

**GRID SOLUTIONS**  
**FACTS**  
**iSVC & Statcom**  
**Synchronous Condenser**

Javier Flores  
SE GT GS



**SIEMENS**

**SIEMENS ENERGY**

**-SE TIEAD**

**-SE GT GS**



# Red Eléctrica Europea.



30 TSOs + ENTSO-E (Observer)		
PICASSO Members (26 TSOs)		PICASSO Observers (4 TSOs + ENTSO-E)
Austria	Hungary	Latvia
Belgium	Italy	Lithuania
Croatia	The Netherlands	Estonia
Czech Republic	Norway	North Macedonia
Denmark	Poland	ENTSO-E
Finland	Portugal	
France	Romania	
Germany	Slovak Republic	
	Slovenia	
Sweden	Spain	
Bulgaria	Greece	
Switzerland	Luxembourg	



-Unión Europea:

Mercado interior de la Electricidad y Gas. 2009/72/CE – 2009/73/CE

-Red Eléctrica de España:

PO 7.4. Control de Tensión – (UE) 2016/631 (Control de Tensión, Frecuencia y Factor de Potencia)

PO 12.2 Instalaciones de conexión a la red de transporte. (UE)216/631 – (UE) 2016/1388 –(UE) 2016/1447

-Comisión Nacional de los Mercados y la Competencia (CNMC)

El Real Decreto 1183/2020, de 29 de diciembre, de acceso y conexión a las redes de transporte y distribución de energía eléctrica. Circular 1/2021.



QR1 y QR4. Si la diferencia es positiva, el factor de potencia es inductivo. En caso de resultar negativa, el factor de potencia es capacitivo.

Los valores de esta fórmula se determinarán con dos cifras decimales y el redondeo se hará por defecto o por exceso, según que la tercera cifra decimal despreciada sea no menor que 5.

b) Precios de los términos de **energía reactiva inductiva:**

Periodos	cos $\phi$	€/kVArh
Periodos 1 a 5.	$0,80 \leq \cos \phi < 0,95$	0,0415540
	$\cos \phi < 0,80$	0,0623320

c) Precios de los términos de **energía reactiva capacitiva:**

Periodos	cos $\phi$	€/kVArh
Periodo 6.	$\cos \phi < 0,98$	0,0000000

La discriminación horaria de tres periodos diferencia las horas del año en tres periodos horarios: periodo 1 (punta), periodo 2 (llano) y periodo 3 (valle). Se consideran horas punta, llano y valle las siguientes:

Invierno y verano (lunes a viernes laborables)					
Península, Illes Balears y Canarias			Ceuta y Melilla		
P1	P2	P3	P1	P2	P3
10 h-14 h 18 h-22 h	8 h-10 h 14 h-18 h 22 h-24 h	0 h-8 h	11 h-15 h 19 h-23 h	8 h-11 h 15 h-19 h 23 h-24 h	0 h-8 h



## Flexible Alternating Current Transmisión System

### Sistema flexible para el transporte de corriente alterna

Los sistemas FACTS consiguen incrementar la capacidad de los sistemas de transporte de energía eléctrica.

Esto se logra al compensar las **potencias reactivas** de una red de forma que la potencia generada sea igual a la potencia consumida, reduciendo pérdidas y optimizando el tamaño de las líneas de transmisión.

La potencia reactiva es una magnitud que se debe **generar** y **transportar** pero que no aporta potencia útil ( ni por tanto trabajo útil ) al consumidor.

Aspectos negativos por la presencia de energía reactiva:

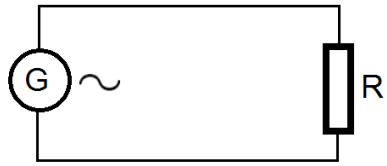
**Generación:** Mayor tamaño de los generadores, mayor coste.

**Transporte:** Mayor dimensionamiento de las líneas, sección de cobre/aluminio, incremento de costes.

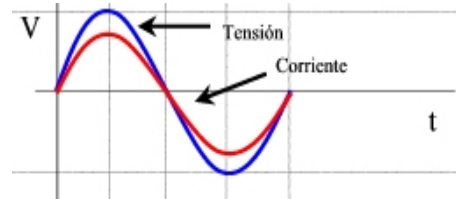


# FACTS

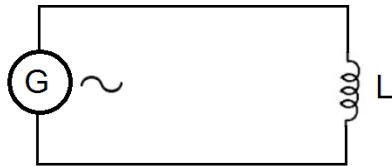
Que es la potencia reactiva y quien la genera.



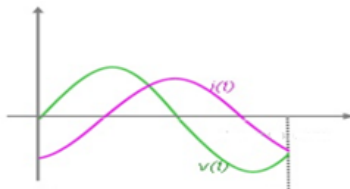
Carga resistiva.



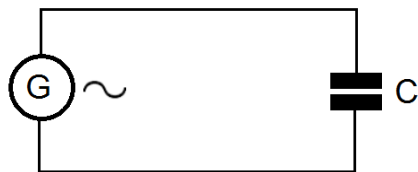
Tensión e intensidad en FASE.



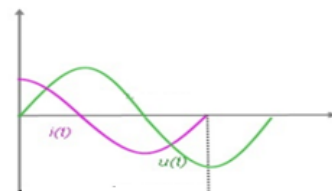
Carga inductiva.



Intensidad retrasada.



Carga capacitiva.



Tensión retrasada.

Cargas que generan potencias activas y reactivas



Horno.



Bombilla.



Plancha



Motor.



Fluorescente



B. Bajo consumo



Líneas eléctricas de gran distancia con baja carga.



CONSUMIDORES

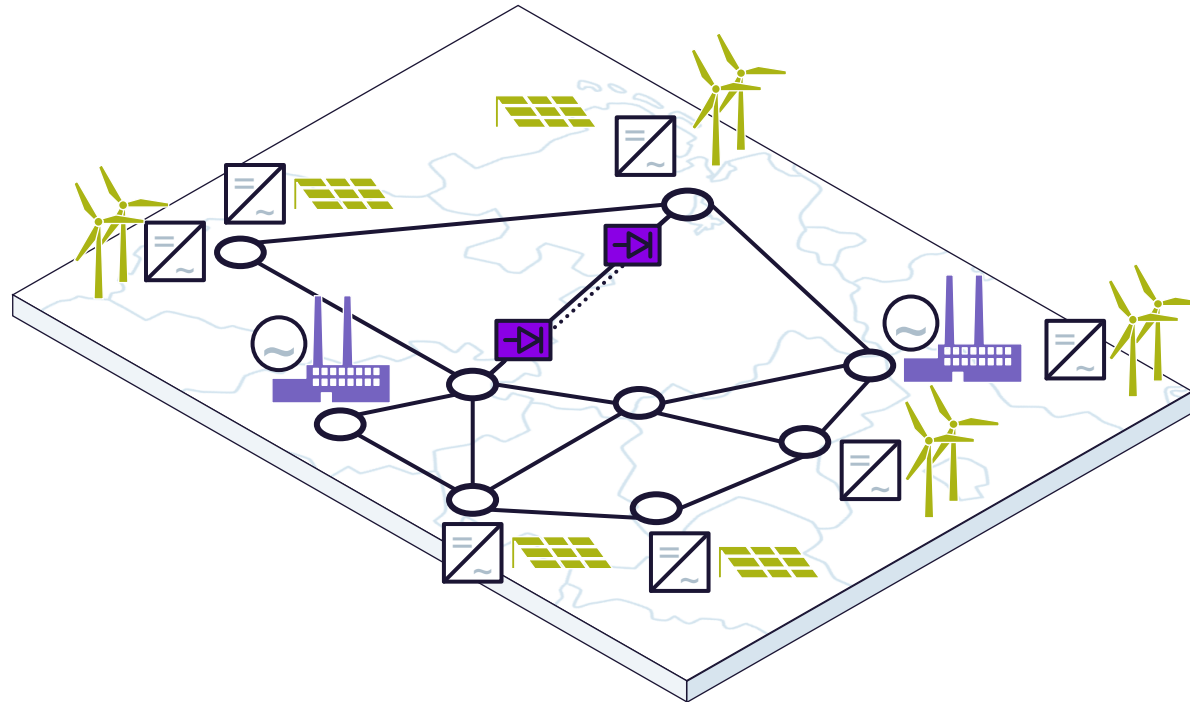
Punta 0,95cap-0,95ind
Llano 0,98cap-0,95ind
Valle Sólo inductivo



Nuevo Escenario / Descarbonización / Descentralización –  
Energías Renovables / Inter - Regulación



# RED ELÉCTRICA FIABLE



# POTENCIA DE CORTO CIRCUITO

# Grid Stabilization Portfolio



Synchronous  
Condenser



SVC PLUS®  
(STATCOM)



SVC PLUS®  
Frequency  
Stabilizer



Static Var  
Compensator (SVC)



Mechanically  
Switched  
Capacitors / Filter  
Circuits





QR1 y QR4. Si la diferencia es positiva, el factor de potencia es inductivo. En caso de resultar negativa, el factor de potencia es capacitivo.

Los valores de esta fórmula se determinarán con dos cifras decimales y el redondeo se hará por defecto o por exceso, según que la tercera cifra decimal despreciada sea o no menor que 5.

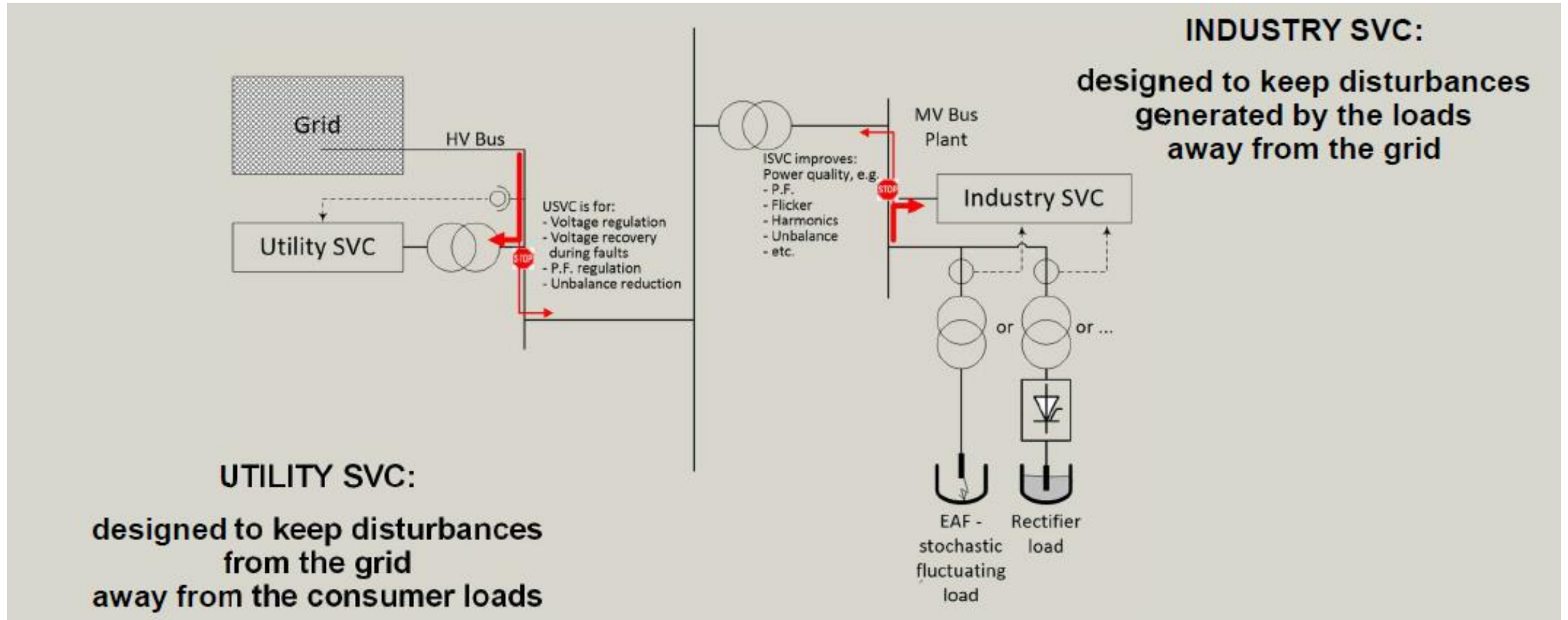
b) Precios de los términos de **energía reactiva inductiva:**

Periodos	cos $\phi$	€/kVArh
Periodos 1 a 5.	$0,80 \leq \cos \phi < 0,95$	0,0415540
	$\cos \phi < 0,80$	0,0623320

c) Precios de los términos de **energía reactiva capacitiva:**

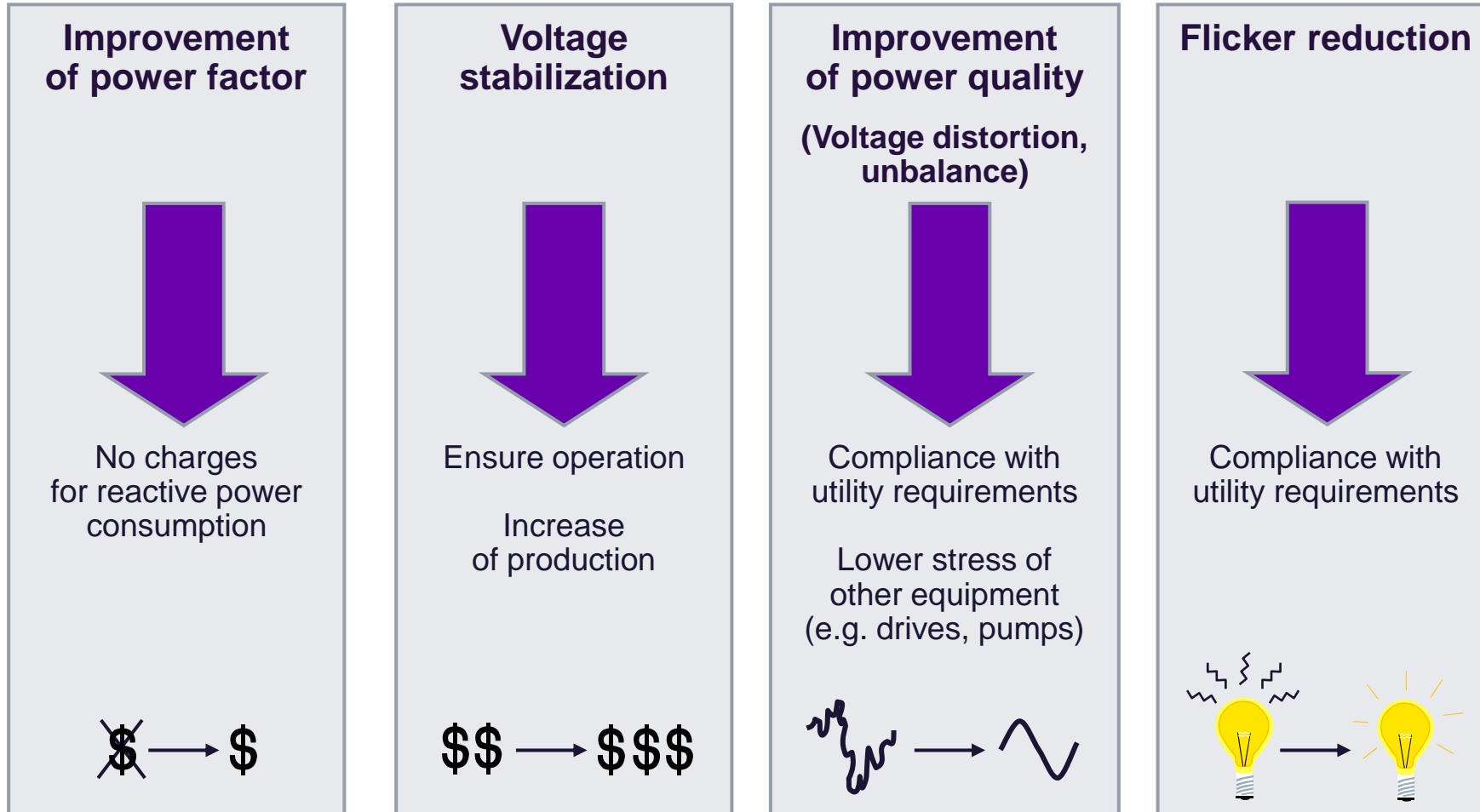
Periodos	cos $\phi$	€/kVArh
Periodo 6.	$\cos \phi < 0,98$	0,0000000





# Properties of typical industrial loads and their effect

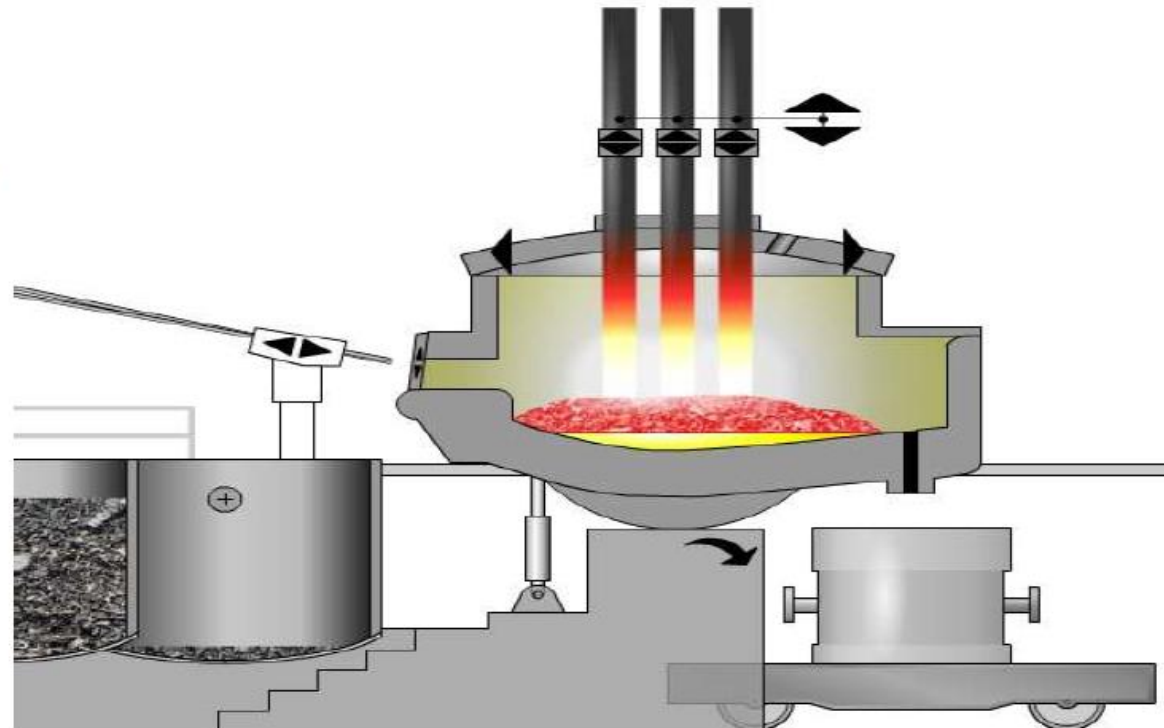
## Typical reasons for installation of a compensation system



## The EAF (Electric Arc Furnace)

Vessel, filled with charge materials, e.g. scrap

Electrodes supplied with very high current and moved down until an electric arc ignites to melt the charge materials

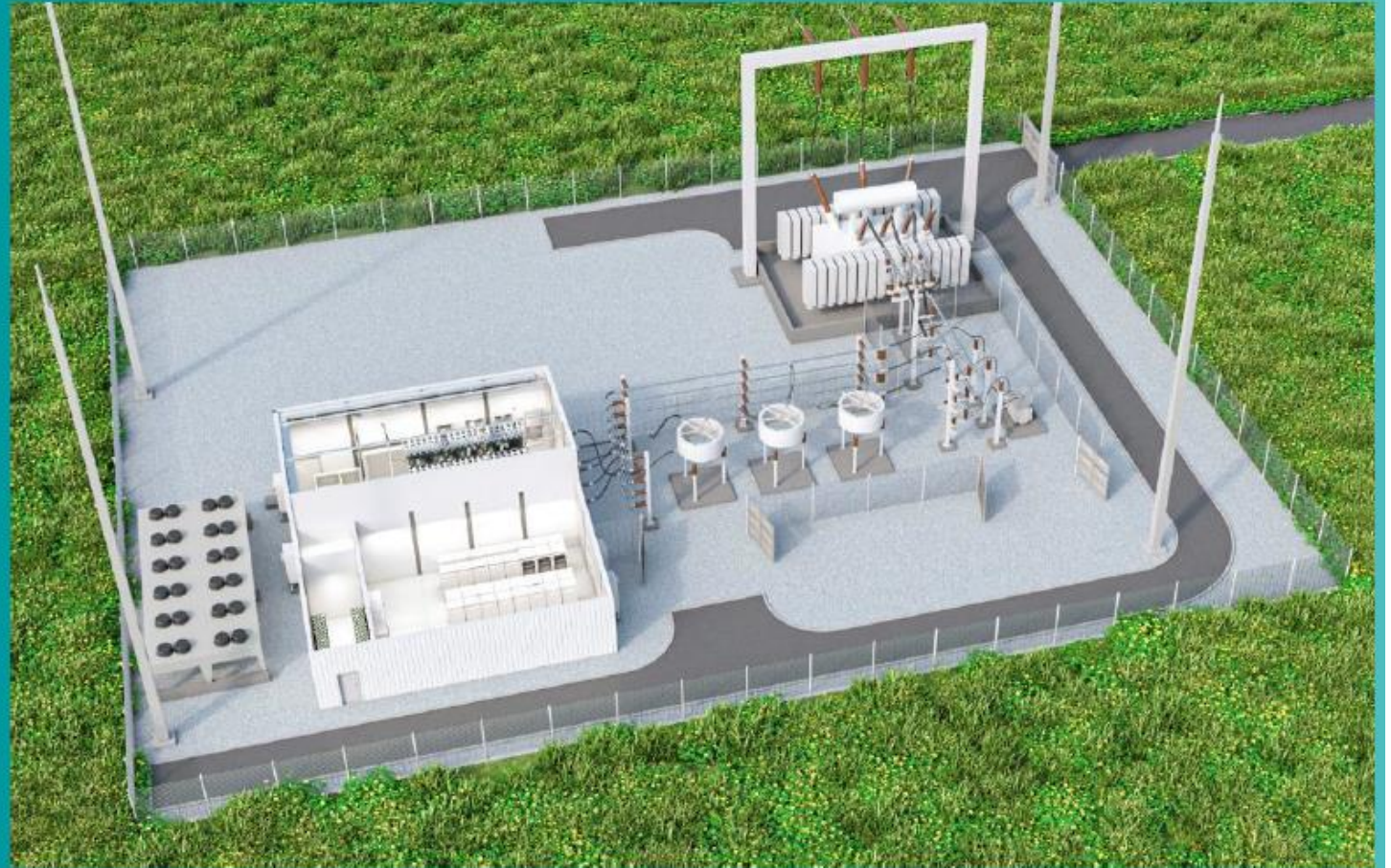




## SVC PLUS...

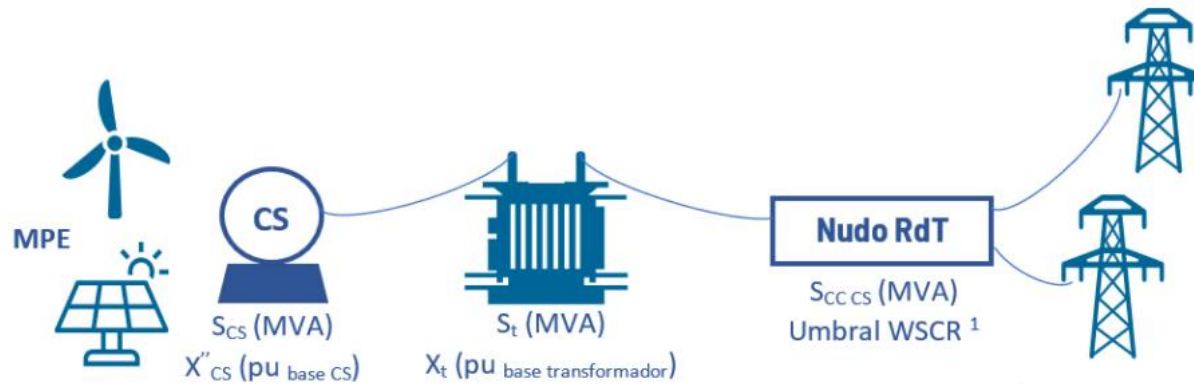
- Handling changes in grid topology, power quality and system requirements
- Superior over- and undervoltage behavior
- Active Filter functionality

... with over 10 years and 100 installations of experience





# RED ELÉCTRICA DE ESPAÑA



$$\text{Capacidad MPE adicional (MW)} = \frac{S_{cc\ aportada\ cs}}{\text{umbral WSCR del nudo}} = \frac{S_{CS} \cdot \left( \frac{1}{X''_{CS} + X_t \cdot \frac{S_{CS}}{S_t}} \right)}{\text{umbral WSCR del nudo}}$$

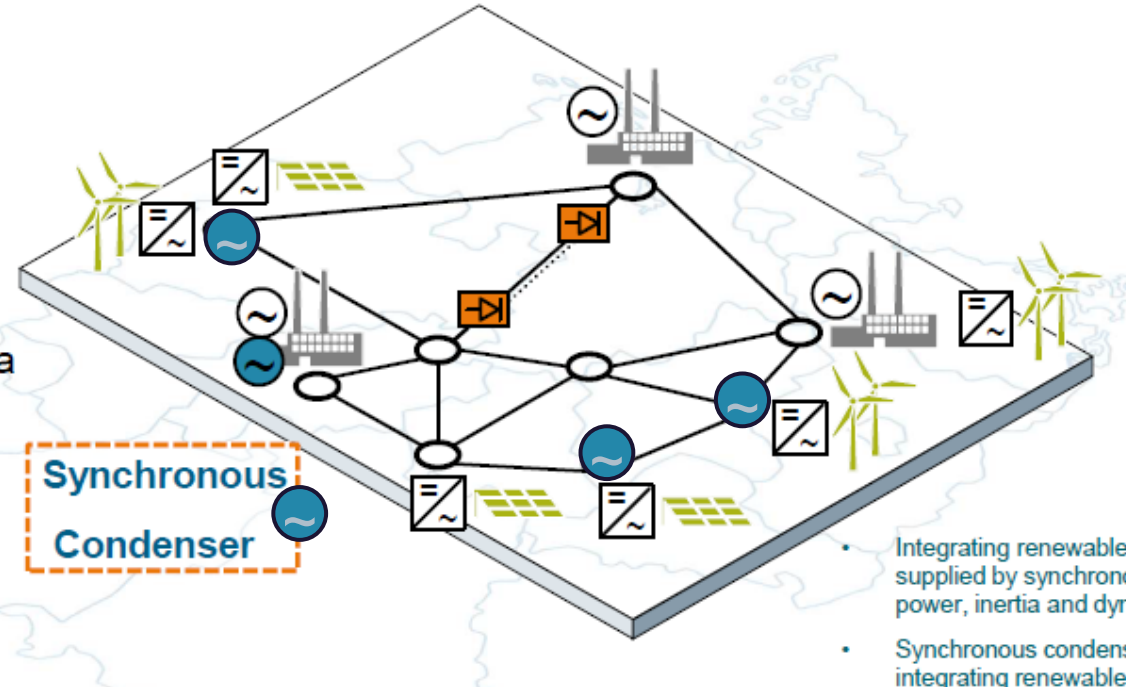
## Renovables + Condensador Síncrono

# Why Synchronous Condensers? Modern Development of the Grid

Synchronous machines are the key element of electrical power systems

## Modern trends:

- Growth of renewable generation
- Mostly non-synchronous, connected via power electronic converters
- Displace existing generation
- Located in remote part of the grid
- Multiple plants are close to each other
- Growing HVDC connections



- Integrating renewables requires ancillary services supplied by synchronous generators – short-circuit power, inertia and dynamic reactive power support
- Synchronous condensers are key to successfully integrating renewables in changing grid.

## Consequences:

- Lack of Inertia
- Lack of Short-Circuit Power

# Design Requirements of Synchronous Condenser

## 3 Main Benefits

### Reactive Power Compensation

Generation/consumption of reactive power is achieved by regulating the excitation current.

Underexcited:

- 35 Mvar up to - 250 Mvar

Overexcited:

+ 50 Mvar up to + 440 Mvar

### Short-Circuit Power

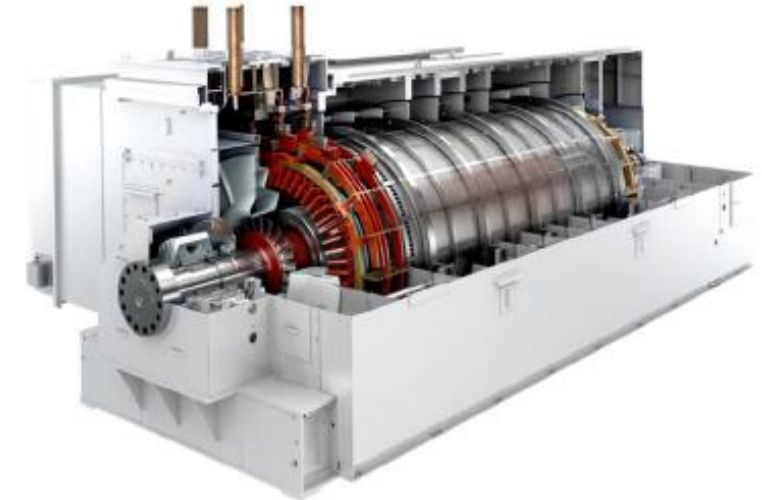
Synchronous generators enhance grid strength at connection points.

up to app. 1300 MVA @ PCC

### Inertia Kinetic Energy

Increasing inertia by connecting of fly wheel

up to app. 4.000 MWs



### Investment Cost

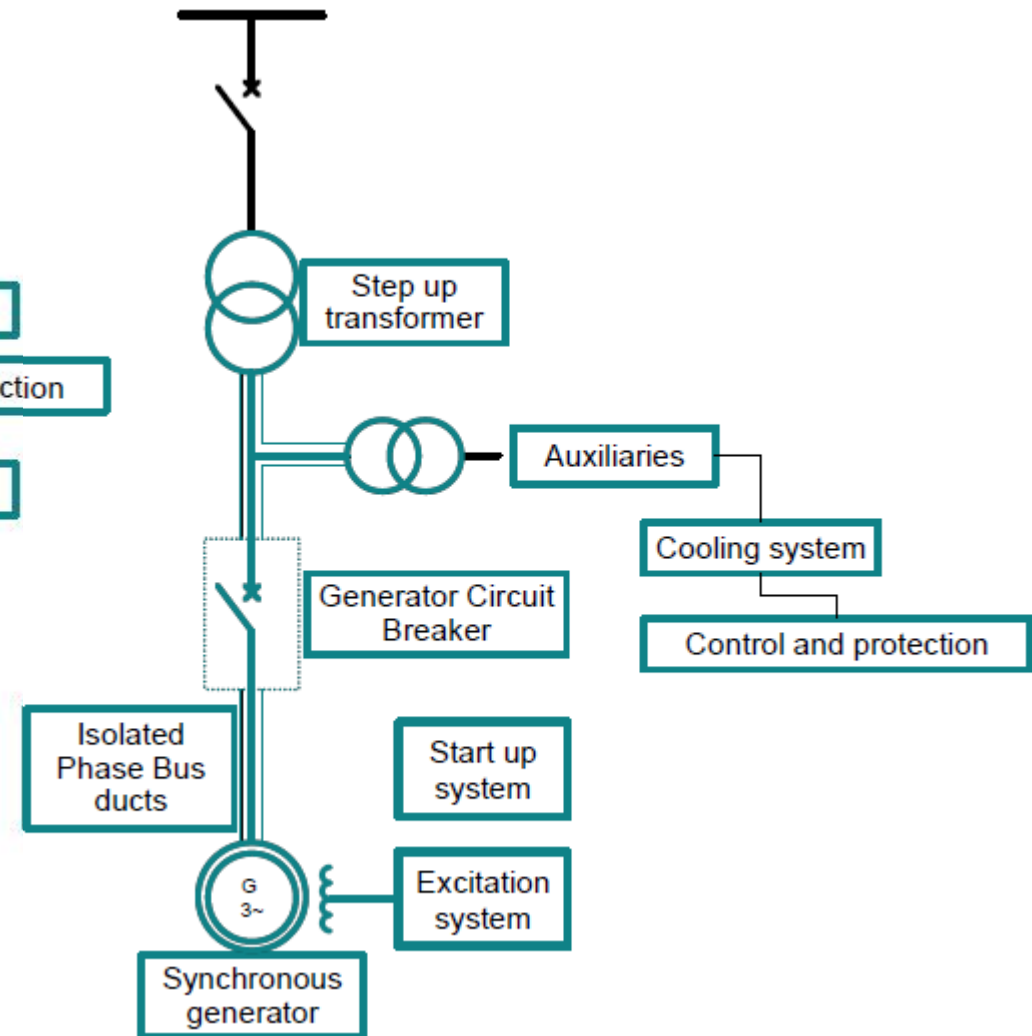
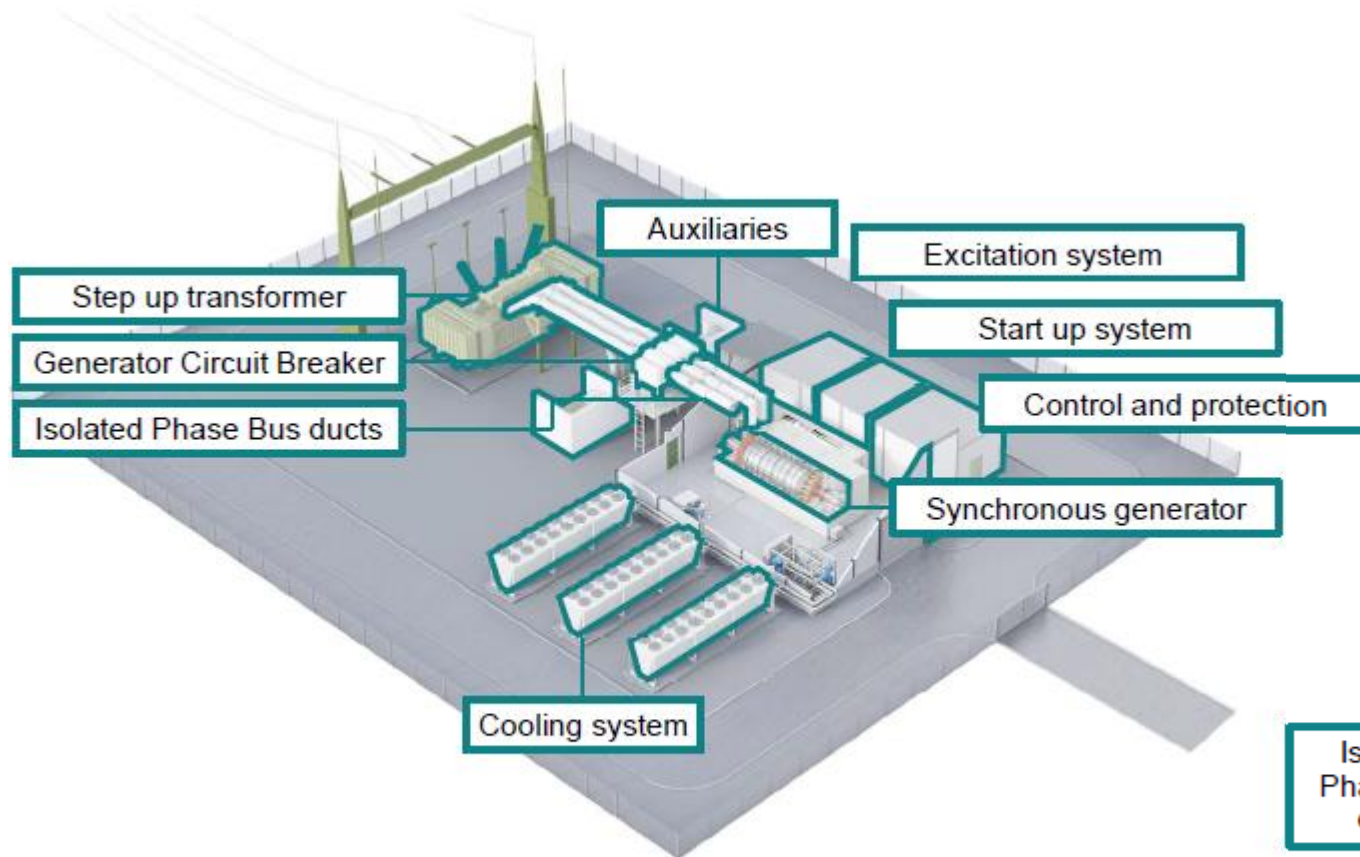
### Operating Cost (losses)

### Long Term Service Agreement (LTSA)

Capability to ride through network disturbances - Synchronous condensers can provide voltage support to the power grid during prolonged voltage sags.

# Main components – Typical station layout

## Overview





## Higher System Inertia Requirements – Connecting a Flywheel

