים.

● **מומנט ההתנעה** של מנועי הסרבו גדול במיוחד ולעתים הוא המומנט המכסימלי שהמנוע מסוגל לפתח.

● **מומנט האינרציה** של מנועי הסרבו הוא קטן וקבוע הזמן האלקטרומכני שלהם קטן מזה של מנועים רגילים פי 3 עד 20 ויותר.

מן האמור לעיל נובע שמנועי הסרבו מגיעים למהירות הדרושה תוך פרקי זמן קצרים ביותר ועצירתם מתבצעת גם כן תוך זמן קצר ביותר.

למנועי סרבו ישנן תכונות מיוחדות של חימום וקירור.

התנעות רבות תוך זמן קצר מחממות את המנוע ופעולתו הקצרה במהירות קבועה אינה מאפשרת את קירורו באמצעות קירור עצמי (על ידי מאוורר המותקן על ציר המנוע כמקובל במנועים הרגילים). לכן הטמפרטורות המותרות לחימום יתר של מנועי סרבו נמוכות מאשר במנועים רגילים, ההפסדים שלהם גדולים יותר ונצילותם קטנה יותר בהשוואה למנועים הרגילים (מגיעה עד 70% - 50% ואף פחות) מסיבות אלו, ההספק של מנועי סרבו הוא ברוב המקרים קטן ואינו עולה על 500 ואט החל ממספר מאיות ואט ובמקרים של מנועים מיוחדים מגיע הספקם גם עד מספר קו"ט.

הסוגים העיקריים של מנועי סרבו

מבחינת עקרון הפעולה של מנועי סרבו, מבחינים בשלושה סוגים:

1. מנועי סרבו ל"זרם ישר" (ז"י).
2. מנועי סרבו - "השראה".
3. מנועי סרבו - "צעד".

ד"ר א. פלקס - המכללה הטכנולוגית "אורט" ע"ש א. סינגלובסקי, תל-אביב.

א. מנועים בעלי רוטור רגיל

הרוטור בנוי בדומה לזה של מנועים רגילים: ליבה המורכבת מפחיות פלדה מחורצות כאשר בתוך החריצים עובר סליל העוגן, כריכות הסליל מחוברות לקולקטור. למנועים אלה תכונות דינאמיות גרועות מאד ומשתמשים במנועים אלה רק כאשר אין דרישות מיוחדות לדיוק המהירויות או ביצוע תנועות מדויקות (לדוגמה, מנגנון הנעה של בובות).

ב. מנועים בעלי רוטור חלול

הרוטור בנוי בצורת גליל חלול, אשר נמצא בין קטבי העירור, את סליל העוגן מניחים על דפנות הגליל ויוצקים עליו חומר אפוקסי. הכריכות מחוברות בקצוות לקולקטור. מומנט האינרציה של רוטור חלול הוא קטן ולכן זמן התגובה לשינויי פקודה (קבוע זמן) קטן מאד. במילים אחרות – ההענות של מנוע כזה היא גבוהה מאד.

יתרון גדול של מנועים בעלי רוטור חלול הוא בכך שכריכות סליל העוגן נמצאות כולן באויר והשראותן קטנה. כתוצאה מכך משתפרת הקומוטציה של המנוע והקירור של הסליל טוב יותר.

החסרון הגדול של מנועים בעלי רוטור חלול הוא בכך המגנטומניע הגדול של מערכת העירור וזאת בגלל חללי האויר הגדולים מאוד ברוטור הגורם לאיבודים חשמליים מוגדלים.

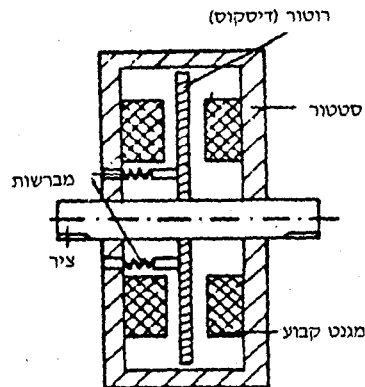
בכדי להקטין את האיבודים הנובעים מכך מרכיבים בתוך הגליל של הרוטור חלק העשוי מחומר פרומגנטי או מגנט קבוע. חלק זה אינו מסתובב אלא ממלא את חלל הגליל. נצילות של מנועים בעלי גליל חלול נמוכה מאד ואינה עולה על $\eta = 0.45$ הספקם המקובל הוא כ- 15 וואט.

ג. מנועי סרבו בעלי רוטור מודפס

אלה הם המנועים שאפשר להגדירם כ"מילה האחרונה" של תעשיית מנועי הסרבו לזרם ישר. הרוטור של מנועים אלו הוא בצורת דיסקוס דק ועשוי מחומר פלסטי (ראה איור 1), כאשר משני צידי הדיסקוס מורכבים מוליכי נחושת של סליל העוגן.

איור 1

מנוע סרבו לזרם בעל רוטור מודפס



אופן ייצורו של דיסקוס זה דומה לזה של מעגלים מודפסים בתעשיית האלקטרוניקה. מכל צד של הדיסקוס מותקנת שיכבה אחת או שתיים של מוליכים אשר מחוברים ביניהם בשיטה מיוחדת. המברשות העשויות מכסף-גרפיט נעות על משטח חלקי של מוליכים. העירור הוא באמצעות מגנטים קבועים. תנאי הקירור הטובים של המנועים מאפשרים עבודה בצפיפות זרם גבוהה מאד. המגיעה לעתים עד $30 \div 40$ אמפר/מ"ר.

יתרונות

- אינרציה מכנית ואלקטרומגנטית קטנה וכתוצאה מכך מומנט אינרציה קטן.
- השפעה של תגובת העוגן קטנה (אין חלקים פרומגנטיים ברוטור).
- כמות הנחושת הנדרשת עבור ייצור המנוע היא קטנה, כמות החיבורים וההלחמות קטנה גם כן, ומחירו של המנוע נמוך.
- החלפת רוטור שרוף לחדש היא פשוטה ביותר ונעשית תוך פרקי זמן קצרים ביותר.

חסרונות

- יחד עם זאת יש למנועים אלה (PC) מספר חסרונות:
 - ההספק הנומינלי הוא קטן יחסית (עד 3 קילוואט)
 - מכיוון שאין אפשרות לבנות מנוע בעל עירור על ידי מגנטים קבועים בהספק גדול.
 - הספק העירור גדול יחסית בגלל מירווח האויר הגדול.
 - הפסדי המנוע מוגדלים עקב צפיפות זרם גדולה וכתוצאה מכך נצילותו קטנה יחסית.

שיטות בקרה ותכונות אלקטרומכניות

לשם ביצוע תנועה של מנגנון כלשהו המנוע על ידי מנוע סרבו לז"י בזמן ובמהירות הנדרשים, יש צורך בשינויי מהירות ותאוצה.

את מהירות מנוע סרבו לזרם יש ניתן לחשב לפי הנוסחה:

$$n = \frac{U - IR}{K\phi}$$

כאשר:

- n – מהירות המנוע
- U – מתח ההזנה של סליל העוגן
- I – זרם העומס
- R – התנגדות מעגל העוגן
- ϕ – שטף העירור
- K – קבוע העירור

השיטה המקובלת ביותר לשינויי מהירות של מנועי סרבו לזרם ישר היא באמצעות שינויי מתח ההזנה של סליל העוגן. בשיטה זו ניתן לבצע התנעה ובלימה מבוקרות בהתאם לצורך וכן לשנות את מהירות המנוע בצורה רציפה. המתח שהמנוע מקבל מהספק ניתן לשינוי באופן רציף מאפס עד למכסימום, מתח זה תלוי באות הבקרה שהספק מקבל מהפקוד ותהמשוב (במקרה של שמירת מהירות המשתנה כתוצאה משינוי העומס). המשור הינו ברוב המקרים מתח היציאה של הטכנו-גרנטור או דפקים (מולטים) של מפענח (ENCODER).

מנועי סרבו - השראה

עקרון הפעולה של מנוע סרבו-השראה דומה לזה של מנוע השראה (אסינכרוני) רגיל, אך מבנהו שונה לחלוטין. באיור 4 מודגם באופן סכימטי מנוע סרבו-השראה טיפוסי.



הרוטור הוא גליל חלול עשוי מאלומיניום (או סגסוגת בלתי מגנטית) בעובי 2.0 ± 1.0 מ"מ. הסטטור החיצוני עשוי מפחיות פלדה מלופפות. הסטטור (ליבה) הפנימי עשוי גם הוא מפחיות פלדה. תפקידו של הסטטור הפנימי למלא את חלל האוויר בתוך הגליל.

הסטטור הפנימי עשוי מחומר פרומגנטי, (לפעמים מלופף).

ליפוף הסטטור מורכב משני סלילים:

- סליל עירור אשר בדרך כלל מחובר להזנה קבועה.
- סליל בקרה אשר מופעל באמצעות אות מתח חילופין.

הסלילים מורכבים על סטטור המנוע כאשר זווית המופע ביניהם היא 90° . כאשר המתחים של שני הסלילים יהיו זהים בערכם (אמפליטודה וזווית המופע שביניהם), המנוע לא יסתובב. שינויים באמפליטודה או בזווית המופע של המתח בסליל הבקרה גורם להיווצרות שדה מגנטי מסתובב, וכתוצאה מכך מהירות המנוע משתנה.

שיטת הבקרה

מבחינה בשלוש שיטות בקרת מנועי סרבו השראה:

- שינוי באמפליטודה.
- שינוי במופע (זווית המופע).
- שינוי בשני הגורמים בו זמנית.

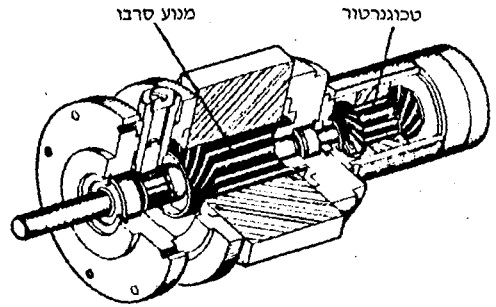
עקומות מכניות של מנועי סרבו השראה דומות לאלה של מנועי סרבו לזרם ישר. ההתנגדות החשמלית של הרוטור היא גבוהה מאד ובדרך כלל ה"החלקה הקריטית" של מנועים אלה מגיעה בין $2 \div 4$ (200% ÷ 400%) כתוצאה מכך העקומות המכניות בתחום העבודה מהוות קו ישר בעל שיפוע גדול, עובדה המגדילה את ההענות של המנועים ומקטינה את זמני ההתנגעה והבלימה.

בגלל אופי המבנה מגיע הזרם בריקס (ללא עומס) במנועי סרבו השראה עד $85\% \div 95\%$ מהזרם הנומינלי. מקדם החספק שלהם הוא בין $0.4 \div 0.5$ ונצילותו נעה בין $20\% \div 40\%$.

בפעולת מנועים בחוג סגור משתמשים בטכוגנרטור השראה כמשוב מהירות. הטכוגנרטור בנוי גם הוא בצורה הדומה למנוע. ברוב המקרים המנוע והטכוגנרטור בנויים בגוף אחד, כאשר הרוטור

כיום, מרכיבות החברות המייצרות מנועי סרבו לזרם ישר טכוגנרטור או מפענת על ציר המנוע ולעתים אף מורכבים כל היחידות הללו בגוף אחד (ראה איור 2).

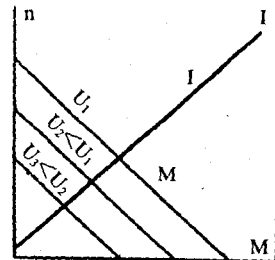
איור 2: מנוע סרבו לזרם ישר עם טכוגנרטור



האופיינים העיקריים:

- אופיין מכני: המאפיין מהירות כפונקציה של מומנט במתחי הזנה שונים. $n=f(M)$
- אופיין חיצוני: המאפיין זרם כפונקציה של מומנט $I=f(M)$ (ראה איור 3).
- על פי נתוני היצרנים הנתונים הטכניים הם:
 - מתחי ההזנה הם בין 6 ל- 48 וולט.
 - המומנטים הנומינליים מגיעים עד 1200 גר'אס"מ.
 - מהירותם מגיעה עד 6000 סיבובים לדקה (סל"ד)

איור 3: אופיינים של מנוע סרבו לזרם ישר



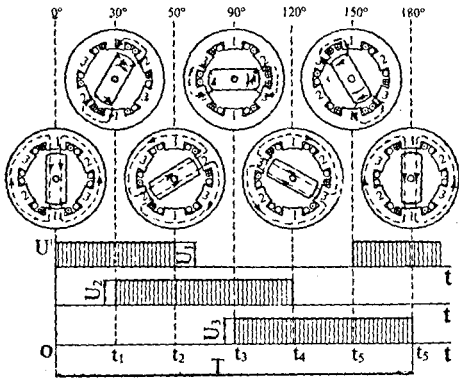
היתרונות

- היתרונות העיקריים של מנועי סרבו לזרם ישר על פני סוגים אחרים הם:
- אופיינים ליניאריים
 - הענות גבוהה מאד
 - ניצול טוב של החומרים
 - בקרה רציפה, פשוטה יחסית.

החסרונות

- החסרונות הגדולים של מנועים אלה הם:
- קיום מערכת מברשות.
 - צורך בטיפולים תקופתיים תכופים.
 - מחיר גבוה יחסית.

איור 5
עקרון פעולה של מנוע צעד ריאקטיבי



שלושת הסלילים מורכבים על קטבים בולטים של הסטטור.

הרוטור הוא בעל שני קטבים, ועל פי דוגמת מנוע זה נסביר גם את עקרון הפעולה של מנועי צעד. ברגע "0" מופיע דופק (פולס) זרם ישר במופע 1 והרוטור "תופס" מצב לפי ציר 1-1 ברגע t_1 מופיע דפק גם במופע 2 וכתוצאה מפעולה בו זמנית של שני כוחות מגנט-מניע (1-1, 2-2) עובר הרוטור למצב אמצעי בין שני צירים, דהיינו נע בזווית (צעד) אחת $\alpha=30^\circ$. ברגע t_2 מופסקת ההזנה של מופע 1 והרוטור עובר למצב לפי ציר 2-2. בהשפעת מופע 2, כלומר נע בצעד הבא של $\alpha=30^\circ$. ברגע t_3 הוא מקבל דפק במופע 3, הרוטור נע צעד נוסף, וחוזר חלילה.

באם נוזי את המופעים של הסטטור רק בנפרד (או רק במשותף), זווית הצעד תהיה 60° . באם נהפוך את סדר הדפקים, המנוע יסתובב בכיוון הפוך. זווית הצעד תלויה איפוא במספר המופעים של הסטטור, מספר הקטבים של הרוטור ואופן ההזנה של המופעים. תדירות הדפקים קובעת איפוא את מהירות המנוע.

בנויים מנועים ריאקטיביים ממספר רב של קוטבי סטטור וקוטבי רוטור ומגיעים עד לזווית צעד של $5^\circ - 15^\circ$.

מנועים מסוג זה מסוגלים להגיע לקצב צעידה גבוה יחסית, אך מומנט שמירת המצב (בעצירה) נמוך.

ב. מנועי צעד בעלי מגנט קבוע

במנועים אלו הרוטור בנוי כמגנט קבוע (ולא שיניים) הממוקם בצורה ניצבת לציר הסיבוב (ראה איור 6), מתן דפקים עוקבים אחד אחר השני הופכים את קוטבי הסטטור לאלקטרומגנטים וגורמים לרוטור להסתובב על פי המשיכה והדחיה ביניהם, כלומר במקרה של 4 קטבים בסטטור, כל צעד יבצע זווית של 90° .

מנועים אלו נבנים לזווית צעד של $90^\circ \div 45^\circ$ ואפשר להגיע עמם עד למהירויות גבוהות יחסית (תדירות הדפקים מגיעה עד 500 הרץ). מנועים אלה הם גם

(הגליל החלול) משותף לשתי מכוונות חשמל אלה, שני סלילי העירור מוזנים מאותו מקור מתח, ובסליל השני של הטכונטרור מושרה כח אלקטרומניע יחסי למהירות המנוע.

איפיונים ונתונים טכניים

- מתחי ההזנה של מנועי סרבו השראה הם: $115 \div 12$ וולט.
- תדירות $40 \div 50$ הרץ.
- המומנט מגיע עד 1000 גרם \times ס"מ.
- מהירותם מגיעה עד 10,000 סל"ד (בתדירות 400 הרץ).

היתרונות

- מבנה פשוט
- זול
- אמינות גבוהה.
- אחזקה זולה ופשוטה (למעשה אין צורך בטיפול).

החסרונות

- ההזנה הכפולה מסבכת ומייקרת את הספק ואת בקרת המנוע.
- חימום יתר עקב חיבורו הקבוע של סליל העירור להזנה.

מנועי סרבו צעד

עקרון הפעולה של מנועי סרבו צעד (מנועי פסיעה, Step Motors), מנועי דפקים) מבוסס על עקרון הפעולה של מנוע סינכרוני כאשר הרוטור שלו מסונכרן בהתאם למיקום הרגעי של השדה המגנטי המיוצר בסטטור על ידי דפקים (פולסים) של זרם ישר המופיעים בסדר מסוים ומייצרים בסופו של דבר שדה מגנטי מסתובב שמהירותו תלויה בתדירות הדפקים.

הרוטור והסטטור של מנועי הצעד בנויים עם קטבים בולטים ברוב המקרים. בהתאם למספר סלילי הסטטור, מבחינים במספר סוגים של מנועי צעד: דרמופעיים, תלת-מופעיים וארבע-מופעיים. סלילי הסטטור במקרה של שלוש או ארבע מופעים מחוברים בכוכב, כאשר הנקודה המשותפת (COM) מקבלת מתח קבוע בקוטביות מסוימת והקצה השני של כל סליל מקבל דפקים של זרם ישר אשר סידרם, מישכם (בזמן) ותדירותם נקבעים על פי זווית הצעד או מהירות המנוע.

בהתאם לתדירות הדפקים, מנועי הצעד מסוגלים לבצע צעדים בודדים או להסתובב בתנועה רציפה עד מהירות של 3000 סל"ד.

הסיווג

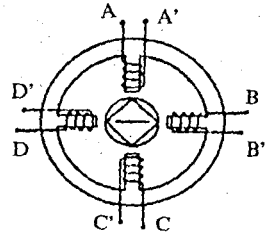
בהתאם למבנה הרוטור מבחינים בשלושה סוגים של מנועי צעד:

- א. מנוע ריאקטיבי. בעל עכבה משתנה - רוטור לא סימטרי בתכונות המגנטיות שלו (VR).
- ב. מנוע בעל מגנטים קבועים תמידיים (PM).
- ג. מנוע מעורב, היברידי (HP).

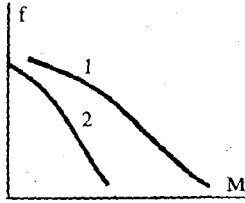
א. מנוע צעד ריאקטיבי תלת-מופעי

איור 5, מדגים באופן סכימתי, את מבנה ועיקרון הפעולה של מנוע צעד ריאקטיבי תלת-מופעי.

איור 6
מבנה מנוע צעד עם מגנט קבוע



איור 8
אופיינים של מנועי צעד



בעלי מומנט גבוה במצב עבודה ובעלי תכונות טובות בבלימה. (הודות למגנט הקבוע).

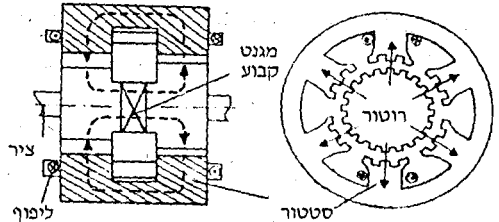
ג. מנועי צעד מעורבים (משולבים היברידיים)

מנועים אלה (ראה איור 7) משלבים את התכונות של מנועים ריאקטיביים ומנועים בעלי מגנט קבוע ובכך מקבל המנוע תכונות נוספות.

– הסטטור בנוי בדרך כלל מ-3 זוגות אלקטרומגנטים,
– הקטבים של הסטטור הם בעלי שיניים (ראה איור 7)

איור 7

מנוע צעד מעורב



– הרוטור בנוי בצורת גלגל שיניים,

עבור כל צעד מיועדת שן אחת (לדוגמה ב-180 שיניים, זוית הצעד תהיה 2°) למנועי צעד מעורבים מומנט דינמי ומומנט בעצירה משופרים והם יכולים לעבוד בקצבי צעידה הגבוהים ממנועי סרבו מסוגים אחרים ויציבותם גדולה יותר. מנועי סרבו מסוג מעורב הינם המנועים השימושיים ביותר מבין כל הסוגים האחרים של מנועי צעד.

חלק בלתי נפרד של מנועי הצעד הוא הקומוטטור (מחולל ומחלק דפקים) הקומוטטור הוא הרכיב המורכב והמסובך ביותר ממנועים המעורבים ועלותו מגיעה לעתים לעלות המנוע עצמו.

דרישות ואיפיונים של מנועי צעד

הדרישה הבסיסית למנועי צעד היא שמירת הסינכרון בעת שינויים בתדירות הדפקים. עבור על מנוע קיימת תדירות גבולית שבה המנוע נשאר עדיין בסינכרון, תדירות זו מגיעה עד 1,000 הרץ. האופיין העיקרי של מנועי הצעד הוא אופיין גבולי: תדירות כפונקציה של המומנט $f = \Psi(M)$ (או מומנט כפונקציה של המהירות $M = \Psi(f)$).

אופיין זה מהווה את התדירות המכסימלית או המהירות המכסימלית שבה המנוע עדיין נשאר בסינכרון. באיור 8 – עקומה 1 מתארת את התדירות כפונקציה של המומנט בעבודה רגילה של המנוע. עקומה 2 מתארת את התדירות כפונקציה של המומנט בעת התנתעת המנוע.

– מתחי ההזנה של מנועי הצעד נעים בין 2.5÷24 וולט

הזרם הנצרך הוא כ-2.0÷0.1 אמפר

המומנטים הנומינליים מגיעים עד 1,000 גרם אס"מ.

כאשר דרושות מהירויות גבוהות מעל 1000 סל"ד, משתמשים במנועים מסוג מגנט קבוע וכאשר נדרשות מהירויות נמוכות יותר (עד 1,000 סל"ד) משתמשים במנועים ריאקטיביים ומעורבים. יש לציין שפעולת מנועי הצעד כרוכה בדרך כלל באיבוד צעדים, אשר מצטברת תוך פעולה רציפה של המנוע. לכן לא משתמשים כיום במנועי צעד במערכות בקרת מהירות (כגון: ברובוטים תעשייתיים), אלא בעיקר במערכות בקרת מצב, כגון: מערכות CNC. לבקרה במנועי הצעד בחוג סגור משתמשים בעיקר במפענחים.

היתרונות

- מבנה פשוט יחסית
- מחיר נמוך
- אחזקה פשוטה.
- אפשרות לביצוע צעדים בודדים (תכונה חשובה במערכות ספירה, קוארדינטות וכו').

חסרונות

- קיום השגיאה המצטברת בעיקר במהירויות גבוהות ובמומנטים גדולים (בגין איבודי צעדים מצטבר).
- ציוד נילווה מסובך ויקר (ספק, קומוטטור וכו').

השימושים המקובלים במנועי הסרבו

- שדה השימוש של מנועי הסרבו רחב ביותר ובמסגרת מאמר זה נביא מספר דוגמאות בלבד:
- מערכות סרבו לתנועות מוגדרות (בקרת מצב) – שולחנות קוארדינטות, בקרת מפלסים, זרימה וכו' – למטרות אלו משתמשים בכל סוגי מנועי הסרבו.
- מערכות סרבו לבקרת ("שמירת") מהירות – השימוש בעיקר במנועי סרבו לזרם ישר והשראה.

תחזוקה

התקלות הנפוצות במנועי סרבו הן נתק או קצר חשמלי באחד מהסלילים של מנועי הסרבו לזרם ישר. תקלה אופיינית נוספת היא במערכת המברשות. הטיפול בתקלה זו הוא בדרך כלל על ידי ניקוי המברשות ובמידה ויש צורך, החלפתם.

קיימות גם מספר סוגי תקלות מכניות, אך ראוי לציין שברוב התקלות המכניות החשמליות, לא נהוג לתקן מנוע סרבו אלא יש בדרך כלל להחליפו בחדש. הסיבה לכך נעוצה בעובדה כי מחירם של מנועי הסרבו נמוך מאד בהשוואה למחיר הציוד אותו הם מניעים ולכן הכדאיות בהחלפתם, דבר אשר מקצר גם בדרך כלל, את הזמן הדרוש להחזרת המצב לתיקונו וחידוש העבודה.

יש להדגיש גם שברוב המקרים מנועי הסרבו אינם ניתנים כלל לפירוק ופירושו של דבר: החברות המייצרות מנועי סרבו בונות אותם בצורה אשר אינה מאפשרת בעצם את תיקונם. הסיבה העיקרית לכך היא רצונם של הייצרנים להוזיל את הוצאות ייצור מנועי הסרבו ובהתאם לכך להוריד את מחירם לצרכנים.

— מערכת "לקריאת" כרטיסים (מערכות איחסון) משתמשים בעיקר במנועי צעד.

— מכונות כתיבה חשמליות — משתמשים במנועי צעד.

— רשמי נתונים (Data Recorders) משתמשים בעיקר במנועי סרבו לזרם ישר.

— בקרת מכונות לעיבוד שבבי (מערכות CNC) — משתמשים במנועי צעד.

— בקרת מערכות הידראוליות ופניאומטיות — משתמשים בעיקר במנועי צעד ובמנועים לזרם ישר.

— מערכות הנעה של מצלמות סרטים, מצלמות וידיאו, בקרת סינכרון אותות (כגון: סינכרון תמונה וליווי קולי) — משתמשים בעיקר במנועים לזרם ישר.

— מכשירים שונים בשדה הפיסיקה והכימיה — משתמשים בכל סוגי מנועי הסרבו.

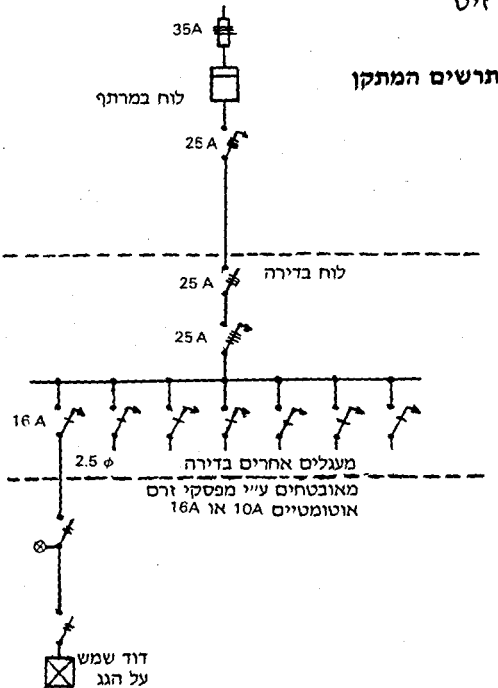
— הנעים של מכשירי מכ"מ — משתמשים בעיקר במנועים לזרם ישר והשראה.

— מערכות מחשבים (זכרונות) — משתמשים בכל סוגי מנועי הסרבו.



הפל בגלל מוגע רופף

אינג' ויקטור זיס



תרשים המתקן

מתקן חשמלי שהותקן בדירה החדשה בהתאם לתרשים, כלל לוח מודולורי עם מפסק מגן לזרם דלף שהותקן בתוך הדירה. מפסק הזרם הראשי (אוטומטי זעיר) הותקן בלוח המשותף עם המונים, שנמצא במרתף הבנין.

תאור התקלה

מספר חודשים לאחר הפעלת המתקן התפתחה בו תקלה נדירה — קצר, שגרם מידי פעם עם הפסקת דוד השמש. הקצר לווח לעיתים קרובות בהפעלת מפסק הזרם הראשי האוטומטי ולעומת זאת לא הופעל בזמן התקלה אף פעם מפסק המגן לזרם דלף שהיה מותקן במקום.

מקור התקלה

לאחר בדיקת המתקן נתגלה כי מקור התקלה הוא במפסק הדריקוטבי של דוד השמש, אשר הותקן בתוך תיבה מחומר פלסטי. אחד מחיבוריו של מפסק זה חובר באופן רופף, דבר שגרם להתחממות יתר ולהתחממות חלקית של בסיס המפסק. כאשר הופסק חימום הדוד, התבצעה, סמוך לנקודת השיא של סינוסואידת המתח, קשת חזקה במגע המפסק שגרמה לקצר על פני הבידוד המוחלש של המפסק. תופעה זאת אינה יכולה להתרחש בזמן שההפסקה

מתבצעת קרוב למעבר סינשוואידת המתח דרך האפס.

הקצר החזק שהתרחש כמתואר לעיל גרם לפעמים לאי סלקטיביות בין מפסקי הזרם האוטומטיים הזעירים של 16 אמפר (אבטחת מעגל הדוד) ו-25 אמפר (מפסק זרם ראשי). תופעה זו גרמה לאי נוחות רבה לצרכן אשר היה נאלץ לרדת מידי פעם למרתף על מנת לחדש לעצמו את האספקה. מובן מאליו שמפסק המגן הפועל בזרם דלף לא הגיב בזמן התקלה הואיל ולא התפתח במקרה דנן שום זרם דלף לאדמה, לאור העובדה שמפסק דוד השמש היה מותקן בתוך תיבה מחומר פלסטי (לא מוליך!!)

תיקון התקלה

תוך סילוק התקלה הוחלף המפסק הדו-קוטבי של הדוד והוחלפו ביניהם המפסק המודולרי 25×3 אמפר ומפסק הזרם האוטומטי הזעיר 25×3 אמפר. בדרך זו נמנעה אי הנוחות מהצרכן, מאחר והשליטה על מפסק הזרם הותקנה בדירתו. ראוי לציין שבמקרה שלוח הצרכן מותקן בתוך דירה וריכוז המוניס נמצא מחוצה לה, אין החוק דורש להתקין 2 מפסקים ראשיים בטור – אחד בדירה ושני ליד המונה, אלא ניתן להסתפק במפסק ראשי אוטומטי המותקן בתוך לוח הצרכן.

מפסק מגן לא מונע התאונה

אינג' ויקטור זיס

בחקירת התאונה התבררו הפרטים הבאים:

- 1) קו ההזנה עבור מכונת הצילום היה מוגן על-ידי מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ברגישות של 30 מיליאמפר)
- 2) קצה אחד של ליפוף 1500 וולט בשנאי היה מאורק.
- 3) בידוד המוליך היוצא מן ההדק הבלתי מאורק של ליפוף השנאי נשחק במשך הזמן בחלקו, וגרם מידי פעם למגע בין חלקו החשוף של המוליך לבין העגלה המתכתית של נורת הפריקה. במקום הנגיעה נמצאו סימנים ברורים של חריכת המתכת.
- 4) לעגלת הנורה לא הותקן מוליך הארקה נפרד מגוף המכונה וההארקה בוצעה באמצעות חיבור רופף ממסילת ההסעה של העגלה.
- 5) כאשר חובר אמפרמטר בין ההדק הבלתי מאורק של צד 1500 וולט בשנאי לבין הגוף המאורק נמדד זרם קצר של 2 אמפר

מסקנות

- א) כתוצאה מהדחיפה שנתן מוריס לעגלת הנורה שנתקעה, נגע מוליך המתח הגבוה (בעל הבידוד הפגום), בגוף העגלה, וגרם לחישהמול העגלה שבאותה העת התנתקה מהגוף המאורק של מכונת הצילום. מוריס סגר במגע ידו מעגל חשמלי, המופעל במתח של 1500 וולט, שזרם מהעגלה המחושמלת דרך כף ידו, בית חזהו ובטנו לגוף המאורק של מכונת הצילום.
- ב) העגלה אשר כאמור ניזונה במתח גבוה, היתה מופרדת באופן גלוני ממתח קו ההזנה של 230 וולט, המוגן על-ידי מפסק מגן הפועל בזרם דלף והוא לא היה יכול להואיל במקרה זה ולמונע את התאונה למרות שהיה במצב תקין.
- ג) לאחר התאונה תוקן הבידוד הלקוי של מוליך המתח הגבוה והותקן מוליך הארקה גמיש לעגלה בנוסף למוליכי ההזנה לנורת הפריקה.

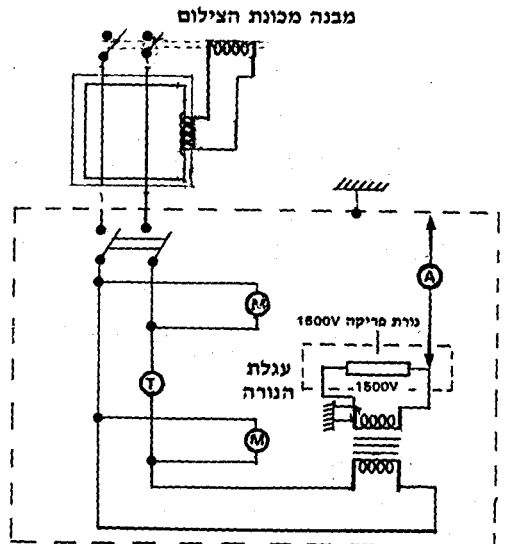
הלקח

הלקח מאירוע עצוב זה, שעלול היה להסתיים באסון כבד הוא כמעט מסורתי: חוסר הקפדה על ביצוע עבודות בהתאם לדרישת תקנות החשמל וכללי המקצוע, עלולים להגמר בנזק לרכוש ולנפש – בשמירה עליהם ניתן למונעם לטובת כולם.

מוריס, עובד במכון לצילומים מיוחדים נפגע ממכת חשמל תוך כדי עבודתו.

התאונה:

מכונת הצילום שלידה עבד מוריס היתה מצוידת בנורת פריקה 1500 וולט, שניזונה דרך שנאי 230/1500 וולט. הנורה היתה מורכבת על עגלה אשר נעה הלך ושוב על מסילה, השנאי 230/1500 וולט ניזון דרך קוצב זמן. במכונה היו מותקנים גם 2 מנועים; אחד נועד לאיורור והשני נועד להסעת העגלה (ראה תרשים)



בזמן התאונה נתקעה עגלת הנורה ומוריס אשר נתן לה דחיפה קלה על-מנת לשחררה קיבל חבטת חשמל חזקה, שכתוצאה ממנה איבד את הכרתו ונזקק לטיפול רפואי בבית חולים. על גבי בטנו ועל ידו הימנית (בה השתמש לשחרור עגלת הנורה) נמצאו סימני כוויות קשות אשר נגרמו ממעבר הזרם החשמלי.

תחנות השנאה במתקני צרפנים

קביעת מספר תחנות ההשנאה, מספר השנאים והספקם וחיבורם במקביל

אינג' יצחק אורל איציקוביץ

קביעת מספר תחנות ההשנאה, מיקומם, מספר השנאים והספקם, היא אחת הבעיות הבסיסיות בעת תכנון מתקן חשמלי. לכן רצוי לפני קבלת החלטה סופית בנדון לערוך השוואות טכנו-כלכליות של מספר אלטרנטיבות אפשריות.

העקרונות המנחים את המתכנן

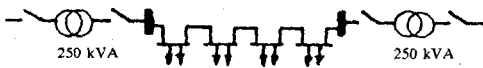
1. אבטחת רציפות אספקת החשמל.
2. הקטנת ההשקעות והוצאות התפעול.

לדוגמה: כאשר העומס המירבי של המתקן הוא 700 קו"א, בוחרים תחנת השנאה עם שני שנאים בהספק כולל של 1260 קו"א (2×630 קו"א).

ב. כאשר עומס הצרכנים אינו עולה על 50% מההספק הכללי של תחנת ההשנאה, יש להתקין בתוך התחנה שני שנאים שהספקם הכולל יגיע להספק השווה לעומס הכולל של המפעל (תרשים 2).

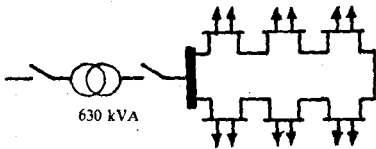
לדוגמה: כאשר העומס המירבי של המפעל הוא 450 קו"א, יותקנו שני שנאים, כל אחד בהספק של 250 קו"א.

תרשים 2



עבור מתקנים אשר הפסקה באספקת החשמל שלהם איננה גורמת לשיבושים רציניים בייצור כגון: תעשייה קלה, חקלאות ביתית, בתי-מלאכה, ומתקני חשמל בתיאטראות, בתי קולנוע וכו', ניתן להסתפק בשנאי אחד או יותר בהתאם להספק המחושב (ראה תרשים 3).

תרשים 3



קביעת ההספק וההעמסה של שנאי חלוקה

קביעת ההספק וההעמסה של שנאי חלוקה ייעשו בהתחשב בנתונים כגון: סוג הצרכנות (מסחרית או תעשייתית) גודל העומסים המחוברים, שיא הביקוש ומקדם ההספק. הקביעה הסופית של הספק שנאי החלוקה תתבסס על הפרמטרים הבאים:

* **קביעת העומס הקבוע** – במשך כל תקופת הניצול בכל משטרי העבודה, המתוכננים והצפויים. תהיה ההעמסה בגבולות המותרים (בין 65% – 90% מההספק הנקוב).

כדי להבטיח את רציפות אספקת האנרגיה החשמלית במתקן בזמן תקלה אשר גרמה ל"יציאת" שנאי מפעולה חשובה, קביעה נכונה של מספר תחנות ההשנאה ומספר השנאים בתוך כל תחנה עוד בשלבי התכנון.

להגדלת מספר תחנות השנאה יש יתרונות וחסרונות:

היתרונות

- אבטחת רמה סבירה של מתח זינה (מפלי מתח קטנים $\leq 5\% \Delta U$) המושגת על ידי הקמת תחנות ההשנאה במרכזי העומס של המתקן.
- הקטנת אורך וחתך של תילי רשת החשמל.

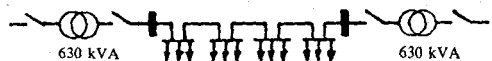
החסרונות

- הארכת קווי המתח הגבוה.
- הגדלת ההשקעות להתקנה ולתפעול המתקן.

מספר השנאים בתוך תחנות ההשנאה תלוי בדרישות אמינות האספקה הנדרשת במתקן וליכולתו של המתקן להמשיך ולתפקד במקרה של הפסקות באספקת האנרגיה החשמלית בגין "יציאתו" של השנאי מפעולה. לצרכנים רגישים אשר אמינות האספקה חשובה להם במיוחד כגון: בתי חולים, מכוני מים, וביוב או מפעלים העוסקים בזיקוק נפט ומוצרי, בכימיה, במזון, במלט, במכרות, במחשבים וכו' מספר השנאים צריך להקבע בהתאם לעקרונות הבאים:

א. כאשר העומס הכולל של הצרכנים במתקן עולה על 50% מההספק הכללי של תחנת ההשנאה, יש להתקין בתוך התחנה שני שנאים. וכל אחד משנאים אלה יהיה בהספק המתאים לעומס הכולל של המתקן (ראה תרשים 1).

תרשים 1



אינג' י. א. איציקוביץ – ראש מדור במחלקת תכנון רשת, מחוז הצפון, חברת החשמל.

גורמים אלו משפיעים על אורך החיים הנקוב של השנאי, בתנאי שעליית הטמפרטורה המותרת בליפופים היא 65°C (כלומר, הטמפרטורה המירבית של השנאי לא תעלה בשום מקרה על 105°C וזאת בהתחשב בכך שטמפרטורת הסביבה המירבית המותרת היא 40°C ועליית הטמפרטורה של שכבת השמן העליונה היא 60°C).

תרשימים 4 ו-5 מראים את האפשרויות להעמסה מירבית מותרת של שנאי חלוקה, כאשר הטמפרטורה בליפופי השנאי לא תעלה על 105°C כתלות בזמן העמסה.

חיבור מקביל של שנאים

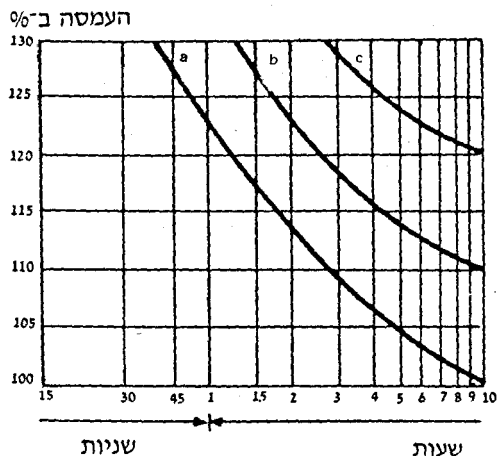
אפשר לחבר במקביל, שני שנאים או יותר, רק כאשר מתמלאים בהם כל התנאים כדלקמן:

- הם בעלי מתחים נקובים זהים.
- הם בעלי קבוצת חיבורים זהה.
- היחס בין ההספקים הנקובים בהם קטן מ-3.
- הסטיה היחסית של מתחי קצר של כל אחד מהשנאים כלפי מתח הקצר הממוצע תהיה בתחום של $\pm 10\%$.
- משני דרגות השנאים נמצאים במצב זהה.

במקרים מיוחדים (תקלה בשנאי, שריפת שנאי וכו') כאשר המציאות מכתובה לנו חיבור מספר שנאים במקביל, באופן זמני, והשנאים שברשותנו אינם עונים לכל התנאים שאוזכרו כאן. יש לתת תשומת לב מיוחדת לרמת ההעמסה של שנאים אלו עד לקבלת השנאי המתאים וזאת בכדי למנוע השבתת המתקן המוזן באמצעותם.

תרשים 5

ההעמסה מירבית מותרת של שנאי כאשר הטמפרטורה בליפופי השנאי אינה עולה על 105°C כתלות בזמן ההעמסה (העקומות הן עבור שנאי המועמס רוב הזמן ב-50% מהעומס הנקוב).



מקרא: (לתרשימים 4 ו-5)
 a - טמפרטורת הסביבה 30°C .
 b - טמפרטורת הסביבה 20°C .
 c - טמפרטורת הסביבה 10°C .

★ **קביעת העומס הזמני** - יש להתחשב בהעמסה הזמנית אשר אמורה להתווסף לשנאי, או באפשרות צפויה של העמסה דרך מספר קווי מתח נמוך, אשר "יקשרו" שנאי חלוקה אחד עם שנאים שכנים נוספים. יש להתחשב בהעמסה הנוספת הגבוהה ביותר אשר צפויה להתווסף לשנאי המתכונן. בשום מקרה לא תעלה ההעמסה הזמנית של שנאי החלוקה על 25% - 30% מהספקו הנקוב של השנאי וזאת בתנאי שטמפרטורת הסביבה לא תעלה על 30°C .

★ **גידול העומס** - יש להתחשב בגידול העומס הטבעי הצפוי בשעור של 3% - 4% בשנה, וזאת באם לא ידועות תוכניות פיתוח מפורטות אחרות. בכל מקרה, יש לדאוג לעתודת הספק של 30% מהספקו הנקוב של השנאי.

★ **משך מחזור ההעמסה** - יש לקחת בחשבון כי משך מחזור ההעמסה הרצוי של שנאי הוא כ-10 שנים.

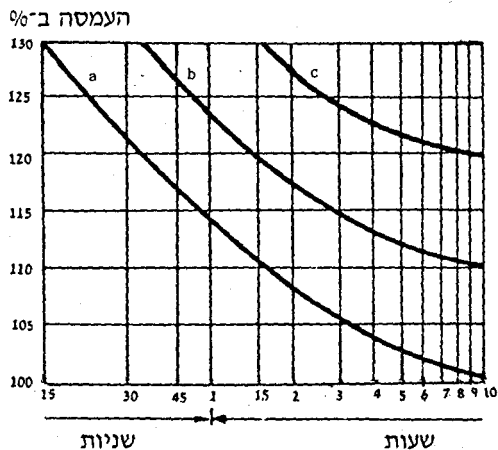
כושר ההעמסה המירבי של השנאי

כושר ההעמסה המירבי של השנאי, נקבע על ידי הגורמים הבאים:

- **התכונות הטרמיות** - התלויות בחומר הבידוד של השנאי.
- **עקומת העומס היומית** - של המתקן.
- **טמפרטורת הסביבה** - של האויר.

תרשים 4

ההעמסה מירבית מותרת של השנאי כאשר הטמפרטורה בליפופי השנאי אינה עולה על 105°C כתלות בזמן ההעמסה (העקומות הן עבור שנאי המועמס רוב הזמן ב-75% מהעומס הנקוב).



באותו היחס צריך להקטין גם את העמסת יתר השנאים

$$S_1 = 400 \text{ kVA}$$

$$S_2 = 383 \cdot 0.78 = 299 \text{ kVA}$$

$$S_3 = 306 \cdot 0.78 = 238 \text{ kVA}$$

ההעמסה הכללית תהיה לכן:

$$\Sigma S = 400 + 229 + 238 = 937 \text{ kVA}$$

$$\Sigma S = 1200 \cdot 0.78 = 937 \text{ kVA}$$

דוגמה ב:

חישוב ההעמסה הכללית כאשר מחוברים במקביל שני שנאים בעלי מתחים נקובים זהים, קבוצות חיבורים ומשני דרגות זהים, אולם ההספקים הנקובים ומתחי הקצר שלהם שונים.

הנתונים:

$$S_{n1} = 300 \text{ kVA}$$

$$S_{n2} = 500 \text{ kVA}$$

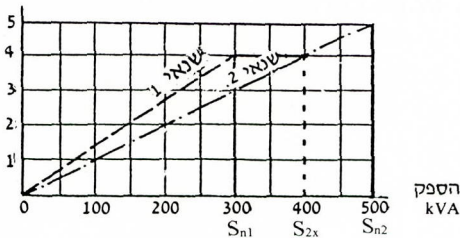
$$U_{k1} = 4\%$$

$$U_{k2} = 5\%$$

במקרה זה, ההעמסה הכללית תלויה בערך מתח הקצר הנמוך בין שני השנאים.

תרשים מס' 6

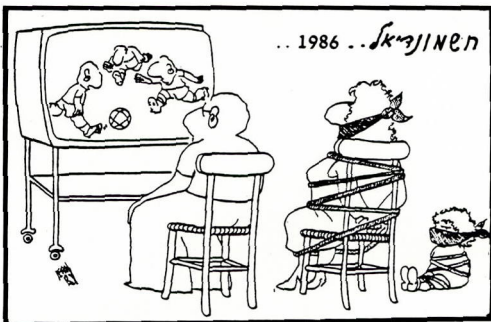
מתח קצר (%)



מאחר ולפי העקומה שבתרשים 6. ההספק של שנאי 2 [מצויין על ידי הנקודה S_{2x}] יהיה 400 kVA במקום ההספק הנקוב של 500 kVA.

לכן ההעמסה הכללית תהיה:

$$S = S_1 + S_2 = 300 + 400 = 700 \text{ kVA}$$



להלן שתי דוגמאות הממחישות את האמור לעיל:
דוגמה א:

חישוב חיבור במקביל של שלושה שנאים בעלי הספקים ומתחים נקובים זהים, קבוצת חיבורים ומשני דרגות זהים, **אולם מתחי הקצר שלהם שונים.**

הנתונים:

הספקי שנאי הנקובים: $S_{n1} = S_{n2} = S_{n3} = 400 \text{ kVA}$
מתחי קצר של השנאים: $U_{k1} = 3\%$; $U_{k2} = 4\%$; $U_{k3} = 5\%$
את ההספק הכללי ניתן לחשב לפי הנוסחה:

$$S = \sum_{n=1}^3 S_n \frac{\frac{S_n}{U_k}}{\sum_{k=1}^3 \frac{S_n}{U_k}}$$

כאשר:

- S_n – ההספק הנקוב של כל אחד מן השנאים [kVA]
- S_N – ההספק הכללי של השנאים [kVA]
- U_k – מתח הקצר [%]
- S_1 – העמסת שנאי 1
- S_2 – העמסת שנאי 2
- S_3 – העמסת שנאי 3

$$\sum_{n=1}^3 S_n = 3 \times 400 = 1200 \text{ kVA}$$

$$\sum_{k=1}^3 \frac{S_n}{U_k} = \frac{S_n}{U_k} = \frac{400}{3} + \frac{400}{4} + \frac{400}{5} = 313$$

$$S_1 = 1200 \frac{\frac{400}{3}}{313} = 511 \text{ kVA}$$

$$S_2 = 1200 \frac{\frac{400}{4}}{313} = 383 \text{ kVA}$$

$$S_3 = 1200 \frac{\frac{400}{5}}{313} = 306 \text{ kVA}$$

$$\sum_{n=1}^3 S = S_1 + S_2 + S_3 = 511 + 383 + 306 = 1200 \text{ kVA}$$

מכאן המסקנה:

שנאי 1

$$\frac{511 - 400}{400} \times 100 = 27.75\% \text{ בעומס יתר ב-}$$

שנאי 2

$$\frac{400 - 383}{400} \times 100 = 4.25\% \text{ בעומס יתר ב-}$$

שנאי 3

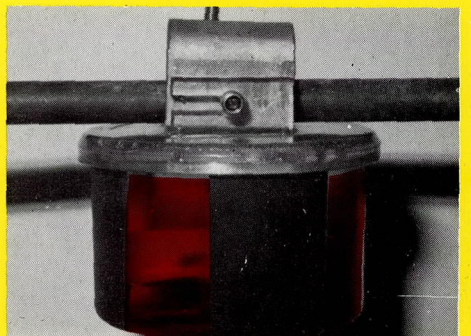
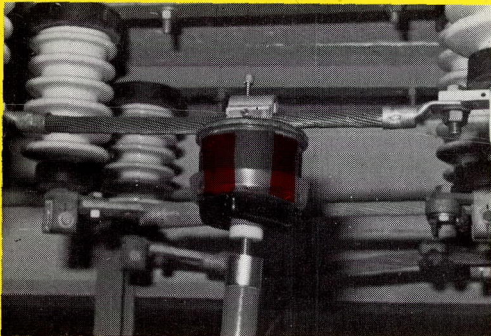
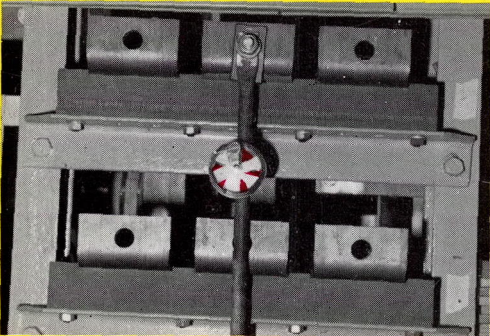
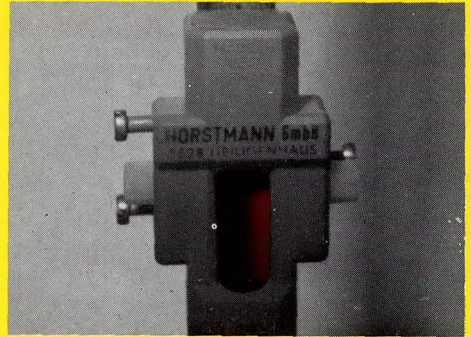
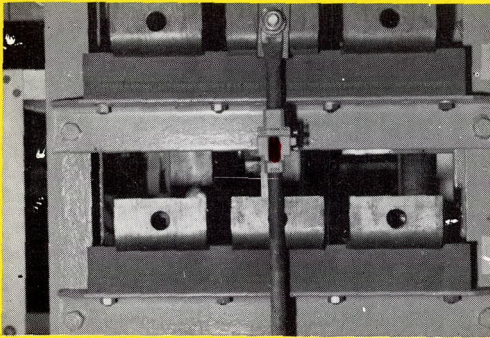
$$\frac{400 - 306}{400} \times 100 = 23.5\% \text{ בעומס יתר ב-}$$

כדי שאף אחד מן השנאים לא יהיה מעומס מעל ההספקו הנקוב, יש צורך להקטין את העמסת שנאי 1

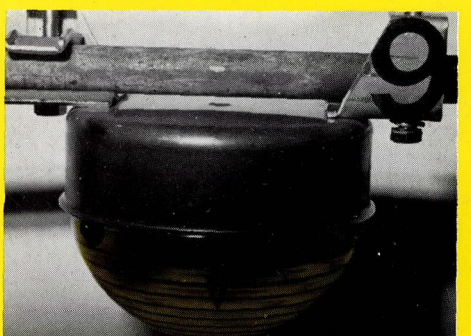
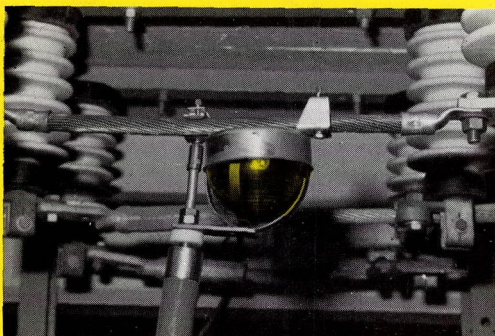
$$\frac{400}{511} = 0.78 \text{ של}$$

סוגים שונים של מחוונים לאיתור מהיר של קצרים ברשתות חשמל

(ראה עמוד 17)



מחוונים המורים על תקלות ברשת באמצעות סימון בצבע



מחונן המורה על תקלה ברשת באמצעות הבזקי נורית