

## Uso de transformadores en instalaciones con SAI

### Resumen

Es habitual en sistemas de alimentación ininterrumpida (SAI) el uso de transformadores, ya sea que el mismo SAI lo incorpore internamente o se instalen externamente para determinados fines. En este artículo se exponen las principales razones y usos de transformadores y se dan recomendaciones sobre su necesidad y ubicación en el esquema unifilar de la instalación.

### 1. Transformador interno del SAI

Las tecnologías tradicionales de SAI de doble conversión incorporan un transformador en la salida del inversor. Éste es necesario debido a que, partiendo de una tensión de entrada al SAI de 400 VCA, una vez rectificadas (rectificador) y onduladas (inversor), no es posible obtener nuevamente los 400 VCA necesarios para la carga. Es por esto que debe incorporarse un transformador elevador. En SAI trifásicos, este transformador suele ser un Dyn11 con el neutro de salida conectado a la barra de neutro del SAI (ver figura 2).

Debido a los avances de la electrónica de potencia y fundamentalmente por la incorporación en los últimos años de transistores IGBT, estos transformadores han sido sustituidos por una etapa intermedia amplificadora de tensión de CC ubicada entre el rectificador y el inversor, de forma tal de lograr un nivel de tensión de CC suficiente para que el inversor sea capaz de conseguir una tensión de 400 VCA sin necesidad del transformador. Esto mejora la eficiencia energética, el espacio ocupado y el peso del equipo.

Para instalar transformadores en una instalación con SAI es necesario saber si su rectificador permite ser alimentado solo con fases (sin neutro). Habitualmente son las tecnologías con rectificadores a tiristores y transformador en el inversor las que lo permiten. En otros casos los fabricantes incorporan transformadores en la entrada al rectificador para permitir alimentarlos solo con fases.

Los siguientes esquemas muestran las conexiones internas del neutro en SAI con y sin transformador interno:

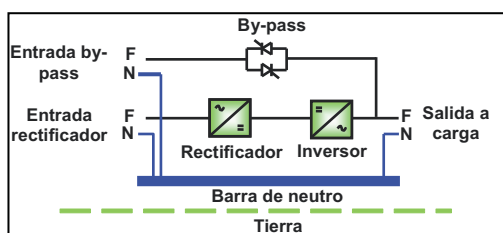


Fig. 1 - Esquema de conexiones internas de neutros en SAI sin transformador.

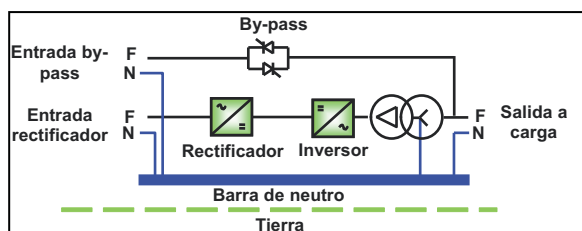


Fig. 2 - Esquema de conexiones internas de neutros en SAI con transformador

Como puede verse, el neutro del SAI es una barra pasante a la que se conectan los neutros de entrada (rectificador y by-pass), y el neutro de salida a la carga crítica.

### 2. ¿Para qué usar transformadores adicionales?

Antes de instalar transformadores externos hay que preguntarse: ¿qué deseo conseguir?. Debe tenerse en cuenta que incorporarlos tendrá un impacto negativo en la eficiencia total, además de encarecerla y ocupar más espacio, y si no se ubica correctamente puede tener consecuencias perjudiciales para la instalación.

Entre las posibles razones para usar transformadores adicionales pueden citarse:

- a-Cambio de esquema de neutro.
- b-Aislación galvánica para reducir los efectos de las perturbaciones.
- c-Poner a tierra el neutro lo más cerca posible de la carga.
- d-Separar neutros de dos subestaciones transformadoras.
- e-Adaptación de tensiones.

### 3. Esquemas de conexión

Las siguientes figuras muestran los tres esquemas más habituales de conexión de transformadores externos al SAI:

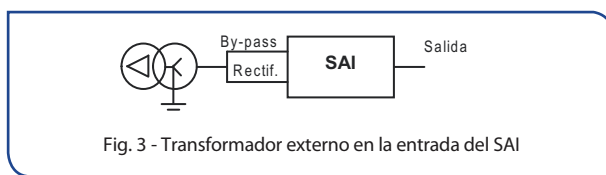


Fig. 3 - Transformador externo en la entrada del SAI

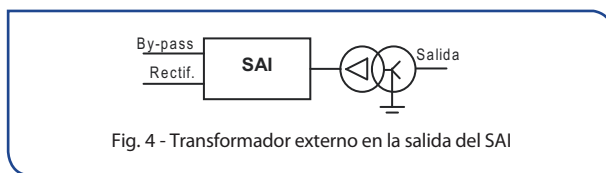


Fig. 4 - Transformador externo en la salida del SAI

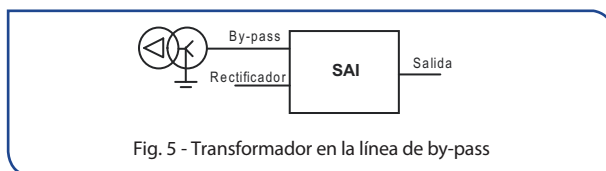


Fig. 5 - Transformador en la línea de by-pass

Las diferencias entre estas soluciones son:

#### Transformador en la entrada:

- Peor rendimiento total, ya que por el transformador no sólo pasa la energía de la carga sino también las pérdidas del SAI.
- Mayor potencia del transformador, ya que debe contemplar las pérdidas del SAI y la recarga de las baterías.
- Tiene la ventaja de aislar también al SAI.

#### Transformador en la salida:

- Mejor rendimiento que la solución anterior ya que por el transformador solo cuelga la carga.
- Menor potencia, ya que solo debe contemplar a la carga.

#### Transformador en el by-pass:

- Mejora notablemente el rendimiento ya que en estado normal la carga se alimenta desde el inversor estando este transformador en vacío.

La elección de uno u otro esquema dependerá de:

- efecto en la instalación que quiera conseguirse
- el SAI dispone o no de transformador interno y su ubicación
- posibilidad de alimentar al rectificador sólo con fases (sin neutro).

#### 4. Cambio de esquema de neutro y aislación galvánica para reducir los efectos de las perturbaciones

Para cambiar el esquema de neutro aguas abajo de un SAI o para lograr aislación galvánica total es necesario desacoplar el neutro de la instalación aguas arriba de aguas abajo del transformador. El esquema más adecuado para lograrlo dependerá de la tecnología del SAI:

##### ○ SAI con transformador interno en el inversor:

Este tipo de SAI permite, habitualmente, alimentar al rectificador solo con fases. Si es el caso, el mejor esquema es el que se muestra en la figura 5, ya que las pérdidas energéticas serán menores y se evita el punto común de fallos dado en los esquemas de las figuras 3 y 4. Para el caso de un SAI con transformador pero que exija neutro de referencia en la entrada del rectificador, es válido el esquema 5 sólo para lograr aislación galvánica pero no para cambio de esquema de neutro, ya que en el SAI ambos neutros se mezclarán.

##### ○ SAI sin transformador interno:

Para estos casos sólo son válidos los esquemas de las figuras 3 y 4, ya que con el esquema de la fig. 5 no sólo no se logra aislación galvánica sino que el neutro de entrada al rectificador se mezclará con el del transformador en la barra interna del SAI. Por último, si lo buscado es disminuir los efectos de las perturbaciones, es recomendable que el transformador tenga apantallamiento entre primario y secundario (disminuye su capacidad parásita).

#### 5. Poner a tierra el neutro lo más cerca posible de la carga

Esta solución es buscada para disminuir la tensión neutro-tierra en las cargas críticas. Si bien en esquemas TNS esta tensión tiende a cero, en grandes instalaciones pueden existir tensiones neutro-tierra que, aunque muy próximas a cero, pueden tener componentes armónicas de frecuencias tales que generen perturbaciones en ciertos equipos críticos, principalmente analógicos.

Para esto hay que lograr un cambio de esquema de neutro para lo cual es válido lo comentado en el apartado anterior, haciendo un esquema TNS aguas abajo del SAI. En ciertas instalaciones con tendidos largos de cables suele ser recomendable el esquema de la figura 4 ya que es más fácil ubicar solo el transformador cerca de la carga y acotar su potencia sólo para las cargas que realmente lo necesiten.

#### 6. Separar neutros de dos subestaciones transformadoras

Es habitual y en muchos casos recomendable alimentar al rectificador desde una ET y al by-pass desde otra, o desde embarrados distintos.

Sin embargo, no siempre es posible mezclar los neutros de ambos alimentadores, por lo que deben desacoplarse. En SAI con rectificador que permite alimentación sin neutro y dispone de transformador en su inversor no presenta problemas: el neutro solo se conecta en la línea de by-pass.

Con un SAI que obliga a conectar el neutro en el rectificador debe instalarse un transformador ya sea en la entrada al rectificador o en el by-pass, siendo más conveniente instalarlo en la línea de by-pass para reducir pérdidas y disminuir su potencia.

Debe tenerse en cuenta que el esquema de neutros de la carga estará fijado por el esquema de la línea que no tiene el transformador: si éste se instala en el by-pass el esquema de la carga será el de la instalación que alimenta al rectificador; si se instala en el rectificador será el de la línea de by-pass.

Por último debe considerarse que el neutro del transformador que se instale no debe conectarse a tierra ya que haría que el neutro de la otra línea sin transformador se conecte también a tierra (a través de la barra interna del SAI).

#### 7. Adaptación de tensiones

Para este caso solo son válidos los esquemas de las figuras 3 y 4. También pueden usarse autotransformadores teniendo en cuenta que éstos no aíslan galvánicamente la carga.

### Sobre el Autor

#### Enrique Jaureguiualzo

Director Técnico Chloride-Cener

Ingeniero en Electrónica. Doctorado en Electromecánica (en curso)  
enrique.jaureguiualzo@chloridepower.com

Enrique imparte seminarios técnicos y ofrece asesoramiento técnico en instalaciones eléctricas, principalmente a consultoras de ingeniería como Director Técnico de Chloride – Cener desde 2006.

De 2003 a 2006, fue consultor eléctrico en SGS Barcelona, especialista en sistemas de puesta a tierra, protección contra descargas atmosféricas, sobretensiones de red y protecciones y mediciones eléctricas.

En Aristos S.A. (consultora, Argentina), fue el Director General durante 4 años, gestionando y diseñando instalaciones eléctricas, diseños electrónicos y de automatismos. En la Universidad Tecnológica Nacional (Argentina), trabajó como consultor especialista en compra de electricidad en mercado eléctrico mayorista.

