



מרכז הדרכה לבטיחות בחשמל

בודק מוסמך למתקני חשמל – דוד מזרחי - פלאפון : 052-528708

**השתלמות**

**בבטיחות**

**בחשמל**

---

---

## תוכן העניינים

2	תוכן העניינים
3	החשמל - מבוא
5	מושגי יסוד בחשמל
7	המעגל החשמלי – חוק אום
8	הספק של צרכני חשמל נפוצים
9	הליקויים בחשמל עלולים לגרום לשתי תקלות עיקריות
9	התפתחות שריפה
12	ריכוז של ליקויים במתקני חשמל כגורמים לשריפות
13	10 הכללים למניעת שריפות כתוצאה מזרם חשמלי
14	עקרונות הפעולה של אמצעי ההגנה
15	מאמ"ט - מפסק אוטומטי מגנטי טרמי (מא"ז)
16	אופייני "זרם-זמן" של מא"זים מסוג B ומסוג C
17	התחשמלות
18	מהו הזרם שיזרום דרך גופנו אם ניגע במוליך שהמתח עליו $230V$
19	התנגדות גוף האדם בתלות מתח המגע ומצב העור
20	התוצאות הנגרמות לגוף האדם בזמן התחשמלות
21	גורמים המשפיעים על חומרת ההתחשמלות
22	עקרונות ההגנה
23	אמצעי הגנה מפני התחשמלות

---

23	הארקות.....
24	הארקות.....
25	מתח נמוך מאד (מתח לא מסוכן).....
26	הפרד מגן (שנאי מבדל).....
27	בידוד כפול.....
28	תאור עקרוני של הגנה בפני חשמול במגע ישיר.....
29	ממסר פחת.....
30	מפסק מגן לזרם דלף (ממסר פחת).....
31	סימון צבעי מוליכים בתקן החדש.....
32	חמשת כללי הבטיחות.....
33	סיכונים והוראות בטיחות בעבודות חשמלאים.....
35	עשרת הדיברות למי שאינו חשמלאי.....
37	כביסה מחשמלת - חשמול קטלני עקב הארקה לקויה.....
38	אדם ש"מבין קצת בחשמל".....
39	בעקבות שריפת נתיך אחד.....
41	קוד צבעים ישן תבע את קורבנו.....
43	התפלגות תאונות חשמול קטלניות בשנים 1988-1996.....
44	כללים להצלת נפגעים מחישמול.....

---

## **החשמל - מבוא**

**החשמל** הינו אחד ממקורות האנרגיה החשובים ביותר במשק המודרני.

ללא **חשמל** אין כמעט תנאי קיום לאדם במדינה מתקדמת.

**החשמל** מאיר, מחמם-מקרר, דירות, מוסדות ציבור, רחובות, בתי חולים ובתי ספר.

**החשמל** מפעיל מכונות ומנועים של בתי-חרושת ומפעלים. באמצעותו מופעלת הקומוניקציה- הטלפון, הרדיו, הטלוויזיה והמחשב.

**החשמל**, כמו כל מערכת אחרת, יש בו תקלות אשר הטיפול בהן דורש ידע ומקצועיות.

הטיפול **בחשמל** בצורה לא נכונה, אשר מבוצע על-ידי אדם ללא כישורים מתאימים, מהווה מפגע חמור ולעיתים אף קטלני.

מה שמאפיין, אפוא, את **הסכנה בחשמל**, זהו היעדר אזהרה מקודמת מפניה.

אכן, הסיכון בחשמל ודאי ומיוחד במינו. כדי להישמר מפניו, יש להכירו ולהבין את טיבו, וללמוד את **כללי הבטיחות** שיש למלא אחריהם בכל שימוש באנרגיה חשמלית.

---

## מושגי יסוד בחשמל

### 1. מוליך

חומר עשיר באלקטרונים חופשיים. משמש להולכת אנרגיה חשמלית מתחנת הכוח- ועד הצרכן.  
דוגמאות: נחושת, אלומיניום (חמרן), זהב, כסף, כרום, ניקל- חומרים מתכתיים.

### 2. מבודד

חומר ללא אלקטרונים חופשיים. משמש לציפוי בידוד על מוליכי חשמל.  
דוגמאות: חומרים פלסטיים, עץ, גומי, חרסינה, זכוכית, P.V.C.

### 3. זרם חשמלי – $I$

תנועה מכוונת ומסודרת של אלקטרונים חופשיים לאורכו של מוליך.

יחידת המדידה – אמפר –  $A$

דוגמא: חברת החשמל מאפשרת צריכת זרם של  $40A$

$$I = 40A$$

### 4. המתח החשמלי – $U$

הגורם המאלץ את האלקטרונים החופשיים לנוע לאורכו של מוליך, יוצר הפרש פוטנציאליים בין שתי נקודות.

יחידת המדידה – וולט –  $V$

דוגמא: חברת החשמל מספקת לצרכנים ביתיים מתח של  $230V$

$$U = 230V$$

---

**5. התנגדות חשמלית –  $R$**

התכונה של החומר להתנגד למעבר זרם דרכו.

יחידת המדידה – אום –  $\Omega$

דוגמא: התנגדותו של גוף חימום  $23\Omega$

$$R = 23\Omega$$

לכל צרכן חשמלי קיימת התנגדות חשמלית. אך גם למוליך הטוב ביותר קיימת התנגדות אשר גורמת להפסדים והתחממויות קווי ההולכה.

**6. הספק חשמלי –  $P$**

הוא המכפלה בין עוצמת הזרם למתח.

יחידת המדידה – ואט –  $W$

דוגמא: צרכן בעל הספק של 1000 ואט.

$$P = 1000W$$

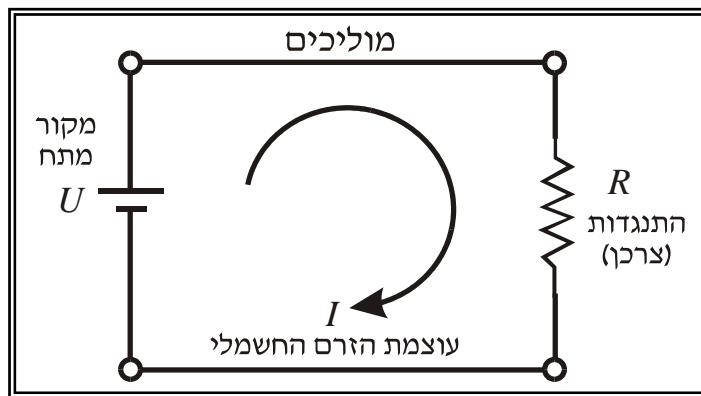
הספקו של צרכן תלוי בהתנגדותו.

## המעגל החשמלי – חוק אום

באמצעות המעגל החשמלי נגלה את הקשר בין מתח, זרם והתנגדות אשר בא לידי ביטוי בחוק אום- האומר :

שעוצמת הזרם ( $I$ ) במעגל חשמלי נמצאת ביחס ישר למתח ( $U$ ) וביחס הפוך להתנגדות ( $R$ ).

$$I = \frac{U}{R}$$



חישוב עוצמת הזרם של צרכן אשר התנגדותו  $23\Omega$  ברשת הארצית  $230V$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{230}{23} = 10A$$

ניתן לומר שההספק החשמלי  $P$  הוא מכפלת המתח בעוצמת הזרם.

$$I = \frac{U}{R}$$

בידיעת הספקו של צרכן, נוכל לחשב את צריכת הזרם של כל מכשיר חשמלי. דוגמא: חישוב עוצמת הזרם של צרכן בהספק של  $1000W$  ומיועד למתח של  $230V$ .

$$I = \frac{P}{U} = \frac{1000}{230} = 4.34A$$

ניתן לומר שברשת הארצית כל 1000W הם בערך 5A

## הספק של צרכני חשמל נפוצים

קבוצה ב' –	
מכשירים בעלי הספק בין 500 ל-2,000 ואט	
כיריים-	1,500 ואט
מערבל מזון-	600 ואט
מגהץ-	1,000 ואט
מצנם-	1,000 ואט
שואב אבק-	1,000 ואט
מייבש שיער-	1,000 ואט
מיקרוגל-	1,500 ואט
מזגן חלון לחדר קטן-	800 ואט

קבוצה א' –	
מכשירים בעלי הספק מעל 2,000 ואט	
דוד חשמל-	2,000 ואט
מכונת כביסה-	3,000 ואט
מייבש כביסה-	3,000 ואט
מדיח כלים-	3,300 ואט
מזגן מפוצל-	2,500 ואט
תנור חימום-	2,500 ואט
תנור אפייה-	3,000 ואט
קומקום-	2,200 ואט

קבוצה ג' –	
מכשירים בעלי הספק עד 500 ואט	
מקרר No Frost-	500 ואט
מקרר אוטומטי-	190 ואט
מקרר רגיל-	90 ואט
מאוורר-	50 ואט
מקפיא-	130 ואט
נורות שונות-	200 ואט
נורות הלוגן-	500 ואט
טלויזיה צבעונית-	100 ואט
וידאו-	75 ואט
מערכת סטריאו-	140 ואט
סדין חשמלי כפול-	120 ואט
מחשב אישי-	110 ואט

העומס המותר בחיבור של  $25A = 5750w$  ואט

העומס המותר בחיבור של  $40A = 9200w$  ואט

העומס המותר בהובלה של  $3 \times 25A$  תלת פאזי הוא  $17,250w$  ואט.



## **הליקויים בחשמל עלולים לגרום לשתי תקלות עיקריות**

- א. נזק לציוד ולרכוש עקב שריפות.
- ב. התחשמלות – "מכת חשמל" (העברת זרם חשמלי בגוף האדם) = מוות.

### **התפתחות שריפה**

במקרי שריפה רבים מציינים את הקצר החשמלי כגורם לשריפה. זרם החשמל גורם לשריפה רק אם קיימים תנאים סביבתיים המסייעים להתפתחות השריפה.

#### **התחממות מוליכים**

אנרגיה של הזרם החשמלי ניתנת להמרה לאנרגיה כימית, לאנרגיה מיכנית, לאור ולחום. את ההמרה לאנרגיית החום מנצלים בתנורים ובמנורות לביון, בהם הדבר מתוכנן ורצוי. אך התחממות מוליכים אינה רצויה, בזמן העמסת מוליכים מעל המותר.

#### **מגעים וחיבורים בלתי תקינים (רופפים)**

- א. התחממות מוליך חשמלי נמצא ביחס ישר גם להתנגדות המוליך. כדי למנוע התחממות מגעים וחיבורים משתדלים שהתנגדות המעבר תהיה קטנה ככל האפשר.
- ב. בורג לא מהודק כראוי או לחץ בלתי מספיק בין משטחי המגע, לכלוך או תחמוצת מתכת המכסים את משטחי המגע, גורמים להתנגדות גדולה מדי ומביאים להתחממות מקומית של משטחי המגע, דבר שעלול ליצור מוקד אפשרי לשריפה.
- ג. מגע בלתי מספיק (רופף) נוצר:
  - כתוצאה מתנודות ורעידות החלקים במערכת או עיוותים (דפורמציה);
  - בשל רשלנותם של מרכיבי המערכת או של אנשי התחזוקה.
- ד. רק בדיקה מקצועית ותקופתית ותיקון כל פגם שנתגלה (הידוק החיבורים והמגעים), עשויים למנוע מוקד אפשרי של שריפה.

### **ניצוץ וקשת חשמלית**

- א. בשעת חיבור מעגל חשמלי למקור הזרם או בשעת ניתוקו עלול להיווצר ניצוץ, ובתנאים מסוימים, אם עוצמת הזרם גדולה, נוצרת להבה ("קשת חשמלית").
- ב. ביחוד גדלה האפשרות היווצרות קשת חשמלית בשעת טיפול במיתקנים חשמליים חיים. מברג שהחליק וחיבר שני קטבים.
- ג. במקומות רוויים גזים או אדים דליקים או נפיצים, ניצוץ עלול לגרום לשריפה או להתפוצצות.
- ד. קשת חשמלית עלולה לגרום לסנוור ולכוויות, להתלקחות חומרים וגזים וכן להתפוצצותם.

### **מכשירי חימום**

מכשירי חימום חשמליים כגון תנור חשמלי, מגהץ, מלחם, כף חשמלית וכדומה, בתנאים מסוימים, ובהתאם לכללי עבוד הבטוחים, וכל חריגה מתנאים אלה עלולה להפכם למוקד שריפה.

### **הגנות**

ההגנה היעילה ביותר כנגד שריפות חשמל היא מניעתן מראש. אמצעי הגנה מקובלים:

#### **כנגד קשת:**

- א. השקעת המתקן בשמן או בחול מבודד המכבה את הניצוצות.
- ב. שמירה על אטמוספירה נקיה מגזים דליקים בסביבתו המידית של המתקן.
- ג. שימוש בציוד בעל "בטיחות עצמית" (Intrinsic Safety) – ציוד שגם אם יישרף האנרגיה המשתחררת לא תספיק להצתת האטמוספירה.

#### **כנגד חימום:**

שימוש בנתיכים/ מפסקים חצי אוטומטיים המנתקים את המתח בעת הופעת זרם יתר. משך הזמן מרגע הופעת זרם יתר ועד הניתוק תלוי בעוצמת הזרם.

### **סיווג שריפות**

שריפה סוג א' – חומר מוצק המכיל פחמן ובווער עם או בלי להט.  
שריפה סוג ב' – נוזלים דליקים.

---

שריפה סוג ג' – שריפה בתוך או בקרבת מתקן חשמל חי.  
שריפה סוג ד' – גזים.  
אנו נדון בשריפה מסוג ג' בלבד.

**חומר כיבוי לשריפה מסוג זה:**

א. אבקות.

ב. גזים.

**מטפה אבקה**

יתרון: ניתן בעזרתו לכבות אדם שבגדיו בוערים.  
חסרון: לא ניתן לשימוש חוזר, גורם נזקי כיבוי.

**מטפה גז  $CO_2$**

יתרון: ניתן לשימוש חוזר, לא גורם נזקי כיבוי.  
חסרון: כושר כיבוי לא גבוה, קשה לטלטול. קיימת סכנת חנק לבני אדם.

**מטפה גז (הלוגנים למיניהם)**

יתרון: כושר כיבוי גבוה, קל לטלטול  
חסרון: מידה של רעילות בחללים סגורים במגע עם אש.

**הצבת המטפים:**

יש לפזר את המטפים בנקודות שונות, עדיף ליד מקומות בעלי סיכון שריפה גבוה, ביחידות נוחות לטלטול של לא יותר מ- 10 ק"ג.

---

## **ריכוז של ליקויים במתקני חשמל כגורמים לשריפות**

- ★ העמסת מוליכים מעל לעומס המותר.
- ★ מגעים רופפים, חיבורים רשלניים לציוד ואביזרים.
- ★ השחלת מוליכים נוספים במובילים של מתקן קיים. (קו למזגן דרך צנרת חשמל קיימת).
- ★ חסימת פתחי אוורור של ציוד חשמלי כגון מנועים.
- ★ התקנת נורות בהספקים גבוהים מהמותר.
- ★ התקנת גופי תאורה (הלוגן) בקרבת ריהוט ובדים.
- ★ התקנת לוחות חשמל בארונות עץ והעדר אטימה.
- ★ שימוש חריג במפצלים.
- ★ הוספת עומסים ללא התאמת המתקן ע"י חשמלאי. הגדלת חיברו מחברת החשמל.
- ★ ביצוע התקנות חשמל ע"י אנשים שאינם חשמלאים.

---

## **10 הכללים למניעת שריפות כתוצאה מזרם חשמלי**

1. יש להקפיד על שימוש באמצעי הגנה (מבטחים, ממסרים) מתוכננים ומתאימים למערכת החשמל.
2. יש להבטיח את האפשרות של פיזור החום הנוצר במערכת.
3. יש להקפיד על פעולות אחזקה יעילות תוך בדיקת הידוק המגעים, שלמות הבידוד ותקינות המערכת.
4. יש להקפיד על ניקיון מתקני החשמל.
5. יש לדאוג להרחקת חומרים דליקים מקרבת מערכת החשמל.
6. אסור לחבר למערכת קיימת מתקנים נוספים מבלי לבדוק אם לא נגרם עומס יתר למעגל החשמלי.
7. אסור להכניס מבטחים מסולפים או מבטחים לזרם גדול מהמתוכנן למערכת החשמלית.
8. יש להתקין אמצעי כיבוי מתאימים בקרבת מערכת החשמל בלוחות חשמל מעל 100A מטף כיבוי.
9. יש לקבוע עדיפויות של ניתוק זרם החשמל במקרה של שריפה. רק איש מוסמך (קצין כיבוי וכו') יקבע איזה מעגל חשמלי ניתן להשאיר בפעולה בעת שריפה.
10. יש לבצע בדיקות תקופתיות ללוחות החשמל באמצעות מצלמה תרמוגרפית.

---

## עקרונות הפעולה של אמצעי ההגנה

### חימום-

במנגנוני הגנה תרמיים.

### שדה מגנטי-

במנגנוני הגנה אלקטרומגנטיים.

### המנגנון התרמי-

מזהה חום הנוצר עקב מעבר זרם דרכו. כתוצאה מחום זה קיימות שתי שיטות:

1. היתוך - בסיום החימום הנוצר עקב  $E=I^2.R.T$  גורם לניתוק.
2. תנועה מכנית - המתקבלת מהתקן העשוי משתי מתכות בעלות מקדם התפשטות תרמי שונה (דו-מתכתי).

### המנגנון המגנטי-

הגנה זו מתבססת על השדה המגנטי הנוצר במוליך אשר זורם בו זרם.

### מבטיחים

מחוברים בטור למעגל כחלק החלש במערכת ומשמשים כנקודת תורפה שתפקודה לנתק את זרימת הזרם במעגל בזמן של תקלה.

**הנתיך** - פועל על עקרון חוט להט אשר דרכו עובר כל הזרם במעגל. וניתך כאשר הזרם דרכו גדול המותר.

**מפסק זרם חצי אוטומטי** - מא"ז - משלב את שני מנגנוני ההגנה.

**תרמי** - דו-מתכת להגנה מפני זרם יתר.

**מגנטי** - להגנה מפני זרם קצר.

## מאמ"ת - מפסק אוטומטי מגנטי תרמי (מא"ז)

תפקיד: לנתק את המעגל

- א. זרם קצר: זהו זרם גדול המופיע כאשר עקב תקלה במעגל נוצרת לנו התנגדות נמוכה מאוד.
- ב. זרם יתר: זהו זרם אשר עולה מסיבה כלשהי על הזרם המותר במעגל.

מבנה:

המאמ"ת מורכב משני חלקים עיקריים:

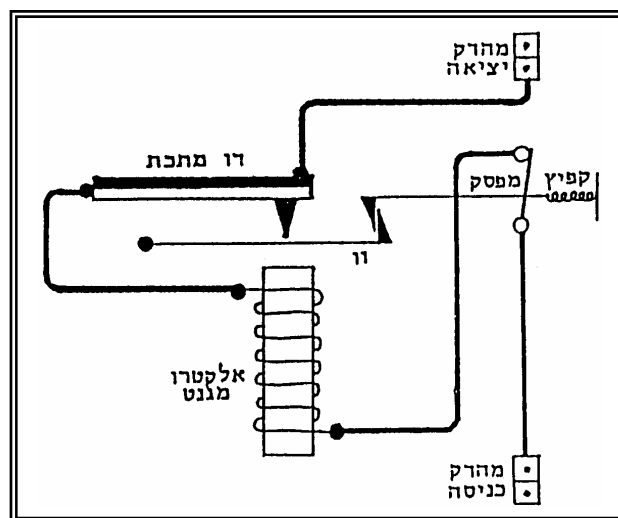
- א. אלקטרו-מגנט, להגנה מפני זרם קצר.
- ב. דו-מתכת, להגנה מפני זרם יתר.

חיבור המרכיבים במאמ"ת:

הזרם נכנס למאמ"ת עובר דרך מהפסק דרך האלקטרו-מגנטי הדו-מתכת ויוצא למעגל.

עיקרון פעולה:

- א. כאשר נוצר קצר מסיבה כלשהי יזרום זרם גבוה דרך האלקטרו-מגנט שימשוך את הוו, כתוצאה מכך המפסק ישתחרר ויפתח את המעגל.
- ב. כאשר יזרום זרם יתר הדו-מתכת יתחמם, יתכופף וידחוף את הוו. כתוצאה מכך המפסק ישתחרר ויפתח את המעגל.

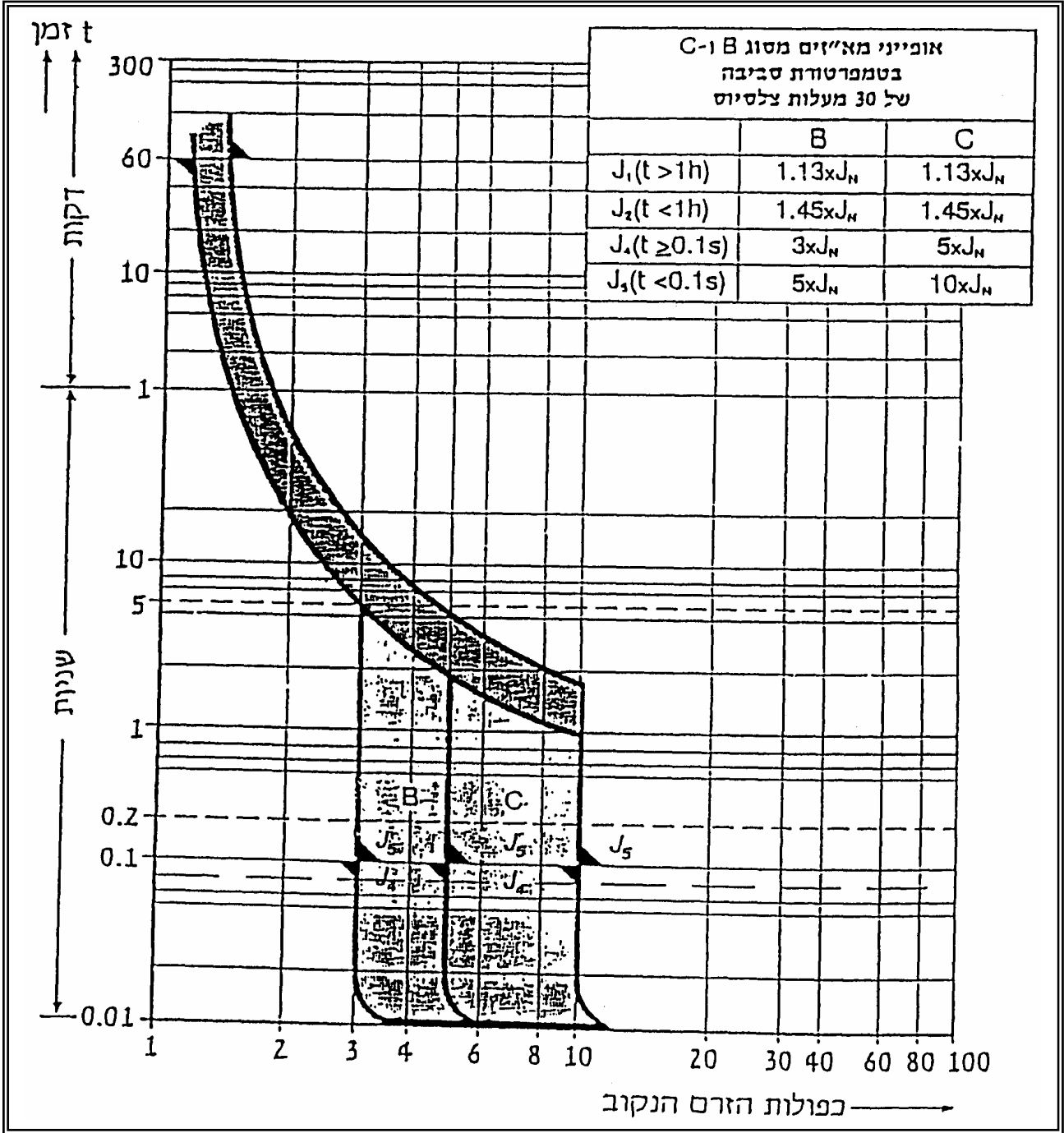


אופייני "זרם-זמן" של

איור 2 - מאמ"ט

מא"זים מסוג B ומסוג C

## אופייני "זרם-זמן" של מא"זים מסוג B ומסוג C





## התחשמלות

מעבר זרם דרך גוף האדם = אשר תלויה בהתנגדותו.

התחשמלות עלולה להיגרם בשני מקרים :

1. מגע ישיר במתח חי - מולכים חשופים.
2. מתח מגע העלול להופיע בזמן תקלה על גבי כמסיר בעל מעטה מתכתי.

עוצמת זרם החישמול לפי הנוסחה.

$$I = \frac{V \text{ מתח המגע}}{R \text{ התנגדות גוף האדם}} \text{ זרם חישמול}$$

במתקני חשמל אמצעי הגנה בסיסי הוא בידוד חשמלי שמבטיח בפני נגיעה בחלקים שדרכם עובר זרם חשמלי אך פגיעה בבידוד אשר ניזוק יצור גורם סכנה ומגע ישיר במתח חי.

כל מתקן חשמלי צריך להיות מבוצע בצורה כזאת שאדם המתחזק אותו או משתמש בו לא יהיה המסוגל לגעת במקרה בחלק נושא זרם. מאידך יש לבודד כל החלקים האלה מהגופים המתכתיים במכשיר.

### צריך לדאוג:

- א. בידוד עבודה - (ניתן לבדיקה ע"י מגר טיב הבידוד מוגהאום מטר).
- ב. התקנת מכסים ומעטים.

בדיקת טיב הבידוד נעשית באמצעות מכשיר מדידה מוגה אום מטר - "מגר" אשר מצויד במקור מתח 500V ומכוייל במגהאומם התנגדות תקינה של בידוד אינה צריכה לרדת מתחת 1MΩ מוגהאום

$$R \text{ בידוד} = \frac{IV}{0.5 - 1mA} = 1000 - 2000 \Omega/V$$

---

**מהו הזרם שיזרום דרך גופנו אם ניגע במוליך שהמתח עליו 230V**

- א. אנו יבשים והתנגדות המגעים הכוללת היא  $200K\Omega$  ?  
ב. אנו רטובים והתנגדות המגעים הכוללת היא  $1000\Omega$  ?

$$I = \frac{U}{R}$$

- א. כאשר ההתנגדות היא  $200K\Omega$  הזרם יהיה:

$$I = \frac{230}{200,000} = 1.15m A$$

זרם שבקושי נרגיש.

- ב. כאשר ההתנגדות היא  $1000\Omega$  הזרם יהיה:

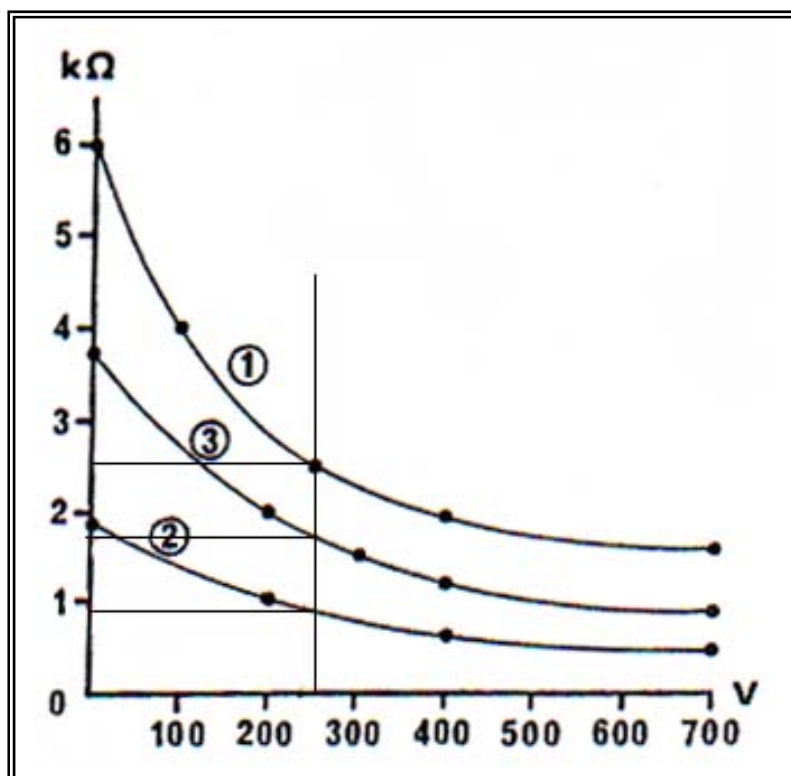
$$I = \frac{230}{1000} = 230m A$$

זרם הגדול בהרבה מזרם השחרור ועלול לגרום למוות תוך מספר דקות.

**ההבדל בין יובש לרטיבות עלול להיות ההבדל שבין חייט ואות.**



## התנגדות גוף האדם בתלות מתח המגע ומצב העור

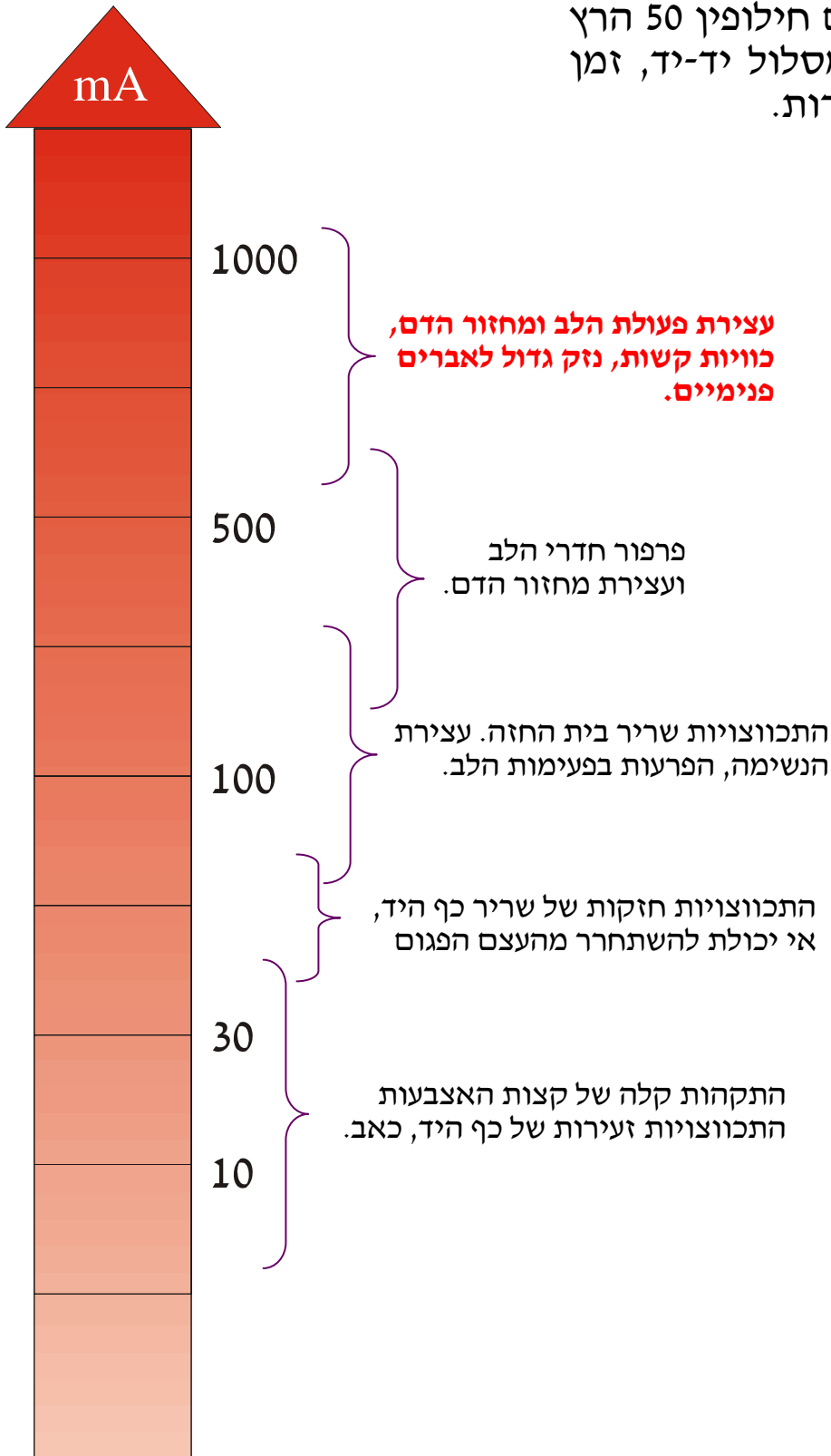


2. עור לח

3. ערכים ממוצעים

## התוצאות הנגרמות לגוף האדם בזמן התחשמלות

תוצאות פגיעה בזרם חילופין 50 הרץ  
במתח 230 וולט במסלול יד-יד, זמן  
הזרימה- שניות בודדות.



---

## **גורמים המשפיעים על חומרת ההתחשמלות**

### **זרם החשמול**

הפרש הפוטנציאלים בין הגוף שבו אנו נוגעים לבין הרצפה. הוא מתח המגע המופיע על הגוף המחשמל (230 וולט).

### **התנגדות המגע**

תלויה בשטח המגע ובמידת הלחות(יד מזיעה או רטובה). עובי העור או לחילופין פצעים ומחלות עור.  
ככל ששטח המגע גדול יותר והיד הנוגעת רטובה, אזי ההתנגדות קטנה יותר.

### **התנגדות המגע "בצד השני"**

תלויה במגע עם הרצפה (בטון, מתכת, עץ, לינוליאום, P.V.C.). סוג הנעליים (סוליית עור או גומי), רגליים יחפות ורטובות. ברצפת מתכת ורגליים יחפות ורטובות ההתנגדות קטנה יותר.

### **זמן החשמול**

תלוי בזמן התגובה של אמצעי ההגנה (הניתוק), או אדם קרוב למשך זמן החשמול חשיבות רבה ככל שזמן זה ארוך יותר, הנזק הנגרם לגוף האדם גדול יותר.

### **סוג הזרם תדירותו**

זרם ישר מסוכן יותר מזרם חילופין.  
זרם בתדירות נמוכה מסוכן יותר.

### **מצבו הבריאותי של האדם המתחשמל**

לאדם חולה, במיוחד כשמדובר במחלות לב, נגרם נזק גדול יותר.  
אדם בריא במצב רוח מרומם יכול לרוב לעמוד בזרם גבוה יותר.

---

## עקרונות ההגנה

באופן כללי אפשר לציין שלושה עקרונות הגנה בסיסיים:

♦ ניתוק מהיר של המתח המסוכן.  
אם מכשיר ההגנה מסוגל לחוש בתקלה העלולה לגרום להתחשמלות או בהתחשמלות עצמה, ולנתק את המעגל מספיק מהר - לא ייגרם לאדם המתחשמל כל נזק.

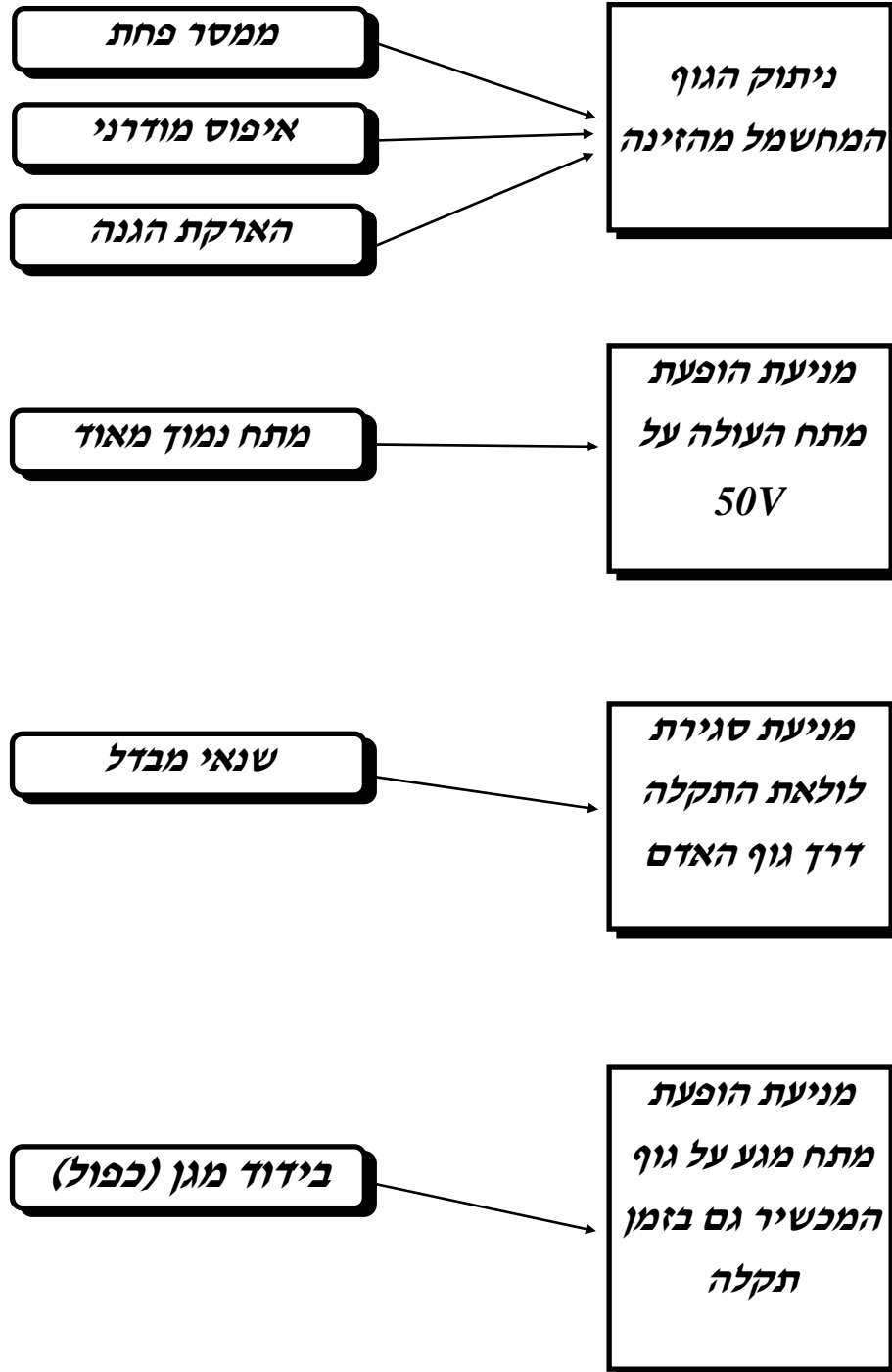
♦ הקטנת מתח המגע.  
ככל שמתח המגע ( $U$ ) ממנו מתחשמלים נמוך יותר –  
גם הזרם  $I = \frac{U}{R}$  נמוך יותר.

♦ הגדלת ההתנגדות דרכה עובר הזרם ה"מחשמל".

לפי חוק אום  $I = \frac{U}{R}$  אם אין באפשרותנו להקטין את  $U$  עלינו להגדיל את  $R$  כדי להקטין את  $I$ .

התנגדות  $R$  היא ההתנגדות הכוללת במעגל התקלה בו זורם הזרם.  
התנגדות זו כוללת גם את התנגדויות המגע והתנגדויות הגוף וגם את התנגדויות שאר מרכיבי המעגל מהמקור ועד לאדם המתחשמל.

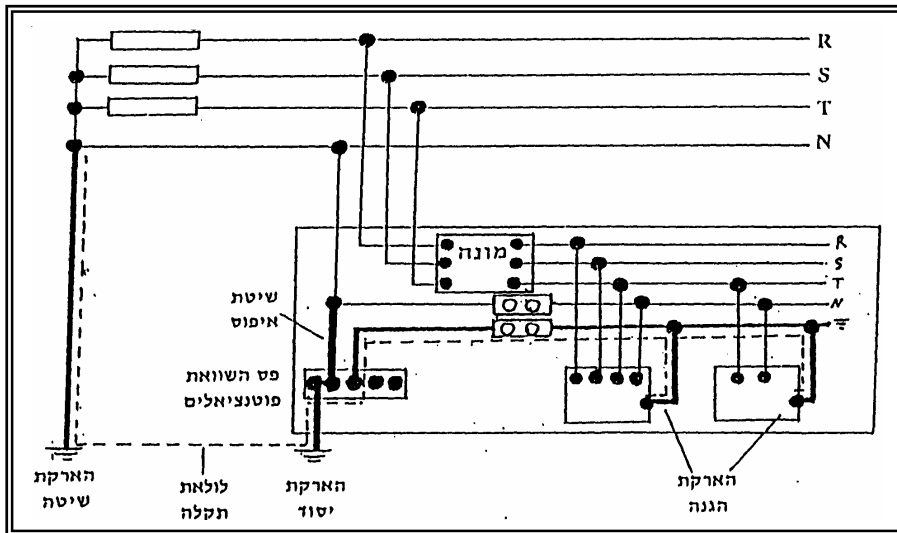
## אמצעי הגנה מפני התחשמלות



## הארקות

### תפקיד :

להגן על האדם מפני התחשמלות כאשר מוליך הפזה נוגע בגוף מתכתי.



### מבנה :

המערכת מורכבת מארבעה חלקים :

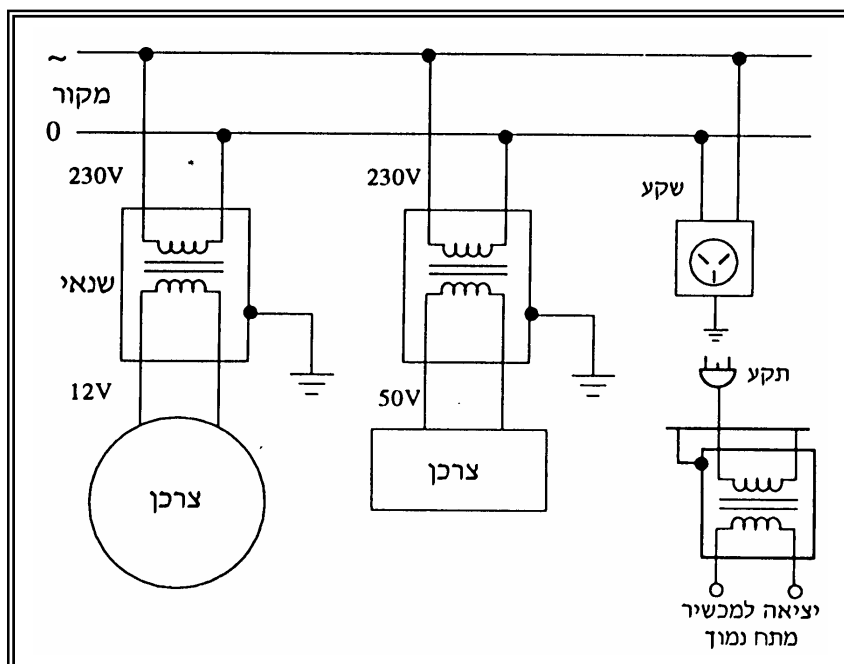
- א. הארקת שיטה - מחברת את נקודת האפס של מקור הזינה לאדמה.
- ב. הארקת הגנה - מחברים כל מכשיר בעל מעטה מתכתי לפס הארקה בלוח החשמלי, ומלוח החשמל לפס השוואת פוטנציאלים.
- ג. הארקת יסוד - מחברת את פס השוואת פוטנציאלים למסה הכללית של האדמה, ע"י ריתוך כל יסודות הבניין ביניהם וחיבורם לפס השוואת פוטנציאלים ע"י פס מגולוון.
- ד. שיטת האיפוס - מחברת את מוליך האפס הראשי לפס השוואת פוטנציאלים.

### עקרון פעולה :

כאשר מוליך הפזה נוגע בגוף בעל מעטה מתכתי נוצרת לולאת תקלה דרך הארקת הגנה, הארקת יסוד והארקת שיטה לנקודת האפס של מקור זינה, כך נוצר לנו מגע בין הפזה לאפס והיות והתנגדות לולאת התקלה נמוכה יזרום זרם קצר במעגל והנתיך יקפוץ המתח במעגל התנתק ואדם שייגע בגוף המכשיר לא יתחשמל. שיטת האיפוס משפרת את לולאת התקלה היות והיא מחברת את פס השוואת פוטנציאלים ישירות לנקודת האפס של מקור הזינה.



## מתח נמוך מאוד (מתח לא מסוכן)



### מתח נמוך מאוד - עד 50V

● מתח לא מסוכן - בהנחה שהתנגדות גוף האדם המינימלית היא כ-1500Ω וזרם עד 30mA מוגדר כזרם עזיבה.

● חישוב המתח הבטיחותי

$$U = R \times I \quad R - \text{התנגדות גוף האדם}$$

$$U = 1500 \times 0.03 = 45V \quad I - \text{זרם מעל זרם עזיבה}$$

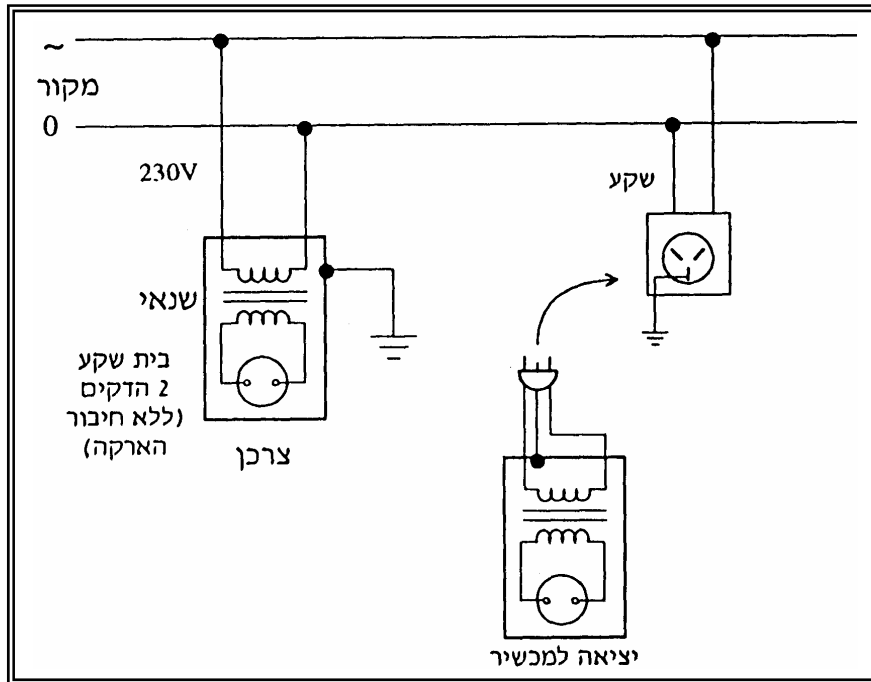
● שימושים - באוהלים ומקלחות בצה"ל ומקומות שבהם יש סכנת התלקחות של חומרים דליקים.

● חסרונות - דורש מקור מתח נפרד, צרכנים במתחים משונים, צריכת זרם גבוהה של אותם צרכנים.

אין להאריק את חלקי המתכת של מכשירים החולניס באתח נמוק מאוד.

שיט לפי!

## הפרד מגן (שנאי מבדל)



### הפרד מגן (שנאי מבדל)

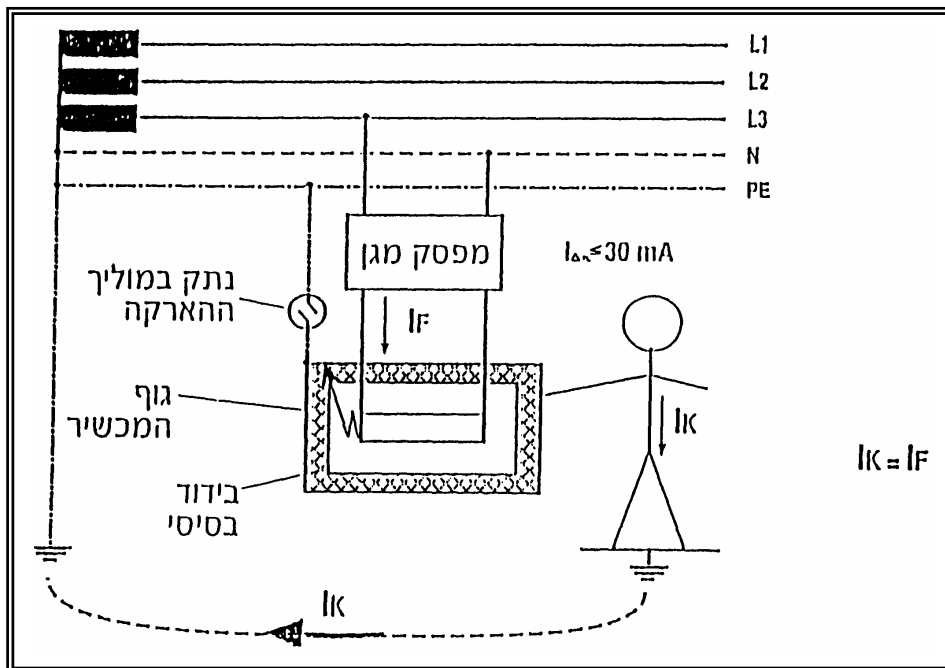
- ↔ בשנאי אין קשר גליוני (חשמלי) בין ליפופיו.
- ↔ המתח בסליל המשני "צף" ביחס למתח הרשת.
- ↔ מגע במוליך "חיי" אחד לא יסגור מעגל עם האדמה.
- ↔ מונע סגירת לולאת התקלה (מעין ניתוק של הארקה השיטה).
- ↔ שימוש בשנאי מבדל שיחס הליפופים 1:1, מאפשר הפעלת מכשירי חשמל במתח הרשת.
- ↔ אסור לחבר יותר ממכשיר אחד - עד 16A.

אין להאריק את חלקי המתכת של מכשיר האופן  
ההפוך מאלו





## תיאור עקרוני של הגנה בפני חשמול במגע ישיר

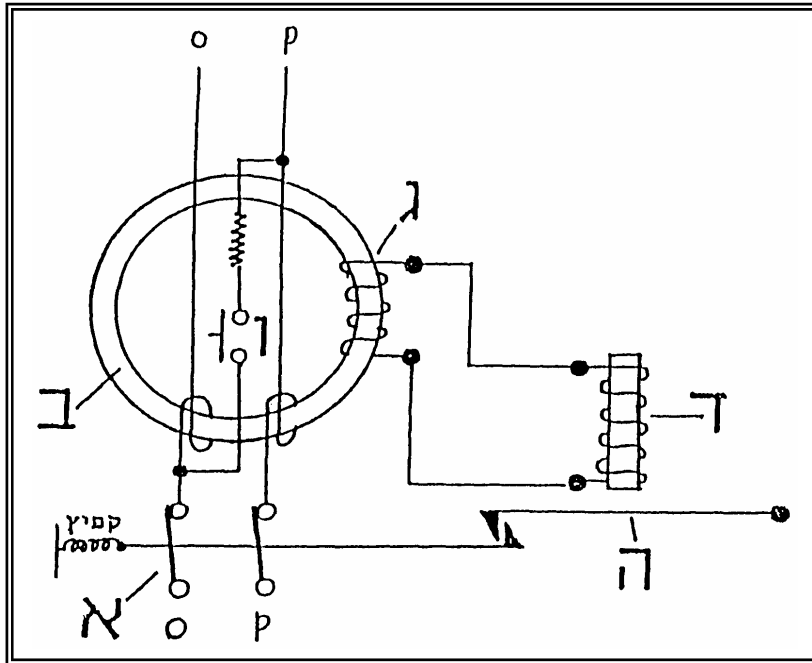


במצב של תקלה נבחין בשני מקרים:

- א. גוף המכשיר מחובר למוליך הארקה. במקרה זה יזרום זרם המופע דרך מוליך הארקה ולא יחזור דרך מוליך האפס - זרם זה נקרא "זרם דליפה" או "זרם זליגה" אשר יגרום להפעלת יחידת האיזון אשר תיצור שטף מגנטי בליבה המסוגל להפעיל את הסליל האלקטרו-מגנטי להפעלת יחידת הניתוק.
- ב. גוף המכשיר אינו מחובר למוליך הארקה. במקרה של מגע בין מוליך המופע לגוף המכשיר יחידות האיזון והניתוק לא ירגישו ולכן לא יפעלו. אך ברגע שאדם העומד על הרצפה נוגע בגוף המכשיר המתכתי ותיווצר זרימת זרם דרכו (לאדמה) תכנס מערכת האיזון לפעולה ותגרום לניתוק הזרם.

## ממסר פחת

**תפקיד:** להגן על האדם מפני התחשמלות ועל מתקנים ומערכות בפני שריפה.



**מבנה:**

- א. מפסק דו קוטבי שתפקידו לנתק את הזרם במעגל במקרה של תקלה.
- ב. טבעת בעלת מוליכות מגנטית טובה, שמלופפים עליה הפזה ואפס ליפוף אחד לכל אחד, וכן סליל משני (ג) בעל מספר ליפופים.
- ג. סליל משני המלופף על הטבעת במספר ליפופים.
- ד. סליל אלקטרו-מגנטי המחובר לסליל המשני (ג).
- ה. וו נעילה של המפסק הדו קוטבי (א) שמופעל ע"י אלקטרו-מגנט.
- ו. לחצן בדיקה.

---

## מפסק מגן לזרם דלף (ממסר פחת)

### עיקרון פעולה

1. יחידת איזון - משווה בין הזרם במוליך המופע לבין מוליך האפס אשר מלופפים על ליבת גרעין.
  2. יחידת הניתוק - הינה סליל נוסף המלופף על ליבת הגרעין, המחובר לאלקטרו-מגנט השולט על מנגנון מכני של המפסק.
  3. יחידת בדיקה - כוללת לחצן ונגד הגורמים להפרת האיזון בצורה מבוקרת וניתוק המעגל.  
ערך הנגד יהיה שווה לזרם רגישות הממסר.
- תפקידו העיקרי להתריע בפני תקלה במכשיר או בקו ההזנה הגורם לזרמי זליגה מעל  $30mA$  (מיליאמפר) ולנתק את המתח.
  - ממסר הפחת אינו מקטין את הזרם העובר דרך ה"קורבן" המחושמל, אלא רק מגביל את משך הזמן  $10-30ms$  (מילישנייה).
  - ממסר הפחת - אינו מבטל את החובה במבטיח ראשי בלוח משום שהוא אינו מנתק את אספקת החשמל כאשר במעגל זורם זרם יתר או זרם קצר. אינו מבטל חלילה את הצורך בשימוש בהארקה.

## סימון צבעי מוליכים בתקן החדש

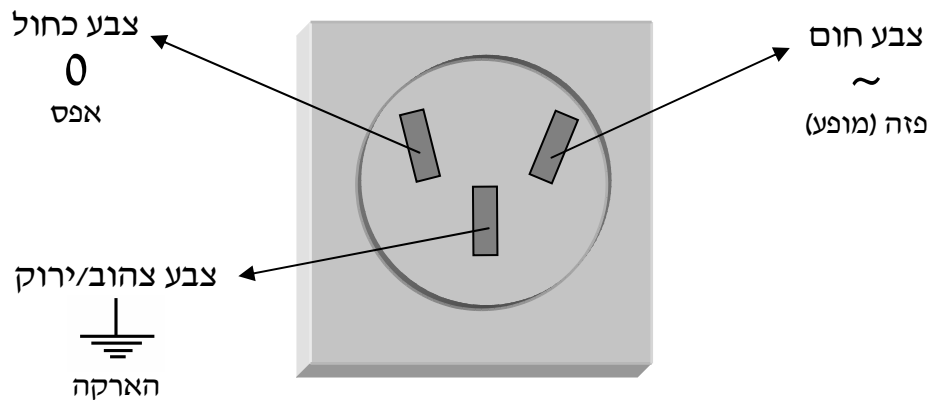
### מוליכים

א. מוליכים במערכות תלת מופעיות (תלת פזיות)

מופע R	- צבע חום
מופע S	- צבע חום עם פס כתום לאורכו
מופע T	- צבע חום עם פס שחור לאורכו
אפס	- צבע כחול
הארקה	- שילוב צבעים צהוב ירוק

ב. מוליכים במערכות חד מופעיות (חד פאזיות)

מופע	- צבע חום
אפס	- צבע כחול
הארקה	- שילוב צבעים צהוב ירוק
מוליך PEN	מוליך המגשר בין מוליך האפס בכניסת קו הזינה למבנה ובין פס השוואת הפוטנציאלים של המבנה יהיה בצבע כחול ובקצותיו יותקן שרוול מתכווץ בשילוב צבעים צהוב ירוק.



הערה: צבע גידי הכבלים מבוסס על ת"י מ-1 ביולי 1995.

---

## חמשת כללי הבטיחות

המוסד המרכזי לבטיחות חשמל של גרמניה ערך 5 כללי בטיחות על-מנת למנוע תאונות בעבודתו של החשמלאי.

### 1. נתק מתח

לפני ביצוע פעולה כלשהי במתקן חשמלי "חיי" נתק את המתח ע"י הפסקת המפסק הראשי של המתקן או לחילופין ע"י הוצאת הנתיכים הראשיים.

### 2. בדוק העדר מתח

בדוק בעזרת מכשיר מדידה תקין (לא טסטור!) אשר נבדק לפני ניתוק המתח, אם קיים מתח במתקן. יש מקרים שלמרות הפסקת מפסק או שליפת נתיכים יש עדיין מתח במתקן בגלל חיבור נוסף.

### 3. מנע חיבור חוזר

נעלת את ידית המפסק הראשי לאחר הפסקתו ושלט "מתקן בטיפול חשמלאי". במקום נתיכים רצוי להתקין אביזרים מיוחדים אשר מונעים הכנסת נתיכים. על מא"זים מופסקים חובה לתלות שלט:

**"אסור לחבר! עובדים בקו".**

### 4. חבר מקצר והארק

חבר מקצר בין כל הפזות והאפס להארקה גם מצד מתח נמוך.

### 5. כסה ציוד סמוך הנמצא תחת מתח

כאשר העבודה מבוצעת בלוח או מתקן בו הופסק המתח רק בחלק של המתקן, יש לכסות את החלקים החשופים הנמצאים תחת מתח. כיסוי זה בא למנוע מגע מקרי בחלקים חשופים בזמן העבודה.



## **סיכונים והוראות בטיחות בעבודות חשמלאים**

### **הסיכונים לחשמלאים טמונים במצבים הבאים:**

- ↪ כשמנתקים את המתח, אך בטעות לא מהמתקן שבו רוצים לטפל;
- ↪ כשגורמים לניתוק מתח חלקי בלבד ובטעות נשאר מתח בחלק מן המתקן בו מטפלים;
- ↪ פגם במכשיר המנתק, שמשאיר מתח במתקן;
- ↪ הכנסת מתח למתקן בעת הטיפול בו;
- ↪ טיפול במתקן חי, כלומר עבודה תחת מתח כשקיימת סכנת התחשמלות בשל ליקוי בידוד הציוד או בביצוע תנועה לא נכונה.

### **אמצעי המניעה כנגד סיכונים אלה הם:**

- ↪ ניתוק המתקן מכל מקורות הזינה האפשריים;
- ↪ הצבת שלטי אזהרה על מכשירי החיבור ונעילתם;
- ↪ הרחקת הנתיכים ונעילתם;
- ↪ בדיקה להעדר מתח לפני ביצוע העבודה;
- ↪ בקווים עיליים ובמתקני מתח גבוה, צריכים אחרי ניתוק המתח, לחבר את המוליכים בניהם ("לקצר") ולאדמה, כדי להביא לידי הפסקה אוטומטית כשמחברים מתח בטעות;
- ↪ למניעת מכת חשמל בעת עבודה תחת מתח:
  - ↪ חייבים העובדים להשתמש רק בציוד בדוק;
  - ↪ בהתאם לתקנות (ק"ת 2034), יבצעו עבודה תחת מתח לפחות שני חשמלאים שהוסמכו במיוחד לעבודה במתקן חי;
  - ↪ יש להרחיק כל חפצי מתכת (כגון טבעת, שרשרת) מגוף העובד;
  - ↪ יש לכסות אברי הגוף ולהשתמש במגן פנים;
  - ↪ יש לכסות בחומר במדד את כל החלקים מחומר מוליך, הנמצאים בקרבת נקודת העבודה;
  - ↪ יש לטפל בכל עת במוליך של פזה אחת בלבד;

- 
- ← יש לשמרו שבכל עת יהיה מרחק בטיחות ביניהם לבין מוליכים חשופים שאינם בטיפול;
  - ← יש לעבוד בנוכחות חשמלאי אחר ותחת השגחתו;
  - ← עבודה תחת מתח תבוצע אך ורק כשהמצב מחייב זאת;
  - ← אין לבצע עבודה תחת מתח בתנאים של סיכון מוגבר (גשם).

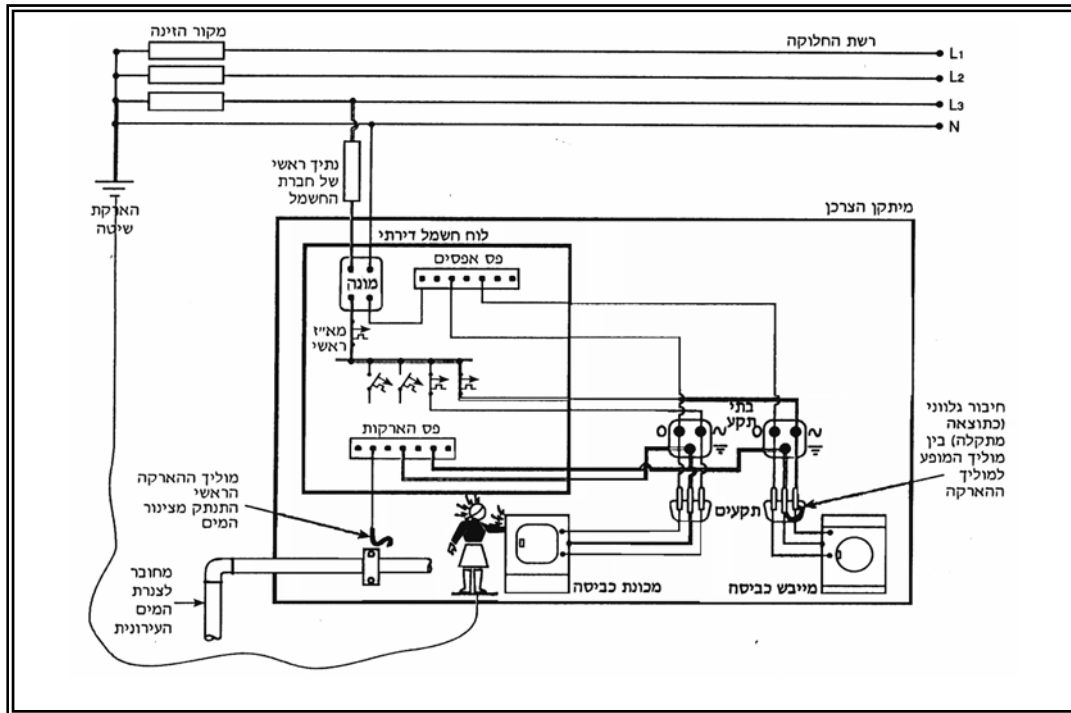
## עשרת הדיברות למי שאינו חשמלאי

1. לפני השימוש במכשירים או במתקני חשמל, יש לוודא את תקינותם;
2. יש להשתמש רק במתגי ההפעלה וה"כפתורים" החיצוניים, המיועדים לשימוש על ידי המפעיל. אסור לשנות ערכים של מתקני בטיחות המשולבים במכשיר;
3. אסור באיסור חמור להשתמש במכשירי חשמל רטובים. כמו כן, אין לטפל במתקני חשמל רטובים, וגם לא כאשר הידיים או הרגליים רטובות;
4. במקרים של תקלות, יש לנתק מייד את זרם החשמל ולהוציא את התקע, ולסמן את המכשיר ולהעבירו לתיקון אצל חשמלאי מאושר;
5. יש לדווח באופן מיידי לחשמלאי על כל תקלה או תופעה בלתי שגרתית במכשירים ובמתקני חשמל. אין להמשיך את השימוש במתקן או במכשיר כזה, וצריך למנוע גם מאחרים לעשות כן, תוך הצבעה על הסיכונים;
6. אין לבצע תיקונים או "טיפולים" במכשירים ובמתקנים חשמליים, גם אם הם נראים פשוטים ביותר. לעובד הלא-מקצועי אין ידע מספיק על הסיכונים אפשריים;
7. יש לעיין לפני השימוש במכשירי עבודה חשמליים ובמכשירים חשמליים ניידים אחרים, בהוראות הבטיחות. הדבר נכון במיוחד עבור עבודות הנעשות בתנאים מיוחדים, כמו למשל: חום קיצוני, קור, לחות, השפעות כימיות או גם בתחומי אש ומקומות המכילים סיכוני התפוצצות (בגלל החומרים שבהם);
8. לעולם, אסור לפתוח או להסיר כיסויים מעל אזורים הכוללים חיבורים חשמליים גלויים או קופסאות מיתוג. יש להקשיב ולציית לאזהרות ולהתייחס ברצינות למחסומים המזהירים או המונעים גישה אל מוליכי זרם חשמלי גלויים;
9. ביצוע עבודה בקרבת מתקן חשמלי מחייבת תשומת לב מיוחדת, ואם יש צורך - לקבל הנחיות חשמלאי מורשה;
10. יש לנקוט באמצעי זהירות מיוחדים, לפני תחילת העבודה, בקרבת מוליכים או כבלים נושאי מתח חשמלי גלויים. יש להתעניין ולקבל הוראות שנקבעו לעבודות כאלה על-ידי הגורם המקצועי, ולנהוג לפיהן.

---

# תאונות חשמל ולקחיהן

## כביסה מחשמלת - חשמול קטלני עקב הארקה לקויה



איור 11

קצר בין מוליך הארקה למוליך המופע (פזה) בתקע של מייבש הכביסה, ותקע בנתק במוליך הארקה ראשי. שילוב של שתי תקלות אלו גרם לחישמול קטלני.

### תוצאות הבדיקות שנערכו

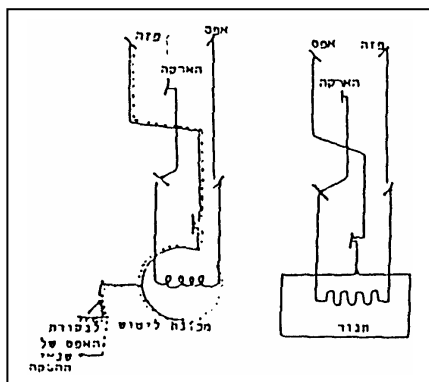
1. חיבור של מוליך הארקה ראשי אל צנרת המים מנותק.
2. לוח חשמל דירתי ישן ובמצב תחזוקה ירוד.
3. בלוח החשמל הדירתי לא היה מותקן מפסק מגן בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת).

## אדם ש"מבין קצת בחשמל"

בעל בית מלאכה קטן לקרמיקה קיבל תנור חשמלי חדש והציבו בפינה מרוחקת של בית-המלאכה. בפינה זו לא היה בית תקע, לכן התקין בעל הבית-מלאכה אשר "הבין קצת בחשמל" כבל מאריך שבאמצעותו הפעיל את התנור החדש באופן זמני.

כעבור ימים מספר רצה אחד הפועלים בבית-המלאכה להפעיל את מכונת הליטוש המיטלטלת ולצורך הפעלתה היה זקוק לכבל מאריך. הפועל ניצל את העובדה שהתנור החדש לא פעל באותה שעה, ו"לקח בהשאלה" את הכבל המאריך של התנור. הוא חיבר את מכונת הליטוש, וברגע שאחז בה נהרג בו-במקום.

בבדיקה של נסיבות התאונה התברר, שבעל בית-המלאכה הצליב את הארקה ואת האפס בבית התקע המיטלטל של הכבל, כך שהתנור החדש פעל בין הפזה לבין הארקה, מאחר, שחובר לבית תקע בעל חיבורים תקינים (פזה-קוטב ימני, אפס-



איור 13

איור 12

קוטב שמאלי והארקה-קוטב תחתון) ראה איור 13. לרוע מזלו, חיבר הפועל את מכונת הליטוש לבית תקע נוסף, שאף הוא הותקן ע"י בעל בית המלאכה, ובו החיבורים לא היו תקינים (פזה-קוטב שמאלי, פזה-קוטב ימני והארקה-קוטב תחתון), במקרה זה היה סדר החיבורים כמתואר באיור מס' 12). במקרה זה הועבר מתח 230 וולט כלפי האדמה ישירות אל הגוף המתכתי של מכונת הליטוש, והפועל סגר את המעגל החשמלי לאדמה.

### לקחים ומסקנות

- ★ אסור לאנשים ש"מבינים קצת בחשמל" לבצע עבודות חשמל.
- ★ רצוי להשתמש בכלים חשמליים בעלי בידוד כפול אשר הגנתו אינה תלויה במוליכי הארקה, העלולים במקרה של תקלה, להפוך למוליכים "חיים" בקבלם מתח 230 וולט כלפי האדמה.
- ★ מעניין לציין, שגם פעולת מכשיר בין פזה לבין הארקה, כפי שפעל תנור הקרמיקה יכולה לגרום לתאונה קטלנית, עם מפרקים באותה עת צינור מים אליו מחבורת הארקה.

## **בעקבות שריפת נתיך אחד**

לאחד מצרכני החשמל נשרף נתיך 35 אמפר בחבור של חברת החשמל בברור נסיבות שרפת הנתיך התברר שהצרכן ביחד עם החשמלאי שעבד אצלו ביצעו שורה ארוכה של עבירות על תקנות החשמל ועל להלן תוצאות הברור:

1. אחרי בדיקת בודקי חברת החשמל לישראל הוחלף הלוח המקורי בעל מפסק זרם ראשי אוטומטי זעיר 25 אמפר עם נתיכים בלוח מודולרי במפסק זרם ראשי אוטומטי זעיר 35 אמפר ומפסקי זרם אוטומטים זעירים עבור המעגלים לפי תרשים.

2. יחד עם התקנת לוח ראשי חדש הותקנו 2 מעגלים נוספים בשטח המרוצף של הגג, שאף הם לא נבדקו על ידי בודקי חברת החשמל.

3. באחד משני המעגלים הנוספים נלחץ הבידוד של מוליך המופיע בין אחד מגופי התאורה ובין הרגל המתכתית של אותו גוף תאורה כך שכבר בשלב מוקדם הבידוד היה מוחלש (וזאת כנראה הסיבה שגרמה לכך שמפסק המגן הפועל בזרם דלף היה מגושר) ובשלב מאוחר יותר נגרם הקצר. לאורך העבודה שהמעגל בעל מוליכים 1,5 ממ"ר היה גם "מוגן" על ידי מפסק זרם אוטומטי 25 אמפר.

סלקטיביות ההגנה הייתה מפוקפקת ונתיך חברת החשמל נשרף.

4. במעגל השני נקרע, בזמן השחלת המוליכים, מוליך בצבע חום (מופע). החשמלאי, מחוסר כל מצפון מקצועי, החליט להפעיל את המעגל באמצעות מוליך צהוב ירוק כמופע ללא הספקת הארקה.

### **לסיכום בוצעו במיתקן אוסף "מרשים למדי" של עבירות:**

א. שב"ח - (שימוש בלתי חוקי בחשמל) של יחידות על ידי התקנת מפסק זרם ראשי אוטומטי זעיר 35 אמפר במקום 25 אמפר.

---

ב. במעגל התאורה המוזכר בסעיף 4 לא סופקה אף אחת מההגנות בפני חשמול הנדרשת בתקנה 2 של תקנות החשמל (הארקות ושיטות הגנה בפני חשמול במתח עד 1000 וולט).

ג. מוליכים 1,5 ממ"ר בתוך צינור המותקן בהתקנה סמויה היו מגונים על ידי מפסק זרם אוטומטי עיר 10 אמפר.

ד. מוליך המופע של המעגל המוזכר בסעיף 4 סומן בצבע צהוב - ירוק בניגוד לתקנה 11 (1) (א) של תקנות חשמל (התקנת מוליכים).

ה. שיעור התנגדות בידוד המוליכים במעגל המוזכר בסעיף 3 היה נמוך מהנקוב בתקנה 57 של תקנות חשמל (התקנת מוליכים).



## קוד צבעים ישן תבע את קורבנו

### נסיבות התאונה

על שני נערים בחופשה הוטל לשאוב מים מבריכת דגים באמצעות משאבה חשמלית תלת-מופעית ניידת. המשאבה הוצבה בתוך הבריכה והתקע 16X3 אמפר בעל חמישה פינים הוכנס לתוך בית תקע בלוח משוריין שהיה מותקן סמוך לבריכה.

מיד עם חיבור התקע לבית התקע בתלת מופעי "קפצו" שלושת מפסקי הזרם האוטומטיים הזעירים שבלוח והפסיקו את הזינה (ראה איור 1). אחד הנערים "תפס" יוזמה וקבע: צריך להעמיד את המשאבה באופן יציב על קרקעית הבריכה. הוא ניגש למשאבה, הציב אותה בצורה טובה (לדעתו) על קרקעית הבריכה וביקש מחברו לחבר את מערכת שלושת מפסקי הזרם האוטומטיים הזעירים. תוך כדי החיבור צעק הנער, שעמד בתוך הבריכה והחזיק במשאבה: "התחשמלתי" וצנח ללא רוח חיים. במקביל נפסקה שנית מערכת שלושת מפסקי הזרם האוטומטיים הזעירים.

### מסקנות

בחקירת נסיבות התאונה התברר:

המשאבה (בעלת מנוע טבל בשמן), הייתה מצוידת בפתיל זינה בעל מוליכים מבודדים בגווני היכר מיושנים (לבן, אדום, ירוק, שחור). התקע מסוג תעשייתי 16 אמפר בעל חמישה פינים (הארקה, אפס ושלושה מופעים), חובר לפתיל הזינה. האדם אשר חיבר את התקע הסתמך על העובדה שבעבר נהגו לסמן בארץ את המוליך ההארקה בגוון לבן ולכן חיבר אותו לפין הארקה (הפין העבה של התקע). אך לרוע המזל המשאבה הייתה מתוצרת מדינה שבה נהגו לסמן את הארקה בגוון ירוק.

כפי שנראה באופן ברור באיור 1 הועבר על הגוף המתכתי של המשאבה פוטנציאל של 230 וולט כלפי האדמה והמתח בין המופעים 1-2 במשאבה היה 230 וולט במקום 400 וולט. שילוב של שתי תקלות אלו גרם לשיבוש בפעולת מנוע המשאבה, לניתוק מערכת מפסקי הזרם האוטומטיים הזעירים שהופעלו כתוצאה מזרמי יתר שנוצרו במנוע שהיה מוזן בחלקו במתחים ירודים. זמן התגובה היה מספיק ארוך

---

על מנת לגרום לחשמול קטלני לנער שעמד בתוך בריכת המים אשר התנגדות גופו (בתנאים כאלה) יורדת לערך שבין 230 מיליאמפר.

**הלקח מהתאונה הנ"ל פשוט למדי** - אין לסמוך על גווני ההיכר של מוליכים ויש לבדוק את תקינות החיבורים לאחר השלמתם באמצעות מכשירים ובמיוחד את הרציפות החשמלית בין פין ההארקה שבתקע לבין הגוף המתכתי של המכשיר.

## התפלגות תאונות חשמול קטלניות בשנים 1988-1996

תאונות בשנה	סה"כ	הגורם לתאונה								שנה
		אחר	טיפול בציד ע"י אדם שאינו חשמלאי	עבודה בלתי זהירה של חשמלאי	מעשה קונדס	חוסר הגנה בפני חשמול	מתקן מאולתר	פגיעה בקווי חשמל מתח גבוה	פגיעה בקווי חשמל מתח נמוך	
13		1	2		4		2	2	2	1998
10			1	1	4	1	1	1	1	1989
9		1	3		1		2	1	1	1990
6		1	2	1	1		1			1991
6	1	1					3		1	1992
11		2	1	1	1		4		2	1993
7		2	3				1	1		1994
5			2		1		1		1	1995
5			1		1		1	2		1996
72	1	8	15	3	13	1	16	7	8	סה"כ

---

## **כללים להצלת נפגעים מחישמול**

השלב הראשון מתייחס לזמן בו הנפגע נמצא עדיין תחת מתח.  
השלב השני מתייחס לזמן שלאחר שחרור של הנפגע מן המתח.

### **שלב ראשון של ההצלה**

שאתה רואה שחברך התחשמל, אל תזנק אליו באופן ספונטאני וללא אמצעי בטיחות. אם לא נקטת באמצעי בטיחות, זרם החשמל יעבור דרכך ויהפוך גם אותך לקורבן של תאונת חשמל ברגע שהנדך נוגע בחברך המחושמל.

אירעה תאונת חשמל, הצעד הראשון הוא לשחרר, מהר ככל האפשר, את הנפגע מן המתח שפגע בו, על ידי הפעלת מפסק להספקת הזרם. מגע ישיר עם הנפגע הנמצא תחת מתח - מסוכן.

במתח גבוה אף ההתקרבות אליו מסוכנת. הרחקת העצם המתחשמל, או על-ידי ניתוקו של הנפגע מן העצם המחשמל.

נעל נעליים בעלי סוליות גומי ונסה להפסיק את המגע בין החלק המחשמל לבין הנפגע, על ידי הפרדה ביניהם.

לבש כפפות גומי יבשות, או עטוף את ידיך, כגון בד עבה, שמיכה, או קח מקל יבש. הפסק את המגע בין הנפגע לבין העצם המחשמל.

כל האמור לעיל נכון וטוב לגבי מתח שאינו עולה על 400/230 וולט. אם התרחשה תאונה עם מתח גבוה, אמצעי ההצלה המתוארים לעיל אינם בטוחים עוד.

**שלב שני של ההצלה - אמצעי הצלה ועזרה ראשונה לאחר ניתוק הנפגע מהמתח**  
בשלב זה אנחנו חופשיים בבחירת האמצעים והשיטות להצלה.  
קיימים סיכויים טובים ביותר להצלת נפגע בתאונת חשמל.  
הנפגע נמצא למעשה במצב של "מוות מדומה".

#### **א. הנפגע בהכרה**

- ★ אם קרבן התאונה בהכרה ונושם באופן סדיר. העבירו למקום מאוורר, השכיבו ותן לו לנוח. קרא מיד למגן דוד אדום או לרופא.
- ★ נתק את הספקת החשמל מן החפץ שגרם לתאונה, למניעת אפשרות של תאונת חשמל נוספת-אם הדבר לא נעשה קודם לכן.
- ★ נמצאים במקום אנשים אחרים, דאג לכך שהפעולות הנ"ל תעשנה במקביל, על-ידי אנשים שונים.

#### **ב. הנפגע אינו בהכרה**

- ★ דאג לניתוק הספקת החשמל מן החפץ שגרם לתאונה מניעת תאונה נוספת. אם הדבר הזה אינו אפשרי, דאג לכך שאנשים אחרים אל ייפגעו;
- ★ העבר את הנפגע, בקרבת מקום ככל האפשר, למקום מאוורר, השכיבו והתחל מיד במאמצים להחזרת הנשימה ומחזור הדם על-ידי הפעלת הנשמה מלאכותית ועיסוי-הלב לסירוגין;
- ★ שחרר את הנפגע מכל דבר העלול להפריע לנשימה חופשית, כגון: מחוכים, עניבה, צווארון וכיו"ב;
- ★ קרא למגן דוד אדום או לרופא;
- ★ הרחק מן החדר כל איש מיותר.

**למהירות ההפעלה של הנשמה המלאכותית נודעת חשיבות רבה. ככל שמקדימים להפעילה - גדלים הסיכויים להצלת הנפגע!**



#### **ג. לאחר הצלת נפגע מחישמול**

מומלץ להפנותו להמשך מעקב בבית-חולים כדי לוודא שלא יתפתחו תופעות לוואי העלולות לסכן את הנפגע בהמשך (פרפור חדרים בלב, אי-סדירות דופן).