

הארקה

חלק 1

דרישות

שיטות

התקנה

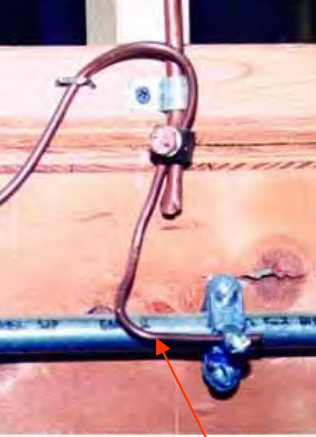
ד"ר אפכס טורצקי

הגדרות ועקרונות הארקה

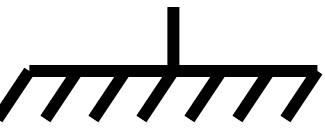
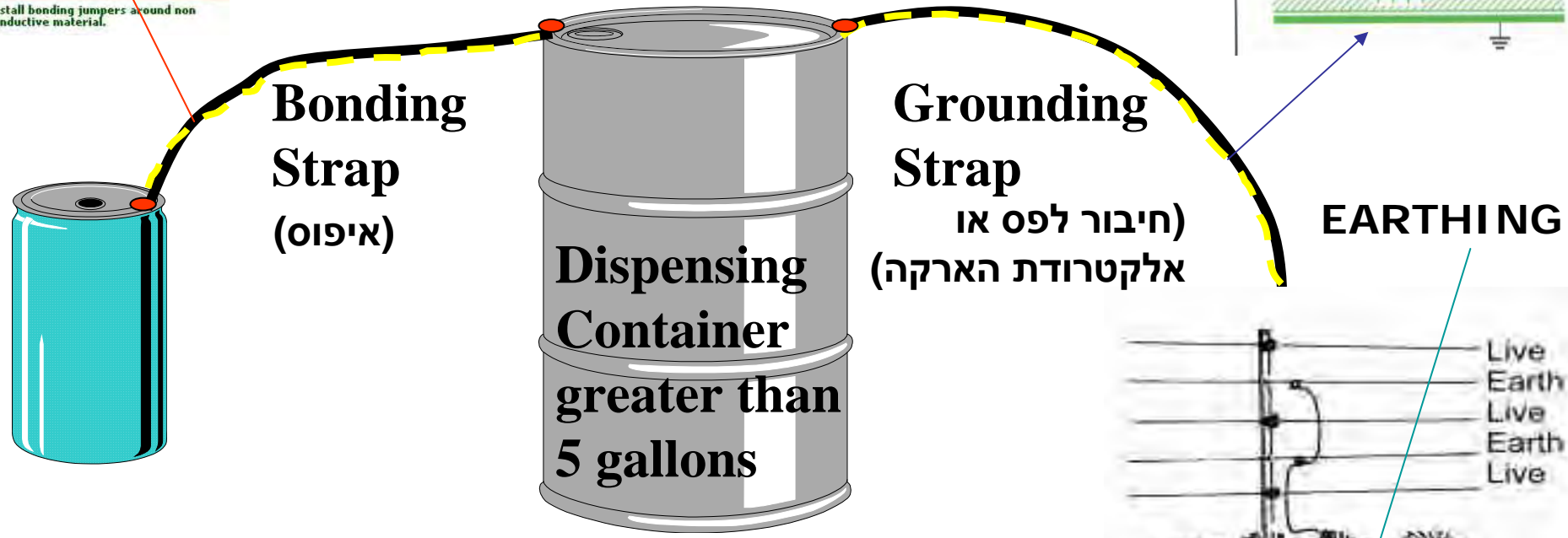
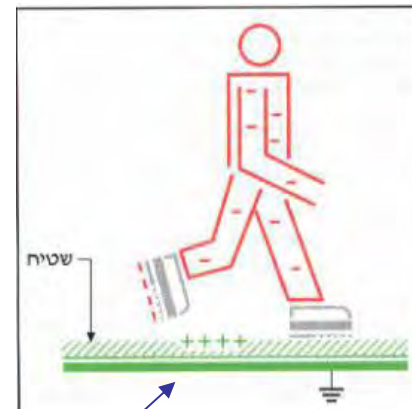


ד"ר אלכס טורצקי

הגנה ע"י הארקה



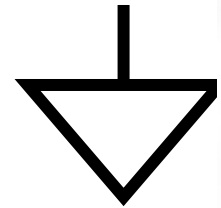
Install bonding jumpers around non conductive material.



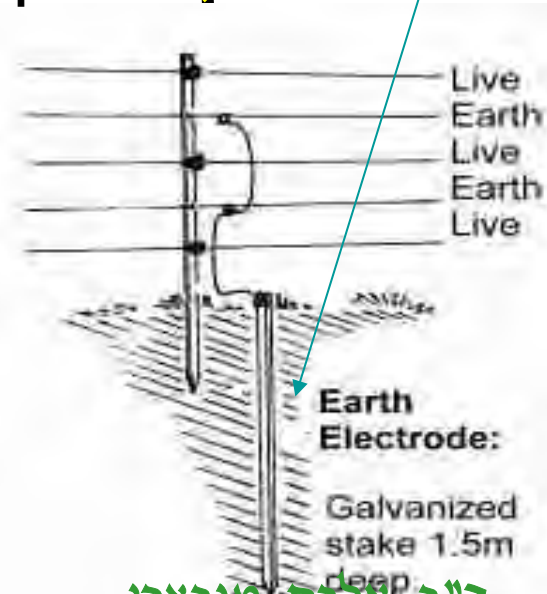
Earth



Equipment



Virtual



ז"ר אלכס טורצקי

מטרות הארקה

הקטנת פוטנציאל כלפי המסה הכללית

בטיחות חשמלית

הפעלת הגנות

הגבלת מתחי יתר

הפחתת מתח מושרה

הורדת חשמל סטטי

הגנה מפני ברקים

הארקה לציווד אלקטרוני רגיש

הבטחת איכותם ותפקודם של מתקני חשמל על-ידי הארקה

ד"ר אלכס טורצקי



תקנות והגדרות

תקנות החשמל

הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול

לפי תקנה 76 – תקינות מערכת הארקה ואמצעי הגנה בפני חישמול:

- **מערכת הארקה ואמצעי הגנה בפני חישמול יהיו במצב תקין ויעיל בכל עת; נתגלו ליקויים במערכת הארקה או באמצעי הגנה בפני חישמול, יופסק המתקן הלקוי או חלק הלקוי שלו או המכשיר הלקוי עד לתיקון התקלה, אלה אם כן נאמר אחרת בתקנות אלה.**

תקנות החשמל

הארקות ואמצעי הגנה בפני חשמול

לפי תקנה 78: (תקנה פגע תוקף ולא חודשה)

- מערכת הארקה ואמצעי הגנה בפני חשמול ייבדקו לפני הפעלתו הראשונה וכן לאחר שינוי יסודי במתקן.
- בנוסף.... במבנה ללא הארקות יסוד.... אחת ל 5- שנים לפחות.... אחת ל 10 שנים במבנה עם הארקות יסוד. – התקנה 78 – פגע תוקף ולא חודשה.

תקנות

בדיקות תקופתיות באתרי בניה

תקנות החשמל דורשות בדיקות תקופתיות:

- **מפסקי מגן** יבדקו אחת לשבוע לפחות בבדיקה ע"י לחיץ הבדיקה ואחת לשלושה חודשים לפחות באמצעות מכשיר בדיקה למפסקי מגן.
- **בלוחות** - בדיקת התנגדות הבידוד – בבדיקת רציפות הארקה – בבדיקת התנגדות אלקטרודה לאדמה : בבדיקות אלה יתבצעו אחת לשנה לפחות ע"י חשמלאי בודק

תקנה 28

בתקנות חשמל "הארקה ואמצעי הגנה בפני חישמל במתח עד 1000 וולט"

מערכת מתכתית האסורה כמוליך הארקה

- לא ישתמש אדם בצנרת כמוליך הארקה לחומרים האלה:

חומר דליק או נפיץ

חומר מאכל

מי שפכים

מים חמים

קיטור

אויר דחוס



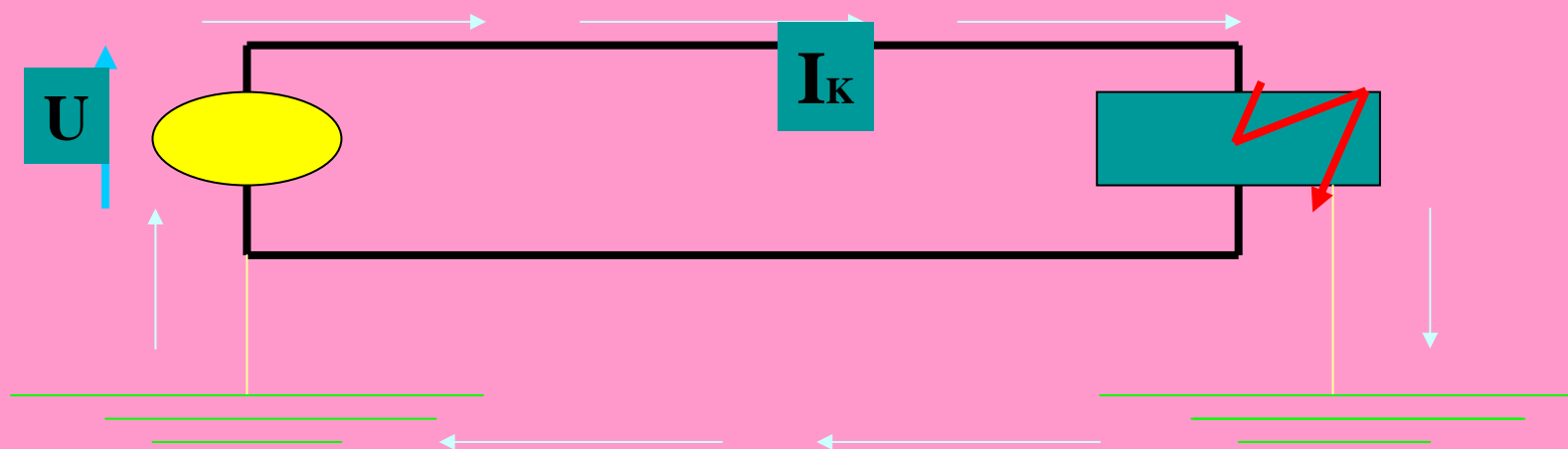
עכבת לולאת התקלה

הגדרה: התנגדותו של מסלול זרם התקלה

הדרישה: עכבת לולאת התקלה (Z_T) תהייה נמוכה, על מנת לאפשר במקרה של קצר, פיתוח זרם (I_k) שיבטיח את הפסקתה של הזינה תוך 5 שניות לכל היותר.

2. איך בודקים את עכבת לולאת התקלה?

1. למה דווקא 5 שניות?



ד"ר אלכס טורצקי

מדוע 5 שניות ?

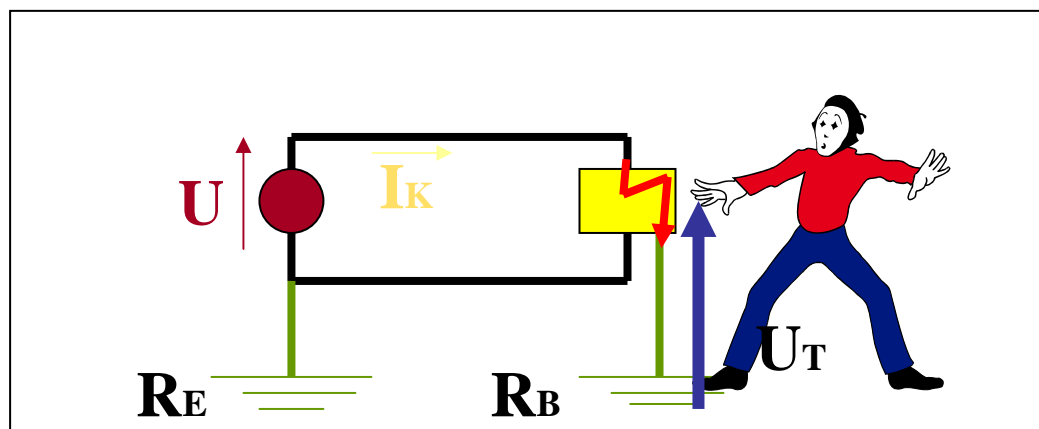
*זהו הזמן שיאפשר שמירת בידוד המוליך מחום עקב זרם הקצר.

*זהו הזמן שבו גוף האדם יכול להימצא תחת מתח (חילופין) 50 וולט בלא שיגרמו לו תופעות פיזיולוגיות בלתי הפיכות.



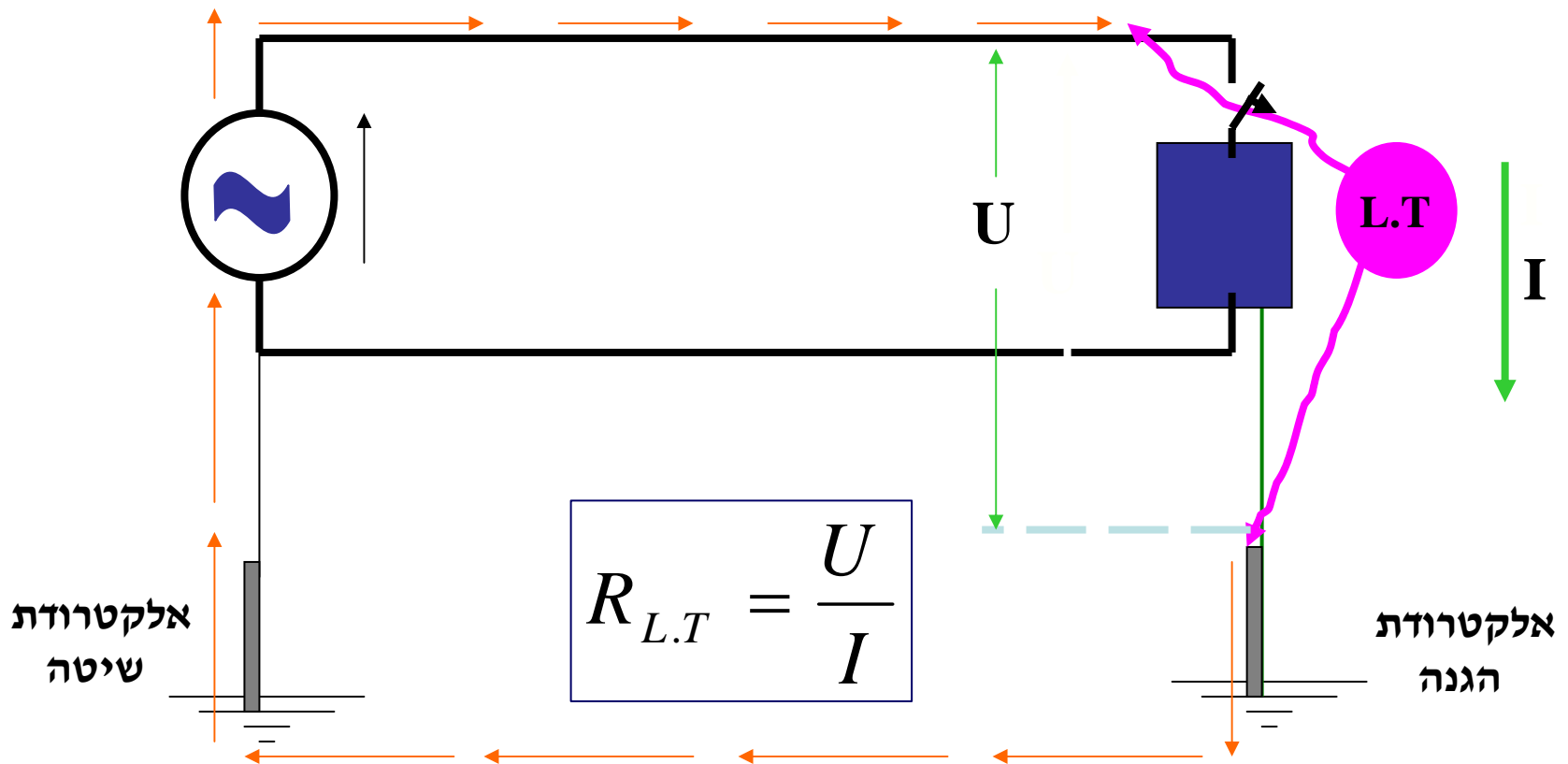
טבלה: משך זמן החישמול המותר כפונקציה של מתח המגע

זמן החשמול (שיניה)	עוצמת הזרם (מיליאמפר)	עכבת הגוף (קילו-אוהם)	מתח מגע (וולט)
$5 \geq$	-	-	25
5 >	29	1.725	50
0.60	46	1.625	75
0.45	56	1.610	90
0.36	72	1.535	110
0.27	102	1.475	150
0.17	167	1.375	230
0.12	204	1.370	280
0.08	256	1.369	350
0.08	368	1.360	500



ד"ר אלכס טורצקי

LT - לולאת התקלה



ד"ר אלכס טורצקי



בדיקות לולאה במעגלים שונים

- בדיקת הלולאה מבוצעת במעגלים שונים כדלקמן:
- $P-N$ בדיקה בין פאזה ואפס
- $P-P$ בדיקה בין פאזה לפאזה
- $P-PE$ בדיקה בין פאזה ומוליך הארקה.



הארקה

שיטות וסוגים

סימון בשיטות הארקה

- סימנים מקובלים שמקורם בצרפתית:
 - **T** (– terre אדמה) – חיבור לאדמה, הארקת שיטה
 - **N** (– neutre אפס) – איפוס
 - **I** (isole – בודד), כל המוליכים מבודדים האדמה
 - סימנים המקובלים שמקורם באנגלית:
 - **C** - (combined) – משותף
 - **S** - (separated) – נפרד
- ד"ר אלכס טורצקי

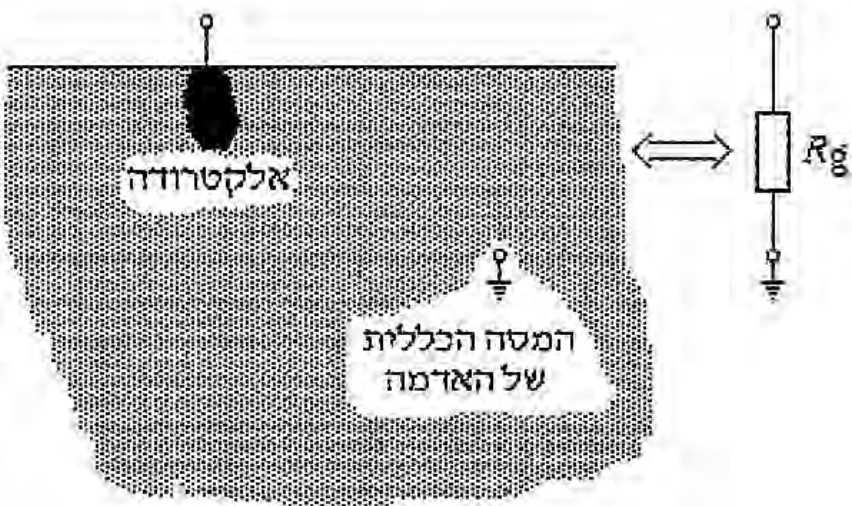


סימון מוליכי איפוס

- P - (protective) – מגן
- E - (earth) – אדמה
- N - (neutral) – אפס

סימוני שיטות הארקה ומוליכים

- **TT** - מוליכי אפס של מקור הזינה וגופי ציוד חשמלי מחוברים לאדמה בנפרד. חיבורי נקודות הארקה בלתי תלויים (הארקת הגנה).
- **IT** - אפס של מקור הזינה מבודד מהאדמה, או מחובר דרך התנגדות גבוהה, או מכשיר התראה (משגוח), גופי ציוד חשמלי מחוברים לאדמה (זינה צפה).
- **PE** - מוליך אפס משמש כמוליך הארקה.
- **PEN** - מוליך אפס והארקה משותפים ומשמשים ביחד כמוליך הארקה.



המסה הכללית של האדמה

הגדרות (לפי התנגדות (1) ולפי המתח (2)):

1. כל תחום, שמעבר למרחק האופקי מאלקטרודת הארקה התנגדותו אפס, נחשב כ"מסה הכללית של האדמה" ביחס לאלקטרודה זה.
2. מרחק, שמתח הצעד הצפוי שלו הוא המרבי, כאשר זורם באדמה זרם חשמלי, כמו במקרה של קצר חד-מופעי לאדמה.

תרשים עקרוני של הארקה (לפי ד"ר יצחק יזרעאלי)

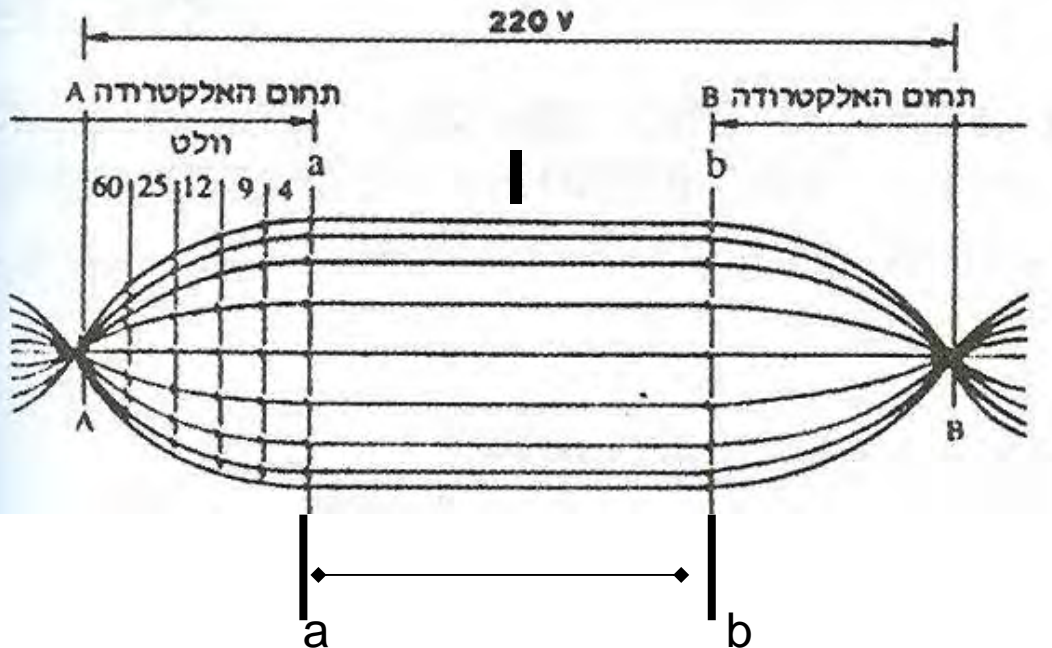
- התנגדות הארקה תלויה אך ורק בהתנגדות הסגולית של הקרקע וברדיוס האלקטרודה
- אין צורך ל"חפש" את המסה הכללית של האדמה במעבה האדמה ולכן היא נמצאת במרחק אופקי מסוים מהאלקטרודה על פני הקרקע.

הרדיוס של אלקטרודת הארקה הכדורית התמונה באדמה אחידה



המסה הכללית של האדמה (לפי המתח המרבי)

מסלול הזרם בין שתי האלקטרודות



a - b תחום של המסה
הכללית של האדמה

מתח הנמדד בין שתי האלקטרודות A ו-B בנקודה כלשהי באדמה ביניהם גודל ככל שמתרחקים מהאלקטרודה A. תחום בין נקודות a ו-b שבו מתח לא משתנה, הוא תחום של "המסה הכללית של האדמה"



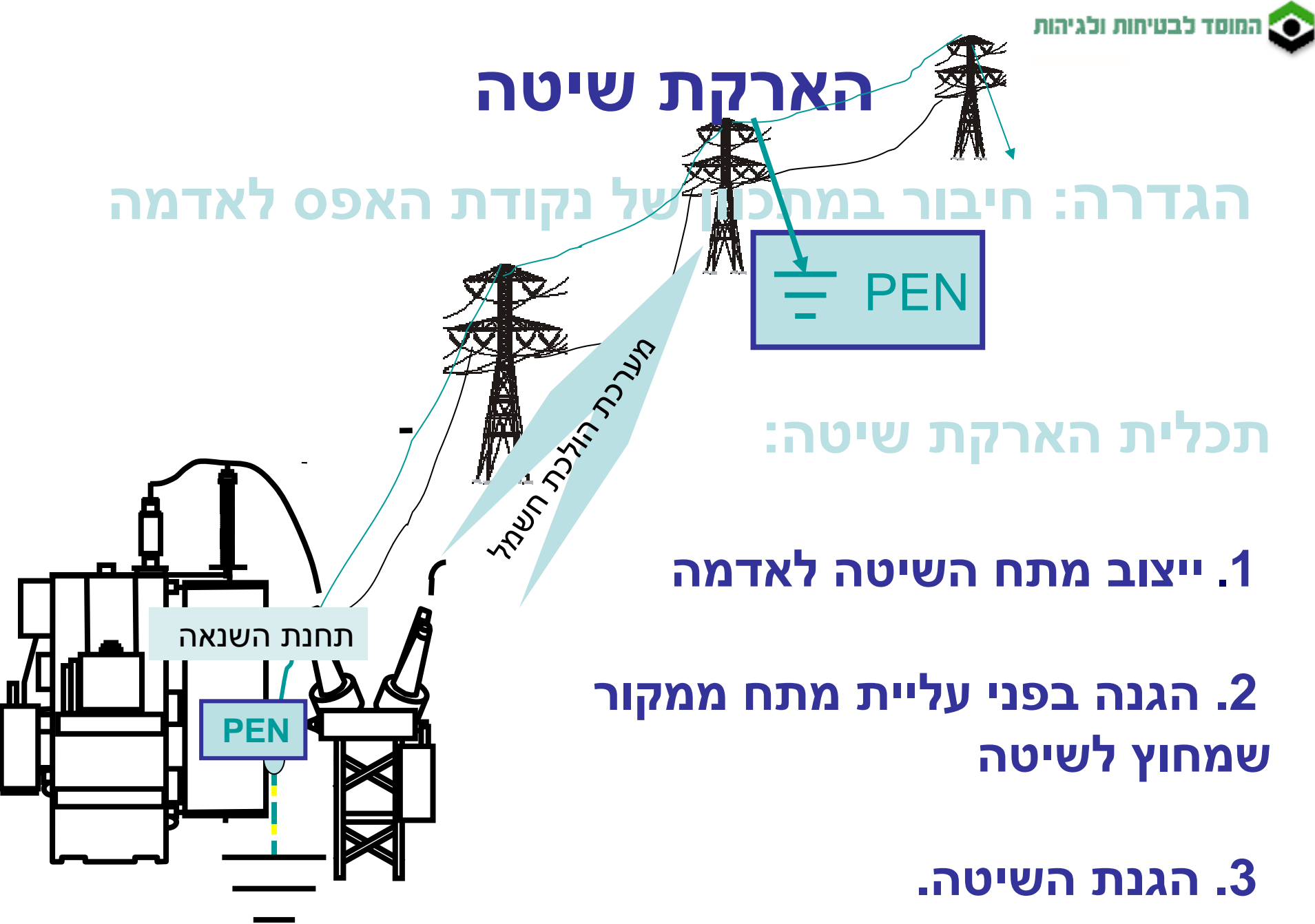
הארקת שיטה

**מייצבת מתח מערכת אספקת חשמל
לאדמה**

מכשיר להגנה בפני פגיעה מחישמול

הארקת שיטה

הגדרה: חיבור במתחם של נקודת האפס לאדמה



תכלית הארקת שיטה:

1. ייצוב מתח השיטה לאדמה

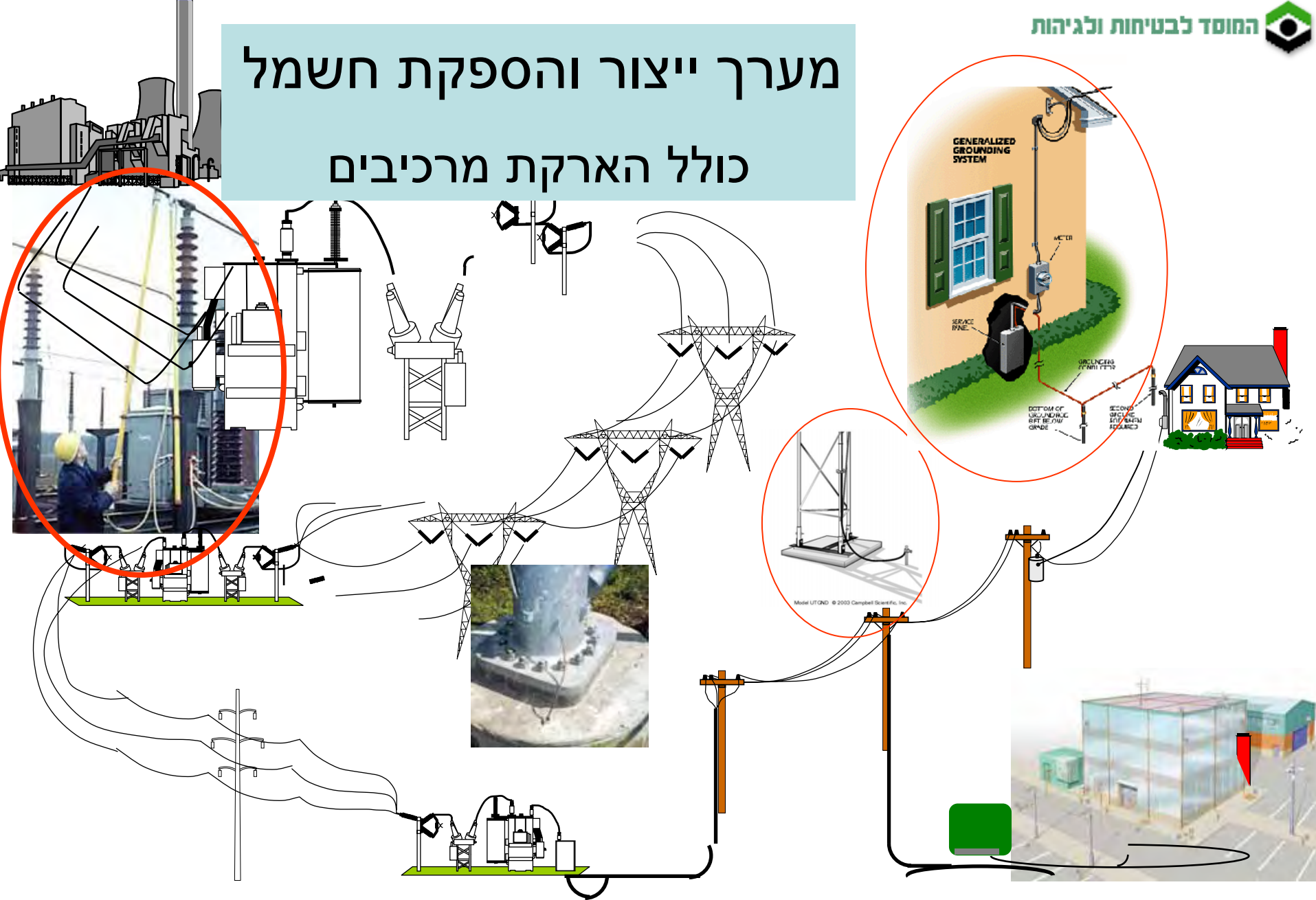
2. הגנה בפני עליית מתח ממקור שמחוץ לשיטה

3. הגנת השיטה.

ד"ר אלכס טורצקי



מערך ייצור והספקת חשמל כולל הארקת מרכיבים



שיטות מוארקות - דרישות

לפי תקנה 5 "הארקת שיטה בזרם חילופין"

סעיף א.: בשיטה לזרם חילופין תותקן הארקת

שיטה, אלא אם כן קיימת הוראה אחרת

בתקנות אלה או ניתן פטור לכך בידי המנהל.

לפי תקנה 9 "מקום הארקת שיטה לזרם חילופין"

סעיף 1. בחיבור בעל 2 מוליכים – אחד ההדקים של מקור

זינה, בחיבור בעל 3 או יותר מוליכים – נקודת אפס, אם אין

אפס – אחד המוליכים

לפי תקנה 10 "התקנת מספר נקודות הארקת שיטה"

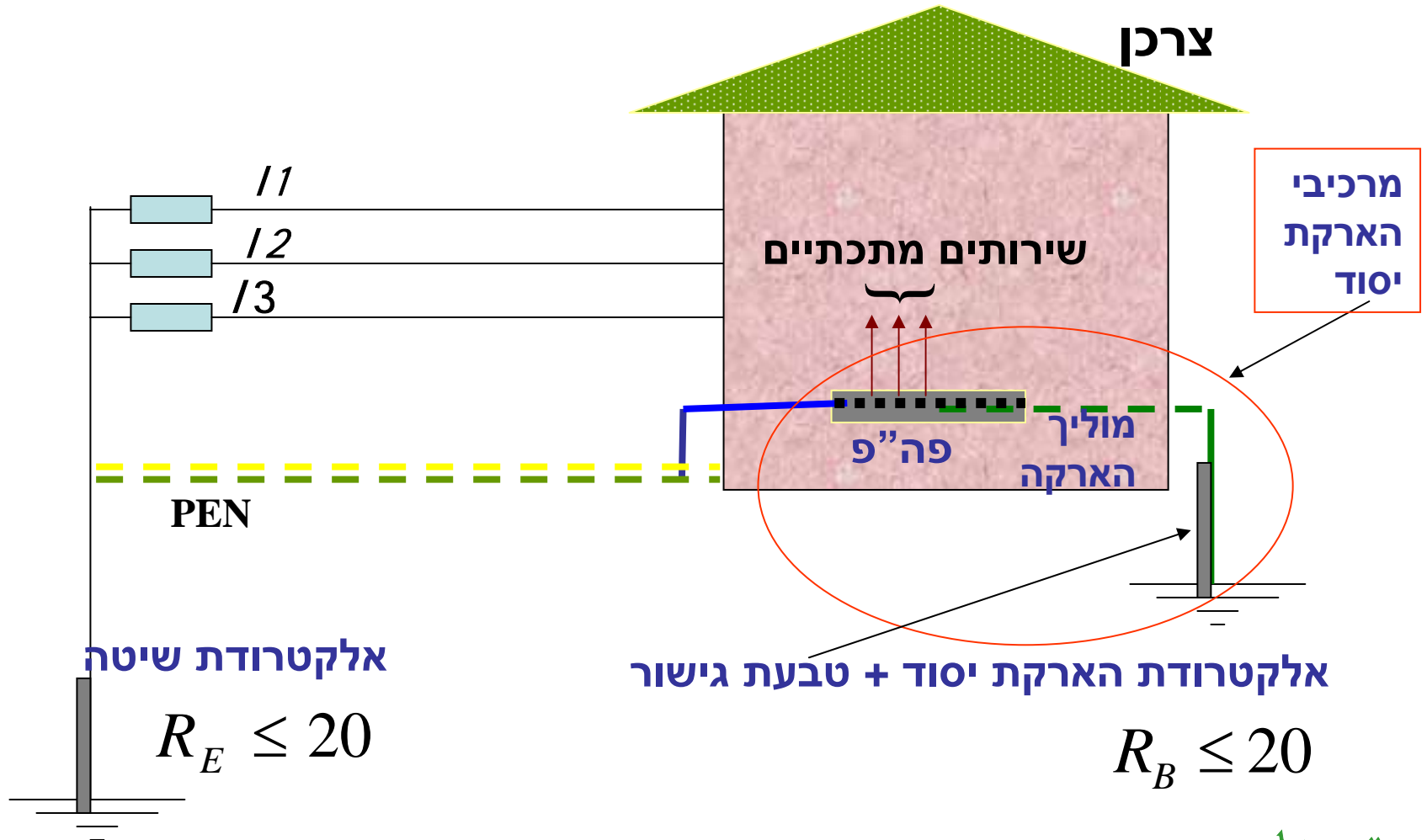
מותר לחבר למוליך "אפס" הארקות שיטה נוספות.

איסור הארקת שיטה

לזרם חילופין וזרם ישר:

- אם קיימת הגנה דרך זינה צפה
- אם קיימת הגנה דרך הפרד מגן
- אם קיימת הגנה דרך מתח נמוך מאוד

מערכת הארקה שיטה

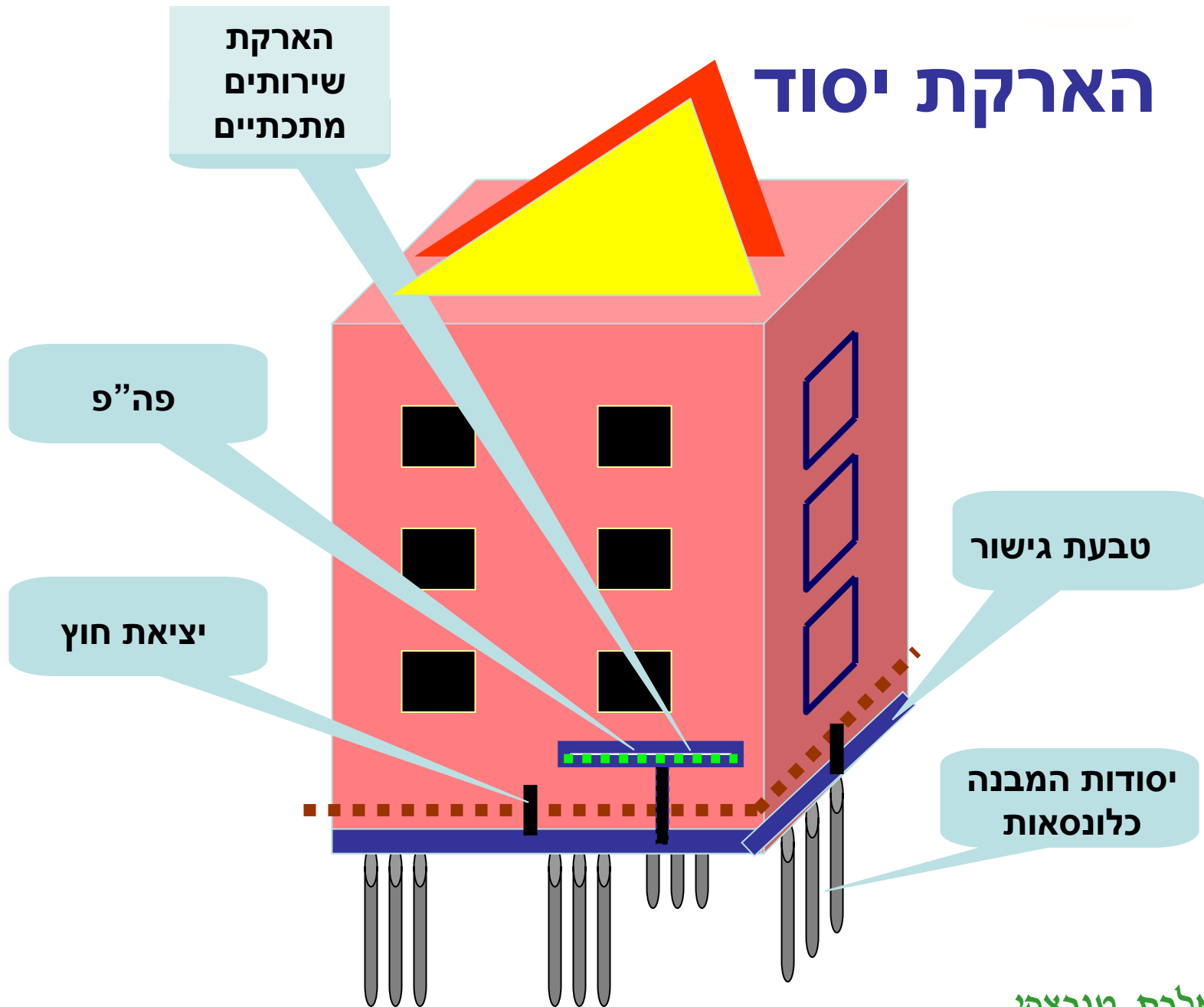


ד"ר אלכס טורצקי





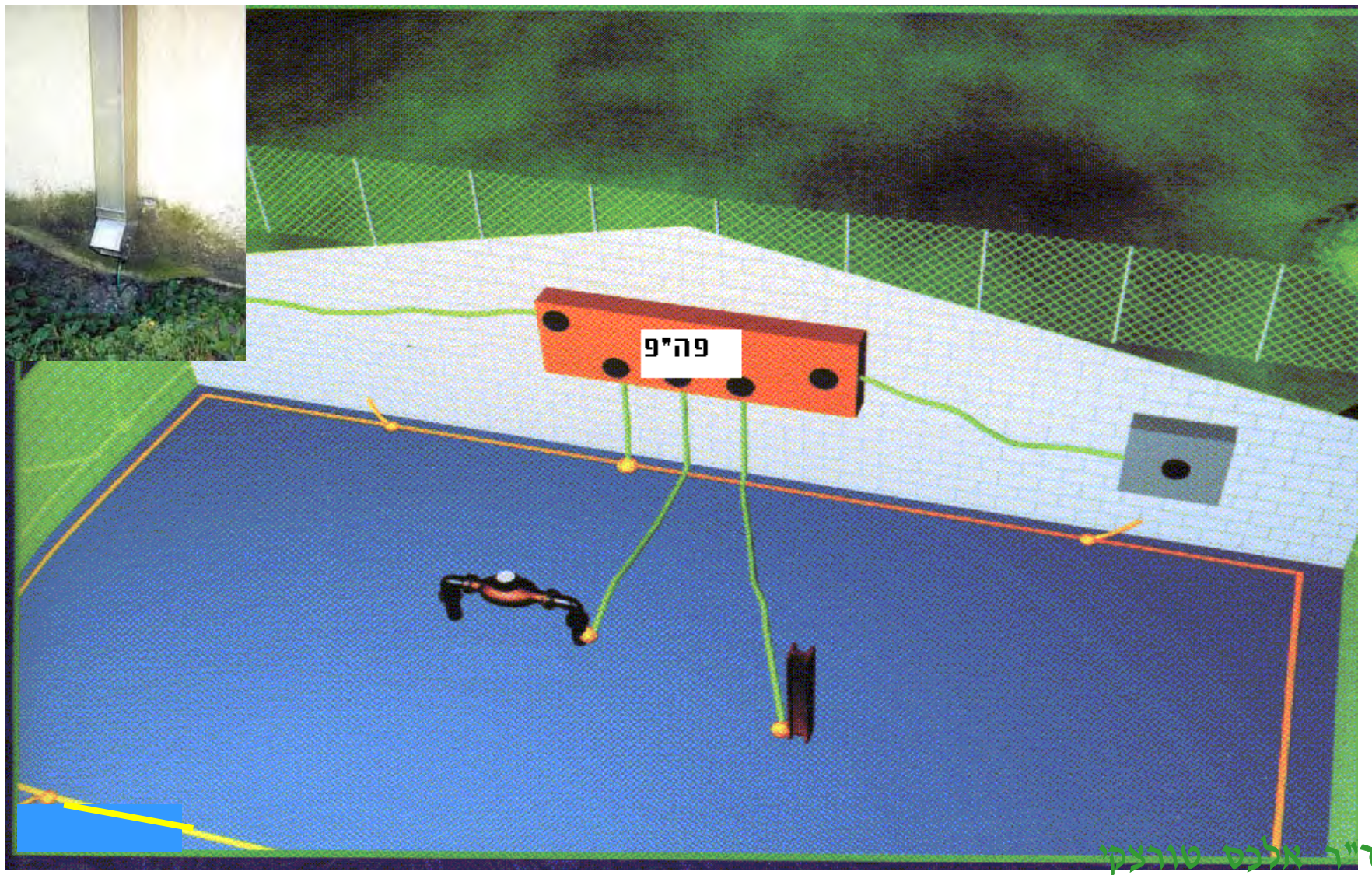
הארקת יסוד



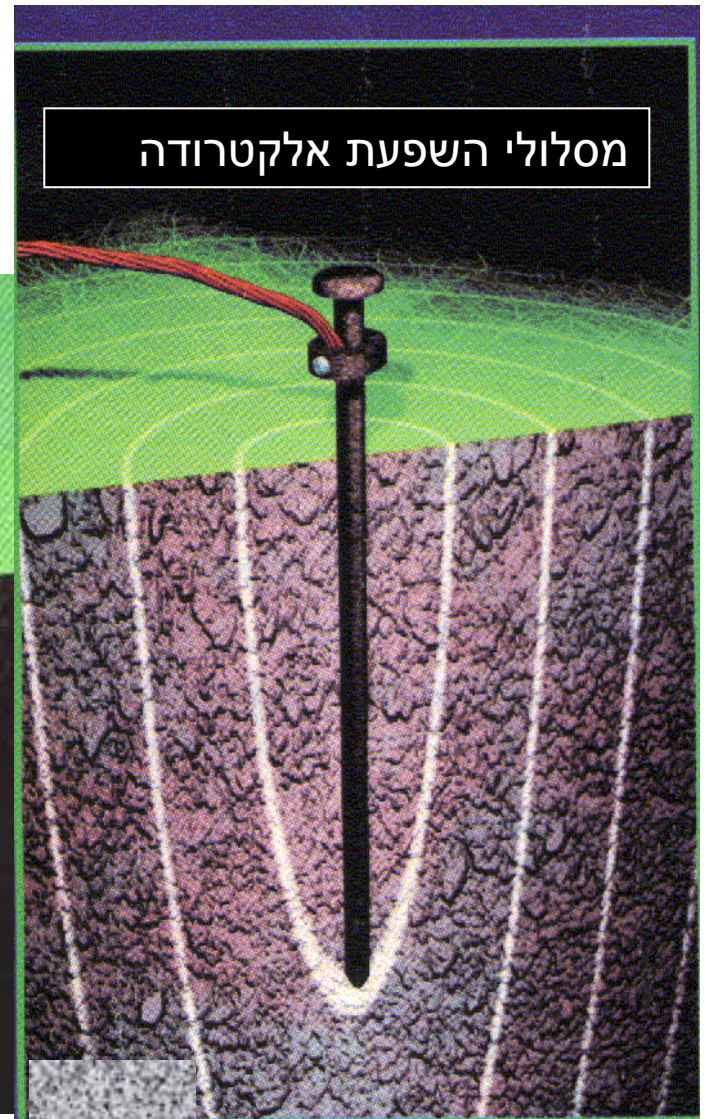
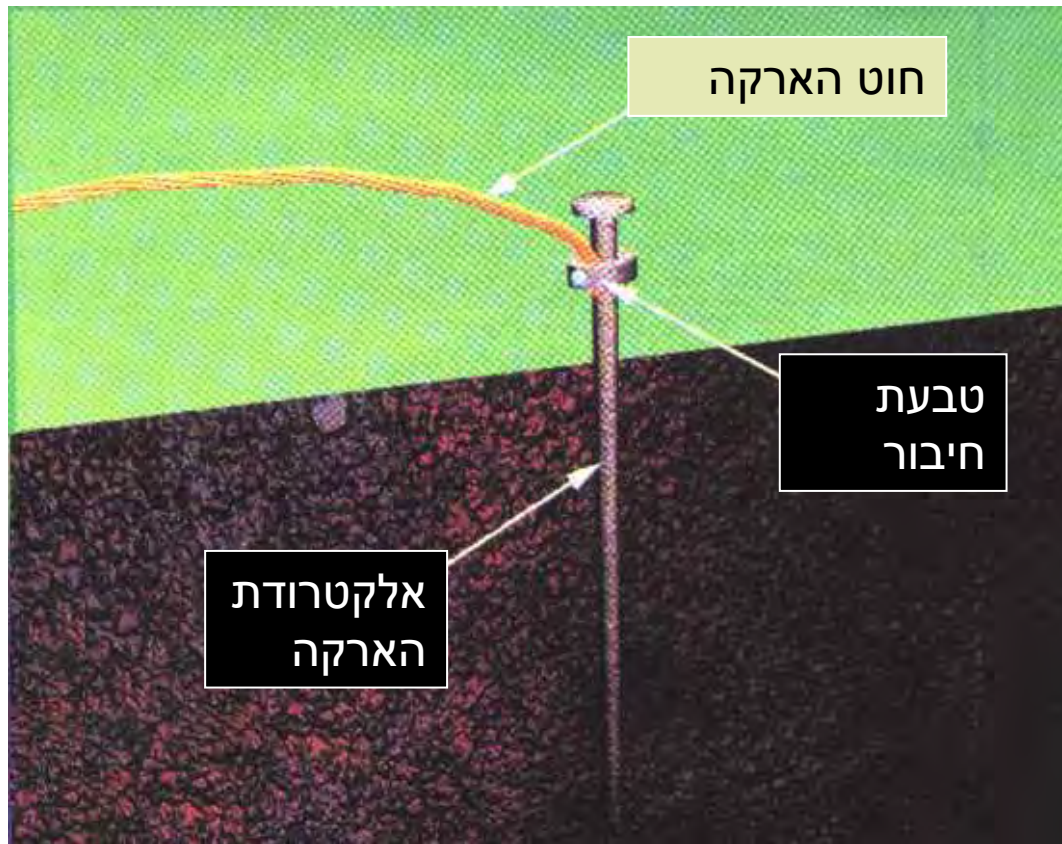
חיבורי הארקה בבניין תעשייה



השוואת פוטנציאלים



אלקטרודת הארקה



דרישות להתקנת הארקה



דרישות להתקנת איפוס

לפי תקנה 24 בתקנות החשמל (התקנה לוחות במתח עד 1000 וולט)

- א. מוליכי אפס שבלוח יחוברו אל פס האפס, המיועד למוליכי אלו בלבד.
- ב. כל מוליך אפס יחובר אל הפס האמור באמצעות בורג המיועד עבורו בלבד, כך שניתוק מוליך אחד לא יפגע בתקינות חיבור מוליך אחר. הדרישה מתייחסת למוליכי האפס של מעגלי הכוח והמאור היוצאים מהלוח וכן לאלה שבתוך הלוח – כגון חיבור למפסק מגן או חיבור למפסק עם ניתוק אפס. אין כוונה למוליכי אפס של מוליכי פיקוד.
- ג. אין איסור להתקנת פס הארקה המורכב מקטעים המגושרים ביניהם בלוח חשמל.





חיבורי הארקה לקויים



Grounding Rod in the Earth



ד"ר אלכס טורצקי





פס הארקות

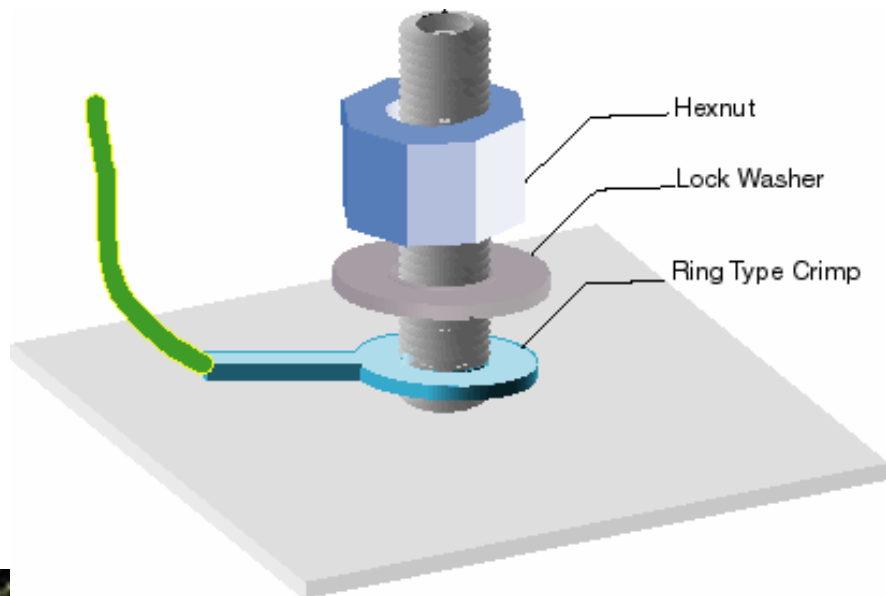


איסור חיבור שני נעלי
כבלים על בורג אחד



ליקויים בחיבור
חוסר תחזוקה

ד"ר אלכס טורצקי

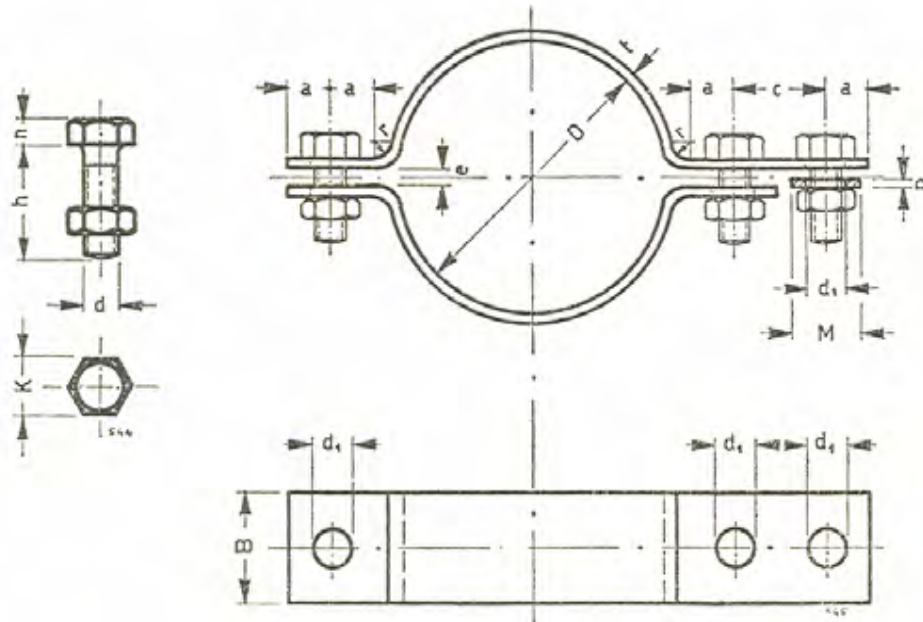


הארקת שירותים מתכתיים



ד"ר אלכס טורצקי

מהדק הארקה לצינורות ולמוטות ת"י 367



- מהדקים נועדים להרכבה על צינורות ומוטות פלדה במתקני חשמל עד 1000 וולט.
- אין להשתמש במהדקים אלה שהם טמונים באדמה או במגע עם אדמה, אלה אם הוגנו נגד קורוזיה.



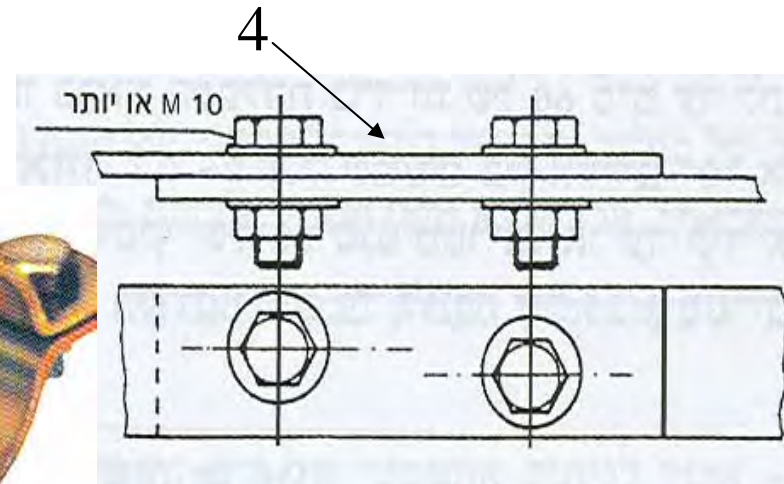
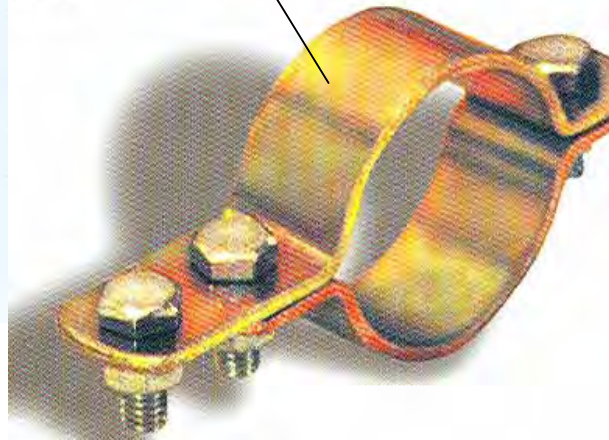
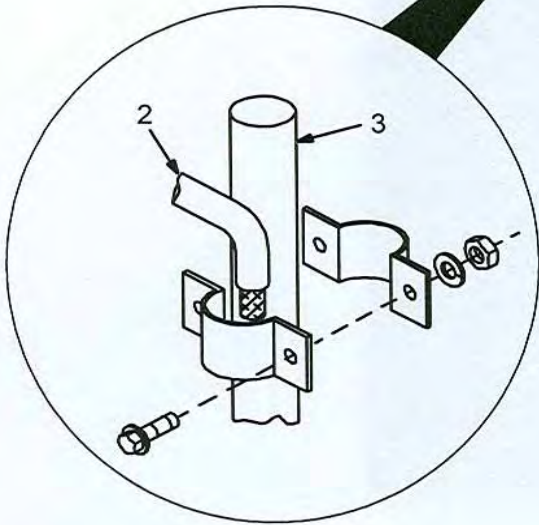
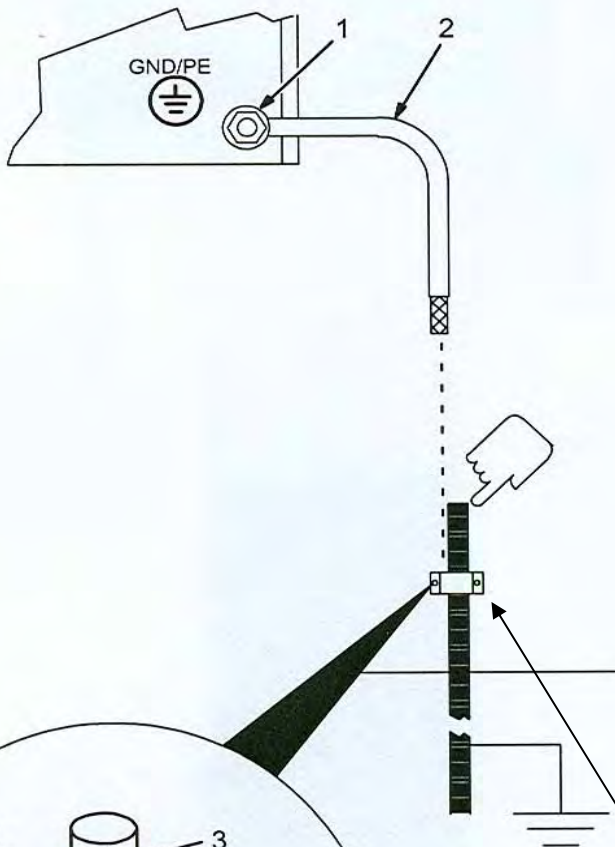
דוגמת חיבור מוליך הא לגוף ולמוט הארקה

1. נקודת חיבור לגוף המתקן

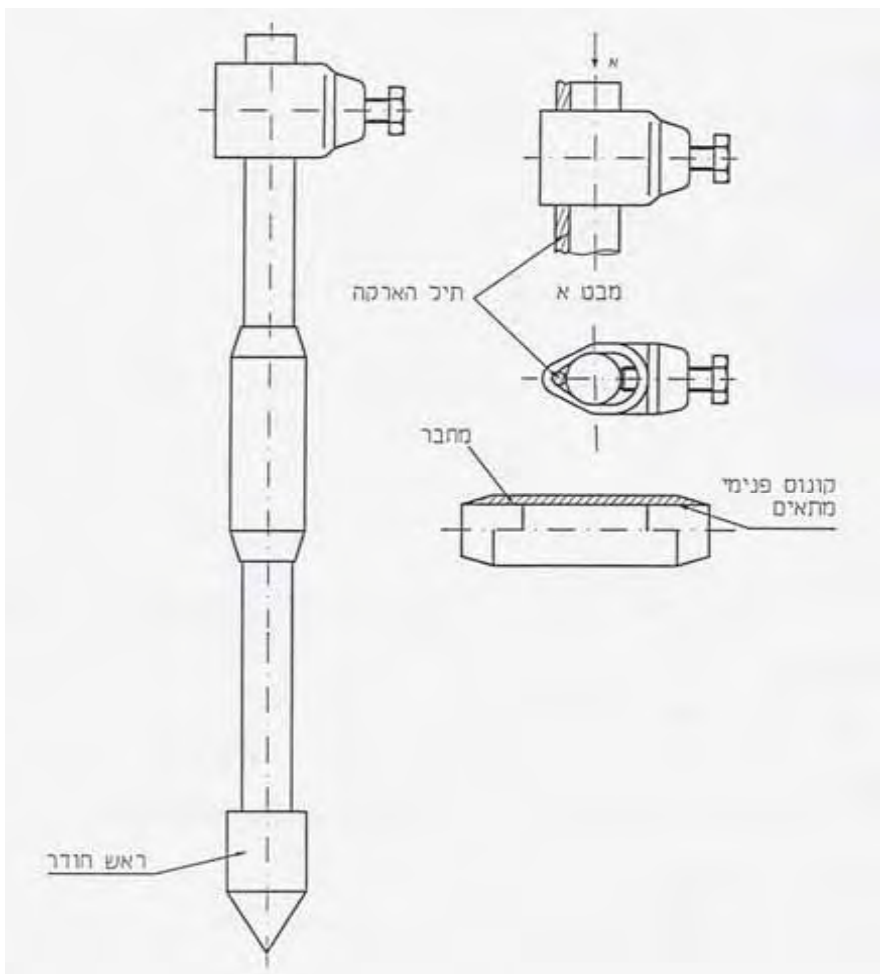
2. מוליך הארקה בחתך 10 ממ"ר לפחות

3. אלקטרודת הארקה

4. חיבור ברגים



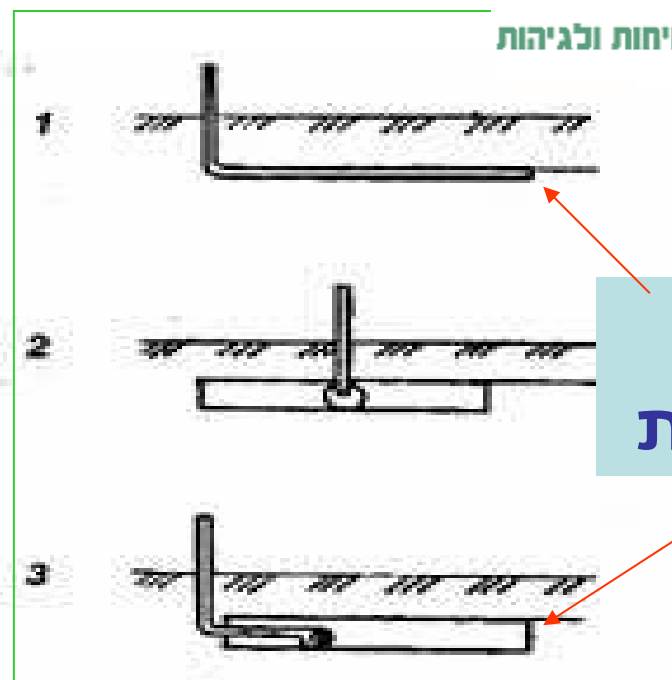
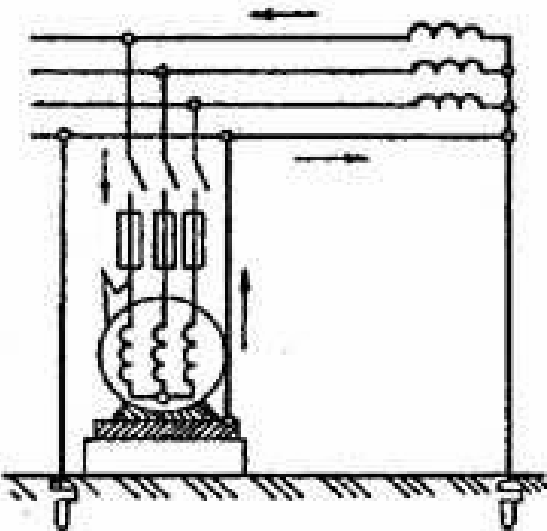
אלקטרודות הארקה מצופות נחושת לפי ת"י 1742 משנת 1998



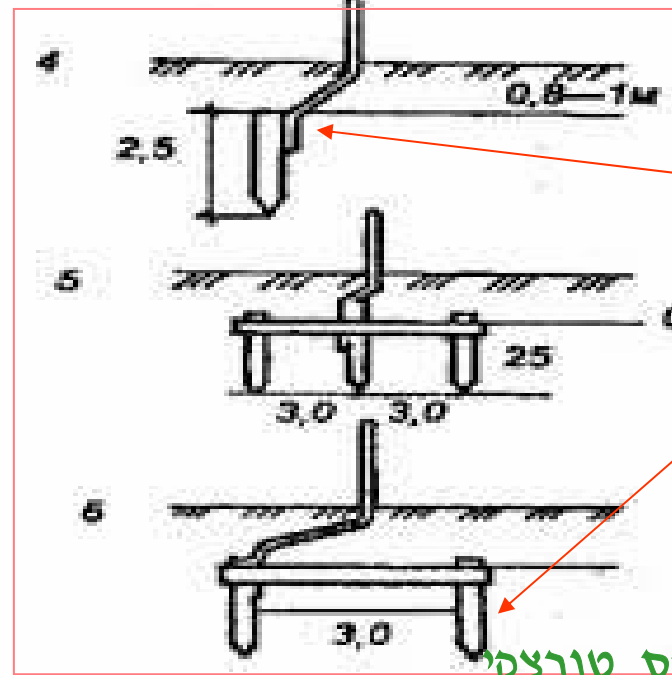
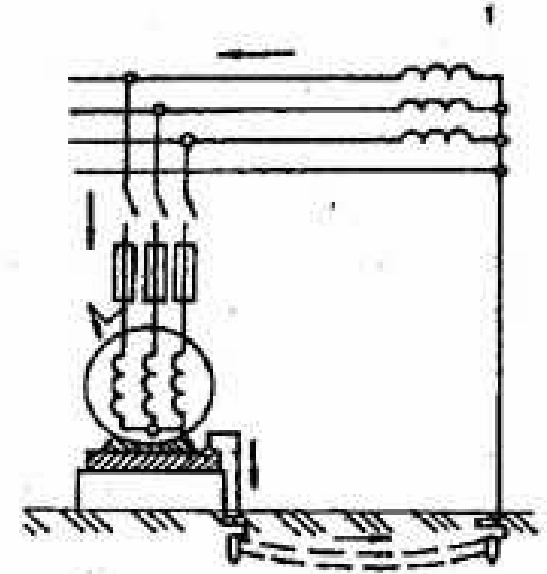
- תקן חל על אלקטרודה הכוללת מוט עגול מצופה נחושת ומהדק
- תקן אינו חל אלקטרודות הארקה שצורתן: לוח, פס, מוליך שזור, צינור
- מוט יהיה מפלדה ואורכו 1500 מ"מ לפחות
- המחבר עשוי מסגסוגת נחושת 58% ועובי דופן 4 מ"מ לפחות
- קוטר המוט – 19, 15, 12.5 מ"מ



חיבורי הארקה



פסים וצינורות



מוטות

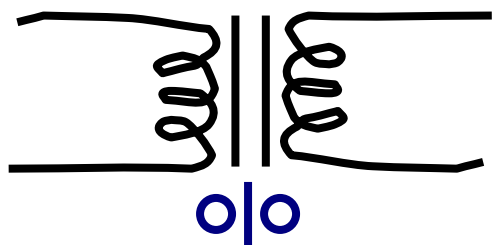
ד"ר אלנס טורצקי

איסור הארקה

- ציוד מסוג II לא ייוארק
- פתיל או כבל זינה של ציוד סוג II לא יכלול מוליך הארקה.
- אסור התקנת הארקות שיטה או הגנה במתקן המוזן במתח נמוך מאוד.



במעגל המוגן דרך שנאי מבדל



סימון שנאי מבדל

- לא תותקן הארקת שיטה או הארקת הגנה
- לא יותקן יותר מבית התקע אחד
- אם קיימת בבית התקע מגעת הארקה, לא יחובר אליה מוליך כלשהו וליד בית התקע יותקן שלט:
"זהירות אסור לחבר הארקה"

סוף חלק 1