

## מפסק חשמל המופעל בזרם דלף (מפסק מגן)

דף מידע מאת: ד"ר אלכס טורצקי

### דרישות והגדרות

**הגדרה:** "מפסק מגן הפועל בזרם דלף" - התקן מיתוג המיועד לנתק אוטומטית את המתקן המוגן על ידו ממקור הזינה במקרה של הופעת זרם דלף במתקן (תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), תש"ן 1990). בעבר, למפסק המופעל בזרם דלף היה שם אחר, והשתמשו בו להגנת כבלי מתח גבוה תת קרקעיים - 6kV-1 3kV - בפני פריצה לאדמה. שימוש במפסק המופעל בזרם דלף כאמצעי הגנה בפני חשמול ובפני שריפות במתקני חשמל במתח נמוך התחיל בו זמנית במספר ארצות: דרום אפריקה, גרמניה, צרפת, שווייצריה וארה"ב. (לפי: "תקע המצדיע" מס' 50, אפריל 92). משנת 1999 מבדילים בעולם בשתי גישות עיקריות, הגישה האמריקאית והגישה האירופית.

### הגישה האמריקאית

(לפי: UL, National Electrical Code)

1. זרם הפעלה נומינלי: 0.004 - 0.006 אמפר
2. זמן תגובה: 0.025 שניות (sec)
3. מנגנון הפסקה: אלקטרוני
4. חובת התקנה: חדר אמבטיה, מטבח, מוסך, בריכת שחייה וכו'

### הגישה האירופאית

(לפי: DIN VDE 0661, IEC 1008, EN 61008)

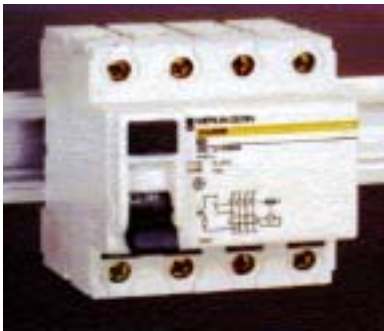
1. זרם הפעלה נומינלי: 0.03 אמפר (30 mA) - להגנה בפני חשמול; 0.3 אמפר (300 mA) - הגנה בפני שריפה
2. זמן תגובה מרבי: 0.3 שניות (300msec)
3. מנגנון הפסקה: נעילה מגנטית

### הגישה הישראלית (אימוץ הגישה האירופאית)

1. זרם הפעלה נומינלי (זרם דלף נומינלי הגורם לפתיחה - עם הסמל  $I_{\Delta n}$ ) 0.03 אמפר (30 mA) - הגנה בפני חשמול; קיימים גם מפסקים עם זרם דלף נומינלי: 0.01, 0.05, 0.1, 0.3, 0.5, 1.00 אמפר - להגנה בפני שריפה, הגנה בפני זרם יתר.
2. זמן תגובה: לפי ת"י 832, 1038: 0.2 שניות (200 msec) כאשר מזרימים זרם דלף נומינלי
3. תחיקה: תקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול במתח עד 1000 וולט) בתשנ"א - 1991; ת"י 832, 1038 (מפסק מגן הפועל בזרם דלף), ת"י 1038, 1993 (מפסק מגן משולב הפועל בזרם-דלף ובזרם-יתר)
4. חובת התקנה: לוח דירת, הגנה בלעדית, אתרים רפואיים, מכשירי חשמל מיטלטלים, מתקני חשמל ארעיים, אתרי בניה וחקלאות
5. בדיקה תקופתית ורישום: לפי תקנות החשמל, תקנה 72 כושר פעולתו של מפסק מגן ייבדק מזמן לזמן בפרקי זמן סבירים. מותר שבדיקה תבוצע בידי אדם שאינו חשמלאי. לפי תקנה 80 תוצאות הבדיקה במתקן חשמלי ירשמו וישמרו בידי בודק המתקן, בעל המתקן או מחזיקו.
6. לפי דרישות "חוק התכנון והבניה, פרק יא: חשמל ואנרגיה, סעיף 1.1.9 בטיחות חשמל: לוח חשמל המיועד לזינה מכשירי חשמל מיטלטלים המוחזקים ביד, יצוייד במפסק מגן המופעל בזרם דלף, ברגישות 0.03 אמפר לכל היותר; מפסק זה יופעל לניסוי אחד לחודש באמצעות לחיץ ביקורת שלו".
7. "מדריך לחשמלאי", דוניוסקי ובנו: "רצוי לבצע בדיקת המפסק לפחות פעם לחודש".

קיימים דגמים שונים של המפסקים (איורים 1, 2, 3).

מידע נוסף: באמצעות מרכז המידע של המוסד לבטיחות ולגיהות, יצרנים וספקים, אינטרנט.



איור 1 - דגם מפסק מגן Merlin Gerin

איור 2 - דגם מפסק מגן  
הערה: רואים סימני שריפה (הכתם שחור)  
כתוצאה מטיפול לא מקצועי במפסק

איור 3

## הבדיקות הנדרשות

במפעלים גדולים קיים מספר רב של מפסקי מגן, לפעמים מאות, ובדיקתם התקופתית נערכת מספר ימים. לפי כך קיימת שאלה לגבי סוגי הבדיקות ותכיפותן.  
כדי להבטיח הגנה נאותה בפני חישמול באמצעות מפסק מגן, יש לבצע בדיקה תקופתית של מפסק מגן.

קיימים שני סוגי בדיקות:

- בדיקה תקופתית ע"י לחצן בדיקה, אפשר לבצעה על ידי אדם שאינו חשמלאי. בדיקה זו בודקת תקינות המנגנון אלקטרו - מכני של המפסק ומהווה בדיקה בסיסית בלבד.
- בדיקה מקיפה ע"י חשמלאי באמצעות מכשיר מדידה מתאים הבודקת מהירות ניתוק של מפסק מגן (לא יותר מ- 200 מילישניות), ורגישות ניתוק בזרם דלף (0.03 אמפר).

## התייחסות התקנות לגבי תכיפות הבדיקות:

- בתקנות החשמל (הארקות ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט) התשנ"א 1991, תקנה 72, נקבע שבדיקה תקופתית של מפסקי מגן כוללת:
  - כושר פעולתו של מפסק מגן ייבדק מזמן לזמן בפרקי זמן סבירים; על אף האמור בתקנה 2 מותר שבדיקה כאמור תבוצע בידי אדם שאינו חשמלאי.
  - לפי תקנת חשמל (מתקן חשמלי ארעי באתר בניה במתח שאינו עולה על מתח נמוך), התשס"ג - 2002, מפסק מגן ייבדק "אחת לשבוע לפחות", על ידי לחיצה על לחיץ בדיקה.
  - נמצא מפסק מגן המשמש כהגנה בלעדית במצב בלתי תקין, ינותק המתקן שעליו הוא מגן מהזינה עד לתיקונו או החלפתו.
  - בתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל) התש"ן 1990, תקנה 5, סעיף משנה א' נקבע ש"לוח חשמל לזינה מכשירים חשמליים מיטלטלים המוחזקים ביד, יצויד במפסק מגן המופעל בזרם דלף, ברגישות 0.03 אמפר לכל היותר; מפסק זה יופעל לניסוי אחת לחודש באמצעות לחיץ הביקורת שלו". סעיף זה מגדיר גם את תקופת הבדיקה וגוף המבצע.
  - להזנת מתקנים מעל 32 אמפר בבניה וחקלאות נדרשת התקנת מפסק ברגישות 0.5 אמפר.
  - היות שבדיקה באמצעות לחצן בדיקה, היא בסיסית בלבד ואינה בודקת את רגישותו ומהירות הניתוק, יש להפנות לבדיקה מדויקות לגוף מוסמך המשתמש במכשירי בדיקה, כמו חשמלאי בודק. בדיקה זו אפשר לבצע פעם לשנה, בהתאם למספר גורמים, כגון: מיקום התקנת המפסק, אטימות בפני אבק, מים, אזורור וכו'. במקרה שתנאי הסביבה קשים יש להגביר תדירות הבדיקה המוסמכת.
  - יש להקפיד בסימון ורישום תאריכי בדיקה בפנקס.

## הסיבות לתקלות

מפסק מגן (מפסק פחת) הוא מכשיר נפוץ ויעיל וחייב בהתקנה בתעשייה ובתי מגורים כהגנה נגד חישמול. מפסק מגן משמש כהגנה בלעדית למכשירים עם בידוד כפול, וכהגנה נוספת למכשירים נייחים וקבועים שבהם קיימת הארקה.

לפעמים מפסק המגן לא עובד, או "קופץ" ללא סכנת חישמול וגורם לניתוק זינה חשמלית למתקן. הסיבות העיקריות לכך הן:

- מפסק מגן אינו תקין
- קצר בין אחד ממוליכי האפס לאחד ממוליכי הארקה במתקן החשמל.

להלן התייחסות לשני המקרים.

### מפסק מגן אינו תקין

כדי לבחון את תקינותו של מפסק המגן יש לנתק את החיבור בין יציאת האפס של מפסק המגן לבין פס האפסים, לנתק את המא"ז (מפסק אוטומטי זעיר) הראשי ולאחר מכן לנסות לחבר את מפסק המגן.

כעת יש שתי אפשרויות: האחת – עדיין מתרחשת תופעה של "קפיצת" מפסק המגן וניתוק הזינה, והשניה – התופעה נעלמת. במקרה שהתופעה עדיין מתרחשת, כנראה שמפסק המגן אינו תקין, ופתרון הבעיה מחייב את החלפתו.

כאשר מצליחים לחבר את מפסק המגן, מקור התקלה הוא, כנראה, בקצר בין אחד ממוליכי האפס לאחד ממוליכי הארקה במתקן החשמל.

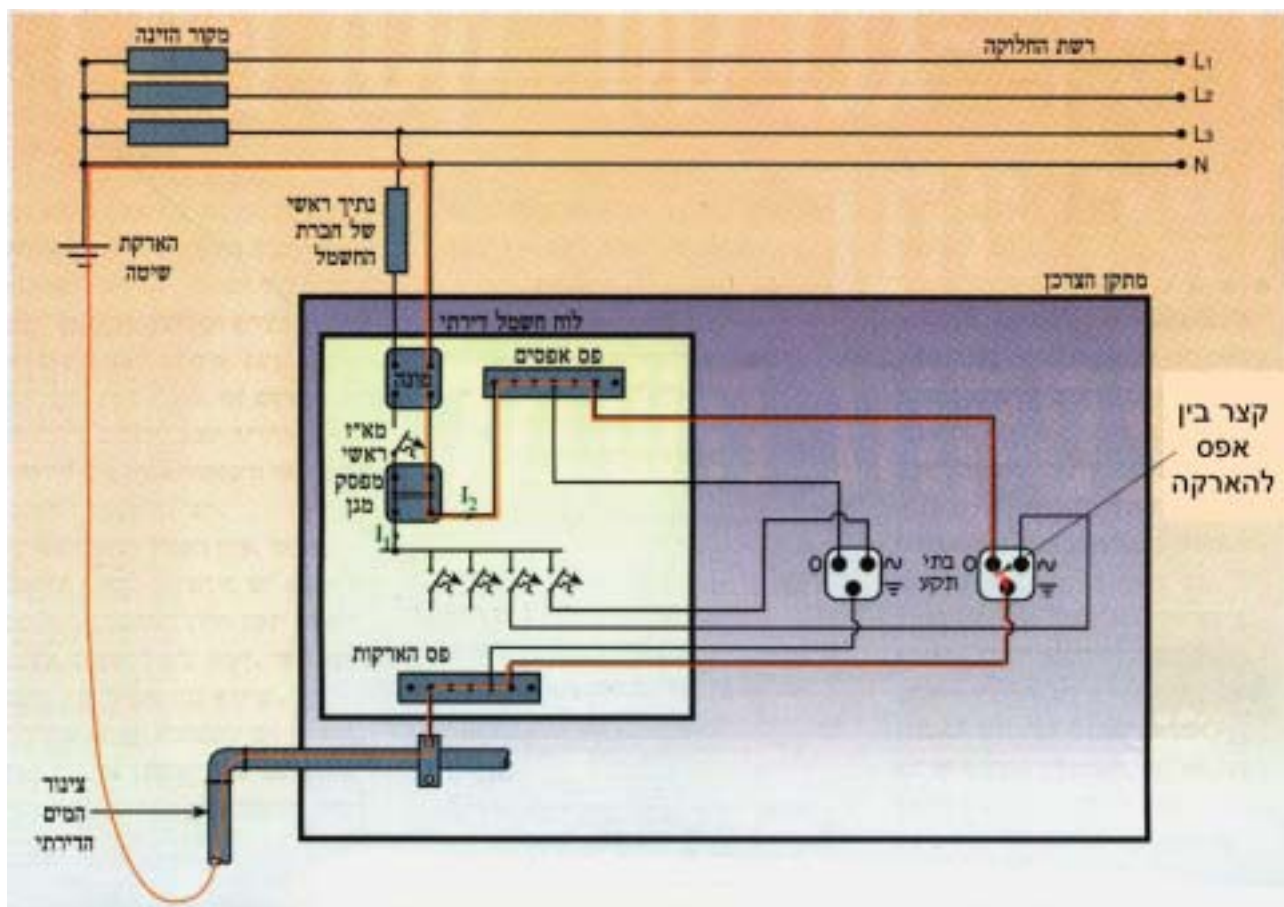
### קצר בין מוליך האפס למוליך הארקה

כדי לאתר את המעגל הסופי שבו יתרחש הקצר בין מוליך האפס למוליך הארקה, יש לנתק את כל החיבורים היוצאים מאפס למוליך הארקה, יש לנתק את כל החיבורים היוצאים מפס האפסים אל המעגלים הסופיים השונים ולחברם אחד אחד, עד שמוצאים את האפס הגורם "לקפיצה" של מפסק המגן. תופעה מסוג זה מתרחשת כיוון שבמתקני חשמל ביתיים משתמשים בדרך כלל במא"זים חד קוטביים, המנתקים את מוליכי המופע בלבד ואינם מנתקים את מוליכי האפס. כדי לאתר את התקלה, יש לבצע ניתוק של מוליכי האפס בפס האפסים. בתקלה מהסוג המתואר להלן, מפסק מגן "קופץ" עקב הזרימה הנוצרת כתוצאה מהפרש הפוטנציאל הנמוך הקיים בין האפס ובין הארקה במתקן החשמל. זרם זה גורם לחוסר סימטריה בין הזרם הנכנס למפסק המגן (כאשר המא"ז הראשי מנותק הוא אפס) לבין הזרם החוזר דרכו (אשר גודלו תלוי בהפרש פוטנציאל בין האפס לבין הארקה). ראה איור מס' 4 בעמוד הבא.

באיור שמוצג להלן אפשר לראות הסיבה להפרש הזרם הנכנס דרך מפסק מגן (1) לבין הזרם החוזר דרך מפסק מגן (2), במקרה של קצר בין מוליך האפס למוליך הארקה.

ערכו של הזרם הנכנס דרך מפסק מגן (1) אפס, כאשר המא"ז הראשי מנותק. הזרם החוזר דרך מפסק מגן הוא זרם הנובע מהפרש הפוטנציאלים בין האפס לבין הארקה.

הפרש הזרמים האמור גורם ל"קפיצה" של מפסק המגן ואינו מאפשר את חיבורו עד לניתוק מוליך האפס, המקוצר למוליך הארקה, מפס האפסים.



איור 4