

# Codis de xarxa

17/01/2024



eRoots

# Introducció

- Els codis de xarxa són documents que especifiquen els requisits a complir per poder-se connectar al sistema.
- Pretenen garantir la integritat, l'estabilitat i la qualitat del subministrament.
- Aplica a:

- Generació (convencional i **renovable**)  
→ Reglament EU 2016/631



- Càrregues controlables  
→ Reglament EU 2016/1388



- Connexions en CC (HVDC, parcs)  
→ Reglament EU 2016/1447



# Classificació

- Les unitats de generació es cataloguen en 4 tipus: A, B, C i D.

	Tipus A	Tipus B	Tipus C	Tipus D
<b>Tensió</b>	< 110 kV	< 110 kV	< 110 kV	> 110 kV
<b>P min</b>	0.8 kW	1 MW	50 MW	75 MW
<b>P max</b>	1 MW	50 MW	75 MW	-

- Els valors anterior de potència es veuen afectats si les unitats es connecten a sistemes diferents de l'europèu continental.
- En línies generals, per ordre de rigor: D > C > B > A.

# Freqüència

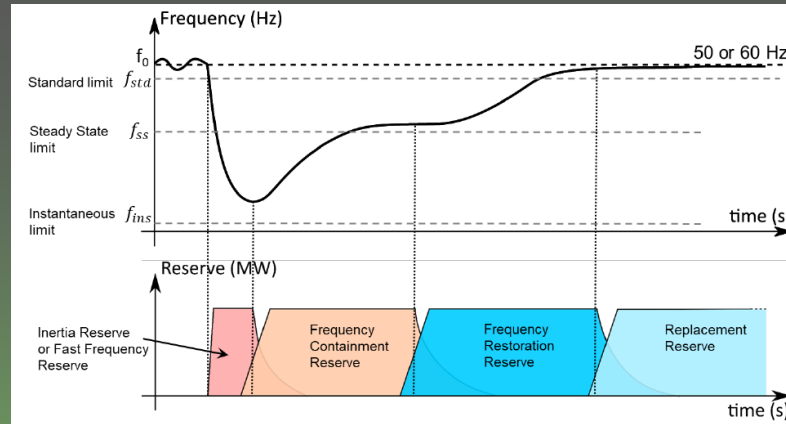
- Efectes adversos
  - Motors síncrons: canvis de velocitat
  - Filtres harmònics: fallada de sintonització
  - Compensació reactiva: canvis respecte condicions nominals
  - Transformadors: saturació del nucli magnètic

$$RoCoF = \frac{f_0}{2H} \frac{\Delta P}{S_{base}}$$

Rang de freqüència (Hz)	Període permès
47.5 – 48.5	< 30 min
48.5 – 49.0	No superior al cas de 47.5 – 48.5 Hz
49.0 – 51.0	Il·limitat
51.0 – 51.5	30 minuts

RoCoF màxim (Hz/s)	Finestra de temps
±2	500 ms
±1.5	1 s
±1.25	2 s

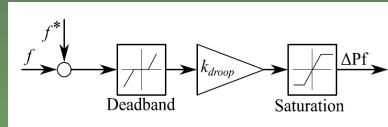
# Freqüència



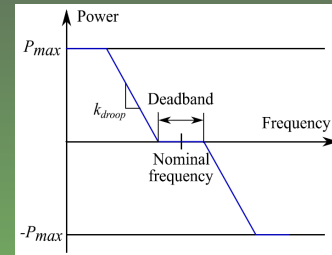
Servei	Tipus d'activació	Temps d'activació	Temps d'actuació	Descripció
Control primari	Automàtic	< 30 s	Minuts	Control droop P-f
Control secundari	Manual/automàtic	Pocs minuts	Tant com es requereixi	Control PI o decisió manual
Control terciari	Manual	Entre 15 i 30 min	Tant com es requereixi	Decisió manual per criteris econòmics

# Freqüència

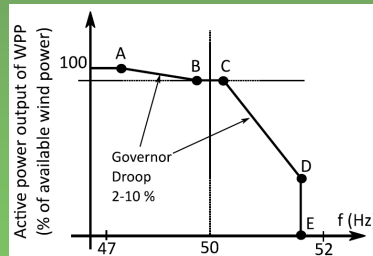
- El control primari s'acostuma a definir com un droop (proporcionalitat entre potència activa i freqüència).



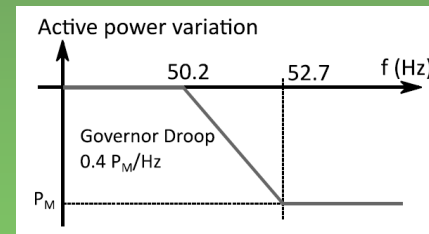
Esquema de control



Relació general P-f



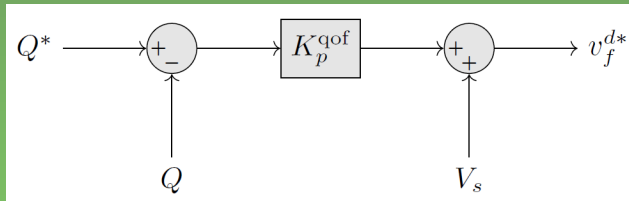
Irlanda (EirGrid)



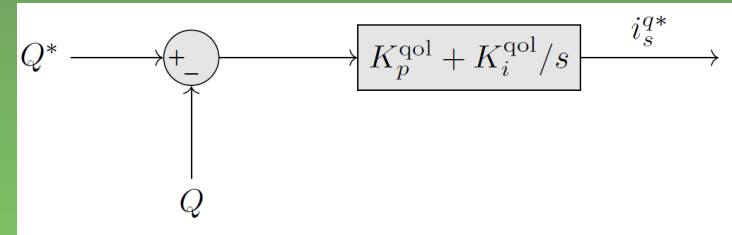
Alemanya i Països Baixos (Tennet)

# Tensió

- Efectes adversos de sobretensions
  - Fallada dels aïllaments
  - Saturació dels nuclis magnètics de transformadors
- Efectes adversos de subtensions
  - Increment de pèrdues de potència activa
  - Limitació de generació (saturació de corrent)
- Control de tensió amb droop de reactiva:



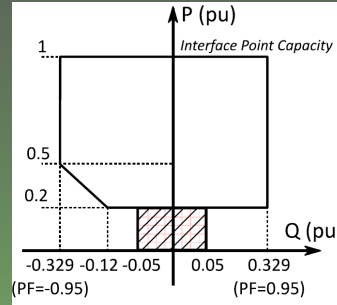
- Control PI de potència reactiva:



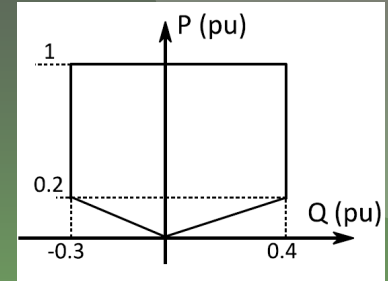
Igualment, el factor de potència es controla convertint-lo a una consigna de potència reactiva

# Tensió

- Corbes PQ: límit de potència reactiva dependent de l'activa

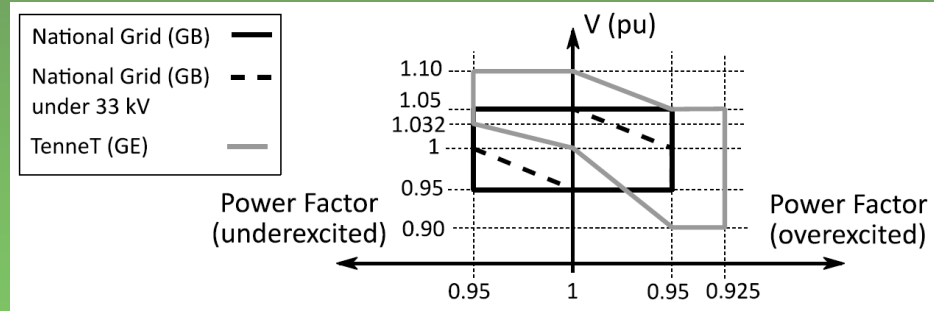


National Grid (UK)



TenneT (offshore)

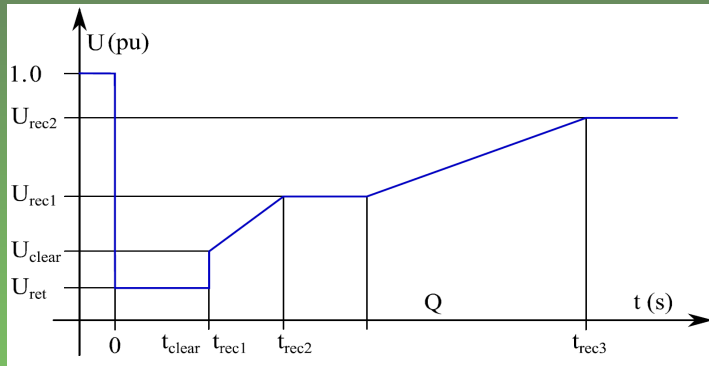
- Corbes tensió - factor de potència





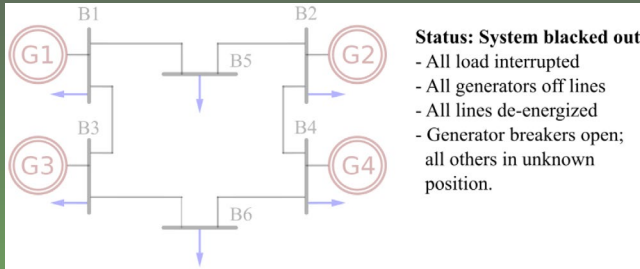
# Tensió

Corbes d'operació durant fallades (Fault Ride Through, o FRT) proporcionades pel Reglament EU 2016/631

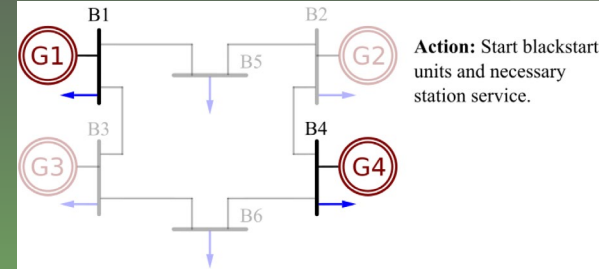


Límits LVRT		
Tensió	Tipus B síncron	Tipus B asíncron
$U_{ret}$	0.05-0.3	0.05-0.15
$U_{clear}$	0.7-0.9	$U_{ret} - 0.15$
$U_{rec1}$	$U_{clear}$	$U_{clear}$
$U_{rec2}$	0.85-0.9 i $> U_{clear}$	0.85
Temps	Tipus B síncron	Tipus B asíncron
$t_{clear}$	0.14-0.15	0.14-0.15
$t_{rec1}$	$t_{clear}$	$t_{clear}$
$t_{rec2}$	$t_{rec1} - 0.7$	$t_{rec1}$
$t_{rec3}$	$t_{rec2} - 1.5$	1.5-3.0

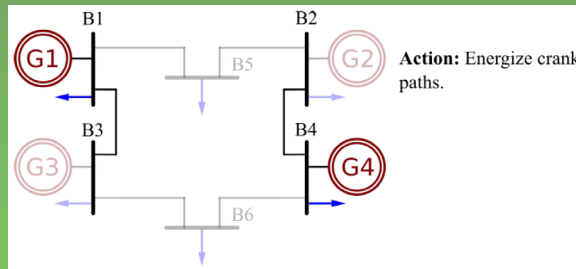
# Operació en illa – restauració



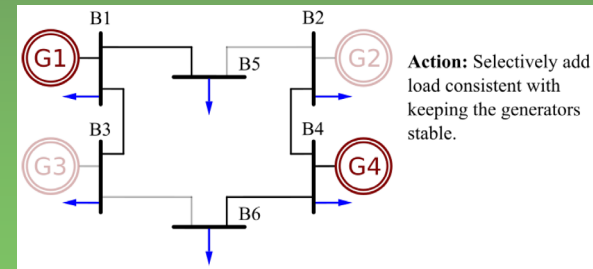
1. Xarxa apagada



2. Encesa d'unitats black start

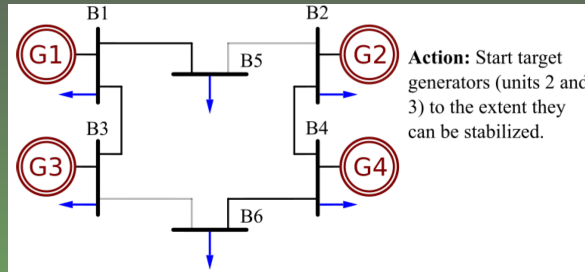


3. Connexió de línies

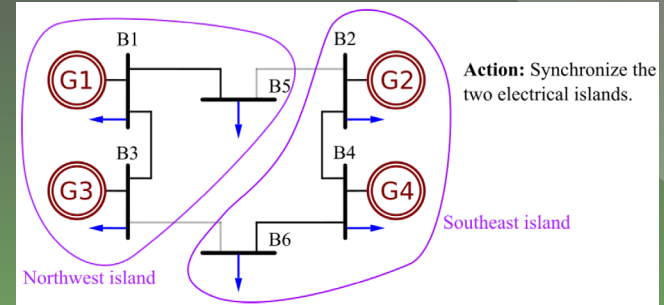


4. Connexió de càrregues

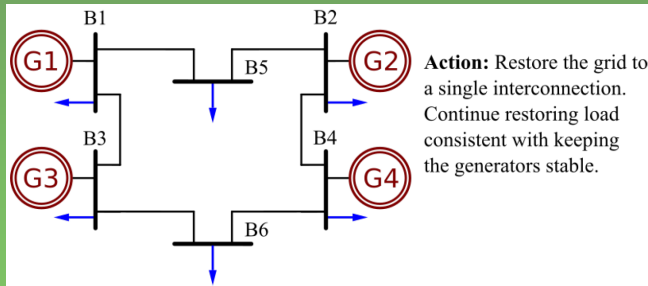
# Operació en illa – restauració



5. Rebalanceig de generació



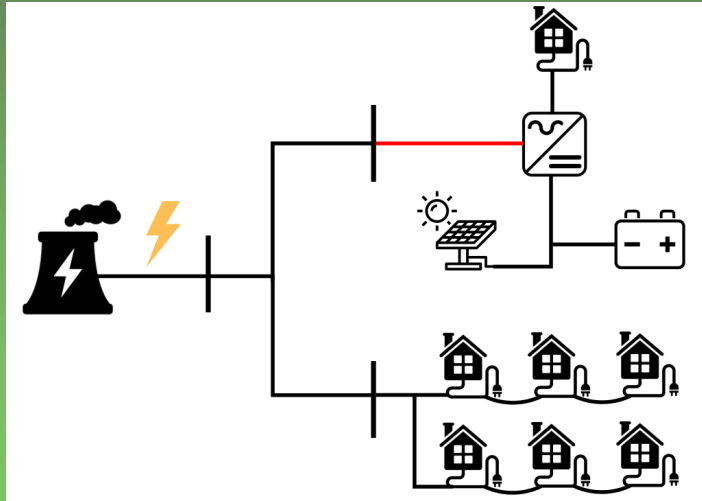
6. Sincronització d'illes



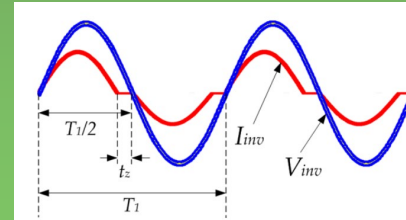
7. Restauració de demanda

# Operació en illa – anti-islanding

- Es tracta d'una protecció orientada a garantir la seguretat en xarxes amb renovables distribuïdes.
- La generació distribuïda ha de desconnectar-se del sistema per evitar conflictes.

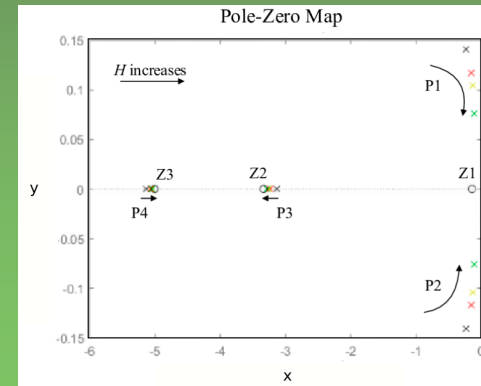
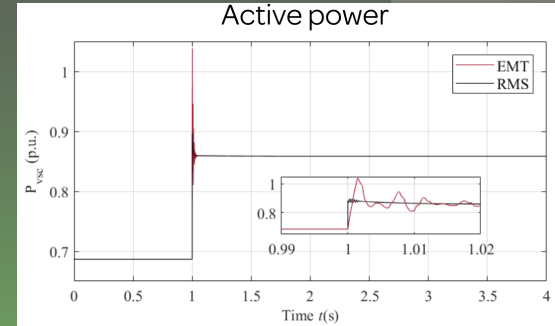


1. Mètodes passius: es monitoritza la xarxa i s'identifiquen variacions de freqüència (RoCoF), així com desviacions importants de tensió.
2. Mètodes actius: es provoquen perturbacions de forma voluntària i s'analitza la resposta. Si la xarxa corregeix el punt d'operació, és senyal que no treballa en condicions d'illa.



# Estudis

- Simulacions **RMS** (Root Mean Square):  
Orientades a entendre el comportament dinàmic del sistema sense necessitat de molts detalls. Sovint s'utilitzen per xarxes de gran dimensió.
- Simulacions **EMT** (ElectroMagnetic Transients):  
Necessàries per entendre el comportament durant petits intervals de temps i capturar les característiques dinàmiques a fons.
- Anàlisi de **petita senyal**:  
Emprat per a la identificació de l'origen d'inestabilitats en condicions de funcionament aparentment normals



# Codis de xarxa

17/01/2024



eRoots

---