

התקע המצדיע



ע ל ו ן ל ח ש מ ל א י ם
בהוצאת חברת החשמל לישראל בע"מ



"סליאורי"

וראת הסברים
בספר 2

יולי 1970

מס' 9

ציוד מכני חדש

בתמונת השער אנו רואים את היסל האוירי (Aerial Bucket) החדש שנוכח לאחזקה עליידי חברת החשמל. בשנת עבודה ליד האוניברסיטה בירושלים, מתקנים דומים קיימים בארץ, וזלם אלה מסמטים לבצוע עבודות תחזוקה בע"י השמל סוססקים בלבד.

המתקן החדש, הנועד אף הוא להקלות את העובדים לגובה הדרוש לבצוע העבודות בעתים, מאפשר גם ספול בעתים יחייטי והוא בנוי ומתוכנן בהתאם לכך: חלקים ניכרים של שתי הורופות הנושאות את הסלים וכן הסלים עצמם, עשויים מחומר בידוד חשמלי מעולה — סיבי זכוכית מ'בינגלטן' ושרף אסוקסי.

מטרת הבידוד היא לאפשר לאדם העובד על גו החשמל כשהוא נמצא בסל המבודד, להיות מבודד לתנועתן המומציאל הפרקט.

היסל האוירי שקל על העבודה בעתים יחייטי הן בשיטה המסובלת באמצעות מוטות מבודדים (Hot Sticks) והן בשיטה החדשה יותר, שיטת הייד החיטופה בה עובדים על הקו החי במגע ישיר ביויים השמות.

קיימים כשולם יסלים אויריים המתאימים לעבודה ב' קווים במתח עד 750 ק"ו, היסל האוירי החדש ש' בשמות חברת החשמל מתאים לעבודה בעתים יחייטי עד 500 ק"ו שהוא כיום המתח העליון בקווי החשמל בארץ. היסל האוירי שלנו מאפשר עבודה בגובה של כ'14 מ' או במרחק אופטי של כ'10 מ' מ' מדרג המכונות. כל מתקן הורופות ניתן לסיבוב מצד של 360 מעלות.

בכל אחד מ' הסלים שבמתקן יכול להימצא עובד אחד וכנוסף לכך יכול המתקן להרים משא כולל של כ' 1,000 ק"ג.

אנו מקווים שציוד משוכלל זה יגביר את היעילות בעבודות התחזוקה והתקונים בעתים הסיליים ויקטין במידת ניכרת את משך ההפסקות המתוכננות.

תוכן הענינים

- 3 דבר המערכת
5 מכתבים למערכת
7 תאונת השמל ולקחה
8 חלקי חילוף לדודי השמל בעלי תרתקן
9 מערכות מצברי ניקלידמיום
14 הספקת השמל בזמן ניתוק מרשת החשמל
17 מיתקני החשמל במקלטים
22 תקנות המתייחסות לחשמל וקשר במקלטים
התנעת מנועים בשיטת כוכב משולש
24 או אוטורנספורמטור — השוואה
מקדם האיבודים הדואלקטריים כמדד לטיב
26 חומרי הבדוד החשמליים
29 הקורוזיה וההנהגה ממנה
33 חידון בתקנות החשמל

העורכים האחראים:
מאול שפר
יעקב טראוב

מוכיר המערכת:
אורי לייטנר

כתובת המערכת:
חב' החשמל לישראל בע"מ,
רה' אלנבי 5, תל'אביב

הסדיר ובצוע:
אורי אכנת — פרסום והסברה

הדפסה:
דפוס א- ירום בע"מ, תל'אביב



זכר המערכת

בעיית צנרת אספקת המים והארקת מתקני החשמל

מאז התחלת אספקת החשמל בארץ בשנות ה-20 נהוג היה, כמו בכל העולם, להאריק את המתקנים של צרכני החשמל לצנרת המים שחיתה אז, ועד לשנים האחרונות, על טהרת המתכת. מוצב זה משתקף גם בחקיקה, הן בשטח החשמל והן בשטח המים.

תקנות החשמל ("הארקות") מגדירות את מערכת צנורות המתכת לאספקת המים כ"אלקטרודה טבעית" ומתירות להאריק אליה. אותן תקנות אף קובעות במפורש את חובת הנישור של מדי מים וכן שלפני פירוק חלקים ממערכת הצנורות לאספקת המים יש להתקין גשרים מתכתיים מתאימים לשם הבטחת הרציפות החשמלית של מערכת הארקה.

תקנות החשמל הנ"ל מטילות את החובה של הגנת מתקני החשמל, הארקות בכלל זה, על מתקין המתקן, מחזיקו או מפעילו לפי הענין.

בתקנות בדבר מדי-מים תשכ"ה — 1964 שבמסגרת חוק מדידת המים נלקחה בחשבון עובדת היסוד, שצנרת המים משמשת גם כאלקטרודה טבעית ולאור זאת הוצאו על ידי מנהל המים הוראות בדבר התקנת גשר מתכתי לחשמל מקביל למדי מים בצנורות מתכתיים. באותן הוראות נאמר עוד שחובת התקנת הגשר המתכתי לחשמל והחזקתו במצב תקין חלה על ספק המים ובמקרים מסוימים על מפיק המים.

החלפת צנרת מים מתכתית קיימת באל-מתכתית

לפני שנים מספר, עם הופעת צנורות אל-מתכתיים למיניהם, התחילו הרשויות המקומיות יחד עם ספקי מים שונים להכניס אותם לתוך רשתות מים עירוניות בזמן החלפת קטעים מהן. במקרים כנ"ל אין יותר לצרכני החשמל צנרת כשירה להאריק אליה ובכך נשללה מהם ההגנה שהיתה קיימת. הפתרון הטכני שהתקבל אז הן על דעת ספקי המים והן על דעת חברת החשמל, שדאגה לאינטרס של צרכני החשמל, היה: הנחת מוליך מתכתי באדמה לאורך צנרת המים האל-מתכתית שהוכנסה כתחליף לצנרת המתכתית.

פתרון זה הווה אז את האפשרות היחידה מבחינה טכנית, שאיננה משנה את שיטת החגנה במתקן הצריכה, למרות שאמינותו של המוליך המתכתי מוטלת בספק ביחס לשלמותו לאורך ימים, לעומת צנרת המים המתכתית שהנה אמינה מעצמה, כיון שפסק בצנרת זו מתבטא מיד בדליפת מים וזהו, כמובן, אמצעי התראה מצוין.

הנחת מוליך הארקה מתחת לצנרת האל־מתכתית נעשתה על ידי ספקי המים אשר קבלו, בדרך כלל, ייעוץ טכני מחברת החשמל. אולם, בתקופה מסויימת התחילו ספקי המים, בעיקר ברשויות המקומיות, להתכחש להסדר הנ"ל וכן לפעולות שהחקיקה הטילה עליהם בשטח גישור צנורות המתכת במקרה של פרוק חלק מהם, גישורים של מוני מים וכו'.

נוסף לכך טוענים המוסדות הנ"ל על זכותם להחליף את צנרת המים המתכתית, כרצונם, לאל־מתכתית מבלי שתחול עליהם האחריות לסידור הגנה אלטרנטיבית למתקנים של צרכני החשמל. כן טוענים ספקי המים שהדאגה להגנה (כולל הגנה אלטרנטיבית) על מתקני צריכה חלה על חברת החשמל וזאת למרות שתקנות החשמל הדנות בהגנות על מתקנים חשמליים קובעות במפורש שדאגה זו חלה על בעל המתקן או מחזיקו כדלעיל.

אנו מתריעים מחדש על המצב המסוכן, מבחינת הבטיחות למשתמשים בחשמל הנובע מהנוהג הנ"ל. למעשה עוררנו כבר את הבעיה על כל חומרתה ב"תקע המצדיע" מס' 3 ממרץ 1967 במאמר "הארקה עדיין קיימת או נעלמה?". באותו מאמר נאמר בין השאר, שלדעתנו חייבים החשמלאים, בתוקף אחריותם המקצועית והציבורית ולאור הבנתם את חשיבות השלמות של אלקטרודת הארקה והסכנה לנפש ולרכוש הנובעת משיבושה, לעמוד על המשמר ולהתריע על כל מקרה הנגלה לעיניהם, אפילו באקראי. המדובר הוא בשיבוש שמקורו בהחלפת צנורות, בהכנסת אטמים מחומר מבדד ובהעדר גשר מתכתי למדיה המים.

הצענו לחשמלאים, מעל דפי ה"תקע המצדיע", להפנות את תשומת לב הצרכנים לקיום הסכנה וכאשר השיבוש אינו נוגע לצרכן בודד או איננו ניתן לתיקון מיידי, להודיע על כך גם לחברת החשמל.

חשמלאים רבים פנו אמנם לחברת החשמל והודיעו על מצבים מסוכנים שנתגלו להם במקומות שונים ומשרדי חברת החשמל עשו ככל יכולתם כדי לשכנע את ספקי המים לדאוג לסידורי הארקה אלטרנטיביים תוך הצעת ייעוץ טכני. אולם הבעיה בכללותה הוחמרה עקב מקרים מרובים של החלפת צנרת מתכתית לאל־מתכתית בלי התקנת המוליך המתכתי באדמה, מה גם שישנם ודאי מקרים רבים שלא הגיעו בכלל לידיעת חברת החשמל.

התקנת צנרת אל־מתכתית ממקומות חדשים

לאחרונה התחילו הרשויות המקומיות להתקין צנרת מים אל־מתכתית בשכונים חדשים מבלי להניח את מוליך הארקה וכך התהווה מצב שבהרבה מקומות חדשים לא קיימת כלל צנרת מים שאפשר להאריק אליה.

לאור המצב הזה שנוצר במקומות אלה הרינו להודיע לחשמלאים המבצעים את מתקני החשמל בבנינים המוקמים שם, שעליהם לדאוג לסדורי הגנה במקום השיטה שהיתה מקובלת עד כה דהיינו, חיבור מוליך הארקה הראשי אל צנרת המים המתכתית.

בודקי חברת החשמל הבודקים את המתקן לפני נתינת האספקה לא יוכלו לאשר את חיבורו למערכת האספקה במקרים בהם לא יהיו סידורי הארקה או הגנה אחרים בהתאם לתקנות החשמל.

מפתחים ומערכת

מבחינה טכנית הסדור המוצע נראה סביר בתנאים הממוארים. אולם יש להביא בחשבון המסדום גבוהים יותר ואי אפשר יהיה לקבל הספק של 100 VA בנד 12 וולט.

*

ב"התקע המצדע" מס' 7 הופיע מאמר מצוין של אינג' נ. פלג "מפסק מנג לזרם פחתי-התקנה ותפי עול". ראשית כל ברצוני לציון שלטם נסיון עצלתי לחמישה חשמלאים אשר אותם ביקשתי להתקין מפסק מנג בדירתי ומכולם קבלתי תשובה בזה הסגנון: "דבר זה חדש למדי ואיננו מוכר לי".

ברצוני לציון 2 הערות לגבי המאמר:

1) בסעיף "מפסק מנג תלת-פזי במתקן חד-פזי כפול", לעזרי לא הדגיש המחבר שזונה | חייבת להיות זינה למאור ומכשירים ולא זינה למעול חימום מים. ברוב המקרים בארץ מעגל לחימום מים מוזן מחברת החשמל רק במשך 12 שעות ב"יממה- כתוצאה מעובדה זו, אפשרית בדיקת מפסק מנג רק בשעות חבר מתח למעגלו חמום מים- כמובן שזה מטעה ובלתי רצוי.

2) חבל שבסעיף "תקלות והטיפול בהן" לא כתב המחבר שראשית כל רצוי, לפני טיפול, לנסות לחבר את המפסק, כי לפי נסיוני קיימות מספר לא מבוטל של תקלות חולפות כגון:

א- ילד קטן התוקע מסמר לקוטב פזה של בית תקע.

ב- פריצה חולמת באינסטלציה או במכשיר כתוי צאה מעלית מתח קצרה מאוד ברשת (למשל פגיעת ברק).

ג- דליפת טיפה בודדת של מים על נוף החמום בדוד לחמום מים- טיפה כזאת עלולה להת"י אדות לאחר הפסקת מתח באמצעות מפסק מנג ולא תורגש יותר פריצת בידוד המים החמום.

דקטור זיס — רמת'אביב

במאמרו ציון המחבר שיש להקפיד על כך שמנגנון הבדיקה (עם הלחצן) יהיה מחובר אך ורק בין פזה לאפס ולא בין אפס לאפס או בין שני מוליכי פזות. צדק כותב הסכתב ואמנם יש לשים לב בזמן חיבור 2 הזיגות שמנגנון הבדיקה יהיה מחובר בין פזה לאפס המחברים דרך קבע לזינה.

*

נעים להגיש שקיים נוף ממלכתי כחברת החשמל לישראל בע"מ הדואג בהתמדה להרחבת האופקים לכל המעוניינים בקרב החשמלאים, ובעיקר מתבטא הדבר בחוברות "התקע המצדע" ובהוצאת ספרים, ותקנים שונים. להעריכה מיוחדת ראויה העובדה שחוברת "התקן המצדע" ניתנת חינם לכל דורש.

מאופי החוברת הנ"ל הבנתי שאפשר למנות אליכם בחסר תופעות חשמל, ואמנם קיימת תופעה ש"אספה מאוד לקבל עליה חסר מוקף:

1- מדוע בגנרטור קטן המיוצר זרם חילופין במתח 130—230 וולט/5 כ"ס אין מתחשמלים כשנוגעים בתיל הפזה בלבד, ואילו בתיל הפזה של "חברת החשמל" בן מתחשמלים.

2- האם יש צורך להארוק מכשירים חשמליים הי מופעלים על ידי גנרטור כנ"ל (בסעיף 1).

תגום אלי — יפא

במידה והגנרטור משמש לחונת מכשיר אחד בלבד הרי לפי תקנות הארקות (סימן ה' — הפרד) השיטה המונגת, דהיינו הגנרטור המכשיר והחיבור רים ביניהם, חייבים להיות מבודדים ומפורדים מ"הרשת הכללית ואין להתקין הארקות שיטה או הארקות הנגה במתקן המופרד.

גם, אם משתמשים בגנרטור להנגת 2 מכשירים או יותר, יש להארוק את נקודת הכוכב של הגנרטור וכן לסדר הארקות הנגה למכשירים.

כנראה שבמקרה המתואר הזין הגנרטור מספר מכשירים ללא סידורי הארקה בניגוד לנדרש.

במקרה כזה כאשר נוצר מנע בין פזה אחת לאדמה לא מורגשת תופעת החשמל אולם במקרה של תקלה במזה ניספת יוצר מנע מסוכן ביותר.

*

היות ותקלתי בענייה שאולי תענין עוד מספר קוראים, אני פונה אליכם- יש לי צורך ב" 12 V ולטם הפסטות נקה עומס אומי שחור- בהספק 100 W, עומדים לרשותי שני טרנספורמטורים:

אחד 100 VA 220/110 V

והשנה 100 VA 220/24 V.

האם מותר לי לחבר את שני הטרנספורמטורים ב"סור" ואם לא, אז מה הן ההנבלות?

במסגרת תלת פזי, לאן צריכים לחבר את חזנת חורם
— דרך הנתיבים או מתחתית המספק I
ידוע לי שיש ספקות בקשר לתשובה הזאת.

בשם יצחק — ירושלים

לפני שנענה על השאלה נבחר את ההגדרה הסדו
יקת של מספר מונחים:

מספק — מכשיר המיועד להפסקה במכוון של זרם
חשמלי במיתקן, קו או מעגל כשעומס
מחובר בו.

מבטח — מכשיר המיועד לנתק אוטומטית מהזנת
מיתקן קו או מעגל בזמן שעובר בהם
זרם בעל עצמה גדולה יותר מהנומינלית
של המבטח.

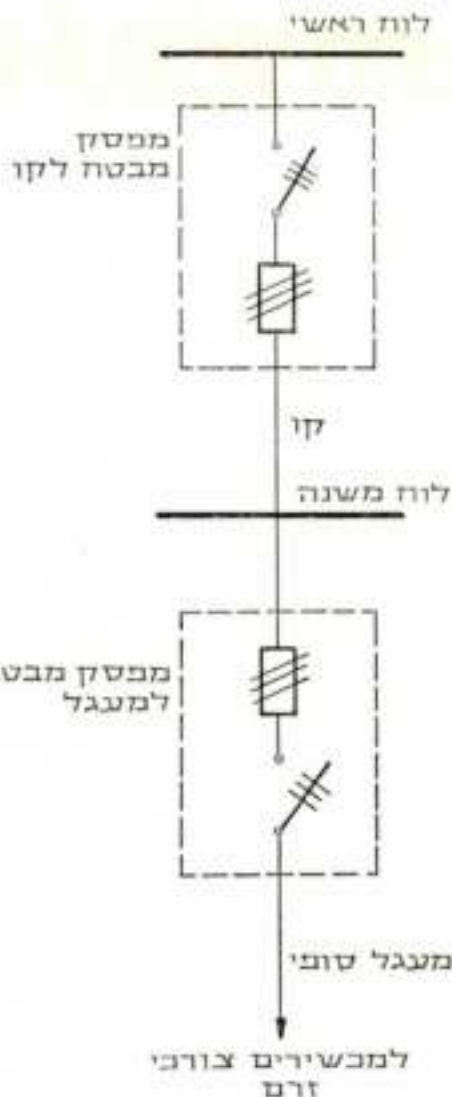
ק 1 — מערכת מוליכים מותקנים ביחד המיועדת
להולכת זרם חשמלי מלוח אחד למשנהו
או מסקור האספקה ללוח הראשי.

מעגל — מערכת מוליכים מותקנים ביחד, המיועדת
להולכת זרם חשמלי במישורן מלוח למכ
שירים צורכי זרם.

בהתאם להגדרות אלה מתייחסת השאלה למספק
— מבטח, כלומר מכשיר הכולל מספק ומבטח.
מבנה כזה מותר בהתאם לתקנה 36 שבתקנות
לוחות הקובעת שבכל מקום בו דרושים מספק
ומבטח, מותר להשתמש במספק ומבטח הבנויים בי
נוף אחד. בתקנה 34 של אותו קובץ תקנות, נאמר
שמספק יותקן באופן שחלקיו הנעים לא יימצאו
עד כמה שאפשר תחת מתח כשהמספק נמצא
במצב מוספק. לאור זאת האלטרנטיבה של חבר
הזנת חורם מלמטה, לפי השרטוט של השואל,
איננה נכונה מבלי לתייחס עדיין למצב ההדדי של
המספק והמבטח.

המצב ההדדי של המספק והמבטח מוגדר בתקן
108 פרק 12-203 הדן באופן חיבור מספקים
ונתיבים, סדר התקנת מכשירי פיקוח יהיה כדלהלן
— מכיוון סקור ההזנה יותקן מספק חורם והנתיב
כום אחריו. יוצאים מכלל זה מעגלים סופיים ש
בהם יותקן מספקי זרם אחרי הנתיבים.

*



תאונת השמל ולקחה

התאונה ארעה בשעת בוקר באתר בניה מסוים כאשר אחד מפועלי הבנין – טפסן במקצועו הפעיל מקדחת יד- תוך עבודתו קבל חבטת חשמל ולאחר מכן נקבע מותו.

חקירת המקרה העלתה את הפרטים הבאים :
באמצעות כבל הארכה נזונה המקדחה מבית תקע תלת מגעי שבבנין מגורים טרומי של סגל העובדים. מערכת ההארכה באותו הבנין נמצאה תחת מתח 220 ו' לגבי האדמה. המתח נפסק כאשר נותק מפסק הזרם של מצנן אוויר שהיה מותקן במבנה.

ביום התאונה, חבר אחד העובדים את מקדחת היד באמצעות כבל הארכה תלת גידי שאורכו כ-50 מ' לבית תקע תלת-מגעי שבאחד החדרים בבית המגורים הטרומי הנ"ל. העובד נעל נעלים עם סוליות גומי. הוא הפעיל את המקדחה וכאשר נוכח לדעת שהיא פועלת מסר אותה לידי הטפסן, שאף הוא נעל נעלי גומי, ונגע בגבו החשוף בארמטורת ברזל שעה שהחזיק במקדחה בידו הימנית ואז קבל את החבטה.

העובדים שהיו בקרבתו חשו להוציא את התקע של כבל ההארכה מבית תקע שבבית. הנוכחים במקום אף ניסו להפעיל הנשמה מלאכותית מפה לפה אולם ללא הצלחה.

כבל ההארכה נמצא תקין.

כן נמצאו תקינים בדוד המקדחה והרציפות בין פין ההארכה של התקע לגוף המכונה, וזה למרות שבורג החזוק של גיד הארכה השתחרר לנמרי.

תנאי החשמול שוחזרו ונמצא שבין גוף המקדחה ובין ארמטורת הזיון קיים מתח של 225 ו'.

נאותות ההארכה של הארמטורה נבדקה ונמצא שבמקרה של קצר ישרף פקק של 60 א' (הערה : הארמטורה היתה מחוברת לקיר ביטון שניצוק קודם לכן).

בדיקת המתקנים בבית המגורים הנדון העלתה את הדברים דלהלן :

תיל הארכה ראשי בחתך של 6 מ"ר של מתקני הבית נמצא מנותק על יד מהדק הארכה שהיה מורכב על צנור מים $3/4$ ששמש כאלקטרודה.

ההתנגדות של צנור המים הנ"ל לגבי האדמה נבדקה באמצעות "מגד הארקות" ונמצאה שוה ל-14 אום.

הרציפות בין כל נקודות הארכה בבית לבין תיל הארכה ראשי היתה טובה. בבית מותקנים שני מצנני אוויר.

במצנן הדרומי מותקן מנוע, פתחי האורור שלו מופנים כלפי מעלה. באותו המצנן נמצא פסק בשתי מוזות ובדוד המזה השלישית לגבי הגוף נמצא שוה לאפס מגאום. הפגם במנוע עלול היה להוצר או כתוצאה מהצטברות חום או כתוצאה מחדירת מים מבעד לפתחי האורור. חבר מפסק הזרם גרם לחשמול גוף המנוע ובאמצעות תיל הארכה שהיה מחובר אליו – לחשמול כל מערכת ההארכה של הבית שהיתה, כאמור לעיל, מנותקת מהאלקטרודה (צנור המים).

גוף מקדחת היד קבל מתח בהיותו מחובר לאותה מערכת הארכה.

קרקע האתר שבו ארעה התאונה הקטלנית היא סלעית. נעשו נסיונות מדידה של התנגדות הקרקע לנבי הארקה (מברג שנתקע לקרקע שמש אלקטרודה) באמצעות מנר- נמצאו ערכים של 0.5—0.6 מגאום.

שני העובדים לא הרגישו בחשמול המקדחה בהיותם נעולים נעלים עם סוליות גומי- בשני המקרים מבנה הקרקע תרם לבדוד נוסף של האנשים מגוף האדמה- לאור זאת נראה שהמנע של הטפסן בארמטורת הביטון המאורקת הוא שגרם לתאונה הקטלנית.

לסיכום, לא היתה שום התראה מוקדמת לעובדה שנוצר בזמן מסוים נתוק במעגל ההארקה- כל עוד פעלו שאר חלקי המתקן כשורה לא הורגש חסרונה של הרציפות במעגל ההארקה, אולם כאשר הופיעה תקלה נוספת בצורת ליקוי בבדוד בין הפזה והגוף המאורק של מנוע המצנן, אירע החשמול כלומר החשמול נבע כאן מצירוף של 2 תקלות וזהו בדרך כלל המצב במרבית התאונות- המסקנה — רצוי לודא מזמן לזמן, לפחות באופן חזותי, את שלמות מערכת ההארקה.

חלקי חילוף לדודי חשמל בעלי תותקן

(הודעה מטעם מכון התקנים הישראלי)

היתר לסטן בתותקן את מוצריהם כדי לדון בבעיה הרצינית הזאת- רוב היצרנים נענו לי הזמנה והשתתפו בבירור הבעיה-

בהמשך לדיון הזה וכדי לנסות לפתור את הבעיה ולהבטיח איכות טובה גם לדוד המתוקן, החליט המכון להודיע שלהבא ימליץ המכון להאריך את תוקפם של ההיתרים רק ליצרנים אלה, אשר יחזיקו במפעליהם חלקים תקינים בלבד, — היינו ישתמשו לייצור ולתקון דודים אך ורק בחלקים תקינים וי יטלקו, אחת ולתמיד ממשעליהם, כל חלק שאינו תקני- פירוש הדבר, ישתמשו בחמרים ובאבזרים, כגון גופי חימום, תרמוסטטים, מרי כלים מנימים, כיפות, מעטפות, חוטי חיבור וחמרי בידוד-תקניים בלבד, ולא ישתמשו באף חלק בלתי תקני. יצרנים שאעלם ייצא חלק בלתי תקני, לא תמליץ המעבדה על הארכת ההיתר לתותקן ולא על הסכם השגחה ה- מהוות יסוד למשטר תרחתקן-

אם ירצה היצרן להכניס שנוי כלשהו בחומר, בחלקי הדוד, באבזריו או במימדיו, עליו לא רק להודיע למכון על כך, אלא גם להסתין על שהשנוי הזה יאושר- הדבקת תוית תותקן על דוד בלתי מאושר מהווה הפרת הסכם עם המכון אשר יראה את עצמו נאלץ להגיב באופן החריף ביותר על ההפרה הזאת-

יצרן המוצר הנושא תותקן מתחייב להבטיח לא רק את טיבו של המוצר אלא גם את טיב הרכיבים שלו, כי רק בדרך זו יכול היצרן להשתכנע ולשכנע אחרים, כי אכן יצר מוצר תוך דאגה מליאה לתקניותיו-

דיון זה חל על מוצר חדש לפני השמוש בו- אולם כאשר מוצר זה קורה קלקול ודבר זה אפשרי אמילו במעולה שבמוצרים, הרי אם מופיע הצורך בהחלפת חלק כלשהו והמחליף אינו עושה זאת על ידי שימוש ברכיב תקין — חוטא הוא כלפי עצמו וכלפי בעלי המוצר המתוקן-

הדוד החשמלי חדר להרבה בתים בישראל וכבר יוראים בו את המכשיר לחמום המים בבית- בהת- קרב מספר הדודים למחצית המיליון ועקב ה- שמוש הרחב בהם, מתחיל לעלות מספר הדודים המתוקנים על המיוצרים, החדשים- מטעות מבנה הדוד החשמלי גורמת לכך שלצערו החלו עוסקים בתיקונו אלה שלא רק לא הוכשרו לכך אבל גם אינם דואגים להבטחת טיבו- כך קורה שדוד תקני מלכתחילה, עם קלקולו, מוכנסים בו חלקים בלתי תקינים, הווה אומר חלקים הנורעים מטיבו- מצב זה גורם לכך שלדוד החשמלי נוצר סם רע המטפיע בעקיפין על הרצון להשתמש בדוד החשמלי בכלל-

1- על מנת למנוע זאת זימן מכון התקנים לפגושה את יצרני הדוד החשמלי, אשר הוענק להם ה-

מערכות מצברי ניקל-קדמיום

אינג' מאיר ישעיהו

מבוא

לקראת סוף המאה ה-19 מותחו מצברי ניקל-קדמיום במקביל ע"י שני ממציאים, יוג'נר בשויה ואדיסון בארה"ב. לעומת השימוש הנפוץ של מצברי עופרת נחשב השימוש במצברי הניקל-קדמיום לנדיר יותר ומסיבה זו ידועים הם פחות.

האפיונים המיוחדים לכל אחד מהמצברים, עופרת וניקל-קדמיום, השפיעו על כווני הפתוח והשימוש בהם. אך בשנים האחרונות חלו שיפורים ניכרים בייצור מצברי הניקל-קדמיום, וכן רבו והשתנו הדרישות לגבי מצברים, דבר שהעלה את הדרישה והתפוצה שלהם.

כבר טראש יש לעיין שההשקעה הראשונית במצברי ניקל-קדמיום בדרך כלל גבוהה מזו של האקוילנט הקרוב של מצברי עופרת. אך מצד שני הסקעה גבוהה זו כדאית בשל אורך חיים גבוה יותר, עמידות מצוינת בתנאי חיים קשים, החזקה גבוהה ביחס למצבר עופרת, וזאת בנוסף לתכונות המיד תדות המאפיינות אותו ולא ניתן לקבל ממערכות מצברים אחרות.

התכונות העיקריות של מצבר ניקל-קדמיום שגרמו לשימוש המוגבר בהם מתבטאות ב-1-

אורך חיים בולט.

תקופת האכסון אינה משפיעה על המצבר, אם במצב טעון או פרוק.

דרישות החזקה מינימליות.

מבנה מכני יציב וחזק המאפשר שימוש בתנאים קשים.

נצילות חשמלית מצוינת במחזורי טעינה-פריקה אפילו בורמים גבוהים.

חום טמפרטורות עבודה רחב

(-40°C — +65°C)

שימושים

א. תאורת חרום

כוללת תאורה ממערכת מרכזית או תאורה של יחידות חרום קטנות יותר.

מערכות לשעת חרום במצברי ניקל-קדמיום נפר צות עקב ההחזקה המעטה הנדרשת, במיוחד כ- שמדובר בשימושים עם הספקות גדולות.

ב. התנעת דיזלים

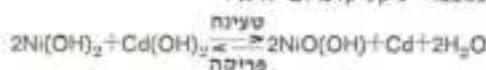
שימוש הדורש אמינות גבוהה בתנאי עריכה קשים, או במקרים שנמח ומשקל נמוכים משפיעים על בחירת המצבר.

ג. מכשירים ותקשורת

מצברי ניקל-קדמיום, במיוחד התאים האטומים שאינם דורשים כל החזקה, משמשים למערכות הספקת כח אמינות ובלתי תלויות בגורמים אחרים כמו מכשירי קשר נישאים, רשמי סרט ומקלטנים ניידים.

עקרונות פעולה

בצורה פשוטית, היאקציה הכימית המתקיימת במצברי ניקל-קדמיום היא:

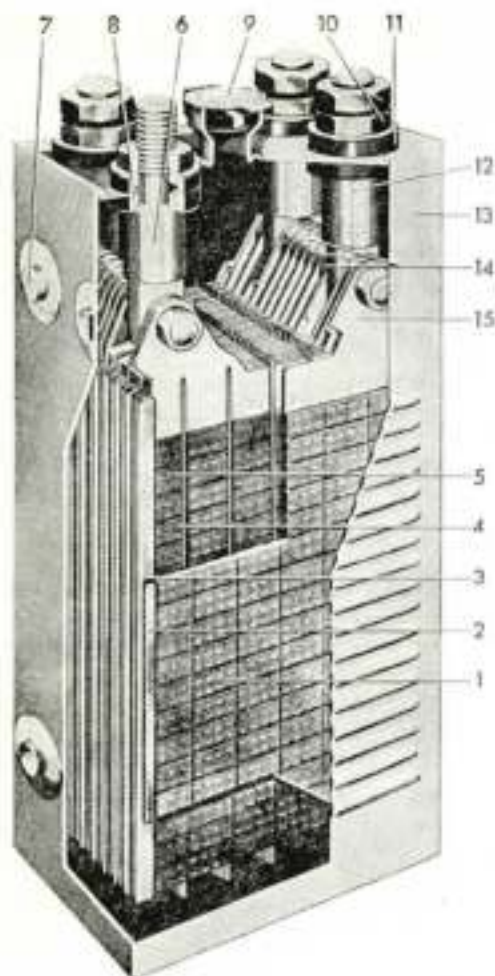


האלקטרוליט במצברי ניקל-קדמיום הוא תמיסה של מימת האשלגן שאינה מתרכבת עם האלקטרוי דות ורק משמשת כמוליך, ומסיבה זו רכזה כמעט ואינו משתנה. כיון שאין ריאקציות כימיות בין האלקטרוליט לאלקטרודות, אין שינויים במצבר בזמן האכסון, ויתרה מזו שום קלקול אינו נגרם בין אם המצבר במצב טעון או פרוק. גורם זה הוכח החלטית לאור השימושים הרבים שלו, ויודר עות דוגמאות רבות על מצברים שהיו בשימוש מעל 25 שנים.

יתרון חשוב נוסף הוא העובדה שאין פליטת גזים אלא רק בשעת טעינה, וזאת בכמות מוגבלת (גזים אלה אינם רעילים) דבר המקטין את הצורך ב- החזקה וטיפול. יש רק לראוג להוספת מים מזוקי קים להשלמת גובה האלקטרוליט בתא.

מבנה התאים

המבנה העקרוני של האלקטרודה החיובית והשלילית זהה פרט לחומר הפעיל. האלקטרודה עשויה כוס מתכת מחוררת, שבתוכה מהודק החומר הפעיל. מבנה עקרוני של התא ניתן לראות בציור מס' 1. התא מרכב ממספר אלקטרודות חיוביות ומספר אלקטרודות שליליות כשבין כל שתי אלקטרודות חיוביות יש אלקטרודה שלילית וביניהן בידודים חשמליים. כל היציאות של החיוביות מאוגדות יחד ליציאה החיובית הראשית של התא, וכן היציאות השליליות מאוגדות ליציאה השלילית.



- | | |
|-----|------------------------|
| 1. | מלטת חיובית |
| 2. | חסנית המלטה |
| 3. | מכוד |
| 4. | מוסות בודד |
| 5. | מלטה שלילית |
| 6. | יציאת שלילית |
| 7. | כסתור תלית |
| 8. | אטם |
| 9. | ממחוט |
| 10. | אוחץ |
| 11. | מכוד יציאה |
| 12. | יציאה חיובית |
| 13. | חיכל (מלות או מלמטיק) |
| 14. | מבטת מרווח |
| 15. | יציאה השלילית של המלטה |

ציור מס' 1

מבנה של תא ניקלקדמיום מסייעים כימים

תא ניקלקדמיום אוטומים

מתח של האלקטרודה המדובקת (Sintered Plate) החל ב-1935 בורסניה, ומספר שנים לאחר מכן סוכם על דרך ייצורה ע"י שלכת ואקרסן. בשיטה זו משתמשים במלטה דקה של ניקל, פורוזיות מאד, מיוצרת בשיטת דבק של אבקת ניקל מיוחדת. המלטה הפורוזית, המחוזקת ע"י רשת ניקל או ברזל מעופה ניקל, מכילה כ-80% חורים. לתוך חורים אלה מספינים את החומר הפעיל באמצעות תהליכים כימיים האלקטרוכימיים- החומר הפעיל, ניקל הידרוכסיד בשביל האלקטרודה החיובית ו קדמיום הידרוכסיד בשביל השלילית, צמוד היטב לריוג המתכתי של הניקל ומאפשר מוליכות חשמלית טובה.

רוב התאים האוטומים בנויים ממלטות מדובקות ומבנה עקרוני של אלה ניתן לראות בציור מס' 2.

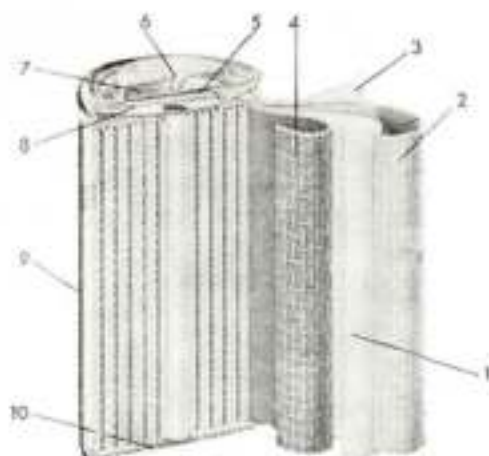
ערכי פריקה

מצברי ניקלקדמיום מיוצרים בקטת רחבה של קבול ושונים. ע"י תכנון נכון ניתן לבחור מערכת אופטימלית שתענה על צרכי הורם והמתח. בחירה נכונה של התאים תסמור על רמת מתח מסיימת תוך פריקה בורסים הדרושים (אפילו גבוהים למדי).

טעינה מחדש

מערכת לשעת חרום מטבעה דורשת מהמצבר פריקה אחת לתקופה ארוכה, ולכן רצוי להשתמש בטעינה אוטומטית או חצי אוטומטית. הטעינה מתוכננת כך שתסמור על קבול מלא של המצבר, ולאחר פריקה יטען במהירות במינימום אבודי מים.

אחד הירונוות הגדולים של מצבר ניקלקדמיום הוא האפשרות להתאים צורות רבות של שיטות טעינה, זרמי טעינה ומתחי טעינה כך שיתאימו לאפליקציה- באופן כללי שיטות הטעינה השונות הן: טעינה במתח קבוע, טעינה בזרם קבוע או קומבינציה של שניהם. בבחירת השיטה שתאים למערכת מסיימת יש להביא בחשבון את זרמי הפריקה והטעינה, את נבולות המתח ואפשרויות ההחזקה וההשנחה על המערכת.



1. מבד
2. אלקטרוזה שלילית מדובקת
3. מבד
4. אלקטרוזה חיובית מדובקת
5. יצאה חיובית
6. דקר
7. דיאפרגמה
8. אסס ניילון
9. תרמיל מצופה נייל
10. יצאה שלילית

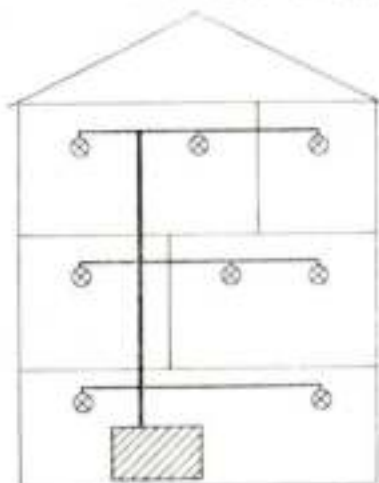
ציר סמ' 2
מבנה עשירי של תא אטום.

הנקודות המאפיינות את המערכות השונות הן :

- א. מערכת מרכזית
- בשימוש בכנימים קטנים.
- חדר מצברים מרכזי.
- עומטים גדולים קרובים למצבר.



מערכת סבורה



מערכת מרכזית

ציר סמ' 3
מבנה מערכות לשעת חרום

מערכות לשעת חרום

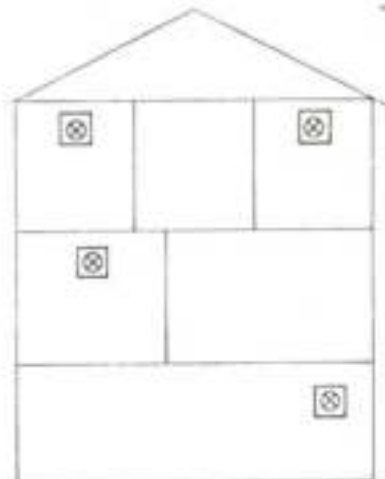
מערכות לשעת חרום בונים בשלוש שיטות :

- א. מערכת מרכזית
- ב. מערכת מבוזרת
- ג. יחידות

למערכת מרכזית יש מצבר גדול אחד הממוקם בדרך כלל בחדר מצברים. מטקור זה מספקים אנרגיה לכל הצרכנים במערכת.

מערכת מבוזרת מורכבת מכמה תתי-מערכות תאורה או כח. לכל תתי-מערכת מצבר משלה המספק אנרגיה לצרכנים שבה. שיטה זו מקטינה את מפלי המתח בקו וכן חוסכת המסדים בקיום.

יחידות התאורה הן עצמאיות. יש להן מצבר ומטען וכן מספק אוטומטי להפעלת המצבר עם הפסקת החשמל ולטעינה. יחידות משמשות לצרכנים מקרי מים.



יחידות

מתח המערכת מוכתב ע"י העומסים, דרישות הבטיחות בתנאי סביבה שונים וכן במחיר התקנות החייביות החשמליים למסל מתח מינימלי.

סכימות עקרונות

מערכת מרכזית ומבוזרת דומות מבחינת חשמליות ותאור סכמתי שלהן מופיע בציור מס' 4-

תפקיד המטען לשמור את המצבר במצב טעון כל הזמן ולטעון אותו מחדש אחרי כל פריקה במהירות האפשרית.

המספק האוטונומי מחבר למצבר את מערכת הערכים בכל הפסקת חשמל ובתום ההפסקה מחבר אותו חזרה למטען.

באם נחוצה תאורה מתמדת בונים אותה לפי ציור מס' 5-

במערכת משולבת לתאורה מתמדת ותאורת חרום מספקים זרם לערכנים קבועים ישירות מהרשת, או דרך טנאי- ברונז של הפסקת חשמל מחוברים הערכנים לשעת חרום דרך מספק אוטונומי למצבר. ערכנים קבועים מחוברים לקבוצה אחת, ואלה ל- שעת חרום דרך מספק אוטונומי למצבר. ערכנים קבועים מחוברים לקבוצה אחת, ואלה לשעת חרום

משתמשים בשיטה זו במתחים גבוהים כמו 110 וולט.

בדרך כלל מתוכננת במבנה שטחים הוקם-

3- מערכת מבוזרת

בבניינים גדולים-

במקומות בהם המרחקים גדולים מנקודה ל- נקודה-

יש במערכת מיוזר של מספר עומסים גדולים-

מורכבת אחרי שהמבנה הוקם-

אפשר לשנות את מקום המצבר-

זוהי מערכת לחירונוים או תאים עצמאיים

מבחינת הצורך בחשמלת חרום-

מתח נמוך כמו 24 וולט.

3- יחידות

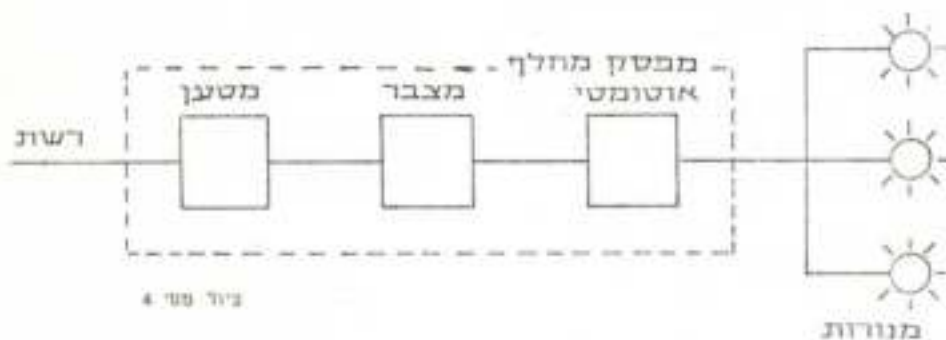
לתאורה מקומית-

נענים לנשיאת או העברה-

במבנים שקשה להתקין אמצעים אחרים-

חומים קצרים-

מתח נמוך — 6 וולט או 12 וולט-



ציור מס' 4



ציור מס' 5

מערכת לתאורה מתמדת ומתמדת לתאורה למצבר חרום.

ישירה במקומות מסוימים ונקודות הדורשות השקפת כח ישירה. בתכנון המערכת יש להתייחס עם מטיחה לתאורה ולמערכות חשמל. את גודל המצבר ניתן לקבל מטוסם ההספקים השונים של המערכת.

ג ש ם ך

- צריכת הספק ממוצעת בוזנים — P_m
 זרם ממוצע באמפרים — I_m
 מתח נומינלי של המערכת — U_m
 קבול המצבר באמפר-שעות — C
 מספר התאים — N
 זמן פריקה (עד 1-0 וולט לתא) — t

לקביעת גודל המצבר יש צורך בידיעת הספק הדי מערכת וכן את זמן התאורה או הפעולה של מערכת החרום עם הספקת החשמל. זמן הפריקה של המצבר (זמן הפעולה של המערכת לשעת חרום) נקבע ע"י דרישות החוק (במקומות שהוא קיים) לגבי מפעלים או אולמות צבוריים וכן ע"י הזמן המינימלי הנדרש על מנת לבצע פעולות הכרחיות עד להפסקת מוחלטת של התאורה כמו זמן פינוי אולמות צבוריים או הפעלת צופר הזעקה.

בדרך כלל זמן פריקה שביור הוא בין 1/2 שעה ל-2 שעות כאשר החספס הממוצע הוא P_m והסתח הדי ממוצע נקבע ל- U_m

$$\frac{P_m}{U_m} = I_m$$

לאחר שגם זרם המצבר I_m ידוע וגם זמן הפריקה t ידוע יהיה קבולו באמפר שעות:

$$C = I_m \times t$$

מספר תאי המצבר יהיה מתח המערכת מחולק ב-1.2

$$N = \frac{U_m}{1.2}$$

חלוקת המצברים לפי גובה הזרם

המצברים למערכות חרום מחולקים לשלוש קבוצות לפי גובה הזרם הנזרך.

קבוצה HI — היא קבוצת התאים לזרמי פריקה גבוהים בעיקר להתנעה- (זרם פריקה מתאים עד ל-20 ד' פריקה).

קבוצה MD — הוא קבוצת הערך הממוצע ומתאי מת לזרמי פריקה מי 20 ד' עד 3 שעות.

קבוצה KA — היא קבוצת הזרמים הנמוכים די מתאימה לזרמי פריקה של 3 — 10 שעות.

לקבוצה שניה- דוגמא למערכת כזאת היא בבנין צבוי שם היציאות מוארות כל הזמן ויש צורך להאיר אותן גם בהפסקת חשמל דרך מערכת חרום.

י ח י ד ה — היא מערכת קומפקטית מחוברת לרשת ע"י תקע-שקע או חבור קבוע. היא מורכבת מי- צרן, מצבר, ומפסק אוטומטי. דוגמאות לי- אלה יכולות להיות:

ג נ ס ח ר ו ס — מחובר דרך קבע לרשת ונדלק בהפסקת חשמל.



צ'יר מי 6
 סגס חרום



יציאת חרום — שלט זה מואר כל הזמן דרך שנאי ובשעה של הפסקת חשמל מתחבר המצבר למנוורות ע"י מפסק אוטומטי.

עם חידוש הזרם, מתחבר המצבר לטעינה אוטומטית.

קביעת גודל מצבר לשעת חרום

קשה לקבוע שיטה כללית לתכנון תאורת חדר או אולם, בשל הצורך להביא בחשבון את גודל החדר, כמות האור המיוחד מהקירות, הצורך בתאורה

הספקת חשמל בזמן נתוק מרשת חברת החשמל

אינג' ו. זיס

2- התנעת הדיזל והעברת ההספק מחברת חשמל לדיזל-גנרטור בצורה אוטומטית עם הספק קצרה בהספק חשמל עד להתנעת היחידה.

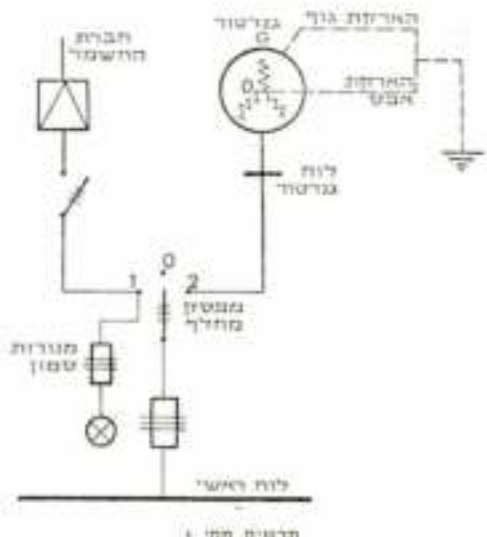
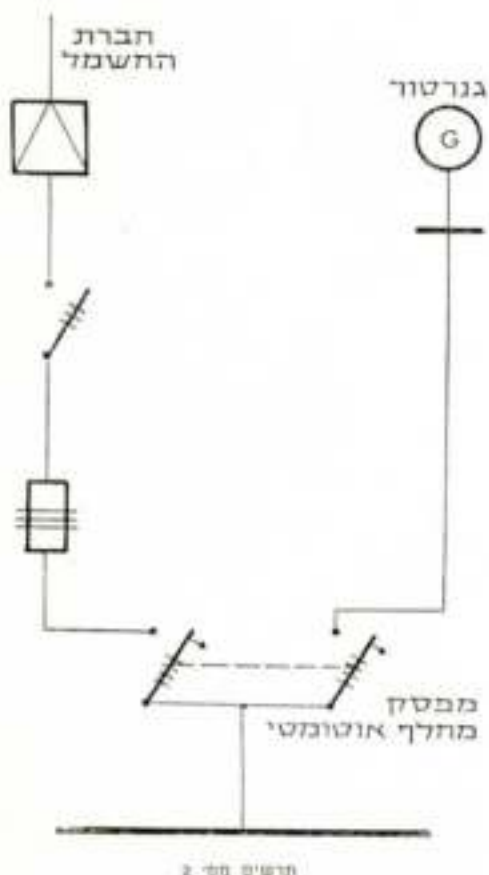
3- התנעת הדיזל והעברת ההספק מחברת חשמל לדיזל-גנרטור בצורה אוטומטית ללא כל הספק בהספק אנרגיה החשמלית לצרכנים.

כעת נדון בפרוט על כל אחת מהשיטות.

אין צורך בהסבר השיבותה של הספקת חשמל סדירה ורצופה. במאמר זה נדון בשיטות הספקת חשמל לדיזל-גנרטורים בעת הפסקת ההספק מי רשת של חברת החשמל. שיטה זו בדרך כלל זולה יותר מאשר הספקת מחברת חשמל באמצעות 2 קווים לפחות הנזונים משני מקורות ההספק בלתי תלויים זה בזה. כמקורות בלתי תלויים זה בזה נחשבים לפי הספרות לפחות שתי מערכות פסי צבירה בתחנת טרנספורמציה אזורית. מונח זה לדעתי לא מבטיח ההספק סדירה במקרה של נגיעה בתחנה זו כתוצאה מפעולה סלחמתית. לאור האמור לעיל בדרך כלל בוחרים בשיטת ההספק לדיזל-גנרטור לשעת חרום. אמנם מחיר של קווי-ט"ש אנרגיה חשמלית מיחידה לשעת חרום בסדר גודל מספר השעות המועט של הפעלת יחידות מסוג זה המחיר הוא כדאי וסביר.

קיימים שלושה סוגים בסיסיים של מתקנים לשעת חרום:

1- התנעת הדיזל והעברת ההספק מחברת חשמל לדיזל-גנרטור בצורה ידנית.

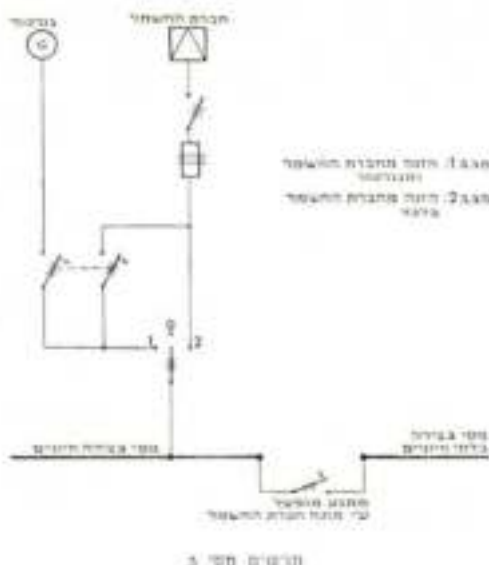


שיטה מס' 1

השיטה הנ"ל היא הפשוטה והזולה ביותר. מתאימה למוסדות ומפעלים שבהם הפסקה בהספקת השמל למשך מספר דקות אינה נורמת להפרעה רצינית. לסוג זה של צרכנים אפשר ליחס משקים קיבוציים, ממגני מים וכיוצא בזה.

בלוח החשמל הראשי של צרכן מסוג זה דרושה למעשה רק תוספת של מפסיק מחליף דיזל-גנרטור חברת השמל. מספיקה מערכת פסי צבירה אחת, אמילו במקרה שדיזל-גנרטור אינו מספק 100% של תצרוכת רגילה.

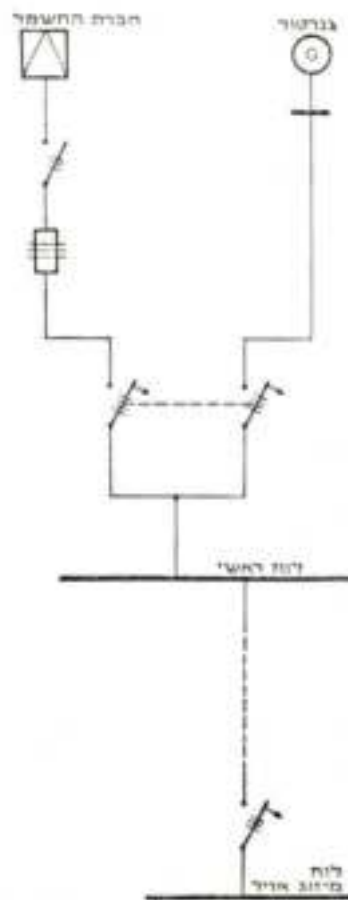
בידי השמלאי המוסד נתנת הברירה, במקרה של הפסקת השמל מהדיזל-גנרטור, להחליט איזה מה מעגלים הם חיוניים יותר ואיזה פחות, ובהתאם לכך לספק את המתח לחלק מהם עד לנצול מלא של הדיזל-גנרטור.

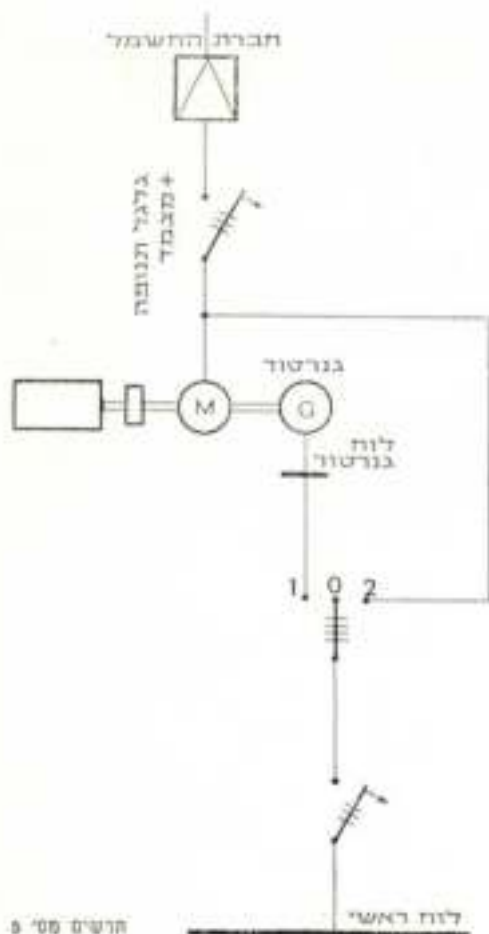


שיטה מס' 2

בשיטה הנ"ל התנתת דיזל-גנרטור נעשית בעזרת אוטומטית לאחר קבלת אות של חוסר מתח באחת מהפנות של הספקה מחברת השמל, וכמו כן באופן אוטומטי נפתח מתנע מצד ההספקה מחברת השמל ונסגר מתנע מצד ההספקה מהדיזל-גנרטור. תרשים החיבורים הוא פשוט וזול רק במקרה שהדיזל-גנרטור מסוגל לספק את 100% של תצרוכת רגילה.

במידה והדיזל-גנרטור מתוכנן להספקת מעגלים חיוניים בלבד, נחוצה חלוקת פסי צבירה לשתי מערכות. פסי צבירה חיוניים המקבלים הספקה מחברת השמל או מהדיזל-גנרטור ולפסי צבירה בלתי חיוניים המקבלים הספקה מחברת השמל בלבד. בדרך כלל קיים נוסף למפסיק המחליף האוטומטי (מורכב מ-2 מתנעים) גם מפסיק מחליף רגיל המאפשר הנות פסי צבירה חיוניים מחברת השמל בלבד בזמן סגול דיזל-גנרטור. במידה ומתקנים דיזל-גנרטור אוטומטי זה וקיים לוח ראשי רק עם מערכת אחת של פסי צבירה, הבעיה נתנת לפתרון במידה וקיים צרכן אחד גדול בלתי חיוני - (למשל מתקן מווג אוויר מרכזי). בתרשים מס' 4 הותקן לפני צרכן בלתי חיוני זה מתנע עם כפתור Start נעול ע"י מפתח. במשך מספר שניות שאין הספקת השמל המתנע הנ"ל מפסיק באופן אוטומטי והי מתקן לא יכול להכנס לפעולה ולהעמיס יתר על המידה את הדיזל-גנרטור. מפתח של כפתור Start מופקד בידי השמלאי אחראי, אשר רק הוא יכול להפעיל מחדש את המתקן לאחר שיוודא שהספקת





החשמל מחברת החשמל הוחזרה- השיטה הזאת מקובלת, בדרך כלל, במוסדות בהם יש לקצר ככל האפשר את הפסקת החשמל, כגון: בתי חולים, מרכזיות טלפון וכיו"ב- היא גם מקובלת במוסדות בהם נהוגה שמירת שבת-

שיטה מס' 3

שיטה זו מבוססת על שיטה מס' 2 אך קיימים בה פריטים נוספים- ביחידת דיזל-גנרטור מהוץ ל- דיזל-גנרטור קיימים האביזרים הבאים: מצמד, נלכל תנופה ומנוע חשמלי- (ראה תריסים מס' 5)-

בזמן שקיימת הספקה סדירה מרשת חברת החשמל הדיוול עומד, המצמד פתוח, והגנרטור ונלכל קי' תנופה מונעים ע"י מנוע חשמלי, הצרכנים מקבלים את החספה מהגנרטור- כאשר נפסקת החספה מחברת החשמל ממשיך נלכל התנופה לספק את האנרגיה לגנרטור עד שהדיוול מתניע והמצמד נסגר, ואת האנרגיה לגנרטור מתחיל לספק הדיוול- זמן מעבר נופלים בדרך כלל שבועי הגנרטור מ-1 עד 2 ובהתאם לכך נופלת גם התדירות- מתקנים אלה מיקרים בלפחות 20% את מחירה של הי אנרגיה החשמלית עבור הצרכנות כתוצאה מאיכוף דים מהמידים במנוע חשמלי ובגנרטור- מערכות כי אלה הן בטווח במוסדות בהם אסור להפסיק חשמל אפילו לזמן קצר ביותר, כגון מערכות קשר חיוניות או מתקני ניווט בשדות תעופה-

מדינת ישראל • משרד העבודה

אגף להכשרה והשתלמות מקצועית, מחוז ת"א והמרכז

מודיע על פתיחת ההרשמה לקורסי ערב למבוגרים בשעות הערב בשנת הלימודים תשל"א

חשמלאות בנין ותעשייה — תלת שנתי

מסיימי הקורס התלת שנתי בהצלחה ייעמדו בדרישות החוק לנסיון מעשי יקבלו רישון ממשלתי מתאים-

סדרות הרצאות לחשמלאים מוסמכים ראשיים ובכירים

(כל נושא 2—5 הרצאות)

- | | |
|-------------------------------------|---|
| הנושאים: חשמלים ודרכי מניעתם- | יסודות אלקטרוניקה תעשייתית- |
| תכנון ומיצוע לוחות חיבורים ומבטחים- | תכנון רצינולי של מתקנים חשמליים- |
| מדודות חשמל תעשייתיות- | אבחון הפרעות במתקנים חשמליים- |
| אוטומציה מודרנית בתעשייה- | תכנון מנועים והתאמת המנוע לתכונות המכונה- |
| הארקות — תכנון ומיצוע- | |
| תאורה הסודרנית — תכנון ומיצוע- | |

הלימודים יתקיימו בתל-אביב 2—3 ערבים בשבוע-

פרטים והרשמה באגף להכשרה והשתלמות מקצועית, רח' יונה הנביא-13, תל-אביב
בשעות 7.30—14.00 ובימי א' בשעות 17.00—18.30

מיתקני החשמל במקלטים

אינל' נ. פלג

המבטח הראשי והמונה

המבטח הראשי והמונה התלת־פזי יותקנו על ידי חברת החשמל בתוך קופסה אטומה מחומר פלסטי בעלת סכסה שקוף-סגור זה מבטיח אטימות בפני חדירת רטיבות וזאת בהתאם לנדרש ב־(י), ומאפשר קריאת המונה ובדיקה חזותית של הנתיכים ללא צורך בפתיחת הסכסה.

את הקופסה ניתן להרכיב או על הקיר באמצעות לטוניות או בתוך גומחה (נישה) קטנה בתוך הקיר-גומחה זו צריכה להיות בעלת המידות ה־באות: גובה — לפחות 57 ס"מ, רוחב — לפחות 40 ס"מ ועומק — 8.5 ס"מ.

מיקום ארנו המבטח והמונה יהיה, במידת האפשר, סמוך ללוח החשמל הראשי ובמקום בו יוכל ה־מפעיל לעבוד בתנאים הטובים ביותר ורצוי לא במקום שעלולים להיות בו בצפיפות ודחוק ובכל מקרה לא ליד המקלחות ובתי הכיסא.

לוח הצרכן

על לוח הצרכן להיות, כאמור, מוגן מים ויכולול 3 חלקים ראשיים: הלוח התלת־פזי, הלוח החד־פזי ולוח החרום. נדון בהם לפי סדר זה.

נעקוב אחרי השלבים השונים, האבזוריים והחיבוריים ואחר כך נסביר את שלבי התפעול של הלוח.

הלוח התלת־פזי

ראשית ניזן 3 נורות סיטון — כל אחת מהן מחוברת בין מזה שונה והאפס ומוגנת ע"י נתיך מתאים. נורות אלה, שתפקידן להורות באזהרה מות קיים מזה, ימוקמו ליד המפסק הבוהר הידני (שעליו עוד נדבר). מכאן עוברים למפסק ראשי 4 קטבים אשר, במקרה של מקלטים גדולים שבהם אפשרות ליינה רובית היצונית, יהיה מפסק־מחלף 4 קטבים.

מכאן עוברות שלוש הפוזות למפסק בורר ידני ה־מאפשר לבורר כל אחת משלוש הפוזות הסניעות ללוח. מול ידית ההפעלה של מפסק בורר זה מותקנות 3 נורות הסיטון (עליהן כבר דובר), כך שחיבור הפוזא אליה מחוברת הנורה נעשה כשידית המפסק המחלף נמצאת ממולה. נוסף לשלוש ה־מנצבים יהיה מצב נוסף — הפסקה.

הניטה לתכנון מיתקני החשמל במקלטים חייבת להביא בחשבון, בנוסף להוראות הנ"א, את הנור־מים הבאים:

א- הצורך לרחות, עד כמה שאפשר, את הפעלת הנרטור המקומי במקרה של פגיעה ברשת החשמל, פירושו של דבר — אפשרות ניצול רשת האספקה כל זמן שנשארה בה אפילו פזה אחת.

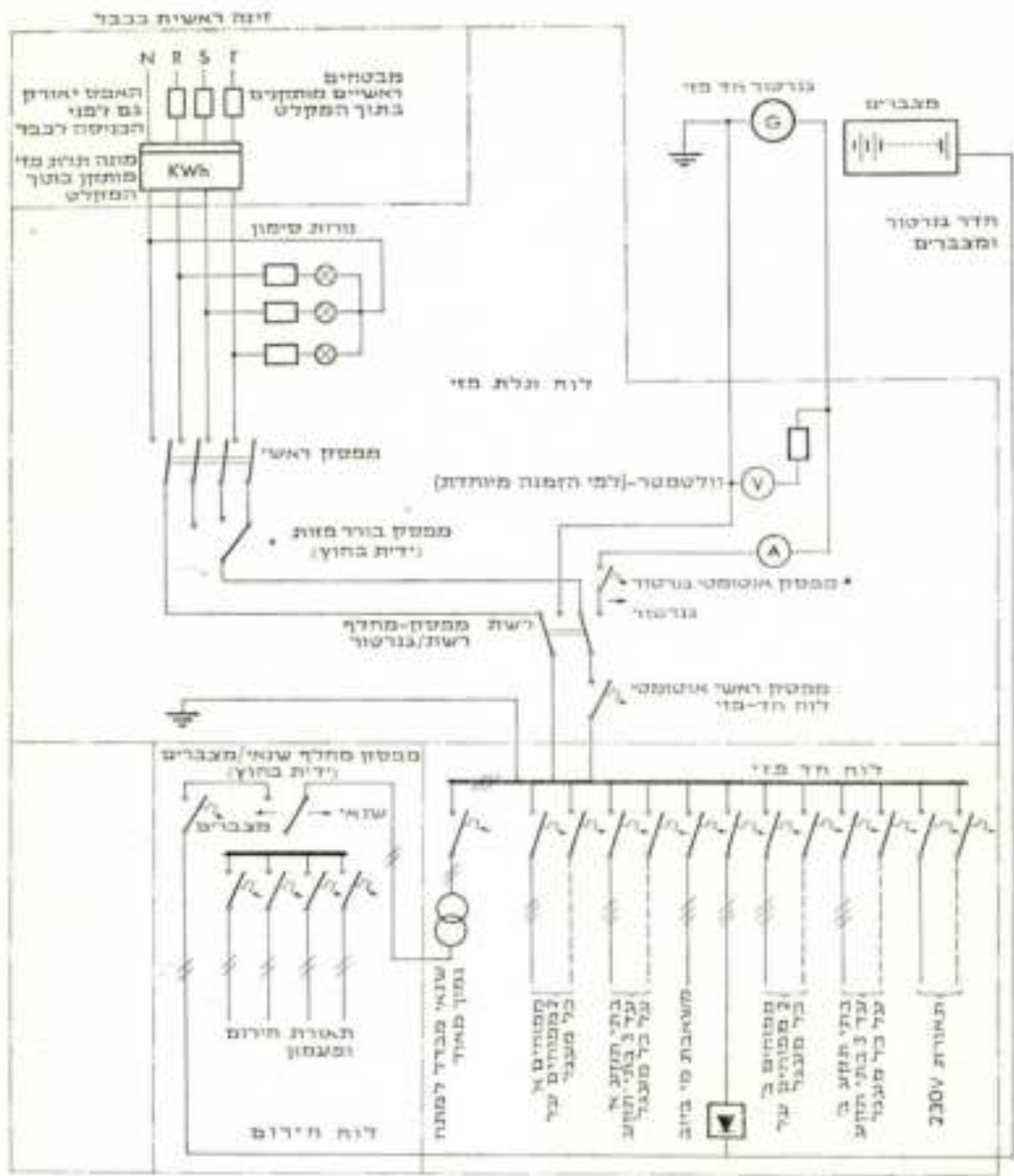
ב- לדאוג לכך שלוחות החשמל הפרטיים יהיו משוטטים ודומים אחד לשני — גם עבור מקל־טים שונים. לדבר זה חשיבות עקב העובדה שהאחראים על מקלטים לא יהיו חשמלאים וכו הדרכתם לא תוכל להעשות לנוי כל לוחות החשמל האפשריים.

ג- הפיקוח על מערכת החשמל של המקלט חייב להיות מרוכז בלוח הראשי בכדי שהאחראי יוכל, במקום זה, להוריד או להוסיף עומס ללא צורך לנשט לכל מכשיר ומכשיר, דבר שלא תמיד ניתן לביצוע עקב הצפיפות והלחץ העלולים לשרור במקלט.

ד- בגלל הצפיפות העלולה לשרור במקלט יש להביא בחשבון שתלחות היחשיות יכולה להיות גבוהה מאוד — עד כדי מצב של היווצרות התעבות מים על פני הקירות, התקרה, ה־רצפה וכסובן — הצידוד החשמלי בכדי למנוע תקלות, הרי כל הצידוד החשמלי חייב להיות מוגן מים או ע"י עצם מבנהו או ע"י הגנה מתאימה.

החיבור למקלט

חיבור המקלט לרשת חברת החשמל (שהיא אזורית ברובה הגדול) יעשה באמצעות כבל תת־קרקעי תלת־פזי שישחל בתוך צינור מלדה. צינור זה יהיה בעל קוטר של לפחות 2½" באם הוא ישר להלוטין וארוכו הרף אינו עולה על 5 מטרים. במקרה שיש צורך בכיפוף כל שהוא, או שהאורך עולה על 5 מטרים, יהיה צורך להתקין צינור מלדה שקוטרו 4" חברת החשמל תאריק את מוליך האפס במקום בו מתחברת הרשת האזורית לכבל. ועל חיתרון לתפעול מערכת החשמל במקלט ה־נובע מחארכת האפס הוא עוד נדון. בתוך המקלט ניתן להתקין את הכבל על הקיר — בעזרת מחזיקי כבל מתאימים עד למבטח הראשי והמונה.



* יש להתקין מספק חצי אוטומטי לגנרטור באשרי יבולות הגנרטור ומקומה מבטוחן מספק אוטומטי ראשי של לוח חירום.

מכילה עקרונות של חשכת החשמל באקלס.

דרך מספק אוטומטי ועיר (מאין) - המאין הוא דרוש במקרה שהמאין הראשי של הלוח החד-מדי איננו מתאים מבחינת גודלו הנקוב להבטחת הגנרטור- על האמפרמטר יצוין, בקו אדום בולט, הזרם הנמוכילי של הגנרטור- רצוי לצייד את חיבור ה- גנרטור גם בוולטמטר.

המסך החיבור מהמספק הבורר הוא למספק מתחך דריקטני ידני שאליו יחובר גם הגנרטור.

הגנרטור יהיה חדיפו כשהמספק הנדרש ממנו הוא עד 10 KVA והחיבור בינו לבין המספק המחלף הדריקטני יהיה דרך אמפרמטר ובמידת הצורך גם

הלוח החד־פזי

המאדים המבטיחים את מעגלי היציאה החד־פזיים ימוקמו משמאל לימין, בסדר הבא :

המא"ז להבטחת מעגל השנאי הסבדל למתח נמוך מאד (24 או 12 וולט, לפי המקלט).

המא"ז להבטחת מעגל המפוחים בעלי העדיפות הראשונית (עד שני מפוחים למעגל).

המא"ז להבטחת מעגל בתי תקע בעלי העדיפות הראשונית

המא"ז להבטחת מעגל משאבת מי הביוב-

המא"ז להבטחת מעגל המיישר־מטען למצברים (24 או 12 וולט, לפי המקלט).

המא"ז להבטחת מעגל המפוחים בעלי העדיפות ה־משניות (עד שני מפוחים למעגל).

המא"ז להבטחת מעגל בתי התקן בעלי העדיפות המשניות-

המא"ז להבטחת מעגל התאורה במתח 230 וולט-

סדור זה דרוש הן לשם השגת אחידות והן בכדי לאפשר הפעלה חלקה ואוטומטית — ביחוד ב־מקרה של שימוש בנגרטור.

כמפוחים בעלי עדיפות ראשונית יש לראות $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{3}$ מהמספר הכולל של המפוחים המותקנים ויש ל־תכנן את מעגליהם כך, שיכסו במידת האפשר, את כל חלקי המקלט.

בתי תקע בעלי עדיפות ראשונית הם אלה המיו־עדים לחריי הטיפולים, עמדות הפיקוד ודומיהם.

לוח החרום

לוח החרום המיועד למתח נמוך מאד (24 או 12 וולט, בהתאם למקלט) מיוזן או משנאי למתח נמוך מאד או ממצברים ולשם כך הוא מצויד במספק מחלף ידני המאפשר העברה מהזנה במתח חילופין נמוך מאד למצברים ולהפך.

ההזנה מהמצברים תעשה דרך מא"ז מתאים לזרם ישר.

שורת מאדים תזין את מעגלי התאורה במתח נמוך מאד (וכן את המעמון) לפי סדר חשיבותם משמאל לימין. משמאל — תאורת חרום מינימלית בתא טיפולים, עמדת הפיקוד והאולמות הראשיים ובמידה ועוברים יותר ימינה, מגיעים למעגלי תאורה נוספים בשורות, חדרי מדרגות, תא הנגרטור וכו'.

תפעול הלוחות :

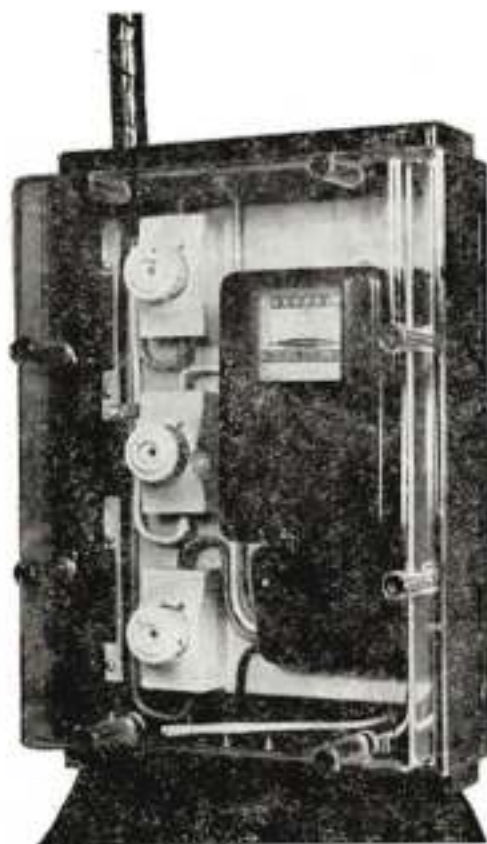
נדון בתפעול הלוח במצבים הנאים :

1- קיימת אספקה סדירה של חברת החשמל-

- 2- אספקה בלתי סדירה של חברת החשמל — חוסר פזח או פזות.
- 3- חוסר אספקה של חברת החשמל — מעבר לתאורה ומצברים.
- 4- חוסר אספקה של חברת החשמל — מעבר מתאורת מצברים לאספקה מנגרטור מקומי.
- 5- אספקה מנגרטור מקומי — חדוש אספקה של חברת החשמל.

מפרט את העדים והמצברים ממצב למצב :

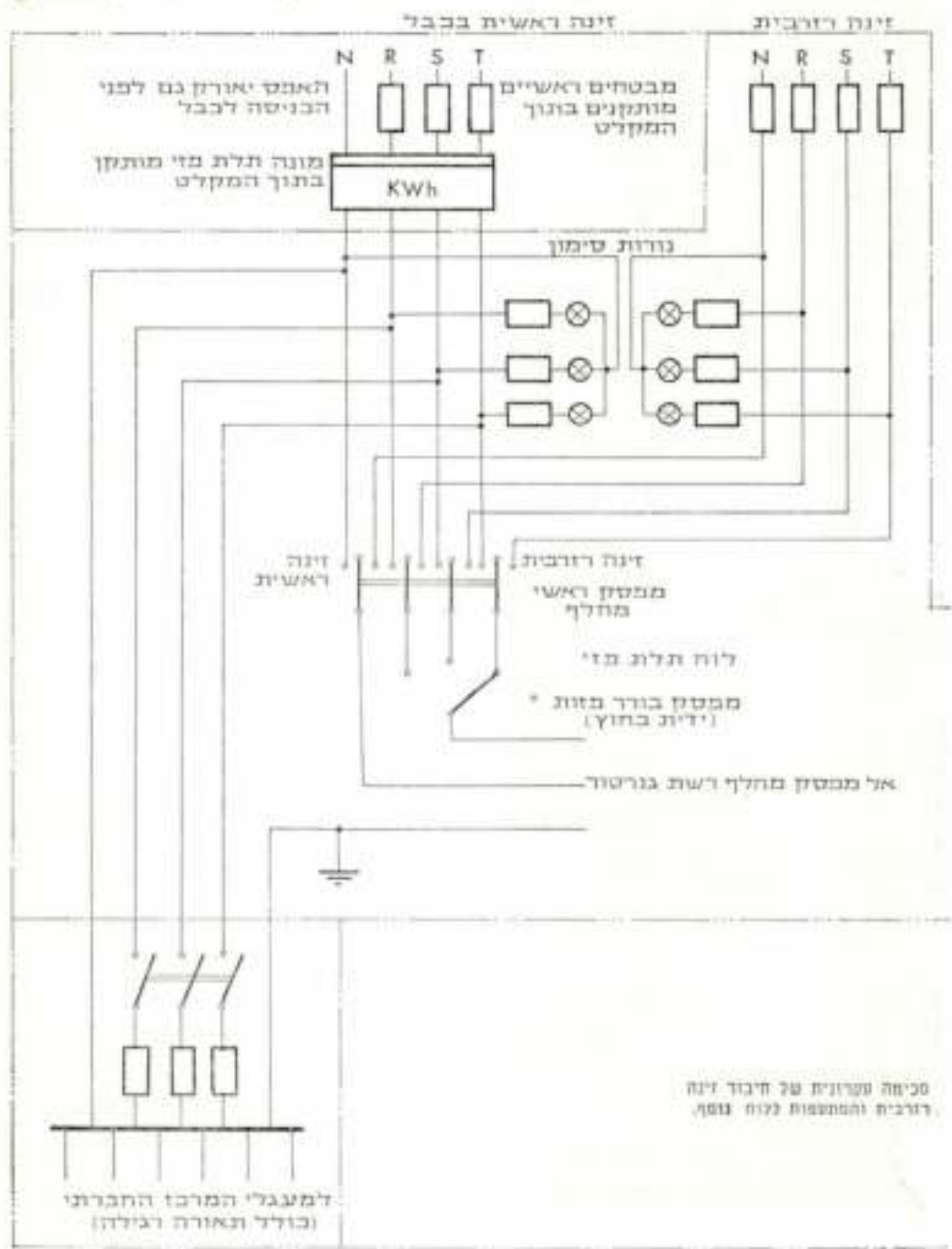
- 1- כל זמן שקיימת אספקה סדירה מחברת ה־חשמל הרי כל 3 הנורות המציינות את קיום הפזות נוערות באופן סדיר והמספק הבורר בלוח התלתי־פזי יכול להיות מחובר לאחת מהן. ממסק המחלף רשת־נגרטור חייב להמצא במצב של אספקה מהרשת והמא"ז, בכניסה ללוח החד־פזי יהיה במצב מחובר.
- כל המאדים של מעגלי היציאה בלוח החד־פזי

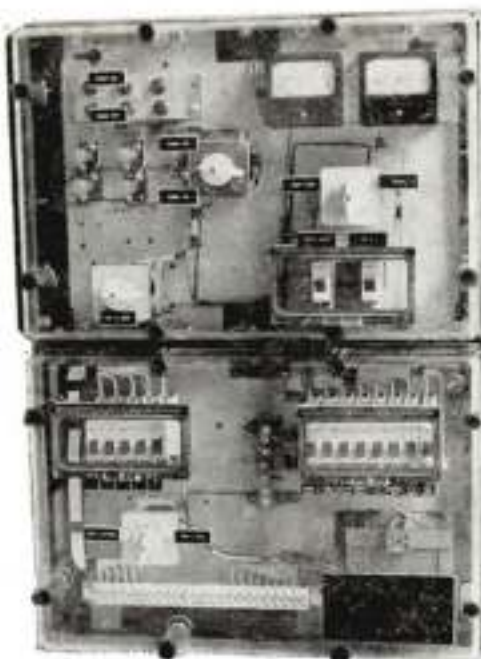


מקוטפת המלכסטים הכוללת את המזנה והמבטוים הראשיים.

2- במקרה שלמטעם פזה אחת או שתיים ברשת חברת החשמל, הרי באם זו פזה שבמקרה פזינה את הלוח החד-פזי, יש להעביר פיד את ידית המספק הבורר פול נורת בקורת פעדיין

יחיו בטעם מחוברי המספק המחלף בלוח הי' חרוס יהיה בטעם של אספקה מחשנאי המבדל למתח נמוך מאד. רצוי שהמספק החצי אוי' סומטיו של הזנת הסוללות יהיה בטעם מוספק.





דוגמה של לוח סטנדרטי לחמט.

הערות כלליות

- א- במקלטים מסוימים יתכן ותהיה אפשרות של הוצה תלת־מיתית נוספת וזו יש לדאוג ל־3 נ"י רות בקורת נוספות והמפסק הראשי יהיה גם מפסק מחלף בין שני סוגי הזינה.
- ב- יש לדאוג שבמעגלי המפוחים יהיו קבלים מת־אימים לשיפור מקדם ההספק לפחות ל־0.95 כיוון שאחרת לא תהיה אפשרות לנצל את ההספק המלא של הנרטור.
- ג- מאחר ואמצעי הבישול, החימום והתאורה ה־יחידים המותרים במקלטים הוא חשמל (כל האמצעים האחרים צורכים חמטן) יש להקציב זמן לבישול וזאת אפילו על ידי הפסקה זמנית של צרכנים אחרים.
- ד- הנורות למתח נמדד מאד (12 וולט) יהיו מ־טיפוס ביונט (הסוג הנהוג בכלי רכב) בכדי שלא לטעות ולהתקין נורה למתח אחד בבית מנורה המיועד למתח אחר. ביחס למנורות 24 וולט עדיין לא הוחלט סופית.
- ה- גם מעגלי המפוחים וגם מעגלי תאורת החרום יתוכננו כך שבמקרה של אפשרות של אספקה חלקית, כשאי אפשר יהיה להזין את כל ה־מעגלים, יתחלקו השרותים הממוצעים בצורה שווה לכל חלקי המקלט.

מאירה ונ"י זה תחודש האספקה למקלט. אם נמנע מוליך האפס ברשת חברת החשמל הרי הארקה מוליך האפס של כבל הזינה תאפשר המטען השימוש באספקה, כיוון שאז יפעל הסיתקן בין מזה לארקה. בצורה זו ניתן ל־המשיך את ההזנה עד שהמה האחרונה נמנעת גם היא.

המטען ההזנה הסדירה ללוח החד־מ"י יתאפשר גם במקרה של חוסר פזה אחת במתח הנבוה. במקרה כזה מקבלים מתחים בלתי סימטריים טעם המתח הנמוך — רק פזה אחת במתח מלא והשתיים האחרות במתח ירוד. דבר זה מתבטא בעצמת התאורה של נורות הבקורת ויש לעבור למצב שבו ידית המפסק הבורר נמצאת מעל הנורה המפסיקה להאיר באור רגיל.

3- כאשר רשת חברת החשמל יוצאת למרוי מ־פעולה יש לפעול כדלהלן:

ראשית לחבר, בלוח החרום, את הסמ"ז של זינה מהמעבר ולהעביר את המפסק הבורר למצב "מצברים", ע"י זה הובטחה מיד תאורת החרום.

4- להפעיל את הנרטור החד־מ"י. כעת יש לפתוח את כל המאדים בלוח החד־מ"י, לודא שמא"ז הנרטור (במידה קיים) נמצא במצב מחובר ולהעביר את המפסק המחלף למצב "נרטור". את המפסק הבורר בלוח החרום להעביר ל־מצב "סמ"ז" ולחבר את הסמ"ז השגני למתח נמוך מאד.

בזאת הנוחנו אספקת תאורת החרום מנרטור ושמירה על המצברים.

לאחר מכן מתחילים לחבר בהדרגה את יתר הסמ"זים ביציאה מתלוח החד־מ"י תוך בקורת על האמפרמטר של הנרטור — מעגלי מפוחים עדימות ראשונית, בתו תקע עדימות ראשונית, משאבת מי ביוב, מיישר מטען וכי'.

ההפעלה המודרנית דרושה בכדי לתת לורם ל־התייצב לאחר תבור כל מעגל. יש לשמור שלא לעבור על הורם הנומינלי של הנרטור (הסימן האדום). כשמגיעים לסימן האדום — אסור לחבר מעגלים נוספים. אם במשך הזמן חלה עליה בצריכה — יש להוריד עומט (סימן לשמאל). אם לאחר זמן יורד העומט — אפשר להוסיף מעגלים (משמאל לימין).

5- באם הוחזרה אספקת חברת החשמל — בדבר זה אפשר להיווכח כשנדלקת נורת בקורת אהת (או יותר) בלוח התלת־מ"י, יש להעביר את ידית המפסק הבורר למולה, להעביר את ה־מפסק המחלף בחזרה למצב "רשת", להפסיק את הנרטור ולחזור לחבר את כל המעגלים בלוח החד־מ"י.

תקנות המתייחסות לחשמל וקשר במקלטים

(מתוך תקנות ההתגוננות האזרחית - מפרטים לבניית מקלטים)

כניסת אספקת החשמל למקלט הגנוי במבנה נפרד תעשה באמצעות כבל תתיקרקעי אשר יימשך לפחות מעבר לשכבת הפיצוץ בתוך מוביל שקוטרו לפחות 2] אם אין בו כיסוי מים כל שהם או 4" אם יש בו כיסוף- כניסה עליו של אספקת חשמל למקלט כזה תותר רק באישור רשות מוסמכת- במקלט שהוא חלק ממבנה העומד להיבנות ושיקבל אספקת חשמל מכבל תתיקרקעי יש לדאוג שההשתעפות למקלט תהיה לפני עליית הכבל לקומה גבוהה יותר.

74- נקודות אור

א) לצורך תאורה כאמור בתקנה 73 (א) (1) תותקן לכל 15 מ"ר של שטח המקלט העקרי או לכל חלק מהם לפחות נקודת אור אחת של 60 וואט שתיון במתח 230 וולט מהרשת-

ב) התאורה הרגילה בעמסה של 4 וואט למ"ר בכל משטח ביניים של חדר המדרגות, מעל לכל דלת כניסה למקלט, בתא מפריד, בתא טיפולים ובבתי כיסא תהיה כאמור בתקנה 73 (א) (2) דהיינו, במתח 12 וולט או במתח 24 וולט.

מפסקים מתאימים יותקנו במעגלי התאורה הנ"ל כך שבשעת הצורך יהיה ניתן להוריד את עצמת התאורה לנדרש בתקנה 74 (ד).

ג) נורות החשמל יהיו מוגנות במכסה פלסטי שקוף או במכסה זכוכית שעליו מותקנת רשת מלדה-

ד) לצורך תאורת חירום ממצברים, כאמור בי תקנה 73 (א) (2) תותקן לפחות נקודת אור אחת של 20 וואט לכל 20 מ"ר של שטח עיקר המקלט או לכל חלק מהם, וכן בכל משטח ביניים של חדר המדרגות, מעל לכל דלת כניסה למקלט, בתא מפריד, בתא טיפולים ובבתי כסא, שיוון, כאמור, במתח 12 וולט או 24 וולט-

75- נקודות כוח

א) ליד כל ארגז סנון תהיה נקודת כוח בצורת בית תקע משוריון חדיפוי (עם הארקה) 16—10 אמפר שיותקן בגובה 180 ס"מ מעל לפני הרצפה-

ב) בכל תא מפריד ולכל 25 מ"ר של שטח מדוד יהיה לפחות בית תקע משוריון אחד חדיפוי (עם הארקה) 16—10 אמפר- בתא טיפולים

זהו נוסח משולב של מפרטים למיסקני חשמל וקשר הכולל את התקנות הנוכחיות והתקנים המוצעים להן, לאחר עיבוד נוסף יסודי של תקנות חדשות.

התיקונים שדין אינם מסייבים אך רצוי למקל בהתאם להם.

סימן ט"ו: התקנות חשמל וקשר-

73- התקנת נקודות אור וכוח

א) בכל מקלט יותקנו —

1- נקודות אור וכוח שיחוברו לרשת החשמל במתח 230 וולט-

2- רשת תאורה נוספת המיועדת גם לחרום תהיה למתח 12 וולט במקלט קטן ובינוני ולמתח 24 וולט במקלט גדול- הזנה זו תהיה, דרך קבע, בורם חילופין משנאי מבדל למתח 230/12 וולט או 230/24 וולט עם אפשרות העברת ההזנה ממצברים ע"י מפסק בורר- המצברים יוטענו במקום ע"י מטען אוטומטי הניזון ממתח חילופין- ההזנה תופעל באמצעות מפסקי זרם דיניים- הזנה באמצעות מצברים תטמט את המקלט במקרה של ניתוק זרם החשמל מהרשת הראשית ומהגרטור-

ב) כל אביזרי המתקן החשמלי בתוך המקלט כולל מפסקים, בתי תקע, מבטחים, מונים וכו' יהיו מסוג משוריון ומוגן בפני רטיבות או יוגנו בהתאם- הבטחת המעגלים החש" מליים (פרט למבטחים הראשיים של חברת החשמל) תהיה באמצעות מפסקים אוטומטיים ועירידי-

ג) כל מקלט יקבל חיבור אספקת חשמל תלת־פזית, אולם הרשות המוסמכת רשאית לאשר אספקה חדיפזית אם היא סבורה שתנאי הי מקום או קשיום אחרים מצדיקים זאת- הי מתקן המנימי עצמו יהיה חד פזי ובלוח הראשי יותקן מפסק בורר פזות-

ד) כל המעברים המיועדים להשתלת מוליכים בין חוץ המקלט לפני המקלט (איזור מסוחר) ייאטמו בפני מעבר גזים לאחר השחלת המוליכים הנ"ל- כן ייאטמו מעברים כגיל שלא הושלחו בהם מוליכים-

ה) במקלט גדול ששטחו עולה על 300 מ"ר יותקן מחוץ למקלט, ליד הכניסה הראשית, לוח שיאפשר חיבור זינה חשמלית רורבית תלת־פזית (4 הדקים) ללוח החשמל הראשי- בי מקרה זה יותקן בלוח הראשי מפסק מחלף 4 קטבים לכריחה בין שני מקורות הזינה-

יהיו לפחות שני בתי תקע כאלה. בתי התקע יותקנו בגובה 160 ס"מ מעל מני הרצף. אין להתקין בתי תקע בבתי כסא ובמקלחות.

ג) עבור כל משאבה חשמלית למי ביוב יותקן בית תקע מטוריין חדישו (עם הארקה) 10-16 אמפר או מספק דריקטבי מתאים בגובה של 180 ס"מ מעל מני הרצפה.

76. מוליכי ומובילי חשמל

א) מוליכי החשמל במקלט יוכנסו לתוך מובילים פלסטיים נמושים או כמיפם המיועדים לכך. המובילים יותקנו בקירות או בתקרת ובוטנו בעת היציקה.

ב) מותר להתקין כבלים בהתקנה נלוויה על גבי הקירות בתנאי שיחזוקו בצורה נאותה ו" ימוקמו בגובה ככל האפשר. המעברים בין ה" הדריים ייעשו דרך מובילים שיותקנו בתוך הקירות ובוטנו.

77. תא דיזול-גנרטור

א) במקלט גדול יבנה תא ובו ייעשו סידורים מתאימים להתקנת דיזול-גנרטור, אשר עם ניתוק זרם החשמל, יספק כוח למשאבות האוויר וחביוב שבמקלט ולמערכת התאורה שבו. הדיזול-גנרטור יותקן למי צו של שר ה" בטחון. הגנרטור חדישו למתח 230 וולט 50 הרץ.

ב) לצורך עשיית הסידורים, כאמור, יובא בחשבון דיזול-גנרטור בעל הספק של 3 קווא לי-50 המר הראשוניים של שטח המקלט ובעל הספק של עוד $\frac{1}{2}$ קווא לכל 25 מ"ר נוספים.

ג) מותר לבנות את התא גם מחוץ למקלט ובלבד שיהיה מוגן במתכונת מקלט בעל שטח שווה, כמפורט בחלק א' לתוספת השניה, והגישה אליו מהמקלט תהיה דרך איזור מוגן.

ד) שטח התא יהיה 6 מ"ר לפחות, ובלבד שאורך כל אחד צלעותיו לא יפחת מ-1.60 מ' ; גובה התא לא יפחת מ-1.70 מ'.

ה) לתא יהיו שני פתחים לאיזור ששטחם יהיה בהתאם להוראות היצרן של הדיזול-גנרטור, ובלבד ששטח של כל אחד מהם לא יהיה פחות מ-0.3 מ"ר ; פתח אחד יהיה סמוך מעל לרצפת התא והשני יהיה סמוך מתחת ל" תקרתו.

ו) 1- לצורך כניסת אוויר לתא ולצורך יציאתו ממנו תותקן במקלט תתיקקעי, בסמוך לכל פתח, ארובת איזור ; הקצה התחתון של הארובה יהיה מתחת לאדן הפתח והקצה העליון שלה יהיה מעל לפני ה" קרקע ;

2- מעל לארובת האיזור יותקן גגון ובאחד מדפנותיה הבולטים מעל לפני הקרקע יותקן פתח (להלן – הפתח העליקרקעי) שיהיה מוגן ברשת בלתי מחלידה ; כל אחד מהפתחים העליקרקעיים יפנה לכיוון אחר.

3- מיודות ההתך של הארובות ושל הפתחים העליקרקעיים שבהן יהיו לפחות 60x60 ס"מ ; דפנות הארובות והגגונים שמעליהן יהיו מבטון מוויין בעובי של 20 ס"מ לפחות, עם ויין מינימלי כמפורט בתקנה 10-

4- במקרה של דלת לתא מחדר המדרגות, אפשר להתקין פתח איזור אחד- בתא הגנרטור מתחת למשטח ביניים של חדר מדרגות אפשר להתקין את פתח האיזור העליון בתקרת התא ללא ארובת איזור.

ו) לצורך הרחקת הגזים הנפלטים מהדיזול-גנרטור יותקן בתא צינור בעל קוטר כמפורט בהוראות היצרן של הדיזול-גנרטור ובלבד שלא יפחת מ-4" ; הצינור יחובר אל הדיזול-גנרטור במקום שממנו נפלטים הגזים ויצא מהתא דרך פתח האיזור העליון או בכל דרך אחרת לפי גו" חיות המתכנן.

ח) בכניסה לתא תותקן דלת גו עמידה כנגד לחץ של 2 טון למ"ר ; הדלת תפתח אל תוך התא ויהיה מתחתה סף בגובה 9 ס"מ ; לדלת יהיה פתח אור שגובהו 10 ס"מ פחות מגובה חלל התא ורחבו 88 ס"מ או יותר במידת הצורך לפי נודל הדיזול-גנרטור.

הכניסה לתא תהיה מחדר הטיהור או מחדר המדרגות. במקרה הראשון תותקן דלת גו. במקרה של כניסה מחדר המדרגות תותקן דלת רשת או סככה או דלת פח עם תריסי אוורור. לא תהיה כניסה לתא הגנרטור מ" עיקר המקלט.

78. הכנה לקשר טלפון, לאנטנה ולפעמונים

א) באחד מקירות המקלט יותקן שרוליצינור לצורך הנחת כבל טלפון, ובאחד מקירותיו יותקן שרוליצינור ובו חוט לאנטנת של רדיו ; מטיב לבשרוליצינור ובתוכם ייעשו סידורים לאסימה.

קופסת החיבור לטלפון בתוך המקלט תותקן בתא המפריד עם חיבור פנימי לעיקר המקלט בקרבת הדלת מתא המפריד. קופסת החיבור לאנטנה תהיה בעיקר המקלט.

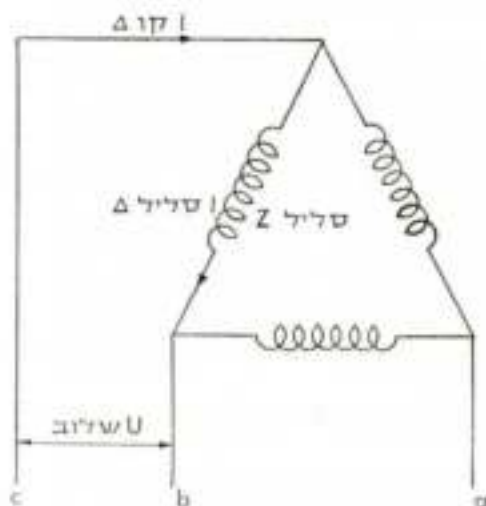
ב) במקלט גדול, ששטחו עולה על 100 מ"ר, יוכנס בתקרה צינור פיו-פיו-סי. להתקנת קו טלפון פנימי לשם יצירת קשר בין המניסות, וכן חיבור נוסף לאנטנה. (המשך בעמוד 25)

התנעת מנועים בשיטת כוכב משולש או אוטורנספורמר - השוואה

אינג' ג'י פרבר

1. כללי

כשעת התנעת מנועי השראה זורם בקו אל המנוע זרם אשר ערכו מנוע מ"ס 5I_n עד 8I_n כדי להקטין זרם זה נוקטים לעתים תכופות לאמצעי עוד בהתנעה, כגון התנעת כוכב משורי לש, אוטורנספורמר האחריים- להלן תיעשה השוואה בין שיטת כוכב משולש, ואוטורנספורמר- בסני המקרים מקטינים את זרם הקו ע"י תקטנת המתח על סלילי המנועים- אולם מן הראוי להעיר שבעוד שהתנעת כוכב משולש מתאימה רק למנועים אשר נועדו לעבוד ב"י חיבור משולש, הרי התנעה בעזרת אוטורנספורמר מתאימה למנועים המחוברים הן בכוכב והן במשולש- כדי לאפשר השוואה נדון אם כן אך ורק במנועים המחוברים במשולש-



במקרה והמנוע יחובר ישירות, ללא חיבור כוכב משולש, יהיה הזרם דרך כל סליל שלו ברוב ההתנעה-

$$I = \frac{U \text{ שלוב}}{Z \text{ סליל}}$$

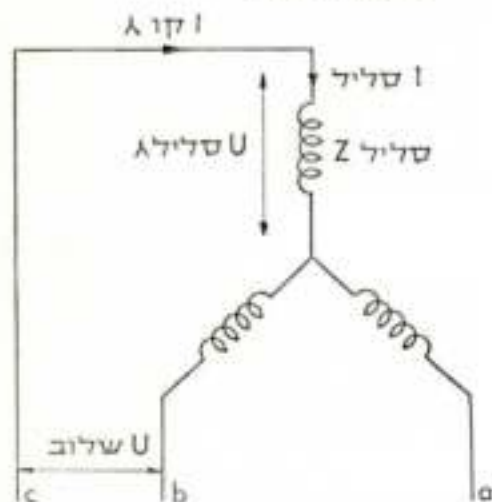
כמו בכל מערכת תלת פזית יהיה גם במקרה זה:

$$I \sqrt{3} = I \text{ סליל משולש} = I \text{ קו-משולש}$$

$$I \sqrt{3} = \frac{U \text{ שלוב}}{Z \text{ סליל}} = I \text{ קו-משולש}$$

2. חיבור כוכב משולש

שיטת התנעה זו מבוססת על כך שהמנוע המותנע מתחבר בשלב ראשון חיבור כוכב ורק לאחר שהמנוע עולה במספר הסיבובים הוא מועבר למשולש-



$$I \text{ סליל-כוכב} = \frac{U \text{ סליל-כוכב}}{Z \text{ סליל}}$$

$$U \text{ סליל-כוכב} = \frac{U \text{ שלוב}}{\sqrt{3}}$$

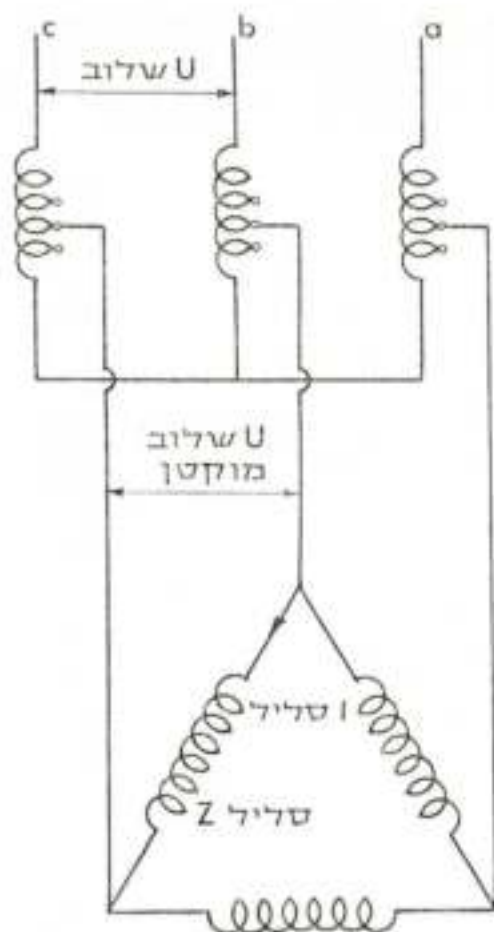
$$I \text{ סליל-כוכב} = I \text{ קו-כוכב} = \frac{U \text{ שלוב}}{Z \text{ סליל} \cdot \sqrt{3}}$$

$$I \text{ קו-משולש} = I \text{ קו-כוכב} \cdot \sqrt{3}$$

מהשוואות הנוסחאות ניכר שזרם בסליל המנוע בחיבור כוכב קטן פי $\sqrt{3}$ מזרם הסליל בחיבור משולש, ופי 3 מזרם הקו במשולש- מאחר וזרם הקו בחיבור כוכב שווה לזרם הסליל בחיבור זה, הרי המסקנה היא שזרם הקו ב"י חיבור כוכב קטן פי 3 מזרם הקו בחיבור משולש-

לכאורה המטרה הושגה, דחיינו זרם ההתנעה הוקטן- אולם להקטנת זרם ההתנעה נלווית תופעה נוספת- המומנט האלקטרוסטטי של המנוע יחסי למתח ריבוע-

$$M = KU^2$$



אם מקטינים את מתח הסליל פי $\sqrt{3}$ הרי המוטנט בהתנעה קטן פי 3, ויש תמיד לבדוק אם המוטנט הסכמי הנגזר בהתנעה אינו כזה אשר לא יאפשר התנעת המנוע.

3. התנעה בעזרת אוטורנספורמר

שיטת התנעה זו מבוססת גם היא על הקטנת זרם הקו באמצעות הקטנת המתח הנמסר למנוע. במקרה זה המתח מוקטן באמצעות אוטורנספורמר. לשם השוואה נניח שמסעיף האוטורנספורמר מקטין את המתח השלוב המנוע למנוע פי $\sqrt{3}$ במקרה זה זרם הסליל קטן אף הוא פי $\sqrt{3}$ ואזו דבר אמור גם בזרם הקו. מכאן המסקנה שזרם הקו בהתנעה עם אוטורנספורמר קטן פי $\sqrt{3}$ בלבד מזרם הקו בחיבור משולש (השווה המסקנת בחיבור כוכב משולש).

גם בהתנעת אוטורנספורמר קטן המוטנט פי 3 מאותם שיקולים כמו במקרה כוכב משולש. הערה: תיתכן התנעה בעזרת אוטורנספורמר עם שני סלילים בלבד. דבר שמוזיל את מחיר האוטורנספורמר אולם איננו משנה עקרונית את השיקולים אשר הובאו לעיל.

3- תקנות החשמל (התקנת מובילים), תשכ"ו — 1965,

4- תקנות החשמל (התקנת כבלים), תשכ"ו — 1966.

ב) בכל ענין שטרם נקבע לו הסדר בחוק החשמל, תשר"ד — 1954, או בתקנות לפיו, יהיו הן התקנות בהתאם לתקן ישראלי 108.

טיפו י"ז: סוגיות דליות.

83. הרחקת חומרים מסוכנים

ג), חומר כימי רעיל וכל חומר מסוכן אחר, לרבות חומר דליק, בין בכלי קיבול ובין בתמורת, יורחקו מחסוקלט ומסביבתו- אמצעי הביטוח, התאורה והי חימום, במידה וייעשו במקלט, יהיו ע"י חשמל בלתי-

התקנות המתייחסות לחשמל וקשר במקלטים (המשך מעמוד 23)

ג) ליד כל כניסה למקלט יותקן מחוץ למקלט לחצן אשר יפעיל פעמון חשמלי שיותקן בתוך המקלט ליד הכניסה מותאם הבודד, הפעמון יוזן ברשת תאורת החירום, כאמור בתקנה 75 (א) (2).

79. ההתקנות לפי תקנות החשמל, או לפי תקן ישראלי

א) כל התקנות החשמל יעמדו בדרישות לפי —
1. תקנות החשמל (כללים להתקנת לוחות), תשר"ז — 1957,
2. תקנות החשמל (הארקות או הגנות אחי-רות), תשכ"ב — 1962,

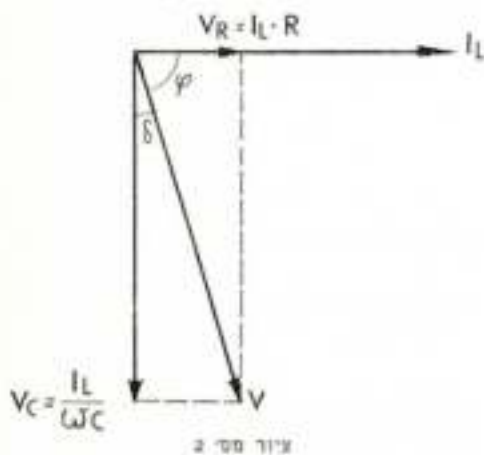
מקדם האיבודים הדיאלקטריים כמדד לטיב חומרי הבידוד החשמליים

אינג' א. נאוטרה M.Sc.

הבידוד של התקנים חשמליים ניתן לתאור בעזרת קבל ונגד אקויוולנטיים. דרך הקבל והנגד זורם זרם זליגה מטוליכי ההתקן אל הנוף. הזווית שבין מפל המתח על הקבל ומפל המתח על הנגד האקויוולנטיים מוגדרת כזווית האיבודים הדיאלקטריים δ . טנגנס הזווית מהווה מדד חשוב בקביעת טיב חומרי הבידוד. שיטת מדידה של δ וכן השימושים השונים שניתן לנצל למטרות פתוח ותחזוקה מתוארים במאמר זה.

הזווית בין מפל המתח הקבולי V_C ובין המתח הכולל מוגדרת כזווית האיבודים הדיאלקטריים δ כסתואר בציר מס' 2.

- V — המתח בין המוליכים והנוף
- V_C — מפל מתח קבולי
- V_R — מפל מתח אהמי
- I_L — זרם זליגה מהמוליכים לנוף



לפי נוסחה טריגונומטרית פשוטה:

$$\operatorname{tg} \delta = \frac{V_R}{V_C} = \frac{I_L R}{\frac{I_L}{\omega C}} = R \omega C$$

הפסדי חום בחומר הבידוד יתנו ע"י מכפלת המתח בזרם ובקוסינוס הזווית שבניהם:

$$\Delta N = V \cdot I_L \cos \varphi$$

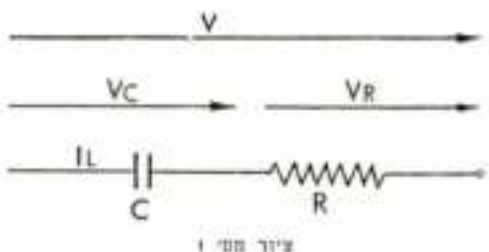
הזווית φ היא המשלימה של δ ל'90 ולכן לפי חוקי הטריגונומטריה: $\cos \varphi = \sin \delta$

מהות δ

אינו היה חומר הבידוד אידאלי והתנגדות הבידוד שלו המרודה בזרם ישר היתה אין סופית, אפשר היה לתאר את הבידוד, בין המוליכים ובין הנוף, באמצעות קבל בלבד וזרם חוליגה הזורם מהמוליך כיס אל הנוף היה זרם קבולי טהור. במציאות לא קיימים חומרים אידאליים והתנגדות הבידוד, אף אם היא נבוחה ביותר, איננה אינסופית. לכן בנוסף למפל המתח הקבולי, נורם זרם חוליגה הנ"ל גם מפל מתח אהמי הנמצא באותה הזווית עם הזרם.

לשם תאור טלס של מצב הבידוד בהתקן חשמלי יש לכן צורך להגדיר שני ערכים, דהיינו את הקבול וההתנגדות האקויוולנטיים של הבידוד בין המוליכים ובין הנוף.

את שני הרכיבים הנ"ל אפשר לתאר ע"י חיבור טורי של הקבל והנגד האקויוולנטיים, כפי שאפשר לראות בציר מס' 1.



- V — המתח בין המוליכים והנוף
- V_C — מפל מתח קבולי
- V_R — מפל מתח אהמי
- I_L — זרם זליגה מהמוליכים לנוף

בחור דטקטור מסוג גלנומטר לזרם חילופין או מכשיר אוסצילוסקופי. טאונים את הנשר, כלומר מאפסים את הזרם דרך הדטקטור בעזרת שני בי נגים R_1, R_2 וקבל C_1 . מתוך נוסחאות האיזון ניתן לחשב את הקבול ואת ההתנגדות של הבידוד הנבדק R_x, C_x :

$$C_x = C_1 \frac{R_1}{R_2}$$

$$R_x = R_2 \frac{C_1}{C_x}$$

ההנוסחאות הנ"ל אפשר לחשב את מקדם האיבודים הדיאלקטריים: $\text{tg } \delta = \omega C_x R_x = \omega C_1 R_1$

$\text{tg } \delta$ הוא בדרך כלל ערך נמוך מאד ולכן מקובל לבטאו באחוזים או בפרומילים. לדוגמה, אם בי מדידה מתקבל ערך $\text{tg } \delta$ השווה ל-0.0001 נ"י הגים לרשום זאת בצורה הבאה: $\text{tg } \delta = 0.01\% = 0.1\text{‰}$

מדיות $\text{tg } \delta$ היא מדידה מסובכת למדי משום שהיא קטורה במדיות ערכים וזוויות קטנים ביותר ודורשת דיוק רב. מסיבה זו שיטת האפוס בעזרת גשר שרינג מדויקת יותר מאשר שיטת מדיות הפסדים ישירה בנטיים.

הנשר המעשי למדידות $\text{tg } \delta$ מסובך יותר מאשר הנשר המתואר באופן עקרוני בעיור 3. הנשר המעשי כולל עוד אמצעי עזר נוספים לנטול ההשפעות החיצוניות כגון השפעות שדות זרים, השפעות קבולים מרויטיים של הדוגמה הנבדקת כלפי אדמה ועוד.

שמושים

למדיות $\text{tg } \delta$ של חומרי בידוד ישנם שמושים בארבעה משורים עיקריים:

- (א) פתוח חומרי בידוד חדשים.
- (ב) פתוח מכשירים חדשים.
- (ג) בקורת על הייצור של מכשירי חשמל.
- (ד) בקורת של מכשירים למטרות תחזוקה מונעת.

(א) פתוח חומרי בידוד חדשים

אם רוצים לבדוק את הטיב של חומר בידוד מסוים, ישנה חשיבות רבה לערך $\text{tg } \delta$ של החומר הנ"ל. חשוב מאד לדעת את אופיין השתנות $\text{tg } \delta$ כי פונקציה של המתח וכפונקציה של הטמפרטורה. חומרים שונים מתנהגים בצורה שונה לגבי שנויי טמפרטורה, כפי שאפשר לראות מצויר מס' 4.

- (1) שמן טרנספורמטורים
- (2) ניר טכול בשמן
- (3) שרף מלאכותי*

* שמות מסחריים של שרף מלאכותי הם: אמקסיי, ארלרסי וכד'.

אבל הזווית δ הוא בדרך כלל זווית קטנה מאד וי בויות קטנות $\text{tg } \delta \sim \sin \varphi \sim \text{tg } \delta$ ומכאן $\cos \varphi \sim \text{tg } \delta$ ונוסחת ההפסדים אפשר לכתוב כך

$$\Delta N \sim V I \text{tg } \delta = V^2 \omega C \text{tg } \delta \text{ (Watt)}$$

מכאן נובע חשם אשר ניתן ל- $\text{tg } \delta$; מקדם האיבודים הדיאלקטריים של חומר הבידוד.

מסקנה ראשונית הנובעת מהאמור לעיל היא, שכל כמה ש- $\text{tg } \delta$ של חומר מסוים נמוך יותר, חומר הבידוד הוא מעולה יותר. בהמשך הדברים נזכרה שמתוך מדיות $\text{tg } \delta$ ניתן להגיע למסקנות מרחיקות לכת יותר.

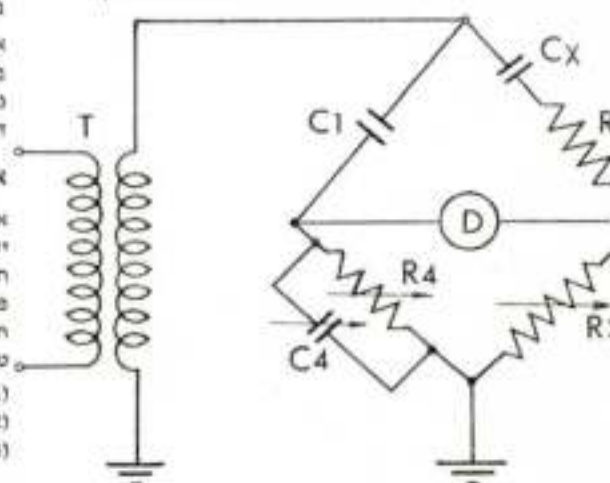
להלן טבלת ערכי $\text{tg } \delta$ של חומרי בידוד שונים בתדירות של 50 הרץ וטמפ' 20°C :

0.05 — 0.1%	סיליקון
0.1 — 0.5%	פוליאתילן
0.1 — 1%	שמן טרנספורמטורים חדש
0.1 — 1%	זכוכית
0.3 — 1%	אמוקסי
0.5 — 1%	גומי
0.5 — 1%	ניר שמן
1.5 — 2%	חרסונה
3 — 6%	פיוויסי

שיטות למדידת $\text{tg } \delta$

מבין השיטות למדידת $\text{tg } \delta$ המקובלת ביותר היא השיטה באמצעות גשר לזרם חילופין הידוע בשם גשר שרינג. הנשר הנ"ל מתואר בעיור מס' 3.

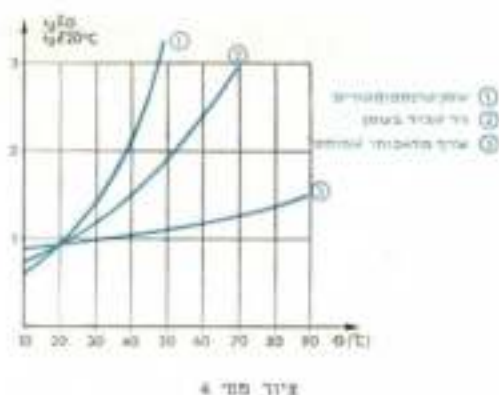
- T — טרנספורמטור בדיקה
- C_1 — קבל סטנדרטי
- R_1, R_2 — דקות נגים
- C_2 — דקת קבלים
- D — דטקטור למציאת אפס זרם
- C_x, R_x — הקבול וההתנגדות של החומר הנבדק



ציור מס' 3

השמליות באותן הנקודות החלשות שם רכוז השדה החשמלי הוא הגבוה ביותר. התפרקויות אלה מתבטאות בהפסד אנרגיה והדבר נראה בעקום בצורת עליה חריפה בערך של δ eg כמתואר מצויר 6-

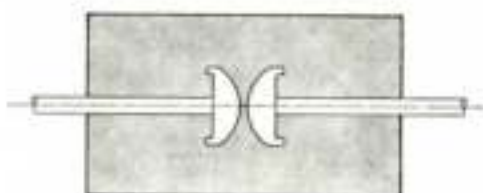
- (1) בידוד גרוע
- (2) בידוד טוב
- (3) בידוד מעולה



צויר מס' 4

למשל, שנוי δ eg של שמן טרנספורמטורים, עם עליות הטמפרטורה, חריף יותר מאשר השנוי בניר שמן או בשרף מלאכותי. כל העקומות מצויר 4 מיוחסות לטמפרטורה של 20°C שהיא הטמפרטורה הסטנדרטית, וכל תוצאות המדידה יש ליחס לטמפרטורה זו.

אם רוצים לבדוק חומר בידוד מסוים מכינים מדגם של החומר בין שתי אלקטרודות בדיקה מעוגלות, על מנת לקבל שדה הומוגני ככל האפשר, כמתואר בצויר מס' 5-



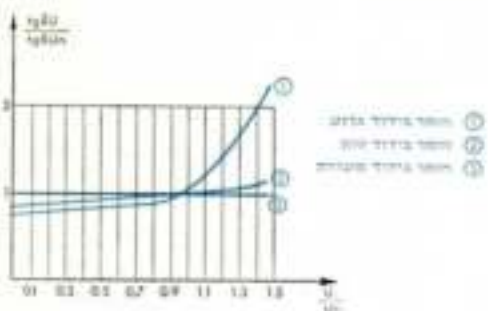
צויר מס' 5

אם חומר הבידוד איננו נקי, או אם הוא כולל רטיבות או בועות אוויר, אפשר לגלות זאת בנקל ע"י מדידת עקומת δ eg כמונקציה של המתח בין האלקטרודות.

עליה חריפה בעקומת δ eg מצביעה על כך ש"ישנם הפסדים דיאלקטריים בחומר הבידוד והוא איננו ראוי לשמש."

ב) פתוח מכשירים חדשים

כאשר מפתחים מכשירי חשמל חדשים יש ערך רב לבדיקות δ eg כמונקציה של המתח. אם קיימות נקודות חלשות במבנה של בידוד ההתקן, הרי שבמתח מסוים, אשר יתכן אפילו שהוא נמוך מ"המתח הנומינלי של ההתקן, יופיעו התפרקויות



צויר מס' 6

אם נקודת המפנה בעקום, ("נקודת הכרך"), היא במתח הנמוך מהמתח הנומינלי של ההתקן, הרי שהתקן כזה איננו ראוי לשמש, כי במקומות שם ישנן התפרקויות החשמליות, חומר הבידוד ייהרס במשך הזמן ותתהווה שם פריצה חשמלית.

ג) בקורת על הייצור של מכשירי חשמל

בעזרת מדידות δ eg ניתן לבקר את טיב המוצרים בתהליך הייצור השוטף. הדוגמה הטובה ביותר לשטוש כזה, הוא ייצור של כבלים חשמליים למתח גבוה. אם יש פגם בייצור, או פגמים בחומר הבידוד, הדבר יתבטא בעליה ניכרת ב"eg של מדגם הכבל שאפשר להוציא באופן אקראי מתוך הייצור השוטף."

ד) בקורת על מכשירים למטרות תחזוקה מונעת

מדידות δ eg מועילות ביותר בתחזוקה מונעת של ציוד חשמלי. בתור דוגמה אפשר להביא טרנספורמטורים עם בידוד שמן, משני מתח ומשני זרם למתח גבוה, מבדדי מעבר, סופיות כבלים, קבלים לשיפור מקדם הספק וכו'. אם בבדיקה תקופתית מתגלה שערך δ eg עלה באופן ניכר, יש צורך לתקן או להחליף את הציוד תוך עוד לפני ש"נגרמת תקלה רצינית. ע"י כך ניתן לשמור על רציפות האספקה ולמנוע נזקים נוספים שהיו נגרמים אילו הציוד לא הוחלף במועד."

הקורוזיה וההגנה מפניה

אריה וונגרן — הנדסאי

התא הגלואני

בכדי להסביר את תופעת הקורוזיה, אנו מחייבים תחילה לתא הגלואני המשוט. תא זה מורכב משתי אלקטרודות; אחת חיובית (קתודה) ואחת שלילית (אנודה), אשר טבולות באלקטרוליט.

כאשר נחבר חבור חיצוני בין שתי האלקטרודות הללו — יזרום זרם מן הקטודה אל האנודה. זרם זה מייצר תהליך אלקטרוכימי הנורם לאיכול האנודה. מבלי להכנס להסבר התהליך הכימי הנוצר, אשר נורם לאיכול האנודה, נזכרים לדעת כי כאשר שתי מתכות שונות טבולות באלקטרוליט, נוצר תא גלואני שחלים עליו תהליכים דומים לזה שבתא הגלואני הקלסי, כלומר תחת המתכות נאכלת.

לפי ההסבר דלעיל רואים כי איכול המתכת האנודית בא עקב היווצרות אנודה חשמלית, או בר מטרות היווצרות זרם חשמלי בינה לבין המתכת הקטודית. כדי למנוע את תהליך הקורוזיה יש למנוע זרימת זרם זה.

בהיזם יום נתקלים אנו במתקנים רבים בהם נוצרים תאים גלואניים היות ואין כמעט מתקן בו אין מספר מתכות שונות הנמצאות באותו אלקטרוליט. האלקטרוליט במקרה זה יכול להיות מים, (מיזם), או מים מוחקים, אך לא מים מוחקים) קרקע, או כל תמיסה אחרת.

אמנם אין זה מחייב שתמצאנה שתי מתכות או יותר בכדי שתיווצר קורוזיה ועדיין אנו גם לברזים חלודים ובמיוחד צנורות האכולים מאוד מתופעות קורוזיות ואשר עשויים מחומר אחד — קורוזיה זו של צנורות ברזל למשל, מוסברת באי אחידות של הצנור או הטוט הנתקף בקורוזיה. אי אחידות זו מתבטאת במציאותם של תאים גלואניים על גוף המתכת הבודדת — כלומר על גוף הצנור העשוי מחומר אחד, קיומם שטחים אנודיים וקטודיים והשטחים האנודיים נאכלים, ולכן עדיין אנו לא פעם, לנומעה שעל אותה מתכת יש חורים או שטחים אכולים בו בזמן שבקרבת סקום זה נמצא גם שטח חלק ובלתי מותקף. השטח המותקף הוא האנודה, השטח המוגן הוא הקתודה והקרקע הלחה או הנול בו נמצאת המתכת משמש כאלקטרוליט.

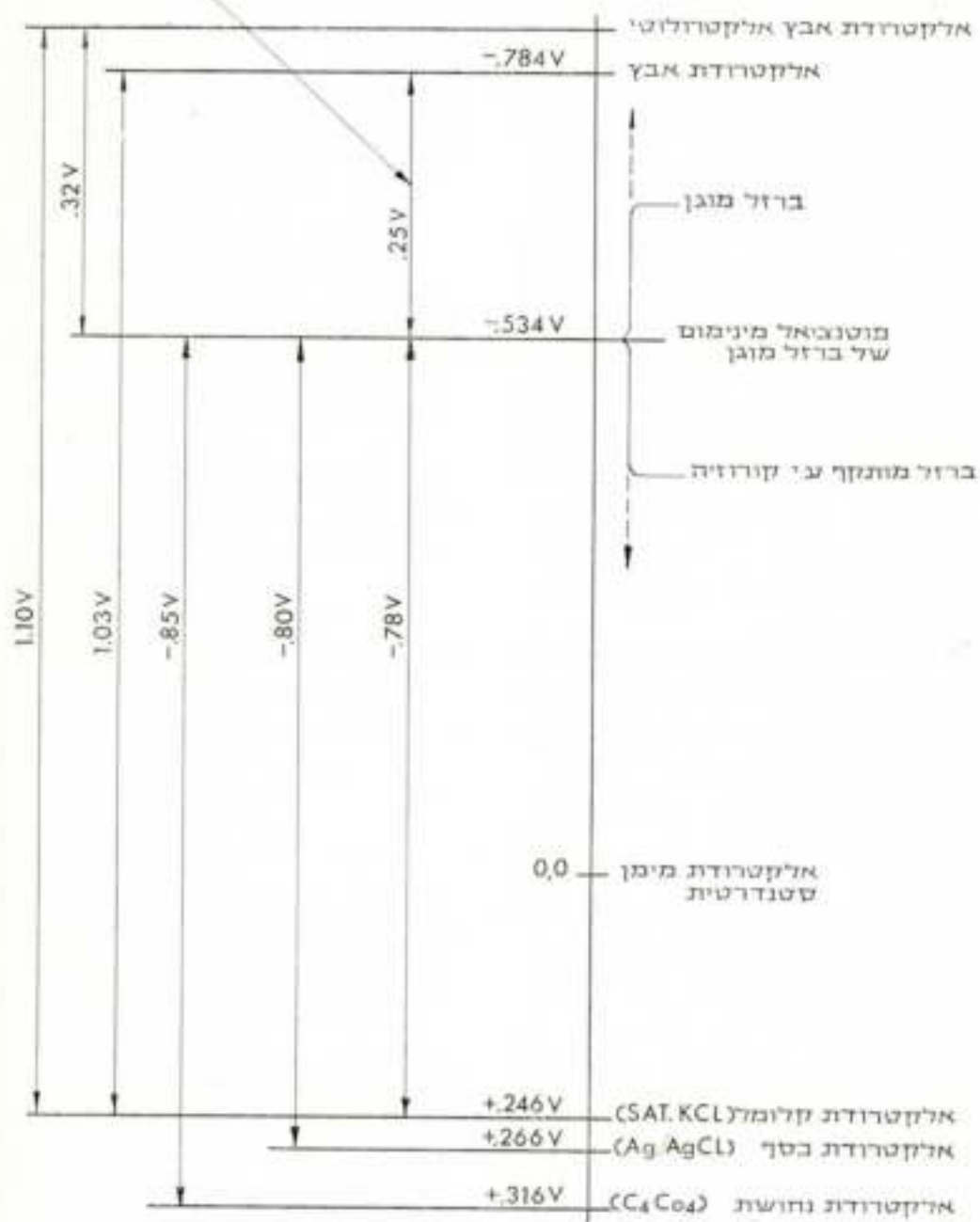
בהרבה מתקנים תעשייתיים (חוף מאשר על צנורות וכו') קיימת דווקא הבעיה של מספר המתכות ה- נמצאות באותו אלקטרוליט ולכן, לפי ההסבר אשר בתחילת דברי, תאכל המתכת השלילית יותר.

קביעת פוטנציאל המתכת

בכדי להתגבר על תופעת אכול המתכת (הקורוזיה) צריכים לדעת מה מצב אותה מתכת ובאיזה תנאים קורוזיביים היא נמצאת. למטרה זו משיי תמשים במדידת הפוטנציאל המתכת. כידוע כל מתכת הנמצאת בתמיסה מקבלת פוטנציאל מסוים ביחס למתכת אחרת, הנמצאת באותה תמיסה. היות וקשה למדוד פוטנציאל זה באופן ישיר, משתמשים לצורך זה באלקטרודות יחוס. אלקטרודות דות יחוס אלה הם חצאי תאים (התא הגלואני מכול בתוכו שני חצאי תאים כאלה). בדרך כלל מייחסים את הפוטנציאל של מתכות שונות ל- אלקטרודת מימן סטנדרטית הנחשבת כבעלת פוטנציאל אפס. ע"י התייחסות לאלקטרודת מימן אפשר למדוד ולקבוע פוטנציאל של כל מתכת וזאת ע"י הכנסת אלקטרודת המימן לאלקטרוליט בו נמצאת המתכת וחבור וולטמטר בעל התנגדות מנימית ובוהה בין אלקטרודת היחוס לבין המתכת. אלקטרודות מימן הן בדרך כלל יקרות ומקובלות בשמוש מעבדתי ולכן משתמשים, לצורך מדידות נוחות יותר לשמש זנב זולות יותר, כגון אלקטרודות דת נחושת/גופרת הנחושת ($Cu/CuSO_4$) או אלקטרודות כסף/כלוריד הכסף ($Ag/AgCl$). אלקטרודות יחוס אלה יש פוטנציאל קבוע ביחס לאלקטרודות המימן, כמו כן אין הן מושפעות כמעט מן הטמפרטורה או זרם המדידה ולכן אפשר בעזרתן למדוד את הפוטנציאל בינן לבין המתכת. לאחר מדידת הפוטנציאל יכולים אנו לקבוע באם המתכת מותקפת ע"י קורוזיה או לא. לדוגמא אני מביא טבלת פוטנציאלי הנהגה לבנו ברזל. (ראה דיאגרמה בעמוד הבא).

הפוטנציאלים נמדדו כלפי אלקטרודות יחוס שונות. כפי שהזכרתי, לכל מתכת יש פוטנציאל עצמי מסוים אשר ניתן למדידה, כאשר אין זרימה מן המתכת או אליה (הזרם הנורם לשיטת הוולטמטר הוא אפסו!). אולם כאשר אנו ניגשים למתקן, אשר בו נמצאות מתכות שונות ומודדים פוטנציאל של מתכת כלשהי — ישנה בעצם זרימת זרם בין ה- מתכות השונות, זרימת זרם זו גורמת למתכת להיות בפוטנציאל שונה מאשר בחומר זרם. שינוי הפוטנציאל בזמן התהליך הקורוזיבי הוא תמיד בכיוון הגדלת פוטנציאל הקתודה (המתכת החיובית), והקטנת פוטנציאל האנודה (המתכת השלילית), הנאכלת בגלל התהליך הקורוזיבי. שינוי פוטנציאלים זה הנגרם עקב תהליך הקורוזיה ניתן לבדיקה בעזרת וולטמטר ובהתאם לתוצאות מתכי נים את ההנהגה בפני תהליך זה.

הברזל מיגן כאשר הפוטנציאל שלו הוא נחות מאשר 0,25 וולט חיובי כלפי אבץ



סקלת פוטנציאלי חגנה עבור ברזל.

הגנה בפני הקורוויה

יש מספר שיטות הגנה על מתכת בפני קורוויה, הנפוצות ביותר הן:

1) צביעת השטחים בצבע מגן- הצבע מבודד בין המתכות לבין האלקטרוליט וע"י כך הוא מונע את היווצרות התא הנילוואני וממילא את זרימת הזרם הנורם לתופעה הקורוזיבית.

צבע מגן זה חייב להיות עמיד בפני מים ותמיסות שונות אשר עלולות להסבא בקרבת המתכת הסוג נת- מדי פעם יש לבקר את מצב הצבע כדי לוודא את מצבו התקין.

2) הגנה קתודית- ההגנה הקתודית יכולה ל" העשות בשתי צורות:

א) ע"י חבר נלוואני של אנודות הגנה למתקן המיועד להגנה, אנודות הגנה אלה הן ממתכות שליליות (אנודיות) ביחס למתקן- אנודות אלה תחזקנה למתקן כך שיווצר מנע טוב בינו לבין מתכת המתקן- (אנודות אלה הן בדרך כלל מאבץ, אלומיניום מגנזיום וכו').

היות ואנודות אלה הן כאמור בפוטנציאל שלילי יותר כלפי המתקן, הן תאכלנה לפני מתכת ה" מתקן — ובצורה זו נפסיד אמנם את אנודות ה" הגנה אולם נצליח להגן על המתקן, אשר עולה פי כמה בערכו על ערך האנודות- (גם הגיליון הוא אחת הצורות של הגנה קטודית).

ב) הצורה השנייה היא — תבודדנה מן המתקן המיועד אלה יחובר מקור זרם ישר למתקן המיועד להגנה בפני קור- את הקוטב החיובי (+) מחברים — שלילי (-) לנוף, כלומר למתקן הסוג,

סכום

יש ומשתמשים במתקן אחד במספר שיטות הגנה גם יחד — מטרת כל שיטות ההגנה היא למנוע היווצרות תא נלוואני בין מתכות המתקן, ועל ידי כך למנוע את איכול אחת המתכות (או יותר), המהוות בעל פירחה אנודה כלפי מתכות אחרות (קתודיות) באותו מתקן.

במקרה של הגנה ע"י צבע (או חומרי בידוד אחרים) אנו מונעים את המגע בין המתכות לאלקטרודות, ובמקרה של הגנה קתודית, אנו גורמים לאיכול מתכת אחרת (אנודות הגנה) במקום זו המוגנת ועלולה היתה להאכל בהעדרן, או הוספת ציוד כגון מישרים וכו'.

כל האמצעים המוזכרים לעיל באים לסטור על ה" מתקן בפני נגע הקורוזיה ולאחריו בעוד מועד, כך שאפשר יהיה להגן עליו בפני תופעה זו אשר יכולה להיות הרסנית עד מאוד.

בהוצאת קיבוצי השומר הצעיר — המחלקה לחשמל

הופיעו מהדורות חדשות של ספרים מקצועיים בשטח החשמל והאלקטרוניקה

אלקטרוניקה תעשייתית,	מאת אינג אלפרט חלק א'	6-00	ל"י
	חלק ב'	7-00	ל"י
שאלות ותשובות לבחינות חשמלאי מוסמך ראשי מעגלי מיקוד הפועלים לפי שיטת מערכות לוגיות	מאת מהנדס ס' גליקסן	6-00	ל"י
תדריך למתקני קירור ואחזקתם —	מאת פרופ' י' גאון ואינג ר' אלפרט	5-00	ל"י
מפרט סטנדרטי לעבודות חשמל	מאת צוות מחברים	4-50	ל"י
"ידע" קובץ מאמרים טכניים מס' 4-5-6	מאת מהנדס א' ארצי	3-50	ל"י
		5-00	ל"י

המכירה על-ידי

תל-אביב — קבוצי השומר הצעיר — המחלקה לחשמל

תל-אביב, ליאונידו דה'יוניצ'ו 13 — ת-ד. 1577 — טל. 51 51 33

ספרית מועלים

תל-אביב, אלנבי 73

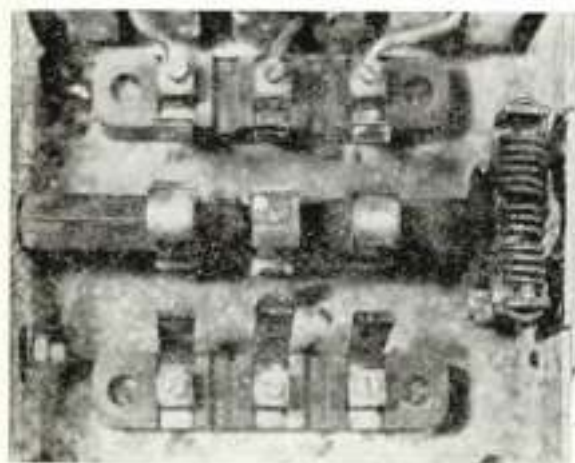
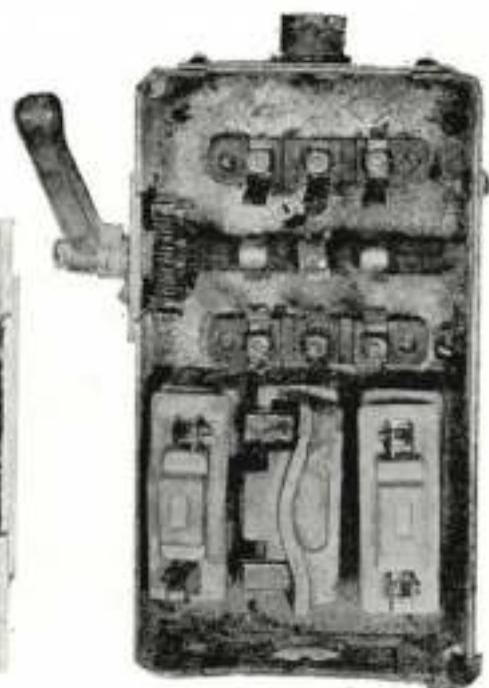
חיפה — גורן — משרד נעמן

חיפה, רח' הגמל 61, בשעות 11-12

ובחנויות ספרים.

הכל בגלל "בורג קטן"

באחת מהמטוויות פרצה להבה מופסק $3 \times 30 A$ (עם מבטחים) - הלהבה גרמה להצתת חומר דליק אשר היה בקרבת מקום ולשריפה רצינית. לאחר השריפה התברר ששטח המגע בסכין הפזה האמצעית היה חרוך באופן רציני ביותר וכמו כן נשרף המבטח של אותה הפזה - המפסק שמש בתפקיד מנתק ועל המכונה שהוא הזין היה מותקן מפסק כוכבי-משולש להתנעת מנוע 10 כ"ס . אפשר להבחין בחומר בדוד חרוך של ציר הסכינים - הממצאים מצביעים על דליקת קשת חשמלית במשך זמן ממושך - בשלב הסופי לפני פרוץ השריפה, גרמה הקשת החשמלית להצתת אבק כותנה אשר הצטבר בתוך המפסק כתוצאה מחוסר טפול ונקוי. כמו כן גרמה הדליקה החזקה של הקשת החשמלית לקצר בין הפזה האמצעית ובין הגוף המאורק של המפסק ולשריפת המבטח. חומר הדוד שממנו עשוי ציר הסכינים נפגע כל כך חזק מחום הקשת החשמלית שסכין הפזה האמצעית הסתובב באופן חפשי על הציר. במקום זה יש להדגיש שכונ חמור נוסף - לאחר הפסקת המפסק, סכין הפזה האמצעית עלול להשאר מחובר ולהשאיר מתח במתקן - כל התקלה נגרמה כתוצאה מחוסר החזקה מונעת והתרופפות ברגי חזק של סכין הפזה האמצעית - כתוצאה מהתרופפות הברגים סכין הפזה האמצעית היה חופשי ולא נכנס כדרוש בין המגעים הקבועים - זרם העבודה הגבוה יחסית של המנוע הוא שגרם במרוצת הזמן להרס המגע ולהיווצרות הקשת - מכל הסיפור לא קשה להסיק שטיפול נכון היה קרוב לוודאי מונע את התקלה המתוארת ב-2 התמונות.



חידון בקיאות בתחנות החשמל

1. עליך להתקין שתי הננות בטור בקו הזנה דורפוי שאורכו 120 מטר ללא הסתעפויות. חתך המוליך הוא 95 מ"מ² נחושת והבדוד הוא גומי או פי.וי.סי.
 - א. תרכיב מבטחים 350 אמפר בצד הצרכן ומבטחים 200 אמפר בצד הזינה בכדי להגן על הקו מפני יתרת זרם.
 - ב. תרכיב מבטחים 350 אמפר בצד הזינה ומבטחים 200 אמפר בצד הצרכן כיוון שסידור זה מאפשר סלקטיביות של ההגנה.
 - ג. תרכיב מבטחים של 300 אמפר גם בצד הצריכה וגם בצד הזינה כיוון שזרם כה גדול מיועד בודאי לבית חרושת.
2. בדרך כלל הכרחית הגנת הארקה בכל מיתקן שאין בו מערכת הגנה אחרת כאשר המתח לאדמה עולה על :
 - א. 24 וולט.
 - ב. 50 וולט.
 - ג. 65 וולט.
3. ברצונך להתקין צינור פלסטי מתחת לריצפה שימשמש כמוביל למית' קן מתח נמוך בדירת מגורים.
 - א. אסור להתקין צינור פלסטי מתחת לריצפה אלא רק צינור פלדה.
 - ב. מותר רק אם הצינור הוא פלסטי קשיח כבד.
 - ג. מותר אם הצינור הוא פלסטי קשיח-כבד, פלסטי כפיף או פלסטי גמיש.
4. מה צריכה להיות התנגדות אימפדנס מעגל ההארקה במערכת של מתח 230 וולט כאשר הנתיד הוא 10 אמפר.
 - א. 9-2 אוהם לכל היותר, רצוי התנגדות נמוכה יותר.
 - ב. 9-2 אוהם בדיוק.
 - ג. 0-2 אוהם לפחות, רצוי התנגדות גבוהה יותר.
5. מה חייבת להיות עצמת הזרם המינימלית של מפסק ראשי תלת פזי המותקן בלוח תלת פזי שבו בסך הכל 3 מבטחים חד פזיים של 6 אמפר.
 - א. 6×3 אמפר לפזה כיוון שזוהי עצמת הזרם של המבטחים.
 - ב. 10×3 אמפר כיוון שזוהי המינימום המותר בתקנות.
 - ג. 25×3 אמפר כיוון שזוהו הנתון.
6. ברצונך להתקין טרנספורמטור בשמן שהספקו 20 קו"א.
 - א. מותר להתקין בתוך בנין שאינו בנוי במיוחד כתחנת טרנספור- מטורים בתנאי שהבנין יהיה בנוי מחומר העומד בפני אש.
 - ב. מותר להתקין רק בתוך חדר טרנספורמטורים מיוחד למטרה זו.
 - ג. מותר להתקין רק תחת כיפת השמים.
7. עליך למקם לוח חשמל בלתי מוגן מתחת לתקרה עשויה עץ ואין בידך אפשרות להתקין מחיצה מחומר בלתי דליק ביניהם. המרחק בין הלוח לבין התקרה חייב להיות גדול מ-
 - א. 5 ס"מ.
 - ב. 15 ס"מ.
 - ג. 30 ס"מ.
8. עליך לגשר מד מים במערכת צנורות לאספקת מים. לרשותך פסי נחושת בחתכים הבאים. באיזה מהם מותר לך להשתמש :
 - א. $1-0 \times 30$ מ"מ.
 - ב. $2-0 \times 15$ מ"מ.
 - ג. $2-0 \times 20$ מ"מ.

שאלה 1:	שאלה 2:	שאלה 3:	שאלה 4:	שאלה 5:	שאלה 6:	שאלה 7:	שאלה 8:
א	א	א	א	א	א	א	א
ב	ב	ב	ב	ב	ב	ב	ב
ג	ג	ג	ג	ג	ג	ג	ג

סמן בעיגול את התשובה הנכונה, כתוב מעבר לדף את שמך וכתובתך.
נזר ושלה לפי כתובת המערכת.

תשובות התקבלנה עד יום 30-9-70

השם

הכתובת

(אם ברצונך לשמור על שלמות החידון, כתוב את התשובות על דף נפרד)

* בין הסותרים נכונה את החידון מס-9 יוגרלו 10 פרסי ספרים העוסקים בנושא החשמל.

פתרון החידון מס' 8

- שאלה 1: (ב) ראה "תקנות כבלים" 18
 שאלה 2: (ג) ראה "תקנות כבלים" 55
 שאלה 3: (ב) ראה "תקנות הארקות" 17
 שאלה 4: (א) ראה "תקנות הארקות" 90
 שאלה 5: (ג) ראה "תקנות מובילים" 86
 שאלה 6: (ג) ראה "תקנות הארקות" 16
 שאלה 7: (א) ראה "תקנות לוחות" 37
 שאלה 8: (ב) ראה "תקנות הארקות" 19

בסך הכל הניעו 143 פתרונות מהם 69 נכונים.
בין בעלי הפתרונות הנכונים הוגרלו פרסי ספרים
הזוכים בהגרלה הם:—

- 1) אביגדור יהושע (קבוץ סגרה) ד"ג גליל עליון
- 2) אדלסון דני (בית זרע) ד"ג עמק הירדן
- 3) אמרים שמעון (קרית ביאליק) רח' יענים 7
- 4) גרוס משה (חיפה) רח' חנה סנע 5
- 5) הורנקריג עוזי (ראשון לציון) רח' מגדה 3
- 6) זונגלד משה (ירושלים) רח' הבוכרים 9
- 7) חיים אריה (חיפה) רח' אלנבי 95 א'
- 8) מוסרי יצחק (עין החורש) דואר עין החורש
ע"י חדרה
- 9) קלוגיטוס שלטון (חיפה) תל-מאנה 14, אחוז
- 10) רוזן גורא (קב' נבעת עוז) ד"ג חבל מנדו.
שאר בעלי הפתרונות הנכונים, שלא זכו בהגרלה,
הם:—
אור יהודה — דוד קריבוש
ארו — ארליך גרען
אשדוד — סמון משה
בתן — נפני דן
בית-גברין — קידר ירמיהו
בית-חדות — סילברטן אהרון
בית לחם הגלילית — אתגר משה
בית קסה — אברהמי אמרים
בני ברק — אוזנברג מתי, אוזנברג עקיבא, אריאלי
מרדכי
בתים — בכר שבתאי
נפעתיים — ברון ראובן, וולפה ישראל
גונן — עמלי ארנון
קני-שמואל — רו שלמה
דימונה — אנשל שמעון, הופמן אברהם

הוד-השרון — שטרדר ישראל

חולתה — מונטרמולי אברהם

חיפה — אבו אדמונד, אייזיק יצחק, בריאילן קלמן,

הופמן נתן, ירון אליעזר, מנדלסטן אבי

רהם, מנהיים מרדכי, ניר יוסף, סופר

אברהם, פרטל יגאל, קנופף יעקב, רוזני

בלט דן

חפץ-חיים — מרקוס שמעון

טירת צבי — מרקוביץ בנימין

יגור — גולדשטיין יעקב

כפר יונה — סמך טוב רחמים

כרמיאל — אשל מאיר

לוד — רוזד אלי

מצובה — גוטליב שאול

משואות יצחק — ספיץ שמעון

ניריעז — להב אריה

נתניה — קסלר יעקב

עין דור — סמו יצחק

עין-החורש — ברלב חנן

עין-השופט — קולקופסקי דוד

עין-חרוד — משי מיכה

עין-צורים — גרינשטיין אלכס

פלמ"ח צובה — גול זאב

רוחמה — קופלוביץ דוד

רחובות — שוירמן יוסף

רמת-אליהו — גרעס אהרון

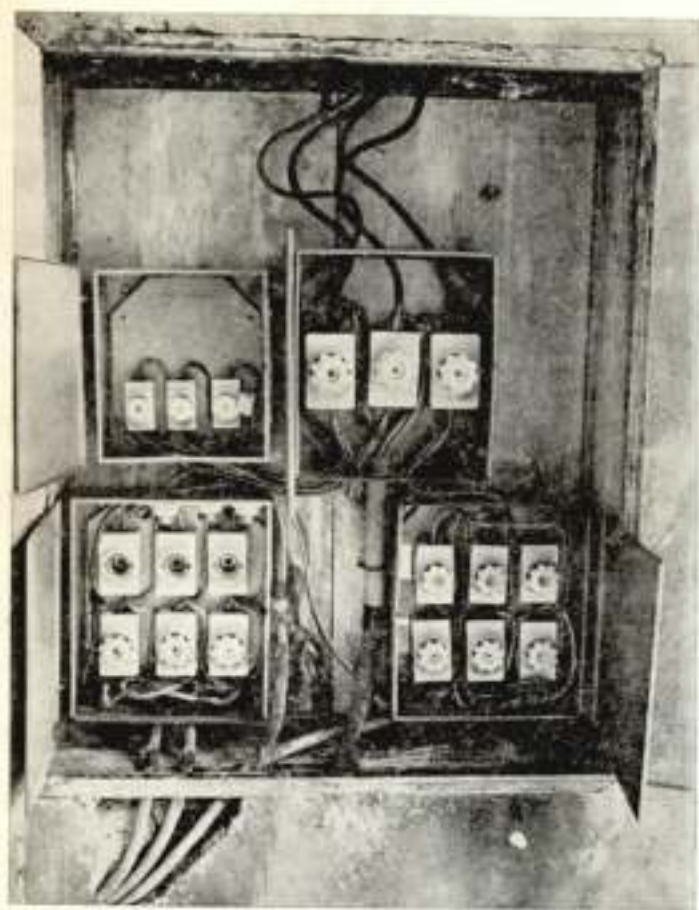
רמת-גן — ברון יאיר, שני בנימין

שדה נחמיה — מנדל יגאל

שטרת — סנה אהרון

שער הנגלן — י. איגר

תל-אביב — דודון ברוך, וינשטיק אלי, רבינוביץ דוד.



זה כול זה ...

← ארנו מבטחים ישר
עשוי סמך

ארנו מבטחים חדיש
מחומר פלסטי
בעל צורה נאה

