

## דרישות בטיחות למתקנים אלקטרוניים במפעל היי-טק

דף מידע מאת: ד"ר אלכס טורצקי

מפעל או מתקן אלקטרוני דורש הגנה מפני:	
הלם חשמלי.	✓
טמפרטורות גבוהות.	✓
קרינה מייננת ואלקטרומגנטית.	✓
התפוצצות (פנימית).	✓
שריפה.	✓
אי יציבות מכנית.	✓
הגנה אנטיסטטית.	✓

### דרישות הגנה נגד חישמול:

מקורות: ת"י 900 "בטיחות במכשירי חשמל לשימוש ביתי ולשימושים דומים", ת"י 250 "ציוד אלקטרוני המופעל מרשת החשמל והמיועד לשימוש ביתי ולשימוש כללי דומה: דרישות בטיחות", ת"י 60079 "ציוד חשמלי הנועד לשימוש באטמוספירת נפוצות".

- הגנה נגד מגע חשוף למתחים העולים על 50 וולט AC ו-120 וולט DC בעת תפעול וטיפול.
- הגנה נגד פריקת קבלים בעת ביצוע עבודות אחזקה.
- מפסק ראשי חייב לנתק את כל הזנות החשמל הנכנסות למתקן.
- המפסק יכלול הגנה פיזית נגד הפעלתו האקראית ושלת אזהרה/סימון "מפסק ראשי".
- כל מכשיר שבתנאי פעולה רגיל דרישות ההספק שלו גדול מ-15 ווט, או שמתפתח מתח שיא גדול 4000 וולט, יהיה מצויד במפסק מכני המופעל ידנית.
- המפסק לא ינתק את מעגל הארקה כמפורט ת"י 250.
- המפסק יהיה נגיש בקלות.
- הזנת מכשירי חשמל במתח מעל 50 וולט חייבת להיות דרך מפסק מגן (ממסר פחת, הפועל בזרם דלף ברגישות 0.03 אמפר).
- בתי תקע יתאימו לדרישות ת"י 32 ות"י 1110 וללא הדק הארקה.
- נקודות בדיקה חייבות להיות מוגנות חשמלית ממגע מיקרי.

### הגנות דרך הארקה מגן:

- כל חלקיו החיצוניים המתכתיים, הכוללים משטחי מתכת, כיוויים, תיבות תמסורת, מגירות, שולחנות, וחלקי מתכת נגישים אחרים (פרט לאנטנות), חייבים בהארקה.
- יש לבדוק את רציפות הארקה.
- התנגדות הארקה לא תהיה גדולה בשום מקום מערכים אלה (הנמדדים בין פס הארקות ובין נקודה המוארקה על גוף המכשיר):
- 0.1 אוהם, כשהמכשיר ניזון באמצעות בית המחבר או לוח הדקים.
- 0.2 אוהם, כשהמכשיר ניזון באמצעות פתיל שלא ניתן להפרידו.
- חוט הארקה חייב להיות בעובי של חוט מופע, לפחות, עשוי מנחושת שזורה, גמישה ולא פחות מ-0.75 מ"ר.
- חיבור הארקה יהיה על ידי הברגה.
- התנגדות החיבור בין ההדק או למגע להארקה ובין חלקים שצריכים להתחבר אליו על מנת להבטיח הגנה בפני הלם חשמלי, לא תהיה גדול מ-0.1 אוהם.
- גופי ארונות והשולחנות חייבים בהארקה נפרדת לפי שטח החתך לא פחות מערך חתך חוט מופע שמזין כל המכשירים הנמצאים על שולחן העבודה.

### אזורים מסוכנים:

במתקנים המיועדים לשימוש חומרים מסוכנים כמו גזים, אדים נפיצים, דליקים, תותקן מערכת חשמל מוגנת התפוצצות לפי ת"י 60079.

### הגנת אזורי עבודה עם מתח נמוך וגבוה:

- עבודה במתקנים חיים במתח מעל 50 וולט תבוצע רק על ידי חשמלאי מורשה.
- במקומות שהם חדרי מדידה וניסוי נגישים עם מגעים בהם מתח עולה על 50 וולט DC חייבים להתקין מפסקים ראשיים אזוריים ולסמנם בשלט וסימון אזהרה, "מפסק ראשי", "סכנת חשמל", "מתח חי".
- המפסק יותקן בכניסה לחדר או אזור עבודה.
- הזנת מכשירים יהיה דרך מפסק מגן (ממסר זרם דלף ברגישות 0.03 אמפר).
- בכניסה לאזור יוצבו הוראות בטיחות.
- נקודות בדיקה או חיבור חייבות להיות מוגנות פיזית וחשמלית ממגע מקרי.
- נקודות בדיקה תהינה מבודדות מגוף המתקן.
- יש לסמן ולצבוע בצבעים שונים את הפלגים למכשירים שונים עם זרמים ומתחים שונים.
- במקרים שזרמים גבוהים עלולים לגרום לפריצת קשת חשמלית יש לנקוט באמצעים הבאים:
  1. שימוש במשקפי מגן.
  2. לשמור על מרחקי בטיחות בין מוליכים כדי למנוע קצר חשמלי.
  3. לשמור על הפרדה מכנית (על ידי מחיצות) ובידוד מוליכים גלויים.
  4. יש לוודא פריקת מתח לקבלים או אוגרי מתח אחרים על ידי מפסק ראשי.

### הגנה מקרינה:

- מתקן הפועל בתחום תדרים RF יוגן ויסוכך כך, שימנע קרינה מייננת במרחק 5 ס"מ מהשטח החיצון של המכשיר לפי ת"י 250.
- הגנה מקרינה שאינו מייננת תעמוד בדרישות ת"י 1249 חלק 1 IEC 825 "מוצרי לייזר: בטיחות מפני קרינה, מיון הצידוד, דרישות וגיליון הדרכה".
- כל מתקן יעבור בדיקות תקופתיות מוסמכות.

### עליית טמפרטורה בתנאי שימוש רגיל:

- עליית טמפרטורה של בידוד פתיל זינה לא יעלה על 60 מעלות צלזיוס, עם שטח חתך של כל הגיד לא קטן מ- 0.75 מ"מ.
- טמפרטורה מעטפת מתכתית של המכשיר לא תעלה על 40 מעלות, מעטפת לא מתכתית לא תעלה על 60 מעלות.

### מניעת חשמל סטטי (ESD):



עמדת עבודה במפעל הי-טק לבדיקת פריט אלקטרוני:

עובד ועמדה מצוידים באביזרים אנטיסטטיים כמו:

- שטיח רצפה
- שטיח שולחן
- רצועות פרק כף יד
- רצועות נעליים
- חלוק אנטיסטטי

### אביזרים למניעת חשמל סטטי במפעל הי-טק:

#### רצועות פרק כף היד, דרישות

מהלך עבודה:

בכדי לשמור על כללי ESD (אלקטרוסטטי דיסצ'רג') באולם הייצור, כל עובד ילבש חלוק עבודה אנטיסטטי. בכל שולחן עבודה יונח משטח עבודה אנטיסטטי מוארק.

לכל משטח אנטיסטטי מחוברת רצועת יד, אליה מתחברים כאשר עובדים עם מעגלים ומיכללים המכילים רכיבי I. C. (אלקטרוניים מודפסים).

את רצועת היד יש לבדוק כל בוקר עם תחילת העבודה, בעזרת מכשיר (טסטר) לבדיקת רצועות. יש לחתום על אישור בדיקת רצועות יד בטופס.

לודא שכרטיסים אלקטרוניים הנשלחים ללקוח יעטפו בשקיות אנטיסטטיות.

ניקוי משטחי שולחן אנטיסטטיים, מדפים, מסכי מחשב, ריהוט משרדי יתבצע בעזרת חומרים מתאימים.

שטיפת אולם הייצור תתבצע בעזרת חומרים מתאימים, לשיפור תכונות אנטיסטטיות של הרצפה.

בדיקת תקינות משטחי שולחן וחיבורי מלחמים תתבצע אחת לשנה, מעקב התקינות יבוצע על גבי טופס.

תחום תקינות הרצועה אנטיסטטית בין: **510,000 אוהם – עד 10 מגאוהם.**

רצועת כף יד ורגל אנטיסטטיות:



#### דרישות לבדיקות שטיח

שטיח שולחן עבודה:

רציפות שטיח – התנגדות בין הקצוות – בין  $106 \Omega$  –  $109$

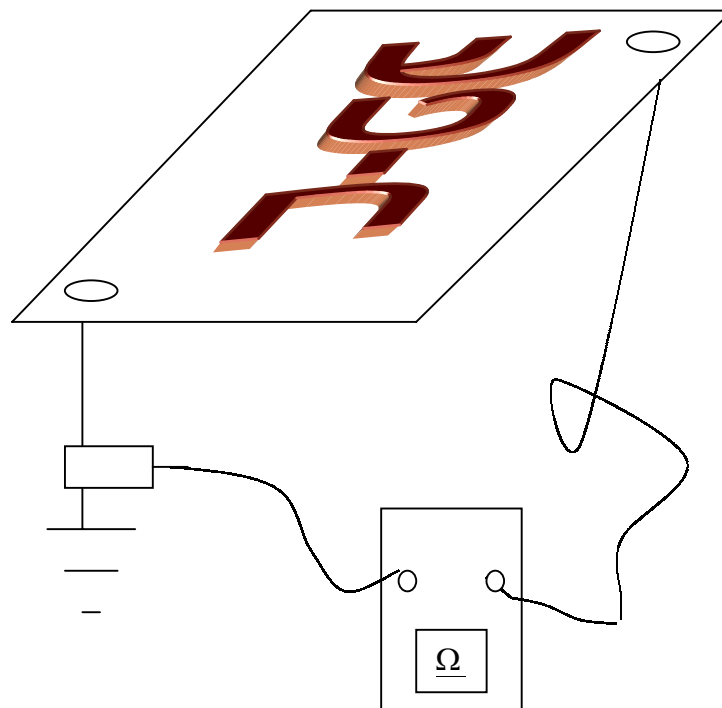
רציפות בין שטיח והארקה בין  $106 \Omega$  –  $109$

הגנה נוספת:  $\Omega$

חיבור גוף העובד להארקה, ע"י טבעות כף יד וכף רגל

שמירה על מוליכות הציוד:

כמו מלחם עם רציפות בין אדמה לראש המלחם, לא יותר מ –  $10 \Omega$ .



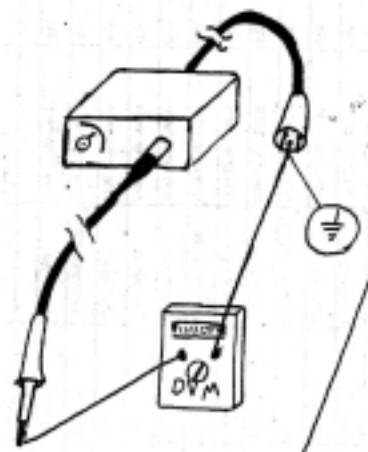
**דרישות לבדיקת התנגדות המלחם למניעת חשמל סטטי**  
 לצורך פירוק חשמל סטטי הנוצר בגוף המלחם יש להקפיד ברמת ההתנגדות שלו לא תהיה יותר מ- 10 אוהם.

תהליך בדיקת הארקה של מלחם:

הלחמה עם הגנה אנטיסטטי לעובד ולשולחן:



בדיקה תקופתית של המלחם למניעת חשמל סטטי עליו:



1. בדוק רציפות מעגל בין פין הארקה בתקע של מלחם לראש המלחם בעזרת מכשיר מדידה מתאים.
  - א. האם ההתנגדות הנמדדת אינה קטנה מ- 10 אוהם.
  - ב. במידה והתנגדות אינה קטנה מ- 10 אוהם, יש לבצע שלבים הבאים:
    - לנקות ראש המלחם, חיבורי ראש המלחם, הברגות, ולבדוק שוב.
    - להחליף ראש המלחם ולמדוד שוב.
    - לתקן מלחם ולמדוד שוב.
    - במידה והתנגדות קטנה מ- 10 אוהם, מתאים לשימוש.
2. את הבדיקה יש לבצע פעם לחצי שנה.