

LOS TRANSFORMADORES DE POTENCIA CONVENCIONALES NO FUERON DISEÑADOS PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO QUE HOY SE ESTA CONFORMANDO.

Los transformadores de potencia convencionales no fueron diseñados para el sistema eléctrico que hoy estamos construyendo. Durante décadas operaron bajo condiciones relativamente predecibles:

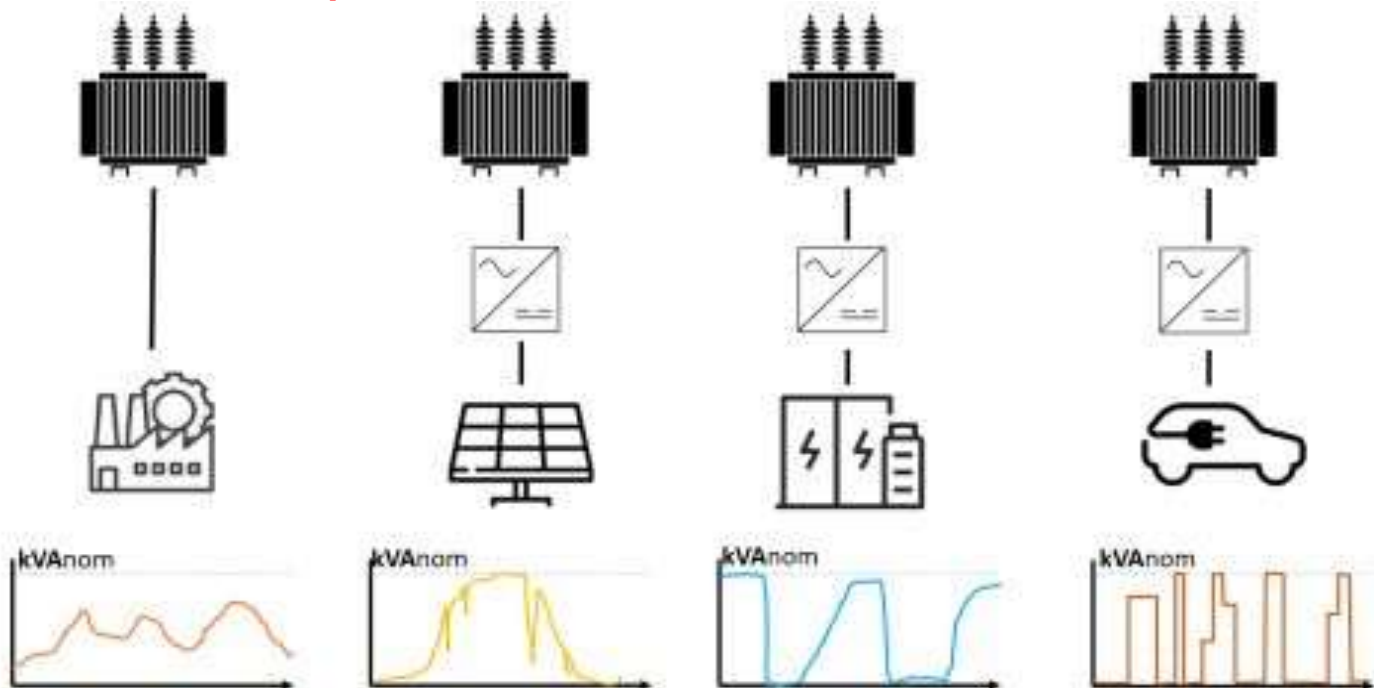
- Cargas con variaciones lentas a lo largo del día
 - Niveles de operación típicos entre el 50% y 80% de su capacidad
 - Armónicas conocidas (3, 5, 7, 11, 13...)
 - Una mezcla de cargas eléctricas (principalmente motores) y electrónicas
- Bajo este escenario, estándares permiten estimar adecuadamente el calentamiento y pérdidas adicionales del transformador considerando distorsión armónica. Pero en la transición energética, el transformador deja de alimentar solamente cargas convencionales y pasa a formar parte de un sistema transformador–convertidor. Ahora interconecta:

- Sistemas fotovoltaicos (SFV)
 - Sistemas de baterías (BESS)
 - Cargadores de baterías de autos eléctricos (V2G)
- Y esto cambia completamente su realidad:
- Operación frecuente al 100% de su capacidad
 - Variaciones de carga desde milisegundos hasta minutos
 - Interacción prácticamente 100% con electrónica de potencia
 - Convertidores operando a frecuencias de conmutación mayores a 2 kHz
 - Presencia de armónicas y supra-armónicas (hasta 150 kHz)
- El resultado no es trivial:
- Pérdidas que crecen rápidamente con la frecuencia
 - Calentamientos localizados
 - Esfuerzos dieléctricos no considerados en el diseño tradicional
 - Nuevos modos de estrés térmico y mecánico
- Y aquí viene el punto crítico: Ya hay evidencia de que múltiples cargadores de vehículos eléctricos pueden reducir la vida de un transformador de 30–40 años... a apenas 3 años (IEEE Spectrum, 2025).

Entonces la pregunta ya no solamente es académica, ahora es: •¿Qué están observando en campo los operadores de los SFV, BESS, V2G(Agente o sistema inteligente encargado de gestionar el flujo bidireccional entre vehículos eléctricos y la red eléctrica)?

•¿Y los fabricantes ya están diseñando transformadores para este nuevo escenario? •¿Qué estándares consideran estas condiciones nuevas de operación de los transformadores? Porque el transformador no puede definirse únicamente por sus niveles de tensión, su potencia nominal, su impedancia o un factor K (índice numérico que indica su capacidad para soportar calentamiento adicional provocado por las armónicas) para determinado a partir de un contenido armónico estático de la carga. Debe considerar, además, la dinámica de operación de la carga, el espectro armónico y supra-armónico variable en el tiempo, así como las características de operación del convertidor con el que estará interconectado.

Comportamiento de cada sistema.



CENTRAL DE BASE

CAMPO SOLAR

BATERIAS DE ALMACENAMIEINTO

ELECTROMOVILIDAD