



Gylling Teknologidag – 6. mars 2026

DRUPS / RUPS

Arne Iversen, arne.iversen@makker.no

Copyright

© Makker AS har opphavsrett til denne presentasjonen.

Ingen del av materialet må reproduseres på noen for medium. For opphevelse av Makker sin Copyright kreves i hvert tilfelle skriftlig avtale med Makker AS.

Standarder og normer det henvises til kan kjøpes inn av Pronorm Forlag / Norsk Elektroteknisk Komité på www.standard.no

Hvilken ytelse
har egentlig et
dieselaggregat?

Er selektivitet
godt nok?

Kan en statisk UPS
være roterende?

Agenda

- **PRESENTASJON AV MAKKER**
- Ulike UPS løsninger
- Jording
- Nullederproblematikk
- Kortslutningsytelse
- Ytelse dieselaggregater





Arne Iversen

Makker AS

- Født 1976.
- Bor i Asker.
- Samboer og tre barn.
- Fulltidsansatt i Makker august 1995.
- Planlegger å jobbe i ytterligere 19 år til 5. september 2045.
- Etter 50 år i samme firma skal jeg gjøre noe annet!



ADVARSEL

Spenning påsatt!

Betrakt batteriene som fulladet.

Makker
SAFE POWER SYSTEMS

Dette er IKKE et klædningsstykke!



- Norges mest komplette leverandør av sikker strømforsyning.
- Importør og leverandør.
- Systemintegrasjon og rene grensesnitt.
- Beredskapsvakt hele døgnet, hele året.



- Avbruddsfri strømforsyning – UPS.
- Nød- og reservekraft.
- Nettkvalitet, energimåling og isolasjonsovervåking
- Landstrøm til skip.
- Bakkestrøm til fly.
- Motorstyring og turtallregulering



Tjenester

- Prosjektering
- Planlegging
- Installasjon
- Kurs
- Preventivt vedlikehold
- Service og beredskap

Service & montasje

- Høyt kvalifisert personell
- Service og beredskap hele døgnet, hele året
- Sikkerhetsklarert
- Fokus på HMS



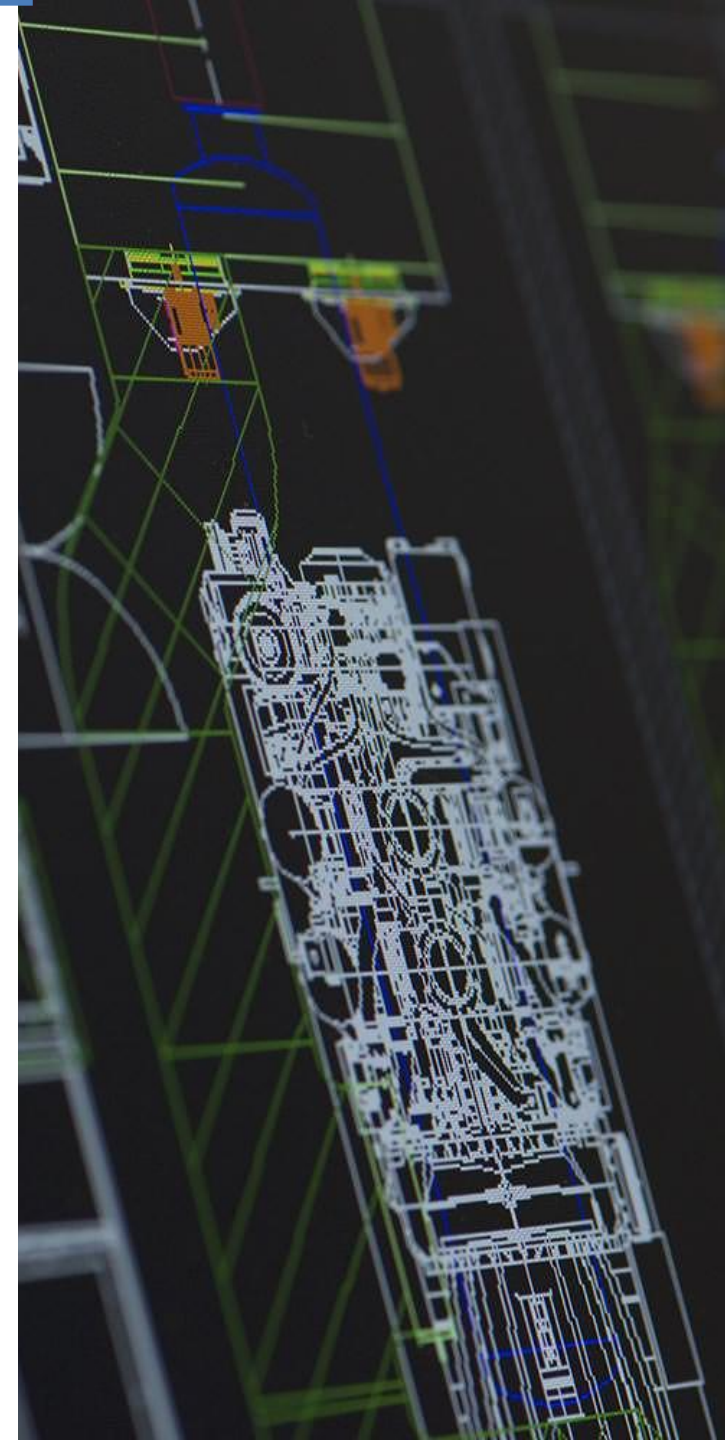


Erfaring & ekspertise

- Jording TN-S nett
- Håndtering av nulleleder
- Overharmonisk støy generert mot forsyningsnettet
- Startstrømmer
- Selektivitet og kortslutningsytelse

Markedstrender

- **Større kraftbehov for datasentre**
 - Større UPS-anlegg og dieselaggregater
 - Fokus på «grønne» datasentre med lave varmetap på UPS-anlegg og kjøling
- **Systemintegrasjon / “Turn-key”**
 - Dieselaggregater, UPS, tavler og elektrisk installasjon
 - Mindre detaljerte kravspesifikasjoner
 - Funksjonsdrevet





Markedstrender

- **Krav til nød- og reservekraft beskrevet i forskrift og normer**
 - Risikovurdering påkrevd
 - Flere installasjoner med diesellaggregater og UPS
- **Selektivitetsanalyse påkrevet**
 - Statisk bypass i UPS'en har sine begrensninger (tåleevne ved kortslutning på lastsiden når UPS'en er i normaldrift)
 - Vekselretterens kortslutningsytelse er begrenset (kortslutningsstrøm i batteridrift)
 - Åpner flere muligheter for dynamisk UPS

Agenda

- Presentasjon av Makker
- **ULIKE UPS LØSNINGER**
- Jording
- Nullederproblematikk
- Kortslutningsytelse
- Ytelse dieselaggregater





Uten Plutselige Strømbrydd (UPS)

- Statisk UPS
- Dynamisk UPS

Statisk UPS

Med statisk UPS menes en UPS som inneholder kraftelektronikk for likeretting og vekselretting og hvor det er en vekselretter som står nærmest lasten når UPS-anlegget er uten tilført nettspenning.

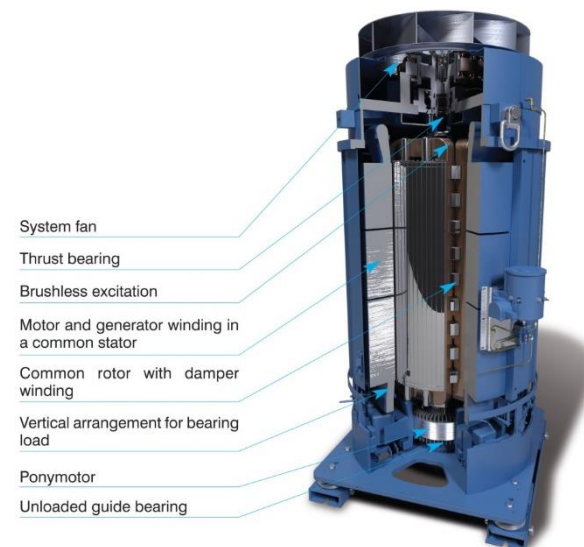
Utgangsspenningen er "kunstig" formet ved hjelp av thyristorer eller IGBT transistorer.



Dynamisk UPS

I en dynamisk UPS så er det en roterende motor-generator som går hele tiden og forsyner den kritiske lasten, dvs. **naturlig generering av spenningen av utgangsspenningen.**

Fordelene med en dynamisk UPS i forhold til en statisk UPS går i hovedsak på pålitelighet, overbelastbarhet og kortslutningsytelse.



Traføløs statisk UPS

- Lavere vekt og mindre areal
- Er svært avhengig av ubrutt nøytralleder på primærsiden
- Ikke galvanisk skille som beskytter lasten ved kortslutning i DC-krets
- Risikovurdering nødvendig!
- Er den så mye bedre!???

Statisk UPS m/ trafo på utgangen av vekselretter

- Den tradisjonelle typen
- Best og mest pålitelig
- Omtrent samme varmetap



Roterende UPS = Dynamisk UPS

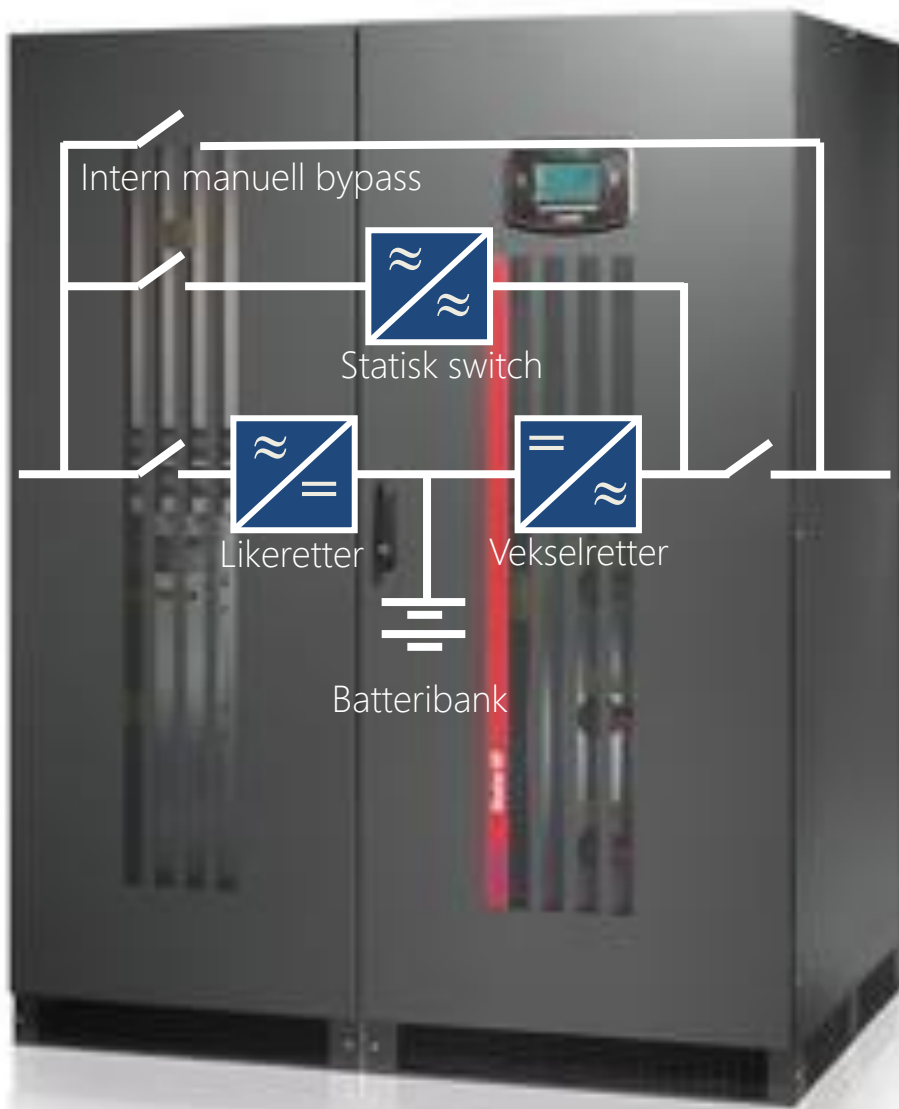
Man må ikke forveksle begrepet roterende UPS med et roterende svinghjul.

At en UPS har et roterende svinghjul gjør den ikke til en roterende UPS!

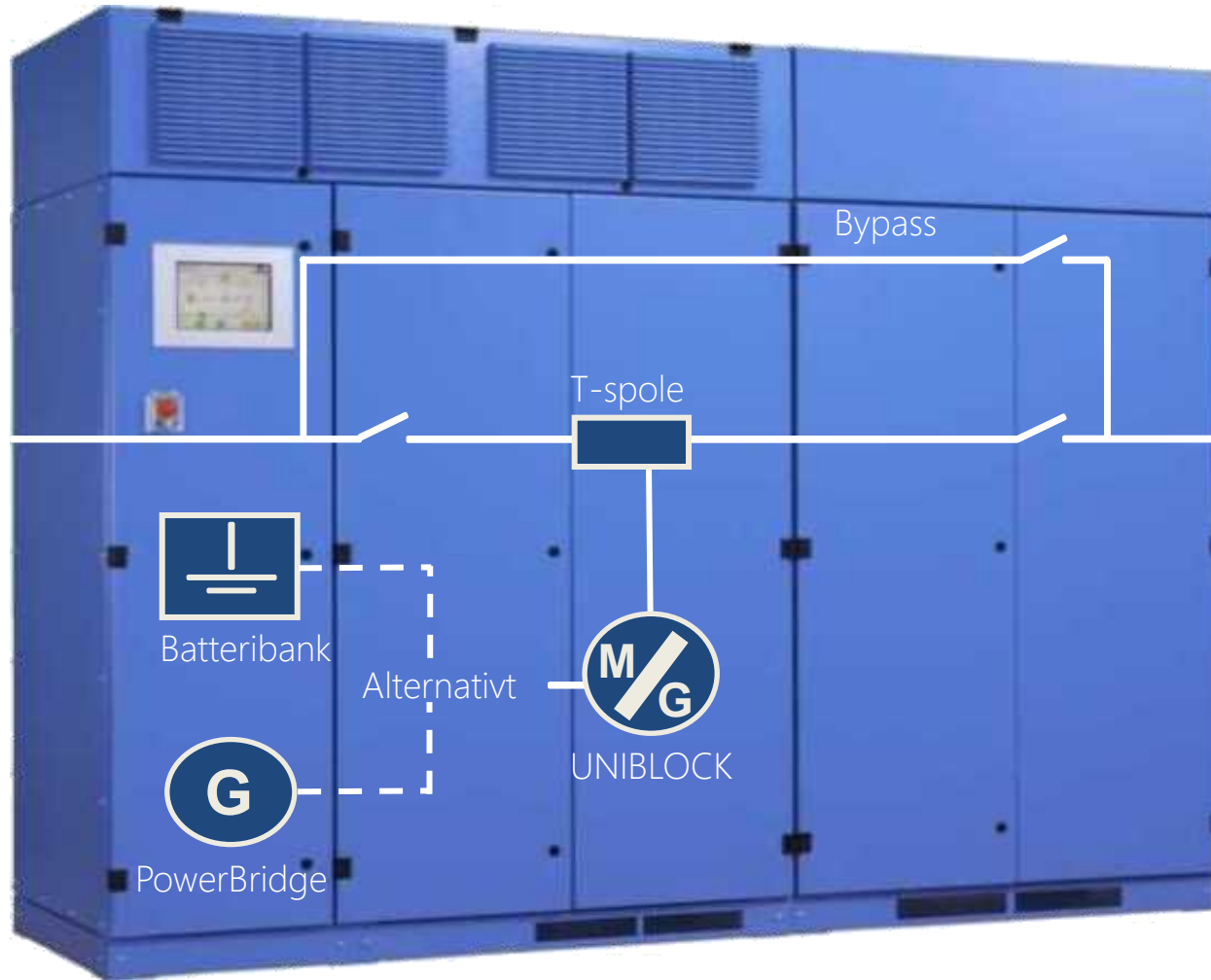
Det finnes statiske UPS'er med svinghjul. Et svinghjul er bare et energilager akkurat som en batteribank.



Statisk UPS



Dynamisk UPS med svinghjul eller batteribank



Agenda

- Presentasjon av Makker
- Ulike UPS løsninger
- **JORDING**
- **NULLEDERPROBLEMATIKK**
- Kortslutningsytelse
- Ytelse diesellaggregater



Sitat fra brukermanual for transformatorløs UPS

- ***The UPS must never be used without an earth connection.***
 - *The first operation is to connect the earth connector to the terminal marked PE (yellow/green).*
- ***The UPS must never be used without a neutral connection.***
 - *No neutral connection could damage the UPS.*
- ***Do not connect the output neutral to the input neutral or to earth, as this could cause system malfunction.***

Hvorfor må man jorde en UPS riktig?

- **Personersikkerhet**

- Ved 4-polt brudd oppstrøms for UPS (= batteridrift)
- Er det akseptabelt med et 400V IT nett?

- **Funksjonen til en traføløs UPS**

- Worst case scenario, så vil man ved allpolig brudd oppstrøms for en TRAFOLØS UPS kunne levere 400V fase-nøytral istedenfor 230V
- Utstyr ødelegges før UPS'en slår seg selv av

- **Drift og funksjonsfeil på datautstyr**

- 80 % av alle uforklarlige feil skyldes feil jording!

Hva gjør man!?

- FEL forutsetter generelt allpolig brudd (4P)
- Nøytral må aldri brytes oppstrøms for en UPS
- Kreativ jording??
- Direkte fremføring med separat nøytralleder??
- Separat trafo på primærsiden av UPS?

3-polig vs. 4-polig brytermateriell

- **Hvorfor må man ha 4-polig brytermateriell?**
 - Gammel vane?
 - Ved service?
 - Overstrømmer i nøytralleder grunnet overharmoniske?
 - Bedre bryteevne på effektbrytere?
- **Hvor «lasker» man nøytrallederen?**
 - Bryteren rett foran UPS'en?
 - Hele veien til forsyningstransformator?
 - Hva gjør man hvis det skal leveres separate dieselaggregater?

ZEP / PEN-last

- **ZEP = Zentral Erd Punkt (tysk)**
 - Central Earth Point på engelsk
 - PEN-last evt. sentraljordpunkt på norsk
- **Du MÅ sørge for at det ikke er flere ZEP som forsyner samme last**
 - Konsekvens = sirkulerende / vagabonderende strøm
- **Lag FLERLINJE-skjemaer med farger**
 - Tegn inn alle ZEP og marker med en rød ring rundt

Agenda

- Presentasjon av Makker
- Ulike UPS løsninger
- Jording
- Nullederproblematikk
- **KORTSLUTNINGSYTELSE**
- Ytelse til dieselaggregater



Kortslutningsytelse statisk UPS

- **$I_{k_{min}}$ ved batteridrift**
 - Typisk $1,5 \times I_n$ i 0,5 – 1,0 sekund
- **$I_{k_{max}}$ ved nett tilstede**
 - Mest sannsynlig
 - Er det nettets stivhet eller er det tåleevnen til komponentene i UPS'ens statiske bypass som er begrensende faktor?
 - Hva om det er installert en protistorsikring til å beskytte kraftelektronikken?
- **Gjennomsluppet energi (A^2s / I^2t)**
 - Vernet slipper igjennom en «restenergi» som UPS'en kan ta skade av
- **Tåleevne (I_{TSM})**
 - Typisk $I_{k_{max}}$ fra 1600 kVA trafo er 30-40 kA
 - Typisk komponent/kraftelektronikk i statisk bypass tåler 5-15 kA i max 10 ms!

Kortslutningsytelse statistisk UPS

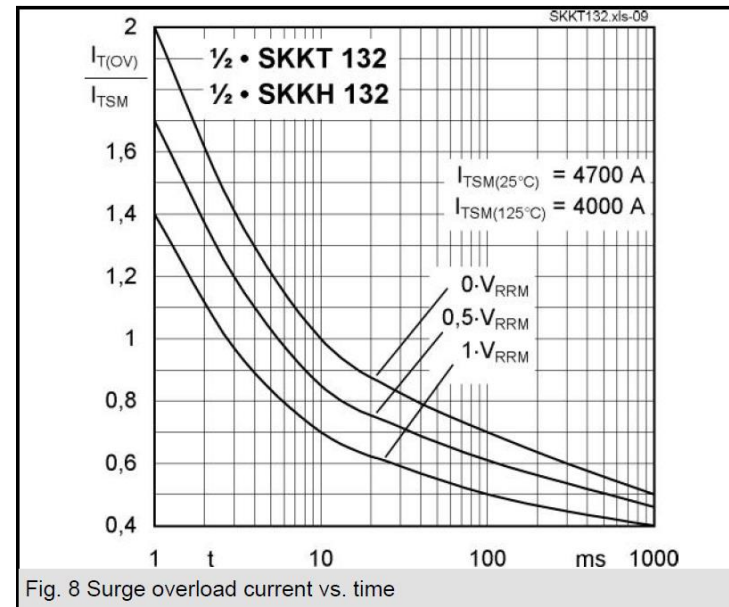
- **Typisk komponent statistisk bypass i 60 kVA UPS**

- Semikron SKKT 132/12E
- $I^2t = 110\ 000\ \text{A}^2\text{s}$ i 10 ms @ 25 °C
- $I_{\text{tsm}} = 4,7\ \text{kA}$ i 10 ms @ 25 °C

I_{TSM}	$T_{\text{vj}} = 25\ ^\circ\text{C}; 10\ \text{ms}$	4700	A
	$T_{\text{vj}} = 125\ ^\circ\text{C}; 10\ \text{ms}$	4000	A
I^2t	$T_{\text{vj}} = 25\ ^\circ\text{C}; 8,3 \dots 10\ \text{ms}$	110000	A^2s
	$T_{\text{vj}} = 125\ ^\circ\text{C}; 8,3 \dots 10\ \text{ms}$	80000	A^2s

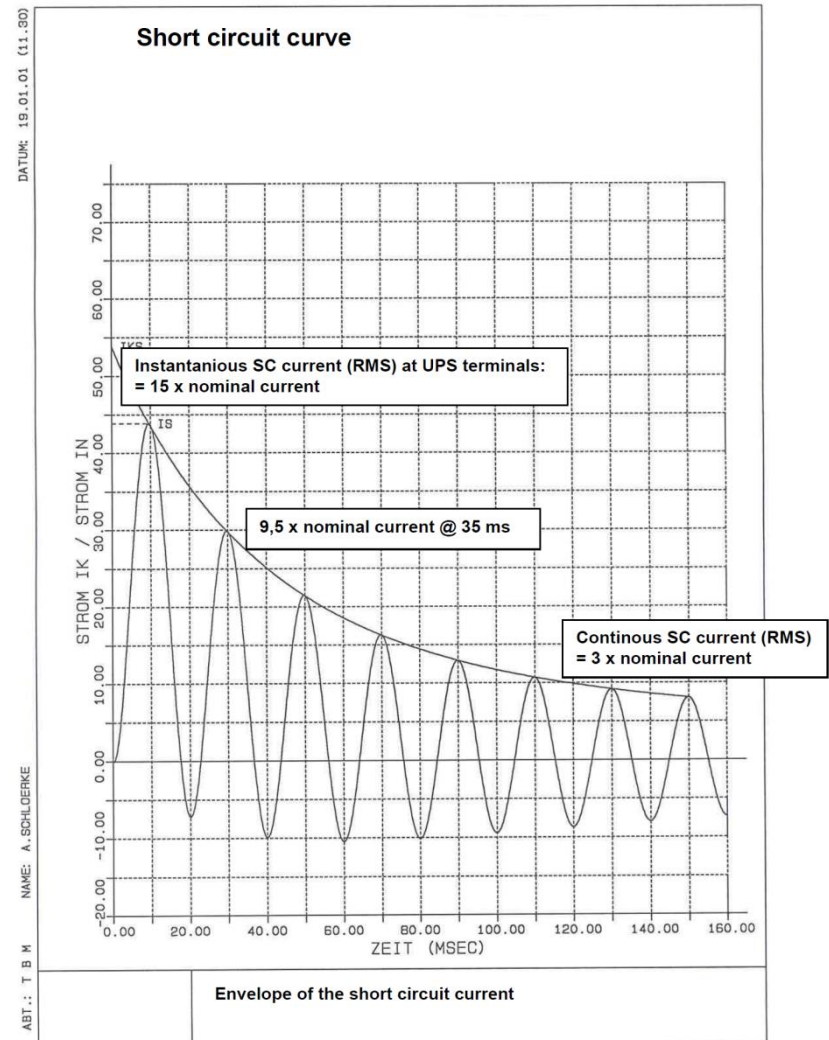
- **Funksjon ytelse vs. varighet**

- 70 % ved 100 ms varighet
- 50 % ved 1 sek varighet



Kortslutningsytelse dynamisk UPS

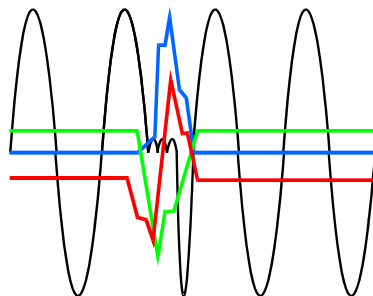
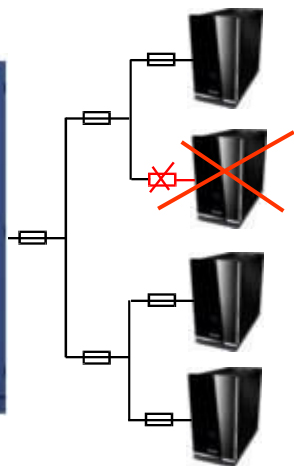
- Tilnærmet samme kortslutningsytelse uavhengig om maskinen er i:
 - Batteri- / energilagerdrift
 - Nettdrift
 - Dieselmotordrift
- Typisk ytelse:
 - $14 \times I_n$ i 10 ms
 - $3-5 \times I_n$ kontinuerlig



Kortslutningsytelse roterende UPS

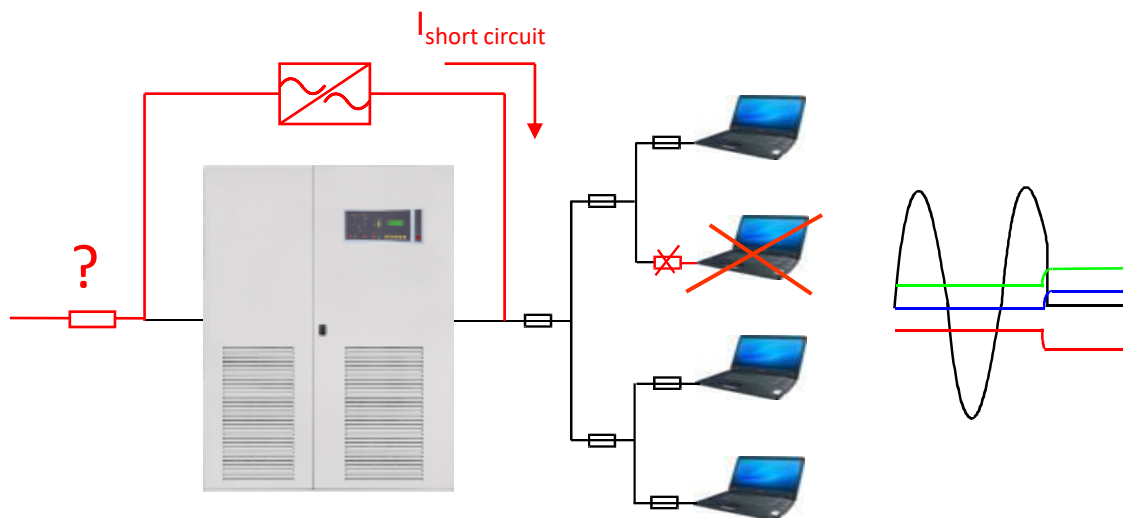
- Det er motor/generatoren (UNIBLOCK) som forsyner kortslutningen – IKKE kraftelektronikken
- Fordelaktig i kritiske anlegg hvor man ikke planlegger å bytte alle vern i underfordelinger (rehabilitering / utbytte)
- Ved store lavspenteffekter > 5 MW er heller problemet at kortslutningsytelsen blir for stor!
 - UB-T finnes i høyspent utgave.

Kortslutningsytelse



14 x I_n kortslutningsstrøm for rask utkopling av nedstrøms vern i alle driftsmodus. (Nett, batteri, diesel)

14 x I_n gir vesentlig større sannsynlighet for at nedstrøms vern kan koples ut innen 10 ms.



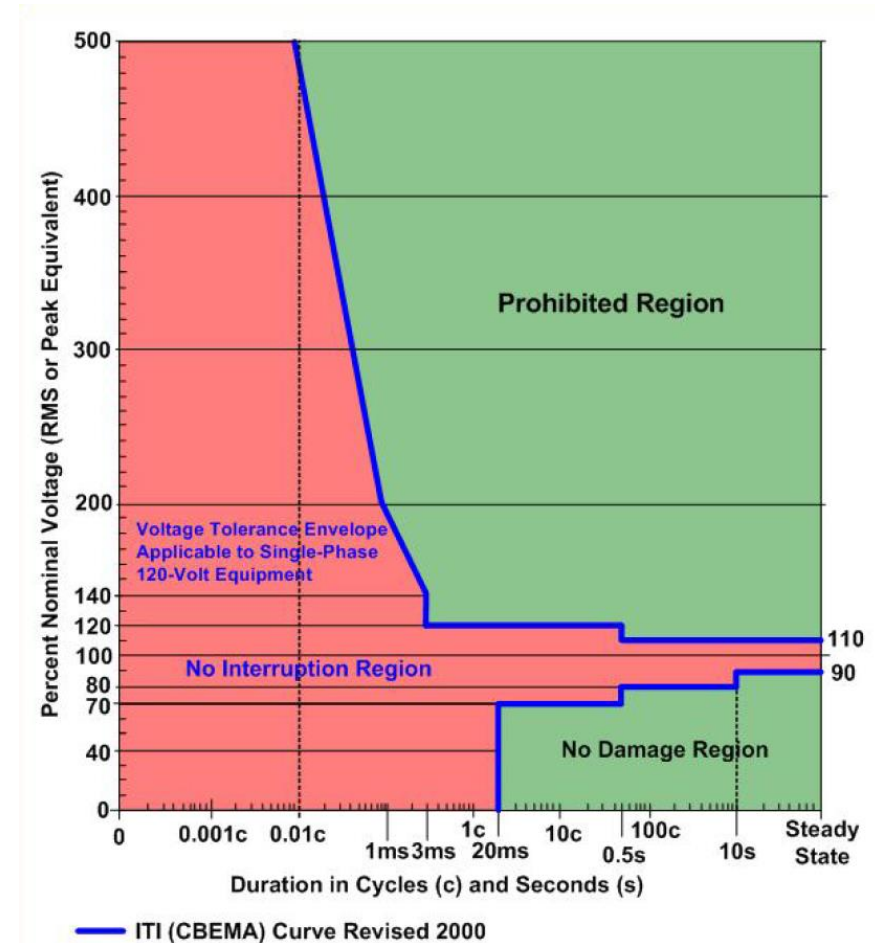
1,5 - 3 x I_n kortslutningsstrøm (i beste fall) muliggjør ikke nødvendigvis rask og sikker utkopling av nedstrøms vern.

Konsekvensen ved batteridrift kan være at ALL kritisk last mister spenningen, evt. at kortslutningen står (mulig kabelbrann).

Kortslutningsstrømmen kommer fra oppstrøms nett via statisk bypass (v/ nettdrift)

Er selektivitet godt nok!??

- **ITIC-kurven («The ITIC-curve»)**
 - Information Technology Industry Council (ITIC), tidl. Computer Business Equipment Manufacturers Association (CBEMA).
 - Bransjeorganisasjon for IT-industrien
- **$U_{nom} < 70\%$ i $> 20\text{ ms}$ innebærer fare for funksjonsfeil på IT-utstyr**
- Hvor lang tid tar det før en effektbryter løser ut?



FEBDOK / NetDok

- Begge programmer kan inneholde feil
- Ikke alle «typer» UPS og vern er medtatt
- Dynamisk UPS er ikke medtatt
- Man kommer langt med penn, papir, kalkulator og et godt hode

Agenda

- Presentasjon av Makker
- Ulike UPS løsninger
- Jording
- Nullederproblematikk
- Kortslutningsytelse
- **YTELSE DIESELAGGREGATER**



ISO 8528-1 : 2005

- **Continuous Power (COP)**
- **Limited Time Power (LTP)**
- **Prime Power (PRP)**
- **Emergency Standby Power (ESP)**
 - Ofte kalt Standby



Average Load Factor (ALF)

- **Standby Power / Prime Power iht. ISO 8528-1 : 2005**
 - Maksimal ytelse variabel last med en bestemt gjennomsnittlig lastfaktor.
 - Iht. standard er Average Load Factor (ALF) på 70 %, om ikke produsenten spesifiserer noe annet!
 - Prime Power har ikke tidsbegrensning på driftstid pr. år.
 - Standby Power har driftstidsbegrensning pr. år.

13.3.4 Emergency Standby Power (ESP)

Emergency standby power is defined as the maximum power available during a variable electrical power sequence, under the stated operating conditions, for which a generating set is capable of delivering in the event of a utility power outage or under test conditions for up to 200 h of operation per year with the maintenance intervals and procedures being carried out as prescribed by the manufacturers (see Figure 4).

The permissible average power output (P_{pp}) (see Figure 4) over 24 h of operation shall not exceed 70 % of the ESP unless otherwise agreed by the RIC engine manufacturer.

Hvilken ALF har produsentene?

- **Varierer fra 60 % til 100 %**
 - Det har stor betydning for kunden!
 - Står med liten skrift i teknisk datablad, men er IKKE å lure kunden
 - Iht. ISO 8528-1 kan produsenten oppgi annen ALF enn standard 70 %
- **Eksempel ved sammenhengende drift > 24 timer:**
 - 1100 kVA pf. 0,9 x 100 % = 990 kW
 - 1100 kVA pf. 0,8 x 60 % = **528 kW!!**
- **Kunder som har drivstoffkapasitet på 72 timer, lagrer ikke store mengder diesel fordi de synes det er morsomt**

Uptime Institute

- **Tier III og Tier IV**

- Det aksepteres ikke begrensning i antall timer med kontinuerlig drift (med dieselmotoren i gang).
- Emergency Standby Power (ESP) = Tier I eller Tier II

2.5.2 Manufactures' Runtime Limitation

Engine generators for Tier III and IV sites shall not have a limitation on consecutive hours of operation when loaded to "N" demand. Engine generators that have a limit on consecutive hours of operation at "N" demand are appropriate for Tier I or II.

Data Center Continuous (DCC)

- DCC er ikke normert eller standardisert, men iht. krav fra Uptime Institute
- Definert av ledende dieselmotorprodusenter
 - Dieselmotoren bestykses ekstra
- Datasenter har nokså konstant last
- En slags blanding på COP og PRP

Agenda

- Presentasjon av Makker
- Ulike UPS løsninger
- Jording
- Nullederproblematikk
- Kortslutningsytelse
- Ytelse dieselaggregater



Kontaktdetaljer

Adresse: Gamle Borgenvei 3
1383 ASKER

Telefon: +47 66 766 500

E-post: info@makker.no

Internett: www.makker.no

