

Principper og beregningsmetodik

Indledning

Siden version 5.0 (december 2008) har Febdok kunnet beregne elinstallationer med UPS. Siden da er beregningsmetoden og strukturen løbende blevet udviklet i samarbejde med leverandører og eksperter på området.

Målet er at kunne udføre nødvendige beregninger så effektivt og brugervenligt som muligt, samtidig med at kravene i relevante regler, normer og standarder overholdes.

Med denne vejledning ønsker vi at forklare så enkelt som muligt, hvordan Febdok hjælper dig med at udføre nødvendige beregninger i forbindelse med UPS.

Forklaringerne bruger forenklede modeller for at illustrere principperne bag beregningerne.

Definitioner

UPS :	Uninterruptible Power Supply (Afbrydelsesfri strømforsyning).
Z_{K0} :	Kortslutningsimpedans. Impedansen direkte ved UPS'ens udgang.
Z_{K-fejl} :	Kortslutningsimpedans. Impedansen for et specifikt fejlniveau.
Z_{K-MO} :	Impedans, der svarer til en fejlstrøm lig med maksimal overbelastning.
$Max\ OB$:	UPS'ens grænseværdi for opfattet kortslutning. Angives i ampere [A].
UPS_{st} :	Korttids fejlstrøm fra UPS.
UPS_{lt} :	Langtids fejlstrøm fra UPS.

Interpolation - Metode til at beregne reduktionen af fejlstrøm fra UPS i fejltilstand, baseret på kendte værdier.

UPS

UPS anvendes ofte i medicinske områder, hvor der både er krav til afbrydelsestid og varigheden af nødstrømskilden. I sådanne tilfælde er UPS utvivlsomt velegnet.

En UPS kan også være nyttig, hvis følsomt udstyr kræver uforstyrret strømforsyning, eller hvor driftsstop ikke kan tillades af økonomiske eller sikkerhedsmæssige årsager.

Dette dokument skelner ikke mellem online, line-interactive osv.

Febdok har til formål at **finde det værste mulige tilfælde** på tværs af konfigurationer.

Konfiguration af UPS

En UPS består grundlæggende af en ensretter, batteripakke og inverter.

De fleste UPS-systemer er dimensioneret til TN-systemer, hvilket for IT/TT-systemer kan betyde, at en transformer er nødvendig ved UPS'ens ind- og udgang.

Derudover kan UPS'en have forskellige fasekonfigurationer på ind- og udgangen.

Nedenfor ses eksempler på forskellige konfigurationer (ikke udtømmende):



Billede 1: UPS uden statisk switch



Billede 2: UPS med statisk switch



Billede 3: UPS med statisk switch og separat forsyning til den statiske switch



Billede 4: UPS med statisk switch og separat forsyning til switch, eksterne transformatorer ved indgang og i kredsløbet til den statiske switch.



Billede 5: UPS med statisk switch og separat statisk switch, interne transformatorer ved indgang, udgang og i kredsløbet til den statiske switch

Statisk switch / Bypass switch

Den statiske switch, også kaldet bypass-switch, beskytter UPS'en og øger kortslutningseffekten i tilfælde af en fejl nedstrøms.

Hvis der opstår fejl i UPS'en eller en kortslutning nedstrøms, vil strømforsyningen skifte til kredsløbet med en statisk switch, der kan være en intern eller ekstern komponent.

Den statiske switch skal kunne tåle den energi, den udsættes for, i henhold til standarder såsom DS/HD 60364, afsnit 512.1.2.

Febdok kan bruges til at dokumentere, at den statiske switch ikke udsættes for mere energi, end den kan tåle.

Kortslutningseffekt fra UPS

Ved en kortslutning nedstrøms UPS'en vil strømforsyningen blive koblet over på den statiske switch, hvor kortslutningsbidraget kommer fra opstrøms nettet.

Hvis opstrøms net ikke er tilgængeligt, vil kortslutningsstrømmen blive leveret fra UPS'ens inverter, som dog begrænser strømmen og kun kan opretholde den i en kort periode.

Manuel bypass

UPS-komponenter kræver vedligeholdelse for at opretholde deres funktion.

Dette kan sikres ved at installere parallelle UPS'er eller en manuel bypass-kreds, ved eks. At bruge en "tavle dummy" hvor strømmen dirigeres uden om den UPS, der kræver service.

Dataoplysninger

Kvaliteten af de beregninger, der udføres, afhænger af kvaliteten af de data, der indtastes.

For at foretage beregninger med UPS skal konfigurationen angives korrekt, og relevante data skal inkluderes.

Minimumsdata inkluderer blandt andet antal faser, mærkespænding, mærkestrøm, cosinus phi, kortslutningseffekt og om bypass er internt beskyttet.

Beregningsmetodik

Febdok beregner det værste mulige scenarie for kortslutnings- og overbelastningsforhold nedstrøms UPS'en.

Dette inkluderer beregning af fejlstrømme i normal- og fejltilstand, interpolerede tab og kortslutningsholdbarhed for statisk switch.

Generelle principper

Febdok har altid som mål at angive det værste tænkelige scenarie samt maksimale og minimale tilstande.

Nedstrøms en UPS er dette særligt vigtigt, da kortslutningsbidraget enten kommer fra UPS'en eller via bypass og det opstrøms net.

Derudover afhænger kravet til overbelastningsbeskyttelse for de forskellige kabler i en UPS-konfiguration af den specifikke konfiguration og placeringen af beskyttelsen.

Normaltilstand eller fejltilstand?

For at afgøre, hvor fejlstrømmen kommer fra, skal Febdok først vurdere, om UPS'en registrerer en fejl eller ej.

Febdok beregner først fejlstrømmen leveret af UPS baseret på mærkespænding (udgang) og Z_{K-fejl} .

Hvis den beregnede fejlstrøm er mindre end **maksimal overbelastning**, opfatter UPS'en det ikke som en fejlstrøm.

Hvis den beregnede fejlstrøm overstiger **maksimal overbelastning**, betragtes det som en fejlstrøm.

Normaltilstand = $I_k < \text{Maksimal overbelastning}$

Fejltilstand = $I_k > \text{Maksimal overbelastning}$

Hvilken fejlstrøm viser Febdok?

Nedstrøm for en UPS tilføjer Febdok en betegnelse for hver fejlstrøm, hvor navngivningen angiver, hvor fejlstrømmen kommer fra, og hvilken tilstand UPS'en er i.

Opstrøms net

- Fejlstrøm leveres via bypass fra det opstrøms net.

UPS

- UPS i normaltilstand
- $I_k = U / Z_{kfejl}$

UPS st

- UPS i fejltilstand (kortvarig)
- Beskyttelsens frakoblingstid < varighed af kortslutningseffekt (kort tid, st)
- $I_k = \text{Kortslutningseffekt (kort tid)}$ minus interpoleret tab mellem Z_{kO} og Z_{kfejl}

UPS It

- UPS i fejltilstand (langvarig)
- Beskyttelsens frakoblingstid > varighed af kortslutningseffekt (kort tid, st)
- Beskyttelsens frakoblingstid < varighed af kortslutningseffekt (lang tid, It)
- $I_k = \text{Kortslutningseffekt (lang tid)}$ minus interpoleret tab mellem Z_{kO} og Z_{kfejl}

Febdok beregner alle mulige fejlsituationer i alle grupper nedstrøms UPS'en.

Derudover viser Febdok den værdi, der repræsenterer det værst tænkelige scenarie, samt de maksimale og minimale værdier.

Interpoleret tab mellem Z_{kO} og Z_{kfejl}

Efter dialog med leverandørerne og mere præcise funktionsbeskrivelser fra fabrikkerne blev der fra og med version 5.5 implementeret en metode til at tage højde for den nedstrøms reduktion af kortslutningsstrømmen fra UPS.

Den nedstrøms reduktion interpoleres mellem **Z_{kO}** og **Z_{kMO}** .

Z_{kMO} er impedansen, der resulterer i en fejlstrøm svarende til **maksimal overbelastning**.

Z_{kO} er Impedansen direkte ved UPS'ens udgang.

[illegible]

Modstandsdygtighed for statisk switch

Det er vigtigt at bemærke, at dette gælder for fejl i kablet mellem den statiske switch og den nedstrøms fordeling samt fejl i de nedstrøms grupper.

1. Beskyttelse via opstrøms beskyttelse

2. Beskyttelse i den statiske switch (internt beskyttet)

3. Kortslutningssikker installation (kommer i version 7.0)

Hvis forudgående eller intern beskyttelse ikke ønskes eller kan beskytte den statiske switch, åbner **DS/HD 60364** mulighed for at designe gruppen som **kortslutningssikker**.

Dette gælder kun for kablet mellem den statiske switch udgang og den nedstrøms beskyttelse (gruppeafbrydere i fordelingen).

Tiltaget reducerer sandsynligheden for kortslutning i denne del af installationen til et minimum.

Ved fejl i de nedstrøms grupper vil gruppeafbryderen/sikringen beskytte den statiske switch, som beskrevet i punkt **1)** og **2)**.

Fejl i gruppe nedstrøms UPS

Febdok kontrollerer, om overstrømsbeskyttelsesudstyrets gennemslupne energi (**I^2t**) overstiger modstandsdygtigheden for den statiske switch.

Hvis beskyttelsens **I^2t** er større end den statiske switch maksimale belastningstolerance, giver Febdok en advarsel:

- Hvis fejlen opstår i begyndelsen af gruppen, vises en **blå meddelelse**, da det er den opstrøms beskyttelse, der skal håndtere fejlen.
- Hvis fejlstrømmen i slutningen af gruppen resulterer i, at **I^2t** overstiger den statiske switch modstandsdygtighed, vises en **rød meddelelse** som advarsel.

Overbelastning

En UPS i Febdok kan dimensioneres med sideløbende kabler.

Febdok anvender konfigurationen og placeringen af beskyttelsen til at fastsætte forskellige værdier for **IB** som grundlag for valg af kabel (**I_z**) og beskyttelse (**I_n**).

For at angive, hvilken kabel det drejer sig om, skelnes der mellem **UPS-indgang**, **UPS-udgang** og **indgang til den statiske switch**.

UPS-indgang

- Belastningsstrøm = Angivet **I_b** ved belastning + forskellen mellem **mærkestrøm på indgang og udgang**.
- Der tages højde for **omformningsforholdet**, hvis en transformer er placeret ved indgangen.

UPS-udgang

- Belastningsstrømmen varierer afhængigt af, om beskyttelsen er placeret på udgangen eller indgangen.
- **Beskyttelse på udgang** = Ja → Belastningsstrøm = Angivet **I_b** ved belastning.
- **Beskyttelse på udgang** = Nej → Belastningsstrøm = **Mærkestrøm udgang**.
- Der tages højde for **omformningsforholdet**, hvis en transformer er placeret ved indgangen.

Indgang til statisk switch

- Belastningsstrøm = Angivet **I_b** ved belastning.
- Der tages højde for **omformningsforholdet**, hvis en transformer er placeret ved indgangen.

Febdok Standard værdier



Billede 1: UPS uden statisk switch

UPS ydelse [kVA] kVA

Cos φ (ved indgang)

Mærkespænding

Inggang 3 x V

Udgang 3 x V

Laststrøm, Ib (UPS sekundærside) A

Kortslutningsydelse

Korttid

Strøm A

Maks tid s

Lang tid

Strøm A

Maks tid s

☐ Jordelektrode

☐ Udligningsforbindelse

☐ Output side is inherently short-circuit and earth fault proof

Beregninger tager udgangspunkt i indtastning af UPS-størrelsen, ved den effekt i KVA

Nominel strøm

Inggang 3 x A

Udgang 3 x A

Differanse 3 x A

Maksiaml overlast A

Febdok default værdier

$$I_{n-indgang} = \frac{16000}{400 \cdot \sqrt{3}} \approx 23,1 \angle 0$$

$$I_{n-udgang} = \frac{16000}{400 \cdot \sqrt{3}} \approx 23,1 \angle 0$$

$$UPS_{st} = \frac{57,75}{23,1} = 2,5$$

$$UPS_{lt} = \frac{46,2}{23,1} = 2$$