

# הארקה

## חלק 2

דרישות

שיטות

התקנה

ד"ר אפכס טורצקי

## שיטות איפוס

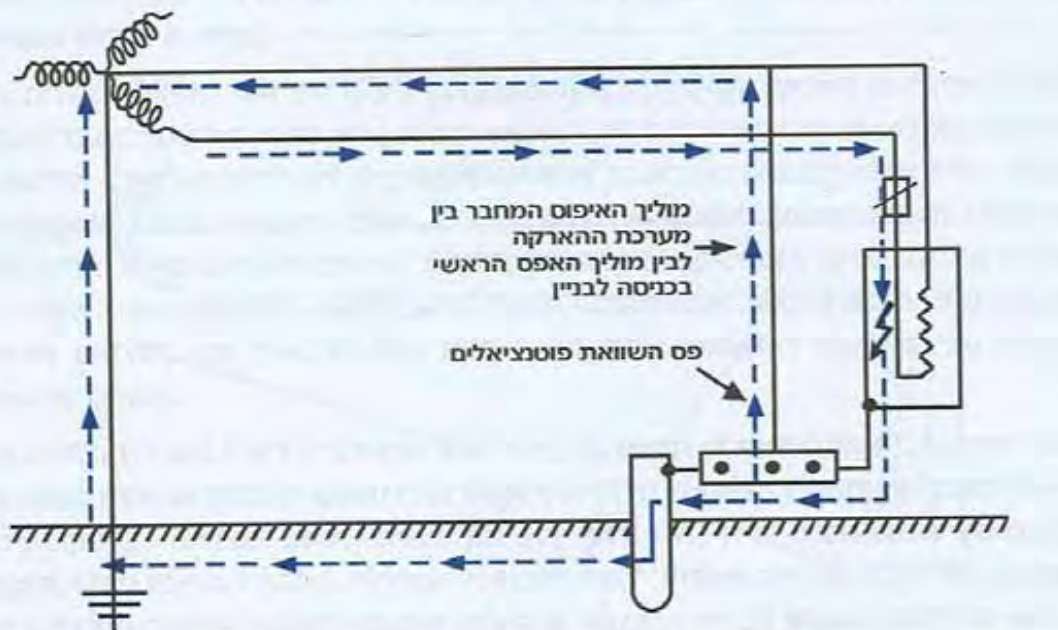
- שיטת איפוס - *TN* מחולק לשלושה סוגים:
- **TN - S** - איפוס, שיטת הגנה **TN**, שמוליכי **N** ו- **PE** נפרדים לכל אורך הדרך.
- **TN - C** - איפוס, שיטת הגנה **TN**, שמוליכי **N** ו- **PE** מחוברים ומשמשים בו זמנית כמוליך הארקה (**PEN**).
- **TN-C-S** איפוס, שיטת הגנה **TN**, שמוליכי **N** ו- **PE** מחוברים בכניסה למקורות זינה ונפרדים בהמשך חיבורי צרכני הרשת.



# תנאים המאפשרים ביצוע איפוס

- 1. הארקת יסוד או אלקטרודה מקומית והשוואת פוטנציאליים.
- 2. חתך מתאים של מוליך ה- PEN
- 3. ההתנגדות בין האלקטרודה לבין המסה הכללית של האדמה לא תעלה על 20 אוהם.
- 4. העכבה בין נקודת הכוכב של השנאי לבין המסה הכללית של האדמה לא תעלה על 20 אוהם.
- 5. החיבור בין מוליך האפס והאדמה (איפוס) יעשה פעם אחת בלבד.

## הגנה בשיטת האיפוס



## איפוס - דרישות

- יותקן מבנה בעל הארקה יסוד או אלקטרודות הארקה מקומית והשוואת פוטנציאלים
- התנגדות הארקה 20 אוהם
- עכבת לולאת התקלה תאפשר פעולת המבטח תוך 5 שניות לכל היותר



# “כלוב פראדי” - דוגמה להשוות פוטנציאלים



אם במבנה אין הארקת יסוד, אפשר לגשר אל פה"פ את כל השירותים המתכתיים בבניין בכדי ליצור "כלוב פראדי" – ועדת הפרושים

ד"ר אלכס טורצקי

# פסי אפס והארקה בלוח



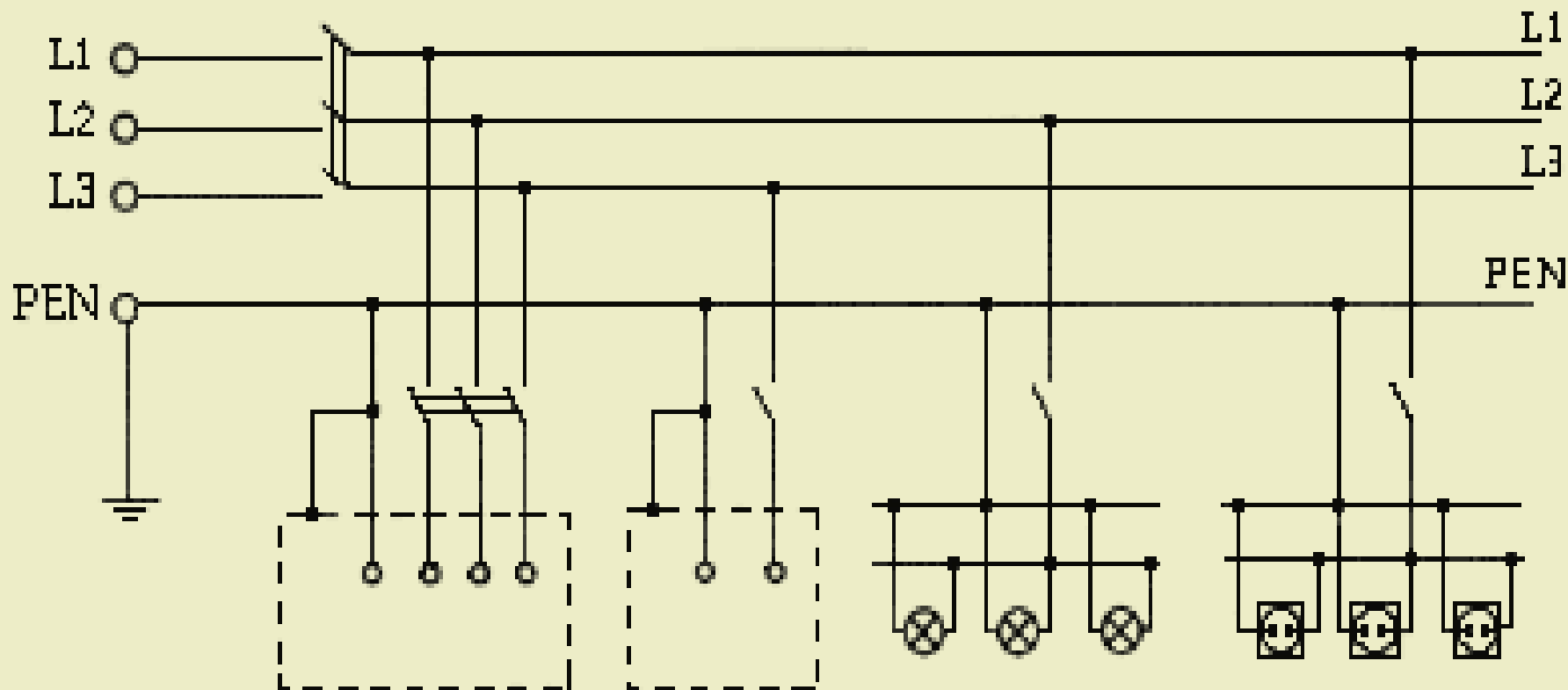
חסרה הגנה על מגעי אפס



# TN-C

✓ זרם קצר גבוה מאפשר להפעיל הגנות

✓ פחות חיווט



✓ אין אפשרות הפעלת מפסק מגן

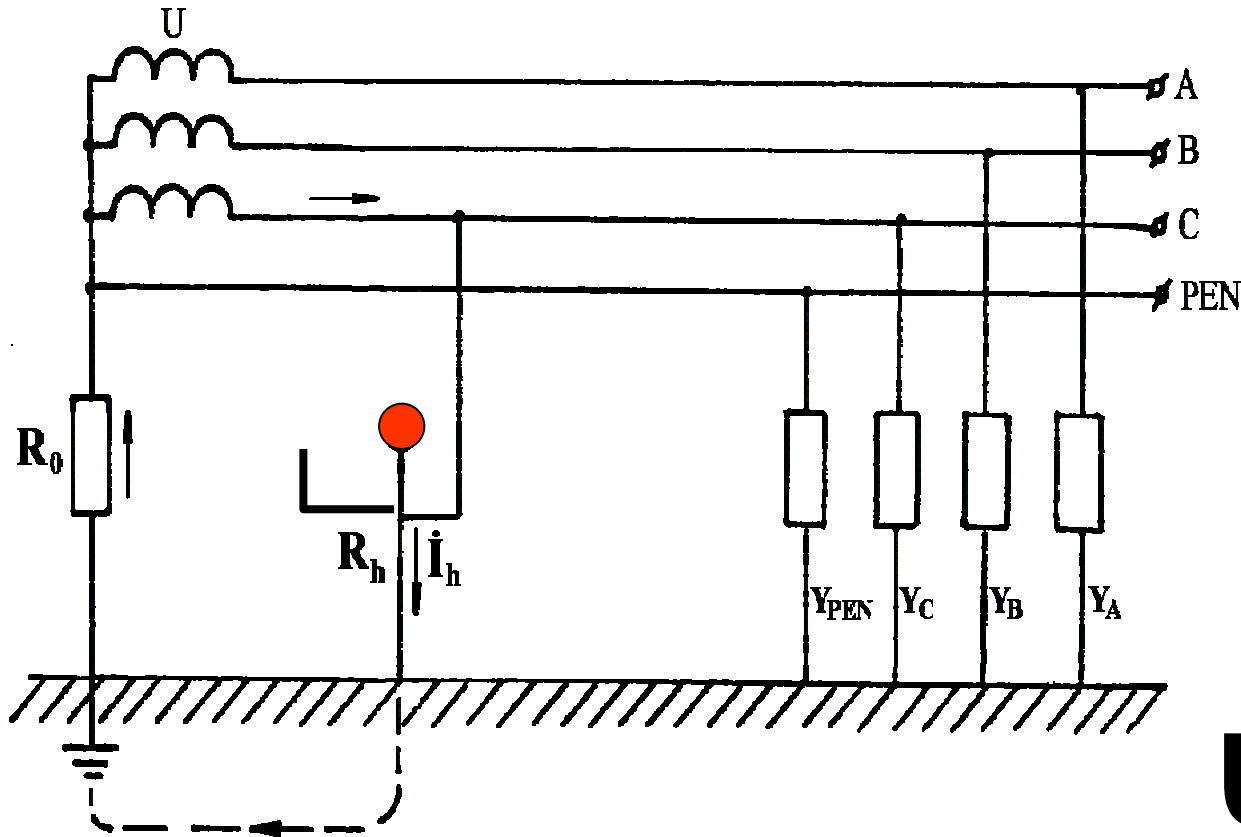
✓ הופעת זרם תקלה חד מופעי דרך מוליך PEN על ציוד מנותק לצורכי תחזוקה

✓ במרחקים גדולים זרם קצר נמוך וזמן ניתוק גודל

ד"ר אלכס טורצקי



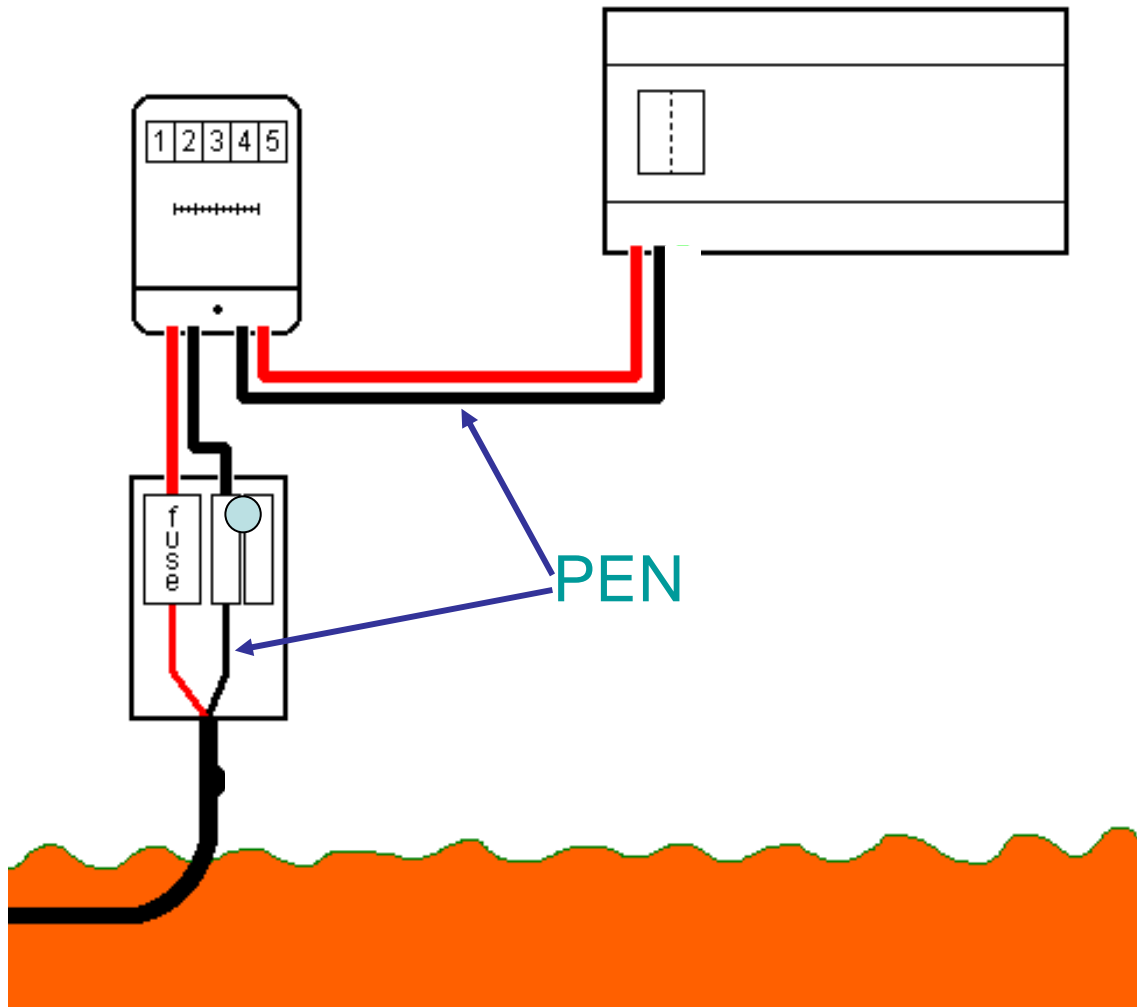
# מערכת TN-C



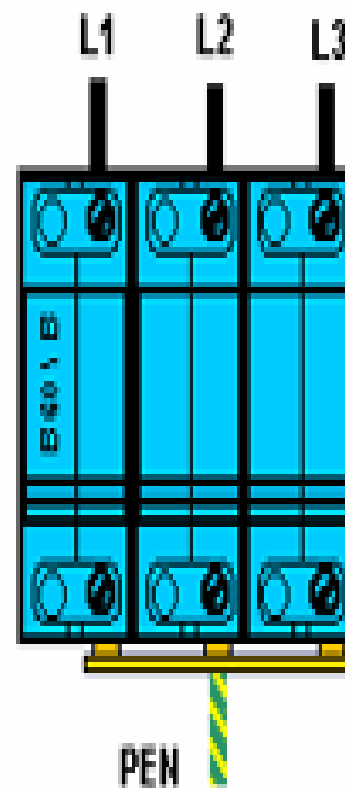
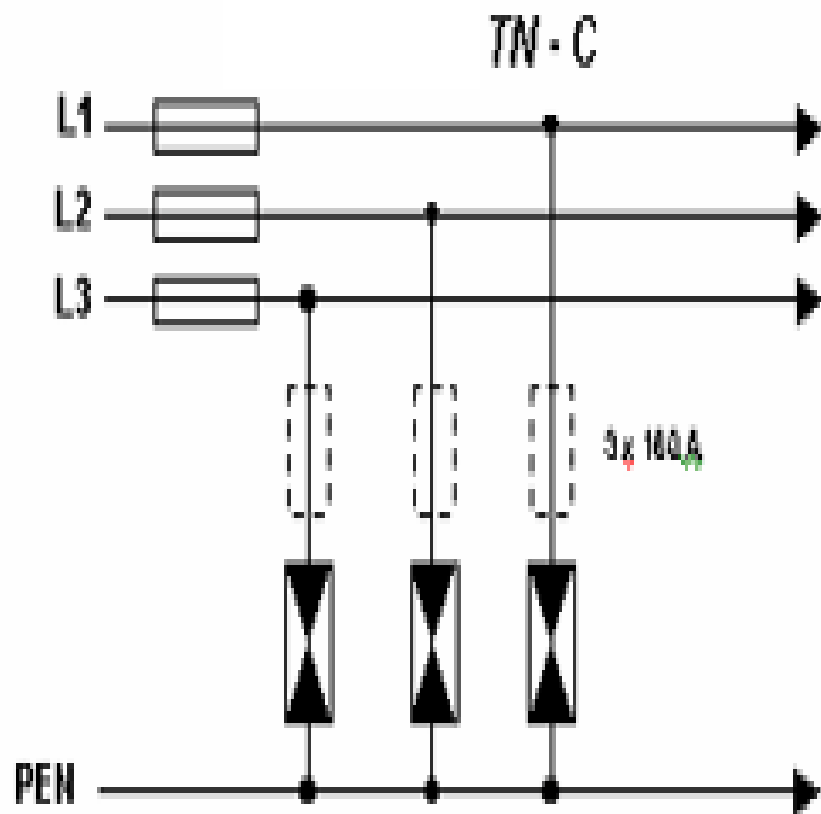
$$I_h = \frac{U}{R_h + R_0}$$

$$U_h = \frac{U^* R_h}{R_h + R_0}$$

# התקנה TN-C



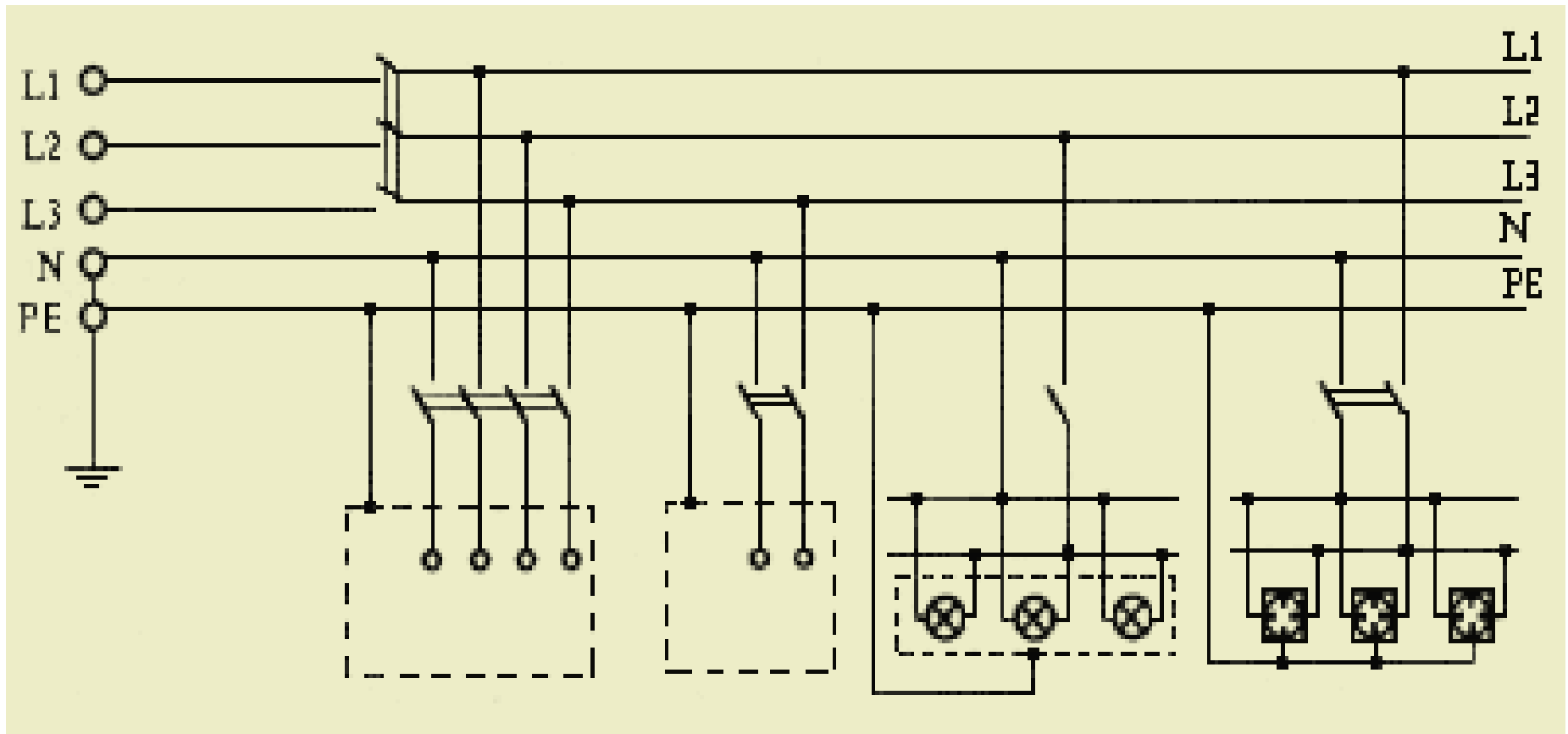
# התקנה TN-C



ד"ר אלכס טורצקי

# TN-S

✓ אפשרות הגנה דרך מפסק מגן

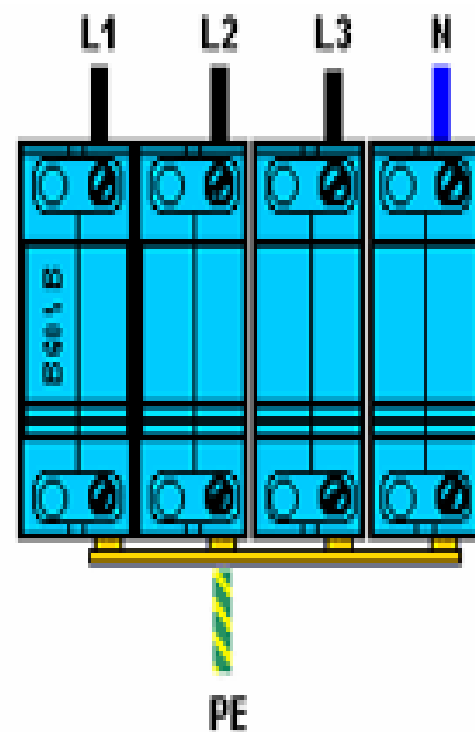
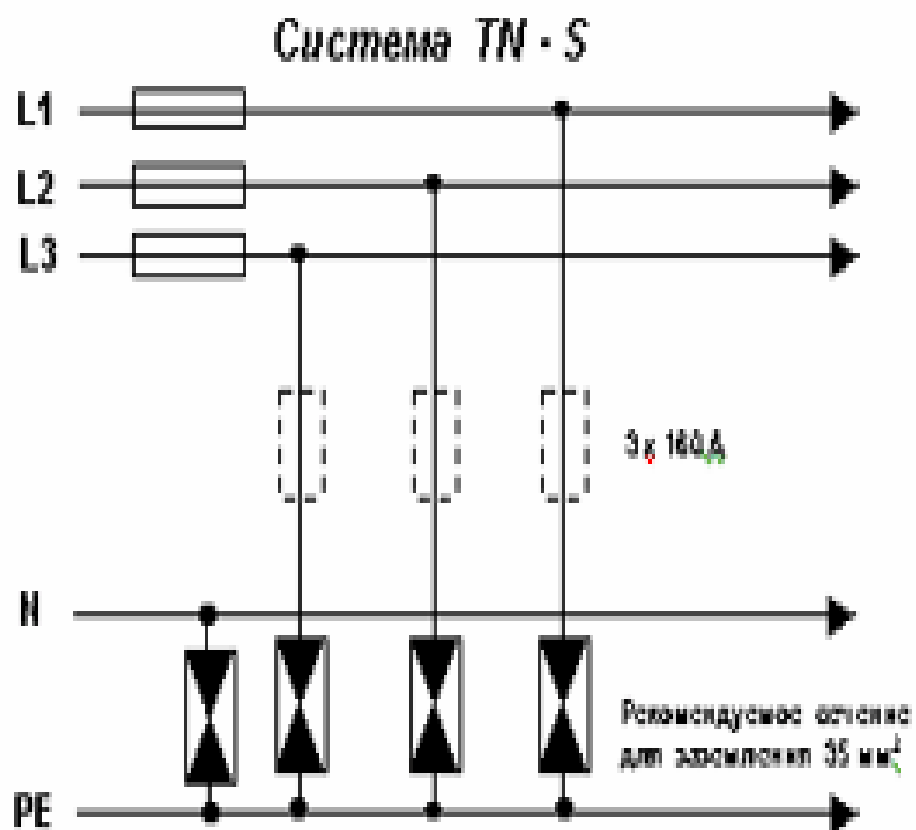


ד"ר אלכס טורצקי

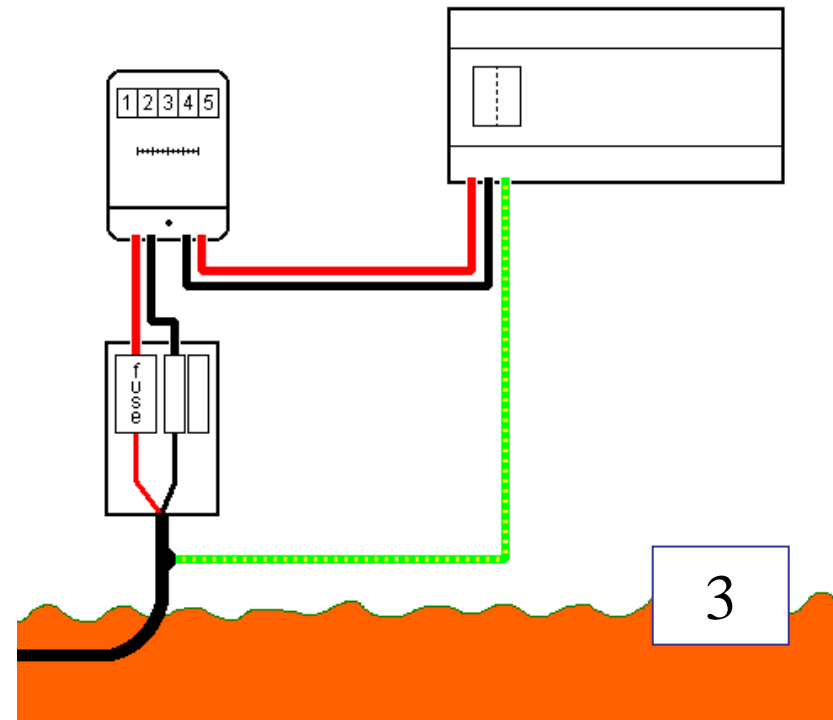
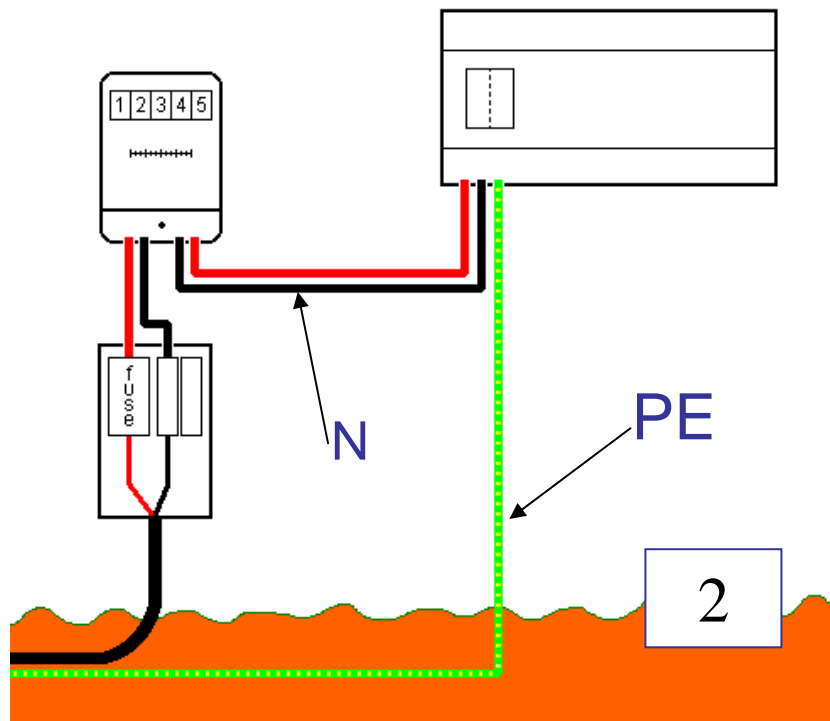
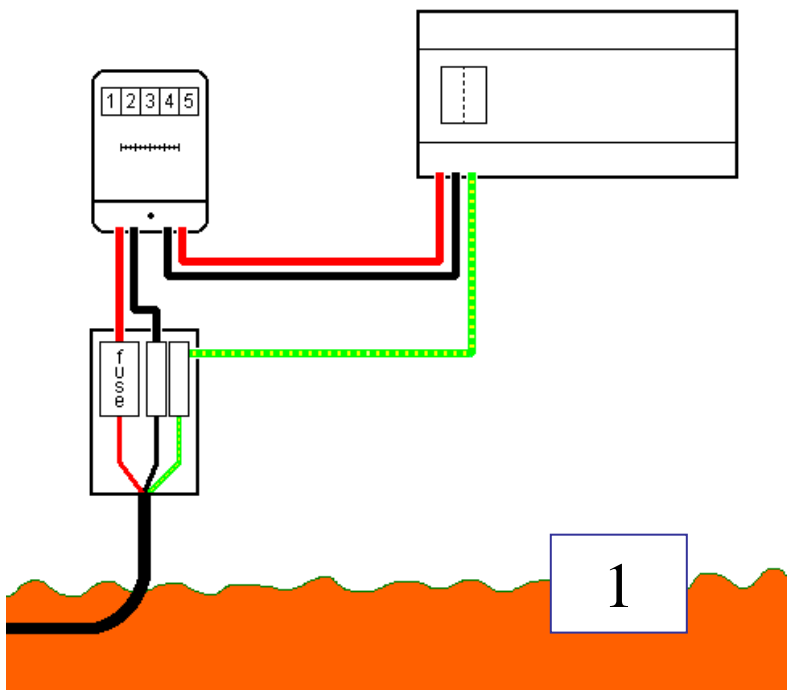
✓ יותר חיווט



# חיווט TN-S



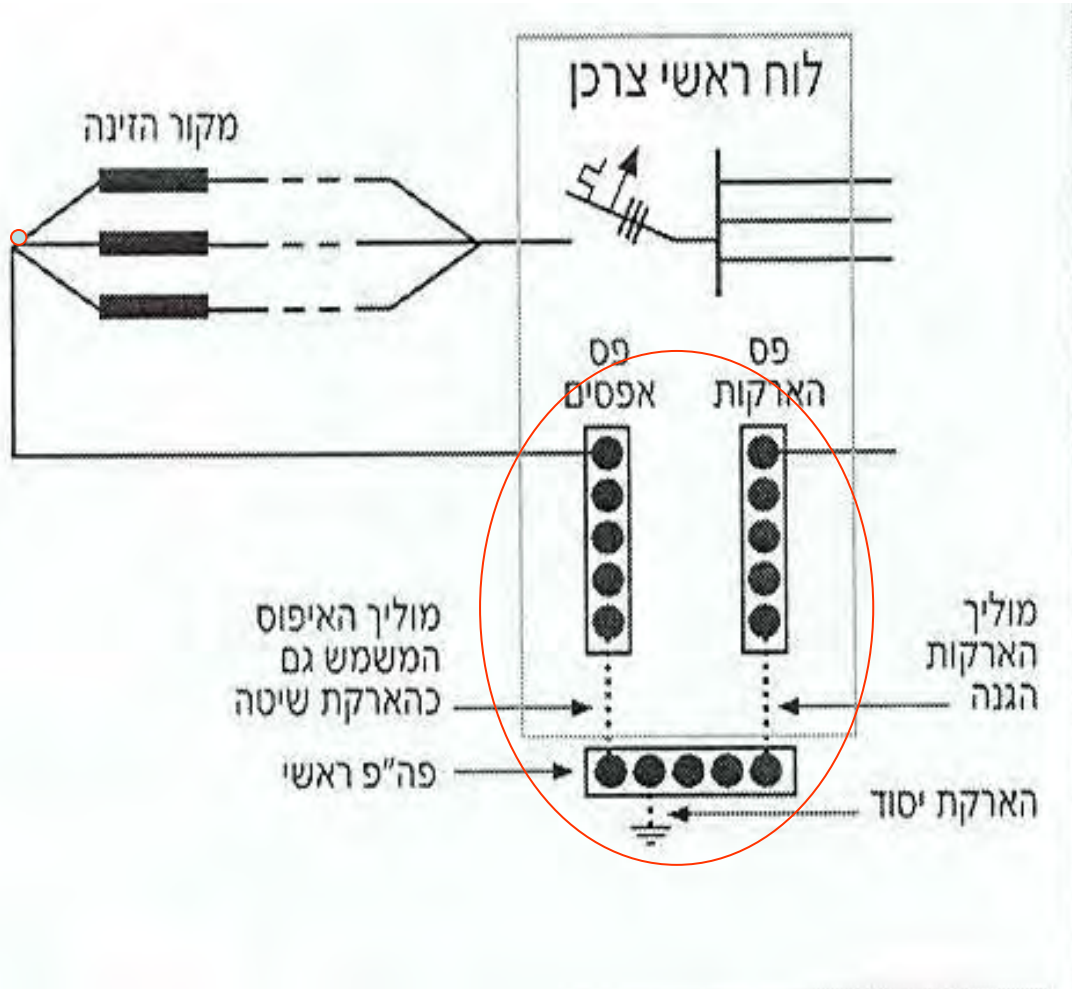
# שיטות התקנה TN-S



ד"ר אלכס טורצקי



# אופן ביצוע TN - S



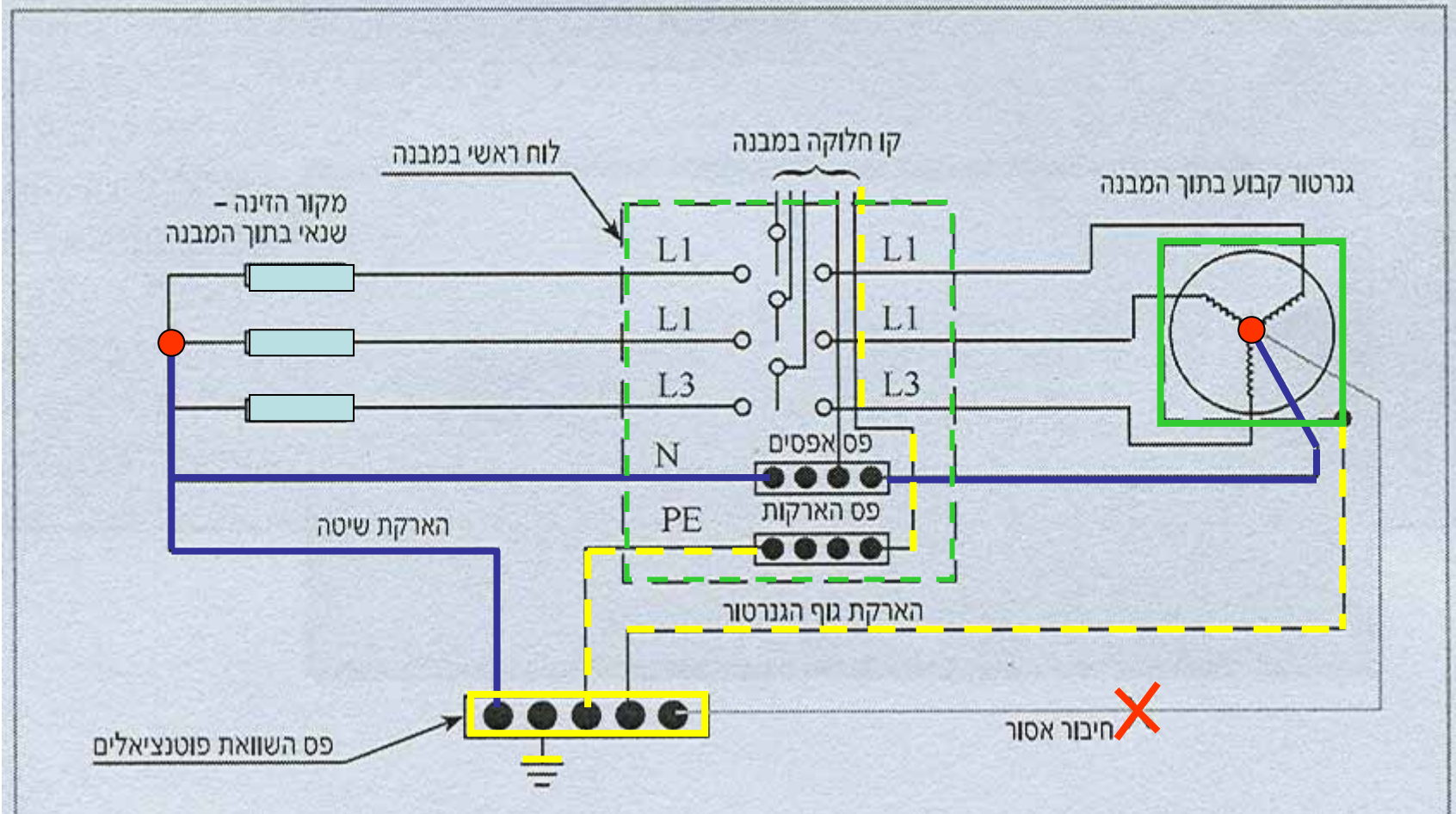
- מותר לחבר חיבור יחיד בין הכוכב של השנאי לבין פס האפס בלוח ראשי של הצרכן.
- במפעלים בעלי יותר ממקור זינה אחד (שנאי, גנרטור, אל פסק), יש לוודא שבכל מצב של זינה מתקיים איפוס יחיד.



# הזנה דרך שנאי ולאספקה חלופית - גנרטור

חיבור כוכב הגנרטור אל פה"פ אסורה במצב זה (איפוס כפול)

איפוס TN-S במתקן המוזן על ידי שנאי וגנרטור הממוקמים באותו מבנה



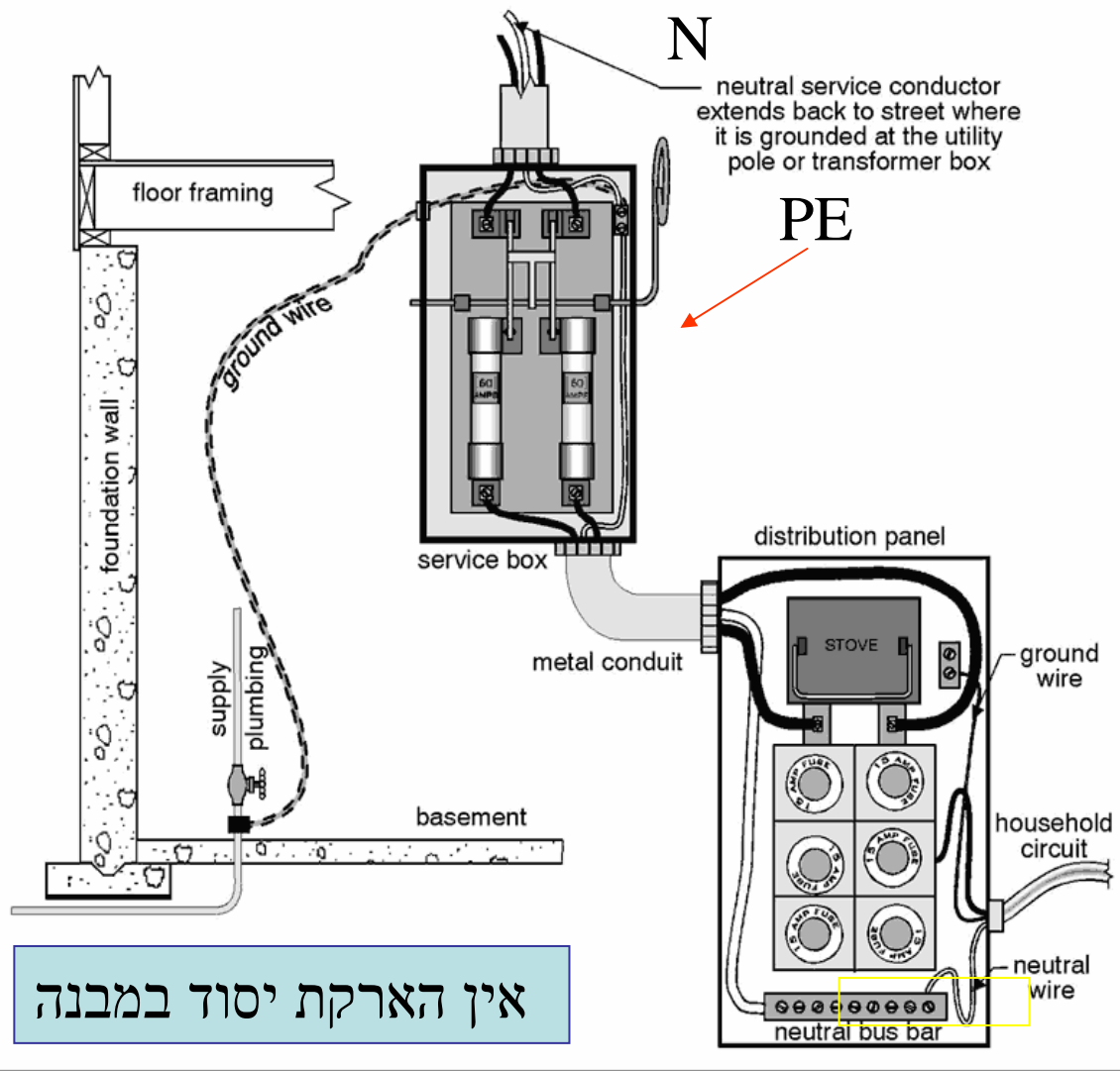
ד"ר אלכס טורצקי





# איפוס במבנה ללא הארקת יסוד - לפי תקנות "הארקה ואמצעי הגנה בפני חישמול"

Electrical path for ground and neutral wires TN-S



אין הארקת יסוד במבנה

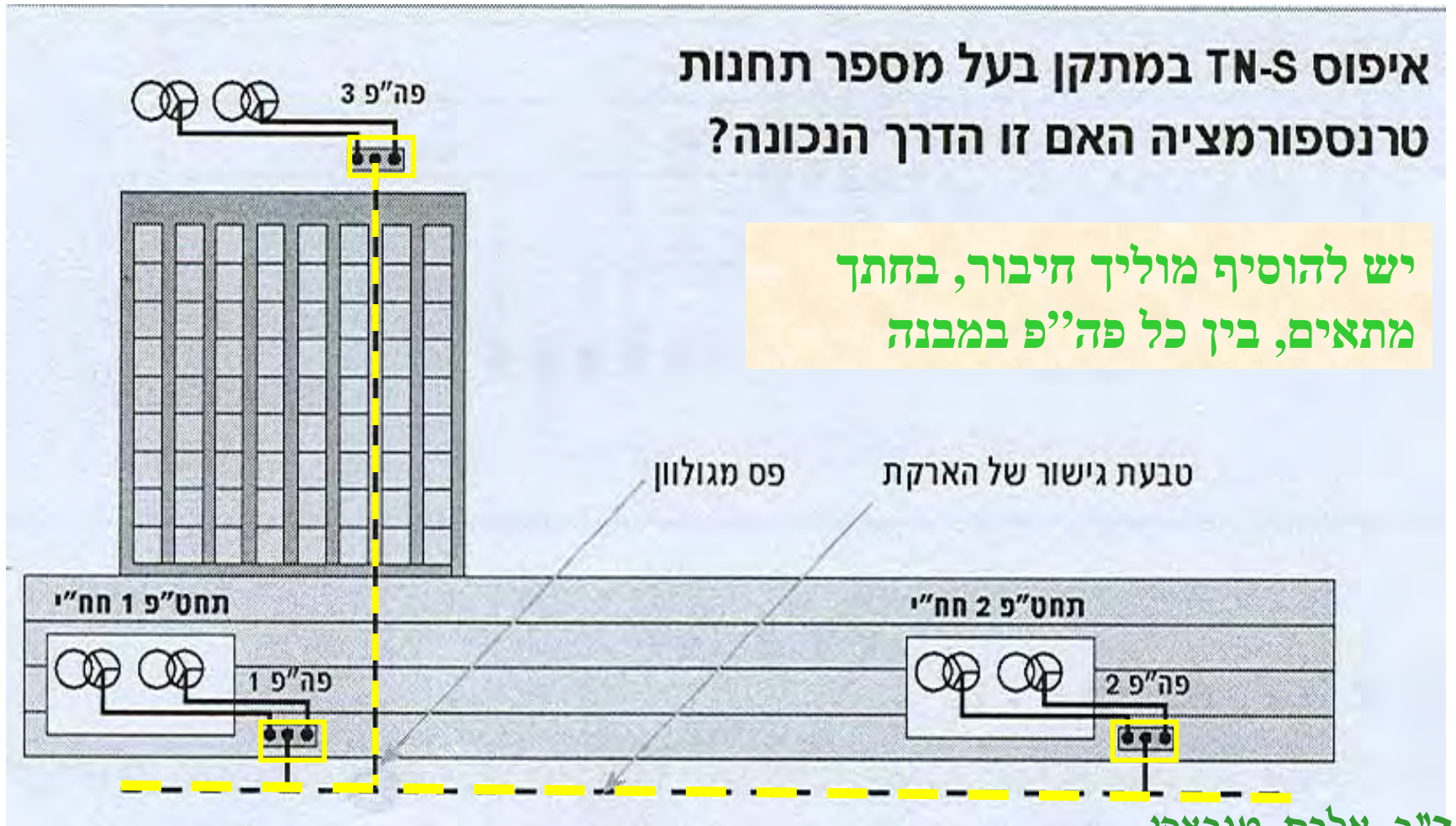
- לפי תקנה 39 ב: "על אף האמור בתקנה משנה 39 א, מותר להשתמש באיפוס במבנה אשר אין בו הארקת יסוד, אם יש לו אלקטרודות הארקה מקומית וקיימת במבנה השוואת פוטנציאלים כנדרש"



# תחנות טרנספורמציה + פרטית על הגג

כל תחנה מחוברת לפה"פ שלו

כל פסי השוואת הפוטנציאלים מחוברים למערכת הארקת יסוד



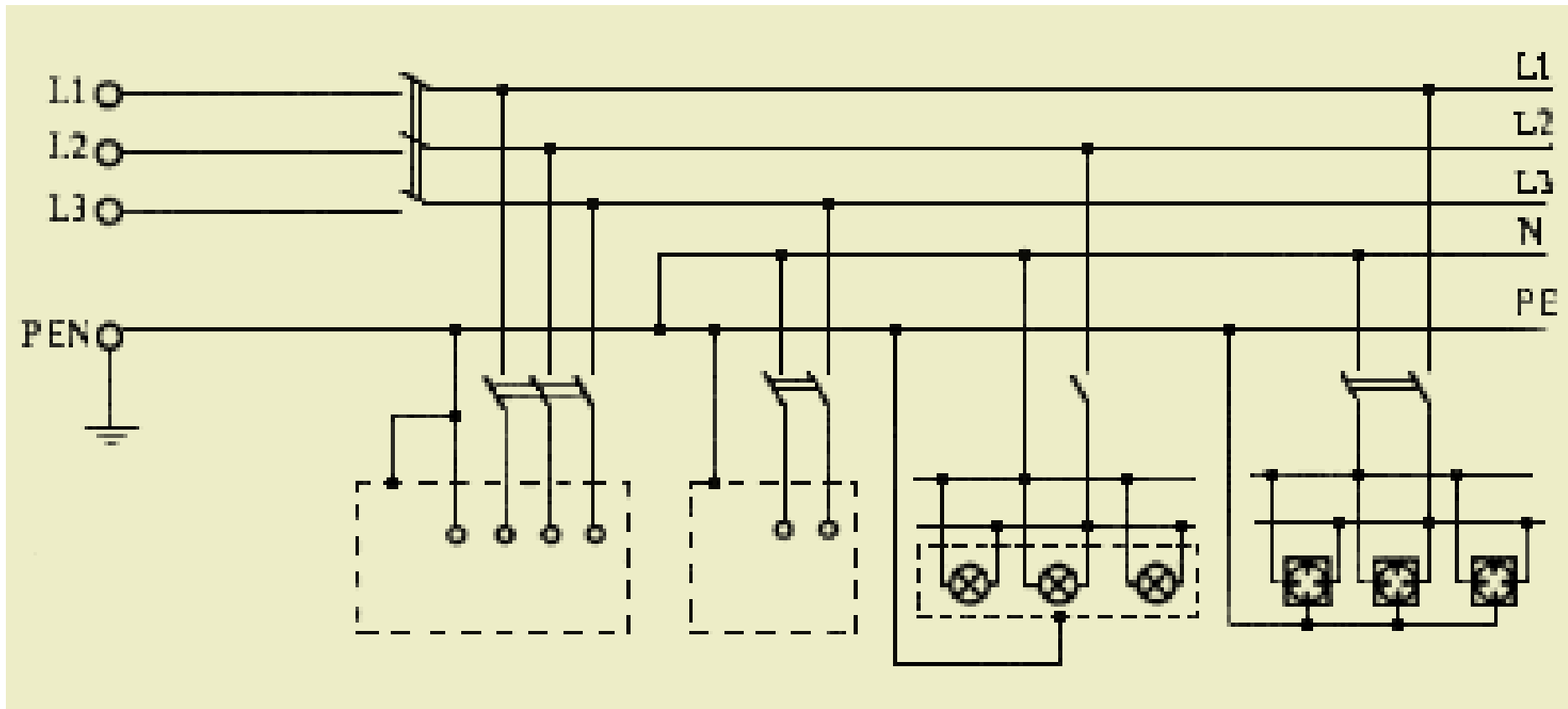
איפוס TN-S במתקן בעל מספר תחנות טרנספורמציה האם זו הדרך הנכונה?

יש להוסיף מוליך חיבור, בחתך מתאים, בין כל פה"פ במבנה

ד"ר אלכס טורצקי



# TN-C-S



ד"ר אלכס טורצקי

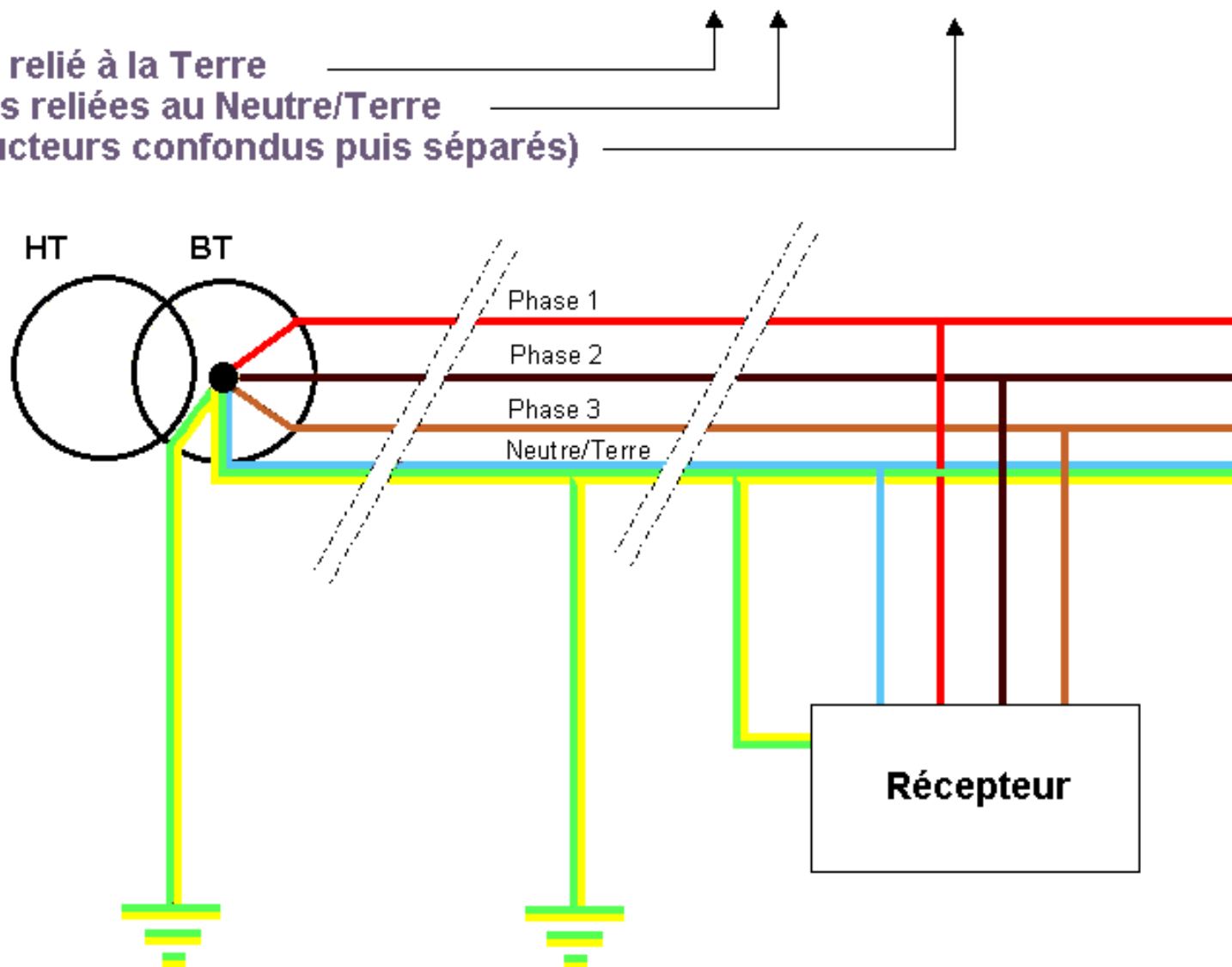


# SCHEMA TN - CS

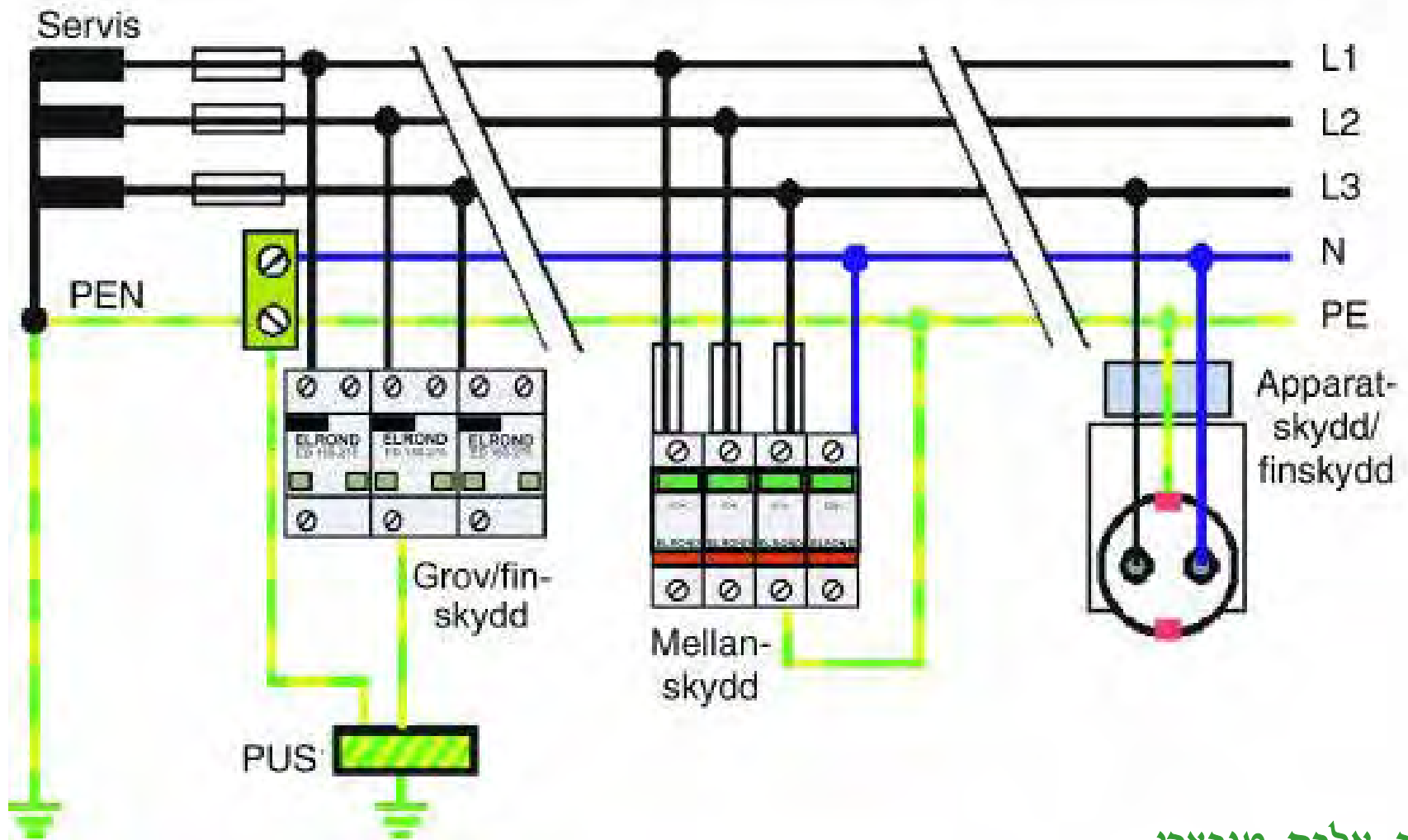
Neutre relié à la Terre

Masses reliées au Neutre/Terre

(conducteurs confondus puis séparés)



# TNC-S התקנה



# הארקת הגנה

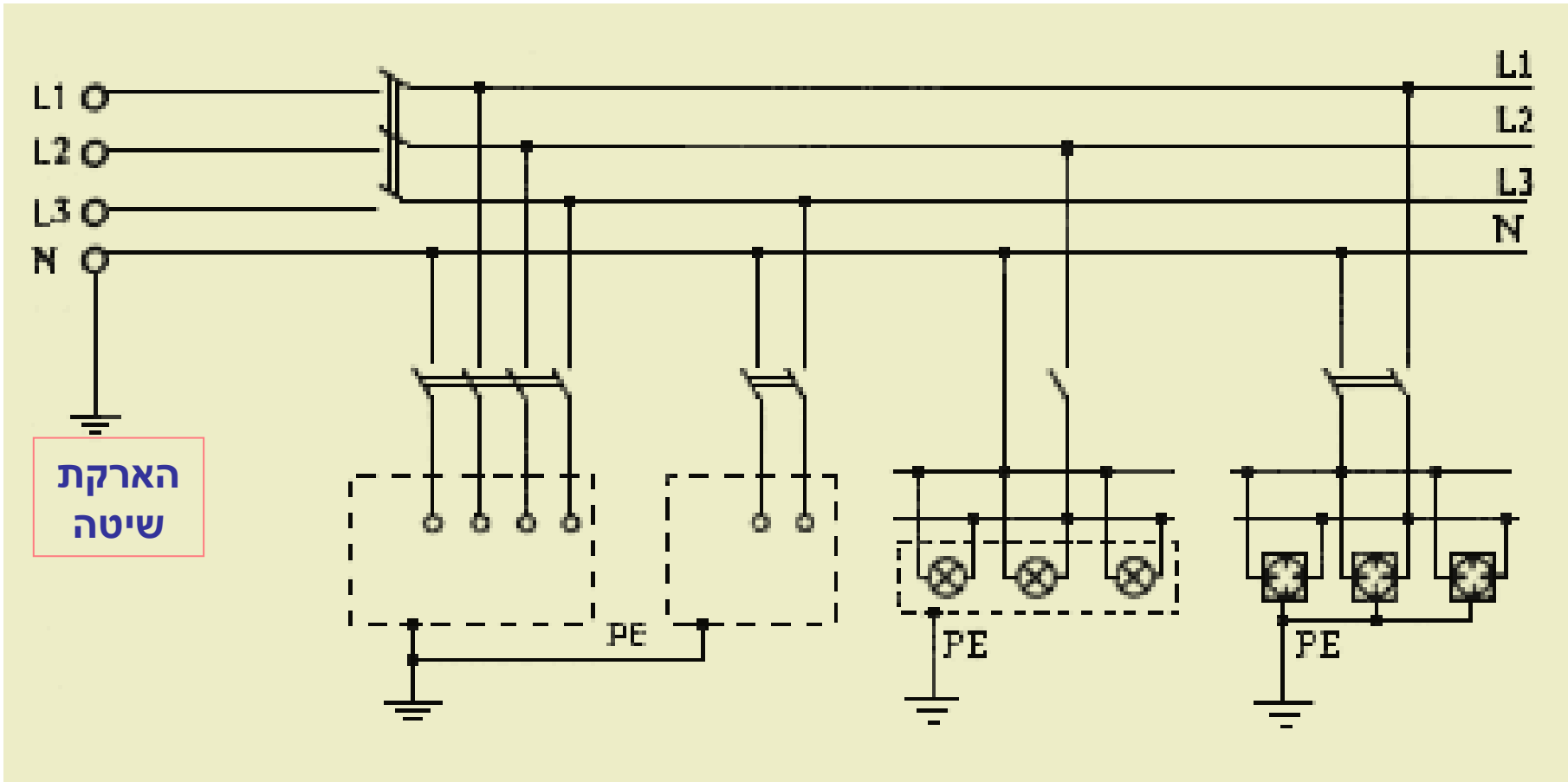
DD

TT

✓זרם קצר חד מופעי גדול יותר בגלל קרבה למקור הארקה

✓אפשרות חיבור מפסק מגן

✓ניתוק מוליך PE לא גורם להופעת מתח על גופי ציוד אחרים.

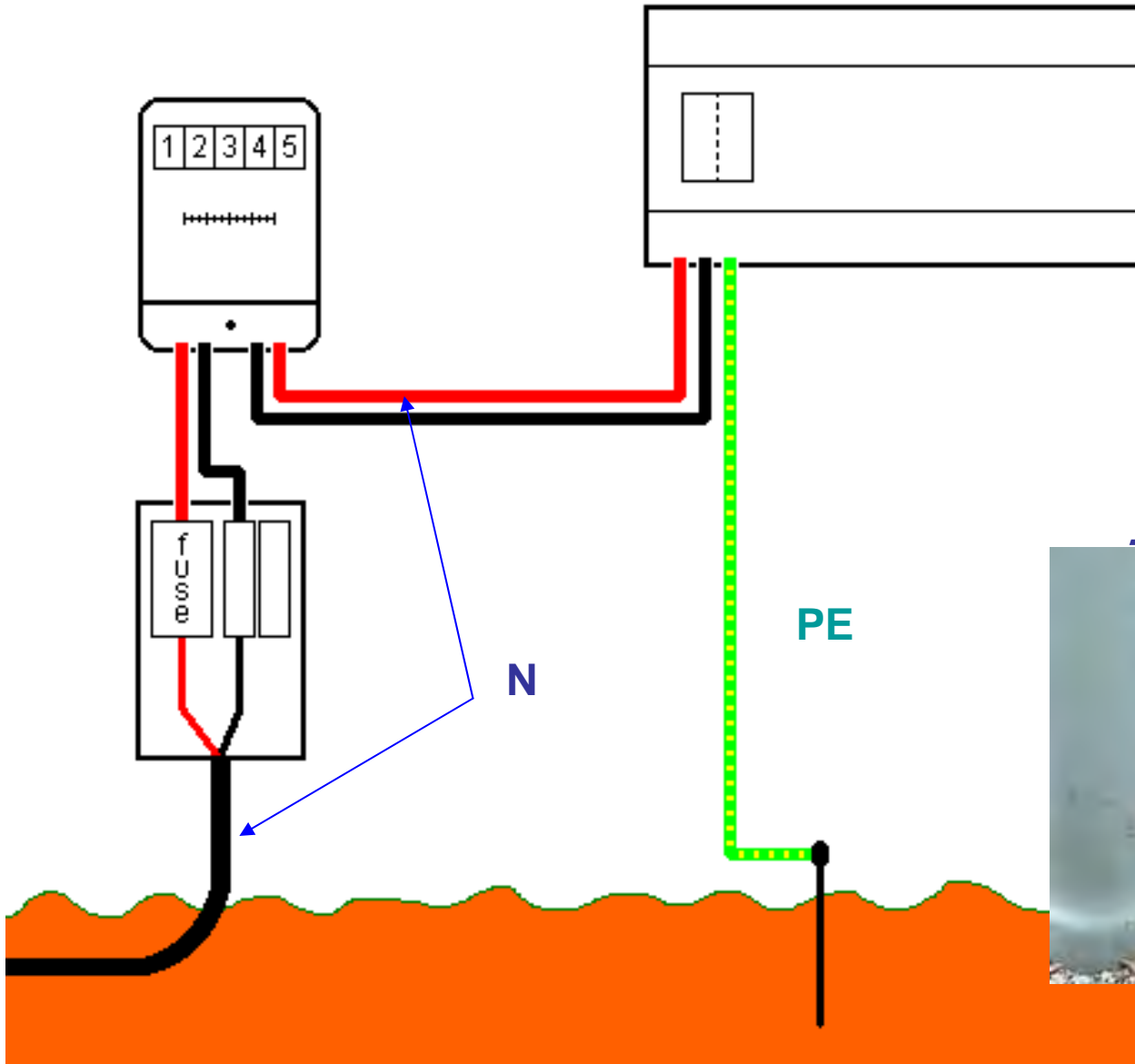


ד"ר אלכס טורצקי

✓גרימת ניתוק המתקן בעת התקלה

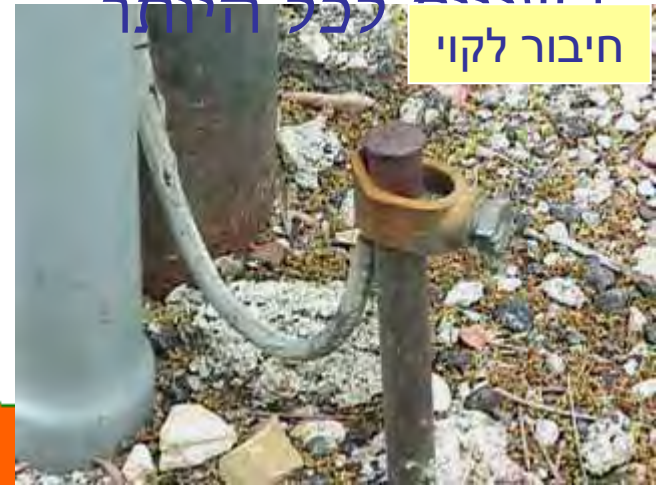


# TT התקנה



- הארקה הגנה - חיבור גופי מכשירים במתקן לאלקטרודת הארקה
- התנגדות עד 5 אוהם

הפעלת מבטח תוך חיבור לקוי



ד"ר אלכס טורצקי

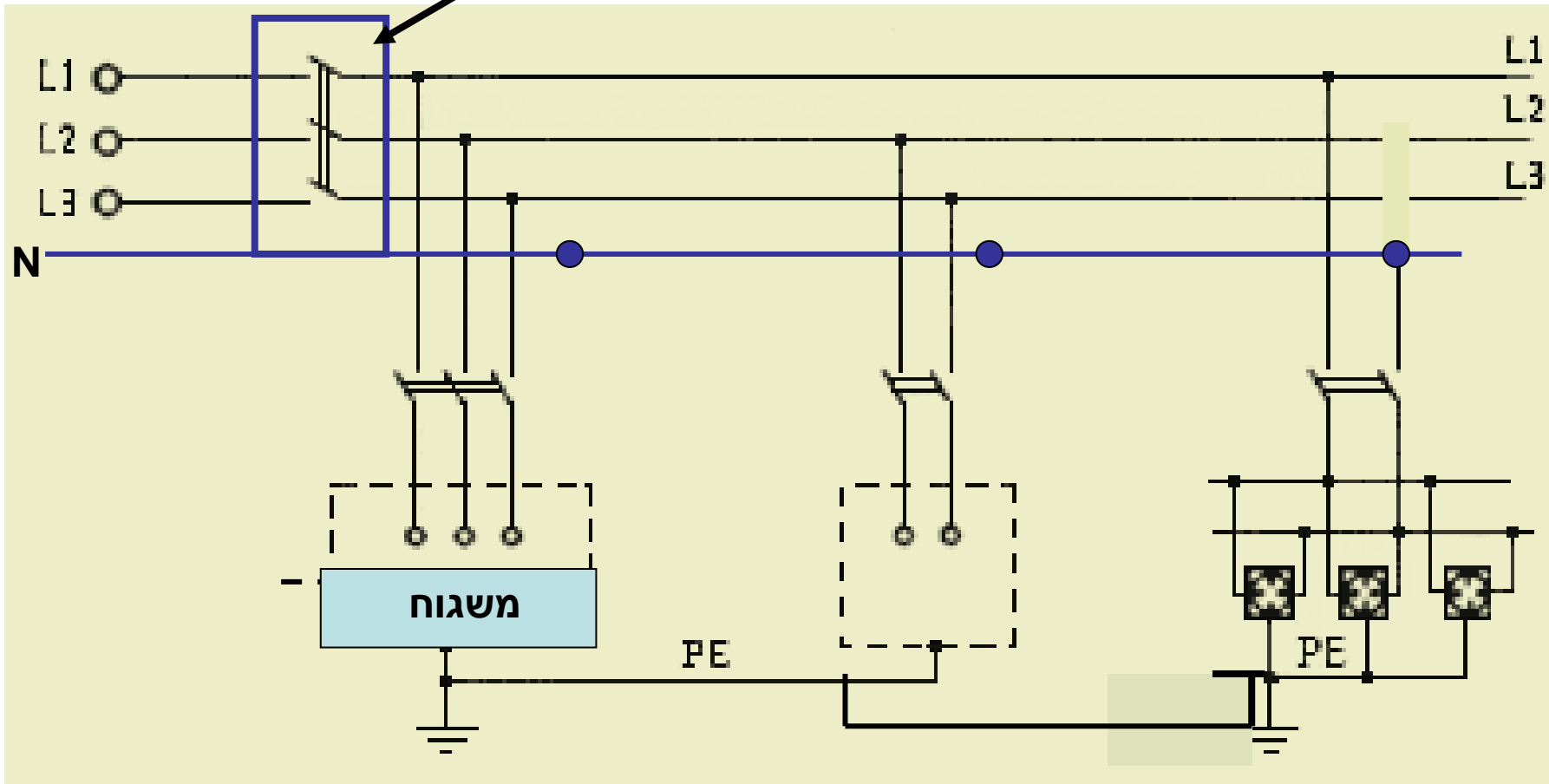


# זינה צפה

# IT

במקרה הזנת שיטה

יש צורך ב-  
שנאי מבדל



ד"ר אלכס טורצקי



# זינה צפה - ID

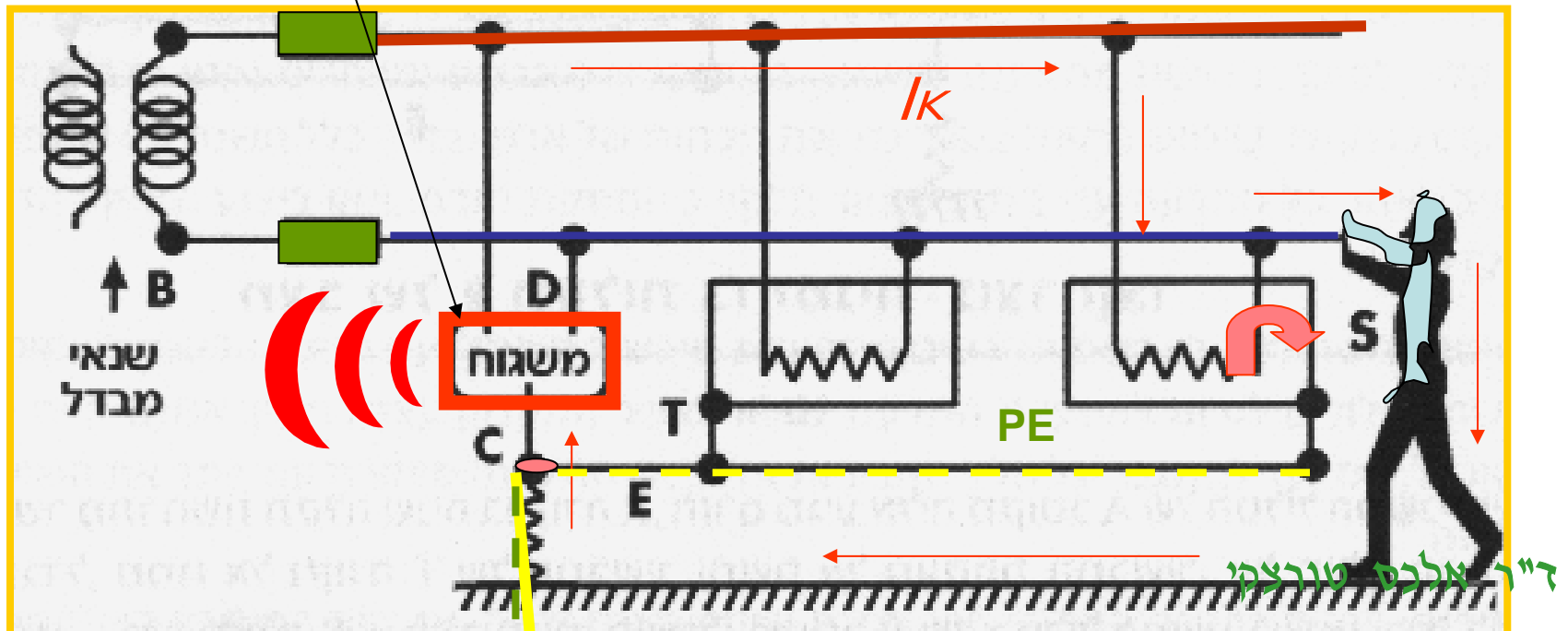


- מותרת רק בתנאי שיותקן משגוח (גשש) ליד מקור הזינה לפיקוח על רמת הבידוד

• המשגוח יתריע על ליקויים בבידוד המתקן

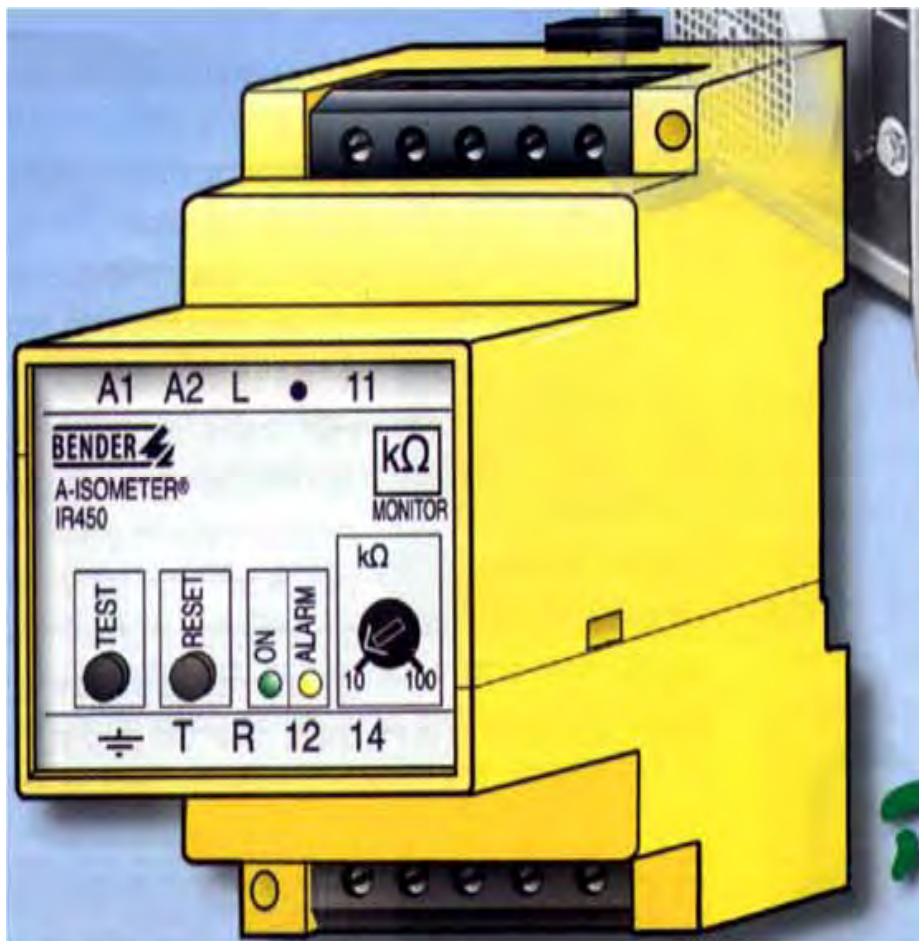
- במקרה הזנה מרשת עם הארקת שיטה יש צורך בשנאי מבדל

• מאפשרת חיבור מספר מכשירים לשנאי מבדל אחד



ז"ר אלכס טורצקי

# משגוח



## משגוח OFF-LINE

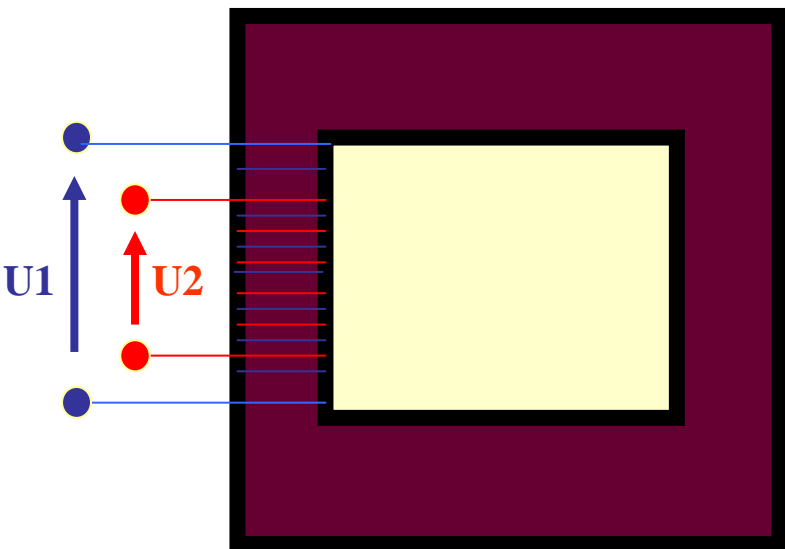


**לפיקוח רציף על טיב הבידוד של מנוע/גנרטור בזמן מנוחה**

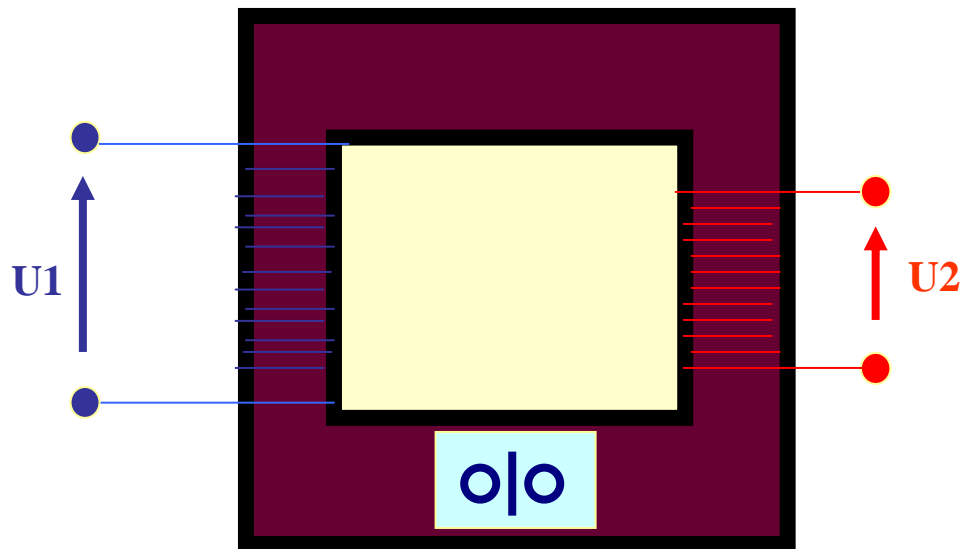
מתאים למנועי זרם ישר או חילופין חד-ותלת פאזי

**התראה מוקדמת חוסכת את הנזק**

### שנאי



### שנאי מבדל



סימון של שנאי מסוג מבדל



# יתרונות וחסרונות שיטות הארקה שונות



# יתרונות וחסרונות 1

- ברשתות TN-C ו-TN-C-S רמה נמוכה של הגנות מחישמול ושריפות, אפשרות לשדה חשמלי חזק

יתרון TN-C: זרם קצר חד פאזי גבוה והפעלת מפסק אוטומטי או נתיך מהירה. רשת יותר זולה מ-TN-S בגלל חוט נוספת.



## יתרונות וחסרונות 2

**חסרונות TN-C:** במרחקים גדולים ממקור חשמל לצרכן או חוטים דקים יחסית, זרם קצר קטן וזמן הפסקת חשמל עולה.

- ברשת זה קיימת העברת מתח אל PEN ומכן לגופים מתכתיים של ציוד, כולל ציוד שבתחזוקה.
- מסוכן במיוחד מצב שריפת מוליך PEN, עז כל גופי הציוד שאחרי הנתק ימצה תחת מתח פאזי -  $U_{pf}$
- אין אפשרות שימוש במפסקי מגן – RCD להגנה מחישמול
- אפשרות שריפות גבוהה בגלל זרמי קצרים חד-פאזיים גבוהים
- אמינות הספקת חשמל נמוכה בגלל זרמי קצר גבוהים שמחייבים הפסקות חשמל
- קיום מתח על מוליך PEN גורמת לזרמים ברשת כולה של המתקן והפרעות משדה חשמלי





## יתרונות וחסרונות 3

- רשתות TN-S מומלצות למתקנים קבועים, שלא ישתנו בעתיד

**יתרונות TN-S:** אפשרות שימוש במפסק מגן

- ניתוק מוליך N לא גורמת למתח Upf על גופי הציוד הנמצאים אחרי הניתוק

- הגנה משריפות גבוה יותר בגלל שימוש ב RCD.

- אמינות הספקה ושדה חשמלי דומה לשיטה TN-C.

**חסרון TN-S:** רשת יקרה בגלל מוליך חמישי.

## יתרונות וחסרונות 4

- שיטה **TT** משתמשים בעיקר ברשתות מתך נמוך. יתרונות **TT**:
- חובה שימוש במפסק מגן
- הגנה משריפה גבוה יותר.
- אין זרם במוליך **PE** במצב ללא תקלה.
- זרמי קצר חד פאזי יחסית נמוכים וזמן הפסקה קצר, מצב לא מאפר לשדות לגרום נזקים
- הפרעות משדה חשמלי ברשת זה נמוכות מ- **TN**
- תכנון רשת **TT** קל יותר בגלל אי שינוי משמעותי של זרמי קצר גם בקווים ערוכים בעקבות שימוש במפסק מגן.
- קוטר מוליך **PE** קטן יותר בגלל זרמים נמוכים בו.

## יתרונות וחסרונות 5

רשת **IT**: **PE** ו-**N** הופרדו, מוליך אפס של שנאי מחובר לאדמה דרך נגד במספר  $K\Omega$ .

**יתרונות:** הגנה מחישמול מקצר חד-פאזי גבוהה מכל השיטות הקודמות בגלל זרמי קצר נמוכים ומתח מגע לא גורם לסיכון מיידני.

- אפשרות שימוש במפסק מגן.
- הגנה משריפה גבוהה משיטות הקודמות בגלל זרמי קצר נמוכים.
- הפרעות נמוכות משדות חשמליים.

**חסרונות:** דרישה לרמה גבוהה של עובדי תפעול, דרוש מכשור לגילוי זליגות חשמל ותקלות. חיבורים נוספים לרשת **IT** גורמים להגדלת זרמי קצר.



## יתרונות וחסרונות 6

- ברשת **TN-C-S** קיימים יתרונות וחסרונות שתי השיטות הקודמות
- שיטות **TT** מומלצות למתקני חשמל משתנים ועומדים לשינויים
- שיטות **IT** משמשים במתקנים הדורשים אמינות הספקת חשמל גבוה במיוחד



סוף