

## בטיחות במעבדה – נק' חשובות

- חברת החשמל מספקת לצרכנים ביתיים מתח של 230V, ומאפשרת צריכת זרם של  $I=40A$ .
- **קשרים חשובים:**
  - עומס/הספק חשמלי:  $P=IV$  (ברשת הארצית כל 1000W הם בערך 5A).
  - חוק אוהם:  $V=IR$ .
- **התפתחות שריפה חשמלית:**
  - **סוגי שריפות:**
    1. סוג א' – חומר מוצק המכיל פחמן ובוער עם/בלי להט.
    2. סוג ב' – נוזלים דליקים.
    3. סוג ג' – שריפה בתוך או בקרבת מתקן חשמלי חי (נתרכז בשריפה מסוג זה!).
    4. סוג ד' – גזים.
  - **גורמים:**
    1. התחממות מוליכים – העמדת מוליכים מעל המותר.
    2. מגעים וחיבורים בלתי תקינים (רופפים) – מגדילים את התנגדות המוליך ( $\leftarrow$  חום).
    3. ניצוץ ו"קשת חשמלית" – בשעת חיבור מעגל או ניתוקו, בייחוד במעגלים "חיים".
    4. מכשירי חימום.
  - **הגנות:**
    1. השקעת המתקן בשמן/חול – מבודד את הניצוצות.
    2. שמירה על מרחב נקי מגזים דליקים בסביבת המתקן.
    3. שימוש בצידוד בעל "בטיחות עצמית" (Intrinsic Safety).
    4. שימוש בנתיכים/מפסקים חצי אוטומטיים המנתקים את המתח בזרם יתר.
  - **חומרי כיבוי (שריפה סוג ג'):**

מטפה גז (הלוגנים למיניהם)		מטפה גז CO <sub>2</sub>		מטפה אבקה	
חסרון	יתרון	חסרון	יתרון	חסרון	יתרון
רעיל למדי במגע עם האש.	כושר כיבוי גבוה.	כושר כיבוי נמוך.	רב - פעמי.	חד - פעמי.	ניתן לכבות בגדים בוערים.
	קל לטלטול.	קשה לטלטול. סכנת חנק.	לא גורם נזקי כיבוי.	גורם נזקי כיבוי.	

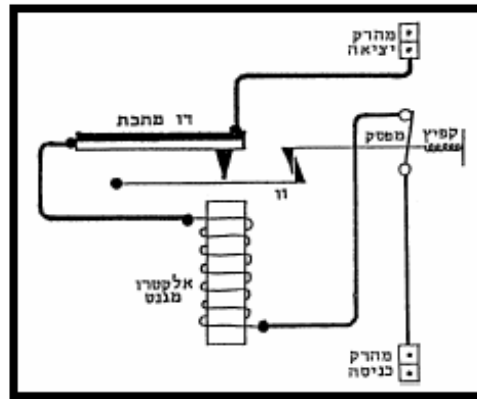
המטפים יפוזרו בנק' שונות, ביחידות נוחות לטלטול (לא יותר מ-10 ק"ג).

### עקרונות הפעולה של אמצעי ההגנה

- חימום – במנגנוני הגנה תרמיים, החום גורם לניתוק המעגל ע"י היתוך או תנועה מכאנית.
- שדה מגנטי – במנגנוני הגנה אלקטרומגנטיים.
- מבטיחים – מחוברים בטור למעגל ומאפשרים את ניתוקו בזמן תקלה.
- נתיך – פועל על עקרון חוט להט דרכו עובר כל הזרם במעגל, החוט ניתך בזרם יתר.

### מפסק אוטומטי מגנטי-תרמי (מאמ"ת)

- תפקידו לנתק את המעגל.
- מורכב מ-2 חלקים עיקריים:
  1. אלקטרומגנט – להגנה מפני זרם קצר (זרם גדול המופיע עקב התנגדות נמוכה מאוד במעגל).
  2. דו-מתכת – להגנה מפני זרם יתר (זרם העולה על הזרם המותר במעגל).
- הזרם הנכנס למאמ"ת עובר דרך מפסק, ממשיך דרך האלקטרומגנט, עובר דרך דו-המתכת ויוצא למעגל. המפסק ישתחרר וינתק את המעגל בזרם קצר (כתוצאה מהשראת האלקטרומגנט) או בזרם יתר (כתוצאה מהתחממות דו-המתכת).



מאזנים מסוג B ומסוג C

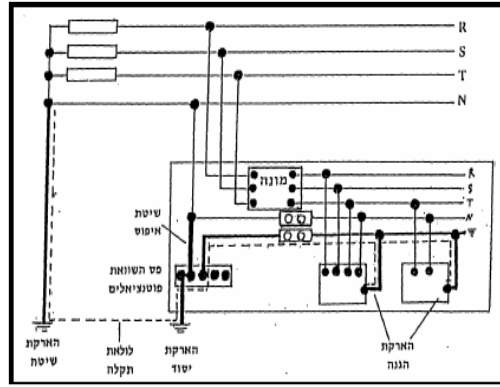
### התחשמלות

- מעבר זרם דרך גוף האדם, יכולה להיגרם ממגע ישיר במתח חי (מוליכים חשופים) או ממגע במכשיר בעל מעטה מתכתי – לכן יש לדאוג לבידוד טוב, למכסים ולמעטים (טיב הבידוד נמדד באמצעות מגהאום מטר, בידוד "טוב":  $1000-2000 \Omega/V$ ).
- גורמים המשפיעים על חומרת ההתחשמלות:
  1. זרם החשמול - הפרש הפוטנציאלים בין הגוף בו אנו נוגעים לבין הרצפה.
  2. התנגדות המגע - תלויה בשטח במגע במידת הלחות (ביחס הפוך להתנגדות).
  3. התנגדות המגע ב"צד השני" - תלויה בסוג הרצפה, סוג הנעליים, וכד'.
  4. זמן החשמול - תלוי בזמן התגובה של אמצעי ההגנה או אדם קרוב.
  5. סוג הזרם ותדירותו - זרם ישר מסוכן יותר מזרם חילופין. זרם בתדירות נמוכה מסוכן יותר.
  6. מצבו הבריאותי של המתחשמל - לאדם חולה (בעיקר לב) נגרם נזק גדול יותר.
- אמצעי הגנה מפני התחשמלות: ממסר פחת, איפוס מודרני, הארקת הגנה, מתח נמוך מאוד, שנאי מבדל, בידוד מגן (כפול).

### הארקות

1. הארקת שיטה – חיבור נקי האפס של מקור הזינה לאדמה.
2. הארקת הגנה – חיבור כל מכשיר מתכתי לפס הארקה בלוח החשמל ומשם לפס השוואת הפוטנציאלים.
3. הארקת יסוד – חיבור פס השוואת הפוטנציאלים לאדמה וליסודות הבניין (ע"י ריתוך ופס מגולוון).
4. שיטת האיפוס – חיבור מוליך האפס הראשי לפס השוואת הפוטנציאלים (משפרת את לולאת התקלה).

כאשר מוליך הפזה נוגע בגוף בעל מעטה מתכתי נוצרת לולאת תקלה דרך הארקת הגנה, הארקת יסוד והארקת שיטה לנקי האפס של מקור הזינה. כך נוצר מגע בין הפזה לאפס והיות והתנגדות לולאת התקלה נמוכה, זרם זרם קצר במעגל והנתיך יקפוץ ← המתח יתנתק ← האדם לא יתחשמל.

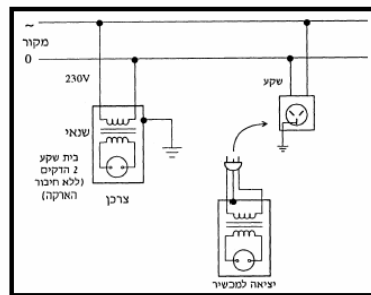


**מתח נמוך מאוד (מתח לא מסוכן)**

עד 50V (לפי חוק אוהם:  $V = R_{man} * I_{throw} = 1500 * 0.03 = 45V$ ), לשימוש במקומות בהם יש סכנת התלקחות, דורש מקור מתח נפרד, צרכנים ייעודיים וצריכת זרם גבוהה של אותם צרכנים. אין להאריק את חלקי המתכת של מכשירים המוזנים במתח נמוך מאוד.!

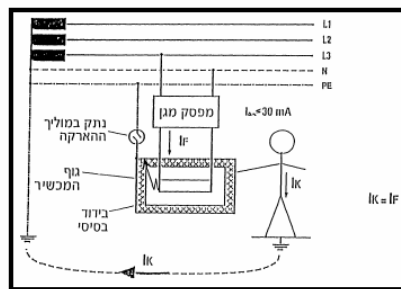
**הפרד מגן (שנאי מבדל)**

אין קשר גלוי/חשמלי בין ליפופי השנאי, המתח בסליל המשני "צף" ביחס למתח הרשת, מגע במוליך "חיי" אחד לא יסגור מעגל עם האדמה, מונע סגירת לולאת התקלה (ניתוק הארקה השיטה), יחס הליפופים בשנאי הוא 1:1, אסור לחבר יותר ממכשיר אחד – עד 16A, אין להאריק את חלקי המתכת של המכשיר המוגן בהפרד מגן.!



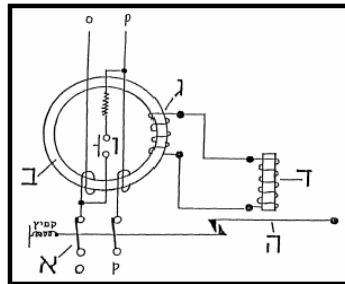
**בידוד כפול ( )**

מטרה: גם בזמן תקלה לא יופיע מתח מסוכן גל גוף המכשיר. בידוד כפול מתאפשר ע"י שימוש בגוף העשוי מחומרים מבודדים (בזמן הייצור). אין להאריק את חלקי המתכת של מכשיר המוגן בבידוד כפול.!



**הגנה בפני חשמול במגע ישיר:**

1. המכשיר מוארק – זרם המופע יזרום דרך האדם (מכונה זרם "דליפה/זליגה") ולא יחזור דרך מוליך האפס ← הפעלת ההגנה האלקטרומגנטית וניתוק המעגל.
2. המכשיר לא מוארק – ההגנה האלקטרומגנטית תפעל בשל זליגת הזרם דרך האדם המשמש כמאריק והמעגל ינותק.



**ממסר פחת**

**מטרה:** הגנה מפני התחשמלות ומפני שריפת חשמל ע"י ניתוק המתח בעת זרימת זרמי זליגה מעל 30mA בקו ההזנה.

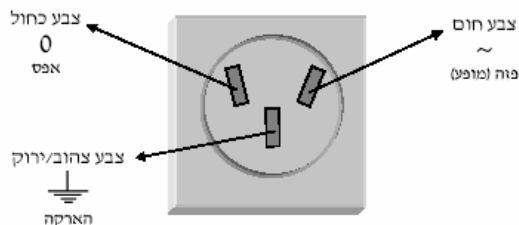
הממסר מורכב ממפסק דו-קטבי (יח' האיזון) שתפקידו לנתק את הזרם במעגל בעת תקלה, מטבעת בעלת מוליכות מגנטית טובה שמלופפים עליה הפאזה ואפס (ליפוף אחד) וסליל משני (ג') בעל מספר ליפופים, מסליל אלקטרומגנטי המחובר לסליל המשני (ד') ומאפשר שליטה על המנגנון המכני של המפסק, מוּו נעילה (א') של המפסק הדו-קטבי (מופעל ע"י אלקטרומגנט) ומלחצן בדיקה.

עיקרון הפעולה של הממסר הוא השוואת הזרם במוליך המופע עם הזרם המוליך האפס המלופפים על ליבת הגרעין (הטבעת). ממסר הפחת אינו מקטין את הזרם העובר דרך המתחשמל, אלא רק מגביל את משך זמן ההתחשמלות ל- 10-30ms.

**סימון צבעי מוליכים בתקן החדש**

תלת פאזי	חד פאזי	
חום	חום	מופע
חום-כתום		אפס
חום-שחור		הארקה
כחול	כחול	מוליך PEN*
צהוב-ירוק	צהוב-ירוק	
---	כחול-צהוב-ירוק	

(\* מוליך PEN: מגשר בין מוליך האפס בכניסת קו הזינה למבנה ובין פס השוואת הפוטנציאלים של המבנה.



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

### חמשת כללי הבטיחות :

1. נתק מתח – ע"י הפסקת המפסק הראשי או הוצאת הנתכים הראשיים.
2. בדוק העדר מתח.
3. מנע חיבור חוזר – נעילת ידית המפסק הראשי ותליית שלט "לא לגעת!".
4. חבר מקצר בין כל הפאזות והאפס להארקה גם מצד מתח נמוך.
5. כסה ציוד סמוך הנמצא תחת מתח – בחומק מבודד.

### כללים להצלת נפגעים מחשמול

○ שלב א' – הנפגע עדיין תחת מתח

אין לזנק ספונטאנית  
וללא אמצעי בטיחות  
לעבר הנפגע !!!

1. הפעלת המפסק להפסקת הזרם.
2. הפרד/נתק בין הנפגע לבין העצם המחשמל באמצעות כלי מבודד.  
(האמור לעיל נכון וטוב לגבי מתח שאינו עולה על 400-230 וולט).

○ שלב ב' – לאחר שחרור הנפגע מהמתח

1. אם הנפגע בהכרה ונושם באופן סדיר, נעבירו למקום מאוורר ונשכיבו לנוח, במקביל נזעיק מד"א / רופא וננתק את המכשיר המחשמל (למניעת התחשמלויות נוספות).
2. אם הנפגע אינו בהכרה, בנוסף לאמור לעיל נתחיל בהנשמה מלאכותית ועיסוי הלב לסירוגין ע"מ להשיב את הנשימה ואת מחזור הדם.  
(לאחר הצלת הנפגע מומלץ להפנותו להמשך מעקב בב"ח כדי לוודא שלא יתפתחו תופעות לוואי).