

FACTS — SVC/STATCOM

Cuándo usar, setpoints y coordinación con OLTC y shunt

Hay situaciones donde los pasos discretos y los taps no bastan: la tensión **oscila**, la red es **débil** o la variación de carga es **rápida**. Ahí entran los **FACTS: SVC y STATCOM**. Tu tarea es **cuándo** usarlos, **con qué setpoint** y **cómo coordinarlos**.

Principio operativo (sin ecuaciones)

SVC

SVC ajusta Q combinando **reactores y capacitores controlados por tiristores**.

Pierde capacidad cuando V cae mucho.

STATCOM

STATCOM usa un **convertidor** que inyecta o absorbe **corriente** casi instantáneamente.

Mantiene corriente, por eso sostiene mejor la **tensión baja**.

Ambos regulan tensión con una **característica Q-V** con **pendiente ('droop')**: cuanto más se aleja V del setpoint, más Q entregan.

Cuándo convienen



Variación rápida de carga
Arranques grandes, tracción, arcos



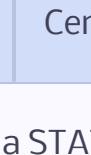
Red débil
Baja potencia de cortocircuito



Parques renovables
Oscilaciones de V



Evitar flicker
Suavizar respuesta donde pasos shunt son bruscos



Respaldo dinámico
Cuando generadores alcanzan Q-limits y pasan de PV→PQ

Setpoints y modos de control

Usa **control de tensión** con **setpoint** (por ejemplo, 1,00 pu) y **droop** suficiente para evitar pelearse con OLTC y shunt. Si hay intercambio de reactivos con otra zona, el modo **control de Q** o **factor de potencia** puede ser preferible. Importante: define **rampas** y **límites** para que el regulador no llegue a saturación ni provoque oscilaciones.

Coordinación con OLTC y shunt (jerarquía)

1º STATCOM/SVC	2º OLTC	3º Shunt
Sostiene la dinámica	Centra la banda	Ajusta la base de Q

Establece **deadbands** y **prioridades**: no dejes a STATCOM 'persiguiendo' un OLTC que corrige cada minuto. Si STATCOM está saturado, no subas más el setpoint: **reduce** la exigencia o **apoya** con shunt.

KPIs y validación

Mide **spread ΔV**, % fuera de rango, nº de maniobras del OLTC y **carga** del elemento crítico. Un buen ajuste **reduce ΔV**, **elimina** % fuera de rango y **baja** el conteo de maniobras del OLTC. Si subir el setpoint mejora V pero sube la carga de una línea al 100%, estás trasladando el problema: ajusta.

Casos rápidos

Red débil
STATCOM a 1,00 pu reduce ΔV de 0,10 a 0,04 y evita que OLTC opere 20 veces al día.

SVC cercano a Qmax
Baja el setpoint 0,01 pu y apoya con +10 MVAr shunt; desaparece la saturación.

PV→PQ en generador
Con STATCOM sostienes V local mientras liberas margen con tap; luego vuelves a setpoint intermedio.

Errores frecuentes que evitaremos

- Setpoint 'ambicioso' que obliga al STATCOM a **saturarse**
- Droop demasiado **agudo** que causa **hunting** contra OLTC/shunt
- Ignorar **límites térmicos** del convertidor
- Creer que FACTS arregla **transferencia**: si el cuello es P, esto no lo soluciona

Los FACTS son tu **amortiguador**: quitan la oscilación y sostienen tensión mientras las maniobras lentas hacen su trabajo. Bien coordinados, bajan maniobras, mejoran calidad y mantienen márgenes. En el próximo contenido, integraremos estas piezas en **procedimientos de regulación** por escenario.

Procedimientos por escenario

Baja tensión local, alta tensión nocturna y red débil

Llegó el momento de **operar por guiones**. Te voy a dictar tres **procedimientos cortos** para los escenarios más frecuentes: **baja tensión local, alta tensión nocturna y red débil**. En cada uno, seguimos la misma receta: **diagnóstico en 30 segundos, acción mínima, validación con KPIs y cierre trazable**.

Escenario 1 — Baja tensión local en una barra

01 Diagnóstico en 30 segundos
Confirmo **convergencia**; miro **Vmin** y ubico la **barra crítica**. Reviso si el **OLTC** más cercano tiene **margen de tap** y si hay **banco shunt** local disponible. Verifico **carga** del elemento crítico para no empujarlo por sobre el 100%.

02 Acción mínima
Si hay margen, **Tap +1** en el **OLTC** asociado; si el OLTC está en tope, **+1 paso de capacitor** en la subestación de la barra. Una sola maniobra por vez.

03 Validación con KPIs
¿**Vmin ≥ 0,95**? ¿Bajó el % fuera de rango? ¿La **línea/trafico crítico** se mantiene < 100%? Si sí, **paro**. Si aún falta, evalúo **segunda maniobra** (tap adicional o +10 MVAr) y repito medición.

04 Cierre trazable
Registro **Antes/Después**, 'qué hice y por qué'; dejo **decisión** y **recomendación** (p. ej., monitorear 2 h).

Escenario 2 — Alta tensión nocturna con sobrecompensación

01 Diagnóstico en 30 segundos
Vmax > 1,05 en barras de baja carga; varios **bancos de capacitores** conectados; reactores **off**; OLTC con setpoint alto o banda angosta.

02 Acción mínima
-1 paso del **banco capacitor** más cercano a la **barra con V más alta**. Si no hay capacitores, +1 paso de **reactor** en la zona afectada. Ajusto **setpoint/deadband** del OLTC si estaba persiguiendo tensión sin demanda.

03 Validación con KPIs
¿**Vmax ≤ 1,05**? ¿ΔV bajó? ¿Disminuyó el **conteo de maniobras** del OLTC? ¿Sigo dentro de límites térmicos?

04 Cierre trazable
Documento hora y posición final de cada banco; dejo recomendación de **histeresis/retardos** para evitar reconexión inmediata al amanecer.

Escenario 3 — Red débil (sensibilidad alta y oscilaciones)

01 Diagnóstico en 30 segundos
Pequeños pasos de shunt provocan **saltos de 0,02 pu o más**; la tensión **oscila** con variación de carga; **dV/dQ** alto; potencia de cortocircuito baja; OLTC con **muchas maniobras**.

02 Acción mínima
Activo **STATCOM/SVC** en **control de tensión** con **setpoint 1,00 pu** y **droop** suficiente para no pelear con OLTC. Reduzco el **tamaño de paso** de los shunt o limito su uso a la 'base' de Q. Dejo al OLTC **centrando** la banda, no persiguiendo la dinámica.

03 Validación con KPIs
ΔV baja; 0% fuera de rango; **maniobras del OLTC** caen de decenas a pocas por día; la **línea crítica** se mantiene < 95%. Si el STATCOM quedó **saturado**, bajo setpoint 0,01 pu o apoyo con +10 MVAr en el punto más sensible.

04 Cierre trazable
Registro setpoint/droop del FACTS, cambios en pasos de shunt y resultado Antes/Después.

Notas de seguridad y criterio transversal

- Si aparece una **protección** en medio de la regulación –por ejemplo, Z1 o 67N–, **detengo maniobras** y priorizo **seguridad**: verifico despeje, bloqueo si corresponde y recién después retomo la regulación. Si un KPI **empeora**, **revierte** inmediatamente la última maniobra y vuelve a medir. Y si necesitas **más de dos maniobras** para entrar en banda, probablemente estás tratando un **síntoma**: reevalúa el diagnóstico.

Cierre

Un buen operador no memoriza números: **memoriza procedimientos**. Con estos tres guiones, puedes dejar cualquier caso típico **en rango**, con **mínima intervención** y **evidencia lista** para el reporte. En el próximo contenido, empaquetamos estos escenarios en una **lista de chequeo única** para que no olvides nada en terreno o en simulación.