

## שיטת הגנה דרך "הפרד מגן" בעבודות אלקטרוניקה

דף מידע מאת: אלכס טורצקי

### שיטת הפרד מגן

עבודות עם ציוד אלקטרוני מבצעים לעיתים קרובות תחת מתח חשמלי ונדרשת הגנות נגד התחשמלות העובד (ראה דפי מידע 1812 – 1813). אחד השיטות היעילות ואמינות, שלא גורמת להפסקת פעולת הציוד בעת התקלה, היא שיטת הגנה דרך הפרד מגן.

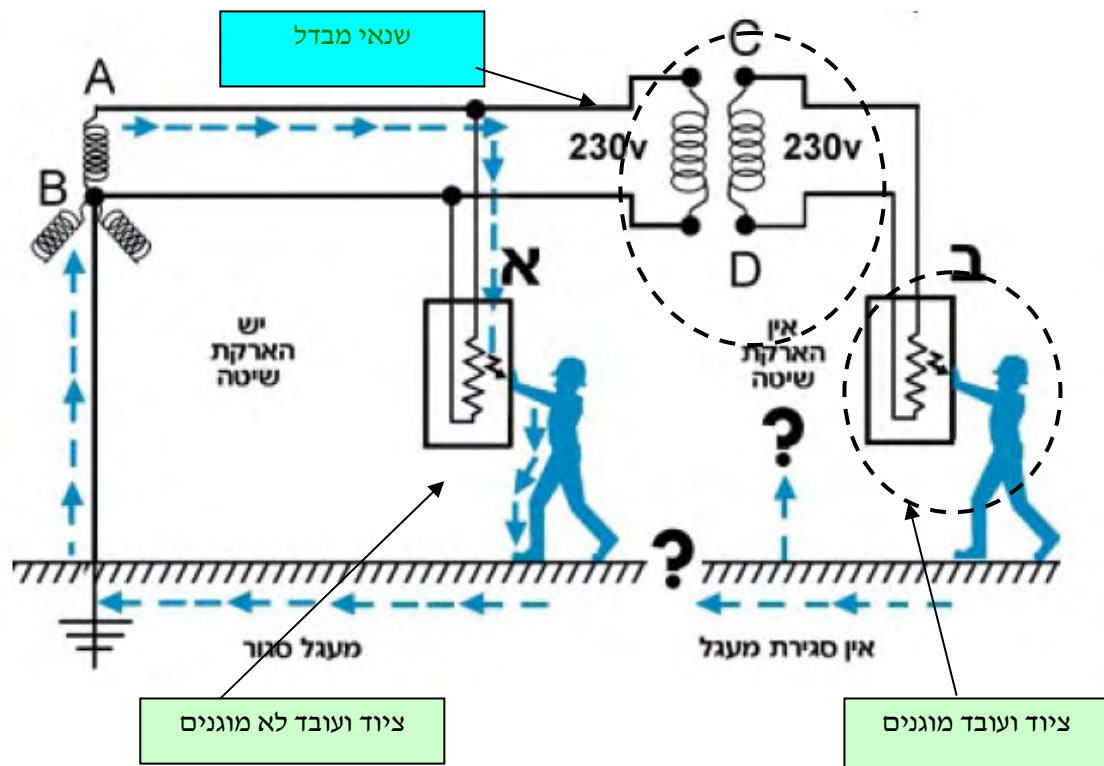
השיטה זאת מתבצעת על ידי הפרדה בין רשת הזנה המחוברת להארקת שיטה ובין ציוד המוזן ממנה ונטול הארקה שמונע סגירת מעגל והעברת מתח לגוף האדם בעת תקלה בציוד. העברת מתח מרשת הזנה לצרכן נוצרת רק דרך שדה מגנטי.

הגנה מחישמול "הפרד מגן" מבוססת על שימוש בשנאי המיועד להפרדה בין שתי מעגלי הזנה. מעגל ראשוני "א" באיור 1 (א. ברזילאי "בטיחות בשימוש ובעבודות חשמל") מוזן דרך רשת הספקה AB ומעגל השני "ב" מוזן באמצעות סליל שני של השנאי "CD".

ההבדל בין שנאי רגיל ומבדל בבידוד בין הסלילים. בשנאי מבדל הבידוד מוגבר כדי למנוע פריצת מתח בין שתי הסלילים בעת התקלה.

שנאי מבדל מאפשר יצירת מקור מתח ללא הארקה שיטה במעגל "ב". מצב יוצר מערכת צפה ללא הארקה שיטה שמונע סגירת מעגל חשמלי בזמן נגיעה במוליך חשמלי חי ומונע התחשמלות בן אדם.

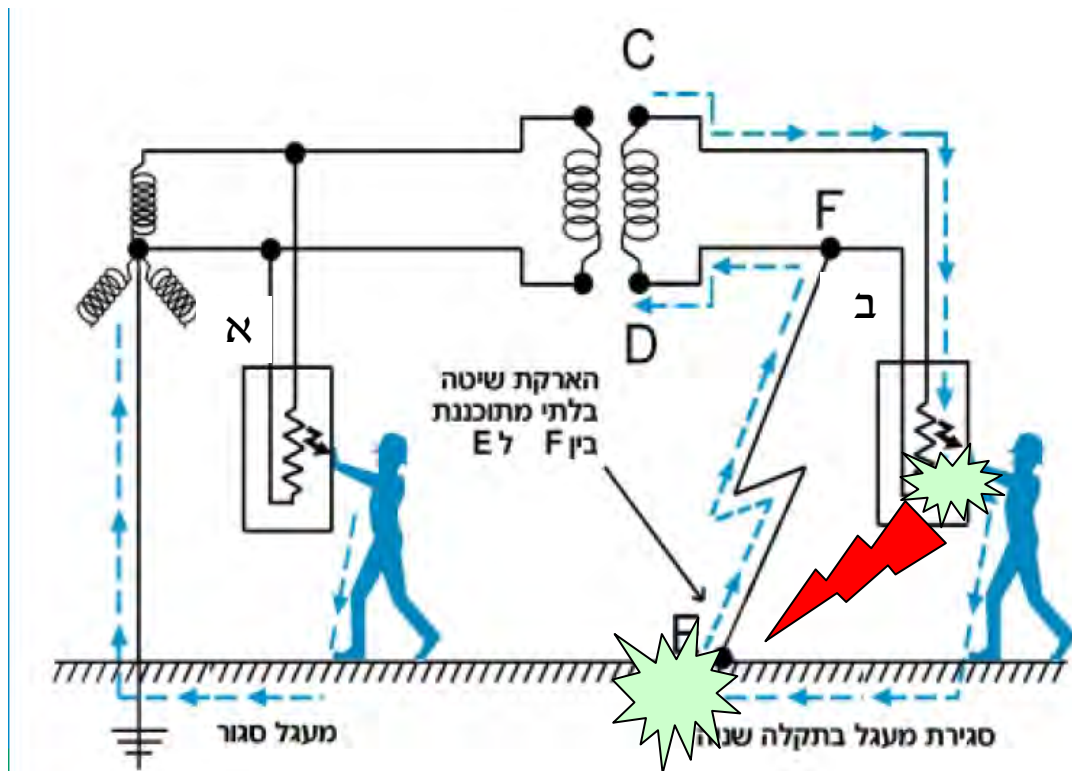
שיטת הזנה ראה באיור 1:



איור 1. שימוש בשנאי מבדל בשיטת "הפרד מגן"

במקרה תקלה אחד באזור "ב" (איור 1), אדם שנוגע בגוף המוליך או ציוד המחובר דרך נקודה "C", לא יסגור מעגל חשמלי, מכיוון שאין לא קשר גלוי עם מקור המתח; הוא גם לא יסגור מעגל בנקודה "D" אשר אליה הזרם שואף להגיע, מאחר שאין רצף הארקה אל נקודה הזאת. התוצאה: אין סגירת מעגל חשמלי, אין חישימול וגם אין הפסקה בהספקת החשמל. מצב זה יתקיים גם כאשר אדם יגע ישירות במוליך חי אחד בלבד.

מקרה תקלות במכשור המוזן דרך הפרד מגן ראה באיור 2.



איור 2. הפרד מגן בעת שתי תקלות בו זמנית

במקרה תקלה ראשונה במכשיר "ב" (איור 2) ובו זמנית תקלה שנייה בלתי מתוכננת "EF", נוצר מעגל חשמלי שיעבור ממכשיר "ב" דרך אדמה, תקלה "EFDC" וכן אדם יתחשמל. לפי כך, שיטת הפרד מגן מעניקה הגנה רק כאשר קיימת תקלה אחת בלבד.

### שימוש ב"הפרד מגן" בעבודה עם ציוד אלקטרוני

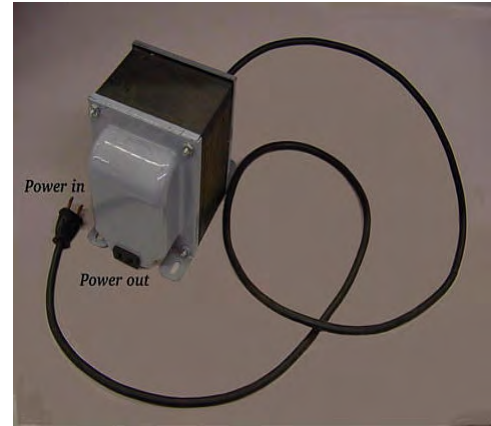
שנאי מבדל (isolation transformer) משמשים להזנת ציוד אלקטרוני כדי למנוע התחשמלות העובד בעת ביצוע עבודות תחת מתח חשמלי או מדידות. במקרים אלה שנאי מבדל, בדרך כלל, חד-פאזי עם יחס סלילים ראשוני ושני 1:1 (איור 3).

הפרד מגן מותר לשימוש רק במתקן שבו זרם הקיבולי כלפי האדמה ו/או כלפי מקור הזינה יהיה קטן כדי שהקיבוליות של המעגל לא תעלה על המותר מטעמי בטיחות. נדרש שאורך L (במטרים) של מעגל זה יוגבל במתח מירבי V בין המוליכים כלשהם במעגל לא יעלה על  $V \cdot L : 100.000$  יהיה פחות מ-100.000. ובכול מקרה לא יעלה אורך המעגל המופרד על 500 מטרים. דרישות אלה אמורות להגביל קיבולת בין מוליכי הרשת לאדמה ואת זרם החישמול הקיבולי הנוצר עקב כך, בעת ליקוי הבידוד. קיום תנאים אלה מגביל זרם החישמול לרמות לא מסוכנות לבני אדם.

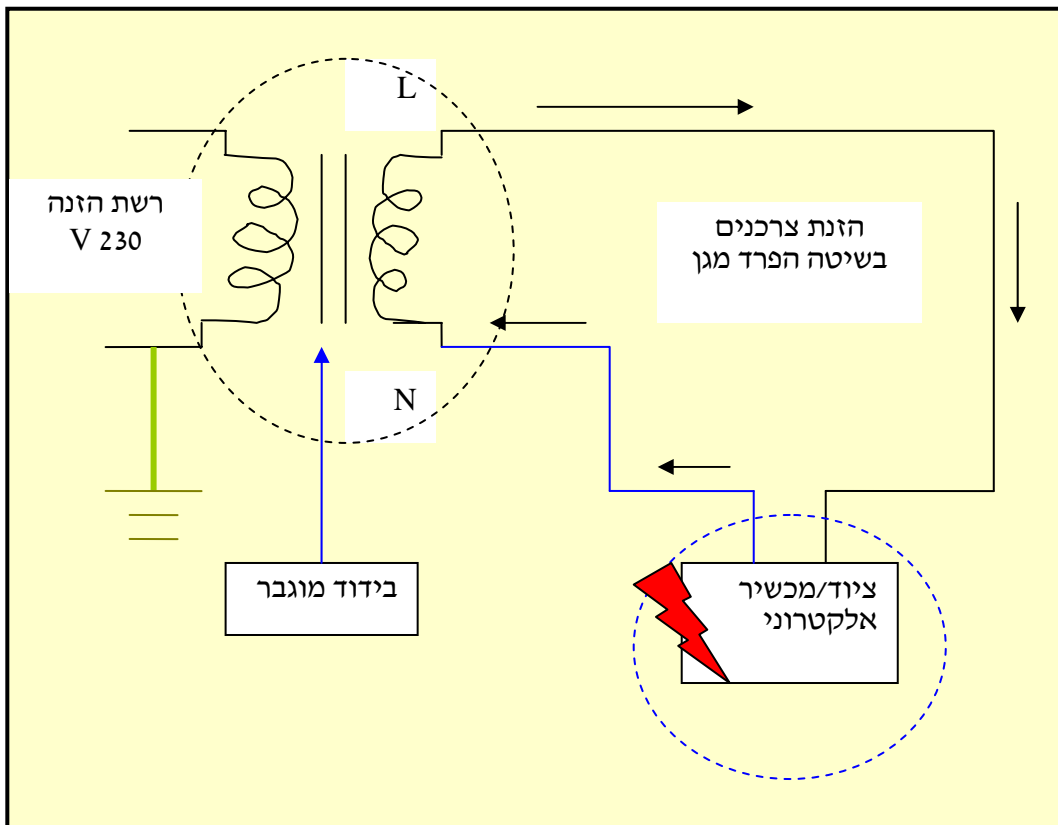
בהתאם לדרישות החוק ותקנות החשמל "הארקה ואמצעי הגנה בפני חישמול במתח עד 1000 וולט", התשנ"א – 1991:

- בהזנה דרך שנאי מבדל מתח ראשוני לא יעלה על מתח נמוך.
- שנאי מיטלטל יהיה מסוג II.
- מתח בין מוליכי הציוד המוגן דרך שנאי לא יעלה על 500 וולט.
- בציוד לא תותקן הארקה שיטה או הארקה הגנה.
- בציוד לא יותקן מוליך הארקה כולל בכבל.
- פתיל זינה של הציוד יצויד במוליך הארקה בתנאי שמכשיר הוא סוג I. פתיל זינה זה לא יחובר להארקה במתקן המופרד על ידי שנאי מבדל.
- שנאי מבדל יזין רק מכשיר אחד. (איור 5).
- מערך הזנת ציוד דרך הפרד מגן לא יותקן יותר מבית-תקע אחד (איור 4).

- אם קיימת בבית-תקע מגעת הארקה, לא יחובר אליה מוליך כלשהו וליד בית-תקע יותקן שלט: "זהירות אסור לחבר הארקה".
- הבידוד של ציוד המוגן דרך הפרד מגן יוחזק תקין בכל עת. אין להשתמש בציוד עם בידוד פגום.



איור 3. שנאי מבדל מיטלטל (דורש בדיקה תקופתית)



איור 4. תרשים מערכת הגנה על ידי "הפרד מגן"

**הזנה מספר מכשירים ורכיבים**

מותר להגן בשיטת "הפרד מגן" על ציוד שכולל מספר מכשירים, לדוגמה צב"ד, עם כול הרכיבים שלו המורכבים במסד מתכתי אחד או כלולים במעטה רציף אחד וגופי המכשירים שבו מסוג I והם מגושרים ביניהם באופן גלווני. אם מכשיר או רכיבים הם מסוג II (במעטפת בידוד כפול), כל אחד יחייב הזנה נפרדת דרך שנאי מבדל. (ראה איור 5).



איור 5. הזנת ציוד דרך שניי מבדל המצויד ב- 2 שקעים (מצב אסור)

### מקור זינה

מקור ראשוני לזינה ציוד אלקטרוני המוגן דרך הפרד מגן יכול לשמש סוללה, מצבר, גנרטור, או מקור משני כמו שנאי או ממיר. כאשר משתמשים בשנאי, הוא חייב להיות מסוג מבדל. אם משמשים בשנאי מיטלטל, הוא צריך להיות בנוסף בעל בידוד כפול מסוג II. מתח בין מוליכי המתקן המופרד אסור שיעלה על 500 וולט.



איור 6. שנאי מבדל לציוד אלקטרוני רפואי



איור 7. עבודה מסוכנת, חובת הזנה בהפרד מגן