

## Fejlbeskyttelse af invertere ved automatisk afbrydelse i tilfælde af fejl

### Fejlstrømsafbrydere




Der findes mange typer af RCD'er (fejlstrømsafbrydere) med forskellig funktionsmåde fx ved d.c.-komponenter. I standarden [HD 60364-5-53:2022](#), afsnit 531.3 er de forskelle typer beskrevet.

En fejlstrømsafbryder (RCD) kan fx være en traditionel type uden integreret overstrømsbeskyttelse (RCCB type A, efter standarden DS/EN 61008, eller det kan være en type B efter standarden DS/EN 62432). Det kan også være en kombiafbryder med integreret overstrømsbeskyttelse (RCBO type A, efter standarden DS/EN 61009 eller type B efter standarden DS/EN 62432).

Ved beskyttelse af større anlæg, hvor der kun er adgang for instruerede eller sagkyndige personer, kan der anvendes maksimalafbrydere med integreret fejlstrømsbeskyttelse (CBR type A, efter standarden DS/EN 60947-2 Annex B).

En RCD type AC må ikke anvendes til beskyttelse i boliger.

Mærkning af fejlstrømsafbrydere:

| Type AC   | Type A  | Type B   |
|---|---|--|
|  |  |  |

### Fejlbeskyttelse i TT-system

Alle udsatte dele, der er beskyttet af samme beskyttelsesudstyr, skal ved hjælp af beskyttelsesledere forbindes til en fælles jordelektrode - se 411.5 i [HD 60364-4-41:2017](#).

Ved udvidelse eller ændring af eksisterende installationer er det tilladt ifølge § 65 i [installationsbekendtgørelsen](#) at etablere en separat jordelektrode. Udsatte dele, som kan berøres samtidigt, skal dog altid forbindes til samme jordelektrode.

Følgende betingelse skal ifølge punkt 411.5.3 i HD 60364-41 være opfyldt for TT-systemer, hvor der anvendes en RCD:

$$R_A \times I_{\Delta n} \leq 50 V$$

Maksimal overgangsmodstand til jord og modstand i beskyttelseslederen til solcellesystemets udsatte dele i TT-systemer er:

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

Beregning af maksimal overgangsmodstand, når der anvendes en RCD med  $I_{\Delta n} = 30 \text{ mA}$ :

$$R_A \leq \frac{50 \text{ V}}{I_{\Delta n}} = \frac{50 \text{ V}}{0,03 \text{ A}} = 1666 \Omega$$

Andre værdier for  $R_A$  er angivet i HD 60364-5-53, Tabel 531.1 - Sammenhæng mellem den maksimale værdi af jordmodstand  $R_A$  og RCD'ens maksimale mærkeudløsestrøm  $I_{\Delta n}$

En tilstrækkelig lav overgangsmodstand ( $Z_s$ ) til at sikre fejlbeskyttelse ved hjælp af overbelastningsudstyr, anses ikke som en realistisk mulighed i et TT-system – se 411.5.2 i HD 60364-41.

## Fejlbeskyttelse i TN-system

Anvendelse af overstrømsbeskyttelsesudstyr til fejlbeskyttelse i TN-systemer (nulling):

Betingelsen for, at beskyttelsen er effektiv er, at der ikke på udsatte dele optræder en farlig berøringsspænding i for lang tid. Dette kræver den rigtige kombination af ledningsdimensionering og valg af beskyttelsesudstyr - se 411.4 i HD 60364-4-41.

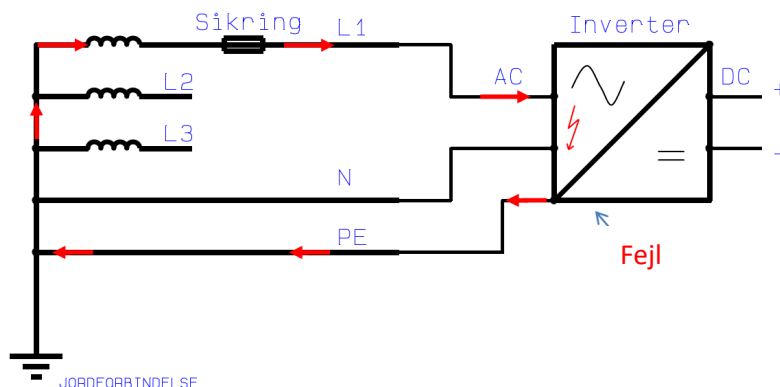
Følgende krav skal være opfyldt for TN-systemer:

$$Z_s \times I_a \leq U_0$$

Kravet anses for opfyldt, når impedansen i fejlsøjfen  $Z_s$  er mindre end eller lig med fase/jordspændingen  $U_0$  divideret med sikringens udløsestrøm  $I_a$ :

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a}$$

Principskitse:



$Z_s$  er impedansen i fejlsøjfen, bestående af strømkilden, den spændingsførende leder frem til fejlstedet og beskyttelseslederen (PE eller PEN) mellem fejlstedet og strømkilden.

$I_a$  er den strøm, der vil forårsage automatisk afbrydelse af beskyttelsesudstyret på vekselstrømsiden.

En kapsling på en klasse I-inverter betragtes som en udsat ledende del.

Udløsetiderne for stationært materiel er ifølge 411.3.2 i HD 60364-4-41:

|  | TT-system  | TN-system  |
|--|------------|------------|
| Fastforbundet materiel til og med 32 A | 0,2 sekund | 0,4 sekund |
| Materiel over 32 A                     | 1 sekund   | 5 sekunder |

Da målingerne udføres ved rumtemperatur og med lave strømme, kan følgende fremgangsmåde benyttes for at tage hensyn til forøgelsen af ledernes modstand som følge af temperaturstigningen på grund af fejl, når det for TN-systemer skal eftervises, at den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen opfylder kravene i 411.4 i HD 60364-4-41.

Kravene i 411.4 anses for opfyldt, hvis den målte værdi af fejlsløjfeimpedansen opfylder følgende ligning i [HD 60364-6 Annex D](#), punkt D.6.4.3.7.3:

$$Z_s (m) \leq \frac{2}{3} \times \frac{U_0}{I_a}$$

Eksempel, hvor der anvendes en 16 A-sikring til fejlbeskyttelse ( $I_a$  aflæst til ca. 55 A):

$$Z_s (m) \leq \frac{2}{3} \times \frac{230}{55}$$

$$Z_s (m) \leq 2,78 \Omega$$

Ved beskyttelse med en 16A D01-sikring må impedansen i fejlsløjfen således ikke overstige 2,78 ohm, når der er taget højde for temperaturstigningen.

Ved beskyttelse med en kredsbrøder anses betingelsen for opfyldt, når strømmen i fejlsløjfen forårsager øjeblikkelig afbrydelse.

Ved beskyttelse med en 16 A minikredsbrøder C karakteristisk, vil det kræve en strøm på 160 A ( $10 \times I_n$ )

$$Z_s \leq \frac{U_0}{I_a} \times \frac{230 V}{160 A} = 1,43 \Omega$$

$$Z_s (m) \leq \frac{2}{3} \times \frac{230}{160}$$

$$Z_s (m) \leq 0,95 \Omega$$

Ved beskyttelse med en 16 A minikredsbrøder må den målte impedans i fejlsløjfen således ikke overstige 0,95 ohm, når der er taget højde for temperaturstigningen.

Hvis udkoblingstiden i afsnit 411 i HD 60364-41 ikke kan overholdes, kan der anvendes RCD. Ved anvendelse af en RCD, er  $I_a$  lig med RCD'ens mærkeudløsestrøm  $I_{\Delta n}$

Vær opmærksom på, at der kan være krav om, at der skal anvendes en RCD - se fx § 35 og § 61 i installationsbekendtgørelsen samt særlige områder i del 7 af HD 60364-serien.