

Notat

Sak: Nordisk frekvensstabilitet/Utvikling FCR/Fjerning av grunnleveranse

Dokumentet sendes til:

Saksbehandler / Adm. enhet:
Rita Berthelsen Johnsen, Erik
Alexander Jansson / DUS
Jon Nerbø Ødegård / DUK

Sign.

Ansvarlig / Adm. enhet: Bernt Anders
Hoff / DUS

Sign.

Til orientering:

Dokument ID: 2375815
Dato: 06.12.2018

Funksjonalitet for separatdriftsregulering/ deteksjon (FCR-I) og dødbånd

Dette dokument beskriver overgripende nødvendig funksjonalitet til produksjonsanlegg relevante for frekvensregulering i separatdrift, samt funksjonalitet som er viktig for at frekvensrespons i normaldrift skal kunne begrenses. Gjennom spesifisert funksjonalitet kan implementering av nye krav til frekvensreserver (FCR-N/D) skje, krav til grunnleveranse avvikes, samtidig som robust regulering i separatdrift sikres.

Innhold

Dokument/endringslogg	3
Definisjoner.....	3
Formål	4
Deteksjon av separatdrift og regulering i separatdrift.....	5
Aktivering	5
Stabilitet	6
Frekvensmåling.....	6
Verifisering	7
Dødbånd for FCR-N, -D	8
Funksjonalitet.....	8

Dokument/endringslogg

Versjon	Revisjon	Forfatter	Dato
1	Nytt dokument	RBJ/EAJ	24.10.2016
2	Oppdatert etter innspill fra referansegruppe	RBJ/EAJ	24.01.2017
3	Oppdatert etter dialog med leverandører	RBJ/EAJ	09.03.2017
4	Oppdatert etter innspill fra referansegruppe	RBJ/EAJ	10.05.2017
5	Inkludert simuleringsresultater samt generelle endringer.	EAJ	19.10.2018
6	Oppdatert med tilbakemeldinger fra internt forankringsmøte.	EAJ	30.10.2018

Definisjoner

FCP-prosjekt	Frequency Containment Process. Felles nordisk prosjekt for definering av krav til FCR-N/D og prekvalifisering av disse.
FCR-N	Frequency Containment Reserve – Normal, aktivert mellom 49,9-50,1 Hz.
FCR-D	Frequency Containment Reserve – Disturbance, aktivert mellom 49,5-49,9 / 50,1 – 50,5 Hz.
FCR-I	Frequency Containment Reserve – Isolated (isolert). Deteksjon av separatdrift og aktivering av parametersett tilpasset stabilitet på eget nett, rent ohmsk last.
N-1-hendelse	Utfall av enkelt komponent uten brudd mot noen regler for systemdriftssikkerheten definert i SO GL.
Normaldrift	Drift av nordiske kraftsystemet med frekvens innen normale frekvensbåndet (+/-100 mHz) eller med et stasjonært avvik < +/- 500 mHz, under en maksimal varighet som møter kravene til normaldrift i SO GL. <i>Dvs. enkelte driftsforstyrrelser håndteres innen definisjonen for normaldrift.</i>
Separatdrift	Drift av en del av synkronsystemet som er koblet fra resten av systemet men som forblir spenningsatt ¹ .
RfG	Network Code on Requirements for grid connection of Generators, https://www.entsoe.eu/major-projects/network-code-development/requirements-for-generators/Pages/default.aspx
Roterende reserve	Tilgjengelig aktiv effektreserve på roterende aggregat regnes fra settpunkt opp til aggregatets maksimale tilgjengelige aktive effekt (P_{max}).
SO GL	System Operation Guideline, https://ec.europa.eu/energy/sites/ener/files/documents/SystemOperationGuideline%20final%28provisional%2904052016.pdf

¹ Oversettelse fra IEV online **603-04-46**, <http://www.electropedia.org/iev/iev.nsf/display?openform&ievref=603-04-46>

Separatdrift har samme betydning som øydrift. I FIKS2012 defineres øydrift som følger:
Øydrift er en tilstand der et eller flere aggregat forsyner en del av nettet som er isolert fra hovednettet

Formål

Tilfredsstillende forsyningsikkerhet forutsetter et stabilt og robust kraftsystem med godt reguleringsevne. Dette forutsetter at produksjonsanlegg utformes og utrustes med funksjonalitet slik at de effektivt kan bidra med regulering av spenning og frekvens, i separatudrift og i samkjøringsdrift.

Aktuell spesifisering beskriver nødvendig funksjonalitet for aktivering av frekvensregulering tilpasset drift i eget nett (FCR-I) dersom separatudrift oppstår i et større eller mindre område. Felles nordiske krav til frekvensregulering i normaldrift/"samkjøring" (FCR-N, D)² frikobles fra de spesifikke kravene til separatudrift som trengs i Norge. Dette medfører muligheten for at kun de reserver som systemet trenger blir levert og øvrig frekvensrespons blir deaktivert, med resulterende økt kontroll på frekvensresponsen i systemet. Forskjellen mellom FCR-N, -D og -I ligger i grenser (nivå, derivata) for aktivering og regulatorparametere (K_p , T_i , statikk).

Spesifikasjonen begrenses til innstilling av regulatorparametere, overvåkning og fjernstyring. Det er ikke styrende for konstruksjon av vannveier, svingmasse etc.

Spesifikasjonen er en sentral hjørnestein i prosessen for fjerning av krav til grunnleveransen av FCR, samt utvikling av markedsvilkår. På sikt forventes spesifikasjonen bli en del av formaliserte funksjonskrav for produksjonsanlegg relevante for deltakelse i separatudrift³.

² Nordisk FCP-prosjekt, [link](#)

³ Aktuelt dokument blir input til videre utvikling og implementering av nytt regelverk for funksjonalitet.

Deteksjon av separatdrift og regulering i separatdrift

"FCR-I" innebærer teknisk funksjonalitet for

- Automatisk deteksjon av separatdrift, og med det automatisk deaktivering av dødbånd for frekvensregulering ved frekvens under/over terskelverdi eller ved høy absoluttverdi frekvensderivata.
- Aktivisering av stabile regulatorparametere for frekvensregulering.

Ved overskridelse av parameterverdier gitt under "Aktivering" skal turbinregulatoren, uten bevisst tidsforsinkelse, automatisk deaktivere eventuelle dødbånd og regulere i henhold til frekvens.

Aktivering

Ved følgende terskelverdier skal automatiske aktivering/deaktivering skje:

- 1. Frekvens under/over terskelverdi $f_{\text{FCR-I, lav}} < 49,0 \text{ Hz}$, $f_{\text{FCR-I, høy}} > 51,0 \text{ Hz}$**
Deaktivering av eventuelt dødbånd.
Aktivering av turbinregulatorparametere iht. FCR-I.
- 2. Absoluttverdi av frekvensderivata $|df/dt_{\text{FCR-I}}| > 1,0 \text{ Hz/s}^4$**
Deaktivering av eventuelt dødbånd.
Aktivering av turbinregulatorparametere iht. FCR-I.

Terskelverdiene er satt på et nivå slik at aktivering av FCR-I parametere ikke skjer ved forstyrret drift i det nordiske synkronområdet⁵.

Det skal være mulig å stille terskelverdier for aktivering i følgende områder (oppløsning 0,1 Hz, Hz/s, s) :

Terskelverdi		Mulig område
Lav frekvens	$f_{\text{FCR-I, lav}}$	45,0 - 50,0 Hz
Høy frekvens	$f_{\text{FCR-I, høy}}$	50,0 - 55,0 Hz
Absoluttverdi frekvensderivata	$ df/dt_{\text{FCR-I}} $	0 - 10,0 Hz/s
Tidsforsinkelse for aktivering ⁶	$f_{\text{FCR-I,}} df/dt_{\text{FCR-I}} $	0 - 120,0 s

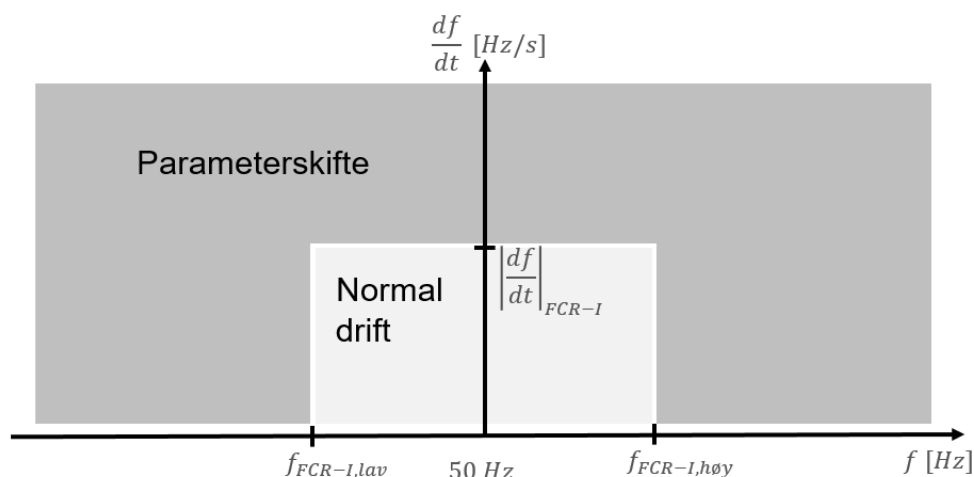
Generelt krav til statikkinnstilling for FCR-I er 4 % om ikke annet er avtalt med Statnett. Vurderes også ut i fra settpunkt og potensielle driftsscenarioer i aktuelt område.

Se Figur 1 illustrering av aktiveringsgrenser.

⁴ Nivå kan være nødt å tilpasse lokale utfordringer ved f.eks. innfasing.

⁵ $|df/dt| \sim 0,2-0,3 \text{ Hz/s}$ ved N-1, og $\sim 0,7 \text{ Hz/s}$ ved mer ekstrem hendelse (1700 MW utfall, 100 GWs kinetisk energi).

⁶ Det skal i utgangspunktet ikke være tidsforsinkelse, men muligheten skal finnes ved behov i enkelte områder.



Figur 1: Illustrasjon av aktiveringskriterier for FCR-I. Merk at FCR-I må deaktiveres manuelt.

Følgende gjelder ved aktivering/deaktivering av separatdriftsfunksjonalitet:

- Det skal være mulig å **aktivere** separatdriftsfunksjonalitet (dvs. deaktivering av dødbånd og aktivering av stabile parametersett iht. FCR-I) fra produsentens driftssentral uavhengig av frekvensnivå.
- **Overgang** tilbake til regulering i normal drift skal skje manuelt av operatør. Dvs. dersom FCR-I har blitt aktivert skal denne modusen forbli aktivert uavhengig av frekvensnivå inntil manuell deaktivering/overgang har skjedd. Slik manuell deaktivering kan først skje når frekvensen er tilbake i det normale frekvensbåndet (49,9 - 50,1 Hz) og aggregatet ikke ligger i separatdrift (kontroll av operatør, styrt via instruks).
- Aktivering av (deaktivert) dødbånd etter hendelse kan (manuelt) skje dersom aggregat er i normal drift og ingen forpliktelse til leveranse av FCR-N/D finnes.
- **Eksterne, automatiske signaler** (aFRR, AGC etc.) skal ikke deaktivere separatdriftsmodus.
- **Manuell** endring av settpunkt skal ikke deaktivere separatdriftsmodus.
- **Automatisk** endring av lastreferanse ved automatisk overgang til separatdrift skal være mulig. Faktisk bruk må vurderes fra område til område. Automatisk endring av lastreferanse skal **ikke** skje ved manuell aktivering av separatdriftsfunksjonalitet.

Stabilitet

FCR-I skal være konfigurert for å oppnå best mulige egenskaper i separatdrift, sammenlign krav i FIKS2012 avsnitt 7.1, "Effektrespons under driftsforstyrrelse (systemforstyrrelser)". Alternativt kan anlegget ha annen konfigurasjon som gir dokumentert gode reguleringsegenskaper i separatdrift.

Frekvensmåling

Nøyaktighet i frekvensmåling for identifisering av separatdrift skal være i tråd med FIKS2012 avsnitt 7.1:

- Frekvensmålingens oppløsning skal minst være 0,01 % (0,005 Hz) i området 90 % til 110 % av nominell frekvens.

Verifisering

For å verifisere turbinregulatorens konfigurering skal følgende tester gjennomføres:

- Drift på bestpunkt⁷
- Frekvensramping 100 mHz/sek til 48,9 Hz (og til 51,1 Hz) og tilbake til 50,0 Hz
Verifisere deaktivering av dødbånd samt aktivering til stabile parameterset i henhold til konfigurering.
 - Med/uten dødbånd for FCR-N, +/-100 mHz
 - Med/uten dødbånd for FCR-D, +/-500 mHz
- Stegresponsstest med $|df/dt| \geq 1$ Hz/s til 49,6 (og til 50,4 Hz) og tilbake til 50,0 Hz
Verifisere deaktivering av dødbånd samt aktivering til stabile parameterset
 - Med/uten dødbånd for forstyrret drift (+/-500 mHz)

Under testing skal følgende parametere loggføres:

- Aktiv effekt (MW)
- Frekvenssignal (Hz)
- Parametersett inkludert overgang mellom ulike modus

Registrering av målinger må gjøres på hensiktsmessig måte slik at små variasjoner av målesignalet – ofte mindre enn 1 % kan synliggjøres. Følgende oppløsning kreves:

- Frekvensmåling $\leq 0,005$ Hz
- Aktiv effekt: 0,05 %

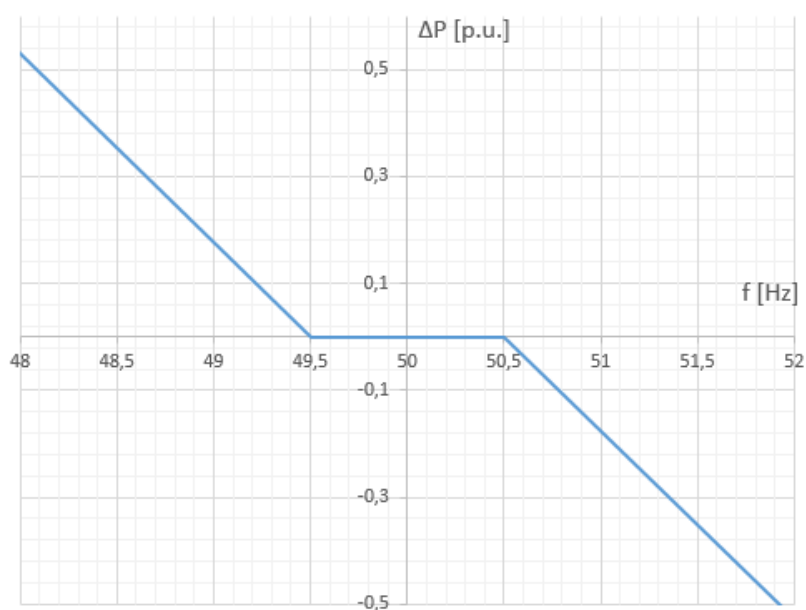
⁷ aggregatets maksimalt tilgjengelige aktive effekt (MW). $P_{\text{maks}} \leq P_n$, der P_n er aggregatets merkeverdi (MW).

Dødbånd for FCR-N, -D

Ved å bruke dødbånd kan leveranse av FCR-N og -D fra anlegg uten tilslag i markedet⁸ begrenses.

Funksjonalitet

- Produsent skal (helt) kunne aktivere/deaktivere FCR i området 49,5 - 50,5 Hz.
- Ved bruk av dødbånd for deaktivering av FCR-N respons, så skal deaktivering skje i henhold til figur 4 med **lineær respons** fra aktiveringsnivå og symmetrisk rundt 50,0 Hz.
- Dødbånd skal kunne aktiveres og deaktiveres fra produsenten sin driftssentral.



Figur 6: Eksempel på symmetrisk dødbånd på +/- 500 mHz.

⁸ For deltakelse i markedet for FCR-N og -D gjelder krav til prekvalifisering.