

מפסק מגן בפני זרם דלף לאדמה



סגל אריאל

מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת)

הגדרה:

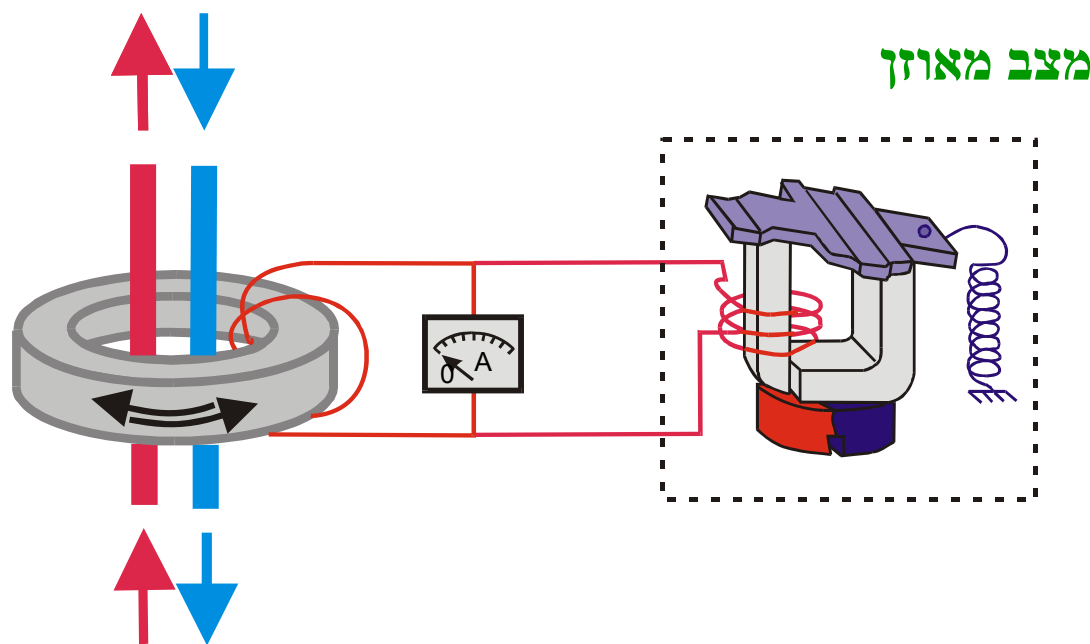
- מפסק מגן בזרם דלף מפסיק את המתקן המוגן על ידו בצורה אוטומטית במקרה של הופעת זרם דלף במתקן (זרם דלף הינו זרם הזורם לאדמה).

- שיטה זו מחייבת **קיום מערכת הארקה** במתקן המוגן ובמקור הזינה.

עיקרון פעולה:

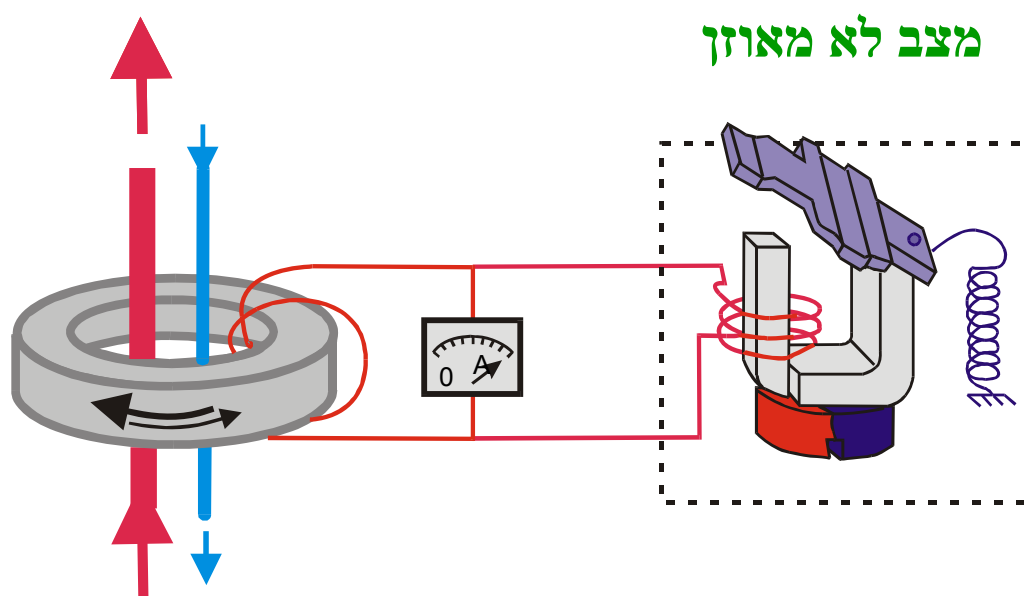
- מדידת הפרש הזרמים במוליכים המחוברים אליו. כשהזרמים שווים אין דליפת זרם במתקן. כשקיים הפרש, מצביע הדבר על כך שחלק מהזרם סגר מעגל דרך האדמה. כלומר קיים פגם בבידוד או שנגרם חשמול.
- כשאי שוויון הזרמים גדול מזרם ההפעלה (הרגישות) עבורו תוכנן המפסק, הוא מפסיק את הזנת החשמל למתקן.
- אי השוויון המקובל להגנה על חיי אדם צריך להיות קטן מ- 30mA.

מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת חד פאזי)



זרם נכנס שווה לזרם יוצא $\Rightarrow$ אין הפרש בשטפים

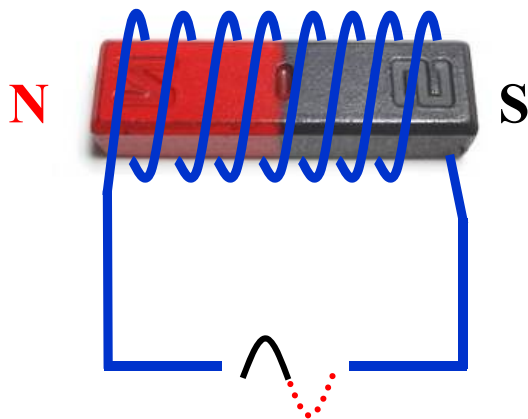
מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת חד פאזי)



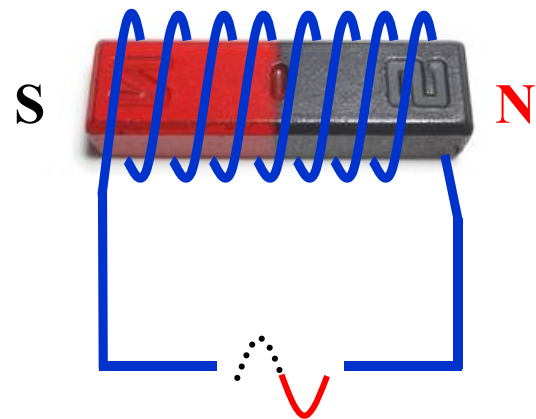
זרם נכנס גדול מזרם יוצא $\Rightarrow$ הפרש בשטפים

שילוב מגנט קבוע וסליל מוזן במתח חילופין

חצי מחזור מחזק

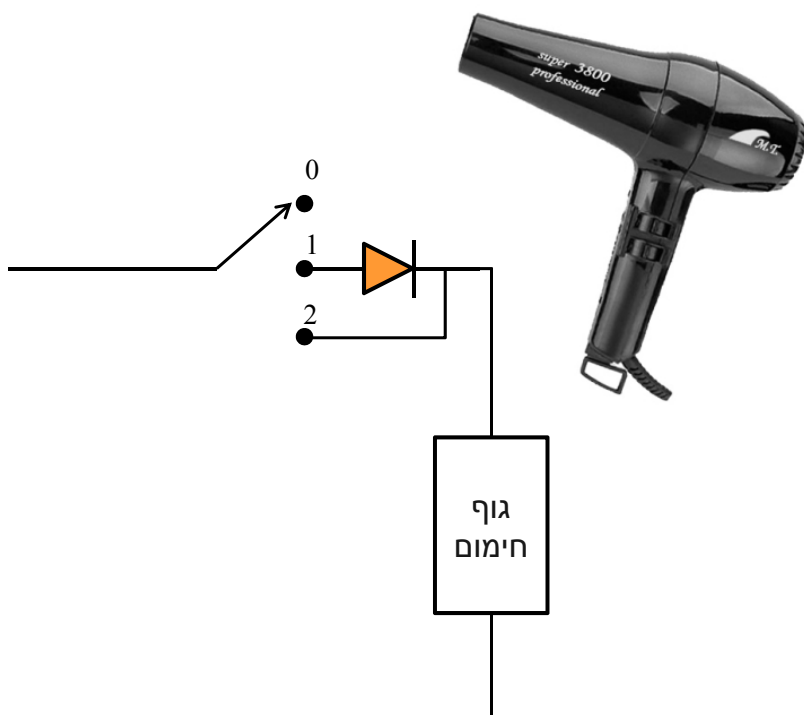


חצי מחזור מחליש

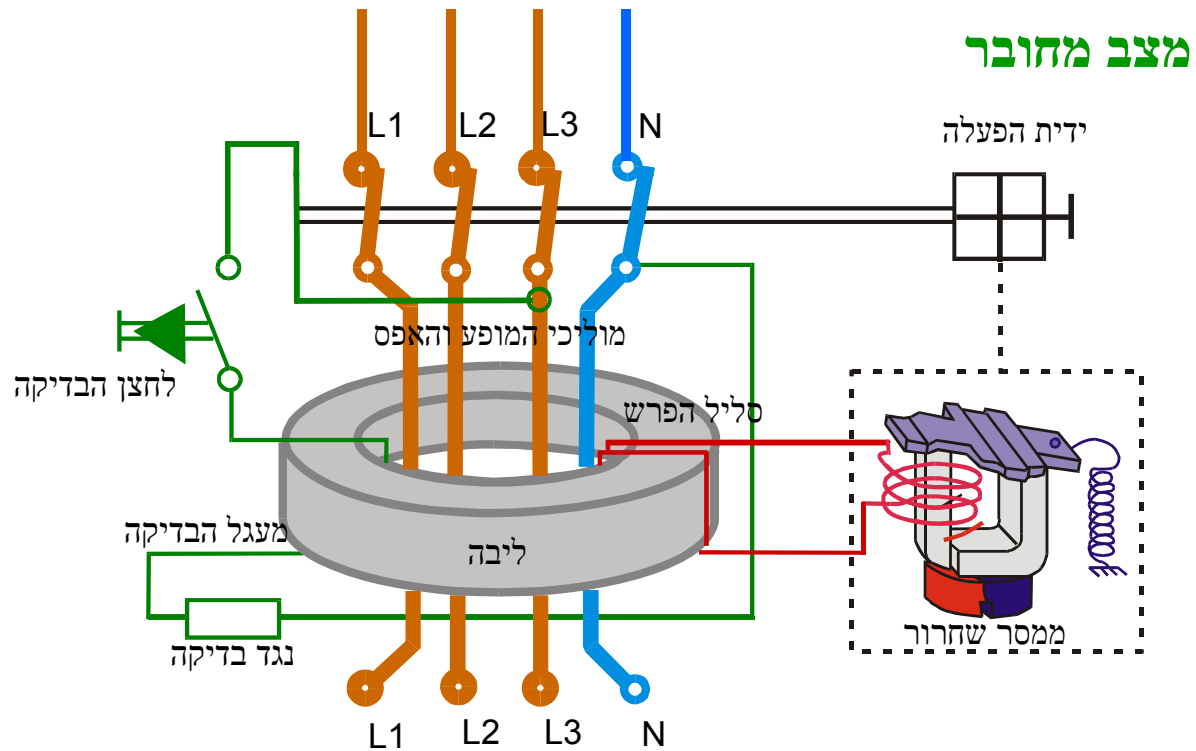


- שילוב בין מגנט קבוע וסליל יוצר שדה מגנטי שקול חזק יותר בחצי מחזור החיובי, וחלש יותר בחצי המחזור השלילי של גל הסינוס.
- הפסקת הזרם במעגל בממסר מסוג AC מתרחשת במחצית המחזור המחליש.
- בהעדר חצי מחזור מחליש בזרם לא יפסק הזרם היות והזרוע לא תשוחרר.

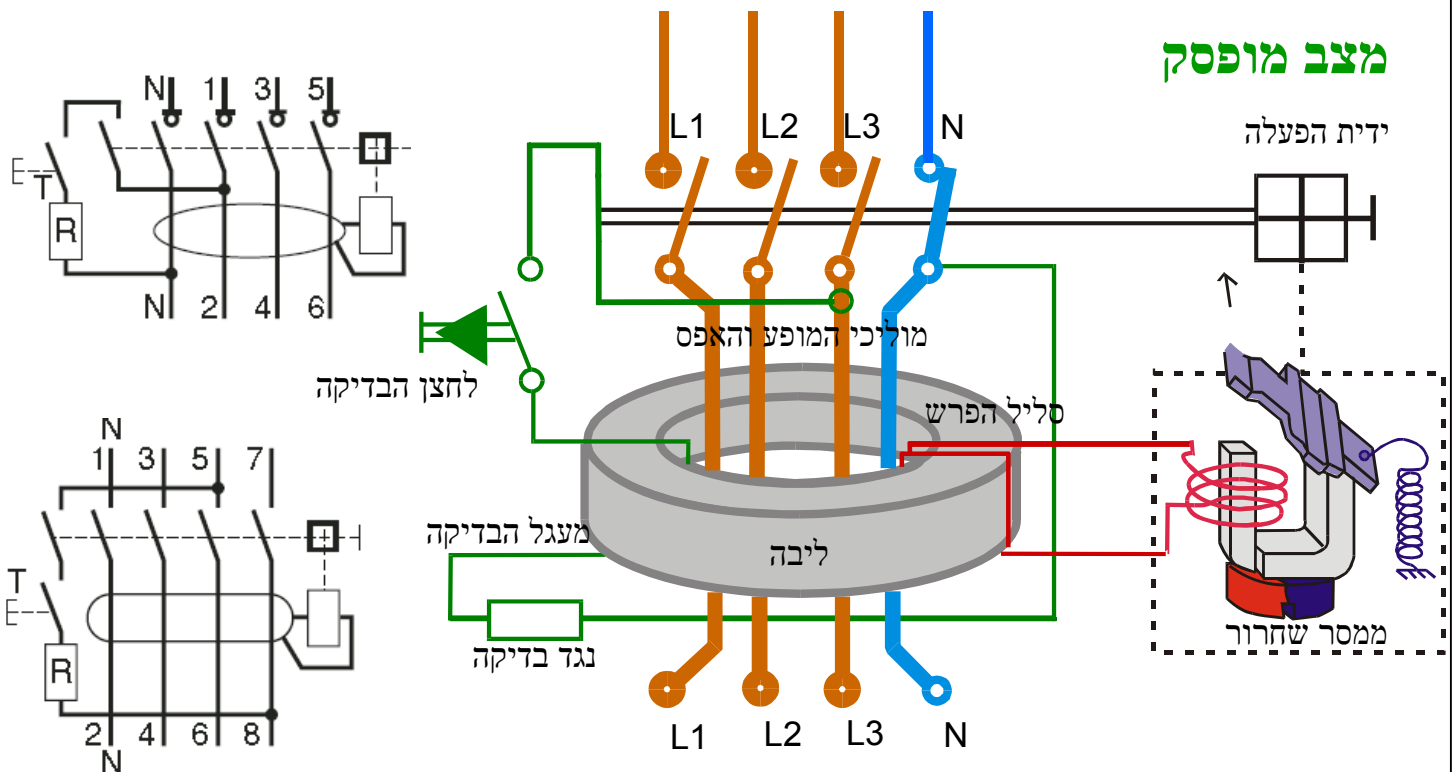
מצבי המתג במכשירי חשמל



מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת 4 קטבי)



מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת 4 קטבי)



מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה

סוג AC



סוג A



סוג A וסוג AC

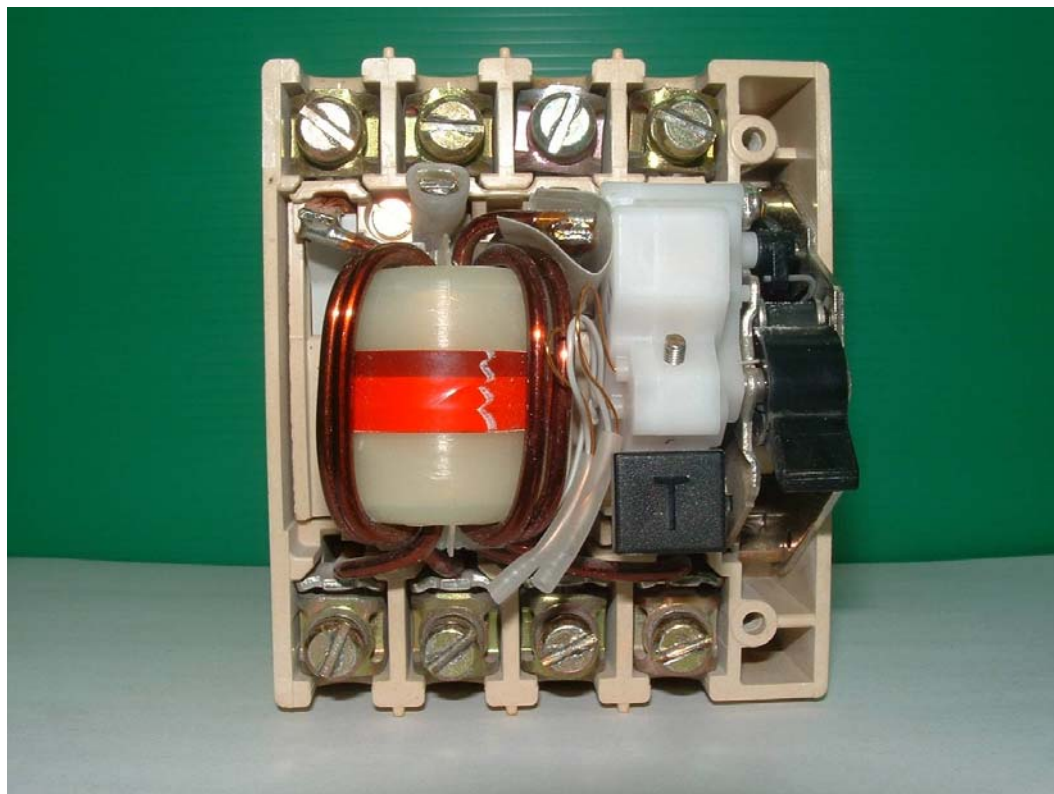
סוג AC



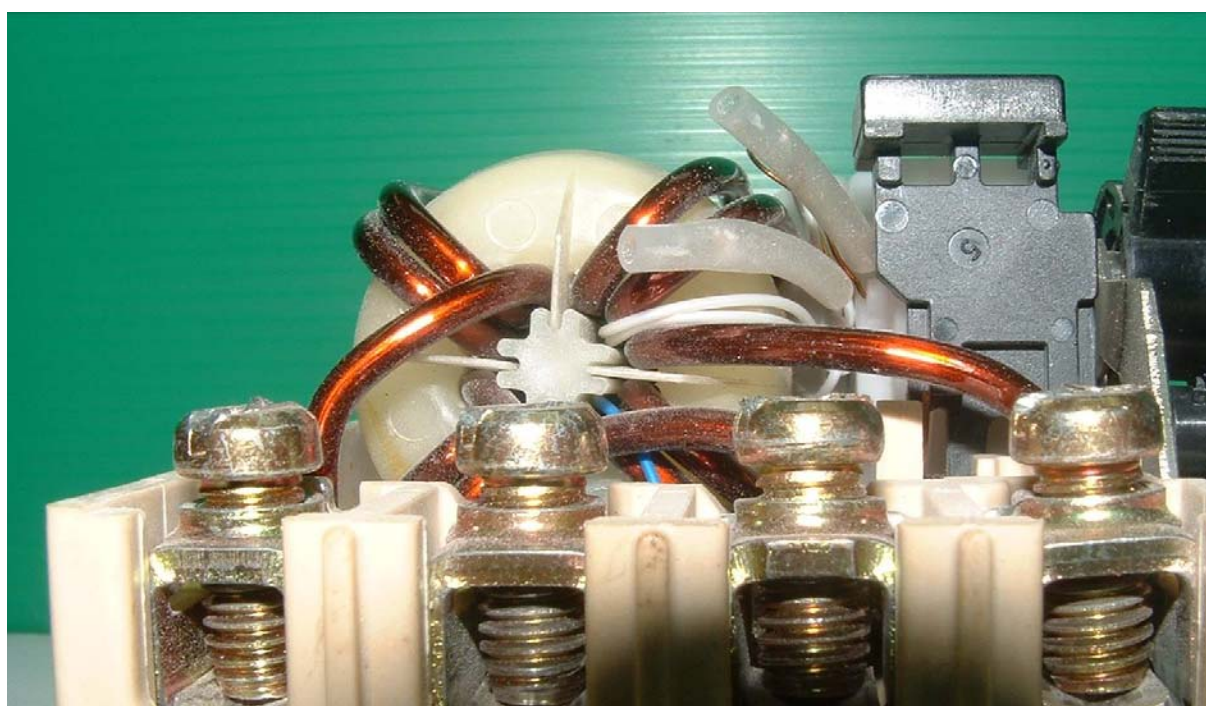
סוג A



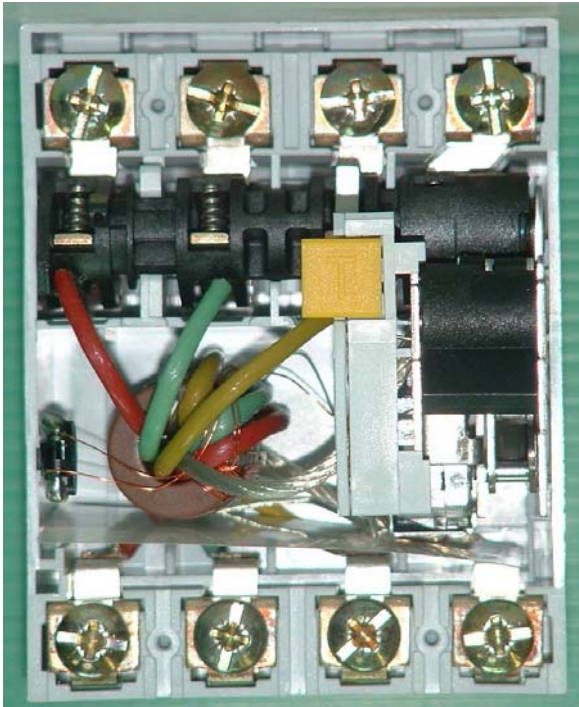
מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת)



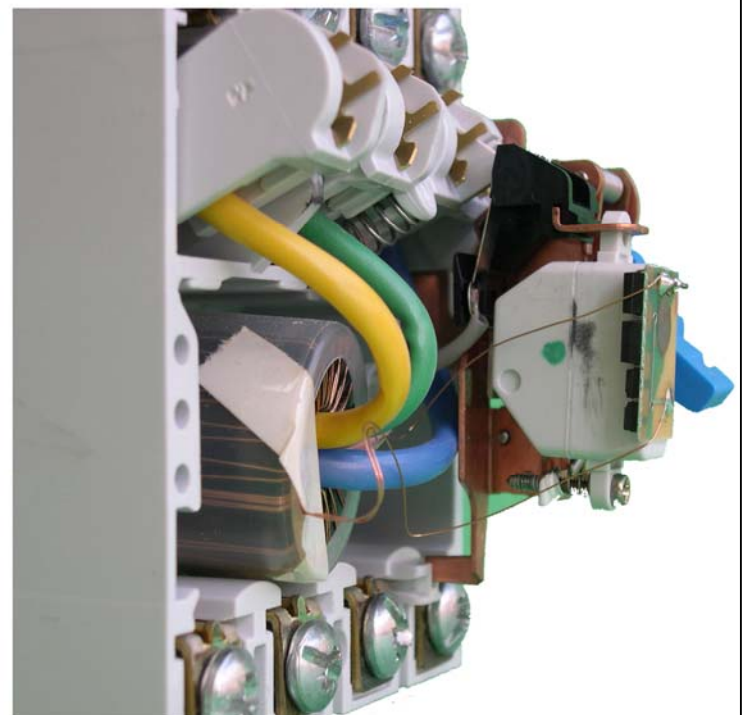
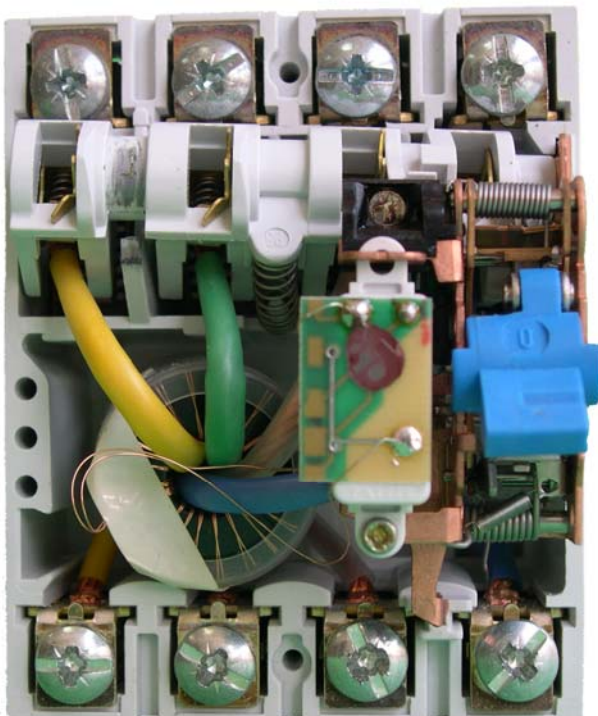
מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת)



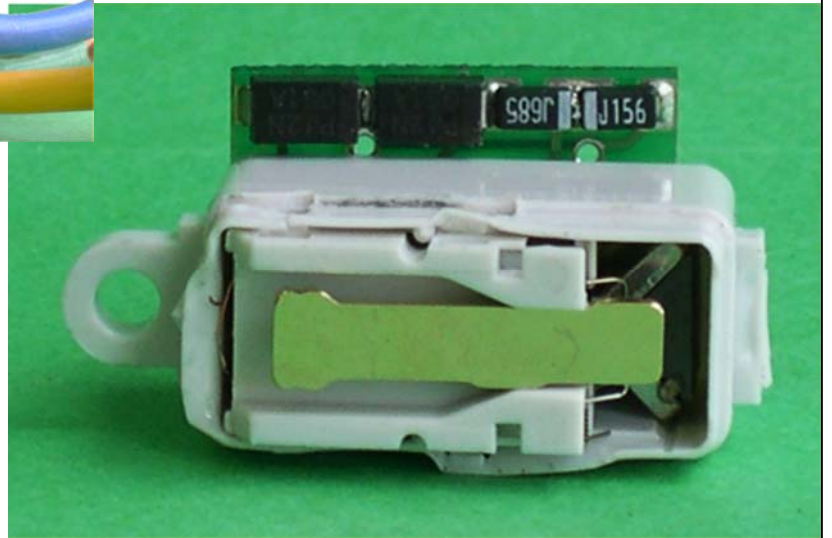
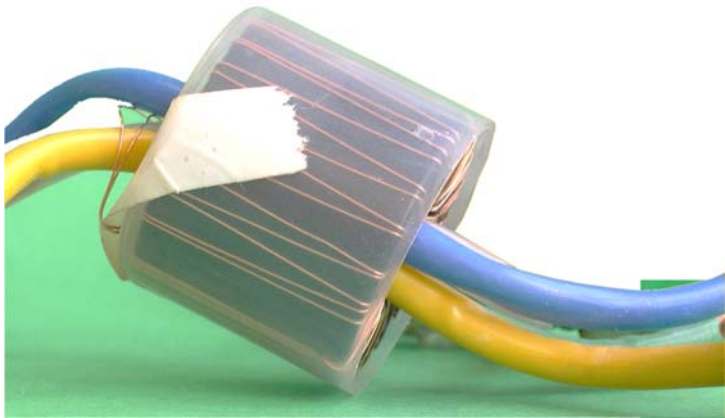
מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת)



מבנה פנימי של מפסק מגן הפועל בזרם דלף מסוג A



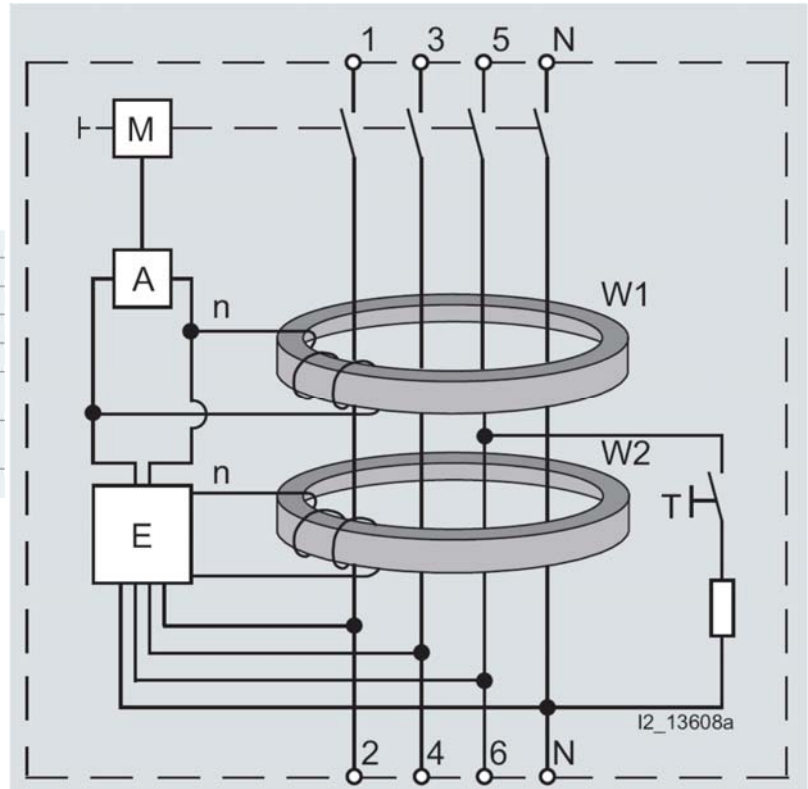
סליל הפעלה וממסר השחרור במפסק מגן הפועל בזרם דלף מסוג A



סוגי ממסרי פחת - פעולה בזרם ישר ופועם

Type of current	Current waveform	Correct function of residual current protective devices of type		
		AC	A	B
AC residual current		✓	✓	✓
Pulsating DC residual currents (pos. or neg. half-waves)		--	✓	✓
Startled half-wave currents Start angle 90° el Start angle 135° el		--	✓	✓
Half-wave current during superimposition with smooth direct current of 6 mA		--	✓	✓
Smooth direct current		--	--	✓

עקרון פעולת ממסר מגן בזרם דלף המגיב למתח ישר ולמתח פועם (דגם B)



M	Mechanics of the RCCB
MCB	Miniature circuit breaker component
A	Release
E	Electronics for tripping in the event of smooth DC residual currents
n	Secondary winding
W1	Summation current transformer for detection of sinusoidal residual currents
W2	Summation current transformer for detection of smooth DC residual currents
T	Test equipment

הדגמים השונים של מפסקי מגן

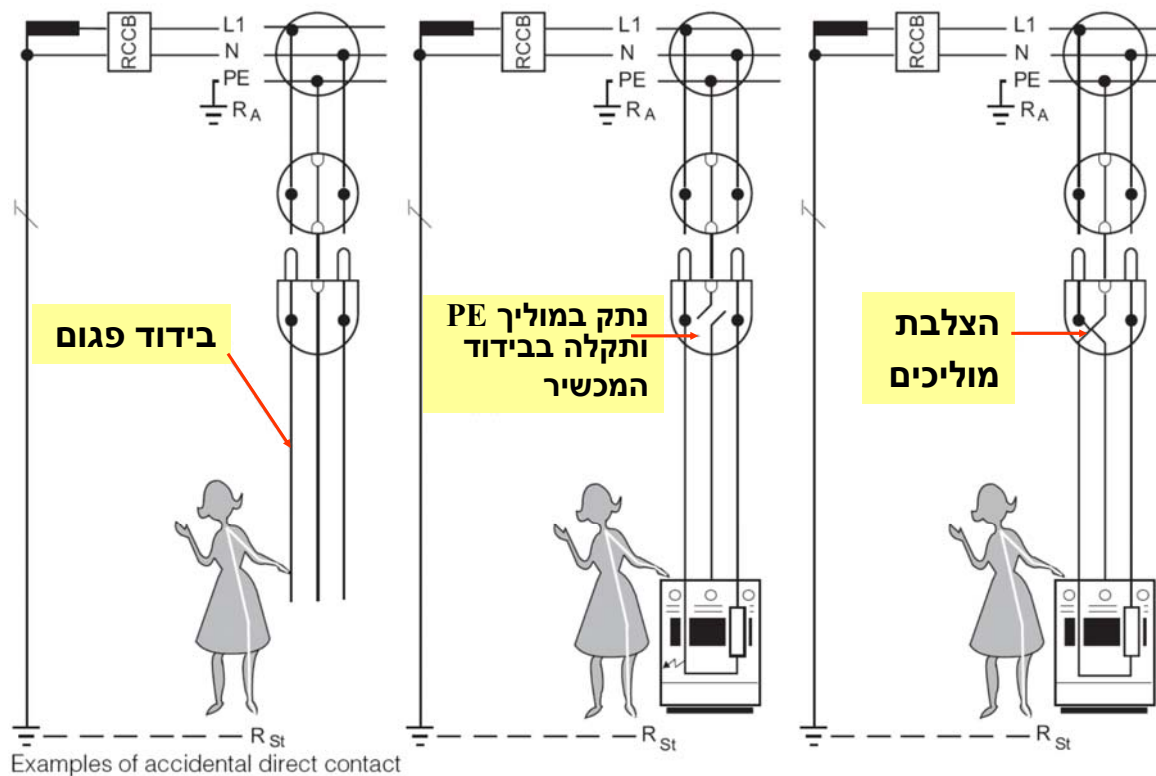
דגם AC – רגיש לזרמי תקלה סינוסואידליים בלבד. הדגם הנפוץ ביותר.

דגם A – רגיש לזרמי תקלה סינוסואידליים, מגיב למתח פועם ולזרמי תקלה בהם קיים מרכיב של זרם ישר.

דגם B – מיועד למתקן חשמלי המוזן ממתח ישר או מיושר בלבד. כמו כן לצרכנים שבעת תקלה בהם תהיה צריכה של מתח ישר.

דגמים מיוחדים כמו Super Immunized – SI מתוצרת Merlin Gerin (דגמים דומים קיימים אצל כל היצרנים הגדולים), שהוא בעל תכונות של מפסק מגן מסוג A אך עמיד בפני ניתוקים בלתי רצויים בשל הפרעות בתדר גבוה או שינויים מהירים במתח. משמשים להגנת מתקנים בהם יש ספקים ממותגים, ווסתי מהירות, קויים ארוכים, מסנני הפרעות, ברקים וכד'

הפסקת הזינה בעת התחשמלות ממגע ישיר



סוג מפקקי מגן בפני זרם דלף לאדמה

מסווגים את ממסרי המגן ל-2 סוגים על פי רגישותם:

א. רגישות גבוהה $I_{\Delta n}: 0.01...0.03 \text{ A}$. משמשים להגנה על חיי אדם, מתאימים להגנה בפני חשמול והתחשמלות (מגע ישיר או בלתי ישיר).

ב. רגישות נמוכה $I_{\Delta n} > 0.03 \text{ A}$. ממסרים אלה אינם מתאימים להגנה על חיי אדם ומתאימים אך ורק להגנה מפני חשמול (מגע בלתי ישיר).



דרישות התקן ממפסק מגן בזרם חילופין

- בתקנים: IEC/EN 61008 ו-61009 נקבעו פרקי הזמן המירביים לפעולת מפסק מגן בזרם דלף במתח חילופין סינוסואידלי:
- המפסק לא יפסיק בזרם דלף שערכו שווה למחצית הדליפה ($0.5 * I_{\Delta n}$)
- המפסק יפסיק תוך פרק זמן שלא יעלה על 0.3 שניות בזרם דלף השווה לזרם הדליפה הנקוב שלו. ($1 * I_{\Delta n}$)
- המפסק יפסיק תוך פרק זמן שלא יעלה על 0.15 שניות בזרם דלף השווה לפעמיים זרם הדליפה הנקוב שלו. ($2 * I_{\Delta n}$)
- המפסק יפסיק תוך פרק זמן שלא יעלה על 0.04 שניות בזרם דלף השווה לחמש פעמים זרם הדליפה הנקוב שלו. ($5 * I_{\Delta n}$)

Type AC	In [A]	I Δ [A]	Tripping times (s)xcurrents			
			1xI Δ	2xI Δ	5xI Δ	500A
Generic	Any	Any	0.3	0.15	0.04	0.04

דרישות התקן ממפסק מגן בזרם חילופין

ערך זרם ההפעלה שיזרום בעת בדיקת המפסק בעזרת לחצן הבדיקה שלו אסור שיעלה על ($2.5 * I_{\Delta n}$)

ערכו של זרם זה נקבע כדי לאפשר את הפעלתו במתח 220-400 וולט.

במפסק המיועד למתח נקוב אחד כמו במפסק חד מופעי, זרם ההפעלה בעת בדיקה אסור שיעלה על ($1.4 * I_{\Delta n}$)

מערכת הבדיקה חייבת להפעיל את המפסק בתחום 0.8-1.1 של מתח ההזנה .

תקינה עכשווית של מפסקי מגן

קיימים עד עתה 2 תקנים ישראליים רשמיים בנושא מפסקי מגן:

ת"י 832 חלק 1 : המבוסס על תקן IEC61008-1.

ת"י 1038 חלק 1: המבוסס על תקן IEC61009-1.

בשנת 1996 עברו תקני הנציבות הבינלאומית לאלקטרומכניקה IEC61008-1 ו IEC61009-1 רויזיה. גם לאחריה מתאפשר השימוש במפסקי מגן מסוג AC. במדינות אירופאיות רבות כדוגמת גרמניה והולנד נאסר השימוש במפסקי מגן מדגם AC.

ביולי 2001 אומצו השינויים בתקני IEC בתקנים של מכון התקנים הישראלי. בין היתר אומצה החלטה על **איסור שימוש במפסקי מגן מסוג AC במתקני חשמל ביתיים חדשים.**

שימוש במפסק המגן כהגנה בלעדית

מותר להשתמש במפסק מגן כהגנה בלעדית במקרים הבאים:

באתר בניה, קרון מגורים, מבנה ארעי וכדומה או כהגנה על פנסי תאורה המותקנים על עמודים מחומר מוליך.

במבנה שבו השתמשו בהגנה על ידי הארקה (TT) , כשהתנגדות לולאת התקלה אינה מאפשרת התפתחות של זרם מספיק גבוה שיפעיל את המבטח של המתקן בהתאם לתקנות ובמקום לא ניתן לבצע איפוס.

במבנה שקיימת בו הארקה יסוד ולא ניתן לבצע בו איפוס (TN-C-S) ועכבת לולאת התקלה, או ההתנגדות למסה הכללית של האדמה אינן מאפשרות הגנה ע"י הארקה הגנה (TT).

בהיתר מיוחד ע"י המנהל ובהתאם לתנאי ההיתר.

שימוש במפסק המגן כהגנה בלעדית

כשמפסק המגן הוא הגנה בלעדית חייב המעגל לעמוד באחת מהדרישות הבאות :

א. עכבת לולאת התקלה חייבת להיות נמוכה דייה כך שבזמן חיבור בין מופע להארקה יתפתח זרם קצר גדול פי 10 לפחות מזרם ההפעלה הנומינלי של מפסק המגן.

ב. במקרה של תקלה, מתח התקלה שיופיע על הציוד החשמלי המוארק לא יעלה על 50 וולט במתקן רגיל או 24 וולט במתקנים בעלי סכנת חשמול גבוהה במיוחד.

במתקן בעל סכנה מוגברת

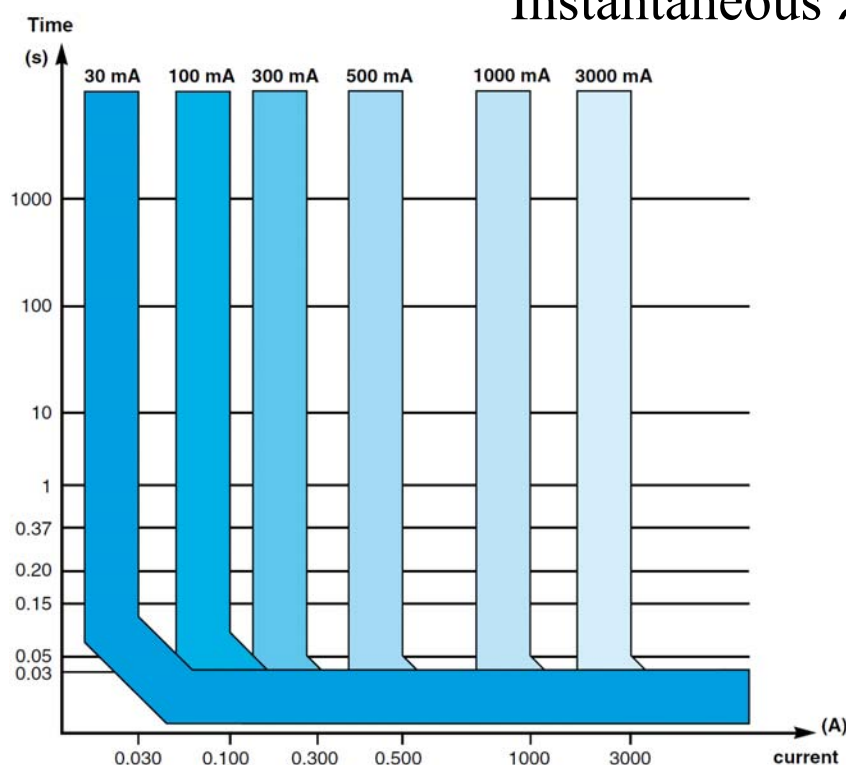
$$R_E \leq \frac{24V}{I_{\Delta n}}$$

במתקן רגיל

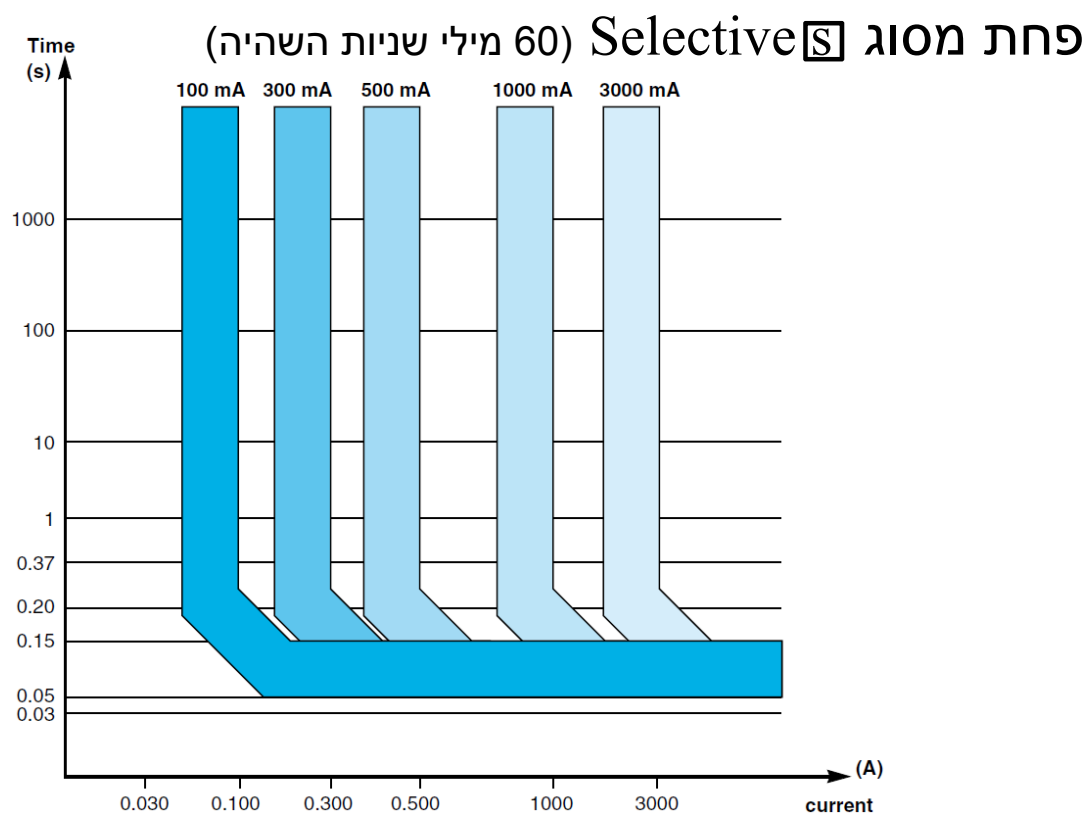
$$R_E \leq \frac{50V}{I_{\Delta n}}$$

ערכי זרם של ממסרי פחת וזמני תגובה

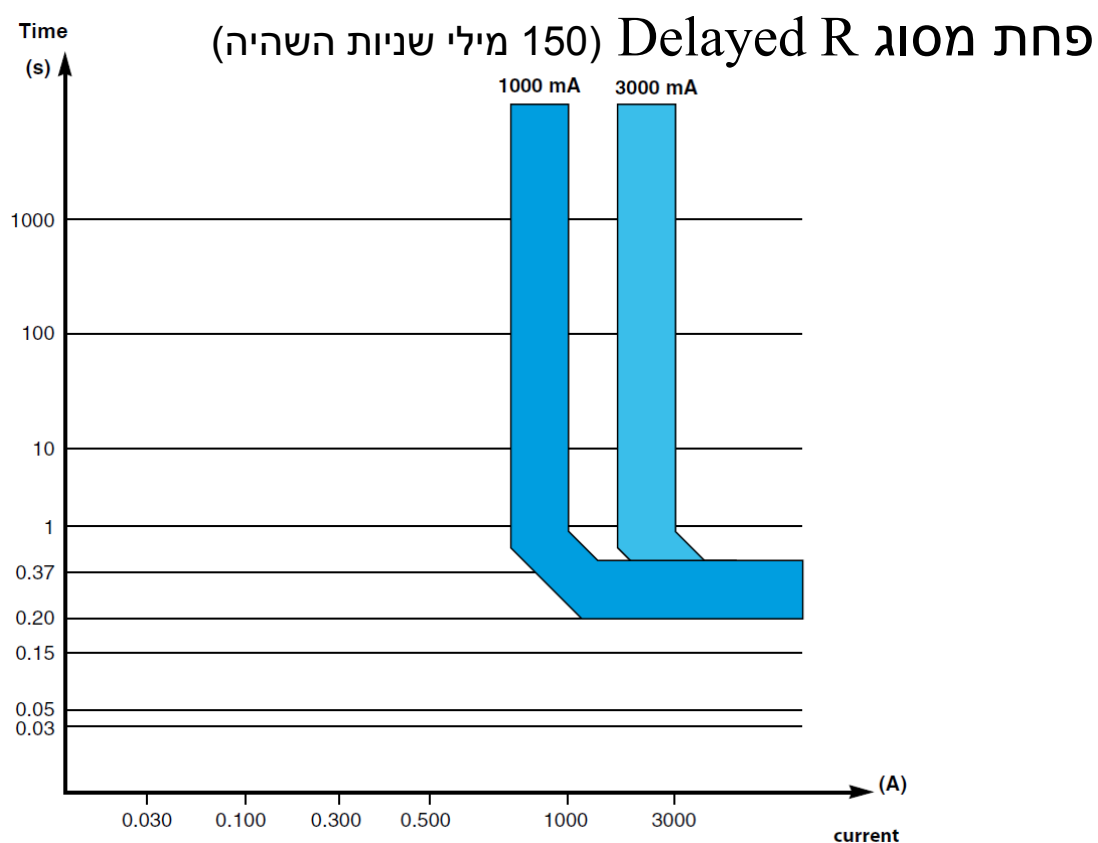
פחת מסוג Instantaneous



ערכי זרם של ממסרי פחת וזמני תגובה



ערכי זרם של ממסרי פחת וזמני תגובה



סלקטיביות בין ממסרי פחת מתוצרת שניידר

Upstream		Sensitivity (mA)													
		Instantaneous						Selective 						Delayed R	
		30	100	300	500	1000	3000	100	300	500	1000	3000	1000	3000	
Downstream	Sensitivity (mA)														
	Instantaneous														
	30							■	■	■	■	■	■	■	
	100								■	■	■	■	■	■	
	300										■	■	■	■	
	500											■		■	
	1000											■		■	
	3000														
	Selective 														
	100													■	■
	300														■
	500														■
	1000														■
	3000														
	Delayed R														
	1000														
	3000														

מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת)

נושאים להדגשה :

- יש להקפיד שהזרם הנקוב של המפסק מתאים לזרם המרבי שעשוי לעבור דרכו (סכום סך ערכי הזרם של המבטחים המחוברים לאותו מופע של המפסק או לגודל הנקוב של המבטח הראשי המותקן לפני המפסק).
- מפסק המגן חייב להיות מסוגל לנתק את המעגל (בין המופע לאדמה) בזמן קצר בלי נזק למפסק.
- מפסק מגן המגן על מעגלים סופיים חייב להפסיק מהזינה את כל מוליכי המופעים ואת מוליך האפס. (מפסק מגן המגן על קווים יכול שלא להפסיק את מוליך האפס). מפסק מגן לא יפסיק את מוליך ההארקה.

משפחות ממסרי הגנה בפני זרם דלף לאדמה

מפסק מגן בזרם דלף : RCD – Residual Current Device - הינו אביזר חשמלי שתפקידו להגן על אנשים וציוד מפני מגע בין מוליך חי והאדמה. מחלקים את הממסרים ל-3 משפחות:

א. **RCCB** - RESIDUAL CURRENT CIRCUIT BREAKERS
התקנים הרגישים לזרם לאדמה בלבד. לפיכך חייבים התקנים אלה להיות מחוברים בטור לאמצעי הפסקה (מפסק, מא"ז, נתיך) שיפסיקו זרמי יתר וזרמי קצר.

ב. **RCD-blocks** – התקנים משולבים: התקנים המורכבים על מפסקי זרם, או מאזים, ומחוברים אליהם חשמלית ומכנית, להבטחת הפסקה בעת זליגה לאדמה, עומס יתר, או קצר.

ג. **RCBO** - Residual Current Circuit Breaker with Overcurrent Protection
ממסר פחת משולב: התקן יחיד שמבצע הפסקת המתקן בעומס יתר, קצר וזליגה לאדמה.

מפסק פחת עצמאי - RCCB



מפסק פחת משולב דו וארבע קטבי

RCD-blocks



סגל אריאל

הגנה בפני זרם דלף לאדמה

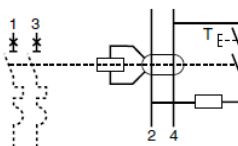
35

מפסק פחת משולב מתוצרת Schneider

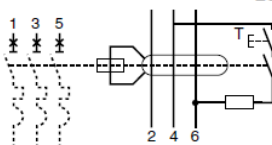


Class A C120 Vigi module

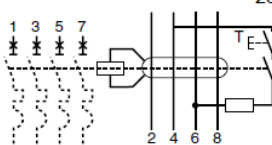
Type	Voltage (V)	Sensitivity (mA)
2P	230...415	30
		300
		300 S
		500
		500 S
		1000 S



3P	230...415	30
		300
		300 S
		500
		500 S
		1000 S

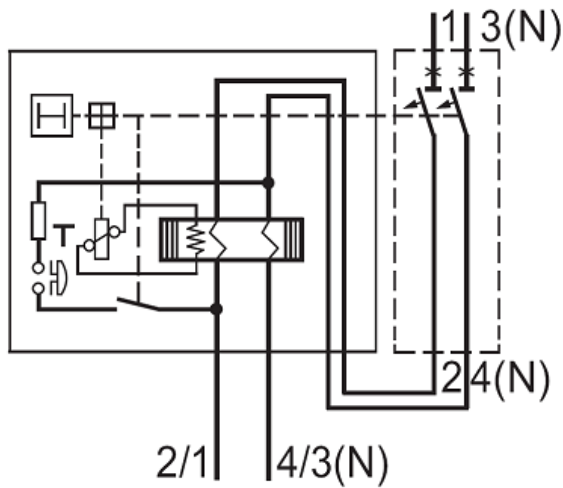


4P	230...415	30
		300
		300 S
		500
		500 S
		1000 S

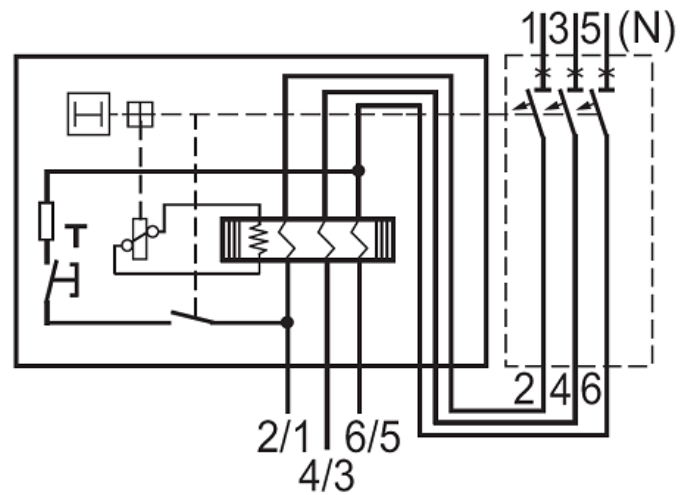


מפסק פחת משולב

RCD-blocks



RCD-blocks



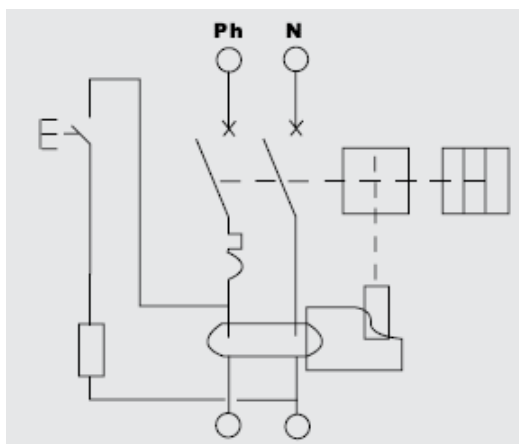
סגל אריאל

הגנה בפני זרם דלף לאדמה

37

ממסרי פחת הכוללים מנגנוני יתרת זרם וקצר

RCBO



RCBO



Type	H											
Breaking capacity (kA)	10											
Curve	B				C				D			
Rating (A)	1	2	4	6	10	16	20	25	32	40	50	63
Number of poles	1P				2P				3P		4P	

סגל אריאל

הגנה בפני זרם דלף לאדמה

38

RCBO מתוצרת Schneider ו-Chint



מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה (ממסר פחת)

4. קיימת חובת התקנת מפסק מגן אחד או יותר בכל לוח במתקן דירתי (קובץ תיקונים: ק"ת 565 מתאריך 26.1.95).

כל המעגלים הסופיים יוגנו בפני זרם פחת שעולה על 0.03 אמפר, המפסק יותקן בין המפסק הראשי לבין מבטחי המעגלים הסופיים, או שיהיה כיחידה אחת עם המפסק הראשי. המפסק חייב להפסיק מהזינה את כל מוליכי המופעים ואת מוליך האפס. בכל מקרה אסור שמפסק המגן ינתק את מוליך ההארקה.

מפסיקות ועדת הפירושים

? האם בהתאם לתקנות החשמל קיימת חובה להתקין מפסקי מגן בלוחות חשמל קומתיים בניין משרדים רב-קומות?

! תשובת הוועדה

תקנות החשמל אינן מחייבות התקנת מפסקי מגן בלוחות חשמל קומתיים של בנייני משרדים רבי-קומות.

החובה של התקנת מפסקי מגן חלה על מיתקני חשמל דירתיים (מיתקני חשמל בדירות מגורים), או מיתקני חשמל מיוחדים כגון: מיתקן חשמלי ארעי באתר בנייה, מיתקן חשמל באתר רפואי, ומיתקן חשמל בחצר חקלאי. יחד עם זאת, ברצוננו להפנות את תשומת ליבך לנדרש בתקנת משנה 5 א' לתקנות הבטיחות בעבודה (חשמל), בה נקבע: "לוח חשמל המיועד לזינת מכשירים חשמליים מיטלטלים המוחזקים ביד יצויד במפסק מגן המופעל בזרם דלף, ברגישות של 0.03 אמפר לכל היותר; מפסק זה יופעל לניסוי אחת לחודש באמצעות לחיץ הביקורת שלו". דרישה זו יש ליישם במיתקני חשמל באתרים שעליהם חלות תקנות הבטיחות בעבודה (חשמל).

מקומות בהם נדרש להתקין מפסק מגן

- מתקן דירתי.
- מתקן ארעי ואתרי בניה בכל בית תקע.
- מפסק מגן כהגנה בלעדית על פי התקנות.
- אתר רפואי למעגלים מקבוצת שימוש 0 ו-1.
- מתקן חקלאי, ראשי בלוח.
- במקומות בהם נדרש על פי פקודת הבטיחות בעבודה.

בדיקה תקופתית של מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה

קיימת בחוק המלצה לבדיקה תקופתית של מפסק המגן ללא ציון תדירות הבדיקה.

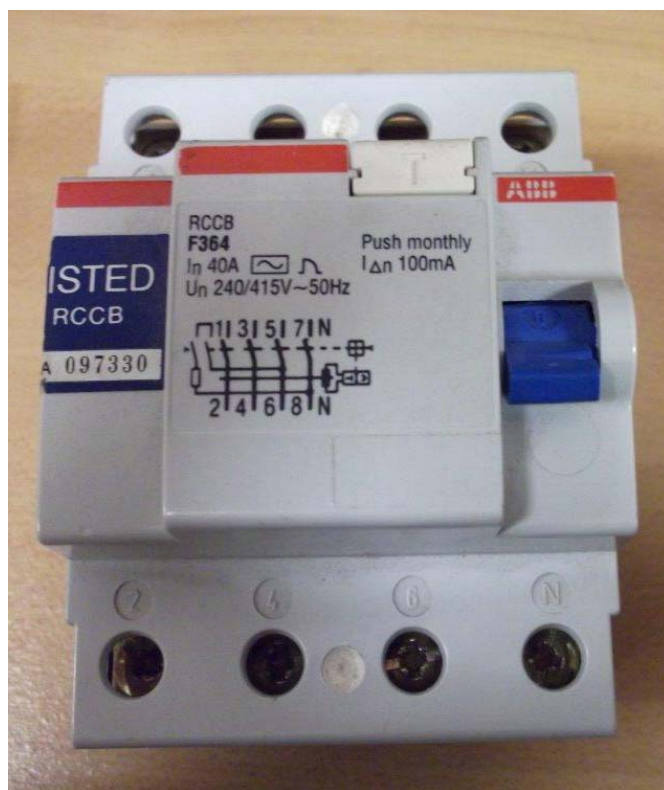
תכיפות הבדיקה תלויה בתנאי העבודה של המפסק כמו: מיקום, רמת הגנה בפני אבק ונוזלים וכדומה. מותר שהבדיקה תתבצע ע"י אדם שאינו חשמלאי, בעזרת לחיץ הבדיקה.

הערה : פעולת המפסק בעת הבדיקה אינה מבטיחה תקינות ההארקה.

המלצת יצרן לבדיקה חודשית



המלצת יצרן לבדיקה חודשית



המלצת יצרן לבדיקה חודשית



בדיקה תקופתית של מפסק מגן הפועל בזרם דלף לאדמה

מתוך פסיקות ועדת הפירושים

אם מותקנים מפסקי מגן בלוחות חשמל קומתיים בבניין משרדים רב-קומות, האם קיימת חובה על פי תקנות החשמל לבדוק אותם אחת לחודש על-ידי לחיצה על לחיץ הבדיקה?

לגבי החובה לבדוק תקופתית את מפסקי המגן במיתקני חשמל בהם הם מותקנים, בתקנת משנה 72 א' לתקנות החשמל (הארכות ואמצעי הגנה בפני חישמול) נקבע:

"כושר פעולתו של מפסק מגן יבדק מזמן לזמן בפרקי זמן סבירים".

כלומר, ההחלטה על תדירות הבדיקה תלויה במאפייני מיתקן החשמל, בהמלצת יצרן מפסק המגן, ובהתאם לשיקול הדעת של בעל המקצוע האחראי על תחזוקת המיתקן.