

Transformadores de Estado Sólido (SST)

Innovación tecnológica en control de tensión

Tu Nombre

16 de febrero de 2026

ADCE

1. Introducción
2. Conceptos Previos
3. Transformadores de Estado Sólido
4. Características Principales
5. Arquitectura del SST
6. Ventajas y Desafíos
7. Conclusiones

Introducción

¿Qué vamos a ver hoy?

- Una tendencia tecnológica emergente en el campo del control de tensión.
- Los **Transformadores de Estado Sólido (SST)**.
- Conocidos como *Solid State Transformers* en inglés.

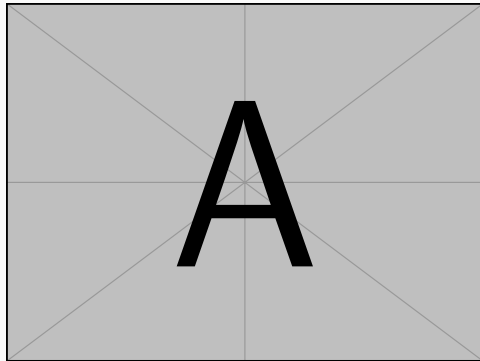


Figura 1: Ilustración conceptual de un SST moderno.

Conceptos Previos

Recordatorio 1: Transformador Convencional

¿Qué hace?

- Transforma niveles de tensión en CA.
- Utiliza campos electromagnéticos.
- Dos devanados acoplados magnéticamente.

Importancia:

- Razón principal del uso de corriente alterna.
- Eficiencia energética en transmisión.

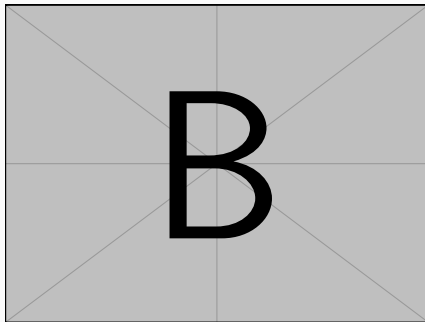


Figura 2: Esquema de un transformador convencional.

Función principal:

- Control de tensión en la red.
- Mejora calidad del suministro.
- Intercambio de potencia reactiva.

Características:

- Conexión en **paralelo**.
- Basado en VSC (*Voltage Source Converters*).
- Consume solo potencia activa para pérdidas.

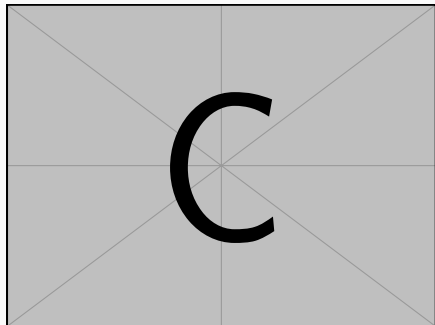


Figura 3: STATCOM en paralelo a la red.

Transformadores de Estado Sólido

¿Qué son los SST?

Definición

Los SST son equipos de paso que se conectan **en serie** al flujo de potencia, similar a los transformadores convencionales, pero usando electrónica de potencia.



Diferencia clave: STATCOM → Paralelo (Derivación) vs. SST → Serie (Paso).

$$\text{SST} = \text{Transformador} + \text{Compensador}$$

Como Transformador

- Transforma tensión.
- Transfiere potencia activa.
- Aislamiento galvánico.

Como Compensador

- Control de factor de potencia.
- Regulación dinámica.
- Eliminación de armónicos.

Características Principales

1. **Transformación de tensión** con transmisión de potencia activa.
2. **Control de factor de potencia** activo.
3. **Regulación dinámica de tensión:**
 - Si entrada baja 10 % → salida mantiene 230V exactos.
 - (Un trafo convencional no puede hacer esto sin tap-changers lentos).
4. **Reducción drástica de peso y volumen:**
 - Opera a $\sim 20,000$ Hz (vs 50 Hz convencional).
 - Transformador físico mucho más pequeño.

5. **Bus de corriente continua (DC):**

- Conexión directa de paneles solares.
- Carga directa de VE sin rectificador externo.

6. **Eliminación de armónicos.**

7. **Clave para SmartGrids:**

- Control total del flujo (bidireccional).

Aplicación

Principalmente en redes de **Media y Baja Tensión** (debido a límites actuales de los semiconductores).

Arquitectura del SST

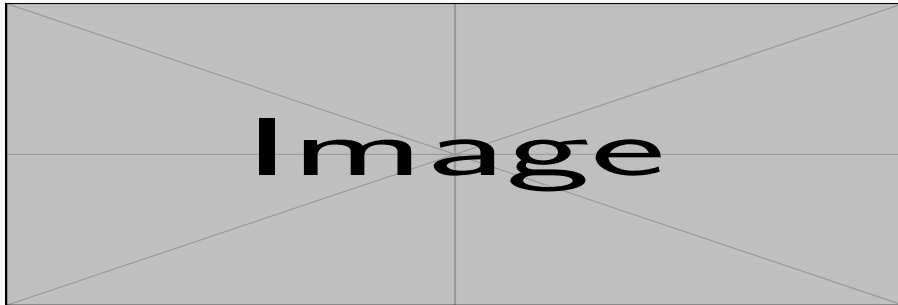


Figura 4: Tres etapas: Rectificador AC/DC + Convertidor DC/DC (con HFT) + Inversor DC/AC.

Etapa 2: El "Corazón"(DC/DC Alta Frecuencia)

Componentes

- Inversor DC/AC (alta frecuencia).
- **Transformador de Alta Frecuencia (HFT).**
- Rectificador AC/DC.

Ventaja del HFT: Al operar a ~ 20 kHz, el núcleo magnético necesario es minúsculo comparado con uno de 50 Hz, manteniendo el aislamiento galvánico.

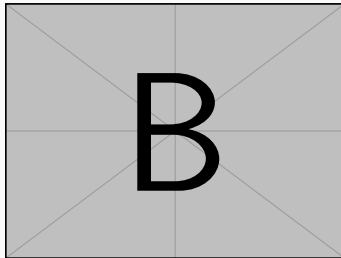


Figura 5: HFT vs Trafo convencional.

Proceso de Conversión Completo



La Clave

Pasar por **Alta Frecuencia** intermedia permite reducir el tamaño físico drásticamente.

Ventajas y Desafíos

Ventajas

- ✓ Tamaño y peso reducidos.
- ✓ Control instantáneo de voltaje.
- ✓ Bus DC integrado (Renovables/VE).
- ✓ Bidireccionalidad.

Desafíos

- × Coste elevado (semiconductores).
- × Pérdidas ligeramente mayores (etapas múltiples).
- × **Pérdida de inercia:** Al no tener masa rotatoria, reduce la estabilidad natural de la red ante cambios bruscos de frecuencia.

Conclusiones

Potencial Transformador

Los SST unifican la transformación de tensión y la calidad de onda en un solo equipo compacto e inteligente.

Hoja de ruta:

- Tecnología probada pero cara.
- Necesario reducir costes de carburo de silicio (SiC).
- Futuro estándar para las *Smart Cities*.

¿Preguntas?

`email@instituto.com`