

התקע המצדיע



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



טכנן "רמון"
ליד תל-אביב
בו קיים
מתקן מרכזי
לחטום מים
וחסקה מרכזית
בחשמל.
(ראה ע' 9)

תוכן הענינים :

3	דבר המערכת
4	מכתבים למערכת
8	סקסיביזם מערכות הגנה במתקני מתח נמוך
	מתקן השמלי להסקה מרכזית ולמיס חמים
9	בשימת אנדרת חום
11	הגנה בפני יתרות מתח בשורת מניי ברק
13	"החשא ועשוי"
	ציוד השמלי ומתקני השמל במקומות בהם קיימת
14	טכנה מונברת של אש והתמוצות
	חשיש תקלות בנורות מלואורסצנסיות לפי
17	טיימים חיצוניים
19	מה חדש במפרות סקצועית
20	תאונת השמל ולקחה
21	החקנת מזגני אויר בכתי הארחה קיימים
23	חישוב קוי זינה במתח נמוך לפי מסל הסחה
25	התנגדות הארקה
26	השמוש בכלים מיטלסלים בעלי בדוד כפול
29	חישוב תאורה כללית
33	חידון בעישות בתקנות השמל
34	מפרון החידון מס. 7

העורכים האחראים :

מאול שפר
יעקב טראוב

מזכיר המערכת :

אורי לייטנר

כתובת המערכת :

חבי' החשמל לישראל בע"מ, רחוב אלנבי 5
תל-אביב

תסדיר ובצוע :

אורי אבנת — פרסום והסברה

הדפסה :

דפוס א. ירום בע"מ, תל-אביב



ד"ר חיים כץ ז"ל



ד"ר חיים כץ ז"ל

ביום י"א כסלו תש"ל (21 בנובמבר 1969) נפטר באופן פתאומי ד"ר חיים כץ ז"ל, חבר המינהלה והממונה על האגף המסחרי של החברה.

ד"ר חיים כץ נולד ב־1910 באנטורפן, למד במכון למדעים מסחריים בעיר זו וקבל תואר ב-א. במדעים מסחריים ופינאנסיים. לאחר מכן עבר לשטראס-בורג וקבל תואר דוקטוראט בכלכלה. במיוחד התמחה בסטטיסטיקה ועבד זמן קצר בבלגיה. הוא עלה לארץ באוקטובר 1934 וכדצמבר אותה שנה החל לעבוד בחברת החשמל. ד"ר כץ עבד במחלקות שונות של החברה עד שנתמנה למנהל המחלקה הסטטיסטית במקומו של ד"ר יוסטוס שלוס. מאוחר יותר נתמנה למנהל המסחרי.

עם הקמת המינהלה בינואר 1957 נכנס ד"ר כץ למינהלת החברה ושימש כמנהל האגף המסחרי. בתפקידו זה טיפל בענייני הצרכנים, בתעריפים, בתחזיות החשמל ובעניינים אחרים.

החל מ־1952 ועד למותו שימש ד"ר חיים כץ כמרגה בכיר בטכניון, לכלכלה מדינית במסלול הנדסת ייצור ולאחר מכן בפקולטה להנדסת תעשייה וניהול. בזמן האחרון עשה ד"ר כץ מחקר על מדידת הפריון בתעשייה הישראלית.

בשנת 1939 פורסם ד"ר כץ באנגלית מחקר על מדד יוקר המחיה בארץ ישראל. ד"ר ארטור רופין כתב מבוא למחקר הנ"ל. ד"ר כץ היה משתתף קבוע ברבעון לכלכלה וטאמר אחרון שלו פורסם בחוברת האחרונה שהופיעה לאחר מותו.

בשנת 1948, עם שחרורה של חיפה, ארגן ד"ר כץ מטעם ועדת המצב סקר של האוכלוסיה בעיר, שנעשה ביום אחד. ביום זה הוטל עוצר פנימי וחברי ארגונים שונים ביצעו בהתנדבות את הסקר, שכלל פרטים רבים וחשובים על תושבי חיפה. לאחר מכן הושאל ד"ר כץ על ידי החברה לוועדת הוסיין שעסקה בתכנון הכלכלי של המדינה.

ד"ר כץ ייצג את חברת החשמל בוועדות לאנרגיה אטומית, להמתקת מייס, לאור וכוח. כמו כן נמנה ד"ר כץ על חברי ועדת הקרטלים בראשותו של השופט ד"ר ז. צלטנר.

ד"ר כץ היה בין מייסדי אגודת האקדמאים בישראל ושימש תקופה מסוימת כיו"ר הארגון.

פטירתו המוקדמת והפתאומית של ד"ר כץ מהווה אבידה גדולה לחברת החשמל. בשלושים וחמש שנות עבודתו בחברה שירת ד"ר כץ את החברה ואת צבור הצרכנים בכשרון, בנאמנות, ובמסירות רבה.

יהי זכרו ברוך.

מפתחים ומסרכת

א.י.

כדוק) ועל כן יפרוץ הניצוץ כאשר נקצר את הדקי התקע.

אם לעומת זאת נשלוף תחילה את התקע ואחר כך נפתח את המפסק, יספיק הקבל להתפרק דרך השנאי והתופעה תיעלם.

אני מעלה בעיה זו, מאחר ובמקרים מסוימים מהווה קבל טעון סכנה מבחינה חשמלית.

ברצוני לשאלכם על כן, מדוע אין מחברים את הקבל בשיטה שתבטיח התפרקותו דרך השנאי?

בתודה מראש
ברקוביץ משה
אשקלון

תשובה

תשובה מפורטת לבעיה שהועלתה, נמצאת בתקן 108 פרק 503 העוסק בחוראות הקשורות בתקנת טכנות חשמל.

בפרק הדרן בטרנספורמטורים לרתוך בקטת, נאמר שבצידו הראשוני של כל טרנספורמטור לרתוך יש להתקין אמצעים מתאימים לחיבורו ולניתוקו מהי השסקה. בטרנספורמטור חד פזי או דו פזי חייב אמצעי הנתוק (המפסק) להיות דו קטבי, ובטרנספורמטור תלת פזי חייב אמצעי הנתוק להיות תלת קוטבי או ארבע קוטבי. מפסק זה, במקרה של טרנספורמטור מטלטל, בא נטוף לתקע וכית תקע הסיועדים להפרדת הטרנספורמטור מהמתקן הי קבוע.

אשר לקבלים לטמור מקדם החספק, הרי שיותר לחברם ללא אמצעי ניתוק או הגנה מיוחדים לצידו הראשוני של הטרנספורמטור אחרי מכשיר הניתוק של הטרנספורמטור. הקבל חייב בדרך כלל להיות מצויד באמצעי מתאים לפריקת מטענו, בהתאם לתקן 108 חייב אמצעי הפריקה להבטיח שכעבור דקה אחת לכל היותר אחרי נתוק הקבל מההספק לא יישאר בו מתח העולה על 50 וולט.

רצוי שנגד הפריקה יהיה מחובר באופן קבוע למצעי הקבל אך מותר להשתמש גם במעגל פריקה הסתי חבר אוטומטית למנעים הנ"ל בזמן נתוק הקבל מההספק. אין להשתמש באמצעי פריקה המופי עלים ביד!

אם הקבל מחובר במישרין לטרנספורמטור יכולים ליסופו הטרנספורמטור לעטש באמצעי פריקה, אך אז יש לקבוע ליד הקבל (או במקרה שלנו על הטרנספורמטור) שלט שיוחיר לא לננוע במנעי הקבל או הטרנספורמטור אלא 2 דקות לאחר נתוק הקבל מההספק.

הנני מתחם למאמרו של אינג' א. מלד בקטר למקדם החספק, וברצוני להעיר על התופעות הבלתי רצויות הנגרמות על ידי חיבור קבלים לטמור מקדם החספק, ללא וטת אוטומטי.

על פי רב מחברים את הקבלים כפי שצוין במאמר או ברבז לקבוצת צרכנים או על ידי מערכת קבלים בלוח ראשי, והקבלים מחוברים באופן קבוע על ידי מפסיקי זרם, ואין איש טורח להפסיק את הקבלים בירידת העומס או בהפסקת חשמל.

במקרים אלה, הרי בירידת החספק ללא הפסקת הקבלים, עולה המתח ומוריד את אורך חיי הצריכים המחוברים נגון נורות ושלילים.

המקרה היותר רציני הוא כאשר יש הפסקת חשמל, העומס יורד לאפס, והקבלים נשארים מחוברים, כאשר חוזרת אספקת החשמל, הרי בגלל השארות הקבלים מחוברים, יש עליה חזקה במתח העלולה לטרוף שלילים ונורות.

יש להתירע על סכנה זו ולהמליץ על השמוש בוסתים אוטומטיים, השומרים על מקדם החספק הרצוי, והמפסיקים את הקבלים בירידת עומס או בהפסקת חשמל.

בכבוד רב,
מ. צור — מהנדס.
(תל אביב)

שאלה

ברצוני לתאר תופעה שלמי ידעתי קיימת במספר לא קטן של שנאי ריתוך חד פזיים.

על שנאי הריתוך טותקן מפסק, הנתק את הי שנאי מהמתח גם מבלי להוציא את התקעי אם ננתק תחילה את השנאי ע"י המפסק ואחר כך נשלוף את התקע מטרטת; ישרור מתח בין הדקי התקע וכאשר נקצר את ההדקים יפרוץ ניצוץ רציני.

לעומת זאת אם נוציא תחילה את התקע ורק אחר כך ננתק את המפסק, לא ישרור מתח ולא יפרוץ ניצוץ.

מאחר ולא היה באפשרותי לבדוק את חיבורי שנאי הריתוך, הנני יוצא מתוך ההנחה הבאה:

במקביל לשנאי מחובר קבל, כניראה לשיפור גורם ההספק. אולם הקבל מחובר לפני המפסק. לכן, אם ננתק את המפסק לפני שנפסיק את המתח על הראשוני, ישאר הקבל טעון (מלבד במקרה בו הטקע נשלף בשעה שמתח החלומין הוא אפס

סלקטיביות מערכות הגנה במתקני מתח נמוך

ש. אדלר

התפתחות התעשייה והיצור בארץ, הביאו עמם עליה תלולה בגודל העומסים והגדלה של הזרמים ברשתות החלוקה-תכנון ואחזקת מתקן, מחייבים עתה – בנוסף לנתוני היסוד – דרישות אמינות גבוהות מאלה שהורגלנו להן עד כה. אחת מהדרישות היא סלקטיביות במערכות ההגנה.

רב המערכות המתוכננות מכילות כמה מפסקי זרם אוטומטיים, בעלי הגנות טרמיות ומגנטיות, בזה אחרי זה בטור-עובדה זו מוכתבת ע"י הירידה בגודל אספקת הזרם, מהערך הראשי – ליד הטרנספורמטור – ועד לצרכן, שהוא מנוע, מאור וכ'.

הדרישה לסלקטיביות במערכות ההגנה פירושה, שבמקרה של קצר במערכת, במקום כלשהו, יופסק הזרם ע"י ההגנה הקרובה ביותר, מבלי שהקצר יועבר הלאה לכוון ההזנה ומבלי שינותקו צרכנים שאינם קשורים למפסק הקשור למקום המקוצר.

בכדי להשיג את הנתוק של מקום הקצר מכלל המערכת, ובכדי להמנע מהפסקות של עומסים שאינם קשורים ישירות באיזור הקצר, יש לתכנן מערכת הגנות סלקטיבית.

לפתוח את המעגל, שזמנה הוא 5 מילישניות, וכן אם עדיין A לא פתח, הפקודה עוברת ל-C בדרך כלל אין זה שכיח שקצר בקו אחרון, שגודלו די קטן עקב התנגדות הקווים הארוכים שהקצר עבר דרכם, יפעיל גם שתי זרנות הפסקה לפניו.

עם זאת יתכן מקרה שקצר בנקודה 2, יפעיל בנוסף להגנה המגנטית של B את ההגנה המגנטית של C ואף של D. תוצאה כזאת עלולה להיות לרעת כל המתקן וכל הצרכנים הנוספים המחוברים לטרנספורמטור.

כמו כן יגרור הדבר הפסד זמן רב שידרש לשם סילוק תוצאה זו.

הגנה בשיטת הדרוג

(ראו ציור מס' 2)

אם מתכננים מערכת עם הגנות מגנטיות המדורגות להגנה סלקטיבית, יתכן מצב שבו החדרנה ב"ה הגנות המגנטיות מאפשרת אמנם סלקטיביות, אך מסכנת את המתקן כולו.

דוגמה תבהיר את הדבר:

במערכת חלוקה נתונה, קיימת הדרגות בין ה"ה הגנות המגנטיות. על פי הסתכלות בלבד ניתן לחשוב שבשעת הסלקטיביות נפתרה-אם ננתח את המהלך האפשרי של קצרים בנקודות שונות, יסתבר שחדר אינו כ"י. נניח שקורה קצר בנקודה המסומנת 1. בהתאם למרחק מקום הקצר מן הטרנספורמטור, ובהתחשב בהתנגדויות בדרגות, יהיה זרם הקצר 4000 אמפר.

ידוע שהמפסק האוטומטי מכיל הגנה מגנטית וטרמית. הסלקטיביות ע"י הגנות טרמיות היא ידועה ופשוטה-יש לבחור ערכים עולים באופן שזמן הפתיחה יקבע ע"י תוסס האלמנט הטרמי.

אולם דרך זו אינה מספיקה בתכנון ההגנות המגנטיות בפני קצר-בכדי לתכנן מערכת סלקטיבית, ננתח תחילה את המרכיבים של זמן פתיחת המפסק האוטומטי עקב הפעלת ההגנה המגנטית.

במפסקי זרם בעלי הגנה טרמית ומגנטית, קיימים שלשה מרכיבים טבעיים לזמן פתיחת המפסק עקב הפעלת ההגנה המגנטית.

א- זמן הפקודה t_1 – כ"ס 5 מילישניות

ב- זמן פתיחת המפסק t_2 – כ"ס 10 "

ג- זמן כבוי הקשת t_3 – כ"ס 15 "

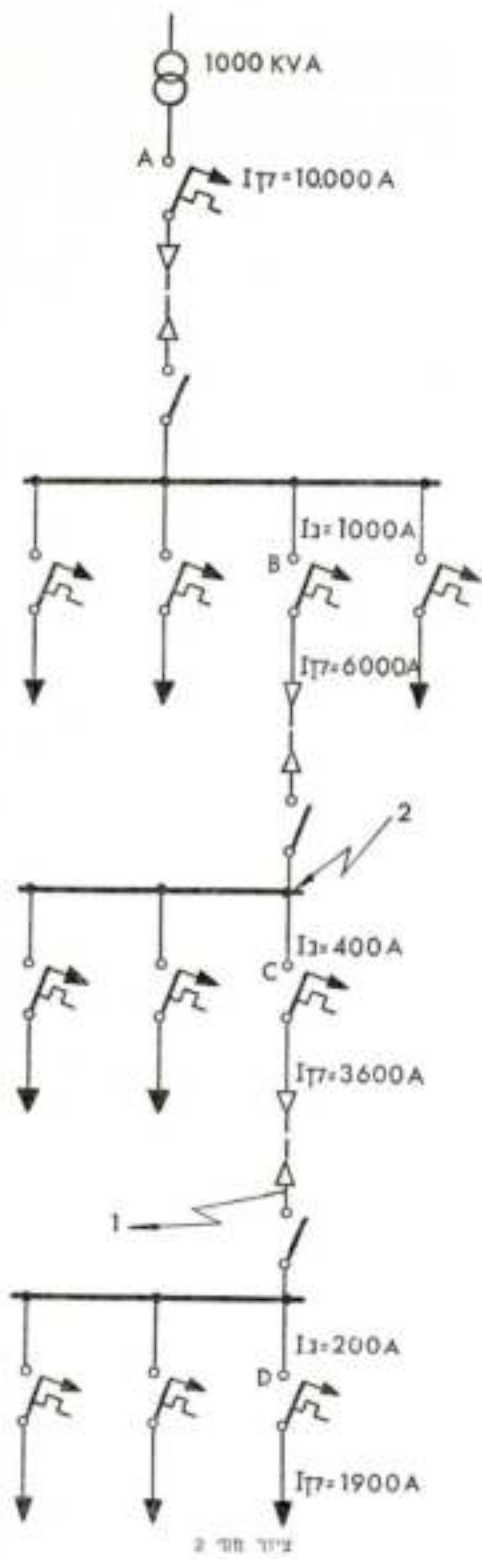
סך הכול של הזמנים האלה $t = t_1 + t_2 + t_3$ כ"ס 30 מילישניות, נותן את זמן הפסקת המפסק.

הגנה ללא סלקטיביות

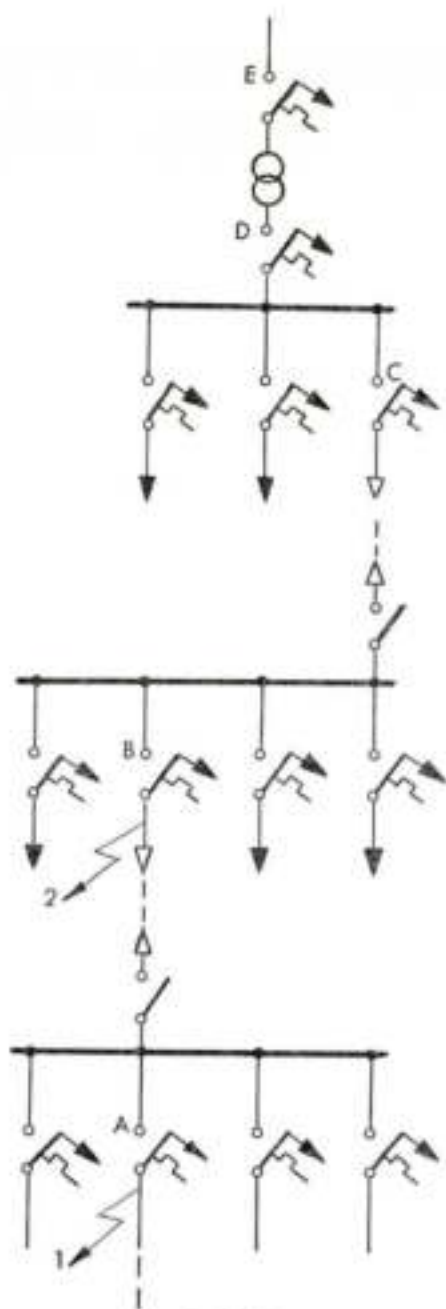
(ראו ציור מס' 1)

לשם דוגמה ניתן כאן ניתוח של מתקן עם הגנות הסתוכן בדרך רגילה, ללא יסיולי סלקטיביות בהגנה המגנטית.

קצר בנקודה המסומנת 1, יגרום לזרם אשר יפעיל את ההגנה של A. באם קצר זה יפעיל גם את ה"ה המגנטית של B ושל C, מרוש הדבר שהמערכת אינה סלקטיבית-מכניחה מעשית מרוש הדבר, שעד שמפסק A מונח את מעבר הזרם, המפסק הזמן (30 מילישניות) בכדי לתת למפסק B את הפקודה,



צ'ור חס' 2



צ'ור חס' 1

המפסק C — מגיב לזרם קצרי של 3600 אמפר, ועל כן הוא יפתח את המעגל המסווגר תוך זמן קצר מ־30 מילישניות. זרם הקצר עובר בו בזמן גם דרך המפסקים A ו־B, אולם עקב הערך הנמוך של הזרמים המגנטיות, לא מפעיל את המפסקים. במקרה זה תופעל רק ההגנה הטורמית של המפסקים A ו־B.

אם נניח עתה לחסרונות הקלסיים של מערכת הגנת נתיכים, נראה שאת בעיית הסלקטיביות לא ניתן לפתור בעזרת נתיכים - בכל אופן לא בתחום הזרמים הנבונים - באם נסתכל על עקומות ההתוך של נתיכים, מסתבר שעבור זרמים גבוהים מאד, מעל למי 10 מהזרם הנומינלי, זמן ההתוך קצר ביותר והוא שווה פחות או יותר עבור כל הנתיכים. מובן שדבר זה עוד תלוי באם הנתיך הוא חדש, או שעברו קצרים קטנים דרכו, דבר שמטנה את עקומתו.

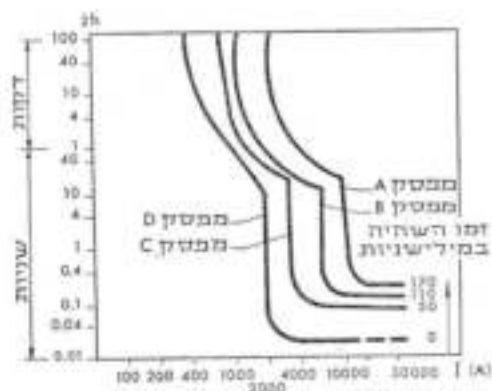
זמן ההתוך של הנתיך מורכב מהזמן הדרוש לנתיך להגיע מסוג קר לנקודת ההתוך בזרם הנקוב, בתוספת של זמן כבוי הקטת. בעוד שבחלק הראשון של מתיכי הזמן — זמן ההתוך — ישנה תלות בגודל הנתיך, וזמקבלת אפטרות לסלקטיביות, הרי זמן כבוי הקטת אינו תלוי בגודל הנתיך ויש לו נטיה להיות ארוך יותר דוקא בנתיכים הקטנים יותר - מכאן נובע שבקבר בעל עצמה רבה, אי אפשר לקבוע מראש איזה נתיך יגיב.

מכאן מסתבר שיטת הדרוג, במפסקים אוטומטיים או בנתיכים, אינה מותרת את הבעיה בצורה המושלמת.

שיטת ההשהיות

הפתרון צריך להביא למעשה, להשהיות שונות הנתונות לקביעה מראש, בצורה מודרנית. פתרון בטיחה זו היה ידוע כבר מזמן, אולם נתקל בקשיים טכניים מבחינת בצוע, עקב האמינות הנדרשת במערכת ההשהיות. מנגנונים חדישים, מדויקים וניתנים לכוון באופן מדויק, פותחו לאחרונה, בתחום 0-200 מילישניות - מנגנונים אלה נותנים אפשרות של דרוג מבחינת הזמן בין 4 דרגות, לכוון המפסק הראשון. לשם הבהרת הפתרון נבדוק מערכת המתוכננת לסלקטיביות לפי שיטת השהיות (ציור מס' 4). על ידי השהיה של 60 מילישניות במפסק אוטומטי A או נגרום לכך, שעבור קצר של 12 KA במקום 2 יפתח קודם מפסק B. מכיון שזמן הפתיחה שלו כ-30 מילישניות, לא יכנס מפסק A לשלב של פתיחת המגעים - באם

לפי הגרף של ההגנה טרמית (ציור מס' 3), יש צורך כ-20 שניות כדי להפעיל את מפסק B ו-60 שניות כדי להפסיק את מפסק A. לכן, במדה ומפסק C אינו פועל, רק ההגנות ה-טרמיות של B ושל A יופעלו.



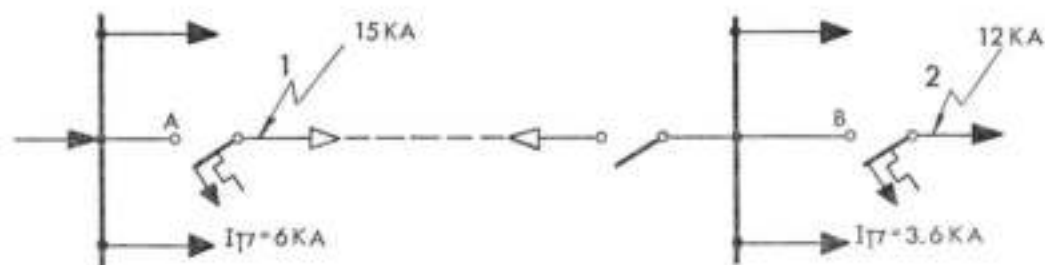
ציור מס' 3

על פי הנתונים בציור מס' 3 מסתבר, שבאם יהיה קצר בנקודה המסומנת 2, ונדלו יהיה 4000 אמפר, יפתח המפסק B לאחר 20 שניות (הגנה טרמית) ואם המפסק B לא פתח, מכל סיבה שהיא, יפתח המפסק A לאחר 60 שניות!

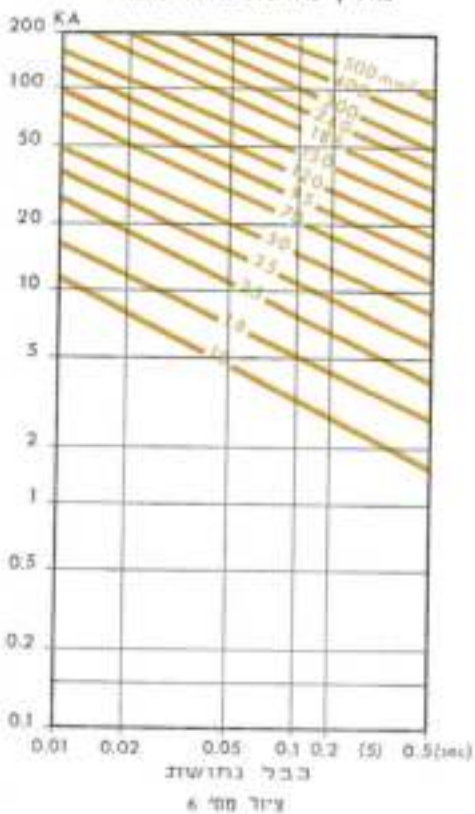
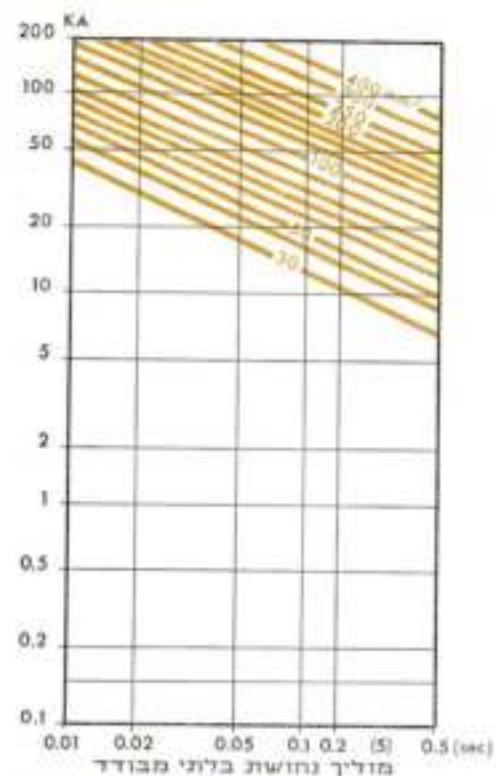
מובן שבמקרה זה מתפתח חום המסוגל לנרום לשריפת כבלים, לחוות וכ"ו. במקרה ומפסק B לא יפעל, עקב תקלה כלשהי, תהיה חסונה גבוהה, במובן, עוד יותר.

כך אנו מקבלים שקצרים בזרמים גבוהים יגרמו לנתוק של כמה מפסקים בטור בזה אחר זה, ואילו קצרים בזרמים בינוניים עלולים לנרום לשריפות ותקלות במתקן.

ימצא מי שיטען שכל החסרונות והבעיות שנתקלנו בהן, הן אופייניות למערכות הגנה אוטומטיות בלבד, ואינן קיימות במערכות ההגנה של נתיכים, ויש לו גם עצה — הבה נתכנן מערכת עם מפסקים ונתיכים בעלי עצמת נתוק גבוהה — H.R.C.



ציור מס' 4



ציור מס' 6

עקב תקלה, B לא ינתק, ינתק A לאחר עוד 60 מילישניות, דבר שאינו מסוכן למטקן ואף לא למפסק בעצמו.

עיי תחום מ-200 0 מילישניות ניתן לקבל 3 שהיות בוו אחר זו במערכת הננה אוטומטית. דבר זה מאפשר למתכנן יתר חופש פעולה בקביעת ערכי ההגנות, שכן ההשהיה אינה תלויה בכלל בזרם העובר, והיא קבועה עבור כל זרם: מוכן שבמסגרת התכנון הכולל יש להתחשב בדרישות החשיבות של היציאות בכל שלב ושלב, ולפרוץ לקבוע את דרוג הזמנים.

התוצאה שניתנת להשגה היא: ההגבלה של הזמן הכללי להשהיה, בכל המערכת, נקבעת לפי זמן פעולת ההגנה בצד הראשוני של

(מוף המשרד במחוד 63)

מתקן חשמלי להסקה מרכזית ולמים חמים בשיטת אגירת חום

אינג' ר.ד. ממלסדורף

- הסקת דירות וחימום מים ע"י חשמל היא הפתרון המודרני של בעיה ישנה, ושיטת אגירת החום הינה צורה מוצלחת במיוחד למטרה זו.
- להסקת מרכזית בשיטת אגירת חום המנצלת את הזרם של שעות השפל, יש יתרונות רבים על פני שיטות אחרות, כגון:
- שימוש באנרגיה חשמלית זולה המיוצרת בשעות שפל הביקוש בתחנת הכח (שעות הלילה בעיקר).
 - אין צורך בארובה, במיכלי דלק ובמיתקנים לפריקתו.
 - העדר עשן, פיח וריחות, הקשורים בשריפת דלק נוזלי; דבר המאפשר פתיחת חלונות בכל עת ללא פחד מפני זיהום אויר בדירות.
 - התפעול והפיקוד של מיתקנים להסקה מרכזית ולחימום מים מסוג זה נעשים באופן אוטומטי לחלוטין, ללא השגחה.
 - גם המשק הלאומי יוצא נשכר ע"י מיתקנים בשיטת אגירת חום, כי הפעלתם מבטיחה דרישת אנרגיה חשמלית קבועה בשעות הלילה כשיתר צרכני החשמל אינם מזדקקים לזרם מתחנות הכח.

נופי החמום מורכבים בחלק התחתון של מיכל מים אנכי שקיבולו 40 מ"ק. קוטר המיכל הוא 3-20 מ' והוא בנוי מפח ברזל שחור בעובי של 12 מ"מ. המיכל סבודד בצמר סלעים בעובי של 120 מ"מ ומחובר למיכלי התפשטות, הפתוחים לאטמוספירה, והנמצאים על נג אחד הבתים. מיכלים אלו מבייטיחים לחץ סטטי של כ-3 אט"מ בתוך המיכל הגדול, ומאפשרים בכך חימום המים עד ל-135°C ובזאת מועלית כמות החום אותה אפשר לאגור. מיכלי ההתפשטות עשויים איסאונסט, נפחם 1000 ליטר, והם מצוידים בשסתום — מצוף, המבטיח תוספת מים במקרה של נזילה במערכת.

דוד נוסף קטן יותר בקיבול של 3 מ"ק נמצא בחדר ההסקה. בדוד זה סורכב מחליף חום בצורת נחשון מצנורות נחושת. הספקו הוא 200,000 קק"ל/שעה ובו זורמים מים חמים מהמיכל הגדול אשר מחממים את מי השרות העוברים דרך הדוד הקטן אל חדרי האמבטיה והמטבחים של הדירות. מים אלו עוברים בתחילה טיפול אנטי קורוזיבי במיתקן מיוחד על מנת לשמור על הצנרת. משאבת צור"קולציה מוסעת באופן אוטומטי ע"י שעון מיתוג לזמן קצר השכם בבוקר, ומבטיחה שמערכות המים החמים של כל הדירות ימלאו במים חמים עם תחילת היום, לאחר הלילה ללא שימוש. שסתום תלת-דרכי המופעל על-ידי מנוע חשמלי בפקוד טרמוסטטי מווסת את כמות המים החמים שעוברים דרך נחשון מחליף החום. החימום נפסק

מאמר זה מתאר מיתקן חשמלי להסקה מרכזית וחימום מים מרכזי בשיטת אגירת חום שהותקן בשנת 1967 בשיכון "רימון", קריית אונו (ליד סביון). שיכון "רימון" מתוכנן לכלול בשלב השופו 17 בנינים רבי קומות עם 640 דירות בנות 4-3 חדרים. הדירות יקבלו אספקת מים חמים סמית-קנים מרכזיים והסקתם נעשית ע"י רדיטורים רגילים וצנרת עם מים חמים. מקור החום הוא אנרגיה חשמלית המסופקת למיתקני אגירת חום מרכזיים בשעות הלילה בעיקר.

2 מיתקנים כאלו נמצאים כבר בפעולה ומיתקן שלישי הוזמן ויחיה מוכן בסתיו השנה. כל מיתקן אשר נמצא בתוך ביתן נפרד שריצפתו 4 מטר מתחת לפני הקרקע, טיועל ל-3 בתים בני 6 קומות ו-32 דירות כא, בשה"כ משרת כל מתקן 96 דירות.

צריכת החום היומית הממוצעת היא:

להסקה מרכזית: 3,150,000 קק"ל

למים חמים: 750,000 קק"ל

סה"כ: 3,900,000 קק"ל

חום זה מיוצר ע"י שלושה נופי חמום צינוריים בהספק של 135 קו"ט/400 וולט כא, המחברים לחשמל במשך 12 שעות ביממה (משעה 21:30 — 6:30 ומי-14:00 — 17:00).

נופי החום אלה מופעלים ע"י שעון מיתוג, פרסר-סטט וטרמוסטטים.

ומדי חום משלימים את המיתקן. מערכת המים החמים לשרותים מצוידת גם ב-2 שסתומי בטחון, 1 קפיצי ו-1 עם משקלות.

כל הציוד האוטומטי לפיקוד הטמפרטורות, כולל שסתומים המופעלים ע"י סנועים, הוא מתוצרת חברת "סצ'וול", אנגליה. גופי החמום הם מתוצרת חברת "אינדיקור", ארה"ב. יש ענין לדעת שהסר סוסטט המחובר למיכל הגדול מפסיק את גופי החמום בו בזמן שהלחץ בתוך המים לא יורד מתחת למינימום של 2,5 אטמוספרות. הכוונה היא למנוע שריפת האלמנטים בזמן צרוף המקרים הבאים: 1) נזילת מים במערכת התסקה אשר יורידו את גובה המים במיכלי ההתפשטות ובצנור המחבר אותם למיכל הגדול, 2) הפסקה כללית באספקת המים העירונית שמונעת מילוי מחודש של מיכלי ההתפשטות הנמצאים על גג הבניין.

הציוד החשמלי הכולל מפסיק זרם, מנתקים, נתיכים, ממטרים, מונים וכו' מורכב ב-2 ארונות פיקוד העומדים בפרוזדור סטר בחלק העליון של חדר התסקה.

התפקוד זרם תלת־פזי נעשית דרך כבל תת־קרקעי ישר מהטרנספורמטור של חברת החשטל הנמצא על עמוד קרוב של קו מתח נמוך.

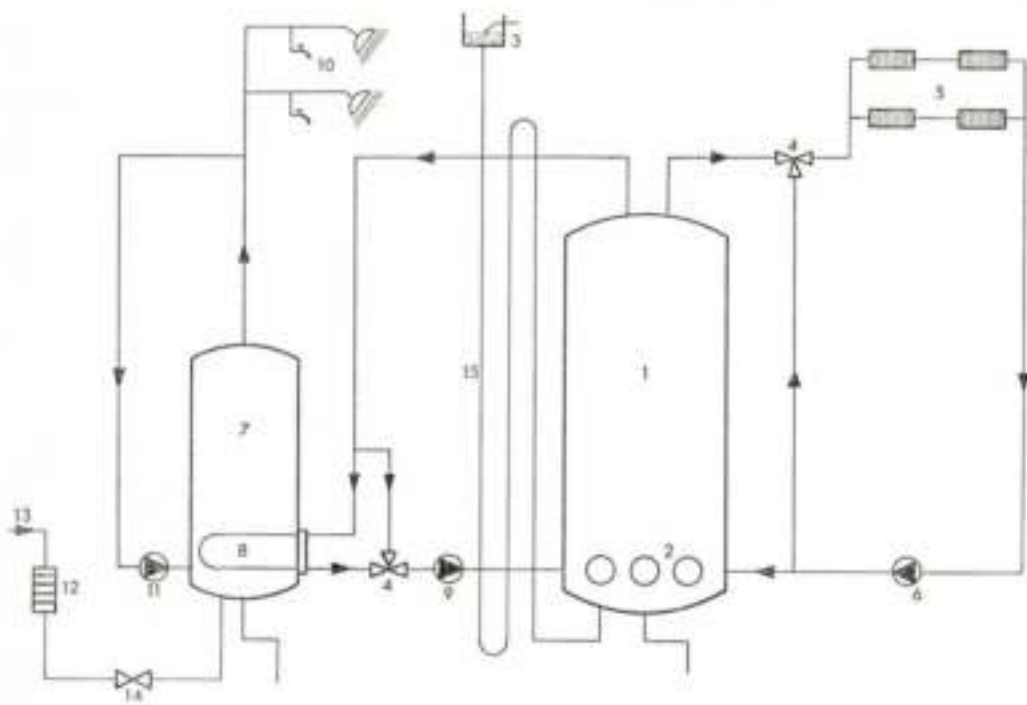
בתנוע הטמפרטורה של המים בודד הקטן ל- 65°C (הגבלה זו מונעת הפרשת שיד על זמנות הצנרת). ע"י סגירת הססתום התלת־דרכי נספק גם באופן אוטומטי המנוע של משאבת מחליף־החום שעד כה הזרימה את המים החמים מהמיכל הגדול דרך הנחשוני.

מערכת ההסקה המרכזית מחוברת ישירות למיכל אגירת חום של 40 מ^3 . ססתום תלת־דרכי אחר מספק מים חמים לרדיוטורים של הדירות בטמפרטורה שיכולה להגיע עד ל- 85°C , בהתאם לצורך.

טמפרטורות המים נקבעת באופן אוטומטי ע"י טרנסוסטט חיצוני המושפע ממזג האוויר. המשאבה לתסקה מרכזית מופעלת בשעות שנקבעו מראש ע"י שעון מיתוג נוסף, ומזרימה את המים החמים לצרכי ההסקה לתוך הדירות. המים חוזרים ב-טמפרטורה שאינה גבוהה מ- 65°C מערכת התסקה היא במעגל סגור ולכן אין צורך בטיפול מיוחד במים. ברנע שנפסקת משאבת ההסקה נסגר באופן אוטומטי שתיים־פרפר במערכת, וע"י זה נמנעת צירקולציה של המים, ובזאת מונעים איבודי חום מיותרים.

מספר שסתומים מסוגים שונים, מצננים, מדי לחץ

- | | | |
|-----------------|---------------------|---------------------|
| 1. מיכל אגירה | 6. משאבת הסקה | 11. משאבת צירקולציה |
| 2. גופי חמום | 7. מיכל מים לשרותים | 12. קטליזטור |
| 3. מיכל התפשטות | 8. מחליף חום | 13. כניסת מים קרים |
| 4. ברזי טרנבוב | 9. משאבת מחליף חום | 14. שסתום בטחון |
| 5. רדיוטורים | 10. מים חמים בדירות | 15. צנור בטחון |



הגנה בפני יתרות מתח בעזרת מגיני ברק

אינג' א. נאוטרה M.Sc.

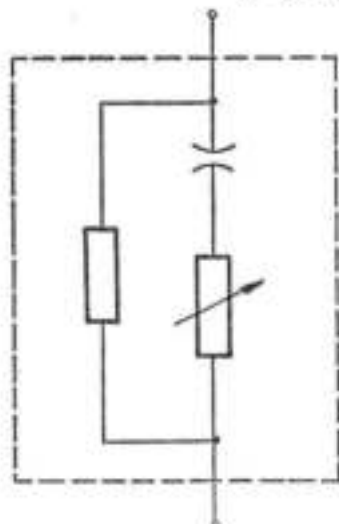
המירבי שבו נבדק ועמד ציוד מסוים כגל הלם כניל מוגדר כרמת הבידוד (BIL) של הציוד.

ככל מתקן יש להבטיח שיתרות מתח בו, לא יעלו על רמת הבידוד של הציוד המותקן. במקרים רבים יתרות מתח הן כה גבוהות שהיה נדרש מחיר גבוה מדי לרכישת ציוד בעל רמת בידוד מתאימה. במקרים אלו קיימת האפשרות להגביל את גובה יתרות המתח באמצעות התקנים מיוחדים הקרויים מגיני ברק.

מגן ברק הוא התקן, אשר תפקידו להגביל את יתרות המתח במתקן לרמה שהיא נמוכה יותר מרמת הבידוד של הציוד המוגן. מגיני ברק מודרי ניים המצויים בשוק מגבילים גם את יתרות המתח הנגרמות ע"י ברקים וגם את יתרות מתח הנגרמות ע"י פעולות מיתוג.

מגיני הברק מתקנים בדרך כלל בין תיול הפוח לבין אדמה, אולם במקרים מסוימים אפשר להתקינם גם בין הפוח.

מגן ברק בנוי בתוך עטיפה מחומר מבודד כגון חרסינה או זכוכית. בתוכם קיימים האלמנטים הבאים: מרווחי מריצה, התנגדויות טוריות, התי ננדיות מקבילות ומסבננות לשחרור לחץ יתר במקרה של קלקול מנימי. סכמת תבורים חשמלית ראה בציר מס' 2.



ציור מס' 2

אויב ראשון במעלה של מתקני החשמל הן יתרות מתח לסיניהן — המסכנות את בידוד המתקן.

במידה ולא ננקוט בצעדים מתאימים להגבלת יתרות מתח אלו עלולים להגרם נזקים ניכרים לציוד וכתוצאה מכך הפסקה ממושכת בפעולתו התקינה של המתקן.

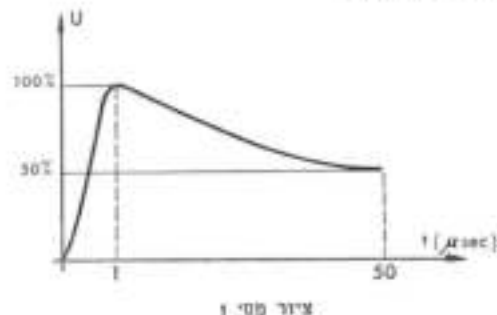
יתרות מתח הנ"ל נובעות משתי סיבות עיקריות:

- א- יתרות מתח אטמוספיריות הנגרמות ע"י פני-עות ברקים.
- ב- יתרות מתח הנגרמות ע"י פעולות מיתוג ב- מתקן.

יתרות מתח אטמוספיריות המופיעות במתקנים עיליים או מתקנים פנימיים המחוברים לקוים עיליים, קשורות בהלמי זרם קצרים יחסית הנמשכים כמה עשרות מיקרושניות ובעלי אמפליטודה של כמה אלפי או אפילו כמה עשרות אלפי אמפר. יתרות מתח של מתוג קשורות בהלמי זרם הנמשכים כ-2000 מיקרושניות ובעלי אמפליטודה של כמה עשרות אמפר בלבד.

במטרה להבטיח שבידוד הציוד לא יפגע מיתרות מתח הנ"ל, נוחים לבדוק את כושרו של כל מייט במתקן לעמידה בהלם מתח (אימפולס) בעל צורה מיוחדת, אשר נקבעה בתקנים כמתח הלם סטנדרטי 1/50 מיקרושניות (ראה ציור מס' 1).

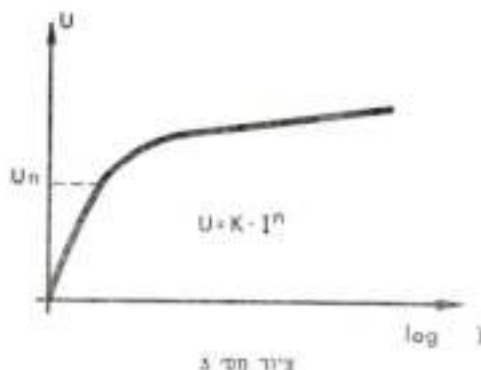
מירושה של שיטת סימון זו הוא, שבגל הלם זה המתח עולה מאפס עד לערך מירבי תוך 1 מיקרו-שניה ואחריהן יורד למחצית הערך המירבי תוך 50 מיקרושניות.



ציור מס' 1

צורת כל זו דומה במידת מה לגל הלם הנגרם ע"י מניעת ברק ברשת. גל זה מיוצר במעבדה באמצעות גנרטור הלם מיוחד (אימפולס גנרטור). המתח

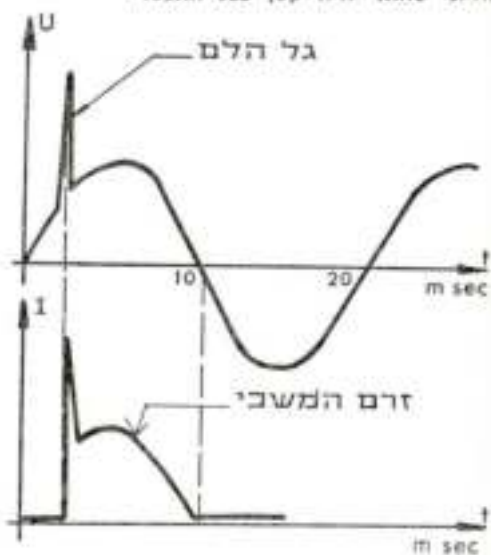
ההתנגדויות שבתוך מנג'ן ברק עשויות מחומר נבישי המסנה להם אופיין בלתי לינארי, דהיינו הקטנת ההתנגדות עם עליית המתח. אופיין כנ"ל ראה בציר מס' 3-



פעולת מנג'ני ברק היא כדלקמן :

בעבודה רגילה ההתנגדות הבלתי לינארית היא גבוהה מאד ודרך מנג'ן ברק זורם זרם קטן מאד לאדמה (בסדר גודל של 1 מיליאמפר).

בזמן הפעלת יתרת מתח מתהווה פריצה במרווחי הפריצה וכל המתח נופל על ההתנגדות הבלתי לינארית. ערך ההתנגדות יורד בצורה חריפה מאד והדבר מאפשר זרימת זרם גדול לאדמה. המתח בהדקי מנג'ן ברק לכן מוגבל לערך מפל המתח של ההתנגדות הבלתי לינארית. מפל מתח זה קובע את אחת מהתכונות החשובות ביותר של מנג'ן הברק וחיוני שהוא יהיה קטן ככל האפשר.



ציר מס' 4

דרך מנג'ן ברק המוצת ע"י יתרת המתח, כמסביר לעיל, ממשיך לזרום זרם סינשוואידלי לאדמה, כל זמן שהמתח בטערכת לא מגיע לערך אפסי.

זרם זה הקרוי 'זרם המסכי' חייב להפסק מתר ככל האפשר אחרת החום הרב שהוא מפתח עלול להרוס את מנג'ן הברק. כאשר הקשת במנג'ן ברק כובתה ההתנגדות הפנימית שלו חוזרת לערך ה' נכוח הקודם. (ראה ציר מס' 4)

מנג'ן ברק הפועל לפי עקרון המתואר לעיל הוא מדגם 'שסתום', הנקרא כך משום שפעולתו דומה לפעולת שסתום לחץ: ברגע שמופיעה יתרת מתח הוא פותח מעבר לזרם לאדמה וברגע שהמתח חוזר שוב לערכו הרגיל, נסגר מעבר הזרם לאדמה בדרך השסתום.

רוב מנג'ני ברק מודרניים פועלים לפי עקרון זה.

לפעמים מוסימים אמצעים נוספים לכבוי יעיל יותר של הקשת. מנג'ני ברק כאלה מצוידים לדוגמה בסליל מגנטי לכבוי מגנטי של הקשת.

המתח המיורי שבו מנג'ן ברק עוד מסוגל לכבות את הקשת ולהסתיק את הזרם ההמשכי מוגדר כמתח הנומינלי של מנג'ן ברק. ככל רשת יש לבחור מנג'ני ברק בעלי מתח נומינלי הגבוה במידה מסוימת ממתח העבודה המיורי של הרשת הני' דונה.

סימן הכר נוסף של מנג'ן ברק הוא הזרם הנומינלי שלו. זרם זה, הניתן בקילואמפרים, מוגדר כהלם זרם מיורי שמנג'ן ברק עמד בו בבדיקות הדגם שלו. זרמים אלו נקבעו באופן סטנדרטי בתקנים בדרגות הבאות: 1,5, 2,5, 5 ו-10 קילואמפר.

את הזרם הדרוש קובעים לפי חשיבות המתקן ולפי גובה המתח במקוון. ככל שזרם הנקוב גבוה יותר, מנג'ן ברק הוא מעולה יותר ועל-כן גם מחירו גבוה יותר.

שני ערכים חשובים אחרים הקובעים את טיבו של מנג'ן ברק הם:

- א- מתח פריצה בול הלם 1/50 מיקרושניות.
- ב- מתח פריצה בתדירות הרשת.

מתח פריצה בול הלם מוגדר כמתח הלם מינימלי שבו הסוגן ברק פועל בהסתברות של 100%. רצוי שמתח זה יהיה נמוך ככל האפשר ביחס למתח הנומינלי שלו. בתכונה זו תלוי אופיין ההגנה של מנג'ן הברק.

מתח פריצה בתדירות הרשת (50 הרץ) מוגדר כמתח מינימלי שבו מנג'ן ברק פורץ כאשר המתח בתדירות העבודה הרגילה עולה. רצוי שמתח זה יהיה גבוה ככל האפשר (לפחות 150% מהמתח הנומינלי של מנג'ן ברק) על מנת למנוע את פעולתו

סלקטיביות מערכות הגנה במתקני מתח נמוך (סוף מעמוד 8)

הטרנספורמטור- בדרך כלל ההגנות במונה הנבזה בטרנספורמטור, מועלות בזמנים של 300–200 מילי-שניות.

ברור שלפי שיטה זו אין כל הפרעות במתח הנבזה עקב כל קצר שהוא בצד הסתח הנמוך, בתנאי שההגנה בצד הראשוני של הטרנספורמטור הות' אמה לסלקטיביות בין ההגנה של הצד המשני להגנה של הצד הראשוני (ראה ציור מס' 5).

העמידה הטרמית של הטרנספורמטור בעצמו היא נבחה, ומסדרת בשניות- ככל של 185 ממ"ר עומד במי זרם קצר של 50 קילואמפר במשך 0.2 ש", (ראה ציור מס' 6) העמידה של פשו הנחושת היא עוד יותר נבחה, הן מבחינה טרמית והן מבחינת כוחות דינמיים.

מכאן אנו מניעים למסקנה שאין כל הצדקה שי קצר מסוים בצרכן כלשהו יגרום להשתקה כללית או חלקית של המתקן.

האמצעים העוסדים לרשותנו כיום מרחיבים את אפשרויות התכנון של מתקנים סלקטיביים תוך שמירה על הדרישות של אמינות, בטיחות וכלכלי-יות המתקן.

בעלית מתח הרשת מפני שפעולה כזו היתה הורסת את מנן הברק.

השמוש במגני ברק נפוץ כיום בכל הרשתות, החל מרשתות מתח נמוך (עד 1000 וולט) וברשתות מתח גבוה עד לטנחים הנבחים ביותר.

בעוד שמגני ברק עבור מתחים נמוכים הם בעלי ממדים קטנים ומשקלם כמה מאות גרמים בלבד, הרי שמגני ברק ברשתות מתח גבוה מניעים לממדים גדולים, וזוהם הוא מספר מטרים ומשקלם מספר מאות קילוגרם.

במקרים מסוימים מחלקים את מגני ברק למתח גבוה לחוליות שכל אחת מהנימה למתח מסוים- בצורה זו מקילים על יצור, הובלה והרכבה של מגני ברק הגדולים.

התקנת מגני ברק היא כדאית בכל אותם מקומות בהן קיימות יתרונות מתח, בעזרתם מגינים על גנרטורים, שנאים, שנאי מידה, מכשירי מידה וכו'.

לבסוף יש לציין שתחום ההגנה של מגני ברק הוא מוגבל ולכן רצוי להרכיבם קרוב ככל האפשר לציוד המוגן.

"החטא וענשו"

למפעל מסוים בחולון, הופסק הזרם בזמנים בעד אי תשלום חוב- בביקור של עובדנו במקום, נמצא שמכונת חישוב ניזונה באמצעות מתקן ארצי ישר מהמבטח הראשי-

הדבר נמסר למטטרה- נפתח תיק נגד עובד המפעל שעבד כטכנאי החזקה, ולא היה לו רשיון של הסטלאי- הוא חיבר את אחד המבטחים של חברתנו בבנין לקופסת הסתעפות של המתקן הפרטי, כדי לספק חשמל למכונת חישוב במפעל הנ"ל.

הטכנאי הואשם :

א) לפי סעיף 6 א' לחוק החשמל תשי"ד — 1954 שבו נאמר :
"לא יעסק אדם בביצוע עבודות חשמל, אלא אם כן יש בידו רשיון מאת המנהל המתיר לו ביצוע עבודה מסוג זה, בהתאם לתנאי הרשיון..."

ב) על עבירה בנגוד לסעיף 11 של החוק הנ"ל שלשוננו :

"העובר על הוראה מהוראותיו של חוק זה דינו

מאסר שנה אחת או קנס —1,000 ל"י או שני העונשים כאחד."

במטפט שהתקיים נגד האשם הנ"ל הוא הורשע בשני הסעיפים הנ"ל, ונגזר עליו קנס בסך —50 ל"י וחתימה על החתיבות בסך —300 ל"י להיסעו מעכירה לפי חוק החשמל תשי"ד —1954, לשנה מיום מתן גזר הדין.

ציוד חשמלי ומתקני חשמל במקומות בהם קיימת סכנה מוגברת של אש והתפוצצות

אינני י. יערי

בשנים האחרונות, בעיקר עם התפתחות התעשייה הכימית בארצנו, התעורר הצורך להקפיד בבחירת הציוד המתאים למתקני החשמל במקומות בהם קיימת סכנה מוגברת של שריפות והתפוצצות. יש להדגיש שגם בתקנות החשמל שפורסמו לאחרונה הוקדשה תשומת לב לבעיה זו.

בהתאם לתקנות מוגדר מקום של סכנה מוגברת כמקום בו התנאים או תהליכי העבודה מגדילים באופן ניכר את הסכנה של הלם חשמלי, שריפה או התפוצצות או של פגיעות מכניות או כימיות למתקן החשמלי.

במסגרת מאמר זה נדון בשיטות המקובלות כפתרון לבעיות מתקן החשמל במקומות של סכנה מוגברת מסוג של אש והתפוצצות בלבד.



אביזר תאורה לגובה פולורסצנטית להתקנה במקומות בהם קיימת סכנת התפוצצות מוגברת.

ב- התקנת ציוד המונע את האפשרות של דליקה והתפוצצות או מאתר אותם.

ג- הצבת הציוד החשמלי במקום בו קיים לחץ יתר בהשוואה ללחץ הסביבה, דבר המונע את האפשרות של כניסת אוירה מסיכנת למקום בו עלול להיווצר ניצוץ עקב פעולות חשמליות כמו, למשל, פתיחת ממסק.

השיטה הראשונה איננה בת ביצוע בדרך כלל כיוון שמתקן החשמל נועד לשרת את הייצור ואיננו יכול להכתיב תנאים מיוחדים לתכנון תהליכי הייצור. לגבי שתי השיטות האחרונות ישנן מספר דרכים לכנית ציוד חשמלי המאתר את סכנת הדליקה וההתפוצצות שבאמצעותן מונעים מן הייצוץ ה"חשמלי הנוצר בציוד, את האפשרות לצאת החוצה לסביבה בה קיימים גזים דליקים או אבק דליק. במקרה שהניצוץ יוצא ממעטפת הציוד הוא כבר במצב מקורר ולא יכול לגרום לדליקה או התפוצצות.

יש להדגיש כאן שהסיבות העלולות להביא לדליקה או להתפוצצות במקומות רויז אדים, גזים או אבקות אינן נובעות רק מפעולות בלתי תקינות של הציוד החשמלי. זרימת הזרם במתקן החשמלי

אפשר להבחין ב-3 שיטות להגברת הכטיחות ב- מקומות אלה:

א- תכנון תהליכי הייצור במפעל כך שימנעו את סכנת הדליקה או ההתפוצצות. למשל, על ידי הוספת חומרי לוואי המבטלים את הסכנה, אל מוצרי הייצור, או הצבת המכונות והציוד החשמלי מחוץ למקום הסכנה.



אביזר תאורה — עמיד במני התפוצצות — להתקנה במקומות בהם קיימת סכנה מוגברת.

2. ציוד ממולא בשמן

בשיטה זו מונעים את הדליקה ולא מסתפקים רק באחזרה כמו בשיטה הקודמת- כל החל-קים שעלולים לגרום לניצוץ נמצאים בתוך שמן. יש שני סוגי התקנים להכנסת אמינות השיטה: א. התקנים המונעים פעולת הציוד במקרה שחשמן לא מכסה במידה מספקת את כל חלקי החשמל.

ב. התקנים המאפשרים את יציאת הנוזל שי-עלולים להצטבר בגלל התחממות השמן.

3. ציוד ממולא בחול

שיטה זו היא בעלת מגבלות רבות ולכן שי-י משה מצוטצם- השיטה איננה מעשית לגבי ציוד הכולל מגעים נעים- הזר המילוי איננו חול פשוט אלא חול בהרכב מיוחד שצריך לשמור על תכונותיו גם עם עליות הטמפרטורה ושינויים בלחות.

4. ציוד ממולא בנוזל בלתי דליק

הנוזל נמצא בתוך הציוד בתנועה מתמדת על מנת להרחיק את הנוזל המסוכנים- חשוב כאן שי- מתקן האוויר יפעל לפני הכנסת המתח ל- מעגל ויפסק רק אחרי שהמתח הופסק- לשם כך יש להתקין חיגור מתאים.

5. ציוד הפועל בלחץ יתר

הציוד הנמצא בתוך מעטפת שהאוויר בה הוא בלחץ הגבוה מלחץ הסביבה- לחץ היתר מ-י הווה מסך המונע חדירת אוויר מסוכן- גם כאן יש להתקין חיגור המפסיק את הזנת החשמל במקרה שהלחץ המגן יורד מתחת למותר- מקובל לבנות חדרי פיקוד בהם הלחץ גבוה מלחץ האוויר שבסביבה וציוד הפיקוד הוא רגיל.

6. ציוד בטיחות עצמית

שיטה זו מבוססת על בנית מעגלים בהם עצמת הזרם נמוכה כך שאנרגיית הניצוץ המת- הווה תהיה חלשה ולא תוכל להצית את ה- אוזרה המסוכנת הנמצאת בסביבה- הנורמים המגבילים את אפשרויות השימוש בשיטה זו הם שגג המתח ושעורו, התדירות, אופי העומס (השראתי, קיבולי או אוהמי) מבנה המגעים וכר- עם הרחבת השימוש במעגלים אלקטרו-ניים בעלי זרם נמוך במערכות החשמל, התרבו האפשרויות לניצול שיטת הבטיחות העצמית לפיקוד, מדידות, איתות וכדומה-

עד כה תיארונו בעיקר שיטות להגנת ציוד במקומות בהם קיימים אדים או נוזל מסוכנים- במקומות בהם קיים אבק דליק או נפיץ יש להתחשב גם



מנורה מיטלטלת עמידה במני' התמוצעות.

נורמות להתחממות, ומידת החימום עלולה להגיע למעמים למוימדים די רציניים אפילו בגבולות הטוטר- על אחת כמה וכמה בפעולות בלתי תקינות כגון הומעת ניצוץ, קשת, חיבורים רוססים או עומס יתר- במקרים כאלה יכול להיווצר חום גבוה שיעלה את טמפרטורת הסביבה מעל לטמי- פרטורת התצאה של הנוזלים דליקים או נפוצים שנמצאים במקום- היות ואין אפשרות טכנית להרכיב ציוד שימנע חדירה מוחלטת של נוזל לתוכו, מבוססת בנית הציוד על העקרון של מניעת האפשרות של התפשטות הדליקה או התמוצעות מחוץ למעטפת המגן.

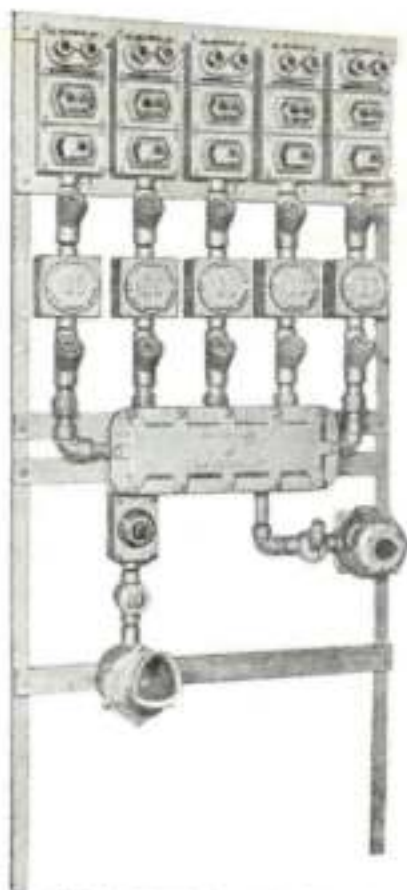
נתאר להלן מספר שיטות:

1. ציוד העומד בלחץ

והי השיטה המקובלת והמפותחת ביותר- עוטפים את הציוד במעטפת המסוגלת לעמוד ללא הנזקות בלחץ שעלול להיווצר בתוך הציוד בזמן התמוצעות- בנוסף לכך מאפשרת המעטפת התפשטות איטית של לחץ היתר שנוצר ב- זמן התמוצעות וגם הניצוץ המצוי עובר לסביבה כשהיא מצטבר מקורר ולא סחווה כבר סכנה לסביבה-



הקטן ושקט למחוש בתקופות בהם קיימת סכנה מוגברת.



כוח המסכה ובקרה המותאם לתקנות
בסקוט בר קיימת סכנת התפוצצות.

בטמפרטורת ההצתה של האבק ולראוב גם לאטי-
מות מספקת ולמניעת הצטברות האבק על שחי
הציוד. רצוי במקרים כאלה לצבוע את הציוד
בזון בחיר שיכליט את הצטברות האבק.

חלקי המתקן כגון מוליכים, מוליכים, כבלים, פטי
צבירה וכי חייבים אף הם להיות בנויים בהתאם
לדרישות הבטיחות המיוחדות והדבר בא לידי
ביטוי גם בתקנות החשמל. 2 האלמנטים העיקריים
שחייבים להשמר בהקפדתם הם:

- א- שמירה על מידות חום שלא תעלה על המותר.
- ב- איתור יעול של דליקה או התפוצצות.

לשם כך קיימת דרישה להולכת טובה של החום
הנוצר במוליכים על ידי מעבר הורם- משינים זאת
על ידי הגדלת חתך המוליכים, הגדלת חתך המר
בילים, התקנת כבלי חשמל משוריינים בהם משמש
השריון כמסור חום וכי.

כעיה בפני עצמה מהווים השקעים למכשירים מטל-
טלים וכן המכשירים עצמם.

בשקעים מתגברים על התהוות הניצוץ הנוצר בזמן
הכנסת או הוצאת התקע, על ידי חיטור המונע את
האמפרות של שלופת התקע לפני ניתוק העומס.

תנאי כללי לגבי מקומות של סכנה מוגברת הוא
שמירה על נקיזון ואוורור תמידי.

לסיים יש לעיין שלמרות הדרישות הבטיחותיות הדי
חמורות המוכתבות על הציוד ומתקני החשמל בי
מקומות בהם קיימת סכנת שריפה או התפוצצות,
אין להמנע כליל משריפות או התפוצצויות, במקרי
מות של סכנה מוגברת.

כרוב המקרים קשה לקבוע לאחר מעשה את הגורם
ועובדה זו מקשה על התפתחות המחקר בנושא.

הודעה לחשמלאים

המוסד לבטיחות ולגיהות
שליד משרד העבודה,
הוציא חוברת הכוללת את
חוק החשמל ואת כל התקנות
שהותקנו לפי החוק עד כה.

מחיר החוברת — 3 ל"י

ניתן להשיגה ע"י מנייה למח' ההוצאה לאור
של המוסד לבטיחות ולגיהות,
ת.ד. 1122, תל-אביב

מוסד הטכניון למחקר ופתוח

המדור ללמודי חוץ

חיפה

נמשכת ההרשמה לקורסים

דו שנתיים

לחשמלאים מוסמכים

ולחשמלאים ראשיים.

בדבר פרטים נא לנסות, למדור ללמודי חוץ
חיפה, בנין הטכניון הראשי, הדר הכרמל
חדר 22 א', טל. 67818, 68107, ת.ד. 4939.

חיפוש תקלות בנורות פלואורס- צנטיות לפי סימנים חיצוניים (נורות עם קתודה חמה ומדלק נצנוץ)

ד"ר אינג' א. נאמן

המנורות הפלואורסצנטיות חדרו לכל תחומי השימוש במאור המלאכותי, במיוחד הן כבשו את המקום העיקרי במאור פנים- אולם למרות התרחבות השימוש בנורות פריקה אחרות בעיקר כספית, עדיין מוצאים פלואורסצנטיות גם במאור החוץ.

בשנים האחרונות החלו להשתמש בארץ במעגלי הצתה משוכללים, אולם גם עתה המעגל הנפוץ ביותר לנורות פלואורסצנטיות הוא המעגל המכיל נורה של 40 וואט עם קתודה חמה הניצתת במדלק נצנוץ. מסיבה זו נטפל במסגרת זו בחיפוש התקלות במעגל זה.

מעגל המנורה הפלואורסצנטית מורכב מכמה אבזרים. כל אבזר באם לא הותקן כהלכה, באם התקלקל מסיבה כלשהי, או גמר את חייו — יכול לגרום להפסקת פעולתה התקינה של הנורה. התקלה יכולה להתבטא בתפוקה בלתי יציבה של האור, דבר הנורם לאי נעימות לכל אדם הרואה את הנצנוץ הבלתי פוסק. מבחינת הציוד, מסוכן מאד סוג אחר של תקלות, כאשר תקלה באבזר אחד עלולה להרוס אבזרים נוספים. במקרה כזה דרושה פעולה מיידית לנתוקה המחלט של המנורה מן המתקן, עד לתקון או החלפת האבזר הפגום.

התקלות עלולות לנבוע גם מגורמים שהנם מחוץ למנורה הפלואורסצנטית עצמה. רק אם המתקן כולו הינו במצב תקין, והמתח בערכו הנקוב מגיע אל הדקי המנורה, אפשר להתחיל לחפש את התקלה במנורה עצמה.

גורם חיצוני נוסף לתקלה יכול לנבוע מתנאי עבודה לא רגילים, כמו טמפרטורה נמוכה במיוחד ועוד.

גם בתוך המנורה אפשר לחלק את התקלות הצפויות לשני חלקים:

א. פגם בחבורים-

ב. לקוי באחד מן האבזרים-

פגם בחבורים יכול להתבטא בעיקר בחבור רופף בין הדקי הנורה למתזיקים, או בבודד לקוי באחת מנקודות המעגל-

לקוי באבזרים, דורש בדיקתם אחד אחד לפי הסדר הבא:

1- המשנק

2- המדלק

3- הנורה

בעל נסיון בטפול במנורות פלואורסצנטיות, יכול לאתר פגמים רבים על פי סימנים חיצוניים, בלי הצורך לפרק את המנורה. לשם הדרכה רוכזו התקלות המופיעות בדרך כלל, בטבלה, תוך ציון האבזר העלול לגרום לתקלה הנדונה.

תקלות בנרות פלאורסרצנטיט עם קטודה חמה ומדלק נצנוץ

תעודת	גורח	מטנק	מדלק	מחויקי הנורה	מת 1	התופעה/מקום התקלה
	א. אלקטרוידת שרופת. ב. הנורה שדוקת (שבורה). ג. הנורה נשרת את חייה.	א. נחוק בחבורי המשק. ב. נחוק בלמפני המשק.	א. המטח נמוך מדי. ב. מנתח החצמה של מנורת הנצנוץ. ג. נחוק במנעי המדלק. ד. מנורת הנצנוץ שבורה. ה. הימיטל במנורת הנצנוץ שבור.	א. נחוק באחד מ"י הדקי המחויקים. ב. מנע ריפוי בין הדקי המחויקים לחדקי הנורה.	א. נמוך שרופ. ב. נחוק במוליכים אל הנורה. ג. חבורים לא נכונים.	הנורה אינה נצתת לחלוטין
			קצר להארקה באחד מחדקי המדלק.			רק אחת האלקטרוידות מאירה
ספטרטורה חיצונית נמוכה מדי (למטה מ"3 מעלות עליונים).	א. הנורה מקולקלת. ב. הננרת נשרת את חייה.	המטח אינו מתאים.	א. המנעים במדלק נמתחים מדי (המתנע אינו מתאים). ב. מנורת הנצנוץ מצליחה להדלק במנחת העבודה של הנורה (המדי לק אינו מתאים).	קצר להארקה באחד מחדקי המחויקים.	המטח במתקן נמוך מדי.	הנורה מנצצת אולם אינה מאירה
	מס הארקה שלא הורק (בשטופרת עם מס הארקה), בעיקר במסעמים להצתה ל"לא מתנע".		א. המנעים במדלק נדבוקי. ב. קצר בקבל של המדלק. ג. קצר בין חדקי המדלק.			האלקטרוידות סגורות באופן יציב אולם הנורה אינה נצתת
ספטרטורה חיצונית נמוכה מדי.	הנורה נשרת את חייה.	המטח אינו מתאים.	א. המנעים במדלק נפתחים מדי. ב. הקבל של המדלק מנתקי.		המטח במתקן נמוך מדי.	הנורה מנצצת בחס"ק קות של כמה שניות לפני החצמה הנורמלית (כמה נצנוצים מהירים) שבניים להצתה מנורה
	הנורה נשרת את חייה.		מנעי המדלק נמורים בשעת עבודה השמ"ר פרת.		המטח במתקן נמוך מדי.	הנורה נצתת בצורה נורמלית אולם כמה לאתר כמה שניות
	א. מס ביצוץ. ב. הנורה מתקרנת לסוף חייה.					הנורה לאורך הנורה "אורות" רעים

יש להדגיש כי לא תמיד ניתן לאתר את התקלה לפי סימנים חיצוניים ואזי חייב המטפל במתקן לנשת לחיפוש בעזרת מכשירים הדורשים לעיתים קרובות את פרוק גוף התאורה, כדי להשיג גישה אל האזורים הפנימיים של המעגל.

הסבר מפורט יותר על פעולת הנורה הפלואורסצנטית במעגלים השונים יכול הקורא למצא בספר "המנורה הפלואורסצנטית" שחובר ע"י כותב טורים אלה והוצא לאור ע"י מחלקת החשמל של הקבוץ הארצי, 1959. גם המאמר הנוכחי עובד מתוך מקור זה.

מה חדש בספרות מקצועית

מקצועות האלקטרוניקה והחשמל

23—	סלורוברג — אוסטרהאלד	יטודות תורת הרדיו
16—	מ.ס. פיטטן	תורת הטרנזיסטור
	א. קרני	תורת הרשת — חלק א'
15—	א. קרני	תורת הרשת — חלק ב'
1-50		תרגילי תלחמה (אלקטרוניקה)
20—	מילמן — טאוב	תורת הדפקים — חלק א'
20—	מילמן — טאוב	תורת הדפקים — חלק ב'
	ע. שמואל	מיכשור ומודוד באלקטרוניקה — חלק א'
15—	ע. שמואל	מיכשור ומודוד באלקטרוניקה — חלק ב'
15—	צ.ס. זיסקינד	חשמל זרם ישר וזרם חילופין
11—	צ.ס. זיסקינד	תורת המעגל החשמלי
18—	קוסטנקו — פיטרובסקי	מכונות חשמל — חלק א'
21—	קוסטנקו — פיטרובסקי	מכונות חשמל — חלק ב'
3-30		מבוא לחשמל ואלקטרוניקה זרם ישר
9—		מבוא לחשמל ואלקטרוניקה זרם חילופין
3-75	אינג' ר. פרימוביץ	תרגילי מעבדה לחשמל — חלק א'
3-75	אינג' ר. פרימוביץ	תרגילי מעבדה לחשמל — חלק ב'
7-50	אינג' ל. גוסטינסקי	ניסויים במעבדת חשמל — חלק א'
6—	אינג' ל. גוסטינסקי	ניסויים במעבדת חשמל — חלק ב'
7-50		שרטוטים ותרגילים בהתקנת חשמל
4-50	צ. כהן	קובץ שרטוטים באלקטרוטכניקה
4-90	ד. נתנון	תדריך למתקני קירור ואחזקתם
4-90	ד. נתנון	לוחות טכניים לקירור ומזווג אוור
10-50	ד. אפלויג	מטדרים
7-50	ח. וייסמן	מעגלים משולבים
7-50	י. קורץ	מחשבים

הזמנת ספרים

את כל הספרים המופיעים בקטלוג זה אפשר להזמין בדואר או טלפונית לפי הכתובת דלהלן:
 אורט ישראל, הוצאת הספרים ש"ד דוד המלך 39, תל-אביב, טל. 269165
 אורט ישראל, הוצאת הספרים (מחסן הפצה) ע"י ביה"ט לחניכות אורט, יד-שפירא,
 רח' נס לגיונים 9, (אבו כביר) תל-אביב, טל. 829704
 מוסדות ובתי-ספר אשר ירכשו ספרים בקניה טרוכות יהנו ממחיר סיטוני.

תאנית השנה ולקחה

בחנות מסוימת בה נעשו שפוצים טפלו בהתקנת תקרה דקורטיבית פלסטית על קורות ברזל הקבועות בקירות. בין היתר היה על הפועל לקדוח חורים בקורות הברזל הנ"ל. לשם כך נעזר בסולם אלומיניום שלאחת מ"רגליו" חסר תותב גומי, ובמקדחת יד. ברנע מסוים נשמעה צעקה ואנשים שחשו לחנות מצאו את הפועל שוכב על הרצפה והמקדחה על ידו. אחד מהנוכחים נתק את המקדחה מההספקה. לנפגע נעשתה הנשמה מפה לפה. אך ללא הועיל. לאחר מכן נקבע מותו.

חקירת המקרה העלתה את הפרטים הבאים :

על המקדחה שקליפתה החיצונית עשויה ממתכת מוטבע סמל של בדוד כפול. קת המקדחה נועד להיות מבודד על ידי שתי "לחיים" פלסטיות. למעשה ישנה רק "לחי" אחת.

למקדחה פתיל גומי תלת-גידי (צבעי הגידים הם: תכלת, שחור וצהוב). הגיד הצהוב מחובר לקת המקדחה באמצעות בורג. לא ברור אם הבורג נועד להארקה או שהוא בורג חיזוק קונסטרוקטיבי.

פתיל המקדחה מסתיים בתקע תלת-פיני שאין לו התקן תפיסה. הגיד הצהוב של הפתיל מחובר לפין ההארקה של התקע. קצוות הגידים שבתקע אינם מולחמים והתילים (המרכיבים את מוליך הגיד) מפורזים. חיבורי הגידים לפינים הם רופפים.

ייתכן ופיתול הפתיל עלול להביא לידי מנע בתקע בין תילי גיד ההארקה לאלה של הפזה.

בדוד המקדחה נמצא תקין.

לצרכי העבודה השתמשו בפתיל הארכה תלת-גידי המצויד מצד אחד בתקע תלת-פיני ומצד שני בבית תקע נייד העשוי בקליט שיש בו אי-אלה פגמים שאין להם כנראה כל משמעות לגבי התאונה.

בקשר לשפוץ החנות הוסר לוח המבטחים הפרטי המקורי ובמקומו חובר לתיל הפזה היוצא מהמונה מבטח בלתי מחוּזק למסד כלשהו, ולתיל האפס-מהדק.

ליציאות של המבטח ושל המהדק הנ"ל חוברו שני גידים של פתיל הארכה תלת-גידי נוסף המלוּפף על תוף עץ שעל דופןו האחד מותקן בית תקע משורין. גיד ההארקה של פתיל ההארכה הנדון נשאר חופשי ובלתי מחובר למקור הארקה כלשהו.

המקדחה היתה מחוברת לאספקה באמצעות שני פתילי ההארכה הנ"ל. על קורות הברזל של התקרה הדקורטיבית מותקנות מנורות פלואורסצנטיות הנותנות להן הארקה נוספת.

המנורות הנ"ל נזונות על ידי לוח משנה המקבל זינה מהמבטח הארעי הנוכח לעיל. חלק מהמנורות היה מפורק וכאשר הופעל מתקן המאור לנסיון נמצאו מספר תילים חשופים תחת מתח ואחד מהם (כחול) בקרבת המקום המשוער של התאונה. לא הוברר אם בעת התאונה פעל מתקן המאור.

אם אכן נגע הפועל מחבטת חשמל ייתכן הדבר כתוצאה מפיתול הפתיל של המקדחה בתקע ומגע של תילי ניד ההארקה בתילי ניד הפזה (ר' לעיל) הואיל וניד ההארקה היה בלתי מחובר למקור הארקה גרם הדבר לחישמול גוף המקדחה- הפועל שהחזיק את המקדחה בידו עומד על סולם אלומיניום בלתי מבודד (ר' לעיל) כשהוא נעול בסנדלים ממוסמרים וייתכן שאף נגע אותו הזמן בקורות ברזל מאורקות, עלול היה להמצא תחת מתח פזי (230 ו') ודבר זה עלול היה לגרום לתאונה-

ייתכן גם שהוא נגע באחד התילים שנזקרו מקורות הברזל שהיה תחת מתח וזה בתנאי שמתקן המאור היה מופעל באותו הזמן-

התקנת מזגני אויר בבתי הארחה קיימים

אינ' וי זיס

- 1- דוד מים חמים 120 ליטר 7 אמפר
- 2- תאורה 3 *
- 3- מזגן אויר 1 7*
- 4- זרם התנעה של מזגן מספר 2 34-8** *

ס"ה 51-8 אמפר

זרם של 51-8 אמפר עלול לגרום לשריפת מבטח של 25 אמפר וזאת הסיבה להתקנת מבטחים 35 אמפר ומוליכים 10 ממ"ר בקווי הזינה, ללוחות המשנה- אך מתברר שכל האמצעים האלה לא מספיקים במקרה של החזרת אספקה לאחר הפסקה-

לפי חישוב יהיו זרמי ההתנעה כדלקמן:
א- זרם התנעה בקו הזינה ללוח משנה-

- 1- דוד מים חמים 120 ליטר 7 אמפר
- 2- תאורה 3 *
- 3- זרם התנעה מזגן מספר 1 34-8 *
- 4- זרם התנעה מזגן מספר 2 34-8 *

ס"ה 79-6 אמפר

זרם של 79-6 אמפר גדול פי 2-28 מהזרם הנקוב של מבטח 35 אמפר, ולכן יושרף המבטח-

ב- זרם התנעה בכל פזה בחיבור הראשי התלת פזי (על כל פזה מחוברים 2 לוחות משנה חד פזיים ובכל לוח משנה 2 מזגנים — סה"כ 4 מזגנים לפזה)-

* זרם עבודה במזגנים מסוג זה לא נכלל מעל 7A אמפר
** זרם התנעה הוא פי 4 מהזרם הנקוב.

בבית הארחה קיים הוחלט להתקין מזגן אויר לכל חדר- היו בבית ההארחה 6 כניסות ובכל כניסה 2 חדרים עם שרותים משותפים- עבור כל כניסה סודר לוח משנה לפי תרשים מספר 1- כל 6 לוחות המשנה היו זהים- הלוח הראשי היה מובטח באמצעות מבטח ראשי תלת פזי 60 = 3 אמפר- על מנת לאפשר התקנת 2 המזגנים היה צורך לבצע את השינויים הבאים (ראה תרשים את מספר 2)-

1- לאחד בכל לוח משנה את המעגלים 2 ו-3 ואת המעגלים 4 ו-5 על מנת לשחרר שני מעגלים עבור מזגני האויר-

2- להחליף את המוליכים בקווי הזינה ללוחות המשנה מ-4 = 3 ממ"ר ל-10 = 3 ממ"ר (החלפה זו מותרת לפי תקנות מובילים)-

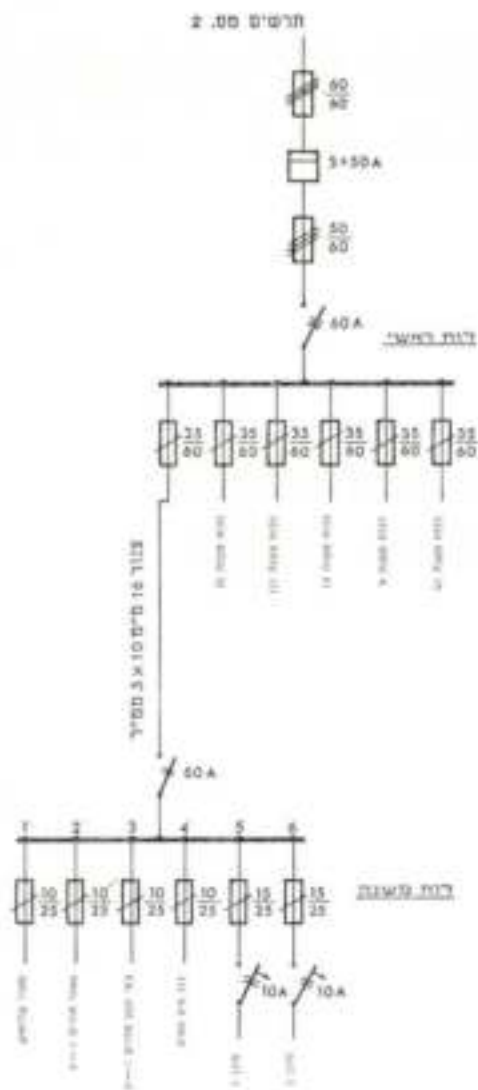
3- להחליף את המבטח 20 אמפר ל-35 אמפר בלוח הראשי עבור כל קו זינה ללוח משנה-

לאחר התקנת המזגנים היה העומס בפועל על פסי הצבירה של כל לוח משנה כדלקמן:-

- 1- דוד מים חמים 120 ליטר 7 אמפר
- 2- תאורה 3 *
- 3- מזגן אויר 1 (8-7 A 230V) 7 *
- 4- מזגן אויר 2 (8-7 A 230V) 7 *

ס"ה 24 אמפר

במבט ראשון נראה שאפשר להתקין מבטח 25 אמפר בקו הזינה ללוח משנה אך הוא יהיה קטן מדי במקרה בו פועלת התאורה וכן דוד המים החמים והמזגן הראשון, ובאותו זמן מותנע המזגן השני- העומס על פסי הצבירה של לוח המשנה יהיה אז כדלקמן:



פתרון הבעיה

הבעיה נפתרה ע"י התקנת מתנע 2×10 אמפר עם כמתורי Start—Stop לפני כל מזגן ומזגן (ראה תרשים מס' 2). לאחר הפסקה יש להפעיל כל מזגן ומזגן בנפרד ובצורה כזאת נמנעים טורמו התנעה נבזחים- המסקרה הנרוע ביותר יהיה כאשר 3 מזגנים כבר עובדים ומופעל המזגן הרביעי המזגן מאותה הפזה- הזרם הכולל באותה מזה של קו החבור יהיה אז כדלקמן:

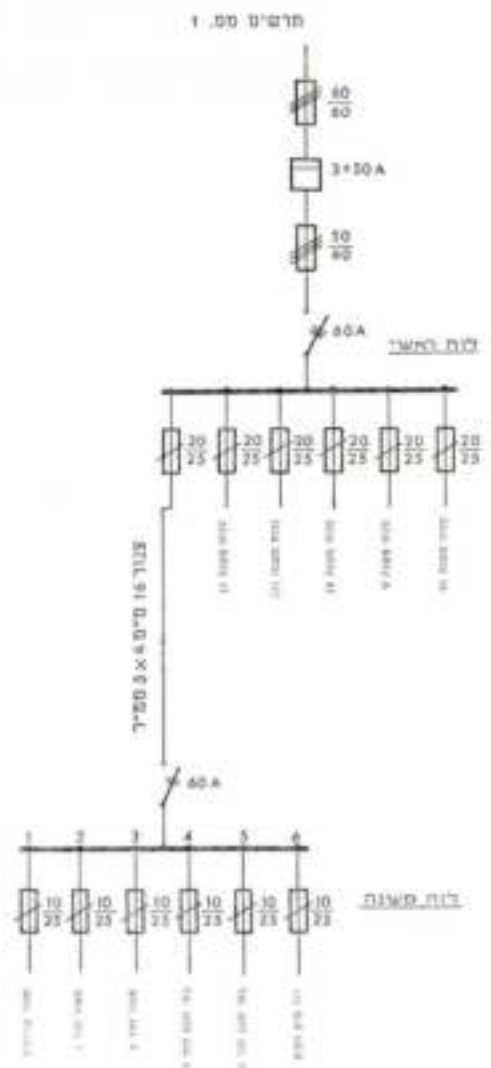
- 1- 2 דודי מים המים 120 ליטר 14 אמפר
- 2- תאורה 6
- 3- 3 מזגני אוויר 21
- 4- זרם התנעה של מזגן אחד 34-8

סה"כ 75-8 (המוזן במחזור 24)

- 1- 2 דודי המים 120 ליטר 14 אמפר
- 2- תאור 6
- 3- זרם התנעה של 4 מזגנים $(4 \times 34-8)$

= 140
סה"כ 160 אמפר
זרם של 160 אמפר גדול פי 2-3 מהזרם הנקוב של מכסה 50 אמפר ומי 2-66 מזה של מבטח 60 אמפר, לכן ייטרפו 2 המבטחים-

יוצא איפוא שהמבטחים הראשיים ייטרפו לפני מבטחי מעגלי הזינה עבור לוחות משנה, דבר אשר נוגד את כללי ההגנה היעילה, שחייבת להיות סלקי טיבית-



חישוב קוי זינה במתח נמוך לפי מפל המתח

אינג' א. אייזנר

עבודתם התקינה של מכשירי ההשמל דורשת בין השאר הבטחת רמה סבירה של מתח הזינה. לאור זאת יש להתחשב בשעת תכנון קוי הזינה למתקן, בנפילת המתח הצפויה.

טבלה מס' 1

התנגדות בטמפר' 20°C אום / ק"מ	משקל כולל ק"ג / ק"מ	קוטר חינוכי מ"מ	נחשת אלומיניום	נחשת	אלומיניום
1-805	1-123	44-5	144	5-1	16
1-185	0-738	67-5	225	6-3	25
0-845	0-525	95	315	7-5	35
0-587	0-364	136-5	456	9-0	50
0-435	0-271	183-5	630	10-5	70
0-309	0-192	259	855	12-5	95
0-245	0-153	326	1080	14-0	120
0-196	0-122	409	1350	15-8	150
0-158	0-098	507	1665	17-5	185
0-126	0-078	635	2100	19-6	240

1-2 חישוב ההתנגדות האינדוקטיבית של המוליך
ההתנגדות האינדוקטיבית של המוליך בקו תלת-פזי
תלויה בסוג הקו (עילי, תתי-קרקעי).
בקוים עיליים במתח נמוך, עם העמסה סימטרית,
תלויה ההתנגדות האינדוקטיבית במרחק שבין מו"ר
ליכי המות ובקוטר המוליך, וערכה נג בין 0-26
ל-0-34 אום לק"מ בכל פזה. בכלים עם בידוד
מי-וי-סי. בהחכים 16-240 מ"מ, ערך ההתנגדות
אינדוקטיבית 0-075 — 0-088 אום לק"מ בכל
פזה.
לפיכך אפשר להניח את ההתנגדות האינדוקטיבית
בכללי מתח נמוך כשוקדם ההספק לא קטן מ-
0-65

2- חישוב מפל המתח בעזרת המקדם a

עיבוד מתאים של נוסחה (2) מאפשר למשט את
החישוב על ידי שמוש במקדם נפילת המתח a.
ערכי המקדם a מובאים בטבלה מס' 2.
נוסחת החישוב מקבלת את הצורה הבאה:

$$(4) \Delta U = \frac{PL^3}{1000} [\%]$$

$P [KVA]$ — ההספק המועבר בקו.
 ΔU — נפילת המתח ב-%.
 $L [m]$ — אורך הקו.
 $\left[\frac{1}{KVA \cdot km} \right]$ — מקדם נפילת המתח.

1- חישוב מפל המתח בקו תלת פזי בעזרת נוסחה

את נפילת המתח בקו תלת פזי במתח נמוך עם
העמסה סימטרית מחשבים לפי הנוסחה:

$$(1) \Delta U = \sqrt{3} I (R \cos \varphi + X \sin \varphi) [V]$$

$\Delta U [V]$ — נפילת המתח.
 $I [A]$ — זרם בקו.
 $R [\Omega]$ — התנגדות ממשית (אוהמית) של מוליך
הפזה.
 $X [\Omega]$ — התנגדות אינדוקטיבית של מוליך הפזה.
 $\cos \varphi$ — מקדם ההספק.

צורה אחרת של הנוסחה מתקבלת כשידוע ההספק
המועבר בקו והמתח הנומינלי של הקו. את מפל
המתח מקבלים באחוזים:

$$(2) \Delta U = \frac{0.1 P}{U^2} (R \cos \varphi + X \sin \varphi) [\%]$$

ΔU — נפילת המתח ב-%.
 $P [KVA]$ — ההספק המועבר בקו.
 $U [V]$ — המתח הנקוב כלפי האדמה.

את ההתנגדות הממשית וההתנגדות האינדוקטיבית
של מוליך הפזה מחשבים תוך הסתמכות על נתוני
המוליך כדלקמן:

1-1 חישוב ההתנגדות הממשית של המוליך

נוסחת החישוב היא:

$$(3) R = \rho_0 \frac{L}{F}$$

$R [\Omega]$ — התנגדות ממשית של המוליך.
 $\rho_0 \left[\frac{\Omega \cdot mm^2}{m} \right]$ — התנגדות סגולית של המוליך.
 $L [m]$ — אורך הקו.
 $F [mm^2]$ — חתך מעשי של המוליך.

בטבלה מס' 1 מרוכזים נתונים על מוליכי נחושת
ואלומיניום חשופים.

טבלה מס' 2

מקדם נפילת המתח a								חדך המוליך מ"מ ²
קו עולי				קו עולי				
PVC		כבל בעל בידוד PVC		תילי אלומיניום		תילי נחושת		
אלומיניום		נחושת		אלומיניום		נחושת		
$\cos \varphi$								
0.85		0.85		0.95		0.75		
1-20	0.75	1-2	1-1	1-05	0.78	0.75	0.75	16
0.82	0.48	0.82	0.78	0.73	0.53	0.525	0.505	25
0.59	0.34	0.6	0.58	0.556	0.395	0.4	0.395	35
0.41	0.24	0.435	0.435	0.422	0.29	0.305	0.306	50
0.29	0.17	0.34	0.345	0.342	0.23	0.25	0.256	70
0.21	0.12	0.252	0.27	0.273	0.174	0.2	0.214	95
0.17	0.1	0.21	0.23	0.24	0.151	0.18	0.192	120
0.14	0.08	0.173	0.2	0.21	0.128	0.156	0.17	150
0.11	0.06	—	—	—	—	—	—	185
0.085	—	—	—	—	—	—	—	240

$$\Delta U = \frac{95.140 \cdot 0.305}{1000} = 4.0\% \quad \text{לכן,}$$

דוגמא 2

יש לקבוע חדך כבל אלומיניום המיועד לחזון בית שלמאה עם עומס מירבי 75 ק"א $\cos \varphi = 0.9$, אורך הכבל מהטרנספורמטור עד לצרכן 180 מטר. נפילת המתח בכבל מוגבלת ל-6%.

$$P = 75 \text{ kVA}$$

$$L = 180 \text{ m}$$

$$\Delta U = 6\%$$

נחשב את מקדם נפילת המתח a

$$a = \frac{1000 \Delta U}{PL} = \frac{1000 \cdot 6}{75 \cdot 180} = 0.445$$

מהטבלה מס' 2 עבור כבל אלומיניום נמצא את ערך המקדם a הקרוב ביותר ל-0.445. הערך הקרוב ביותר הוא 0.41 המתאים לכבל עם גודים בעלי חדך 50 מ"מ.

המקדם a חושב עבור ההתנגדות הממשית של המוליך בטמפרטורה של 40°C לגבי קוים עיליים ובטמפרטורה של 60°C לגבי כבלים בעלי בידוד פי.י.סי.

3. דוגמאות חשוב

דוגמא 1

יש לחשב נפילת המתח בקו 400 וולט תלת-פזי עם תילי נחושת בעלי חדך 50 מ"מ. הקו מחובר לטרנספורמטור ואורכו 140 מטר. העומס המירבי בקו 95 ק"א, $\cos \varphi = 0.85$

$$P = 95 \text{ kVA}$$

$$L = 140 \text{ m}$$

מהטבלה מס' 2 עבור חדך 50 מ"מ נחושת ו- $\cos \varphi = 0.85$ נמצא $a = 0.305$

התקנת מזנני אוויר בבתי הארחה קיימים (סוף מעמוד 22)

בחדיהם אין משאירים את המזננים בטבב מעולה עם לחזור לחדרים קרים — דבר אשר גורם לפגעי לה מיותרת של המזננים במשך מספר שעות ביממה. מספיק לתת הודאה לאחראי על המבנה ששעה לאחר עזיבת המקום עדי האורחים ימסיק לרגע את המפסק הראשי, כאשר האורחים יוצאים מחדיהם לטיולים וכו' ויגרום להפסקת כל המזננים, וכמובן שיחבר את המפסק בחזרה על מנת לאפשר שימוש בכל אביזרי מערכת החשמל, כולל המזננים על ידי האורחים נשארו במקום. בהתחשב במחיר של כ-10 אנורות לשעה עבור אנרגיה חשמלית הנדרשת למגן אוויר — יוצא אפוא — שלאחר 600 שעות עבודה מיותרת של המגן שולמה התוצאה הנטושת (מבלי להתחשב באמורטיזציה של המגן והוצאות עבור הנדלת חיבור החשמל).

זרם זה גדול מהזרם הנומינלי של מבטח 60 א' פי 1-2 וחוזר מצב תקין. כיון שלפי התקן יכול נתון של 60 אמפר לסבול ללא הנזקות יתרת עומס של 30% במשך שעה שלמה.

זרם העבודה המסכימלי (מקדם צריכה 1) בכל פז של קו החיבור יהיה:

- 1- 2 דווי מים חמים 120 ליטר 14 אמפר
- 2- תאורה 6
- 3- 4 מזננים 28

48 אמפר

התברר שההוצאה הנושפת בסך 60 ל"י לכל מזנן, עבור המגנע כדאית מאוד מבחינת שמוש חסכוני באנרגיה חשמלית. וזה ההסבר:

לפחות מספר שעות ביממה האורחים אינם נמצאים

התנגדות הארקה

אינג' נ. מרבר



צ"ר מס' 1

מבוא

חישוב התנגדות של תיל מבוסס על הנוסחה

$$R = \frac{\rho l}{S} \quad (\text{ראה ציור מס' 1})$$

S – שטח החתך דרכו עובר הזרם. [מטר²]

l – אורך התיל אשר לאורכו זורם הזרם. [מטר]

ρ – התנגדות סגולית של התיל. $\left[\frac{\text{אום} \times \text{מטר}}{\text{מטר}} \right]$

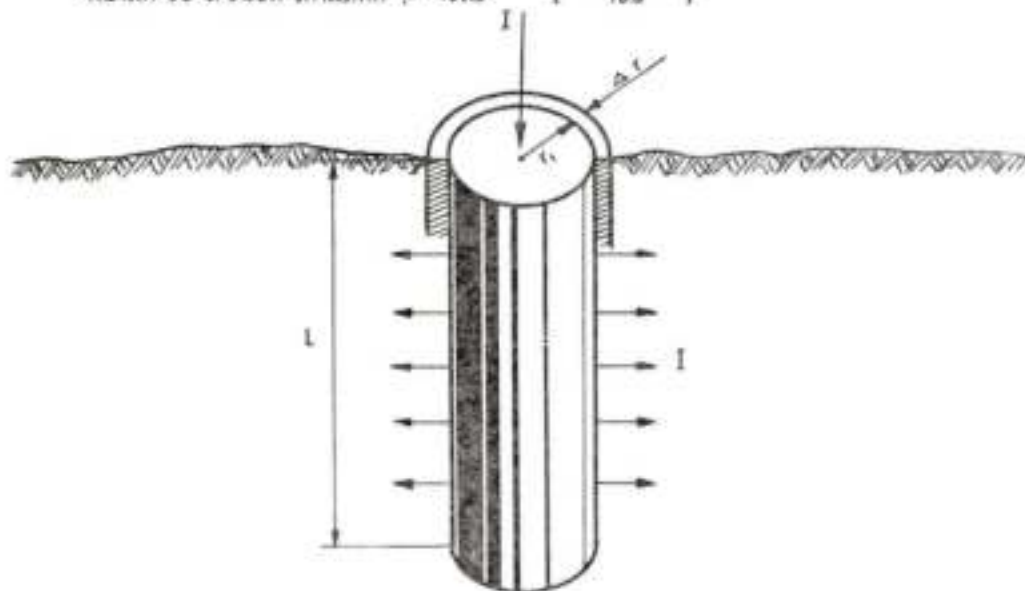
הנחה – לפי כיוון זרימת זרם זו תהיה ההתנגדות לזרימה של כל טבעת כדלהלן:

$$l = \Delta r$$

$$S = 2\pi r \Delta r$$

$$R_i = \frac{\rho \Delta r}{2\pi r \Delta r} \quad \text{טבעת}$$

כאשר ρ – התנגדות הסגולית של האדמה.



צ"ר מס' 2

כאשר עוברים לטבעת השנייה גדל הרדיוס שלה לטווח $r_1 + \Delta r$ והתנגדותה תהיה

$$R_i = \frac{\rho \Delta r}{2\pi (r_1 + \Delta r) \Delta r} \quad \text{טבעת}$$

באותו אופן ניתן למצוא את ההתנגדויות של הטבעות הבאות. ככל שרדיוסיהן שן האלקטרודה ניתן לחיובת בקלות ששטה המנוס של כל טבעת הולך וגדל היינו התנגדות כל טבעת נושפת הולכת וקטנה. מכאן המסקנה החשובה שיעקר התי

בזיון על התנגדות הארקה הרי הנוסחה היסודית הנתונה לעיל עדיין מהווה את הבסיס לחישוב אולם איברי הנוסחה משתנים.

נחלק את האדמה המקיפה את האלקטרודה ההאר' קה (ציור מס') לטבעות טבעות בעובי Δr (ראה ציור מס' 2).

הזרם הנכנס לאלקטרודה דרך מוליך ההארקה חוזר לאדמה המקיפה אותו בניצב לרמות הטבעות

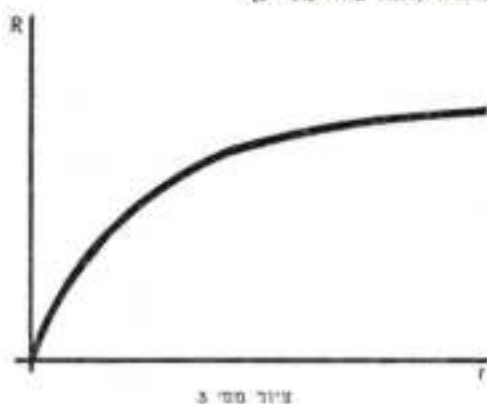
מידות התנגדות הארקה

בדיון על התנגדות הארקה נובע מכל האמור לעיל שכל ההתנגדות היא זו של מסת האדמה העוטפת את אלקטרודת ההארקה. התנגדות האלקטרודה עצמה כמוליך נמוכה מאוד בדרך כלל. כאשר אלקטרודת ההארקה מהווה צורת מים הרי יש לבדוק את רציפות צורת המים כמוליך אל התארי קה עצמה ולא כהתנגדות הארקה.

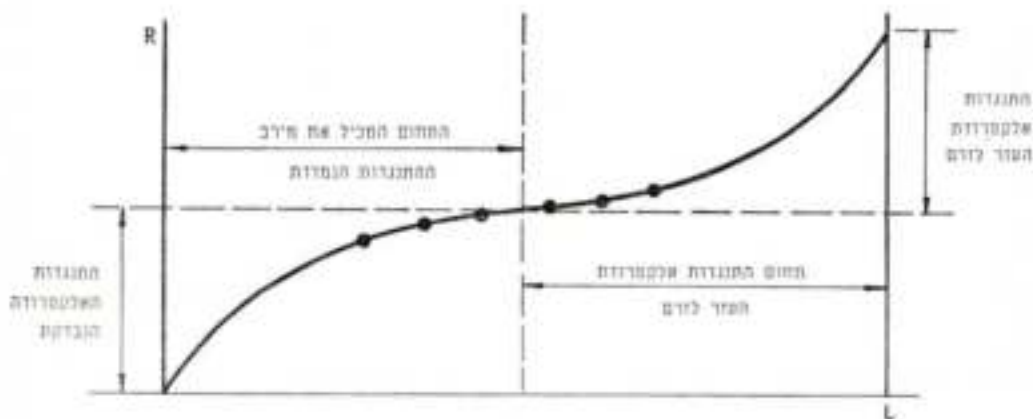
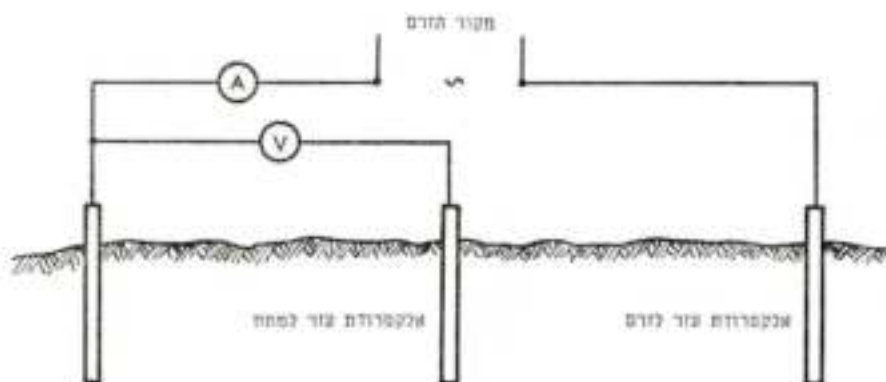
השיטות למדידת התנגדות מסת האדמה דומות עקרונית למדידת התנגדות ריילה. אולם ישנם כמה תנאים ספציפיים שחייבים להתמלא בשעה ששיר כיס מדידת הארקה:

כדי לבדוק גודל ההתנגדות דרושים שני הדקים למחות בשני קצוות ההתנגדות הנבדקת. במקרה של הארקה קיים הדק אחד והוא זה המחובר למוט ההארקה, יש על כן להוסיף חדק טלאכותי. הדק זה יכול להיות מוט עור שמושקע באדמה או הארקה קיימת, הנפרדת לגמרי מן הנמדדת. בשני המקרים הנזכרים הוספת הדק טלאכותי נורמת לתוספת ההתנגדות של האלקטרודה החד-שה. כך שאם תיסדר כעת ההתנגדות בין שתי האלקטרודות בדרכים המקובלות התוצאה תיתן את סכום שתי ההתנגדויות של שתי האלקטרודות.

נגות ההארקה מתרכזות בסביבת האלקטרודה ו- ככל שהולכים וסרחיקים מסנה תוספת ההתנגדות ע"י טבעות נוספות הולכת וקטנה. ניתן לתאר את התנגדות מסת האדמה בתלות במרחק מן האלקטרודה (ראה ציור מס' 3).



בקירוב ניתן לומר ש-90% מהתנגדות מסת האדמה מסביב לאלקטרודת הארקה כלול בחצי כדור אשר רדיוסו גדול כלפיים מעומק האלקטרודה באדמה.



ציור מס' 4

ניתן להתגבר על התופעה בדרכים שונות:

א- אם אלקטרודת העור היא הארקה קיימת אשר התנגדותה ידועה ונמוכה מאוד הרי מודדים את סכום שתי ההתנגדויות ומקבלים את התוצאה כהתנגדות האלקטרודה הנבדקת בהנחת ההתנגדות של אלקטרודת העור.

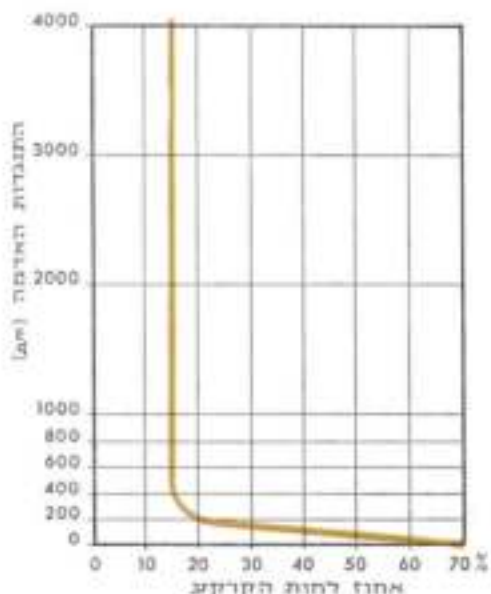
ב- במקרה ששעיף א' אינו יכול להתקיים הרי יש להוסיף אלקטרודת עור שלישית אשר מאפשרת למדוד את מפל המתח רק על ההתנגדות של האלקטרודה הנבדקת:

במקרה של שימוש באלקטרודת עור יש להתקינה בערך בחצי המרחק בין שתי אלקטרודות הורם. אך אם ההתנגדות הסגולית של הקרקע אינה הומוגנית יש לערוך מספר מדידות באמצעות אלקטרודת העור ע"י הזזתה ולקבל עקום המתאר את תלות ההתנגדות במרחק בין אלקטרודות הורם. החלק תאוי ספי של העקום נותן את התנגדות הארקה הריאלית - (ראה ציור 4)

תלות התנגדות הארקה בלחות

לתכולת הלחות באדמה חשיבות גדולה. שינוי של אחוזים ספורים בתכולת הלחות עלול לררר סגוליות גדולים בערך התנגדות הארקה של אלקטרודה מנודרל נתון. זה נכון במיוחד לתכולת לחות הנמוכה מ-20%.

סעל ל-20% ההתנגדות הסגולית איננה משתנה בהרבה (ראה ציור 5).



ציור מס' 5

שיטות לשיפור התנגדות הארקה

השיטה היעילה ביותר לשיפור התנגדות הארקה אינה זהה בכל קרקע. תנאי הקרקע משתנים מאיזור לאיזור ואף ממקום למקום בתוך האיזור עצמו. שיטה שתוכיח את עצמה כיעילה מאוד בקרקע מסוימת עלולה להתגלות כבלתי מועילה בקרקע אחרת. קיימות שיטות שונות לשפר את התנגדות הארקה:

- 1- העמקת אלקטרודות הארקה,
- 2- חיבור במקביל של מספר אלקטרודות,
- 3- טיפול כימי בקרקע בה תקועה האלקטרודה.

העמקת אלקטרודות הארקה לשכבות קרקע בעלות מוליכות גבוהה יותר ובעלות לחות יציבה משפרת את התנגדות הארקה. לעתים רחוקות יש לאדמה לכל עומק האלקטרודה התנגדות סגולית קבועה. בדרך כלל לשכבת מטר או שניים ראשונה של הקרקע התנגדות סגולית גבוהה יחסית והיא נמוכה לשינוי תנאי היובש או הלחות בהתאם לעונות השנה. מתחת לשני מטרים עומק, לא תביא העמקה נוספת, בקרקע בעלת התנגדות סגולית קבועה, לשינוי גדול טיף בהתנגדות הארקה. במקרה כזה, היינו אדמה בעלת התנגדות סגולית קבועה, אין טעם להעמיק את האלקטרודה במדה ניכרת אלא יש לבכר שיטות אחרות לשיפור הארקה. אם הקרקע מורכבת משכבות יש לנסות ולהעמיק כדי להגיע לשכבה בעלת התנגדות סגולית טובה יותר ותנאי לחות יציבים עד כמה שאפשר.

במקרים של אלקטרודות ארוכות מאוד אפשר לרכיבן מחלקים בודדים המתחברים זה לזה. קיימים חלקי אלקטרודה כאלה בייצור תעשייתי או ניתן להרכיבם בייצור עצמי.

קורס להתקנת חמוס-רצפות

בחיבת 7 פורסמה הודעה על הקורס הנ"ל. מועד הקורס יידחה לזמן מה — בגלל מחסור בחוטים.

על קיום הקורס תבוא הודעה מיוחדת. השטחים המעוניינים להשתתף בקורס זה יוכלו להרשם במערכת.

ר'ח' אלנבי 5, תל-אביב

השמוש בכלים מטלטלים בעלי בדוד כפול

איננ' וי זיס

בזמן האחרון הולך וגובר שמוש בכלים מטלטלים (המופעלים ע"י מנועי חשמל) עם בדוד מיוחד (כפול) - קבוצת כלים זו מסומנת ע"י סימן בינלאומי של בדוד מיוחד - כל כלי העבודה עם בדוד מיוחד מתחלקים לשתי קבוצות עקריות:

1. כלים עם מעטה חצוני מחומר בדוד.
2. כלים עם מעטה חצוני מתכתי.

הבעיות והסכונים בשמוש בכלים עם בדוד מיוחד קיימים במקרה של שמוש בכלים עם מעטה חצוני מתכתי.

לפי חוק החשמל "תקנות חשמל" (הארקות או הגנות אחרות) תקנה 16 (2) — 1 אין חובה להאריק מכשירים עם בדוד מיוחד.

לפי הצעת התקן ת"י/265, המתייחסת לכלים מטלטלים המופעלים ע"י מנועים חשמליים, אין להאריק מעטה חצוני מתכתי בכלים האמורים. גם לפי כל פרסומי הבטיחות בארץ, אין להאריק מכשירים המצוידים בבדוד כפול.

לפי סקר על מספר התאונות אשר ארעו בזמן האחרון עם כלים מטלטלים המצוידים בבדוד מיוחד ובמעטה חצוני מתכתי, יש לציין מספר עובדות:

1. בכל התאונות הנ"ל היו מעורבים כלים מטלטלים המצוידים בבדוד כפול אשר המעטה החצוני שלהם היה מאורק ע"י גיד הארקה מיוחד בתוך כבל הזינה. גיד ההארקה היה מחובר לברג ההארקה האורגנינלי אשר ברוב המקרים סומן באופן מיוחד למטרה זו.

2. בכל הכבלים היתה קיימת רציפות חשמלית בין האבזר המבצע את העבודה, למשל המקדח, לבין המעטה החצוני המתכתי של הכלי עצמו.

לפי ההסברים של יצרני הכלים מאריקים את המעטה החצוני על מנת להגן על הפועל במקרה של פגיעת האבזר המופעל ע"י הכלי בקו חשמל "חי". טענה זו נכונה, אך סבירות לתאונה בדרך זאת נמוכה ביותר וטרם נתקבלו בארץ בתאונה מסוג זה. לדעתי היא אפשרית למעשה רק בקדוח חורים בקירות שבהם המתקן החשמלי מותקן מתחת לטיח. ברור שאין לקחת בחשבון חישובול כתוצאה מקלקול בבדוד כפול. לעומת ההגנה נגד מקרה אחד ויחיד, נגרמו תאונות רבות דוקא במקרים בהם הוארק המעטה החצוני של כלים עם בדוד מיוחד. אפשר לחלק את גורמי התאונות מסוג זה כדלקמן:

1. תקלה זו או אחרת במערכת הארקה וכתוצאה ממנה התפשטות מתח לגבי האדמה בכל מוליכי הארקה ובכל הגופים המאורקים.

2. החזקת כלי מאורק ביד ונגיעה מקרית במוליך "חי".

3. התקנת כבל מאריך דו-גידי (ללא הארקה), בהתאם לפרסומי בטיחות, עבור כלי עם בדוד כפול המצויד בפתיל תלת-גידי ותקע תלת-פני. במקרה של התרופפות החבורים בתקע הכלי קיימת אפשרות לקצר בין מוליך הארקה ומוליך פזה, גוף הכלי עם הבדוד המיוחד מחושמל, אך מעגל הקצר לא נסגר מחוסר גיד הארקה בכבל המאריך ולכן לא יפעל מבטח המעגל.

4. במקרה של נתוק במערכת ההארקה או סלוף מבטחי המתקן הקבוע בד
בד עם התרופפות החבורים בתקע של הכלי עם הבדוד המיוחד, קיימת
אותה סכנה כפי שתוארה בסעיף 3.

מסקנות

1. לאור הסכנות שתוארו לעיל אין לדעתי בשום פנים ואופן להאריק כלים
עם בדוד מיוחד. בכלים בהם סודר בורג הארקה יש לפרקו.
2. במקרים שקיימת סכנה לפגיעה בקו חשמל נסתר יש להשתמש אך ורק
בכלים עם מעטה חצוני מחומר בדוד.

חישוב תאורה כללית

ק. ח. גאוני-ברגר, הנדסאי

בבואנו לחשב את מספר גופי התאורה הדרושים להארה כללית של אולם (להבדיל
מתאורה מקומית מוגברת) עלינו לברר מספר נתונים מוקדמים שעליהם יבוסס
החישוב כגון:

תכנית וחתכים של האולם, מיקום החלונות, הדלתות, אשנבי איורור עליונים,
קורות, עמודים וכו'.

ייעודו של האולם, העבודות שתבוצענה בו וכו'.

תנאי התפעול במקום, כמות האבק, הלכלוך וכו'.

שלבי החישוב הם כדלקמן:

קביעת עוצמת המאור הדרושה

בצורת המלצות - נמצא כעת בהכנה תקן בינלאומי -
טבלה מס' 1 מובאת השוואת המלצות של מספר
ארצות:

עוצמת המאור, שהוא שטף האור הנופל על יחידת
שטח, מוכתבת על ידי התקנים בארצות שונות

טבלה מס' 1 *

עוצמת המאור המומלצת (lux)					יעוד המקום
ערפת		בריטניה	ארה"ב	גרמניה	
מומלץ	מינימום	מומלץ	מינימום	תאורה כללית	
70—500	50—300	70—700	100—700	60—250	דירות מגורים
500	50—3000	100—300	100—25000	60—1000	בתי חולים
100—500	70—300	150	300—1000	120—250	תחנות קמח
300—700	200—500	200—700	500—1500	250—1000	בתי דגוש
150—1500	100—1000	150—1000	300—5000	250—2000	בתי חרושת לטכסטיל
300	200	200	500—2000	120—500	בית מלאכה לעבודות מתכת
300—1000	200—700	300—450	500—2000	—	מוסכים
150—500	100—300	150—400	300—1000	60—500	נגריות

* נלקח מחוך פרטים S-42 1967 של הוועדה הבינלאומית לתאורה (C.I.E.)

בחירת סוג גופי התאורה

את נופי התאורה עבור ההארה הכללית של האולם אפשר למיין לפי חלוקת האור שלהם למספר סוגים:

א- גופים לתאורה ישירה עם מחזירי אור מתכי תיים הצבועים בצבע לבן בלתי מבריק שבהם שטף האור כלפי מטה 80% מהשטף הכללי של הנורה, וכלפי מעלה 20%.

ב- גופים לתאורה כמעט ישירה (סרגלי אור) בלי מחזירי אור, הפולטים כלפי מטה 75% מן השטף וכלפי מעלה 25%.

ג- גופים לתאורה שווה, מתוחים כלפי מעלה עם שבכה כלפי מטה ובצדדים דפנות מזכוכית או מחוסרים פלסטיים מעבירי אור- שטף האור כלפי מעלה הוא 45% וכלפי מטה 55% מהשטף הכולל של הנורה.

ד- גופים לתאורה בלתי ישירה ברובה, מתוחים למעלה ובעלי זכוכית "חלב" מלמטה- שטף האור כלפי מעלה הוא 70% וכלפי מטה 30%.

ה- גופים לתאורה בלתי ישירה, מתוחים כלפי מעלה ובהחיתום מחזירי אור מתכתי אטום- בגופים כאלה שטף האור כלפי מעלה הוא 80% וכלפי מטה 20%.

יש להדגיש שבחירת נופי התאורה חייבת להעשות בעזרת קטלוגים של היצרנים אשר כוללים נתונים על חלוקת שטף האור-

טבלה מס' 3

נצילות אורית (לומן/וט)			שטף אור (לומן)			הספק נקוב (וט)
ז'ס	ז'פ	ז'ג	ז'ס	ז'פ	ז'ג	
45-4	34-4	38	680	650	570	15
48-7	46-8	41	975	935	820	20
56-6	54-6	47-6	1700	1640	1430	30
57-4	55-4	48-4	1720	1660	1450	30
62-5	60	52-5	2500	2400	2100	40

בחירת מקורות האור

מקורות האור המקובלים כיום בשמוש הרגיל לשם אספקת שטף האור הם מ"מ סוגים עיקריים-

א- נורות ליבון

ב- נורות פלואורסצנט

ג- נורות כספית

בטבלה מס' 2 מרוכזים נתונים לגבי נורות ליבון-

בטבלה מס' 3 מרוכזים נתונים לגבי נורות פלואורסצנט-

בטבלה מס' 4 מרוכזים נתונים לגבי נורות כספית-

טבלה מס' 4

נצילות אורית השמלית (לומן/וט)	שטף אור (לומן)	הספק נקוב (וט)
36-3	2900	80
39-2	4900	125
41	11500	250
50	20000	400

נוסחת החשוב

הנוסחה באמצעותה מחשבים את שטף האור שחייב להיות מופק ממקורות האור היא:

$$\Phi = \frac{EA100}{v\eta}$$

(לומן) Φ — שטף האור שחייבים ללפוש מקורות האור (תנורות)

[לוקס] E — עצמת הטאור הנדרשת בהתאם להמל"צות (ראה טבלה 1)

[מ"ר] A — שטח האולם

v — מקדם ההפחתה

η — מקדם הנצילות האורית (באחוזים)

טבלה מס' 2

נצילות אורית (לומן/וט)	שטף האור (לומן)	הספק נקוב (וט)
6-8	102	15
8-8	220	25
8-6	345	40
10-4	620	60
11-2	840	75
12-4	1240	100
13-8	2070	150
14-5	2900	200
16-2	4650	300
16-5	8250	500
18-5	18500	1000
19-2	28800	1500

טבלה מס' 5

תאורת פלואורסצנטית		תאורת כספית בלחץ גבוה		תאורת לבון ותאורה מעורבת		סוג התאורה	סוג נופי התאורה
						מצב האבט	
מרווח	מועט	מרווח	מועט	מרווח	מועט		
0-55	0-75	0-6	0-8	0-6	0-85		נופים לתאורה ישירה
0-37	0-7	0-4	0-7	0-4	0-75		נופים לתאורה שווה
0-3	0-6	0-35	0-65	0-35	0-7		נופים לתאורה בלתי ישירה

הערה: המקדמים הם בהנחה שמנקים את גופי התאורה לפחות פעם בשנה.

חשוב לדוגמה

מקדם ההפחתה γ

יש לחשב את סתקן התאורה לאולם בבית חרושת בו מבוצעות עבודות תריטה, השחזה, הברקה באמצעות מכונות כלים.

אורך האולם 40 מטר, רוחב האולם 15 מטר ונבנה 8 מטר.

הנקיון באולם מטיבוע ראון וכמות האבט מועטה. נבחר בגויות פלואורסצנטיות אורלבן ($4500^{\circ}K$) מתוצרת הארץ.

נבחר בגופי תאורה ישירים אשר ייתלו מתחת לתקרה כדי לאפשר תנועת ענורין.

שטח האולם 600 מ"ר $A = 15 \cdot 40$

עצמת הסאור הנדרשת בהתאם לטבלה מס' 1

$$E = 250 \text{ לוקס}$$

מקדם ההפחתה — לפי טבלה מס' 5 $\gamma = 0.75$

$$Rk = \frac{2 \cdot 15 + 40}{6 \cdot (8 - 0.85)} = 1.6 \text{ — מקדם האולם}$$

ניח החזרת קירות 30% והחזרת תקרה 50%.

$$\eta_j = 54\%$$

שטף האור הכולל שנדרש ממקורות האור (הנורות הפלואורסצנטיות) חושב לפי הנוסחה:

$$\Phi = \frac{250 \cdot 600 \cdot 100}{0.75 \cdot 54} = 370000 \text{ לומן}$$

שטף האור של נורת פלואורסצנט בת 40 וט הוא 2400 לומן (ראה טבלה מס' 3) לפיכך מספר הנורות הדרושות:

$$n = \frac{370000}{2400} = 154$$

אם נבחר בגופי תאורה הכוללים 2 נורות כל אחד יהיה מספר גופי התאורה 77.

אם נבחר בגופי תאורה הכוללים 3 נורות כל אחד יהיה מספר גופי התאורה 51.

מקדם ההפחתה, או מקדם הניצול כפי שהוא נקרא גם כן, תלוי בסוג הנורות, בסוג נופי התאורה ובמצב הנקיון השורר מבחינת האבט. מקדם ה' הפחתה נותן ביטוי לאבדוי שטף האור הנובעים מהתנאים השוררים במקום ומאופן חלוקת האור.

בטבלה מס' 5 נתונים מקדמי ההפחתה בתנאים שונים.

מקדם הנצילות האווית η_j

מקדם הנצילות האווית תלוי בגורמים הבאים:

- א. החזרת האור מהתקרות ומהקירות.
- ב. מקדם האולם R_k הנותן ביטוי ליחסי המידות של האולם.

לאולם המואר בתאורה ישירה

$$R_k = \frac{2a + b}{6h'}$$

לאולם המואר בתאורה בלתי ישירה

$$R_k = \frac{2a + b}{4h}$$

[מטר] a — רוחב האולם

[מטר] b — אורך האולם

[מטר] h' — המרחק האנכי של גוף התאורה מ' משטח העבודה המואר שנמצא בדרך כלל כ-0.85 מטר מעל לרצפה.

[מטר] h — המרחק האנכי בין התקרה לבין משטח העבודה.

3- סוג גוף התאורה

בטבלה מס' 6 נתונים מקדמי הנצילות האווית.

טבלה מס' 6 מקדם הנצילות האורית ב-%

30		50			75			% החתורה מחתורה % החתורה מחקירות	מקדם האולם R K	סוג טף התאורה
10	30	10	30	50	10	30	50			
31	34	31	34	38	31	34	39	0-6	N	
40	42	41	43	46	42	44	47	0-8		
45	47	46	47	50	47	48	51	1-0		
51	52	52	53	56	52	55	58	1-5		
55	57	58	58	60	57	59	61	2-0		
61	62	62	63	66	62	65	68	3-0		
64	66	65	67	69	67	69	71	5-0		
23	25	23	26	32	23	27	32	0-6	ב	
30	34	30	34	39	31	35	40	0-8		
35	36	35	39	43	36	39	44	1-0		
42	45	42	46	50	43	47	52	1-5		
46	50	47	51	55	48	52	57	2-0		
53	56	54	57	62	54	59	65	3-0		
60	61	60	63	67	62	66	71	5-0		
17	18	18	19	21	19	21	24	0-6	ג	
21	22	23	24	26	26	27	30	0-8		
24	25	25	27	29	29	30	32	1-0		
27	28	29	31	32	33	35	38	1-5		
29	31	32	34	35	36	38	40	2-0		
32	33	35	37	39	40	42	45	3-0		
34	35	38	39	41	44	46	48	5-0		
7	8	9	11	14	12	14	18	0-6	ד	
9	10	13	15	17	17	19	22	0-8		
10	12	15	17	20	19	22	26	1-0		
14	15	19	21	24	25	28	32	1-5		
15	17	24	24	27	29	32	35	2-0		
19	20	27	28	31	35	38	42	3-0		
22	23	31	33	36	42	44	48	5-0		
3	4	6	8	9	10	11	15	0-6	ה	
4	6	9	10	12	13	15	19	0-8		
5	7	10	12	14	16	19	22	1-0		
8	9	14	16	19	21	24	28	1-5		
10	11	17	18	21	25	28	32	2-0		
12	13	21	22	25	31	34	38	3-0		
15	16	25	27	29	38	41	43	5-0		

חוקון בקיאות בתחנות החשמל

- 1- הרדיוס הפנימי המינימלי של כפוף כבל : —
 - (א) תלוי במקום ההתקנה אך חייב להיות לפחות פי 5 מן הקוטר החיצוני של הכבל.
 - (ב) תלוי בסוג הבודוד והעטיפה של הכבל.
 - (ג) תלוי בכלי העבודה בהם נעשה הכפוף.
- 2- כבלים בעלי עטיפה חיצונית מפי-וי-סי. מותר להתקין בהתקנה גלויה : —
 - (א) בכל מקום.
 - (ב) רק במתקנים ביתיים.
 - (ג) רק במתקנים בהם לא נמצאים אדים העלולים להזיק לעטיפה.
- 3- אלקטרודת הארקה מלאכותית יכולה להיות עשויה מ : —
 - (א) נחושת בלבד.
 - (ב) נחושת, פלדה או ברזל יציקה בתנאי שיתאימו בצורתם ובמידותיהם המינימליות לדרישות המפורטות בתקנות.
 - (ג) רק מנחושת או מפלדה מגולוונת בצורת פסים.
- 4- במתקן המוגן בשיטת מתח נמוך מאד (עד 50 וולט בין המוליכים) והורדת המתח נעשית באמצעות טרנספורמטור : —
 - (א) הטרנספורמטור חייב להיות מסוג טרנספורמטור מבדל.
 - (ב) הטרנספורמטור יכול להיות גם מסוג אוטוטרנספורמטור.
 - (ג) הטרנספורמטור חייב להיות מבודד בבודוד כפול.
- 5- התקנת מוליכים חשופים בתוך תעלות : —
 - (א) אסורה בהחלט.
 - (ב) מותרת רק בתנאי שהמוליכים החשופים יהיו חד גידיים ולא שזורים.
 - (ג) מותרת בתנאי שתעשה בתעלה הפרדה בין קבוצות מוליכים השייכים למעגלים שונים ותהיה בתעלה אפשרות להתקנת מבדדים לנשיאת המוליכים.
- 6- ארגז מבטחים העשוי מחומר פלסטי מבדד כולל בתוכו חלקי מתכת המבודדים מהחלקים החיים.
 - (א) יש להאריק את כל החלקים המתכתיים הנמצאים בתוך הארגז.
 - (ב) יש להאריק רק את החלקים המתכתיים שלא נועדו להמצא תחת מתח.
 - (ג) אין צורך להאריק את חלקי המתכת הפנימיים.
- 7- בבית מלאכה הותקן לוח עם מבטחים ראשיים של 60 אמפר. האם יש להשאיר במקום תרשים חיבורים ?
 - (א) כן, כיוון שהמדובר בבית מלאכה.
 - (ב) לא, כיוון שהדבר דרוש רק כאשר המבטחים הראשיים עולים על 100 אמפר.
 - (ג) לא, כיון שהאחריות על הלוח מוטלת על החשמלאי האחראי על ההחזקה.
- 8- במערכת צינורות המתכת לאספקת מים מותר להשתמש כאלק-טיודה טבעית עבור : —
 - (א) זרם ישר בלבד.
 - (ב) זרם חילופין בלבד.
 - (ג) גם זרם ישר וגם זרם חילופין.

סטן בעיטל את התשובה הנכונה, כתוב את שמך וכתובתך. נזר ושלה לפי כתובת המערכת-
על המעטפה ציין "חידון".

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

תשובות התקבלנה עד יום 31-3-70.

השם _____

הכתובת _____

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

בין הפותרים נכונה את החידון מס' 8 ויונרלו 10 פרסי ספרים העוסקים בנושא השמל.

פתרון החידון מס' 7

פותרים רבים התלבטו בתשובה לשאלה מס' 6 העוסקת בחובת הארכת הגנה של מספרים בעלי טף מתכתי.

תשובה (א) — בכל מקרה, איננה מביאה בחשבון את הסטור מחובת ההארכה שנתן ב"תקנות הארקות" (תקנה 16, 2-יח) לטופו מתכת של מבטחים, מגבילו זמן ומספרים במתח שאינו עולה על 250 וולט כלפי האדמה המותקנים על ידי חברות החשמל לאספקה חציבורית כשהם מסודרים בגובה העולה על 2-30 מטר מעל הרצפה ובמקומות יבשים או כשהם אטומים בפני נשם.

תשובה (ב) — רק במיתקנים תעשייתיים או ביתיים בהם לא קיים מפסק זרם ראשי, ודאי שאיננה נכונה.

תשובה (ג) — בכל מתקן כשנובהם מעל הרצפה קטן מ-2-30 מטר, איננה מושלמת כיון שאפשר להסיק ממנה כאילו שבכל מתקן כשנובהם מעל הרצפה עולה על 2-30 אין החובה קיימת בו בזמן שהפסוד במקרה זה נתן כאמור בתקנה הנ"ל רק למספרים שהותקנו על ידי חברות החשמל לאספקה חציבורית.

כיון שאף אחת משלושת התשובות איננה מושלמת ולא ניתן להצביע עליה כפתרון נכון, החליטה המערכת לבטל את שאלה מס' 6 ולפיכך הוכללו ברשימת הפותרים נכונה את החידון מס' 7 כל אלה שענו כהלכה על 5 השאלות הראשונות, כדלקמן:

שאלה 1:	(א) ראה "תקנות מובילים" 64
שאלה 2:	(ב) ראה "תקנות הארקות" 106
שאלה 3:	(ג) ראה "תקנות כבלים" 66
שאלה 4:	(ב) ראה "תקנות מובילים" 10
שאלה 5:	(ג) ראה "תקנות הארקות" 23

* לשאלה מס' 2 יש להעיר שאמנם בתקנה 107 נאמר ששלמות האלקטרודה המלאכותית וכן שלמות מוליך הארקה לאלקטרודה המלאכותית הנותקנים במקומות של סכנת אכיל ייבדקו עד כמה שיינתן אחת ל-10 שנים לעומת זאת מחייבת תקנה 106 את הבדיקה התקופתית אחת ל-5 שנים לפחות, במתקן לייצור ולאספקת השמל.

* לשאלה מס' 3 יש להעיר שקיימים חבקים תקניים עשויים ממתכת, אולם אין להשתמש בהם לקביעת כבל לפני כיוסווי בטיח.

בסך הכל הניצו 72 פתרונות, מהם 31 נכונים. (ההשתתפות הצנועה נובעת כנראה מן העובדה שעקב השמטת דמוס לא הובטחו הפנס פרסים).

בהתאם ל"מסורת" הונרלו בין בעלי הפתרונות הנכונים 10 פרסי ספרים.



הזוכים בהנרלה הם :

אברהמי אפרים (בית קמה)
איזנברג מתי (בני ברק)
אריאלי מרדכי (בני ברק)
זונפלד משה (ירושלים)
מנחיים מרדכי (חיפה)
עמלי ארנון (נונן)
קטנוב שלמה (חולון)
קידר ירמיהו (בית גוברין)
רו שלמה (גן שמואל)
שורמן יוסף (רחובות)

שאר בעלי הפתרונות הנכונים שלא זכו בהנרלה הם :

ארליך גדעון (ארו)
אייזן יצחק (קרית שמריהו)
בן יהודה דוד (רמת גן)
גול זאב (מלטה טובה)
גרוס משה (חיפה)
גרינשטיין אלכס (עין צורים)
הופמן נתן (חיפה)
הורנקריג עוזי (ראשון לציון)
זלינגר רפאל (כפר מיסון)
טאוב צבי (רחובות)
כהן אהרון (תל אביב)
מועלס משה (בתיים)
שילברמן אהרון (בית חרות)
סימן טוב רחמים (כפר יונה)
סיגורמן בן ציון (קרית ים)
סמו יצחק (עין דור)
ספיץ שמעון (משואות יצחק)
קופלוביץ דוד (רוחמה)
קלונימוס שלומון (חיפה)
רומנו יעקב (עין שמר)
רודד אלי (לוד)

זה מול זה...
א. גולדברג



חמום מים מרכזי - דוד קונבנציונלי
(דלק)



חמום מים מרכזי - דוד חשמל
(זרם לילה)