

Instalaciones eléctricas Energéticamente Eficientes y Prosumer



Puntos principales presentados en este capítulo:

- Tendencias, normas y regulaciones relacionadas con las instalaciones eléctricas Energéticamente Eficientes y Prosumer.
- Directrices para el diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes.
- lineamientos para el diseño de instalaciones eléctricas Prosumer

Capítulo K - Contenidos

[Eficiencia Energética y descarbonización en breve](#)

[Apetito internacional por regulaciones de Eficiencia Energética y Prosumidor](#)

[Normas de instalación eléctrica de Eficiencia Energética y Prosumer](#)

[Diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes.](#)

- [Norma IEC 60364-8-1: el estado del arte para la Eficiencia Energética en instalaciones eléctricas](#)
- [Diagnóstico mediante medición eléctrica.](#)
- [Oportunidades de ahorro de energía](#)
- [Paneles inteligentes](#)
- [Cómo evaluar el ahorro energético](#)

Diseño de instalaciones eléctricas Prosumer.

- [¿Qué significa autoconsumo?](#)
- [Tipos de instalación eléctrica Prosumer según IEC 60364-8-82](#)
- [Arquitecturas para la integración de fuentes locales.](#)
- [Reglas de cálculo al integrar energía solar y almacenamiento](#)
- [Dimensionamiento de instalación eléctrica con producción solar.](#)
- [Protección específica de instalaciones eléctricas de prosumidores.](#)
- [Calidad de la energía: impacto del autoconsumo solar](#)
- [Factor de potencia: impacto del autoconsumo solar](#)
- [Exceso de producción local: cómo gestionarlo](#)
- [Monitorización y control de instalaciones con producción solar](#)

enlaces externos

- [Leonardo Energía](#)
- [Organización Modbus](#)

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 14:59.



Eficiencia Energética y descarbonización en breve

El consumo mundial de energía continúa creciendo sin perspectivas de desaceleración en el futuro próximo. Esta tendencia está impulsada por diferentes factores, tanto económicos como sociológicos:

- **Un aumento de la población mundial**

Según las Naciones Unidas, la población humana mundial alcanzó los 8.000 millones a mediados de noviembre de 2022, sumando 1.000 millones de personas desde 2010 y 2.000 millones desde 1998. Se espera que la población mundial aumente en casi 2.000 millones de personas en los próximos 30 años, de los actuales 8 mil millones a 9,7 mil millones en 2050 y podrían alcanzar un máximo de casi 10,4 mil millones a mediados de la década de 2080. Más personas que nunca utilizan electricidad, y la proporción de la población mundial que tiene acceso a este servicio aumentará del 83% en 2010 a casi el 90% en 2022. Este aumento demográfico se producirá principalmente en Asia y África, donde el uso de energía Se espera que el consumo por persona también crezca significativamente en el futuro: si casi 9 de cada 10 personas tienen ahora acceso a la electricidad, llegar a los que no tienen servicio requerirá mayores esfuerzos.

Esto significa que las necesidades energéticas aumentarán en el futuro para permitir que las personas se beneficien de un mejor nivel de vida. Esta necesidad energética adicional no se ve compensada globalmente por una disminución del consumo de energía en los países desarrollados. Según la Agencia Internacional de Energía, el uso medio de energía por persona aumentó un 14% entre 1990 y 2019.

- **Urbanización e industrialización**

En 2021, según las Naciones Unidas, el 56% de la población mundial vivía en zonas urbanas, lo que representa 4.400 millones de personas. Se espera que la población urbana alcance el 68% de la población mundial para 2050: la población mundial podría agregar otros 2.200 millones de personas a las áreas urbanas para 2050, y cerca del 90% de este aumento también se producirá en Asia y África. Esto significa que se necesitará más energía para la construcción, la fabricación y el transporte de personas y mercancías.

La proporción de combustibles fósiles en la combinación energética se ha mantenido alta, en torno al 80%, durante décadas. La consecuencia de esto es la emisión de enormes cantidades de CO₂ (33,4 Gton en 2019), lo que tiene un impacto aceptado en el cambio climático por efecto invernadero. Además, estos combustibles fósiles están sujetos a fluctuaciones en los precios, debido a cuestiones geopolíticas y a la competencia entre países.

Por estas razones, existe un compromiso global de los países para frenar el uso de combustibles fósiles: ahora se reconoce ampliamente que la economía mundial necesita alcanzar emisiones netas cero de gases de efecto invernadero para 2050.

En 2018, el **Panel Intergubernamental para el Cambio Climático** ^[1] (IPCC) publicó un informe crítico sobre posibles trayectorias para mantener el calentamiento global por debajo de 1,5°C. Se han desarrollado cuatro escenarios, todos ellos convergieron hacia cero emisiones netas de gases de efecto invernadero (GEI) para 2050.

El **protocolo de Kioto** fue el primer acuerdo internacional por el que los países industrializados fijaron objetivos para reducir la emisión de gases de efecto invernadero. Tal compromiso fue confirmado durante la **Conferencia de las Partes** (COP 21) en 2015, con el objetivo de limitar el calentamiento global dentro de límites aceptables (máximo 2°C, y posiblemente 1,5°C).

Desde el logro de la COP26, más del 90% del PIB mundial ahora está cubierto por compromisos netos cero y 153 países han propuesto nuevos objetivos de emisiones (NDC) para 2030.

Para alcanzar estos objetivos, en muchos países ya se han establecido diferentes regulaciones, por ejemplo en relación con la construcción energéticamente eficiente.

Una de las soluciones propuestas para resolver el dilema entre desarrollo económico y emisiones de CO₂ es aumentar la parte de la electricidad en el mix energético. En 2019, casi dos tercios de la electricidad mundial se produjeron a partir de la quema de combustibles fósiles (carbón, petróleo y gas natural).

Por lo tanto, las acciones que se deben tomar deben incluir:

- **La Eficiencia Energética primero** . El "principio de eficiencia energética primero" significa tener en cuenta al máximo las medidas de eficiencia energética rentables al configurar la política energética y tomar decisiones de inversión relevantes (fuente Comisión Europea)
El objetivo es brindar el mismo nivel de servicio consumiendo menos energía. Implementando equipos eléctricos energéticamente eficientes y controladores inteligentes, es posible ahorrar hasta un 30% de energía. Éste es el medio más rentable para limitar las emisiones de CO₂ y ahorrar energía y costes.
- Energía descarbonizada, a través del desarrollo de **energías renovables**

Según la AIE, la proporción de energías renovables en la generación mundial de electricidad aumentará del 28% en 2021 a más del 60% en 2030, y casi al 90% en 2050. Integrar fuentes de energía renovables locales, típicamente la producción fotovoltaica (PV), en la distribución eléctrica de los edificios. y utilizarlo para alimentar las cargas del edificio es una forma de descarbonizar y aumentar la eficiencia energética. Cada vez es más común tanto en edificios nuevos como existentes.

Este movimiento está transformando todas las instalaciones eléctricas de consumo heredadas en instalaciones eléctricas de Productor y Consumidor = **Proconsumidor** .

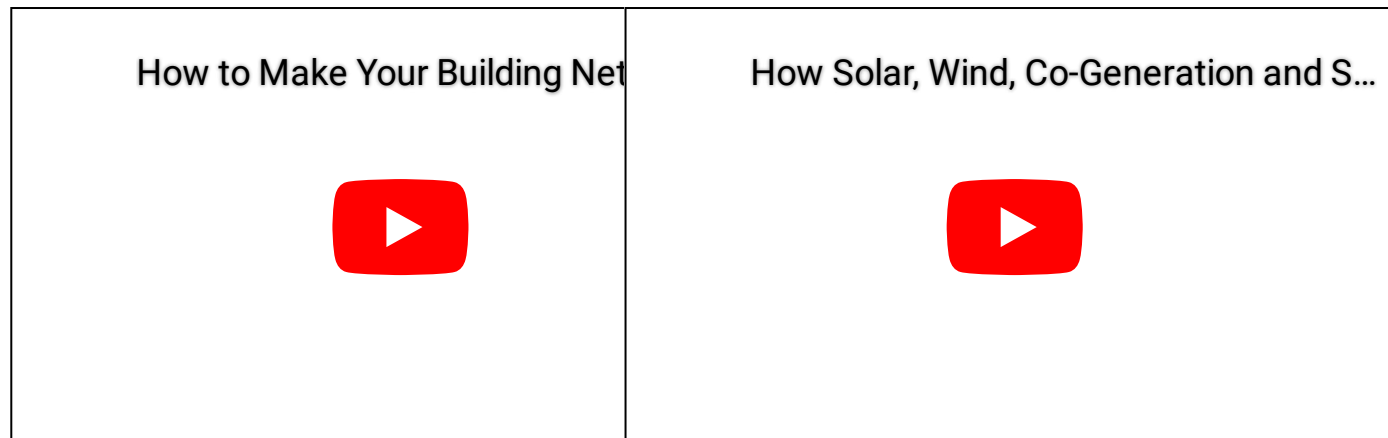
A continuación se detallan los puntos principales presentados en este capítulo:

- Descripción general de las técnicas de normalización y evaluación de la eficiencia energética a nivel mundial,
- Presentación de la medición eléctrica como herramienta clave de diagnóstico.
- Panorama de oportunidades de ahorro energético en Instalaciones Eléctricas,
- Instalaciones eléctricas prosumidor.

Notas

1. IPCC (2018), Calentamiento global de 1,5 grados Celsius

Videos relacionados

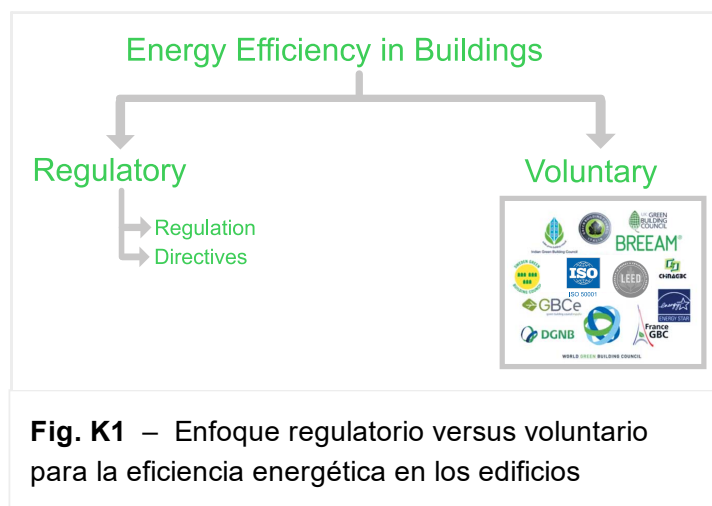


Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 15:00 horas.

Apetito internacional por regulaciones de Eficiencia Energética y Prosumidor

Como se muestra en **la Figura K1** , la Eficiencia Energética en los Edificios puede ser el resultado de:

- Medidas regulatorias, con la evolución de los reglamentos y directivas (y de las normas relacionadas) que pueden emitirse a nivel nacional o internacional.
- o voluntario, con sistemas de certificación de edificios ecológicos como Leed, Breeam, etc. Los promotores, propietarios de edificios, ocupantes, etc. pueden decidir certificar su edificio para ayudar a adoptar soluciones sostenibles y obtener el reconocimiento del mercado de sus logros.



Regulaciones de Eficiencia Energética en Europa

Los edificios son responsables de aproximadamente el 40% del consumo energético de la UE y del 36% de las emisiones de gases de efecto invernadero.

Por lo tanto, los edificios son el mayor consumidor de energía en Europa:

- El sector de la construcción es crucial para alcanzar los objetivos energéticos y medioambientales de la UE.
- Al mismo tiempo, unos edificios mejores y más eficientes desde el punto de vista energético mejoran la calidad de vida de los ciudadanos y, al mismo tiempo, aportan beneficios adicionales a la economía y la sociedad.

Para impulsar el rendimiento energético de los edificios, la UE ha establecido un marco legislativo que incluye la **Directiva sobre rendimiento energético de los edificios** y la **Directiva sobre eficiencia energética**.

Juntas, las directivas promueven políticas que ayudarán a:

- Lograr un parque inmobiliario altamente eficiente energéticamente y descarbonizado para 2050.
- crear un entorno estable para las decisiones de inversión
- Permitir a los consumidores y a las empresas tomar decisiones más informadas para ahorrar energía y dinero.

Ambas directivas fueron modificadas, como parte del paquete Energía limpia para todos los europeos, en 2018 y 2019, y se modificarán en un futuro próximo para contribuir a la decisión de la UE de 2020 de establecer un nuevo Plan de objetivos climáticos para 2030: propuso la Comisión aumentar la ambición de la UE de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero hasta al menos un 55 % por debajo de los niveles de 1990 para 2030. Se trata de un aumento sustancial en comparación con el objetivo actual respecto del objetivo anterior de al menos un 40 %.

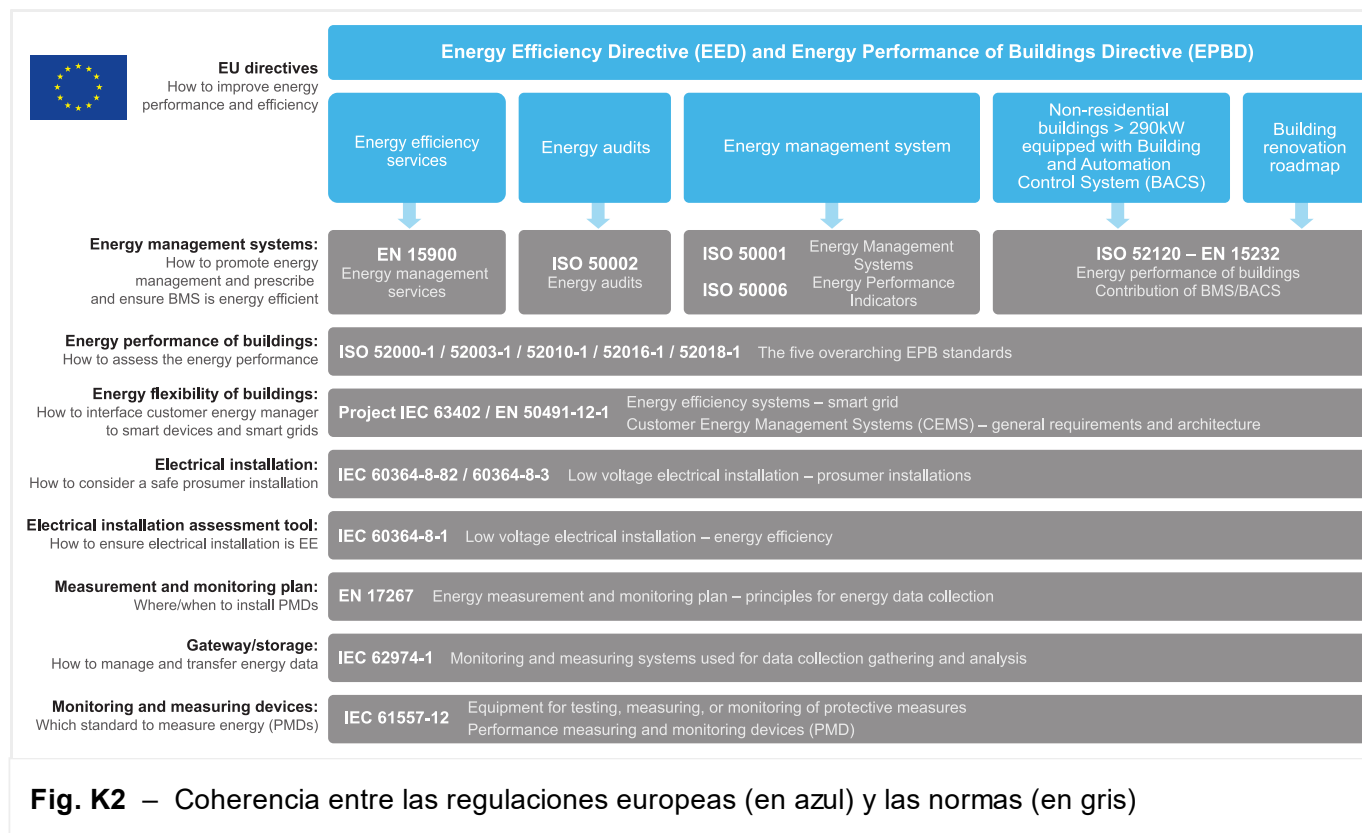
Directiva de eficiencia energética (EED)

La Directiva de Eficiencia Energética de 2012 estableció un conjunto de medidas vinculantes para ayudar a la UE a alcanzar su objetivo de eficiencia energética del 20% para 2020. Según la Directiva, todos los países de la UE debían utilizar la energía de manera más eficiente en todas las etapas de la cadena energética, desde su producción hasta su consumo final.

En diciembre de 2018 entró en vigor la Directiva de Eficiencia Energética (UE) 2018/2002 modificada, actualizando algunas disposiciones específicas de la directiva anterior e introduciendo varios elementos nuevos. Sobre todo, establece un objetivo principal de eficiencia energética de la UE para 2030 de al menos el 32,5% (en comparación con las proyecciones del uso de energía esperado en 2030), con una cláusula para una posible revisión al alza para 2023.

Esta enmienda no cambió el requisito para cualquier empresa con más de 250 empleados de realizar periódicamente una **Auditoría Energética** o implementar un **Sistema de Gestión de Energía** instalado permanentemente, como se muestra en la **Figura K2**.

Los requisitos de la directiva son requisitos mínimos y no impedirán que ningún Estado miembro mantenga o introduzca medidas más estrictas.



Directiva sobre eficiencia energética de los edificios (EPBD)

Esta directiva entró en vigor el 4 de enero de 2006 y establece requisitos de rendimiento energético tales como:

- Todos los edificios nuevos deberían tener un consumo de energía cercano a cero antes del 31 de diciembre de 2020.

- Los certificados de eficiencia energética se incluirán en todos los anuncios de venta o alquiler de edificios.
- Los países de la UE deben establecer planes de inspección para los sistemas de calefacción y aire acondicionado o implementar medidas con efecto equivalente
- Los países de la UE deben establecer requisitos mínimos de eficiencia energética para los edificios nuevos, para las renovaciones importantes de edificios y para la sustitución o modernización de elementos de construcción (sistemas de calefacción y refrigeración, tejados, paredes, etc.).

La Directiva que modifica la Directiva sobre eficiencia energética de los edificios (2018/844/UE) introduce nuevos elementos y envía una fuerte señal política sobre el compromiso de la UE de modernizar el sector de la construcción a la luz de las mejoras tecnológicas y aumentar las renovaciones de edificios.

- En particular, esta enmienda introduce requisitos para garantizar que, cuando sea técnica y económicamente viable, los edificios no residenciales con una potencia nominal efectiva para sistemas de calefacción o sistemas combinados de calefacción y ventilación de más de **290 kW** estén equipados con **sistemas de control y automatización de edificios (BACS) para 2025**, como se muestra en la **Figura K2**.

La norma EN 15232 se aplica a los sistemas de gestión de edificios (BMS) y a los sistemas de control y automatización de edificios (BACS).

Ejemplos de sistemas de certificación de edificios ecológicos

Muchos países han emitido sistemas de certificación de edificios ecológicos; algunos de ellos se enumeran como ejemplos en la **Figura K3**:

Fig. K3 – Ejemplos de sistemas de certificación de edificios

Certificación de construcción ecológica	Influencia	Año de lanzamiento de la primera versión.
LEED (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental)	EE.UU	2009
BREEAM (Metodología de evaluación ambiental de establecimientos de investigación de edificios)	Reino Unido	2008
NF HQE (Alta Calidad Ambiental)	FRANCIA	2009

CASBEE (Sistema Integral de Evaluación de la Eficiencia del Entorno Construido)	JAPÓN	2004
DGNB (Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen)	ALEMANIA	2009

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 15:01.

Normas de instalación eléctrica de Eficiencia Energética y Prosumer

Ámbito de aplicación de las normas.

Es importante diferenciar los estándares que se aplican a una evaluación completa del sitio de los estándares que se aplican a los dispositivos de medición utilizados para ayudar en las evaluaciones del sitio, como se muestra en la **Figura K4** :

Fig. K4 – Estándares de eficiencia energética, asignación de costos y optimización

Estándares o reglas de metodología (para una organización, por ejemplo, una planta, un edificio comercial,...)	Normas de aplicación (aplicables a una planta, edificio comercial,...)	Estándares habituales de productos.
--	--	-------------------------------------

Sistemas de gestión de energía ISO 50001 : requisitos con orientación para su uso Etiquetas verdes para edificios (LEED, BREEAM, HQE, E+C-, DGNB, Passivhaus, Title24, Minergie,...)	Línea de base energética (EnB) e indicadores de rendimiento energético (EnPI) ISO 50006 IEC 60364-8-1 Instalaciones de baja tensión - Parte 8-1: Eficiencia energética IEC 60364-8-2 Instalaciones de baja tensión - Parte 8-2: Instalaciones Prosumer EN 17267 Plan de medición y seguimiento energético: Diseño e implementación EN 50600-2-2 Tecnología de la información. Instalaciones e infraestructuras de centros de datos. Parte 2-2: Distribución de energía.	<u>PMD (Dispositivos de monitoreo y medición de energía)</u> IEC 61557-12 Dispositivos de monitoreo y medición de energía (PMD) <u>Gateways, servidores de energía, registradores de datos</u> IEC 62974-1 Sistemas de monitoreo y medición utilizados para la recopilación, recopilación y análisis de datos. Parte 1: Requisitos del dispositivo
---	---	--

NOTA Eficiencia energética y ahorro de costos, el análisis del uso de energía es el proceso que permite a un administrador de instalaciones asignar consumos/costos de energía a zonas (planta, piso, taller...) y a usos (HVAC, iluminación, electrodomésticos, proceso...) a lo largo del tiempo. para permitir la optimización del consumo y los costes energéticos.

IEC 60364 Partes 8

Durante muchos años, la mayoría de las instalaciones eléctricas estuvieron conectadas a la red, que era el único suministro. IEC 60364 se centraba en la protección de la seguridad, y su implementación era la forma correcta de proteger a las personas y las propiedades.

Hoy en día se solicitan nuevas necesidades para las instalaciones eléctricas:

- Eficiencia energética
- Generación local con trading (Prosumer)
- Redes inteligentes

IEC 60364 responde a estas necesidades con la nueva parte 8:

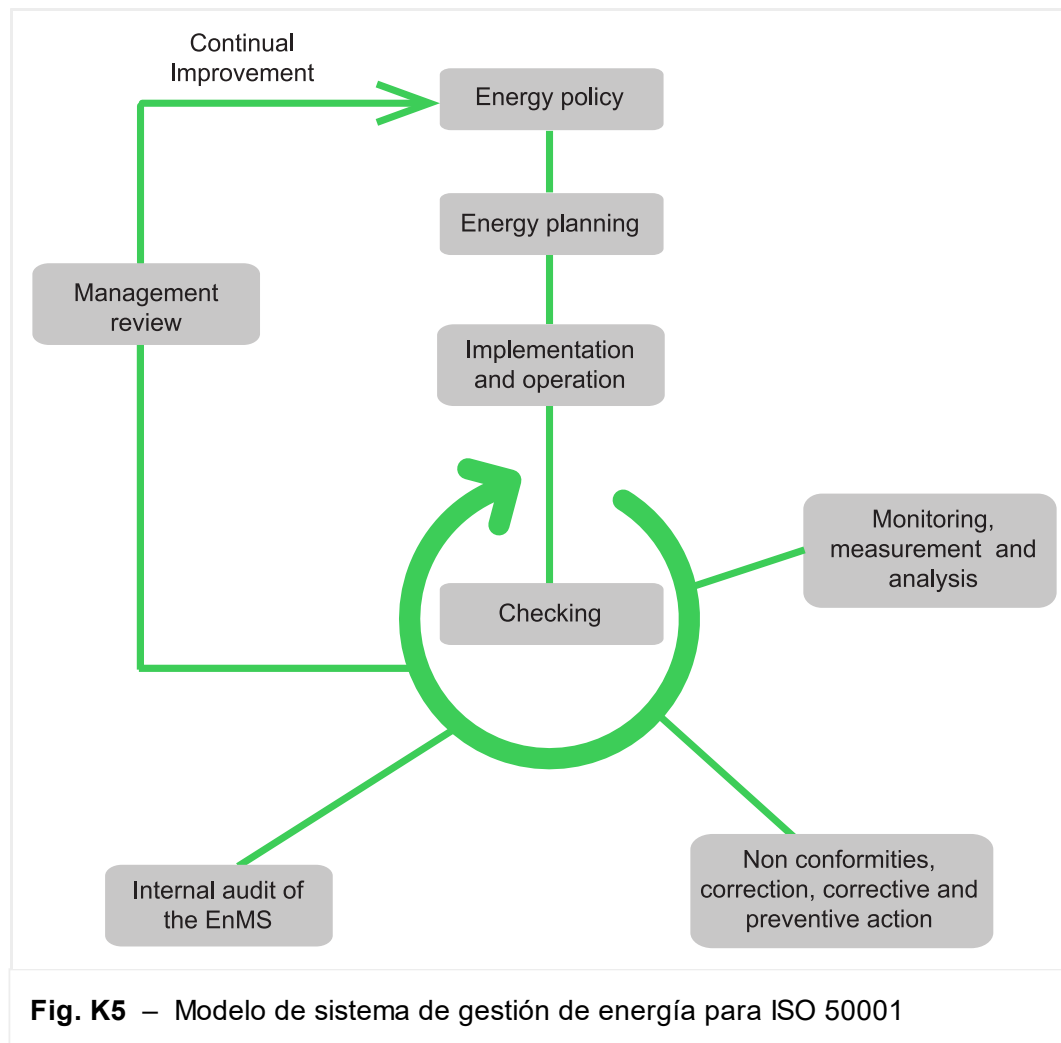
- [IEC 60364-8-1](#) para eficiencia energética
- [IEC 60364-8-2](#) para el diseño de la instalación de Prosumer

ISO 50001

ISO 50001 "Sistemas de gestión de energía - Requisitos con orientación para su uso" es el principal estándar internacional que establece requisitos sobre sistemas de gestión de energía (EnMS). Proporciona un marco de requisitos para que las organizaciones:

- Desarrollar una política para un uso más eficiente de la energía
- Fijar metas y objetivos para cumplir con la política.
- Utilice datos para comprender mejor y tomar decisiones sobre el uso de energía
- Medir los resultados
- Revisar qué tan bien funciona la política y
- Mejorar continuamente la gestión energética.

El modelo de sistema de gestión de energía requerido en ISO 50001 se describe en **la Figura K5** :



ISO 50006

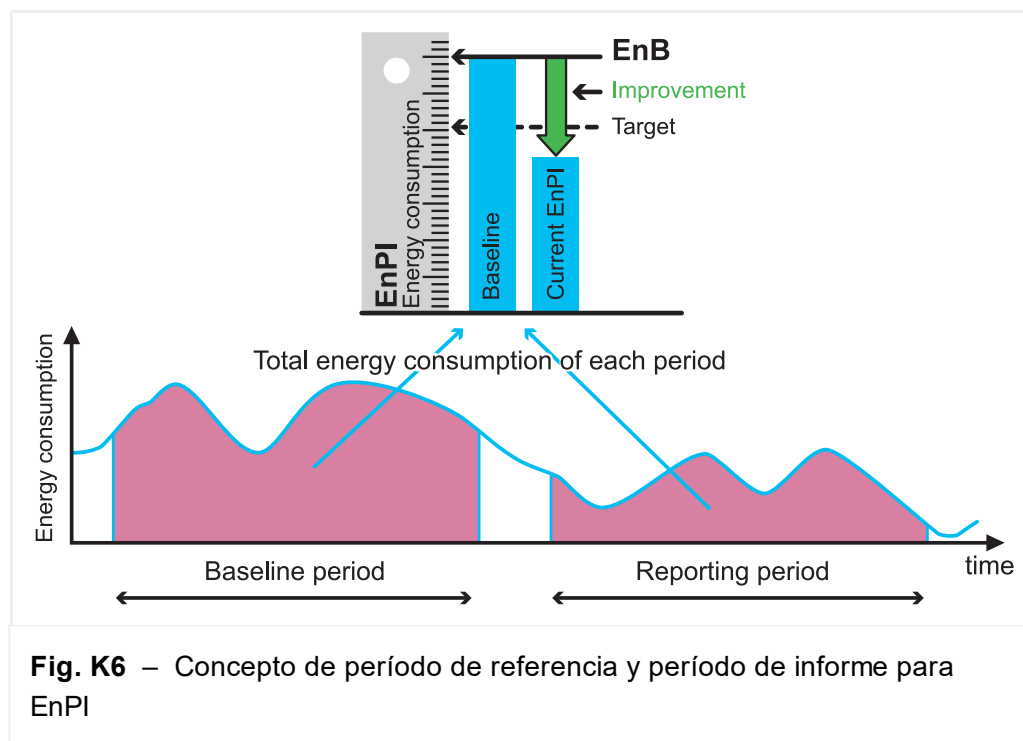
ISO 50006 es una norma complementaria de ISO 50001 que proporciona orientación práctica sobre cómo monitorear la eficiencia energética con la ayuda de indicadores de desempeño energético (EnPI) medidos en períodos. Comparar el EnPI entre el **período de referencia** y el **período del informe** significa medir las mejoras en la eficiencia energética; consulte **la Figura K6**.

EnPI = valor o medida que cuantifica resultados relacionados con la eficiencia, uso y consumo energético en instalaciones, sistemas, procesos y equipos en su totalidad o en parte.

EnB = cuantifica el rendimiento energético durante un período de tiempo específico que se utilizará como **referencia base** para comparar el rendimiento energético.

La organización debe considerar los **objetivos específicos de desempeño energético** al identificar y diseñar EnPI y EnB.

Un elemento destacado en la ISO 50006 es la importancia de definir y cuantificar los factores o variables que pueden tener un impacto en el consumo de energía (como la temperatura exterior, la ocupación...) para poder comparar el rendimiento energético en condiciones equivalentes.



Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 15:03.

Diseño de instalaciones eléctricas energéticamente eficientes.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 14:55.



Norma IEC 60364-8-1: el estado del arte para la Eficiencia Energética en instalaciones eléctricas

IEC 60364-8-1 es parte de la serie de normas IEC 60364 y mejora las Partes 1 a 7 con la introducción de requisitos y recomendaciones para diseñar la instalación eléctrica que proporcione el mejor compromiso entre el nivel requerido de servicio y seguridad, y el más bajo consumo eléctrico.

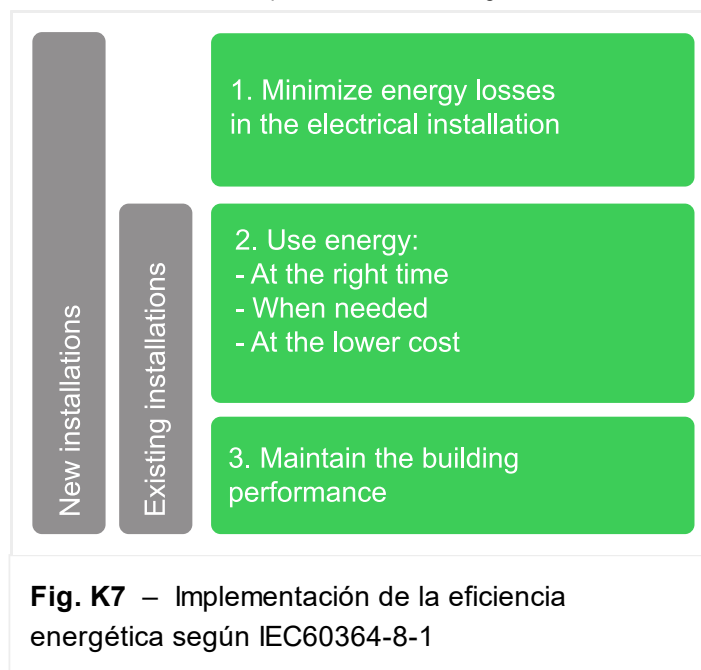
Es aplicable tanto para proyectos greenfield como brownfield y debe implementarse durante todo el ciclo de vida de la instalación.

La primera edición de la Parte 8-1 de la norma IEC 60364 se publicó en octubre de 2014. Se actualizó recientemente y se publicó una segunda edición en febrero de 2019.

EC 60364-8-1 edición 2 brinda requisitos y recomendaciones para el diseño de una instalación eléctrica con un enfoque de eficiencia energética. Se pone de relieve la importancia de la Eficiencia Energética en el diseño de instalaciones eléctricas, así como de las normas de seguridad y aplicación.

En la industria manufacturera, la eficiencia energética se puede definir fácilmente como la cantidad de energía (kWh) necesaria para fabricar un producto. Para una instalación eléctrica en un edificio en particular, la Eficiencia Energética se define como un enfoque de sistema, cuyo objetivo es optimizar el uso de la electricidad. Esto incluye:

- Minimizar las pérdidas de energía,
- Utilizar la electricidad en el momento adecuado y al menor coste,
- Mantener el rendimiento durante todo el ciclo de vida de la instalación.



Estos son los puntos principales a tener en cuenta al implementar un enfoque de Eficiencia Energética en una instalación eléctrica:

- No debe haber ningún conflicto con los requisitos relativos a la seguridad de personas y bienes,
- No debe haber deterioro de la disponibilidad de energía eléctrica,
- Es aplicable a instalaciones nuevas y existentes,
- Puede implementarse en cualquier momento, siendo el único punto a considerar el ritmo de inversión,
- Este es un enfoque iterativo y las mejoras pueden ser incrementales. El ROI es el factor de decisión para la implantación de nuevos equipos dedicados a la Eficiencia Energética.

Se proporciona orientación técnica sobre los principios de diseño, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Ubicación óptima de la subestación y el cuadro de AT/BT mediante el método baricentro (consulte también el capítulo [Guía de selección de arquitectura de MT y BT para edificios](#)),
- Reducción de las pérdidas en el cableado, mediante el aumento del csa de los cables y mediante la implementación de Corrección del Factor de Potencia y mitigación de Armónicos,
- Determinación de mallas o zonas con equipos que tengan requerimientos energéticos similares,

- Técnicas de gestión de carga,
- Instalación de equipos de control, medida y monitorización.

¿Qué hay de nuevo en la Edición 2019 de la Norma?

Clases de eficiencia energética

Al igual que la popular clasificación de bienes de consumo, el objetivo de la norma IEC 60364-8-1 es definir las clases de eficiencia de la instalación eléctrica de un edificio en función de su nivel de eficiencia.

La norma define 6 clases, de EE0 a EE5.

- EE0 se otorga para los edificios con peor eficiencia
- EE5 se otorga para los mejores.

La clasificación depende del tipo de edificio: para un número total determinado de puntos, la clase de eficiencia energética será diferente si el edificio se utiliza con fines residenciales, industriales, comerciales o de infraestructura.

Una metodología normativa para evaluar las clases de eficiencia energética de un edificio.

La norma establece 23 parámetros a evaluar, entre 5 categorías de posibles mejoras de la eficiencia energética.

- Categoría #1: Instalación inicial
- Categoría #2: Gestión de la energía
- Categoría #3: Mantenimiento del desempeño
- Categoría #4: Monitoreo de energía
- Categoría #5: Bonificación

Cada parámetro evaluado recibe puntos según su propia tabla de puntuación.

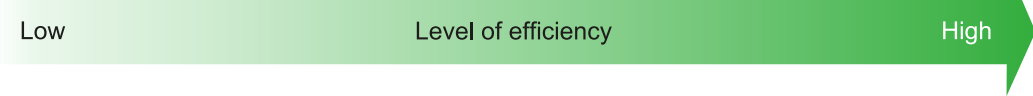
EEO	EE1	EE2	EE3	EE4	EE5
					
Electrical Installation Efficiency Classes	Total Number of Points				
	For Residential	For Industrial	For Commercial	For Infrastructure	
Class EE0	from 0 to 14	from 0 to 19	from 0 to 18	from 0 to 18	
Class EE1	from 15 to 30	from 20 to 38	from 19 to 36	from 19 to 36	
Class EE2	from 31 to 49	from 39 to 63	from 37 to 60	from 37 to 59	
Class EE3	from 50 to 69	from 64 to 88	from 61 to 84	from 60 to 83	
Class EE4	from 70 to 89	from 89 to 113	from 85 to 108	from 84 to 106	
Class EE5	90 or more	114 or more	109 or more	107 or more	

Fig. K8 – Evaluación de clases de eficiencia de instalación eléctrica - extracto de IEC 60364-8-1 edición 2

Un área normativa para la mejora de la clase de eficiencia energética.

A lo largo del documento IEC 60364-8-1 se presentan las mejores prácticas para mejorar la eficiencia energética de las instalaciones eléctricas.

Evaluar la clase de eficiencia energética utilizando el contenido del Anexo B también ayuda a comprender qué parámetros relacionados con la eficiencia energética deben mejorarse primero y qué medidas deben adoptarse para mejorar la calificación de estos parámetros. Consulte también **la Fig. K10**, que ilustra el proceso iterativo para la gestión de la eficiencia de la energía eléctrica, como se describe en IEC 60364-8-1.

La Figura K9 a continuación (Figura 1 de IEC 60364-8-1, edición 2019) ilustra cómo implementar el sistema de gestión de energía eléctrica dentro de la instalación:

Paso 1 = se tendrán en cuenta las entradas del usuario, como el punto de ajuste de temperatura del edificio,

Paso 2 = se consideran todas las fuentes de energía, en función de la disponibilidad y el precio en tiempo real,

Paso 3 = se tienen en cuenta las entradas de los datos ambientales en cuenta para evitar decisiones

inapropiadas, como encender la luz durante el día,

Paso 4 = se extraen las entradas de la carga, ya que son clave para verificar la precisión del perfil de carga,

Paso 5 = se proporciona información detallada sobre el consumo de energía al usuario,

Paso 6 = se toman decisiones relativas a las cargas, como el deslastre de carga,

Paso 7 = se toman decisiones relativas a las fuentes de energía para entregar el servicio al usuario al menor costo.

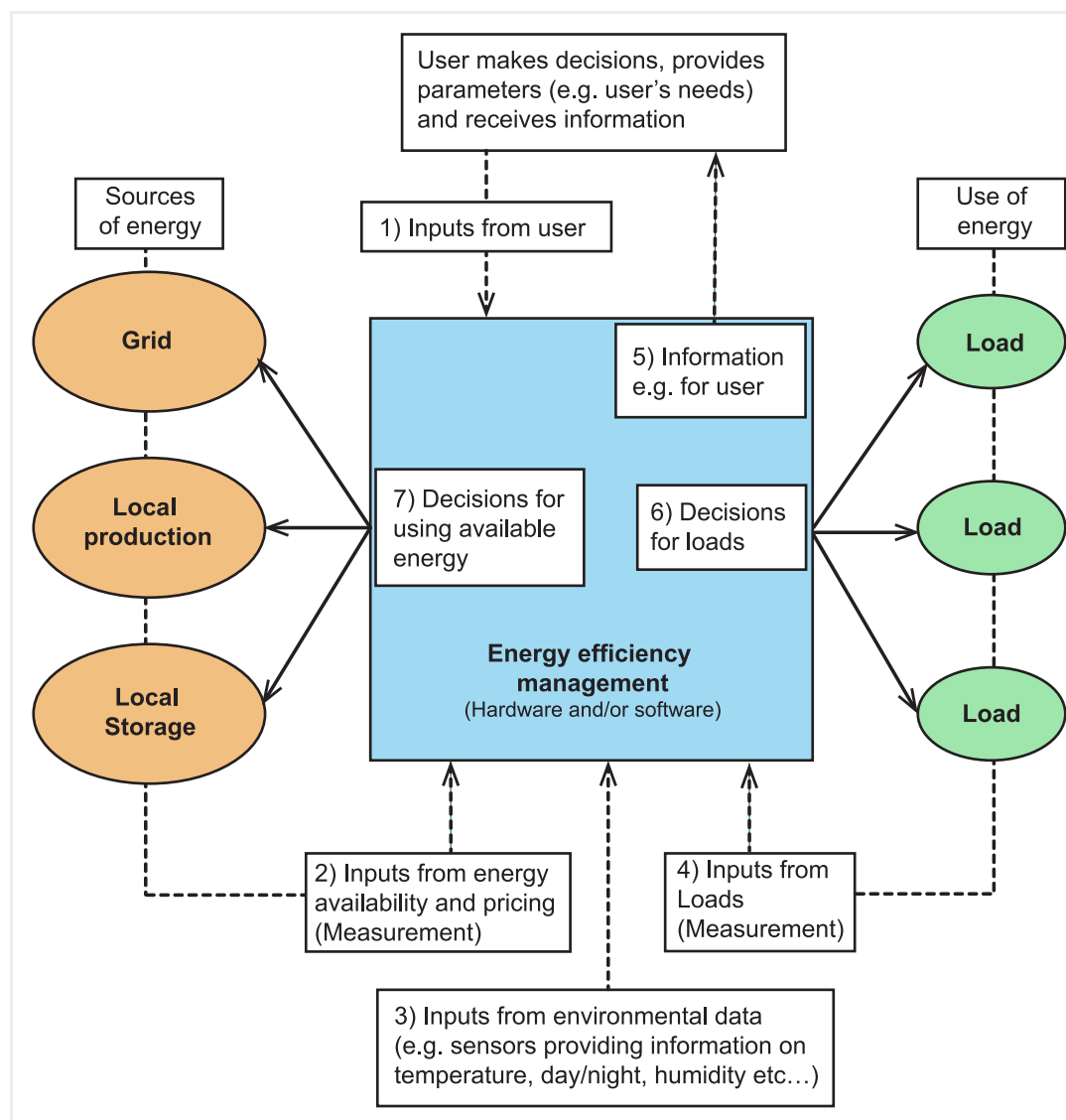


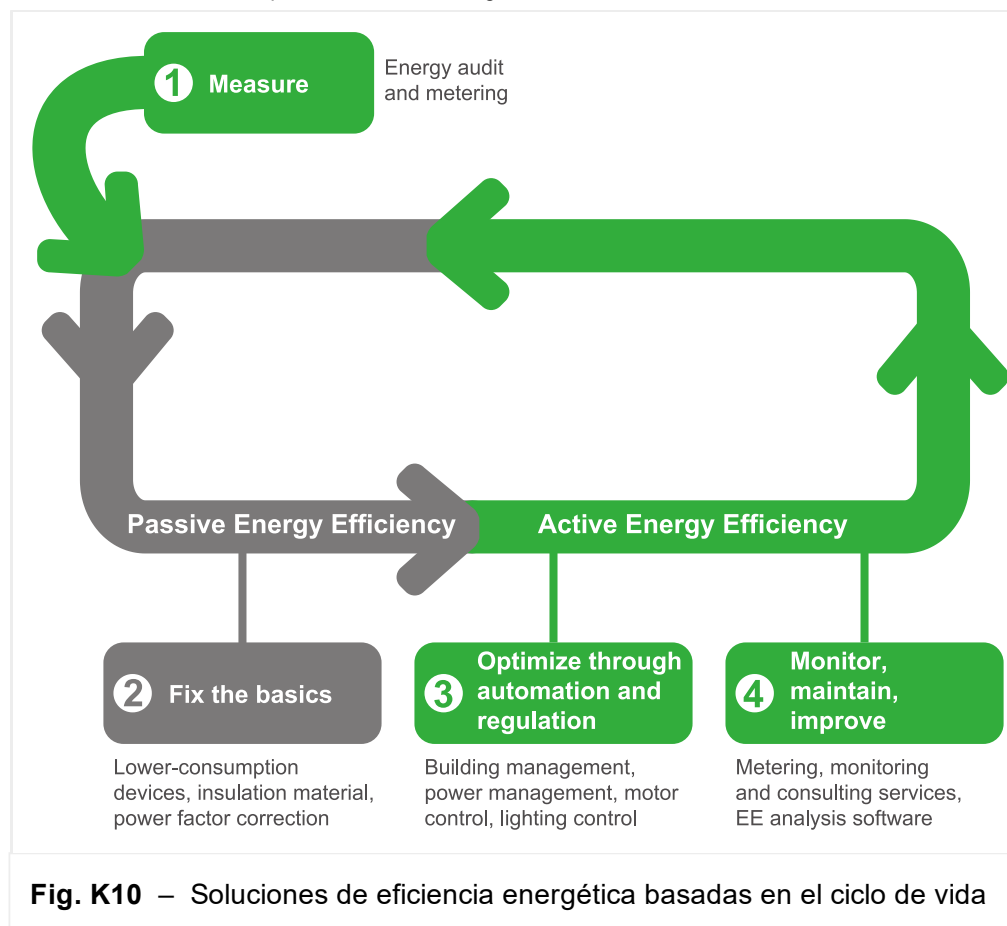
Fig. K9 – Sistema de gestión de carga y eficiencia energética

Consideraciones prácticas para lograr la Eficiencia Energética - eficiencia energética activa y pasiva

Si bien actualmente es posible obtener ahorros de energía de hasta el 30%, esta reducción potencial sólo puede entenderse realmente en términos de las diferencias que existen entre las formas activas y pasivas de eficiencia energética.

La eficiencia energética pasiva se logra mediante medidas como la reducción de la pérdida de calor y el uso de equipos que requieren poca energía.

La eficiencia energética activa se logra mediante la creación de una infraestructura para medir, monitorear y controlar el uso de la energía con miras a realizar cambios duraderos. (ver **figura K10**).



Se pueden obtener fácilmente ahorros del 5% al 15% mediante la implementación de la eficiencia energética pasiva. Las medidas típicas incluyen el desmantelamiento de sistemas redundantes, el uso de motores e iluminación de alta eficiencia y la corrección del factor de potencia. Se pueden lograr ahorros más significativos mediante la implementación de medidas activas de eficiencia energética.

Típicamente:

- Hasta un 40% de energía para motores mediante el uso de mecanismos de control y automatización para gestionar sistemas motorizados.
- Hasta un 30% en iluminación mediante la introducción de un mecanismo de gestión automatizado basado en el uso óptimo.

La eficiencia energética activa no requiere que ya estén instalados dispositivos y equipos de alta eficiencia energética, ya que el enfoque se puede aplicar a todo tipo de equipos. Una buena gestión es fundamental para lograr la máxima eficiencia: ¡no tiene sentido tener bombillas de bajo consumo si vas a desperdiciar energía dejándolas encendidas en habitaciones vacías!

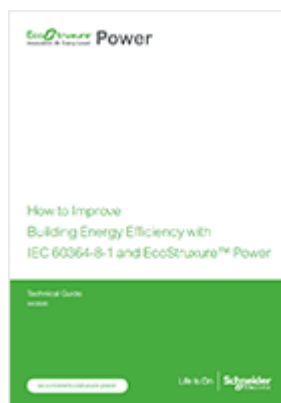
Es importante recordar, sin embargo, que los ahorros pueden perderse por:

- Tiempo de inactividad no planificado/no gestionado que afecta a los equipos y procesos,
- Falta de mecanismos de automatización/ajuste (motores, calefacción)
- Una falta de garantía de que se adoptan en todo momento medidas de ahorro energético.

Además, cuando se prevé que la red eléctrica del operador sufrirá cambios frecuentes dadas las actividades en las que participa, estos cambios deberían impulsar la búsqueda de medidas inmediatas y significativas de optimización.

Los enfoques de eficiencia energética también deben tener en cuenta otros parámetros (temperatura, luz, presión, etc.), ya que, suponiendo que la energía se transforme sin pérdidas, la energía consumida por un equipo puede superar la energía útil que produce. Un ejemplo de ello es un motor, que convierte parte de la energía que consume en calor, además de energía mecánica.

Guías técnicas relacionadas



Cómo mejorar la eficiencia energética de los edificios con IEC 60364-8-1 y EcoStruxure™ Power

Este documento proporciona información y soporte sobre la **actualización de 2019 del** estándar IEC 60364-8-1.

- La Sección 1 presenta la norma y su alcance, y describe la metodología para definir la clase de eficiencia energética de un edificio mediante la evaluación de la calificación de todas las posibles medidas de eficiencia energética.
- La sección 2 proporciona detalles sobre la evaluación de medidas, asesoramiento de expertos y propone soluciones, basadas en aplicaciones digitales EcoStruxure™, para mejorar la calificación de estas medidas y, como resultado, la clase de eficiencia del edificio.

[Descarga la guía \(.pdf\)](#)

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 15:05.



Diagnóstico mediante medición eléctrica.

Mediciones eléctricas

El primer paso en un enfoque de Eficiencia Energética es establecer un diagnóstico y tiene como objetivo principal tener una mejor idea de dónde y cómo se consume la energía. Esto requiere el desarrollo de medidas iniciales y un proceso de evaluación comparativa con el fin de evaluar el desempeño, definir las principales áreas de mejora y estimar los niveles de ahorro energético alcanzables. La lógica detrás de este enfoque se basa en la comprensión de que "sólo se puede mejorar lo que se puede medir".

Con un amplio alcance y una lista detallada de requisitos, [IEC 61557-12](#) es aplicable a dispositivos de medición que abordan la mayoría de las aplicaciones en tableros y paneles de distribución en todo el mundo.

Los Dispositivos Autónomos de Medición de Potencia son la solución natural para obtener datos relevantes en los puntos más importantes de la instalación eléctrica. Los fabricantes ofrecen una amplia gama de dispositivos que cubren todo el rango de voltaje y corriente y proporcionan datos sobre una gran cantidad de cantidades eléctricas diferentes (voltaje, corriente, potencia, energía, etc.), con visualización local o capacidades de comunicación remota.

Sin embargo, se pueden obtener muchas ventajas combinando las funciones de medición y protección en un solo dispositivo.

En primer lugar, este enfoque conduce a una reducción de los costes de instalación de los equipos: instalar un solo dispositivo cuesta menos que instalar dos.

Y combinar estas dos funciones en una misma unidad asegura el correcto dimensionamiento de los sensores de corriente, elimina riesgos de errores de conexión y garantiza un correcto funcionamiento, con toda la unidad probada en fábrica.

En [Smart Panels](#) se presentan ejemplos de arquitecturas que incluyen ambos tipos de dispositivos .

Cómo seleccionar instrumentos de medición relevantes

La norma europea EN 17267 "Plan de medición y seguimiento de la energía para organizaciones - diseño e implementación - Principios para la recopilación de datos energéticos", publicada en 2019 y que se describe a continuación, es actualmente el documento más avanzado sobre formas concretas de construir un plan de medición.

Este documento propone 3 niveles de consecución:

- Nivel básico
- Nivel medio
- Nivel avanzado

Las tablas del Anexo B de esta norma definen las mediciones apropiadas requeridas para alcanzar cada nivel de logro del sistema de medición. Algunos extractos se muestran en los párrafos siguientes.

Medición por zona o por malla

La medición de la energía activa debe realizarse zona por zona o malla por malla:

Fig. K11 – Medidas apropiadas para la energía eléctrica (EN 17267, Tabla B1, extractos)

Criterio 1: Capacidad de cuantificar el consumo de energía por zona y por uso de energía	Base	Medio	Alto
Seguimiento del consumo por zona			
Cada sitio (conectado a la red eléctrica a través de un medidor de facturación) se considera una zona.	X	X	X
Cada instalación (dentro de un sitio) se considera una zona.		X	X
Cada instalación está dividida en zonas (taller, oficina, plantas,...)			X
Seguimiento del consumo por uso energético			
Se realizan las mediciones de consumo adecuadas por energía monitoreada (ver Tabla B.2)	X	X	X
Se identifica y monitorea al menos un uso significativo de energía por zona (ver Tabla B.3 y Tabla B.4)	X	X	X

Se identifican y monitorean varios usos significativos de energía por zona (ver Tabla B.3 y Tabla B.4)		X	X
--	--	---	---

Medición por uso

Se debe prestar atención a la medición por uso que puede ser útil para determinar fuentes potenciales de mejoras en la eficiencia energética:

Fig. K12 – Medidas adecuadas por uso (EN 17267, Tabla B4)

Energía usada	Tipos de medidas		
	Base	Medio (además de la base)	Alto (además de medio)
HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado)	Energía activa	Temperatura interna Higrometría COP (Coeficiente de rendimiento)	--
Encendiendo	Energía activa	--	--
Dispositivos eléctricos (PC, impresoras, etc.)	Energía activa	--	--
motores	Energía activa	Energía reactiva	THD _i U _{nb} (desequilibrio de tensión)
Generadores	Energía activa producida	--	Eficiencia (si es calculable)
bomba de aire comprimido	Energía activa	Energía reactiva Caudal de aire estandarizado Presión	Consumo específico
Sistema de producción de agua caliente y vapor.	Consumo de energía	Energía térmica producida	Eficiencia
Sistema de refrigeración	Energía activa	Energía reactiva Potencia de refrigeración producida	Eficiencia COP (Coeficiente de Rendimiento)

NOTA: Algunas de estas cantidades se calculan a partir de datos de medición sin procesar (Eficiencia, COP).

Medición de factores de influencia relevantes.

ISO 50006 proporciona orientación sobre la "línea base energética" y los "Indicadores de rendimiento energético". Estos elementos combinan la medición de energía con otros parámetros relevantes, por ejemplo, la medición del consumo de energía correlacionado con los grados-día o el consumo de energía relacionado con el número de personas. presente dentro de una planta u otros factores que influyen.

Todos estos factores de influencia relevantes deben medirse, estimarse o transferirse desde otra base de datos.

Fig. K13 – Mediciones apropiadas de los factores que influyen por uso (EN 17267, Tabla B5)

Energía usada	Tipos de medidas		
	Base	Medio (además de la base)	Alto (además de medio)
HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado)	Temperatura exterior o grados día	Tasa de ocupación	Potencia del sistema HVAC
Encendiendo	Estación	Luz natural Tasa de ocupación	---
Dispositivos eléctricos (PC, impresoras, etc.)	--	Tasa de ocupación	---
motores	--	Temperatura en las proximidades	---
Generadores	--	Temperatura en las proximidades	---
bomba de aire comprimido	--	Temperatura en las proximidades	---
Sistema de producción de agua caliente y vapor.	--	Temperatura del agua en la entrada Temperatura en las proximidades	---
Sistema de refrigeración	--	Temperatura en las proximidades	--

NOTA: Los factores influyentes se eligen en función del sector de actividad.

Seguimiento de la instalación eléctrica.

También es importante monitorear el sistema de distribución eléctrica, porque algunas mediciones pueden revelar algunos problemas con la eficiencia energética y, además, algunos riesgos relacionados con los activos.

Fig. K14 – Medidas adecuadas según el tipo de línea de salida, línea de entrada, generador o intercambiador de energía (EN 17267, Tabla B7)

Posición topológica del equipo.		Tipos de medidas ^[a]		
		Base	Medio (además de la base)	Alto (además de medio)
Punto de entrega	En el punto de entrega	Energía activa	U (tensión) e I (corriente) f (frecuencia) Factor de potencia (o $\cos \phi$) Energía reactiva Potencia activa/reactiva THD_u y THD_i (distorsión armónica total)	Armónicos individuales de corriente y tensión.

Cuadros de distribución	Para cada línea de salida de al menos 100kVA ^[b] de potencia (ej: 160A, 400V trifásico)	Energía activa	U (voltaje) e I (corriente) Factor de potencia (o $\cos \phi$) Energía reactiva Potencia activa/reactiva THD_u y THD_i (distorsión armónica total)	Armónicos individuales de corriente y tensión.
	Para cada línea de salida de al menos 40kVA ^[b] de potencia (ej: 63A, 400V trifásico)	Energía activa	U (voltaje) e I (corriente) Potencia activa/reactiva Factor de potencia (o $\cos \phi$)	THD_u y THD_i (distorsión armónica total)
Carga	Por cada línea de salida de al menos 3,5kVA ^[b] ^[c] de potencia (ej: 16A, 230V monofásico)	--	--	Energía activa
Transformador	Transformadores electricos	--	Eficiencia	U_{nb} (desequilibrio de tensión) U (tensión de entrada y de salida)

- Dependiendo de la aplicación y de los objetivos, se pueden establecer otras medidas (ejemplo: desequilibrio, alarma cuando se supera el umbral, etc.).
- La potencia depende del tipo de instalación y de los edificios: terciario, comercial, industrial, infraestructuras, etc.
- Los edificios como los centros de datos requieren la supervisión de cargas de más de 2,3 kVA(p. ej., 10 A, 230 V).

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:00 horas.



Oportunidades de ahorro de energía

Se pueden adoptar varias medidas diferentes para ahorrar energía (ver **Fig. K15**).

- **Reducir el uso de energía**

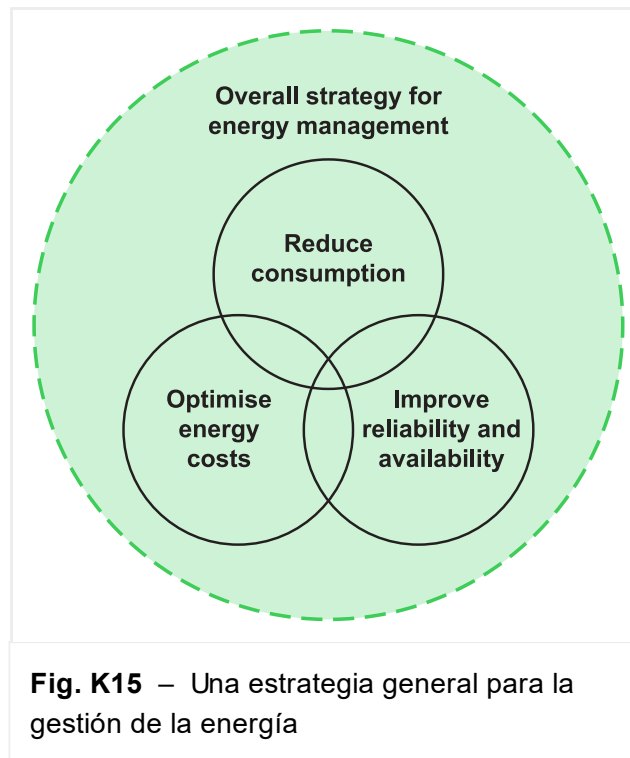
Estas medidas intentan conseguir los mismos resultados consumiendo menos (por ejemplo, instalando luminarias de alta eficiencia energética que proporcionan la misma calidad de luz pero consumen menos energía) o reduciendo el consumo de energía procurando no utilizar más energía de la estrictamente necesaria (por ejemplo, otra método sería tener menos luces en una habitación que está demasiado iluminada).

- **Ahorra energía**

Estas medidas reducen los costos por unidad en lugar de reducir la cantidad total de energía utilizada. Por ejemplo, las actividades diurnas podrían realizarse durante la noche para aprovechar tarifas más económicas. : De manera similar, el trabajo podría programarse para evitar las horas pico y programas de respuesta a la demanda.

- **Fiabilidad energética**

No solo contribuyen a la eficacia operativa al evitar el tiempo de inactividad de la producción, sino que también evitan las pérdidas de energía asociadas con los reinicios frecuentes y el trabajo adicional asociado con los lotes de productos estropeados.



Todo el mundo piensa inmediatamente en los equipos para transformar la energía (motores, dispositivos de iluminación/calefacción) cuando considera los ámbitos en los que se puede ahorrar. Quizás menos obvios sean los ahorros potenciales que ofrecen los diversos dispositivos y programas de control asociados con este tipo de equipos.

Oportunidades de ahorro de energía - Motores

Los motores representan el 80% del consumo de energía eléctrica en el segmento industrial

Los sistemas motorizados son una de las áreas potenciales donde se puede ahorrar energía.

Existen muchas soluciones para mejorar la eficiencia energética de estos sistemas motorizados, como se describe a continuación. También puede consultar el documento técnico "[Eficiencia energética de las máquinas: la elección de la motorización](#)"

Elección/reemplazo del motor

Quienes desean mejorar la eficiencia energética pasiva a menudo consideran el reemplazo de motores como punto de partida, especialmente si los motores existentes son viejos y requieren rebobinado.

Esta tendencia se ve reforzada por la determinación de los principales países de detener las ventas de motores de baja eficiencia en un futuro próximo. Basado en la definición de la norma IEC60034-30 de tres clases de eficiencia (IE1, IE2, IE3), muchos países han definido un plan para forzar gradualmente las ventas de motores IE1 e IE2 a cumplir con los requisitos de IE3.

En la UE, por ejemplo, los motores de menos de 375 kW deben cumplir con la norma IE3 antes de enero de 2015 (CE 640/2009).

Hay dos razones para reemplazar un motor viejo:

- Beneficiarse de las ventajas que ofrecen los nuevos motores de alto rendimiento (ver **Fig. K16**)

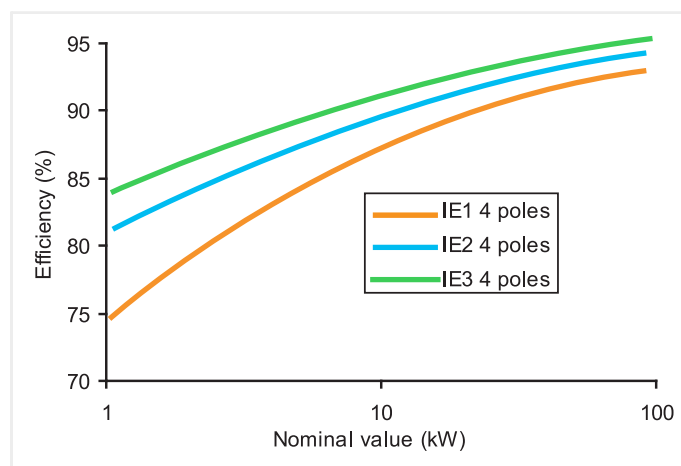


Fig. K16 – Definición de clases de eficiencia energética para motores BT, según la norma

Dependiendo de su potencia nominal, los motores de alto rendimiento pueden mejorar la eficiencia operativa hasta un 10% en comparación con los motores estándar. En comparación, los motores que han sido rebobinados ven su eficiencia reducida entre un 3% y un 4% en comparación con el motor original.

- Para evitar el sobredimensionamiento

En el pasado, los diseñadores tendían a instalar motores sobredimensionados para proporcionar un margen de seguridad adecuado y eliminar el riesgo de falla, incluso en condiciones que eran muy poco probables que ocurrieran. Los estudios muestran que al menos un tercio de los motores están claramente sobredimensionados y funcionan por debajo del 50% de su carga nominal.

Sin embargo:

- Los motores de gran tamaño son más caros.
- Los motores de gran tamaño a veces son menos eficientes que los motores del tamaño correcto: los motores están en su punto de trabajo más efectivo cuando operan entre el 30 % y el 100 % de su carga nominal y están contruidos para sostener períodos cortos al 120 % de su carga nominal.

La eficiencia disminuye rápidamente cuando las cargas están por debajo del 30%.

- El factor de potencia cae drásticamente cuando el motor no funciona a plena carga, lo que puede dar lugar a que se cobren cargos por potencia reactiva.

Sabiendo que los costos de energía representan más del 97% de los costos del ciclo de vida de un motor, invertir en un motor más caro pero más eficiente puede resultar rápidamente muy rentable.

Sin embargo, antes de decidir si sustituir un motor, es fundamental:

- para tener en cuenta el ciclo de vida restante del motor.
- Hay que recordar que el gasto de sustitución de un motor, incluso si está claramente sobredimensionado, puede no estar justificado si su carga es muy pequeña o si sólo se utiliza con poca frecuencia (por ejemplo, menos de 800 horas al año, consulte la **Fig. K17**).
- para garantizar que las características críticas de rendimiento del nuevo motor (como la velocidad) sean equivalentes a las del motor existente.

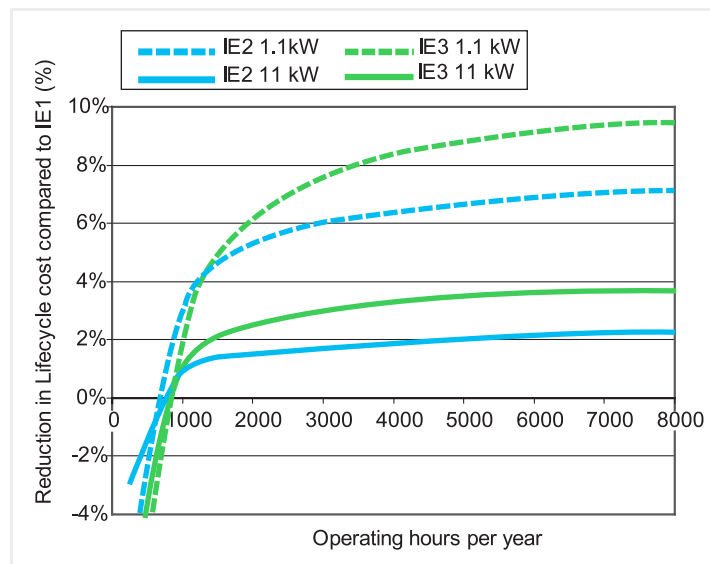


Fig. K17 – Reducción del coste del ciclo de vida de los motores IE2 e IE3 en comparación con los motores IE1, dependiendo del número de horas de funcionamiento por año

funcionamiento del motor

Se pueden hacer ahorros mediante:

- Reemplazo de un motor viejo de gran tamaño por un motor apropiado de alta eficiencia
- Manejar el motor inteligentemente
- Elegir un arrancador/controlador de motor adecuado

También son posibles otros enfoques para mejorar la eficiencia energética de los motores:

- Mejorar la eficiencia energética activa simplemente parando los motores cuando ya no necesitan estar en funcionamiento. Este método puede requerir mejoras en términos de automatización, capacitación o

monitoreo, y es posible que sea necesario ofrecer incentivos a los operadores. Si un operador no es responsable del consumo de energía, es muy posible que se olvide de detener un motor en momentos en que no es necesario.

- Monitorear y corregir todos los componentes de las cadenas de transmisión, comenzando por los de los motores más grandes, que pueden afectar la eficiencia general. Esto puede implicar, por ejemplo, alinear ejes o acoplamientos según sea necesario. Un desplazamiento angular de 0,6 mm en un acoplamiento puede provocar una pérdida de potencia de hasta el 8%.

control del motor

El método para arrancar/controlar un motor siempre debe basarse en un análisis a nivel de sistema, considerando varios factores como los requisitos de velocidad variable, la eficiencia y el costo generales, las limitaciones mecánicas, la confiabilidad, etc.

Para garantizar la mejor eficiencia energética general, el sistema de control del motor debe elegirse cuidadosamente, dependiendo de la aplicación del motor:

- Para una aplicación de velocidad constante, los arrancadores de motor proporcionan soluciones económicas y de bajo consumo de energía. Se pueden utilizar tres tipos de arrancadores, según las limitaciones del sistema:
 - Arrancador directo en línea (contactor)
 - Arrancador Estrella Triángulo: para limitar la corriente de entrada, siempre que la carga permita un par de arranque de 1/3 del par nominal.
 - Arrancador suave: cuando el arrancador Estrella Triángulo no es adecuado para realizar una función de corriente de entrada limitada y si es necesario un frenado suave.

Ejemplo de aplicaciones de velocidad constante: ventilación, bombas de almacenamiento de agua, unidades de agitación para el tratamiento de aguas residuales, transportadores, etc.

Fig. K18 – Ejemplos de arrancadores de motor (Schneider Electric)



- Cuando la aplicación requiere variar la velocidad, un variador de velocidad (VSD) proporciona una solución activa muy eficiente ya que adapta la velocidad del motor para limitar el consumo de energía. Compite favorablemente con las soluciones mecánicas convencionales (válvulas, compuertas y estranguladores, etc.), utilizadas especialmente en bombas y ventiladores, donde su principio de funcionamiento provoca pérdidas de energía obstruyendo los conductos mientras los motores funcionan a máxima velocidad.
- Los VSD también ofrecen un control mejorado, así como reducción de ruido, efectos transitorios y vibraciones. Se pueden obtener ventajas adicionales utilizando estos VSD junto con dispositivos de control diseñados para cumplir con los requisitos individuales.
- Como los VSD son dispositivos costosos que generan pérdidas de energía adicionales y pueden ser una fuente de perturbaciones eléctricas, su uso debe limitarse a aplicaciones que intrínsecamente requieren velocidad variable o funciones de control preciso.
- Ejemplo de aplicaciones de velocidad variable: elevación, posicionamiento en máquinas herramienta, control en circuito cerrado, bombeo o ventilación centrífuga (sin acelerador) o bombas de refuerzo, etc.

Fig. K19 – Variadores de velocidad de varias potencias nominales (gama Altivar, Schneider Electric)



Altivar 12
(≤ 4 kW)



Altivar 212
(climatización, ≤ 75 kW)



Proceso Altivar ATV900
(≤ 2600 kW)

- Para manejar cargas que cambian según los requisitos de la aplicación, se deben considerar arrancadores, VSD o una combinación de ambos con una estrategia de control adecuada (consulte el ejemplo de bombas en cascada, **Fig. K20**), a fin de proporcionar la solución general más eficiente y rentable.

Ejemplo de aplicaciones: HVAC para edificios, transporte de mercancías, sistemas de suministro de agua, etc.

El método para arrancar/controlar un motor siempre debe basarse en un análisis a nivel del sistema, considerando varios factores como los requisitos de velocidad variable, la eficiencia y el costo generales, las limitaciones mecánicas, la confiabilidad, etc.

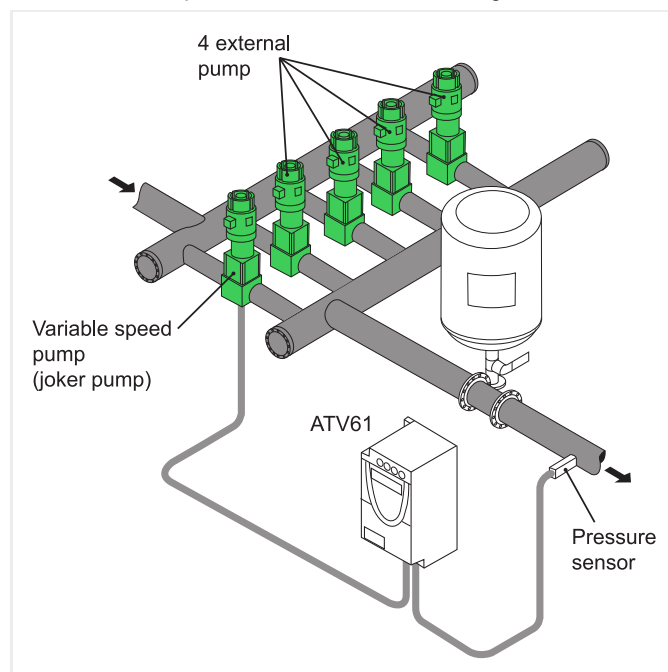


Fig. K20 – Ejemplo de bombas en cascada, que combinan hábilmente arrancadores y un variador de velocidad para ofrecer una solución flexible pero no demasiado costosa.

Oportunidades de ahorro energético - Iluminación

La iluminación puede suponer más del 35% del consumo energético de los edificios, dependiendo del tipo de actividades que en ellos se realicen. El control de la iluminación es una de las formas más sencillas de lograr ahorros sustanciales de energía con una inversión relativamente pequeña y es una de las medidas de ahorro de energía más comunes.

Los sistemas de iluminación para edificios comerciales se rigen por normas, reglamentos y códigos de construcción. La iluminación no sólo debe ser funcional, sino que también debe cumplir con los requisitos de seguridad y salud en el trabajo y ser adecuada para su propósito.

En muchos casos, la iluminación de las oficinas es excesiva y existe un margen considerable para realizar ahorros energéticos pasivos. Esto se puede lograr reemplazando luminarias ineficientes, reemplazando luminarias obsoletas por alternativas de alto rendimiento y bajo consumo e instalando balastos electrónicos. Este tipo de enfoque es especialmente apropiado en áreas donde se requiere iluminación constantemente o durante períodos prolongados y no se pueden lograr ahorros simplemente apagando las luces. El tiempo necesario para recuperar las inversiones varía de un caso a otro, pero muchos proyectos requieren un período de alrededor de dos años.

Luces y balastos electrónicos o tecnología LED

Puede ser posible utilizar luces más eficientes, dependiendo de las necesidades, el tipo y la antigüedad del sistema de iluminación. Por ejemplo, hay nuevas luces fluorescentes disponibles, aunque también es necesario reemplazar los balastos cuando se cambian las luces.

También están disponibles nuevos balastos electrónicos, que ofrecen importantes ahorros de energía en comparación con los balastos electromagnéticos anteriores. Por ejemplo, las luces T8 con balastos electrónicos utilizan entre un 32% y un 40% menos de electricidad que las luces T12 equipadas con balastos electromagnéticos.

Sin embargo, los balastos electrónicos tienen una serie de puntos de atención en comparación con los balastos magnéticos:

- Su frecuencia de funcionamiento (entre 20 y 60 kHz) puede introducir perturbaciones conducidas y radiadas de alta frecuencia, que pueden interferir con los dispositivos de comunicación de líneas eléctricas, por ejemplo. Se deben incorporar filtros adecuados.
- La corriente de alimentación de los dispositivos estándar está muy distorsionada, por lo que se producen perturbaciones típicas relacionadas con armónicos, como por ejemplo una sobrecarga de corriente de neutro. Actualmente se encuentran disponibles dispositivos de baja emisión de armónicos, que mantienen la distorsión armónica a menos del 20 por ciento de la corriente fundamental, o incluso al 5% para instalaciones más sensibles (hospitales, entornos de fabricación sensibles...).

La tecnología LED, introducida hace sólo unos años, ofrece importantes perspectivas de progreso, especialmente en el control inteligente. Los LED se consideran la solución alternativa sostenible para alcanzar los objetivos de ahorro energético en el sector de la iluminación.

Se trata de la primera tecnología de iluminación apta para todos los ámbitos (residencial, edificios del sector servicios, infraestructuras...) aportando una gran eficiencia energética y capacidad de gestión inteligente.

Otros tipos de iluminación pueden ser más apropiados, dependiendo de las condiciones involucradas. Una evaluación de las necesidades de iluminación se centrará en evaluar las actividades realizadas y los niveles requeridos de iluminación y reproducción cromática. Muchos sistemas de iluminación existentes fueron diseñados para proporcionar más luz de la necesaria. Diseñar un nuevo sistema que se ajuste perfectamente a las necesidades de iluminación facilita el cálculo y, en última instancia, logra ahorros.

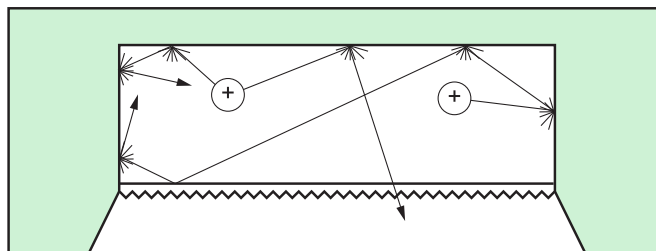
Además de la cuestión del ahorro, y sin olvidar la importancia de cumplir con las normas y reglamentos pertinentes, existen otras ventajas asociadas a la modernización de los sistemas de iluminación. Estos incluyen menores costos de mantenimiento, la posibilidad de realizar ajustes según las necesidades (áreas de oficina, áreas de “paso”, etc.), mayor comodidad visual (al erradicar la frecuencia cardíaca y el parpadeo típicamente asociados con la migraña y la fatiga visual) y un mejor color. representación.

Reflectores

Una medida de eficiencia energética pasiva menos común, pero que vale la pena considerar junto con el uso de luces equipadas con balastos, es reemplazar los reflectores que desvían la luz hacia las áreas donde se necesita. Los avances en materiales y diseño han dado como resultado reflectores de mejor calidad que pueden instalarse en las luces existentes. Estos reflectores intensifican la luz útil, por lo que en algunos casos pueden ser necesarias menos luces. Se puede ahorrar energía sin tener que comprometer la calidad de la iluminación.

Los nuevos reflectores de alto rendimiento ofrecen una eficiencia espectral de más del 90% (ver **Fig. K21**). Esto significa:

- Se pueden sustituir dos luces por una sola, con un potencial de ahorro del 50% o más en términos de costes energéticos asociados a la iluminación.
- Las luminarias existentes se pueden actualizar instalando reflectores tipo espejo sin tener que ajustar la distancia entre ellos. Esto tiene la ventaja de simplificar el proceso de modernización y reducir el trabajo involucrado, con cambios mínimos en el diseño del techo existente.



Above: Around 70% of a fluorescent tube's light is directed sideways and upwards.

Below: The new silver surfaces are designed to reflect the maximum amount of light downwards.

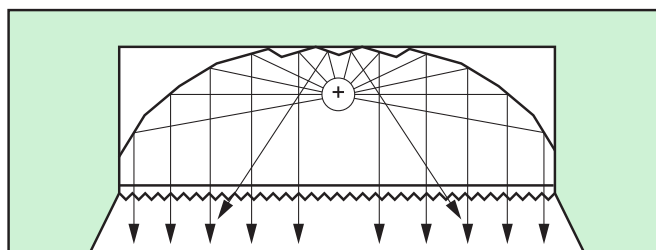


Fig. K21 – Ilustración del principio de funcionamiento general de reflectores de alto rendimiento

Control de iluminación

Las medidas pasivas de ahorro de energía descritas anteriormente dejan más posibilidades de ahorro. El objetivo de los programas de control de iluminación es brindar a los usuarios los niveles requeridos de comodidad y flexibilidad, al mismo tiempo que respaldan el ahorro activo de energía y la reducción de costos apagando las luces tan pronto como ya no sean necesarias. Hay una serie de tecnologías disponibles con diversos grados de sofisticación, aunque el tiempo necesario para recuperar las inversiones es generalmente corto, de seis a doce meses. Actualmente también están disponibles una multitud de dispositivos diferentes (ver **Fig. K22**).

Fig. K22 – Una selección de dispositivos de control de iluminación: temporizadores, sensores de luz,

sensores de movimiento.



- Temporizadores para apagar las luces una vez transcurrido un determinado periodo. Se utilizan mejor en áreas donde el tiempo típico de permanencia o el período de actividad está claramente definido (como los corredores).
- Sensores de ocupación/movimiento para apagar las luces cuando no se ha detectado movimiento durante un período determinado. Son especialmente adecuados para zonas en las que el tiempo de permanencia o el período de actividad no se pueden predecir con precisión (almacenes, escaleras, etc.).
- Células fotoeléctricas/sensores de captación de luz natural para controlar las luces cerca de las ventanas. Cuando hay suficiente luz natural disponible, las luces se apagan o cambian al modo de luz nocturna.

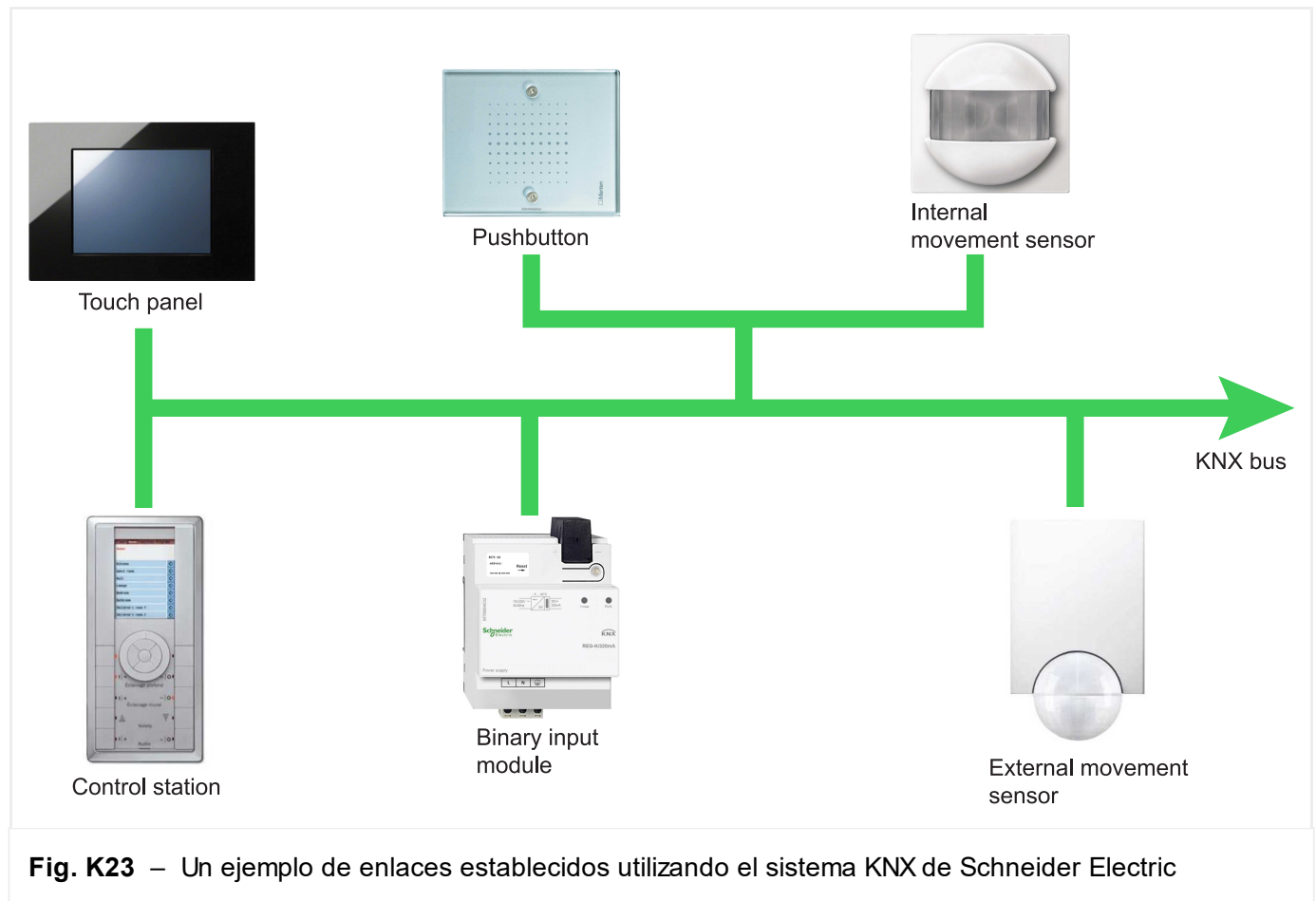
- Relojes programables para encender y apagar luces en horarios predeterminados (escaparates, luces de oficinas por las noches y fines de semana)
- Luces regulables para proporcionar un nivel bajo de iluminación (luz nocturna) en períodos de menor actividad (por ejemplo, un estacionamiento que requiere iluminación total hasta la medianoche, pero donde niveles más bajos serán suficientes entre la medianoche y el amanecer).
- Reguladores de voltaje, balastros o dispositivos electrónicos especiales para optimizar el consumo energético de las luminarias (tubos fluorescentes, lámparas de sodio de alta presión, etc.)
- Dispositivos de control remoto inalámbricos para una modernización sencilla y económica de aplicaciones existentes

Estas diversas tecnologías se pueden combinar y también se pueden utilizar para crear un efecto o atmósfera específica. Por ejemplo, los paneles de iluminación programables en áreas de reuniones (para reuniones de directorio, presentaciones, conferencias, etc.) tienen varios ajustes de iluminación diferentes que se pueden cambiar con solo presionar un interruptor.

Gestión de iluminación centralizada.

Algunos de los sistemas de control de iluminación disponibles actualmente, como los basados en el protocolo KNX, tienen la ventaja adicional de admitir la integración en los sistemas de gestión de edificios (ver **Fig. K23**).

Ofrecen una mayor flexibilidad de gestión y supervisión centralizada, y ofrecen más posibilidades de ahorro de energía al permitir que los controles de iluminación se integren en otros sistemas (por ejemplo, aire acondicionado). Ciertos sistemas permiten un ahorro energético del 30%, aunque los niveles de eficiencia dependerán de la aplicación involucrada y hay que elegirla con cierto cuidado.



Para que este tipo de sistemas den resultados, la fase de diseño e implementación debe comenzar con una auditoría del consumo energético y un estudio del sistema de iluminación con el fin de idear la mejor solución lumínica e identificar posibles reducciones tanto en costes como en energía. consumo. En cuanto a este tipo de tecnología, Schneider Electric también dispone de soluciones para oficinas, así como para iluminación exterior, aparcamientos, parques y zonas ajardinadas.

Oportunidades de ahorro de energía: corrección del factor de potencia y filtrado de armónicos.

- Si la empresa distribuidora de energía impone sanciones por el consumo de energía reactiva, mejorar la corrección del factor de potencia es una medida de ahorro de energía típicamente pasiva. Entra en vigor inmediatamente después de su implementación y no requiere ningún cambio en los procedimientos o el comportamiento del personal. La inversión involucrada se puede recuperar en menos de un año.

Consulte [Corrección del factor de potencia](#) para obtener más detalles.

- Muchos tipos de equipos (variadores de velocidad, balastos electrónicos, etc.) y computadoras generan armónicos dentro de su línea de suministro. Los efectos producidos a veces pueden ser calor y vibraciones importantes, lo que puede reducir la eficiencia y la vida útil de equipos como los bancos de condensadores utilizados para la corrección del factor de potencia. El filtrado de armónicos es otra medida típica de ahorro de energía pasiva a considerar.

Consulte [Gestión de armónicos de potencia](#) para obtener más detalles.

Oportunidades de ahorro energético - Gestión de carga

Como parte de su esfuerzo por sincronizar el consumo y la producción de energía eléctrica a largo plazo, las empresas distribuidoras de energía adaptan sus tarifas para alentar a los consumidores a reducir sus necesidades durante los períodos pico.

Son posibles varias estrategias diferentes, dependiendo de los niveles de consumo y los requisitos operativos: restringir la demanda (ver **Fig. K24**), evitar los períodos pico, programar la carga o incluso generar energía adicional en el sitio.

Esto también se conoce como "respuesta a la demanda".

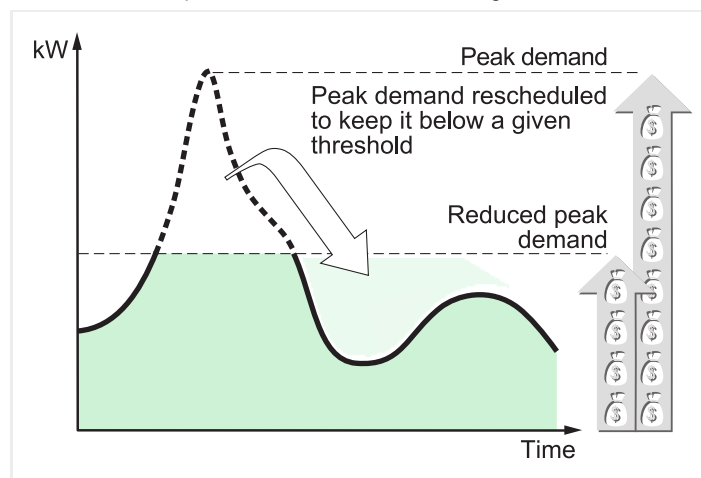


Fig. K24 – Un ejemplo de una estrategia de gestión de carga

Restricción de demanda

Las empresas distribuidoras de energía pueden utilizar esta solución en contratos de suministro que contengan cláusulas restrictivas opcionales o de emergencia (con límites obligatorios) cuya aplicación la determine el consumidor (en base a tarifas especiales). Esta política de gestión se suele utilizar durante los meses más calurosos o más fríos del año, cuando las empresas y los clientes privados tienen necesidades muy elevadas de ventilación, aire acondicionado y calefacción, y cuando el consumo de electricidad supera considerablemente la demanda normal. Reducir el consumo de esta manera puede resultar problemático en entornos residenciales y del sector de servicios, ya que puede causar considerables molestias a los

ocupantes de los edificios. Los clientes de la industria pueden mostrar más interés en este tipo de esquemas y podrían beneficiarse de contratos que reduzcan los costos unitarios hasta en un 30% si tienen un número elevado de cargas no esenciales.

Evitar picos de demanda

Este método consiste en desplazar los picos de consumo en función de las diferentes tarifas disponibles. La idea es reducir las facturas, incluso si el consumo general sigue siendo el mismo

Programación de carga

Esta estrategia de gestión es una opción para las empresas que pueden beneficiarse de tarifas más bajas al programar el consumo de todos sus procesos donde la hora del día no es importante ni crítica.

Generación de energía adicional en el sitio

El uso de grupos electrógenos para suministrar energía mejora la flexibilidad operativa al proporcionar la energía necesaria para continuar las operaciones normales durante los períodos de demanda máxima o restringida. Se puede configurar un sistema de control automatizado para gestionar esta producción energética en función de las necesidades y las tarifas aplicables en cada momento. Cuando la energía suministrada desde el exterior se vuelve más cara que la energía generada internamente, el sistema de control cambia automáticamente entre ambas.

Oportunidades de ahorro energético - Sistemas de comunicación e información

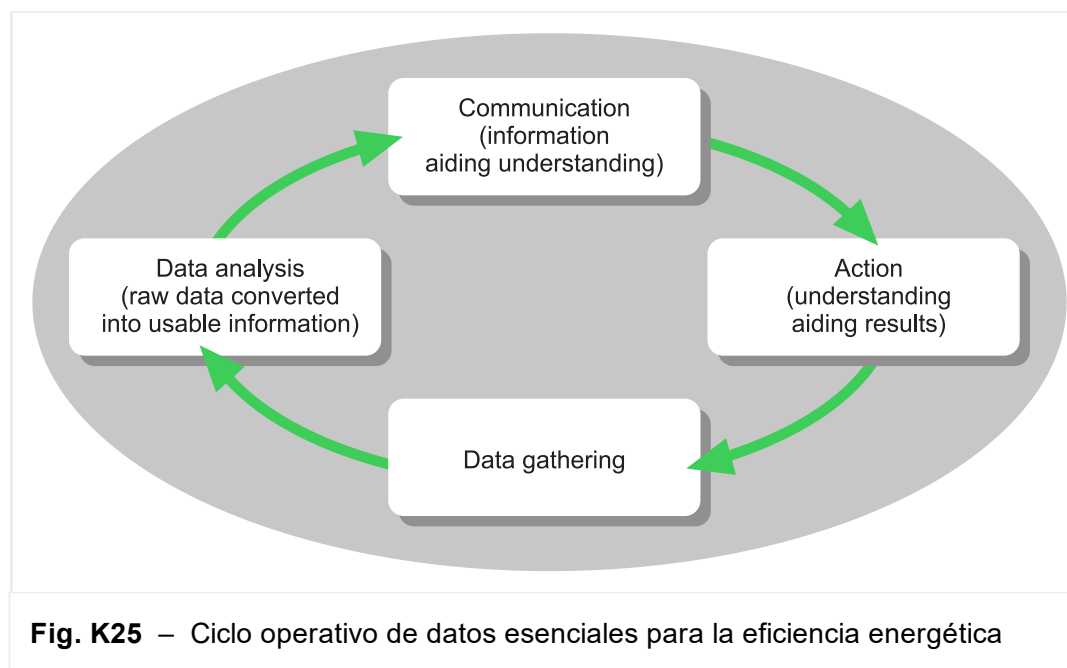
Sistemas de información

Ninguna Eficiencia Energética es posible sin comunicación.

Pero ya se trate de mediciones, estados operativos o bases de tarifas, los datos brutos sólo pueden ser útiles cuando se convierten en información utilizable y se distribuyen según sea necesario a todos aquellos involucrados en la eficiencia energética con miras a mejorar la experiencia de todos. participantes en el

proceso de gestión energética. También es necesario explicar los datos, ya que las personas sólo pueden desarrollar las habilidades de gestión e intervención esenciales para cualquier política eficaz de ahorro de energía si comprenden plenamente las cuestiones implicadas. La distribución de datos debe producir acciones, y estas acciones tendrán que continuar si se quiere mantener la eficiencia energética (ver **Fig. K25**).

Sin embargo, este ciclo de operaciones requiere la existencia de una red de comunicación eficaz.



El sistema de información podrá ser utilizado diariamente por los operadores en los distintos lugares donde se consume electricidad (para procesos industriales, iluminación, aire acondicionado, etc.) para alcanzar los objetivos de eficiencia energética especificados por la dirección de la empresa. También puede garantizar

que estas mismas ubicaciones contribuyan positivamente a las operaciones de la empresa (en términos de volúmenes de productos, condiciones para los compradores de supermercados, temperaturas en las cámaras frigoríficas, etc.).

Sistemas de monitoreo

- Para auditorías rápidas que se pueden realizar de forma continua.
Fomentar el conocimiento de los datos y distribuirlos puede ayudar a mantenerlo todo actualizado, pero las redes eléctricas se desarrollan rápidamente y plantean permanentemente dudas sobre su capacidad para hacer frente a estos nuevos desarrollos.
Teniendo esto en cuenta, un sistema de seguimiento de la transferencia y el consumo de energía es capaz de proporcionar toda la información necesaria para realizar una auditoría completa del sitio. Además de la electricidad, esta auditoría cubriría el agua, el aire, el gas y el vapor.
Se pueden utilizar mediciones, análisis comparativos y datos estandarizados de consumo energético para determinar la eficiencia de procesos e instalaciones industriales.
- Para una toma de decisiones rápida e informada
Se pueden implementar planes de acción adecuados. Estos incluyen sistemas de control y automatización para iluminación y edificios, variadores de velocidad, automatización de procesos, etc.
El registro de información sobre el uso efectivo de los equipos permite determinar con precisión la capacidad disponible en la red o en un transformador y establecer cómo y cuándo se deben realizar los trabajos de mantenimiento (asegurando que no se tomen medidas ni demasiado pronto ni demasiado tarde).

Redes de comunicación

Los sistemas de información y monitoreo son sinónimos de redes de comunicación tanto de intranet como de Internet, y los intercambios tienen lugar dentro de arquitecturas informáticas diseñadas para cada usuario.

Intranet

En su mayor parte, el intercambio de datos en el sector industrial utiliza tecnologías web instaladas permanentemente en la red de comunicaciones de la empresa, normalmente una red intranet para uso exclusivo del operador.

En cuanto al intercambio de datos entre componentes conectados a través de un enlace de transmisión físico, el protocolo Modbus se utiliza ampliamente. La conexión es posible con dispositivos de medida y protección en redes eléctricas. Creado inicialmente por Schneider Electric, es muy popular también en el sector de la construcción y se considera un protocolo estándar.

Para transportar grandes cantidades de datos entre sistemas de distribución eléctrica, la última tecnología que se introduce ahora es Ethernet. Se promociona fuertemente por su simplicidad y rendimiento. Es el medio más adaptado ya sea para visualización local o para servidores distantes.

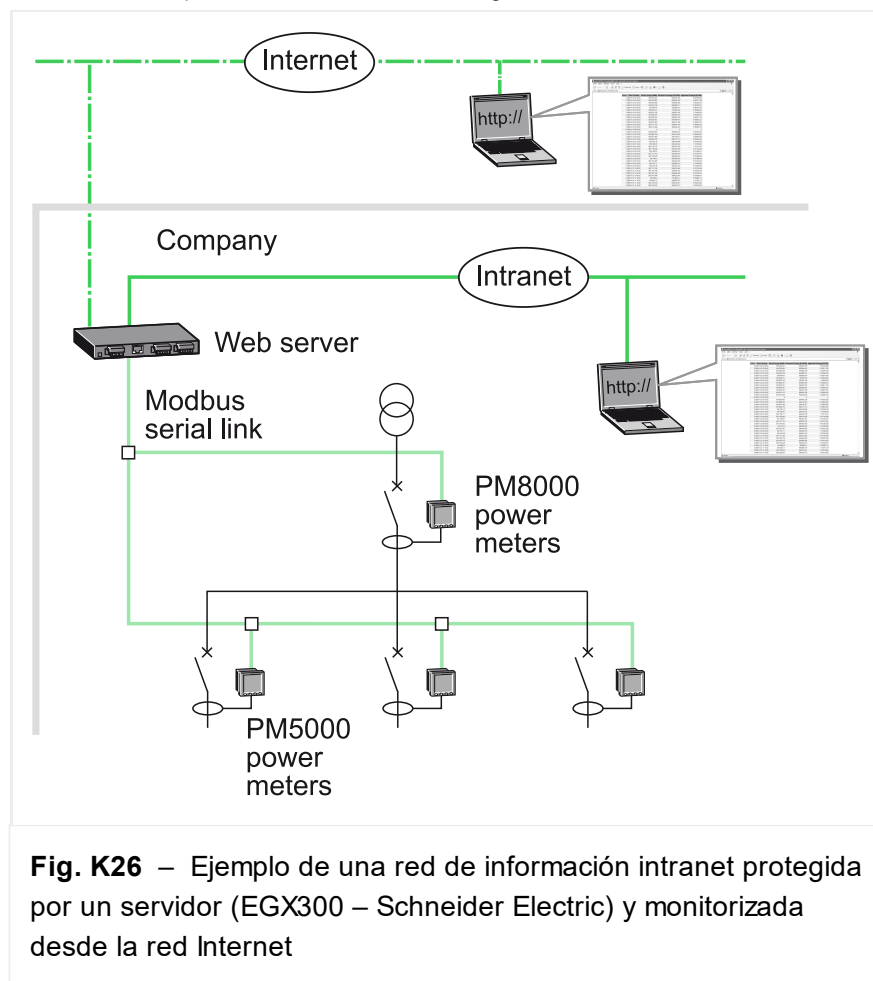
En la práctica, los datos eléctricos se registran en servidores web industriales instalados en paneles. El popular protocolo estándar TCP/IP se utiliza para transmitir estos datos con el fin de reducir los costos de mantenimiento continuo asociados con cualquier red informática. Este principio está bien adaptado para comunicar datos asociados con la promoción de la eficiencia energética. No se necesita software adicional: todo lo que se necesita es una PC con un navegador de Internet. De esta forma, todos los datos de eficiencia energética quedan registrados y pueden comunicarse de la forma habitual a través de redes intranet, GSM/GPRS, wifi, etc...

Por simplicidad y coherencia, los dispositivos de medición y las interfaces de comunicación están ventajosamente integrados en los tableros del panel de distribución. Ver [Paneles Inteligentes](#) .

Internet

La supervisión y el control remotos mejoran la disponibilidad y accesibilidad de los datos, al tiempo que ofrecen una mayor flexibilidad en términos de servicio. **La Fig. K26** muestra un diagrama de este tipo de instalación. La conexión a un servidor y un navegador web estándar hace que sea mucho más fácil utilizar datos y exportarlos a hojas de cálculo de Microsoft Excel™ con el fin de rastrear curvas de potencia en tiempo real.

Ahora, la tecnología Ethernet permite una fácil conexión de paneles a Internet, con compatibilidad con las instalaciones Smart Grid en rápido desarrollo.



Arquitecturas

Históricamente y durante muchos años, los sistemas de monitorización y control fueron centralizados y basados en sistemas de automatización SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition).

Hoy en día se hace una distinción entre tres niveles arquitectónicos (ver **Fig. K27**).

Arquitectura de nivel 1

Gracias a las nuevas capacidades asociadas a la tecnología Web, los últimos tiempos han sido testigos del desarrollo de un nuevo concepto de equipos inteligentes. Este equipo se puede utilizar a nivel básico dentro de la gama de sistemas de monitorización, ofreciendo acceso a la información de la electricidad en todo el recinto. También se puede organizar el acceso a Internet para todos los servicios fuera del sitio.

Arquitectura de nivel 2

Este sistema ha sido diseñado específicamente para electricistas y adaptado para cubrir las demandas de las redes eléctricas.

Esta arquitectura se basa en un sistema de monitorización centralizado diseñado para satisfacer todos los requisitos de monitorización de la red eléctrica. Como era de esperar, los trabajos de instalación y mantenimiento requieren menos experiencia que en el nivel 3, ya que todos los dispositivos de distribución eléctrica ya están contenidos en una biblioteca especializada. Además, los costes de adquisición se pueden mantener al mínimo, ya que existen pocos requisitos en términos de integración del sistema.

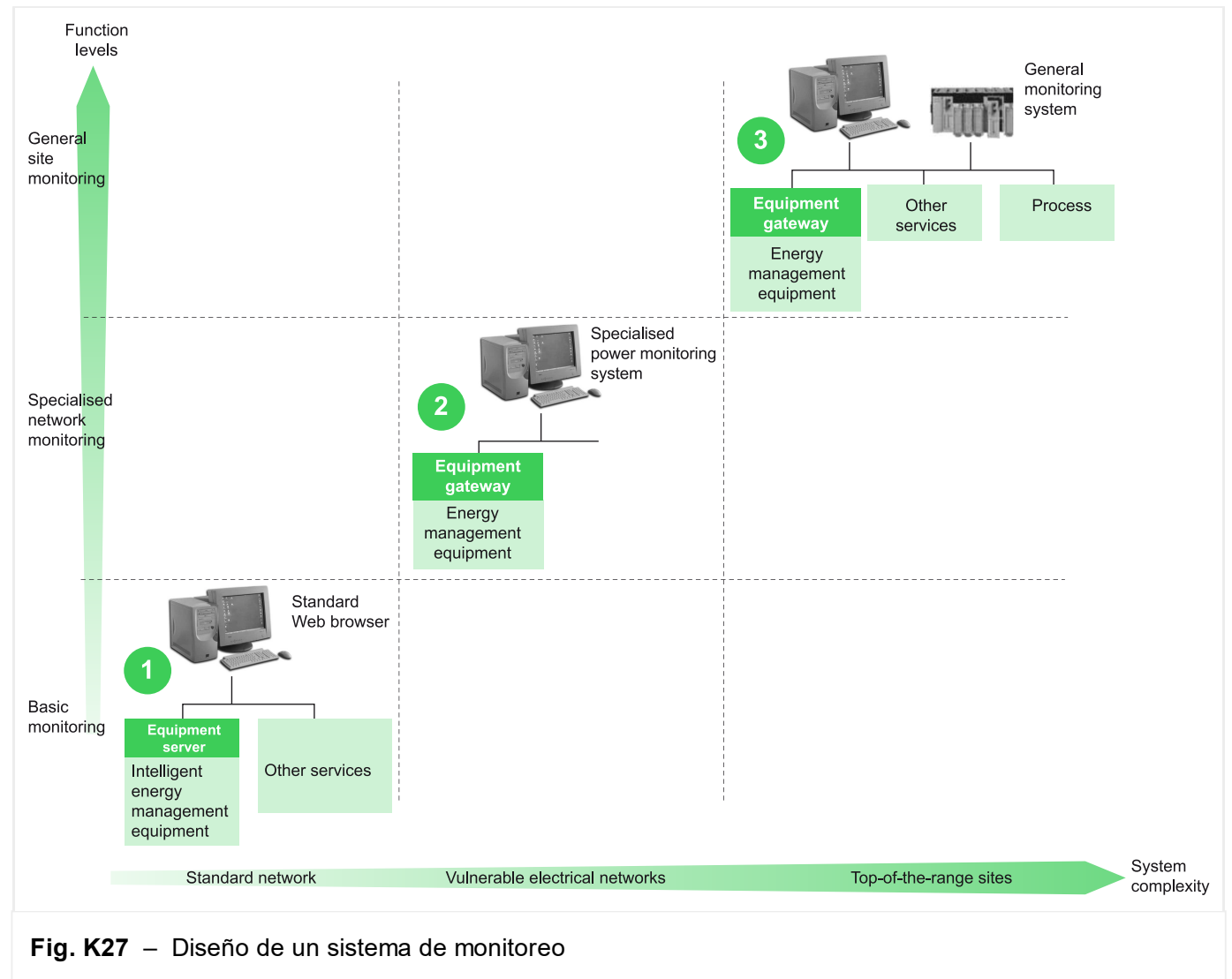
Arquitectura de nivel 3

La inversión en este tipo de sistemas suele restringirse a instalaciones de alta gama, que consumen grandes cantidades de energía o utilizan equipos muy sensibles a las variaciones de calidad energética y con altas exigencias en términos de disponibilidad eléctrica.

Para garantizar que se cumplan estas altas exigencias de disponibilidad, el sistema a menudo exige que se asuma la responsabilidad de los componentes de la instalación tan pronto como se produzca el primer fallo. Esto debe hacerse de manera transparente (cualquier impacto debe ser claro).

En vista de los importantes costos iniciales, la experiencia necesaria para implementar el sistema correctamente y los costos de actualización generados a medida que se desarrolla la red, los inversores potenciales pueden verse disuadidos y pueden requerir la realización de análisis previos muy detallados.

El nivel 2 y el nivel 3 se pueden usar uno al lado del otro en ciertos sitios.



Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:01.

Paneles inteligentes

Los Smart Panels son cuadros de distribución que incluyen las 3 funciones clave:

- **Mida** , con capacidades de control y medición integradas e independientes,
- **Connect** , con interfaces de comunicación integradas, listo para conectar el sistema de distribución eléctrica a plataformas de gestión de energía,
- **Ahorrar** , es decir proporcionar beneficios de Eficiencia Energética, a través de seguimiento y control en tiempo real, y acceso a servicios en línea.

Con dispositivos de medición integrados, los Smart Panels son la fuente natural de datos dentro de la instalación eléctrica. La información puede estar disponible en la pantalla local o enviarse a través de una red de comunicación.

Los dispositivos de interfaz se implementan para que la comunicación sea simple y fácil de instalar. Se utilizan las tecnologías más avanzadas y eficientes:

- **Modbus sobre línea serie o Ethernet, inalámbrico** : para la transmisión de información dentro de cuadros, entre componentes,
- **Cable Ethernet o wifi** : en el interior de edificios, conectando centralita con sistemas de monitorización del local, o conectando el sistema de distribución eléctrica a servicios en línea,



Fig. K28 – Ejemplo de dispositivo de

comunicación
desarrollado para
paneles inteligentes
(EcoStruxure Panel
Server - registrador de
datos avanzado, servidor
de energía, Schneider
Electric)

¿Cómo contribuyen los Paneles Inteligentes a la Eficiencia Energética?

Los Smart Panels están diseñados para monitorizar la electricidad en la instalación directamente en las fuentes. Esta es la mejor manera de saber cómo se utiliza la energía. Se adaptan a un amplio rango de potencia: desde la distribución final, hasta el cuadro de distribución principal. Ofrecen grandes posibilidades de visualización, desde soluciones locales hasta soluciones integradas basadas en la nube.

Proporcionan seguimiento y control in situ en tiempo real. La información más esencial se puede visualizar localmente: potencia, consumo energético, estado de los equipos, alarmas... También es posible el control de las apartamentas: apertura, cierre, rearme de los dispositivos de protección...

Los datos y funciones clave se proporcionan en la pantalla local, la computadora en el sitio, la sala de control remoto o la plataforma alojada en la nube:

- Detectar picos de demanda o uso anormal de energía,
- Planificar el uso de energía a largo plazo,
- Proporcionar tendencias sobre el consumo de energía, posibilitando el ahorro.
- Proporcionar información para el mantenimiento correctivo, preventivo o predictivo.

La información está disponible en la PC para el administrador del sitio mediante páginas web accesibles con un navegador estándar. También se da acceso a expertos externos para su análisis y optimización.

Ejemplos de arquitecturas con Smart Panels

Los sistemas de monitoreo y control de energía son físicamente muy similares y se superponen con la arquitectura de distribución eléctrica cuyo diseño a menudo replican.

Las disposiciones que se muestran en **las Figuras K29 a K31** representan posibles ejemplos y reflejan los requisitos típicamente asociados con la distribución involucrada (en términos de número de alimentadores, cantidad y calidad de la energía requerida, redes digitales, modo de gestión, etc.) . Ayudan a visualizar y explicar los diversos servicios que se pueden utilizar para promover la eficiencia energética.

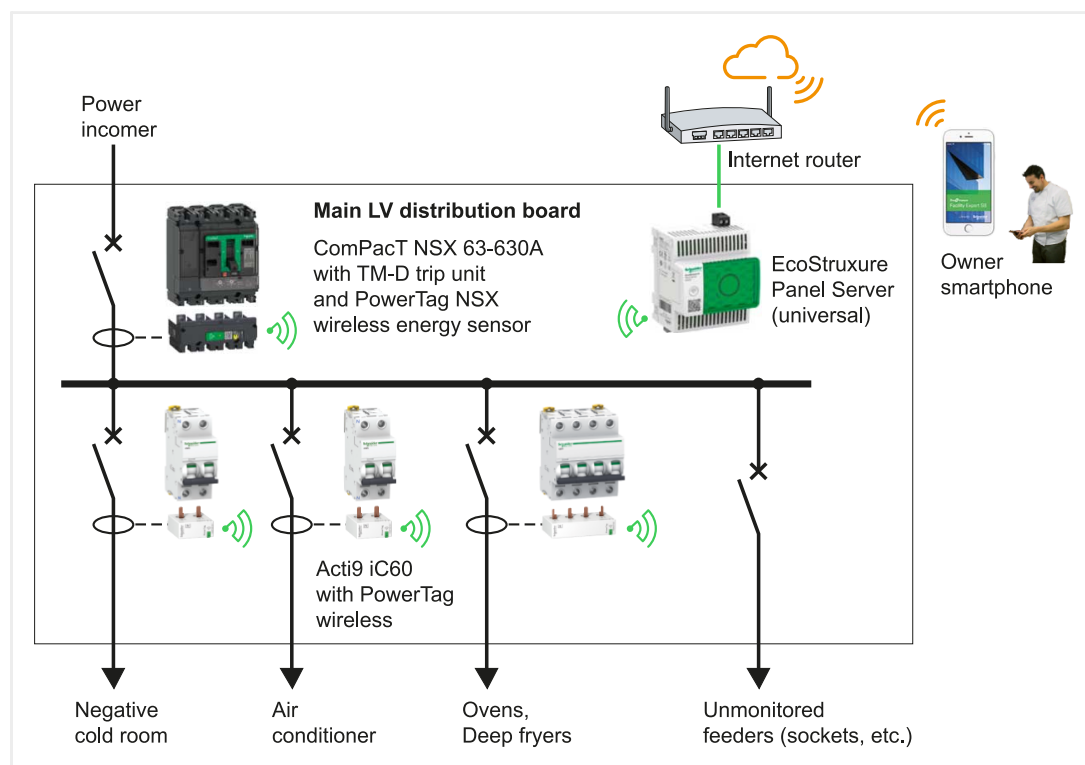


Fig. K29 : Ejemplo de arquitectura de monitoreo para un sitio pequeño con submedición y alarmas en circuitos seleccionados, utilizando sensores de energía inalámbricos Powertag

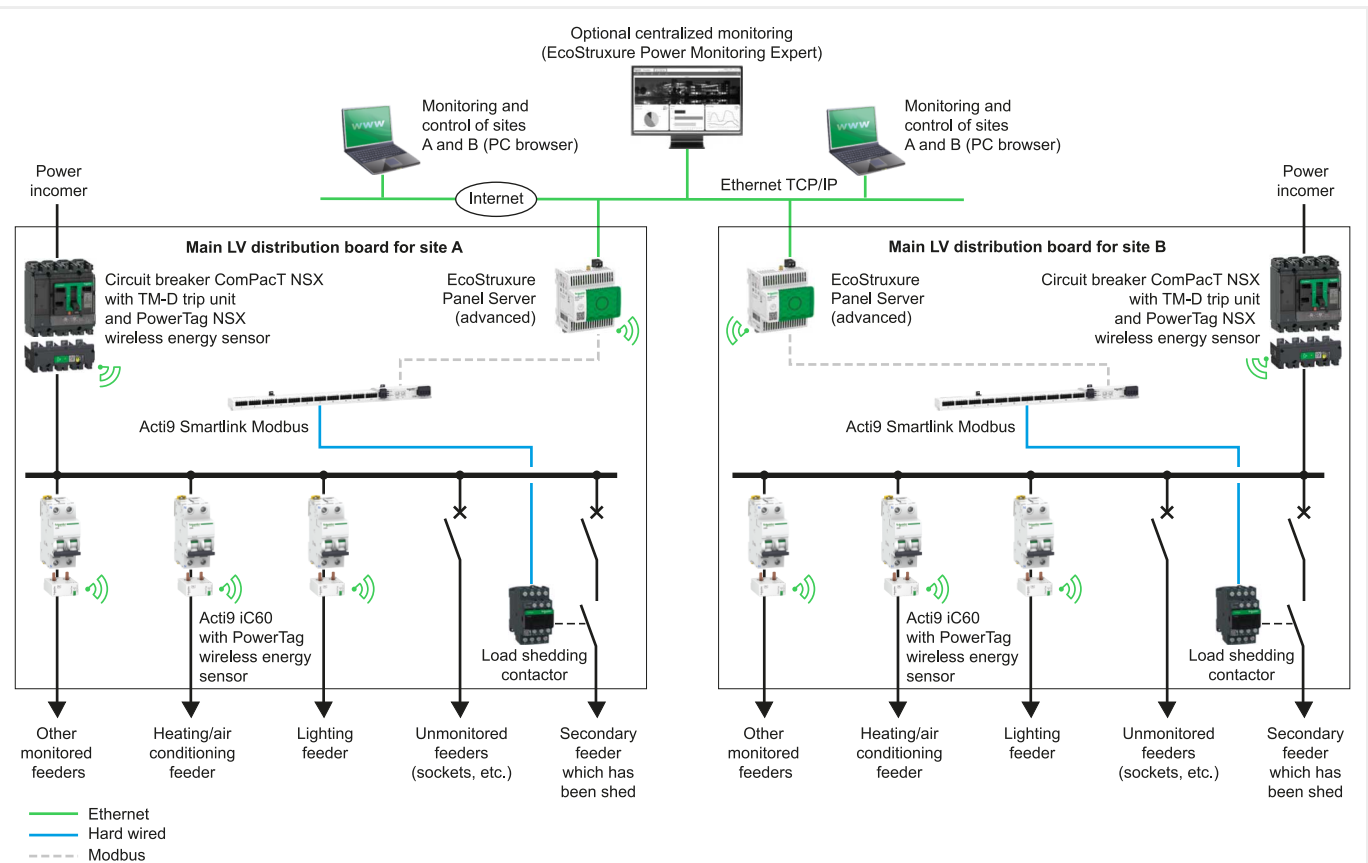
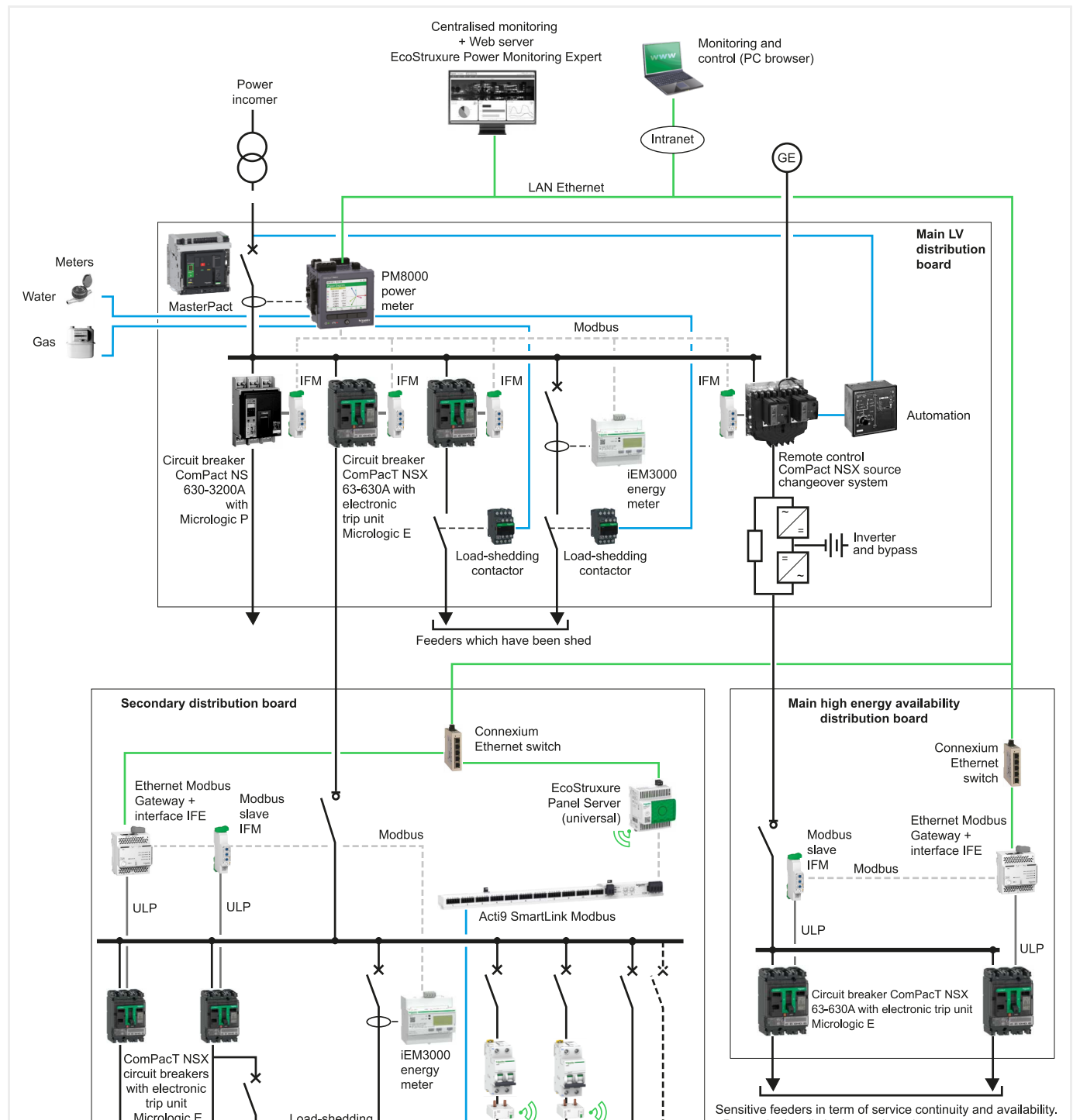
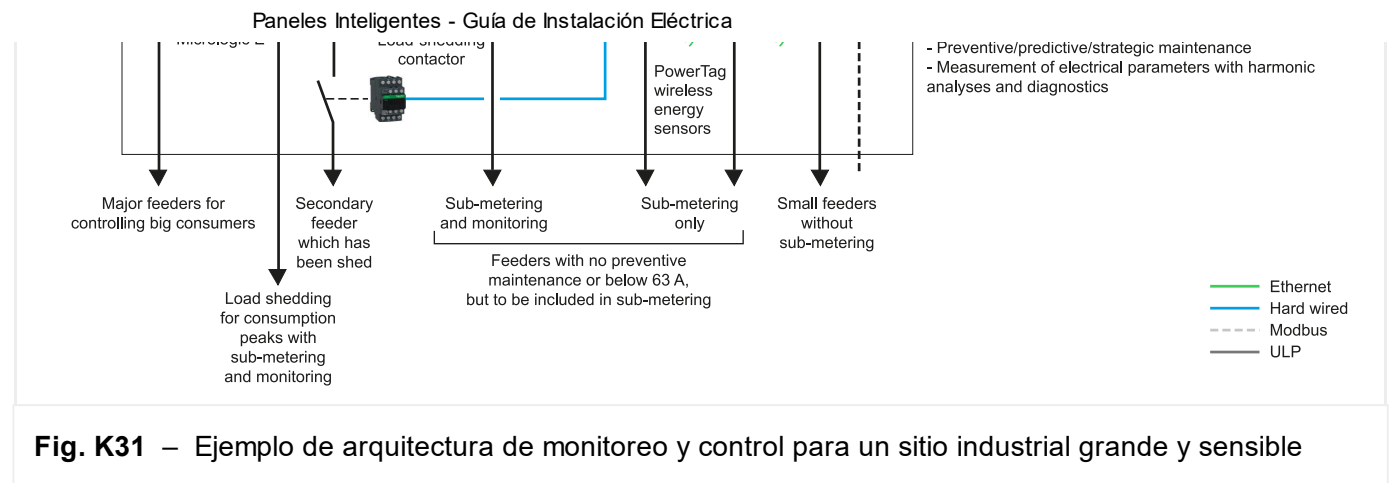
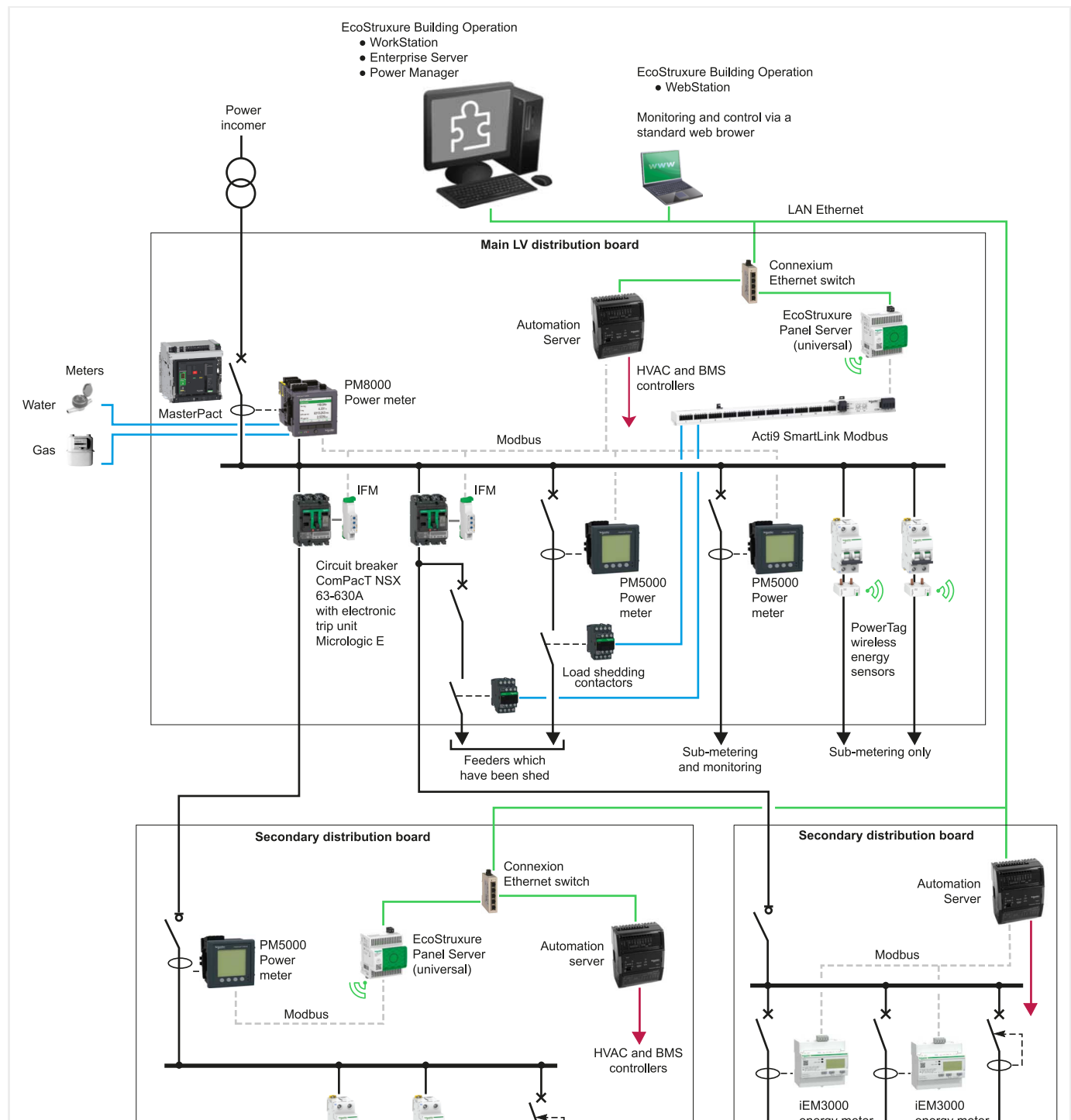
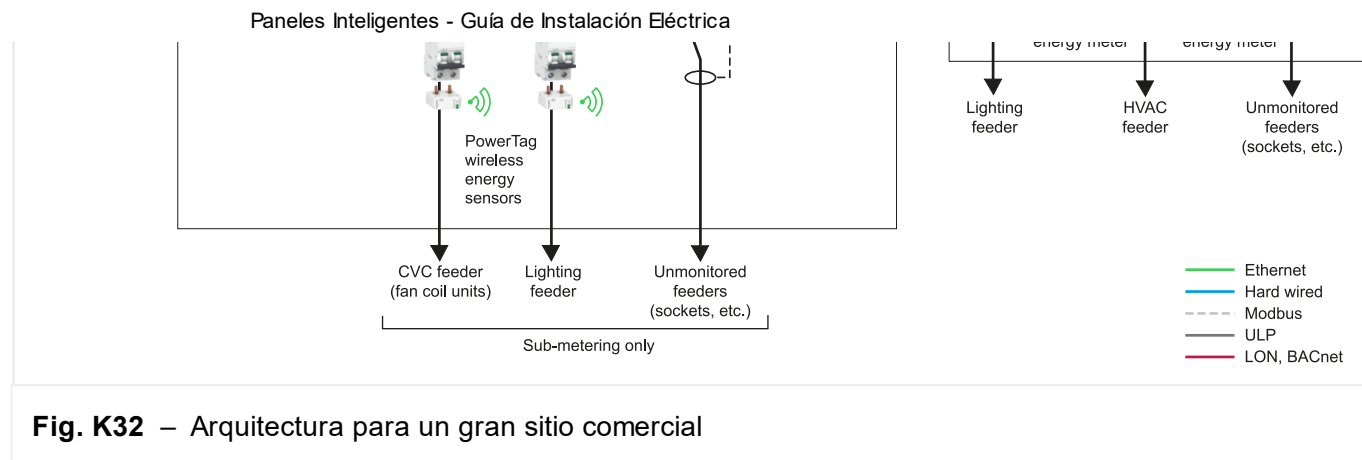


Fig. K30 – Ejemplo de arquitectura de monitoreo y control para una empresa con varios sitios pequeños









Además, estos diagramas dejan claro que la elección de los componentes está determinada por la elección de la arquitectura (por ejemplo, los sensores deben ser compatibles con el bus digital). Sin embargo, también puede ocurrir lo contrario, si una evaluación técnico-económica de los costos de instalación de los componentes y los resultados esperados muestra que una arquitectura diferente es más rentable. De hecho, el coste (en términos de compra e instalación) de estos componentes, que a veces tienen el mismo nombre pero características diferentes, puede variar mucho y producir resultados muy variables:

- Un dispositivo de medición puede medir uno o más parámetros con o sin cálculos (energía, potencia, $\cos \phi$).
- La sustitución de un disyuntor estándar por un disyuntor que contiene una unidad de control electrónico puede proporcionar una gran cantidad de información en un bus digital (mediciones efectivas e instantáneas de corrientes, tensiones entre fases y neutros y entre fases, desequilibrios de corrientes de fase y tensiones entre fases, frecuencia, potencia activa y reactiva total o específica de cada fase, etc.).

Por lo tanto, al diseñar estos sistemas, es muy importante definir objetivos de eficiencia energética y estar familiarizado con todas las soluciones tecnológicas, incluidas sus respectivas ventajas, desventajas y cualquier restricción que afecte su aplicación (ver **Fig. K33**).

Para cubrir todos los distintos escenarios, puede que sea necesario buscar en varios catálogos de hardware o simplemente consultar a un fabricante que ofrezca una amplia gama de equipos de distribución eléctrica y sistemas de información. Ciertos fabricantes, incluido Schneider Electric, ofrecen servicios de asesoramiento e investigación para ayudar a quienes buscan seleccionar e implementar todos estos diversos equipos.

Fig. K33 – Cuadro de soluciones

	Ahorros de energía	Optimización de costos	Disponibilidad y confiabilidad
Variadores de velocidad	+++	+	+
Motores y transformadores de alto rendimiento.	+++		
Suministro para motores MT	+++		
Corrección del factor de poder	+	+++	
Gestión de armónicos	+	++	+
Configuración del circuito			+++
Generadores auxiliares		++	+++
Dispositivos de suministro sin cortes			+++
Arranque suave	+	+	+++
iMCC		++	++
Arquitectura basada en equipos inteligentes Nivel 1	++	+	
Arquitectura especializada y centralizada para electricistas Nivel 2	+++	++	+
Arquitectura general/convencional, centralizada Nivel 3	+	++	+++

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 14:49.



Cómo evaluar el ahorro energético

Uno de los principales obstáculos que enfrentan quienes están interesados en diseñar e implementar proyectos de eficiencia energética es la falta de datos financieros confiables que proporcionen un caso de negocio convincente. Cuanto mayor sea la inversión, mayor será la necesidad de pruebas creíbles de las ventajas propuestas. Por ello, es muy importante disponer de métodos fiables para cuantificar los resultados a la hora de invertir en eficiencia energética.

Procedimientos IPMVP y EVO

La información proporcionada en este capítulo está extraída del Volumen 1 de la guía IPMVP publicada por EVO (ver www.evo-world.org)

Para responder a esta necesidad, EVO (Efficiency Assessment Organization), organismo responsable de evaluar el desempeño, ha publicado el IPMVP (International Performance Measurement and Verification Protocol). Esta guía describe los procedimientos utilizados para medir, calcular y documentar los ahorros logrados como resultado de diversos proyectos de eficiencia energética. Hasta ahora, EVO ha publicado tres volúmenes del IPMVP, el primero de los cuales, “Conceptos y opciones para determinar el ahorro de energía

y agua”, describe métodos de diferentes costos y precisión para establecer los ahorros totales realizados o aquellos realizados únicamente en términos de eficiencia energética. . Schneider Electric utiliza este documento al elaborar proyectos de eficiencia energética.

Principios y características de IPMVP

Antes de implementar la solución de eficiencia energética, se debe realizar un estudio basado en los principios del IPMVP durante un período específico para definir la relación que existe entre el uso de energía y las condiciones de operación. Durante este período, los valores de referencia se definen mediante mediciones directas o simplemente estudiando las facturas energéticas del lugar.

Después de la implementación, estos datos de referencia se utilizan para estimar la cantidad de energía, denominada “energía de referencia ajustada”, que se habría consumido si la solución no se hubiera implementado. La energía ahorrada es la diferencia entre esta “energía de referencia ajustada” y la energía que realmente se midió.

Si se elabora un plan de verificación y medición como parte de un programa IPMVP, debe ser:

- **Preciso**

Los informes de verificación y medición deben ser lo más precisos posible para el presupuesto disponible. Los costos involucrados en la verificación y medición normalmente deberían ser comparativamente bajos en términos de los ahorros previstos.

- **Completo**

El estudio de ahorro energético debe reflejar el impacto total del proyecto.

- **Conservador**

Cuando existan dudas en términos de resultados, los procedimientos de verificación y medición deberían subestimar los ahorros considerados.

- **Coherente**

El informe de eficiencia energética debe cubrir los siguientes factores de manera consistente:

- Los distintos tipos de proyecto de eficiencia energética
- Los distintos tipos de expertos involucrados en cada proyecto.
- Los distintos periodos que intervienen en cada proyecto.
- Los proyectos de eficiencia energética y los nuevos proyectos de suministro energético

- **Importante**

La identificación de ahorros debe implicar la medición de parámetros de desempeño que sean relevantes o menos conocidos, realizando estimaciones para parámetros menos críticos o más predecibles.

- **Transparente**

Todas las mediciones involucradas en el plan de verificación y medición deberán presentarse de manera clara y detallada.

Opciones de IPMVP

Se han definido cuatro niveles de estudio u “opciones” en línea con los objetivos asignados a este enfoque de eficiencia energética:

- Modernización de sistemas de aislamiento con mediciones de todos los parámetros clave = Opción A
- Modernización de sistemas de aislamiento con mediciones de todos los parámetros = Opción B
- Instalación completa = Opción C
- Simulación calibrada = Opción D

La **Figura K34** establece estas opciones en una tabla. El algoritmo de la **Figura K35** muestra el proceso de selección de opciones para un proyecto.

Fig. K34 – Resumen de opciones de IPMVP

	Opción A	Opción B	Opción C	Opción D
Objetivo financiero	Sistemas de aislamiento modernizados: medición de parámetros clave	Sistemas de aislamiento modernizados: medición de todos los parámetros	Toda la instalación	Simulación calibrada

Descripción	Los ahorros se calculan utilizando datos de los principales parámetros de rendimiento que definen el consumo de energía del sistema involucrado en la solución de eficiencia energética. Las estimaciones se utilizan para parámetros no elegidos para las mediciones reales.	Los ahorros se calculan utilizando datos reales del consumo de energía del sistema involucrado en la solución de eficiencia energética.	Los ahorros se establecen a partir de datos reales de consumo energético de la instalación o de una sección de la misma. Los datos sobre el uso de energía dentro de la instalación en su conjunto se recopilan de forma continua durante todo el período del informe.	Los ahorros se establecen simulando el consumo energético de la instalación o de una sección de la misma. Debe haber evidencia de que los procedimientos de simulación proporcionan un modelo adecuado del desempeño energético real de la instalación.
Cálculo de ahorro	Se realiza un cálculo de ingeniería para la energía consumida durante el período base y el período de informe con base en: - Mediciones continuas o a corto plazo de los principales parámetros de rendimiento. - Y valores estimados.	Mediciones continuas o a corto plazo de la energía consumida durante el período de referencia y el período del informe.	Un análisis de los datos sobre la energía consumida durante el período base y el período de informe para toda la instalación. Se requieren ajustes de rutina, utilizando técnicas como la comparación simple o el análisis de regresión.	Simulación de uso de energía, calibrada con datos de facturación de servicios públicos por hora o mes.
Cuando usar la opción	Por un lado, los resultados obtenidos con esta opción son bastante equívocos dado que algunos parámetros son estimados. Dicho esto, es un método mucho menos costoso que la Opción B.	La opción B es más cara que la opción A, ya que se miden todos los parámetros. Sin embargo, es la mejor opción para los clientes que requieren un alto nivel de precisión.	Para programas complejos de gestión de energía que afectan a muchos sistemas dentro de una instalación, la Opción C respalda el ahorro y ayuda a simplificar los procesos involucrados.	La opción D sólo se utiliza cuando no hay datos de referencia disponibles. Este puede ser el caso en el que un sitio no tenía un medidor antes de que se implementara la solución o en el que adquirir datos de referencia implicaría demasiado tiempo o gasto.

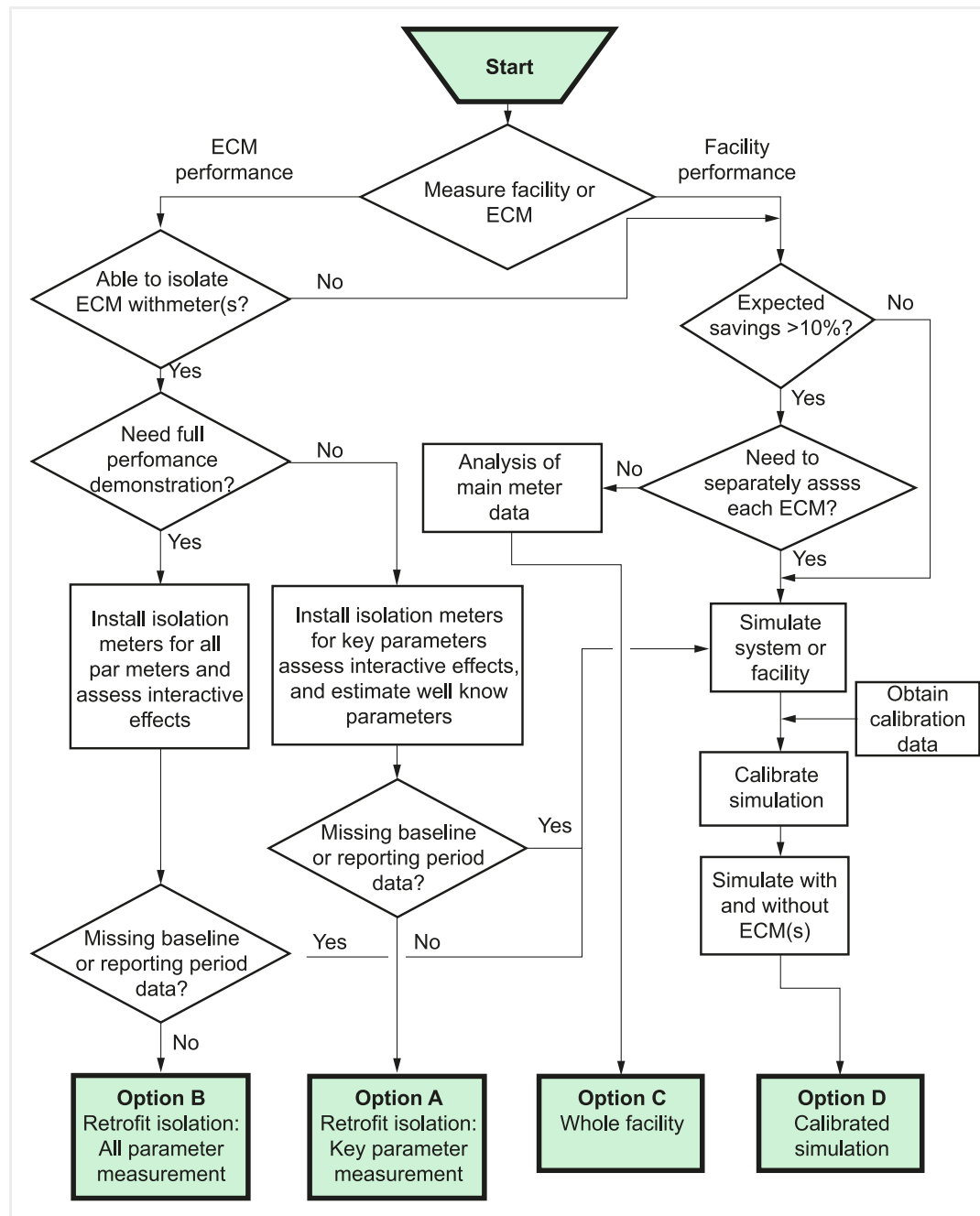
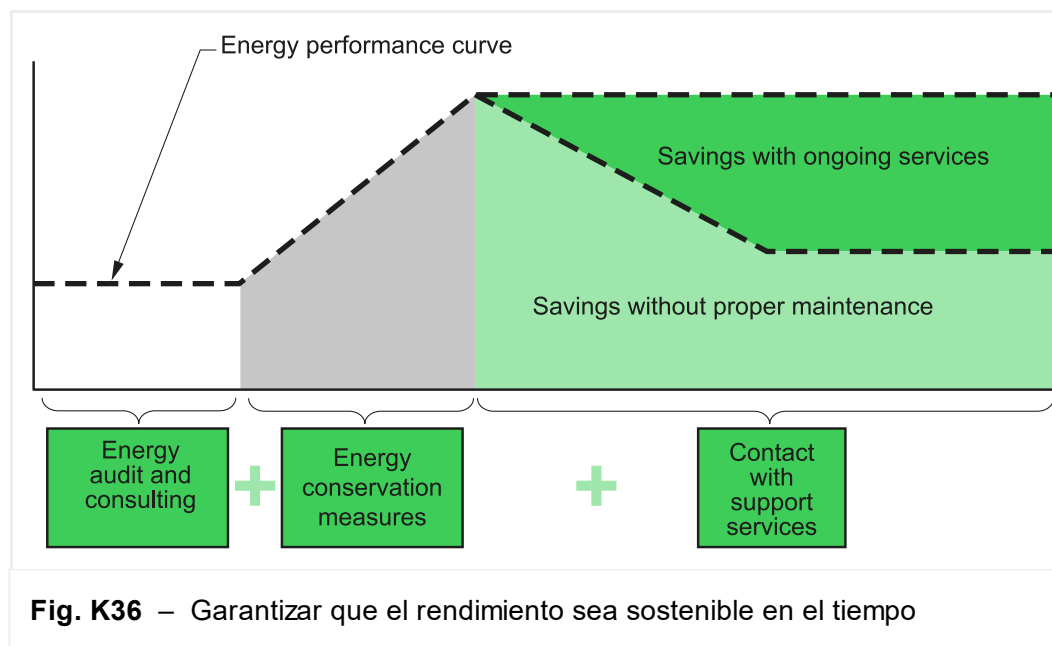


Fig. K35 – Proceso para seleccionar una opción IPMVP para un proyecto

Lograr un desempeño sostenible

Una vez que se han completado las auditorías energéticas, se han implementado las medidas de ahorro de energía y se han cuantificado los ahorros, es esencial seguir los procedimientos a continuación para garantizar que el rendimiento se pueda sostener en el tiempo. El desempeño tiende a deteriorarse si no existe un ciclo de mejora continua (ver **Fig. K36**).



Un ciclo de mejora continua solo funcionará si existe un sistema de monitoreo de energía y este sistema se utiliza y mantiene de manera efectiva. El sistema respalda un análisis continuo y proactivo del uso de energía en el sitio e informa recomendaciones para mejorar el sistema de distribución eléctrica.

A menudo se requieren servicios de soporte, ya sea en sitio o en una ubicación remota (accesible por teléfono, correo electrónico, VPN (Red Privada Virtual) o cualquier otro tipo de conexión de larga distancia), para garantizar un rendimiento óptimo para este tipo de sistema y el mejor uso de los datos recopilados. Gracias a su aportación en términos de experiencia y disponibilidad, estos servicios también complementan los servicios internos del operador. Los servicios disponibles pueden incluir:

- Seguimiento del rendimiento de los dispositivos de medición.
- Actualización y adaptación de software.
- Gestión de bases de datos (por ejemplo, archivos)
- Adaptar continuamente el sistema de seguimiento en línea con los requisitos de control cambiantes.

Esta página se editó por última vez el 22 de junio de 2022 a las 09:48.



Diseño de instalaciones eléctricas Prosumer.

Integrar fuentes locales de energía renovable, típicamente producción solar fotovoltaica (PV), en los sistemas de distribución eléctrica de los edificios y utilizarlas para alimentar las cargas del edificio es una forma de descarbonizar y aumentar la eficiencia energética. Cada vez es más común tanto en edificios nuevos como existentes. Sin embargo, el uso de fuentes locales para el autoconsumo plantea interrogantes y nuevos desafíos.

Durante las últimas décadas hasta la década de 2020, hemos visto cómo las instalaciones eléctricas pasaban de ser un puro consumidor abastecido por un único sistema de producción centralizado (a veces incluyendo un generador de respaldo) a arquitecturas más complejas. Este cambio se produjo en los edificios comerciales e industriales, y en los edificios residenciales, en particular.

El primer paso se produjo cuando los paneles fotovoltaicos comenzaron a cubrir los techos de casas y edificios comerciales e industriales, pero generalmente con una conexión dedicada para la producción fotovoltaica para alimentar la red de distribución (DN).

Las reglas de instalación como IEC 60364 han seguido esta tendencia, en particular con la parte 7-712 para fotovoltaica. (La primera edición de 7-712 se publicó en 2002, luego la Ed 2 en 2017). Consulte [el Capítulo P: Instalación fotovoltaica \(PV\)](#).

Entonces, estas fuentes renovables locales se conectan cada vez más dentro de la instalación privada para el autoconsumo en lugar de alimentar la red. Se puede complementar con un sistema de almacenamiento de energía de batería para fines de resiliencia o flexibilidad. Este cambio en la arquitectura del modo de alimentación fotovoltaica está directamente influenciado por las políticas regionales o nacionales para las tarifas de alimentación fotovoltaica: cuando el precio del kWh de la energía fotovoltaica pagado por las empresas de servicios públicos es inferior al kWh pagado por las cargas de los edificios, el autoconsumo se vuelve más relevante. Consulte el Capítulo P - [Fig. P2](#).

Este movimiento está transformando todas las instalaciones de consumo eléctrico heredadas en **Productor y Consumidor = Prosumidor**.

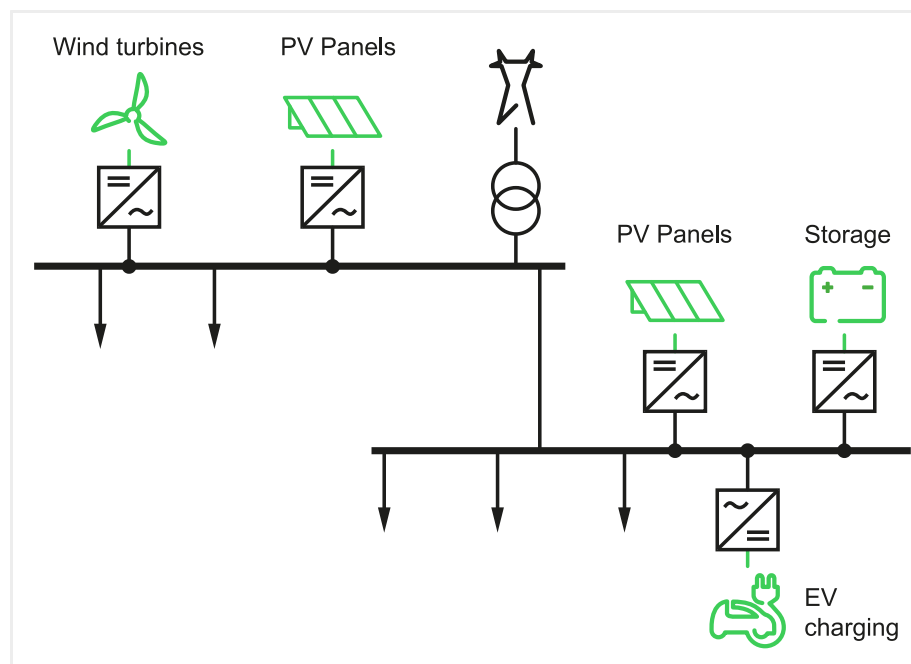


Fig. K37 – Ejemplo de instalación eléctrica Prosumer (PEI) que integra producción, almacenamiento y carga de energía eléctrica fotovoltaica (eólica) de consumo propio...

Esta instalación de Prosumer Electrical ahora está cubierta por IEC 60364-8-82 (edición 2022). Tenga en cuenta que la primera edición (2018) se denominó IEC 60364-8-2: esta denominación se modificó en la edición de 2022.

Nota : El vocabulario electrotécnico (serie IEC 60050) define:

- **prosumidor** (instalación eléctrica) como "usuario de la red que consume y produce energía eléctrica" [IEV 617-02-2]
- **microrred** como "grupo de cargas interconectadas y recursos energéticos distribuidos con límites eléctricos definidos que forman un sistema de energía eléctrica local en niveles de voltaje de distribución, que actúa como una única entidad controlable y es capaz de operar en modo isla o conectado a la red. Nota 1 a entrada: Esta definición cubre tanto las microrredes de distribución (de servicios públicos) como las microrredes de instalaciones (propiedad del cliente). [IEV 617-04-22]

En esta sección, al igual que en IEC 60364-8-82, utilizamos el término Prosumer, ya que no abordamos la microrred de distribución (servicio público). Tenga en cuenta que un Prosumer islable en modo isla puede denominarse microrred o nanorred.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 14:56.



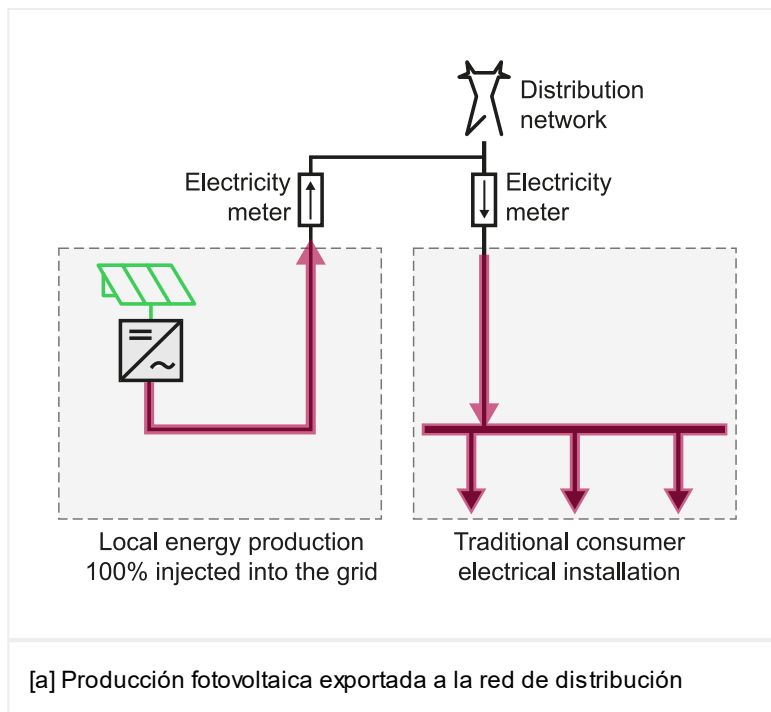
¿Qué significa autoconsumo?

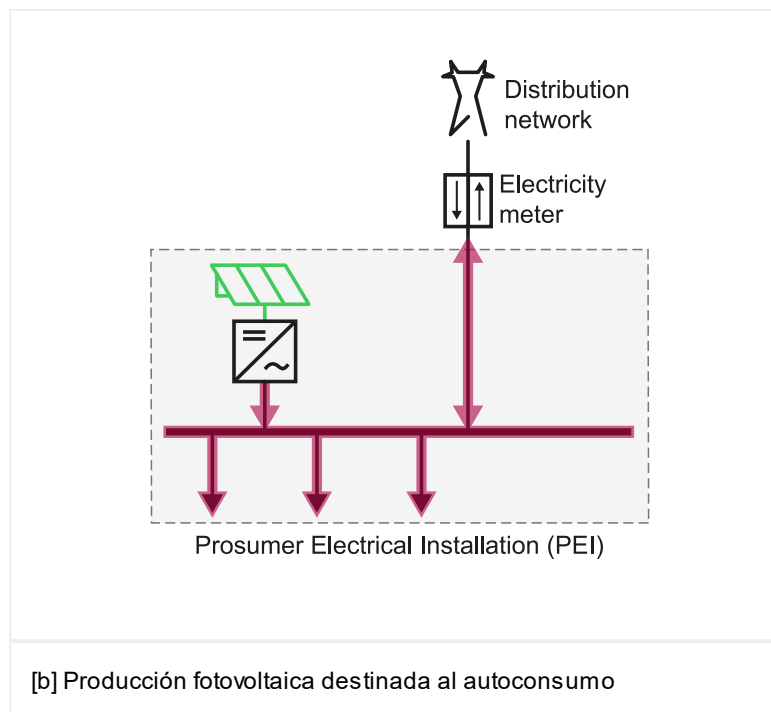
El autoconsumo de energías renovables locales como la energía solar es el modelo económico en el que el edificio utiliza la electricidad producida por las fuentes locales para sus propias necesidades eléctricas, actuando así a la vez como productor y consumidor, o prosumidor. El autoconsumo se está convirtiendo en la década de 2020 en el modelo económico preferido por varios motivos:

- El autoconsumo ofrece, o ofrecerá próximamente, mayores beneficios económicos y un mejor control de la factura energética
- El autoconsumo permite a los edificios consumir su propia energía descarbonizada
- El autoconsumo promete mayor independencia de la red y futuras variaciones de la tarifa eléctrica

¿Por qué impacta el autoconsumo en la instalación eléctrica del edificio?

Fig. K38 – Un sistema fotovoltaico puede conectarse directamente a la red de distribución eléctrica ([a]) o conectarse a la instalación eléctrica del edificio y utilizarse para autoconsumo ([b]).





AL EXPORTAR A LA RED DE DISTRIBUCIÓN, SU SISTEMA FOTOVOLTAICO Y SU INSTALACIÓN DEL EDIFICIO SON SEPARADOS E INDEPENDIENTES, ver **Fig. K38 - [a]**

Cuando la producción fotovoltaica se exporta íntegramente a la red de distribución, la instalación fotovoltaica se conecta a la red de distribución eléctrica sin ninguna conexión al sistema eléctrico del edificio, consulte la **Fig. K38 - [a]** (incluso si los puntos de conexión pueden ser eléctricamente muy cerca). Aunque forman parte de la misma infraestructura física, el sistema fotovoltaico y la instalación del edificio son dos unidades eléctricas independientes y autónomas. La energía fotovoltaica inyectada a la red de distribución y la energía consumida por el edificio se miden mediante dos contadores independientes. La instalación fotovoltaica requiere un mínimo de funciones de control, normalmente gestionadas por los inversores fotovoltaicos, y no tiene ningún impacto en el control del edificio. Las reglas de instalación fotovoltaica están establecidas por IEC 60364-7-712 y las reglas de conexión de la red de distribución.

CUANDO ES AUTOCONSUMO, SU INSTALACIÓN FV ES PARTE DE LA INSTALACIÓN DE SU EDIFICIO, ver **Fig. K38 - [b]**

En este segundo caso (ver **Fig. K38 - [b]**), la conexión de la instalación fotovoltaica a la instalación eléctrica del edificio se realiza hacia abajo en el contador de servicios públicos. La instalación fotovoltaica forma parte de la instalación del edificio, por lo que su tamaño, sistema de puesta a tierra y equipos de protección dependen de la instalación eléctrica del edificio. La integración de la instalación fotovoltaica también puede requerir modificaciones en el resto de partes de la instalación eléctrica del edificio.

CUANDO SE PUEDEN AÑADIR FUENTES ADICIONALES O EQUIPOS DE ALMACENAMIENTO DE ENERGÍA DE CONSUMO AUTOMÁTICO, ABRIENDO LA PUERTA AL FUNCIONAMIENTO EN ISLA, consulte la **Fig. K39** a continuación

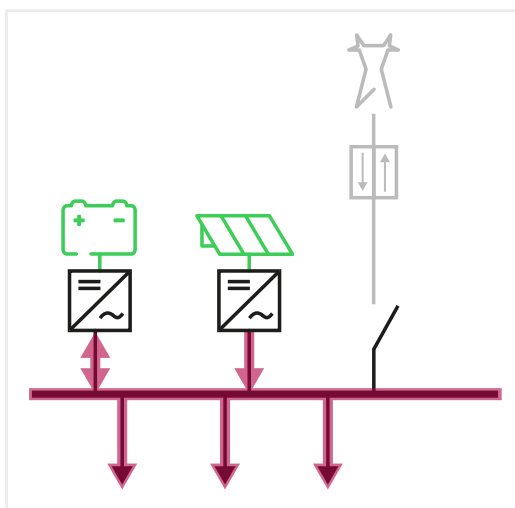


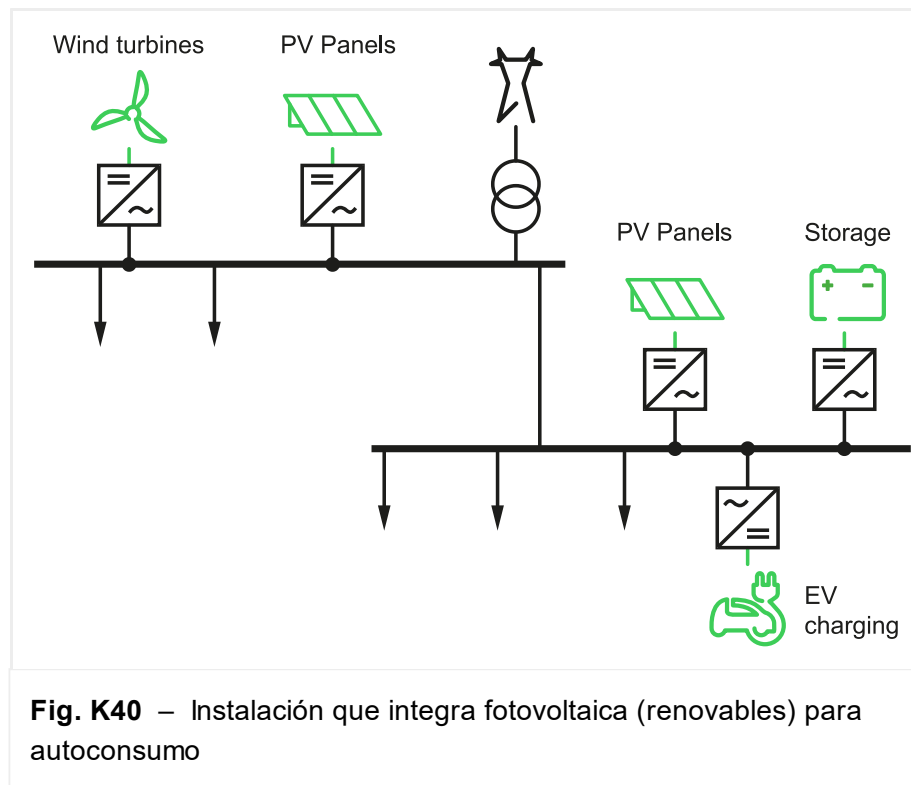
Fig. K39 – Producción fotovoltaica y almacenamiento de energía utilizados

para el autoconsumo en modo isla (= desconectado de la red de distribución)

¿Qué cambia a la hora de integrar la producción solar para el autoconsumo?

Hay tres cambios fundamentales que se producen cuando se opta por el autoconsumo de la energía solar producida por paneles fotovoltaicos:

- La instalación eléctrica ya no se alimenta de una única fuente, sino de dos o más fuentes que funcionan en paralelo a la red eléctrica.
- Cada fuente local producirá energía (o no, según las condiciones), lo que significa que la instalación tiene múltiples modos de funcionamiento, según combinaciones de fuentes de energía.
- Los paneles fotovoltaicos producen una salida de corriente continua (CC) y utilizan inversores de potencia para convertirla a CA.



En consecuencia, el autoconsumo fotovoltaico plantea importantes consideraciones técnicas a la hora de diseñar la instalación eléctrica del edificio, tales como:

- ¿Dónde conectar la producción fotovoltaica?
- ¿Cómo calcular los parámetros del sistema de la instalación?
- ¿Cómo dimensionar la instalación de un edificio con producción solar?
- ¿Cómo proteger el sistema eléctrico de un edificio con producción solar integrada?

- ¿Cómo gestionar el sistema fotovoltaico y las cargas del edificio?

La energía producida por fuentes locales (solar...) es la que suministra las cargas en paralelo a la red.

Durante el día, mientras la luz del sol y los paneles solares producen electricidad, la instalación eléctrica se alimenta tanto de la red como del sistema fotovoltaico. Estas dos fuentes operan en paralelo, sin transferencia de suministro de una fuente a la otra.

Para facilitar esto, los inversores convierten la electricidad CC producida por los paneles solares en electricidad CA. Los inversores fotovoltaicos sincronizan su potencia de salida con el voltaje y la frecuencia de la red para evitar desajustes y problemas de estabilidad.

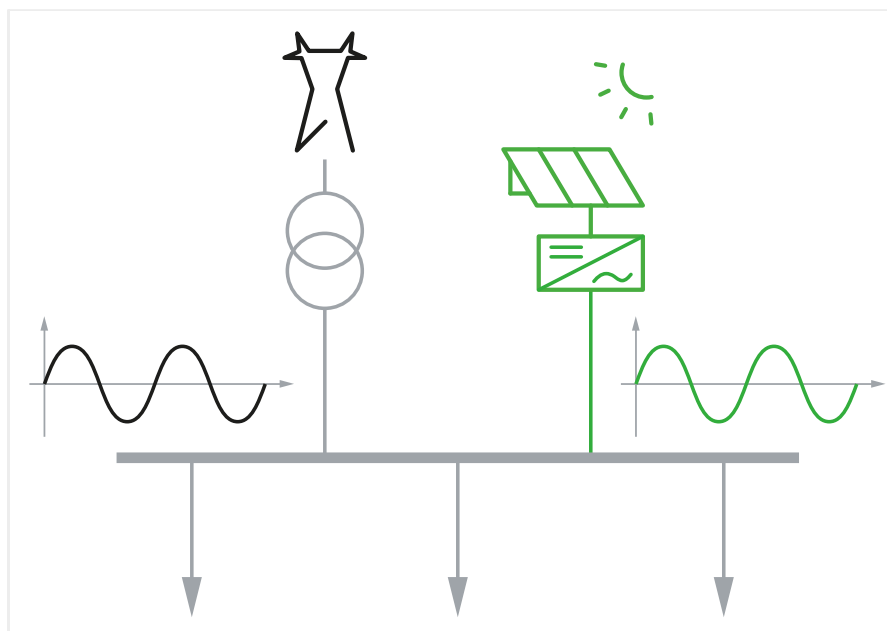


Fig. K41 : La salida fotovoltaica está sincronizada con el voltaje y la frecuencia de la red para evitar desajustes y problemas de estabilidad.

El autoconsumo de la energía local producida se produce de forma natural

El autoconsumo de la energía local producida no requiere ningún equipo específico para gestionar el flujo de electrones; esto ocurre de forma natural, la energía producida localmente va a las cargas, ya que la electricidad toma el camino de menor resistencia.

El camino hacia las cargas, formado por cables y barras colectoras, tiene una resistencia mucho menor que el camino hacia el transformador y la red. Por lo tanto, las cargas consumirán la producción local disponible y extraerán energía adicional de la red, según sea necesario.

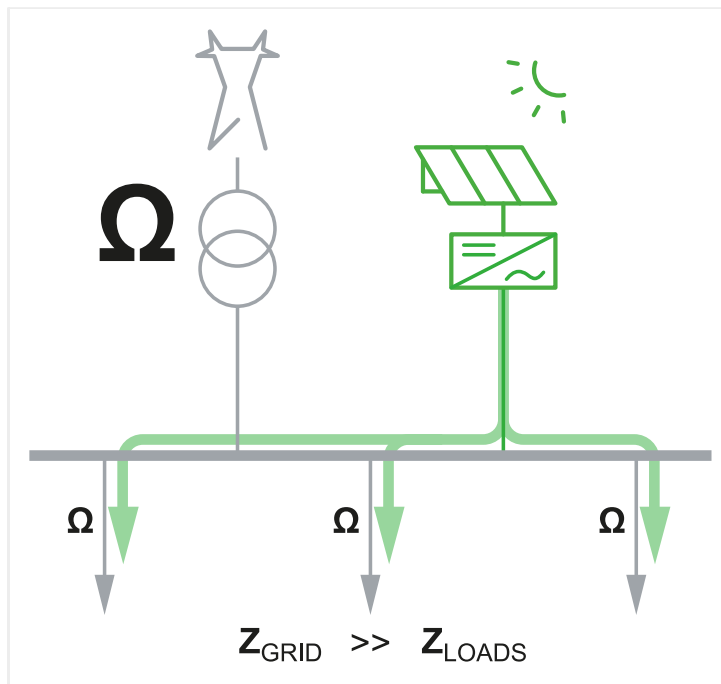


Fig. K42 – La energía producida localmente (como la solar) va a las cargas, ya que el camino hacia las cargas tiene una resistencia mucho menor que el camino hacia el transformador y la red.

Si la producción local supera el consumo de la carga (los fines de semana, por ejemplo), el exceso de electricidad irá naturalmente a la red. Dependiendo del operador de la red de distribución, la inyección de energía producida localmente en la red podría estar permitida o no, y debería gestionarse. Ver [Exceso de producción local: cómo gestionarlo](#).

Por la noche, los sistemas fotovoltaicos no producen, pero pueden consumir energía

Por la noche, los paneles solares no producen electricidad. Aunque los inversores fotovoltaicos estén en standby, pueden consumir un poco de energía eléctrica. Habitualmente, el consumo nocturno de los inversores fotovoltaicos es inferior a 1 vatio/hora.

Las pérdidas de energía en espera se pueden evitar desconectando el sistema fotovoltaico durante la noche. Sin embargo, esto rara vez se hace porque la desconexión requiere el uso de equipos adicionales y una operación de conmutación diaria.

General Specifications

Part numbers	PVSCL60E
Peak efficiency / Euro or CEC efficiency	98.7 % / 98.5 %
Power consumption at nighttime	< 1 W
Enclosure type protection class	IP 65
Weight	66 kg.
Inverter dimensions (H x W x D)	95.8 x 65.2 x 25.0 cm
Ambient air temperature for operation	-25°C to 60°C²

Fig. K43 – Consumo de energía nocturno del inversor fotovoltaico – extracto de la especificación técnica

¿Cuál es la diferencia con un generador de respaldo clásico?

El uso de fuentes locales, como un generador de respaldo, es común en instalaciones eléctricas para servicios de seguridad, por ejemplo.

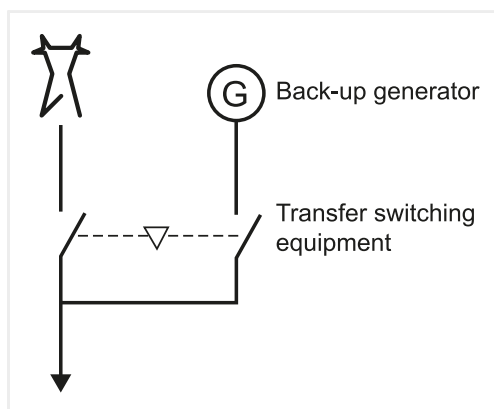


Fig. K44 – Ejemplo de instalación que integra un generador de respaldo

La principal diferencia de este tipo de instalación con un Prosumer es que dicha instalación no está destinada a producir energía localmente cuando está conectada a la red, por lo que sólo existen dos modos de funcionamiento:

- Conectado a la red sin producción local
- Desconectado de la red con producción local.

El tipo de conexión a tierra del sistema en modo desconectado se gestiona fácilmente; además, el generador de respaldo basado en un generador síncrono puede proporcionar sobrecorriente en caso de cortocircuito, incluida falla a tierra, lo que permite una fácil desconexión automática del suministro como medida de protección contra fallas de línea a tierra. . Las arquitecturas complejas con varios generadores que plantean problemas de estabilidad y control, y/o una transición cercana con la red de distribución, están restringidas a aplicaciones limitadas, como hospitales o centros de datos, donde el almacenamiento de energía fotovoltaica y de baterías es aplicable a cualquier tipo de edificio, incluidos locales residenciales.

Nota: Estas instalaciones están cubiertas por la norma IEC 60364-5-55.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:04.



Tipos de instalación eléctrica Prosumer según IEC 60364-8-82

IEC 60364-8-82 (edición 2022) define la instalación eléctrica del prosumidor (PEI) como:

Instalación eléctrica de baja tensión conectada o no a una red de distribución capaz de operar:

- con fuentes de alimentación locales, y/o
- con unidades de almacenamiento locales,

y que monitorea y controla la energía de las fuentes conectadas entregándola a:

- equipo que usa corriente, y/o
- unidades de almacenamiento locales, y/o
- redes de distribución

IEC 60364-8-82 (edición 2022) define 3 tipos de instalación eléctrica Prosumer (PEI)

- PEI independiente
- PEI conectado a la red
- PEI islable

Nota: IEC 60364-8-82 es el nuevo número de norma desde su edición de 2022. La primera edición (2018) fue IEC 60364-8-2.

PEI independiente

Una PEI autónoma es una PEI que no está conectada permanentemente a una red de distribución (IEC 60364-8-82 2022 82.3.15).

No existen nuevos requisitos específicos para dicha instalación que existan desde hace mucho tiempo (por lo general, construir lejos de cualquier red de distribución en una zona remota como un refugio de montaña).

Para un PEI autónomo, el voltaje y la frecuencia se establecerán mediante una fuente formadora de red (por ejemplo, un generador giratorio o un convertidor formador de red).

PEI conectado a la red

Una PEI conectada a la red es una PEI destinada a funcionar únicamente cuando está conectada a una red de distribución (IEC 60364-8-82 2022 82.3.14).

Las medidas de protección contra descargas eléctricas en el interior de la instalación dependen de la conexión a la red de distribución. El funcionamiento y el control pueden ser bastante sencillos; sin embargo, un PEI conectado a la red necesita un Sistema de Gestión de Energía Eléctrica (EEMS) para garantizar el funcionamiento adecuado de la instalación y el logro de los objetivos de eficiencia energética (cuando una fuente renovable local, como la producción fotovoltaica, no funciona correctamente). , la instalación sigue siendo alimentada por la red de distribución: sin EEMS no se detecta la pérdida de la fuente renovable, lo que puede impactar en los objetivos de reducción de carbono).

La interacción con la red de distribución está determinada por códigos de red regionales, nacionales o locales.

En caso de pérdida de la red eléctrica o si la tensión, frecuencia u otros valores de calidad de la energía están fuera de sus tolerancias definidas por el operador de la Red de Distribución, ningún suministro eléctrico local permanecerá conectado a la red de distribución ni a la instalación. Aunque al principio esto pueda parecer contrario a la intuición, aborda un grave problema de seguridad. En caso de pérdida del suministro de servicios públicos, las instalaciones con generación local deben garantizar que no inyectan energía a la red para mantener seguros a los trabajadores de servicios públicos. Además, si la instalación de prosumer no está diseñada para funcionar desconectada, las medidas de protección contra descargas eléctricas dentro de la instalación pueden dejar de ser efectivas.

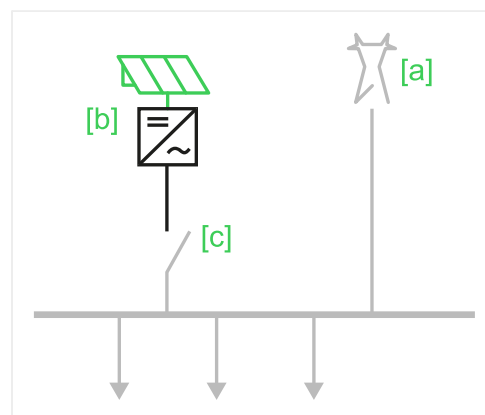


Fig. K45 – En caso de corte de la red [a], las fuentes locales [b] se desconectarán rápidamente [c]

PEI islable

Un PEI islable es un PEI destinado a funcionar ya sea conectado a una red de distribución o desconectado de la red de distribución: un PEI islable está en modo conectado o en modo isla intencional. (IEC 60364-8-82 2022 82.3.16)

Para PEI en modo isla, el voltaje y la frecuencia se establecerán mediante una fuente “formadora de red” (por ejemplo, un generador giratorio o un convertidor formador de red). Se pueden agregar otras fuentes de "seguimiento de la red" en paralelo

Las instalaciones fotovoltaicas no pueden garantizar el funcionamiento autónomo de la instalación eléctrica en modo aislado porque la energía solar producida es volátil, predecible pero no planificable y tiene capacidades de control limitadas. Para proporcionar un funcionamiento aislado, las instalaciones fotovoltaicas deben estar asociadas a otra fuente importante y estable, como un almacenamiento de energía o un generador.

El funcionamiento de una instalación eléctrica de este tipo, tanto en modo conectado a la red como en modo isla, es más complejo y requerirá un diseño de instalación eléctrica específico, un sistema de control adicional y un plan de protección eficaz para cada modo de funcionamiento. Consulte [Reglas de cálculo al integrar energía solar y almacenamiento](#) .

Dicho PEI se conectará a la red de distribución a través de un “Dispositivo de conmutación para aislamiento” (SDFI) como se describe en IEC 60364-8-82 82.6.3.4.3.

El modo isla puede comenzar

- automáticamente en caso de pérdida de red y/o
- intencionadamente a petición del operador del edificio

La apertura de SDFI iniciará el funcionamiento en isla, lo que significa que para el sistema de aire acondicionado:

- Cree un enlace local de neutro a tierra si es necesario.
- Cambie el modo de control de una fuente “formadora de red” para iniciar la regulación de voltaje y frecuencia.
- Gestionar cargas según la capacidad de producción y almacenamiento local.

Durante la operación en isla, el cierre de esta SDFI no será posible excepto cuando los voltajes del PEI y la Red de Distribución estén sincronizados.

El regreso al modo conectado a la red se puede realizar sin interrupción de energía con la sincronización del sistema de voltaje PEI aislado y el sistema de voltaje de la red de distribución o con un corte de energía (conmutación de fuentes locales, apertura del enlace neutro a tierra local, si corresponde, cierre de la SDFI, reinicio del fuentes en modo de seguimiento de cuadrícula).

Volver al modo conectado a la red puede necesitar la autorización del Operador de la Red de Distribución en algunos casos.

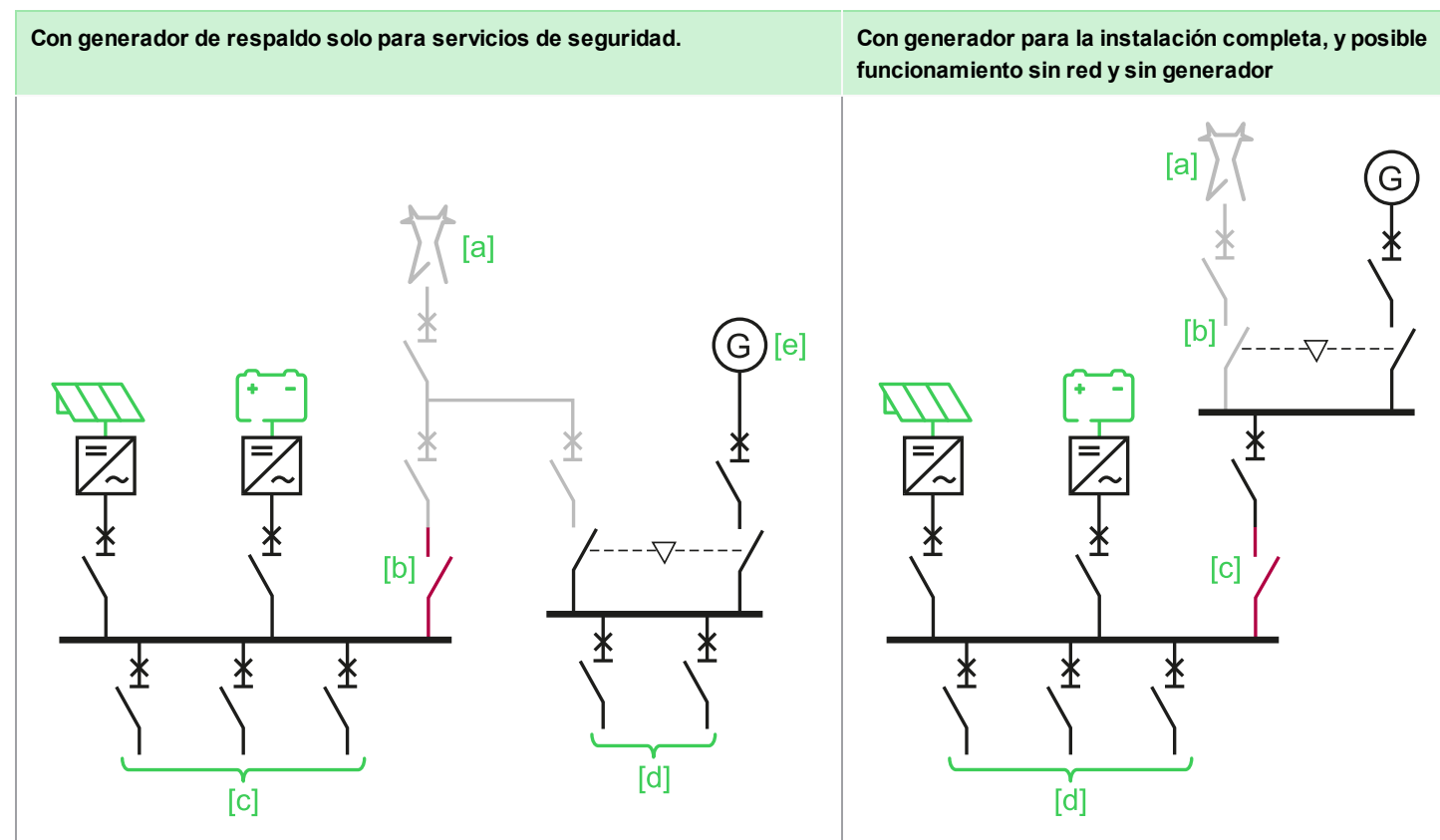
Fig. K46 – Ejemplos de arquitectura para PEI aislable

Con todas las cargas suministradas en modo isla	Con capacidad limitada en modo isla
[a] Red de distribución cortada [b] Dispositivo de conmutación para aislamiento (SDFI) [c] Cargas suministradas en modo isla	[a] Red de distribución cortada [b] Dispositivo de conmutación para aislamiento (SDFI) [c] Cargas suministradas en modo isla [d] Cargas no alimentadas en modo isla

Es posible que la PEI aislable deba combinarse con un [generador de respaldo](#) .

El funcionamiento de fuentes de convertidor electrónico de potencia, como fotovoltaica y batería, en paralelo con el generador, requiere una atención especial para la estabilidad del sistema.

Fig. K47 – Ejemplos de arquitectura para PEI islable combinada con un generador de respaldo



[a] Red de distribución cortada
[b] Dispositivo de conmutación para aislamiento (SDFI)
[c] Cargas suministradas en modo isla
[d] Servicios de seguridad
[e] Generador para servicios de seguridad

[a] Red de distribución cortada
[b] Dispositivo de conmutación principal para aislamiento (SDFI)
[c] SDFI secundario, para funcionamiento sin red y sin grupo electrógeno
[d] Cargas suministradas en modo isla

Protección contra pérdida de red (o anti-isla)

Los PEI conectados a la red y aislables deben estar protegidos contra la "pérdida de la red eléctrica": en caso de una pérdida de la red eléctrica o si el voltaje, la frecuencia u otros valores de calidad de la energía están fuera de sus tolerancias según lo definido por el operador de la red de distribución, las fuentes locales se desconectarán de la red de distribución. La detección de dicha situación se especifica mediante un "código de red" regional, nacional o local.

La detección de dicha situación suele basarse en protecciones de subtensión y sobretensión de fase; y protecciones de baja y sobrefrecuencia. Opcionalmente se pueden requerir otras protecciones como: protección de tasa de cambio de frecuencia, protección de potencia inversa.

Las configuraciones generalmente están definidas por las especificaciones del operador de la Red de Distribución o las regulaciones locales. Estas configuraciones están definidas para cumplir con varios requisitos, en particular los requisitos "LVRT" y "FRT".

- El paso de bajo voltaje (LVRT) es la capacidad de las fuentes locales de permanecer conectadas durante un corto período de tiempo cuando la frecuencia está fuera de la tolerancia especificada.
- El paso de frecuencia (FRT) es la capacidad de las fuentes locales de permanecer conectadas durante un corto período de tiempo cuando la frecuencia está fuera de la tolerancia especificada.

Se debe garantizar en la medida de lo posible la selectividad de la pérdida de protecciones de red con protecciones contra cortocircuitos u otras perturbaciones previsibles como la caída de tensión en el interior de los PEI.

Esta protección de "pérdida de red" es denominada protección "anti-isla" por parte del operador de la red de distribución. La situación no deseada para el operador de la red de distribución es que una parte de su red de distribución sea energizada por un prosumidor durante un corte de red.

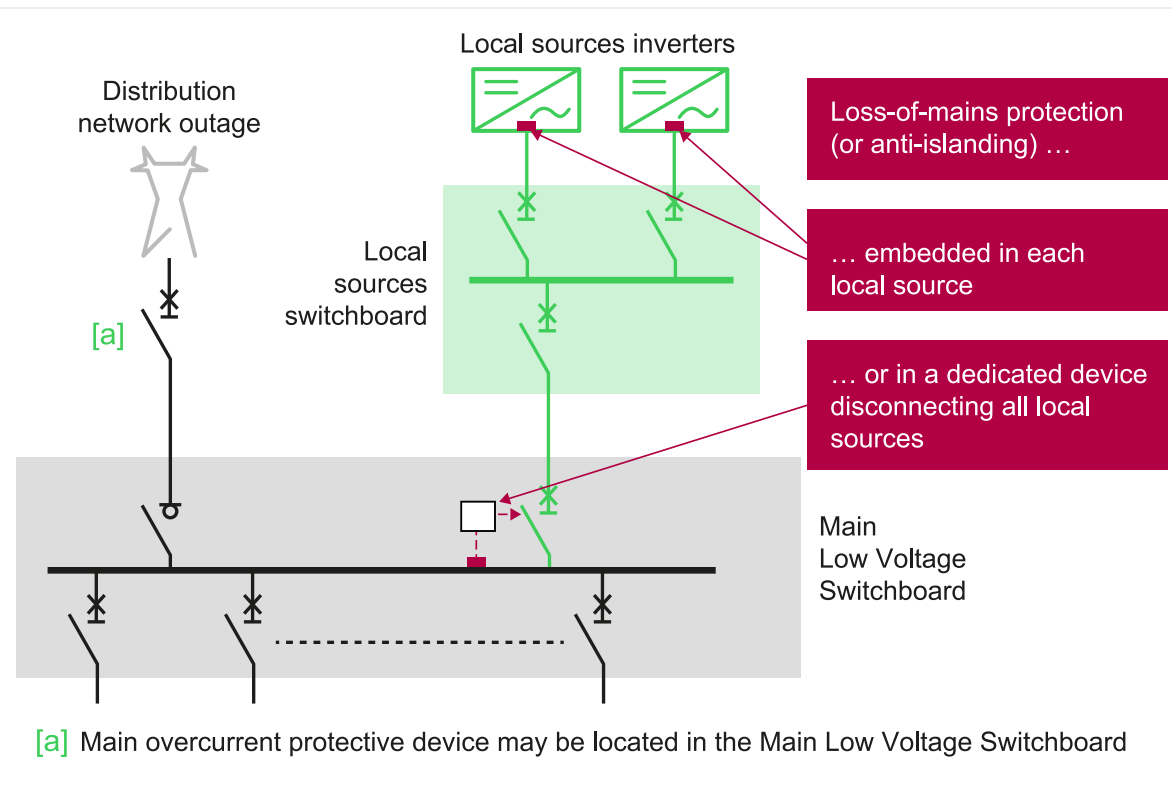
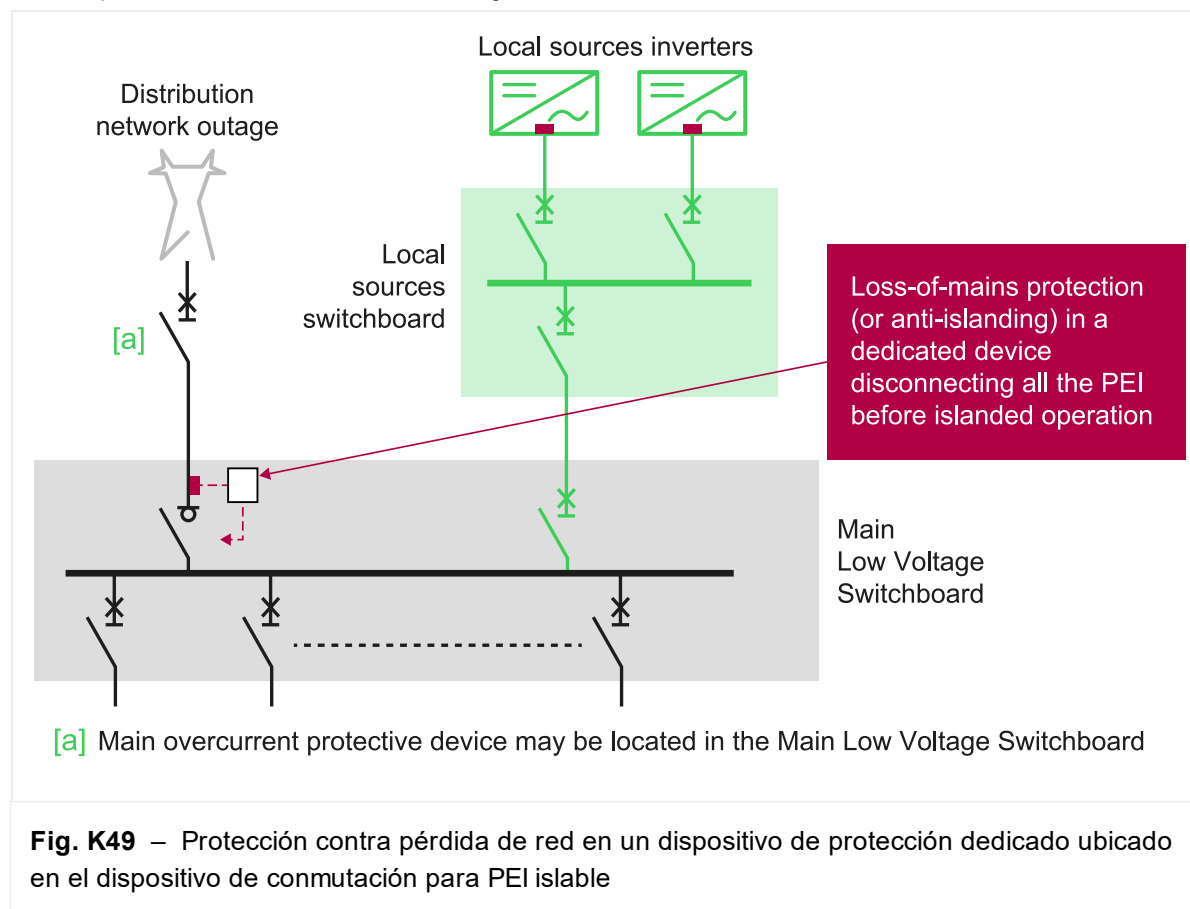


Fig. K48 – Protección contra pérdida de red: integrada en los inversores fotovoltaicos o en un dispositivo de protección dedicado ubicado en el alimentador del cuadro de distribución de fuentes locales para PEI conectado a la red



Algunas regulaciones nacionales (ver, por ejemplo, Suiza RR/IPE-NR 7 – CH 2020) exigen la redundancia de los medios de desconexión en caso de pérdida de red.

Esta redundancia se garantiza mediante: - dos dispositivos de conmutación en serie controlados por el relé de pérdida de red (o anti-isla) - un dispositivo de conmutación Y todas las fuentes locales controladas por el relé de pérdida de red (o anti-isla)

El relé de pérdida de red (o anti-islandning) y los dispositivos de conmutación relacionados deben controlarse independientemente de la alimentación principal para soportar los requisitos de funcionamiento de bajo voltaje. Por lo tanto, se requiere un suministro auxiliar dedicado con una capacidad de almacenamiento breve.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 14:57.

Arquitecturas para la integración de fuentes locales.

Las fuentes locales se pueden conectar a la instalación eléctrica del edificio en diferentes lugares: al cuadro principal de baja tensión (BT), a un cuadro secundario de BT o aguas arriba del cuadro principal de BT.

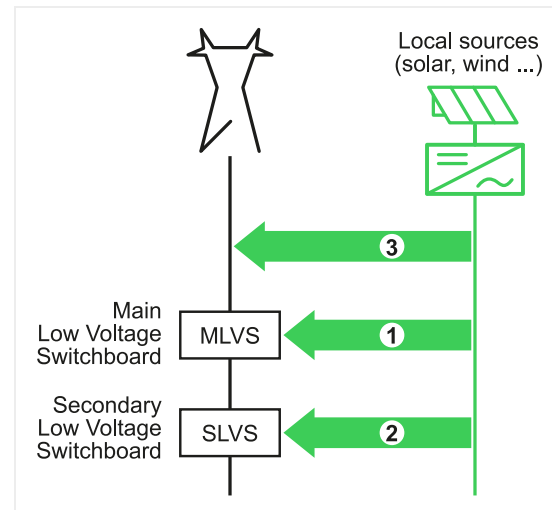


Fig. K50 – Principales opciones para conectar fuentes locales a una instalación eléctrica: (1) al cuadro de distribución de BT principal, (2) a un cuadro de distribución

Photovoltaic Self-Consumption: W

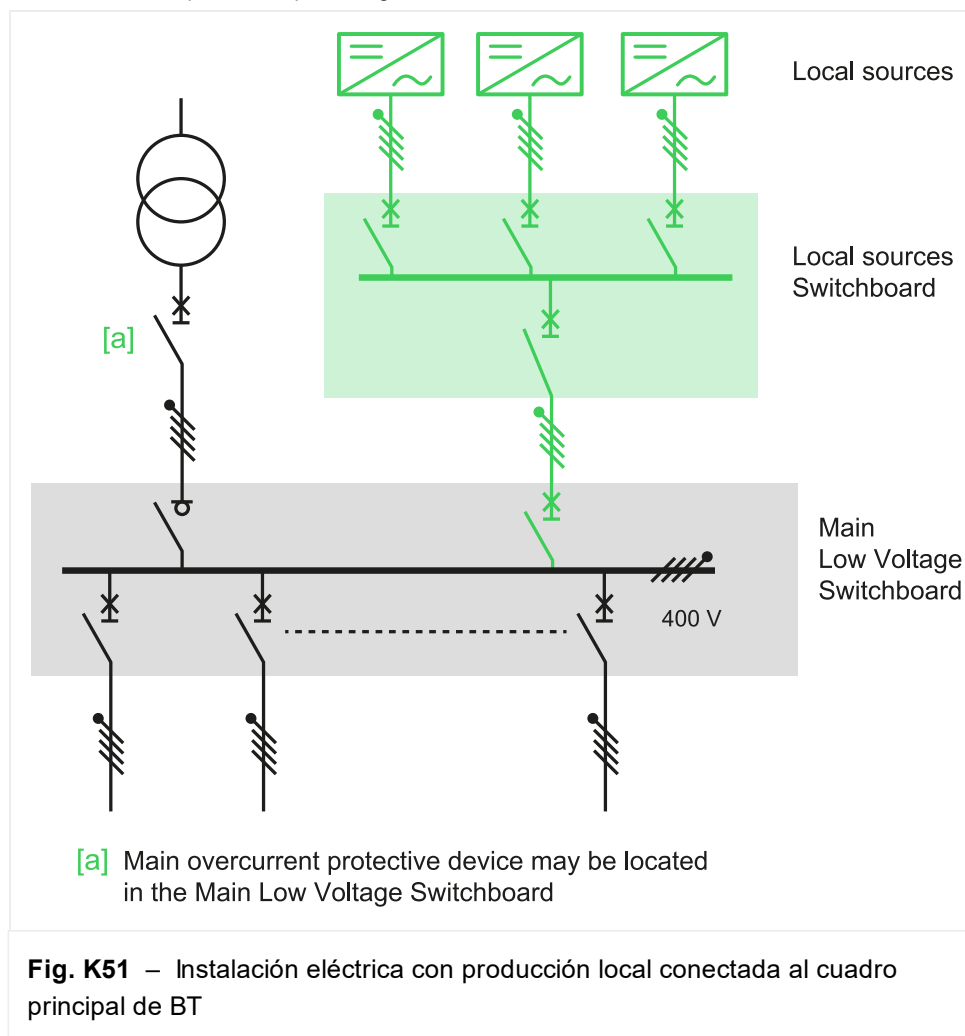


de BT secundario y (3) aguas arriba del cuadro de distribución de BT principal

Diseño recomendado: conectar al cuadro principal de BT

Una opción recomendada es conectar las fuentes locales al cuadro principal de baja tensión de la instalación eléctrica. Si la generación de energía local se logra mediante más de una fuente (generalmente varios inversores solares y un sistema de almacenamiento de energía), se recomienda que la salida de esos inversores se agrupe en un tablero de distribución dedicado (cuadro de distribución de fuentes locales), que luego se conecta al cuadro principal de BT en un único punto.

Esta arquitectura es sencilla y segura de mantener porque la producción local se puede desconectar en un único punto. Se recomienda tanto para edificios nuevos como existentes.



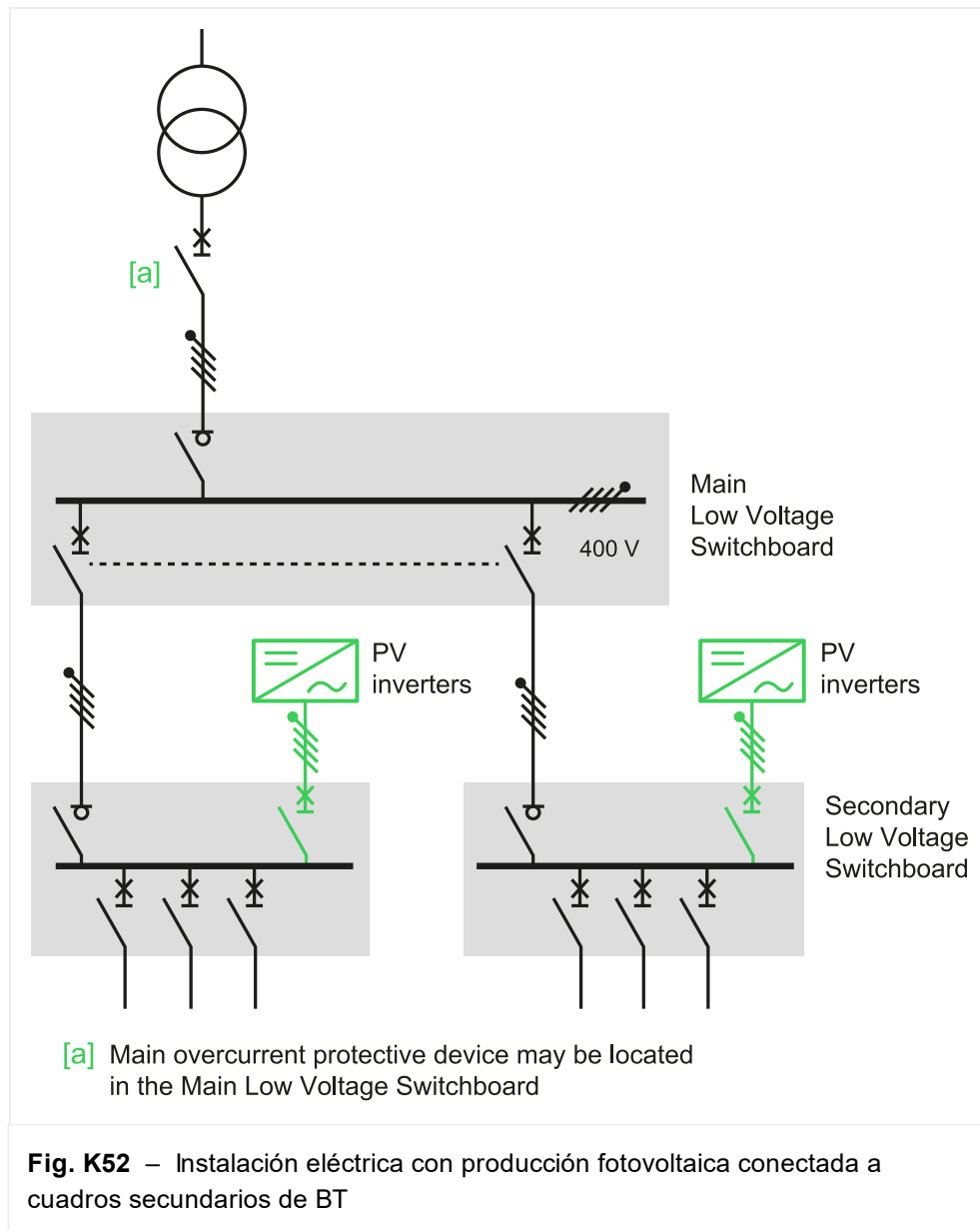
Para edificios existentes con producción fotovoltaica a pequeña escala en Prosumer conectado a la red

Conectar generadores fotovoltaicos al cuadro de distribución secundario de baja tensión más cercano es una arquitectura utilizada principalmente en edificios existentes donde la producción fotovoltaica es mucho menor que el consumo del edificio. Este enfoque se utiliza principalmente en edificios existentes de varias plantas, donde la producción fotovoltaica, normalmente en el tejado, está lejos del cuadro de distribución principal de BT, que suele estar a nivel del suelo. De

hecho, en tales situaciones, la longitud del cable entre el sistema fotovoltaico y el cuadro principal de BT puede ser considerable. Conectar el sistema fotovoltaico a un cuadro de distribución secundario de BT cercano puede minimizar la longitud del cable y facilitar la integración del sistema fotovoltaico.

Sin embargo, esta arquitectura presenta limitaciones importantes, que incluyen:

- Complejidad del diseño, gestión y mantenimiento de la instalación, especialmente si hay varias fuentes fotovoltaicas dispersas.
- Capacidad de actualización limitada, porque un aumento en la capacidad de producción del sistema fotovoltaico o la adición de otra producción o almacenamiento local puede requerir cambios significativos, como el cambio de tamaño de la infraestructura eléctrica existente.



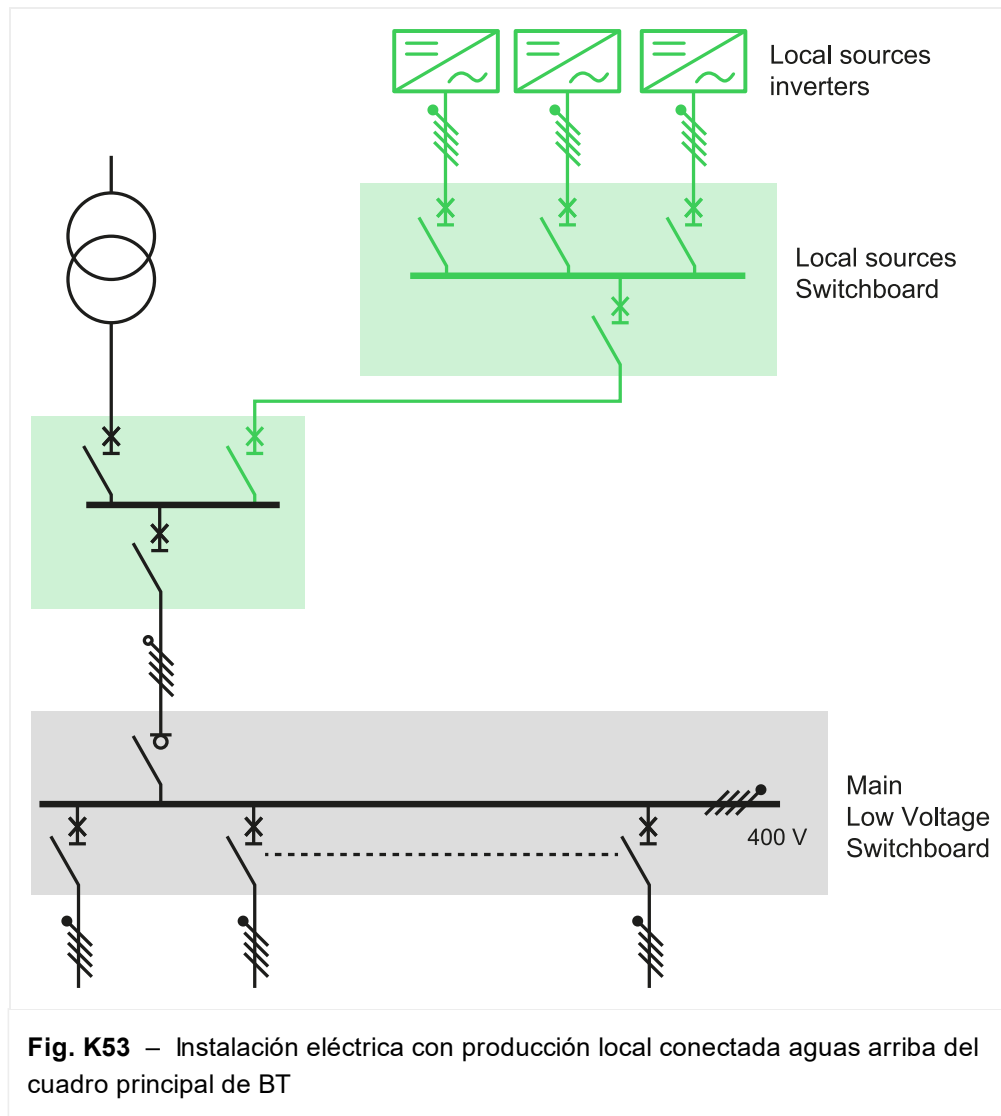
Esta arquitectura no se utilizará para la instalación de Prosumer en isla ya que la gestión del modo isla sería muy compleja.

Las fuentes locales, al menos las fuentes que forman la red, deben conectarse a la instalación eléctrica cerca del "Dispositivo de conmutación para aislamiento". Ver [PEI islable](#)

Para edificios existentes con producción local superior a la demanda.

Conectar las fuentes locales antes del cuadro principal de baja tensión es frecuentemente el método adoptado en los edificios existentes cuando la producción local añadida es mayor que el consumo del edificio. En este caso, conectar las fuentes locales a un tablero secundario o principal sobrecargaría la infraestructura eléctrica existente y requeriría su modificación, como reemplazo de cables, tableros y equipos de protección.

Realizar la conexión aguas arriba del cuadro principal proporciona una mejor opción porque no requiere ninguna modificación del cuadro principal de BT ni de otros componentes del sistema aguas abajo. Sin embargo, se calculará la corriente máxima de cortocircuito, incluidas las fuentes locales, y se comprobará la compatibilidad de la instalación existente con esta corriente máxima de cortocircuito.



Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:05.

Reglas de cálculo al integrar energía solar y almacenamiento

Cuando la producción y el almacenamiento de electricidad solar se integran en los edificios, las instalaciones eléctricas evolucionan de una fuente única a una fuente múltiple, de la generación basada en generadores a la generación basada en inversores, y de un modo de funcionamiento único a múltiples modos de funcionamiento.

En consecuencia, la forma de calcular las instalaciones eléctricas también debe adaptarse para tener en cuenta algunos puntos complementarios, como se detalla a continuación.

Identificar todos los modos de funcionamiento.

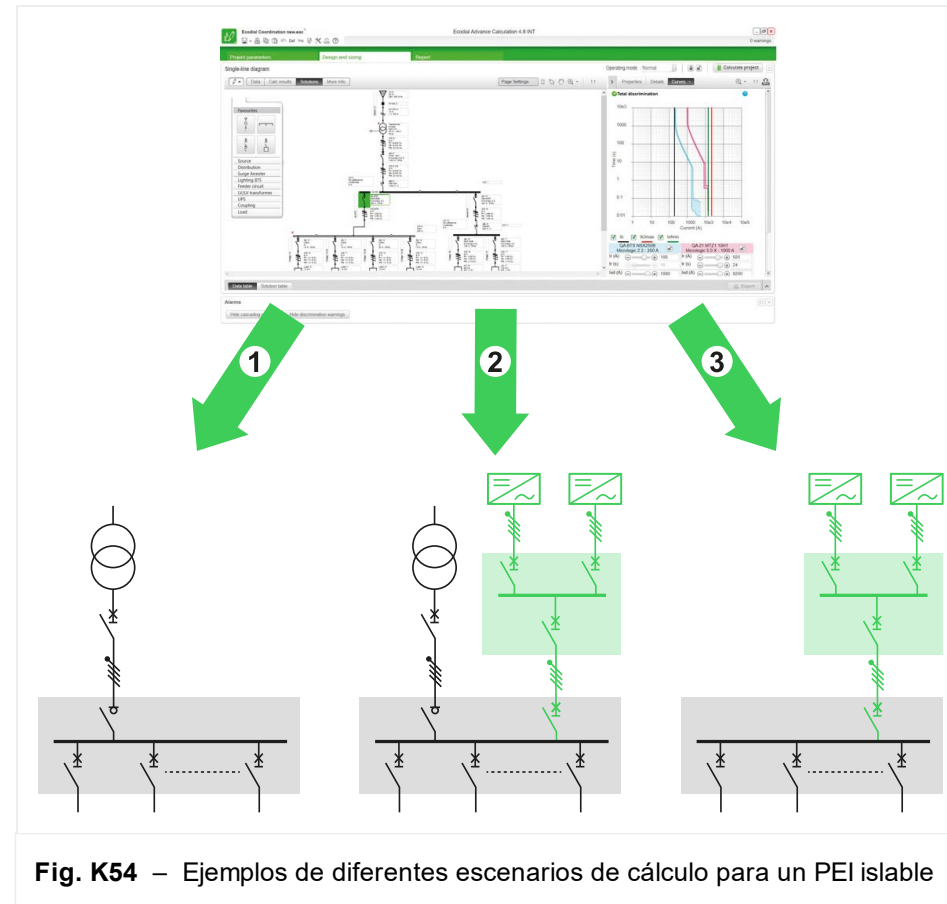
Una peculiaridad de las instalaciones con producción y almacenamiento solar es que cuentan con múltiples modos de funcionamiento. Esto significa que se producirán diferentes condiciones de funcionamiento dependiendo de las fuentes de energía disponibles y las cargas conectadas.

Normalmente, la integración de la producción solar conduce a al menos dos modos de funcionamiento. En el primer caso, durante las horas de producción solar, la instalación es alimentada por la red y el sistema fotovoltaico en paralelo. En cambio, cuando no hay producción fotovoltaica, por ejemplo durante la noche, la instalación se alimenta únicamente de la red.

Además, si el PEI es aislable, el cálculo también se realizará en modo isla. Ver [PEI aislable](#)

Photovoltaic Self-Consumption: Ho





Cuando se añade almacenamiento al sistema, el número de modos de funcionamiento aumenta aún más, y por dos motivos:

- existe un mayor número de combinaciones posibles de fuentes de energía que producen o no, y

- el almacenamiento debe considerarse tanto como fuente como como carga: cuando la batería se está cargando es una carga para la instalación eléctrica, pero cuando la batería se está descargando proporciona energía eléctrica a la instalación y se convierte en fuente.

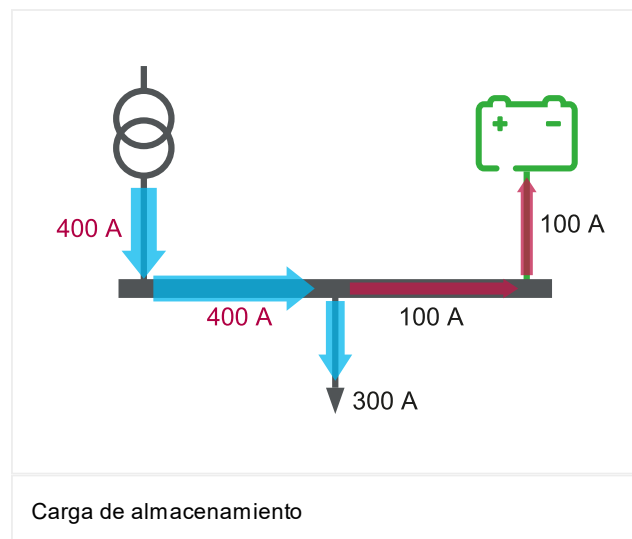
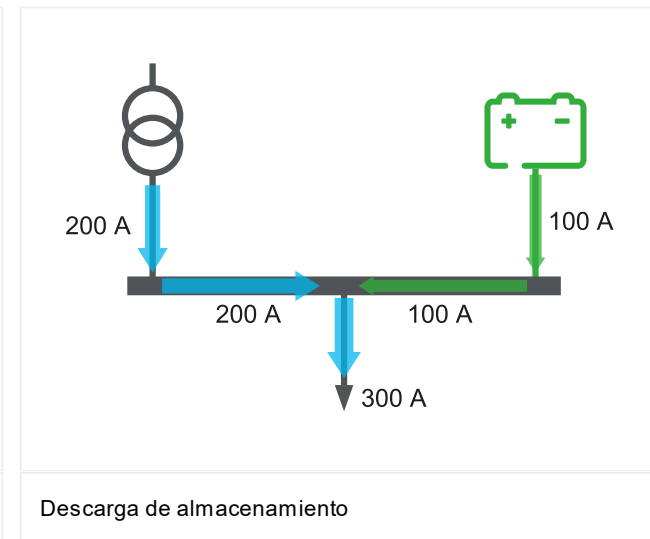
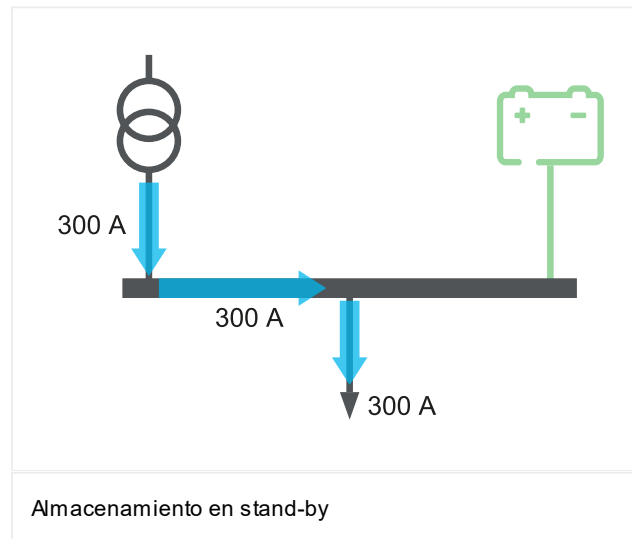
Calcular la instalación eléctrica para cada modo de funcionamiento.

En consecuencia, se debe realizar un cálculo para cada modo de funcionamiento, porque los cálculos pueden dar como resultado valores de potencia y corriente significativamente diferentes de un modo de funcionamiento a otro. Una vez realizado el cálculo para cada modo, se debe dimensionar el equipo considerando las peores restricciones. El plan de protección también debe configurarse para que sea válido cualquiera que sea el modo de funcionamiento.

A modo de ejemplo, una instalación sencilla con conexión a red y almacenamiento tiene al menos tres modos de funcionamiento:

- Suministrado únicamente por la red – cuando el almacenamiento de energía eléctrica está en espera
- Suministrado por la red con el almacenamiento de energía eléctrica como fuente (la batería se está descargando)
- Suministrado por la red con el almacenamiento de energía eléctrica como carga (la batería se está cargando)

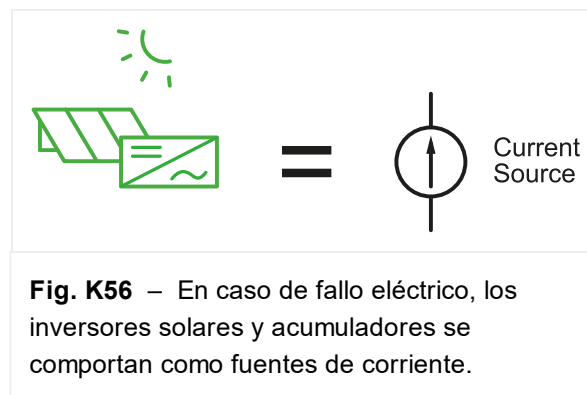
Fig. K55 – Ilustración de las diferencias significativas del valor actual entre los diferentes modos de funcionamiento. Ejemplo de instalación con integración de almacenamiento



Considere los inversores solares y de almacenamiento como fuentes actuales

Otra peculiaridad de las instalaciones con producción energética local es que los acumuladores y los inversores solares no tienen las mismas características y comportamientos que las fuentes tradicionales, como el suministro a red o los

generadores. Por ejemplo, en el caso de un cortocircuito, los inversores solares y de almacenamiento limitan su salida de corriente a un valor no mucho mayor que la corriente nominal y, por lo tanto, se comportan como fuentes de corriente constante.



En la práctica, esto significa que al calcular una instalación eléctrica por el método de la impedancia, los sistemas fotovoltaicos y de almacenamiento de energía eléctrica no se representan por impedancias del mismo modo que el resto de componentes de la instalación eléctrica.

Al realizar cálculos de corriente de cortocircuito, la contribución de cortocircuito de los inversores, proporcionada por el fabricante del inversor, puede simplemente sumarse a las otras corrientes de cortocircuito de la instalación.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:05.



Dimensionamiento de instalación eléctrica con producción solar.

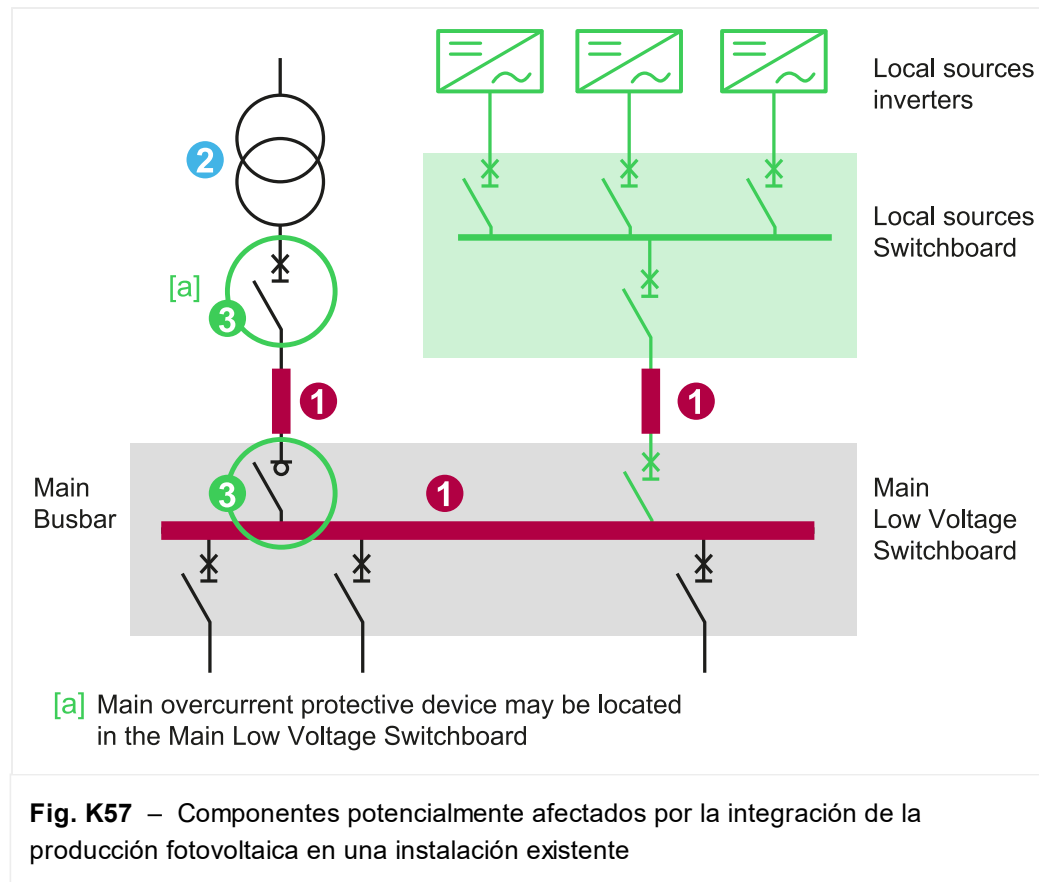
El dimensionamiento de todos los equipos de instalación eléctrica debe realizarse considerando todos [los modos de funcionamiento](#) y las limitaciones del peor de los casos.

Por ejemplo, como se muestra en la siguiente figura:

- **Los cables y barras colectoras** se dimensionan según la corriente de carga máxima (1),
- **Los transformadores** se dimensionan según el flujo de potencia máximo (2),
- **Los dispositivos de protección y conmutación** se seleccionan de acuerdo con la corriente de carga máxima y las corrientes de cortocircuito mínima y máxima (3).

Photovoltaic Self-Consumption: Im





Cuando la capacidad de producción fotovoltaica es inferior a la demanda de energía

Hay poco o ningún impacto en el dimensionamiento de la instalación eléctrica:

- el flujo de corriente a través de cables y barras colectoras no aumenta al agregar producción fotovoltaica,

- el flujo de potencia del transformador es menor debido al aporte del sistema fotovoltaico.

Cuando la capacidad de producción fotovoltaica supera la demanda de energía

Se debe tener en cuenta el impacto en el dimensionamiento de la instalación eléctrica, ya que los flujos de corriente y potencia en la instalación pueden ser mayores.

En **las construcciones nuevas**, las mayores limitaciones de potencia y flujo de corriente se consideran en la fase inicial de diseño, y la instalación se puede dimensionar en consecuencia.

Sin embargo, **para edificios existentes**, considere lo siguiente:

- La conexión del sistema fotovoltaico aguas arriba al embarrado principal evita la necesidad de cambios en el cuadro principal
- Utilizar un sistema de control para limitar la producción fotovoltaica puede evitar la necesidad de sustituir el transformador y su dispositivo de protección.

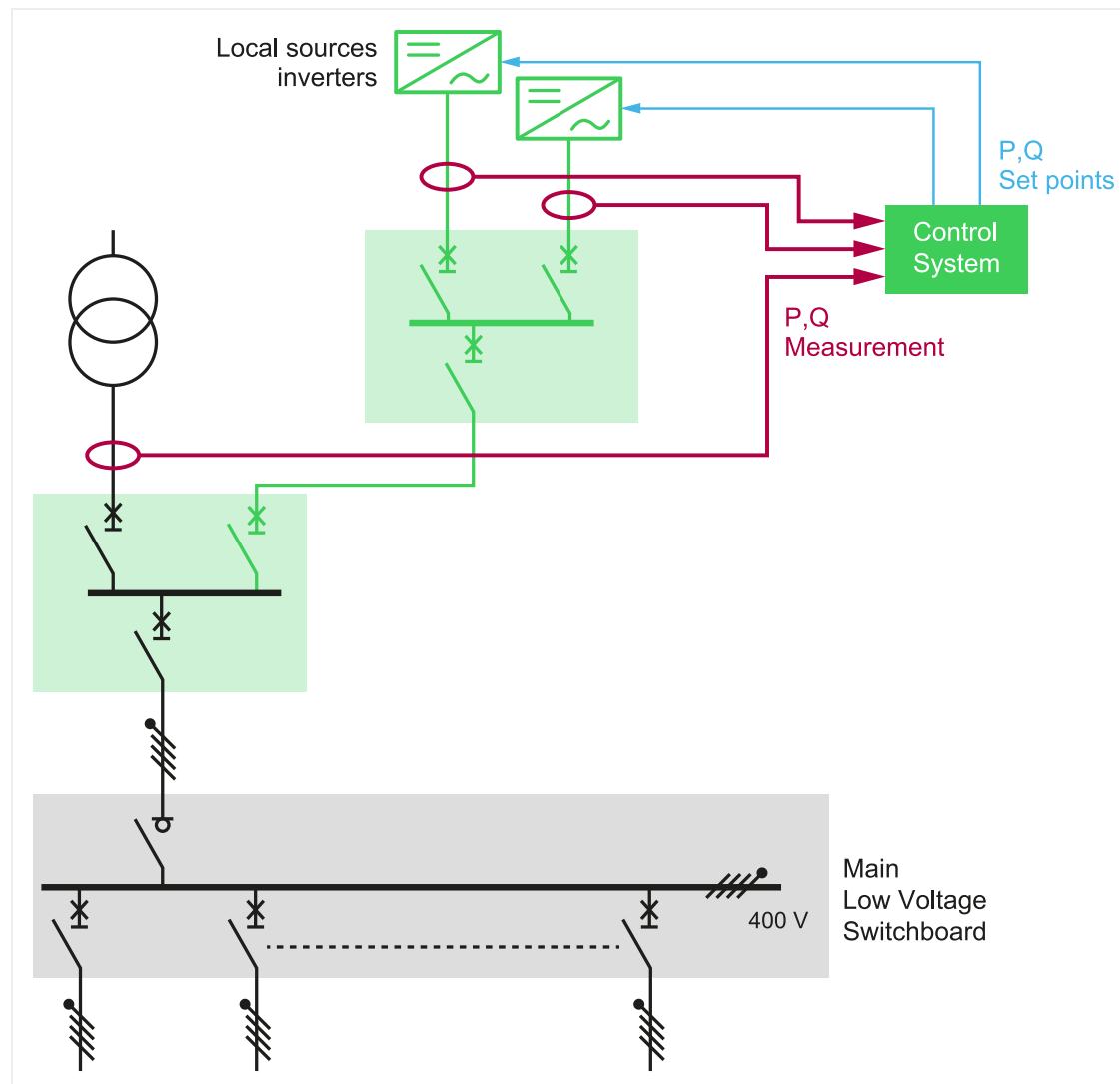


Fig. K58 – En edificios existentes: el uso de un sistema de control o la integración aguas arriba del cuadro principal de BT puede reducir el impacto en la infraestructura eléctrica existente

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:06.

Protección específica de instalaciones eléctricas de prosumidores.

Cuando en una instalación eléctrica se incluyen fuentes locales para autoconsumo, es necesario tener en cuenta algunos puntos específicos respecto a los dispositivos de protección, en particular los que se describen a continuación.

Protección contra descargas eléctricas en PEI aislables

Como se vio anteriormente, las medidas de protección contra descargas eléctricas dentro de una instalación conectada a la red dependen de la conexión a la red de distribución. Cuando se pretenda utilizar una instalación desconectada de la red (PEI aislable) se tomarán medidas adicionales para garantizar un funcionamiento seguro en este modo.

- Selección de un tipo de puesta a tierra del sistema para modo isla
- Adaptación y comprobación de la eficacia de la desconexión automática de la medida de protección del suministro, en particular con un nivel bajo de corriente de defecto a tierra en comparación con el funcionamiento conectado a la red.

IEC 60364-8-82 2022 introduce la posibilidad de introducir un dispositivo de conmutación en el enlace entre el neutro y la disposición de puesta a tierra: Dispositivo de conmutación para el conductor de referencia del sistema.

Nota : El conductor que conecta un sistema de alimentación de BT a tierra (normalmente el neutro en un sistema trifásico de CA) según el tipo de conexión a tierra del sistema no se describió específicamente en IEC 60364-1 y, de forma predeterminada, se considera PE o PEN. Este conductor ahora se define como "Conductor de referencia del sistema (SRC)" y se puede insertar un dispositivo de conmutación en él, lo que no es posible con un PE.

La tabla 1 de IEC 60364-8-82 describe el posible tipo de conexión a tierra del sistema para PEI no aislado galvánicamente.

Fig. K59 – Combinaciones de posibles tipos de puesta a tierra del sistema en modo conectado y modo isla para PEI y requisitos asociados para el dispositivo de conmutación de conductores de referencia del sistema (IEC 60364-8-82 Ed 2022, Tabla 1)

Tipo de puesta a tierra del sistema AC en modo conectado a la red	Tipo de puesta a tierra del sistema AC en modo isla	Modo isla posible S/N	Necesidad de un dispositivo de conmutación de conductores de referencia del sistema
TT	TT	Y	Y
	TN-S	Y	Y
	ÉL	Y	N - pero es necesario iniciar la supervisión del aislamiento o activar el punto neutro artificial
TN-S	TT	Y	Y
	TN-S	Y	Y - excepto si hay conexión de neutro a tierra en el lado de carga
	ÉL	Y	N - pero es necesario iniciar la supervisión del aislamiento o activar el punto neutro artificial
TN-CS	TT	norte	
	TN-S	Y	Y
	TN-CS	Y	N - pero se necesita electrodo de tierra local
	ÉL	norte	
TN-C	TT	norte	
	Tennessee	norte	
	ÉL	norte	
ÉL	TT	Y	Y
	TN-S	Y	Y
	ÉL	Y	norte

Esta tabla trata del sistema AC 3 líneas + neutro.

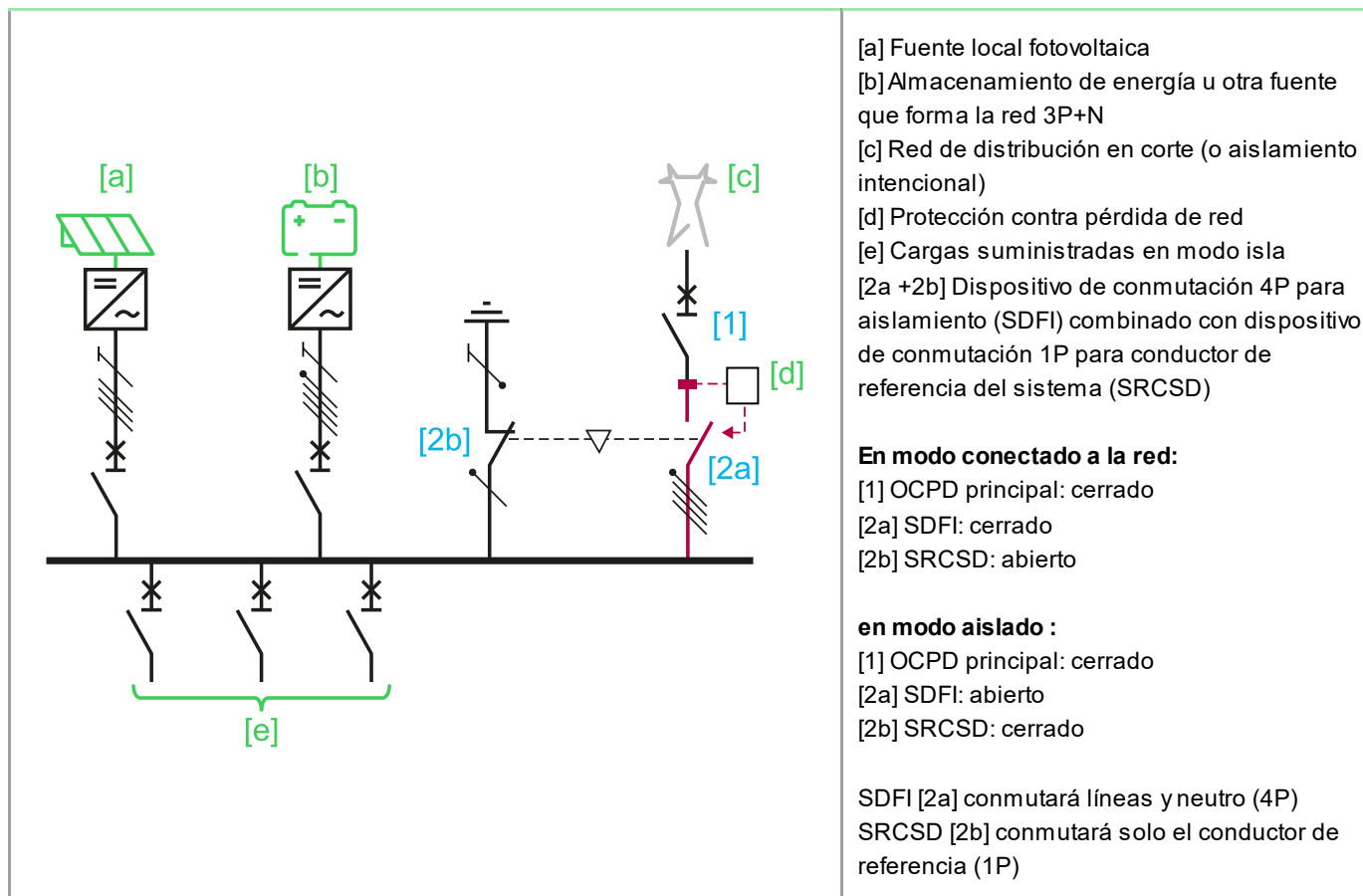
En los párrafos siguientes proporcionamos algunos ejemplos y orientación sobre diferentes formas de implementar PEI islable.

- Cuando el PEI aislable está conectado a una red de distribución de BT , hay menos flexibilidad ya que el tipo de puesta a tierra del sistema se define para el modo conectado a la red.
- Cuando el PEI aislable se conecta a la red de distribución a través de un transformador AT/BT propiedad del PEI , se puede implementar alguna de las soluciones más simples.

Protección por desconexión automática del suministro en PEI islaable sin separación galvánica de la Red de Distribución

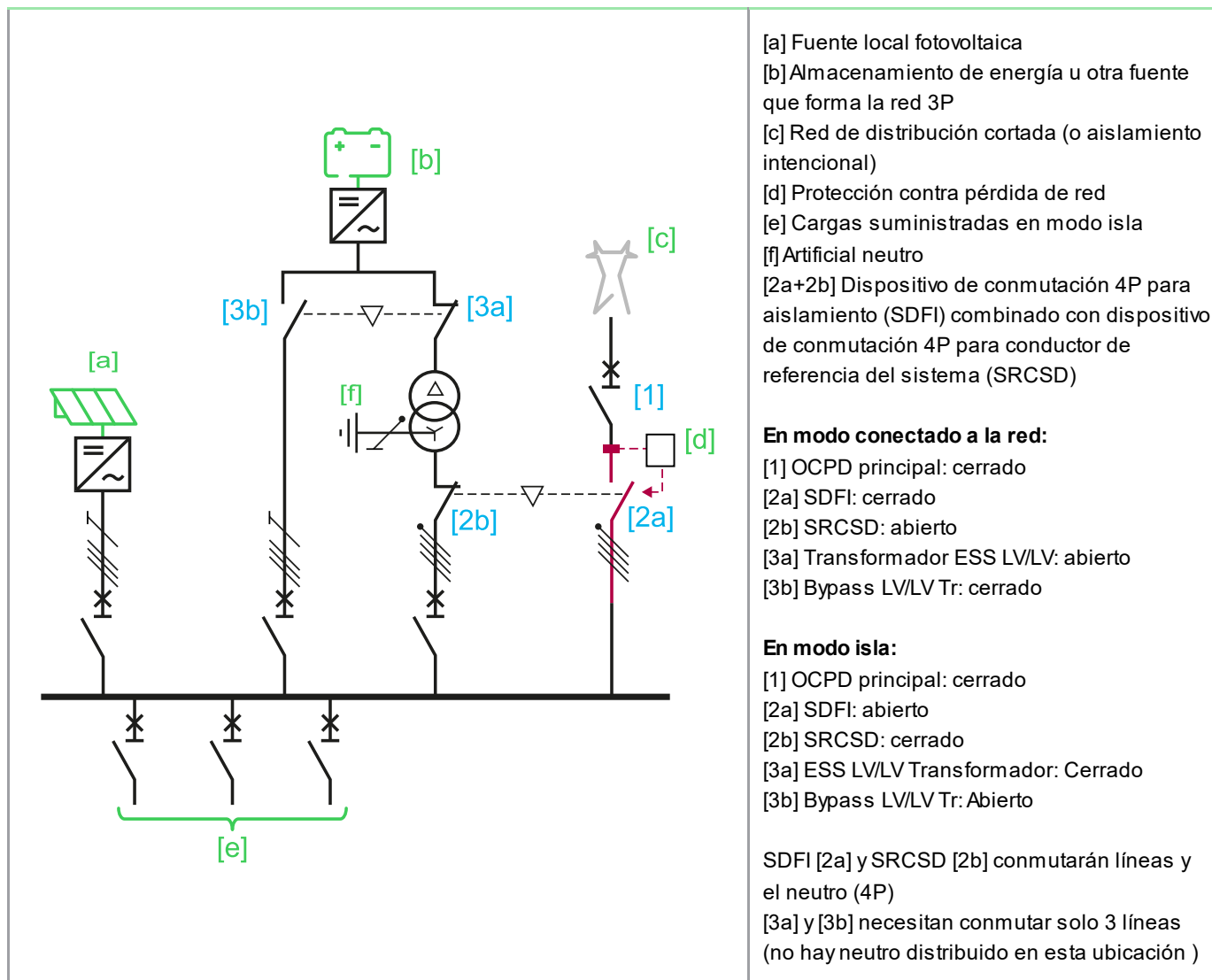
La forma más sencilla de crear un enlace local de neutro a tierra para el prosumidor suministrado por las empresas de BT en TNS o TT es agregar una SDFI 3P+N (o P+N para instalación monofásica) combinada con un dispositivo de conmutación unipolar para el conductor de referencia del sistema. , como se muestra en la siguiente figura:

Fig. K60 – Ejemplo de red PEI TT o TN conectada, TN-S aislada con red local formando fuente 3P+N (capaz de suministrar cargas desequilibradas)



En alguna situación, puede ser relevante utilizar un transformador BT/BT separado junto con una fuente trifásica sin neutro. Este transformador BT/BT se utiliza para crear un neutro local a tierra y manejar cargas desequilibradas.

Fig. K61 – Ejemplo de red PEI TT o TN conectada, TN-S aislada con fuente de formación de red local 3P y transformador BT/BT



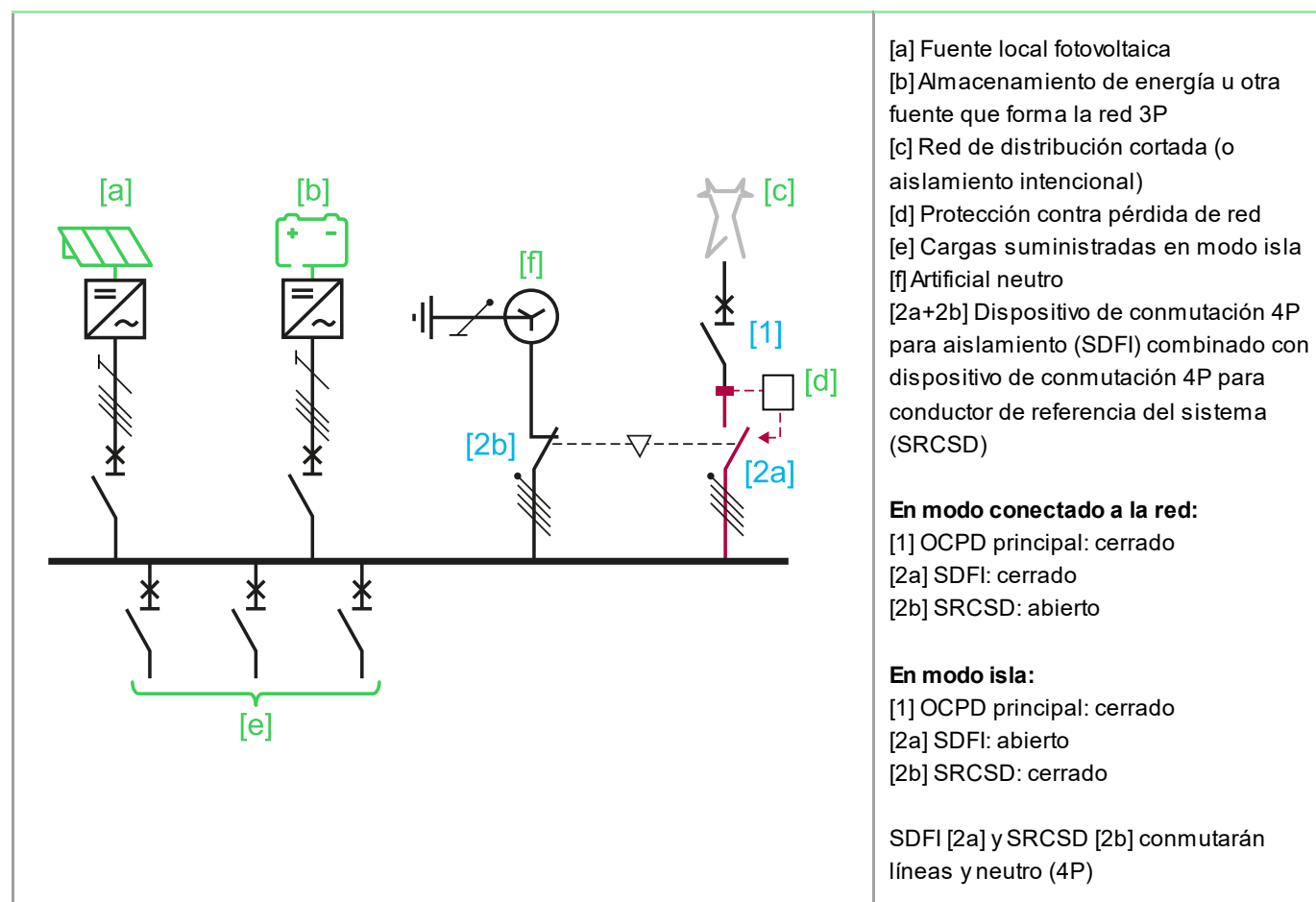
Ventajas :

- Conexión permanente de neutro a tierra a nivel del transformador BT/BT
- Equipo de conmutación de transferencia estándar 4P/4P y 3P/3P
- ESS sin transformación.
- Posibilidad de tener un transformador para varios ESS

- No hay interconexión neutral entre las fuentes locales y la red de distribución cuando está conectada a la red. Algunas regulaciones nacionales prohíben que la fuente 3P+N se conecte a la red de distribución de BT, consulte, por ejemplo, NFC 15-400.

Esta arquitectura puede incluso optimizarse mediante el uso de un punto neutro artificial en lugar de un transformador BT/BT:

Fig. K62 – Ejemplo de red PEI TT o TN conectada, IT aislada con red local formando fuente 3P y punto neutro artificial



Ventajas :

- Conexión permanente de neutro a tierra a nivel del punto neutro artificial
- Equipo de conmutación de transferencia estándar 4P/4P
- Trifásico puro sin ESS neutro
- La corriente de falla a tierra no depende del número de fuentes locales conectadas.
- No hay interconexión neutral entre las fuentes locales y la red de distribución cuando está conectada a la red. Algunas regulaciones nacionales prohíben que la fuente 3P+N se conecte a la red de distribución de BT, consulte, por ejemplo, NFC 15-400.

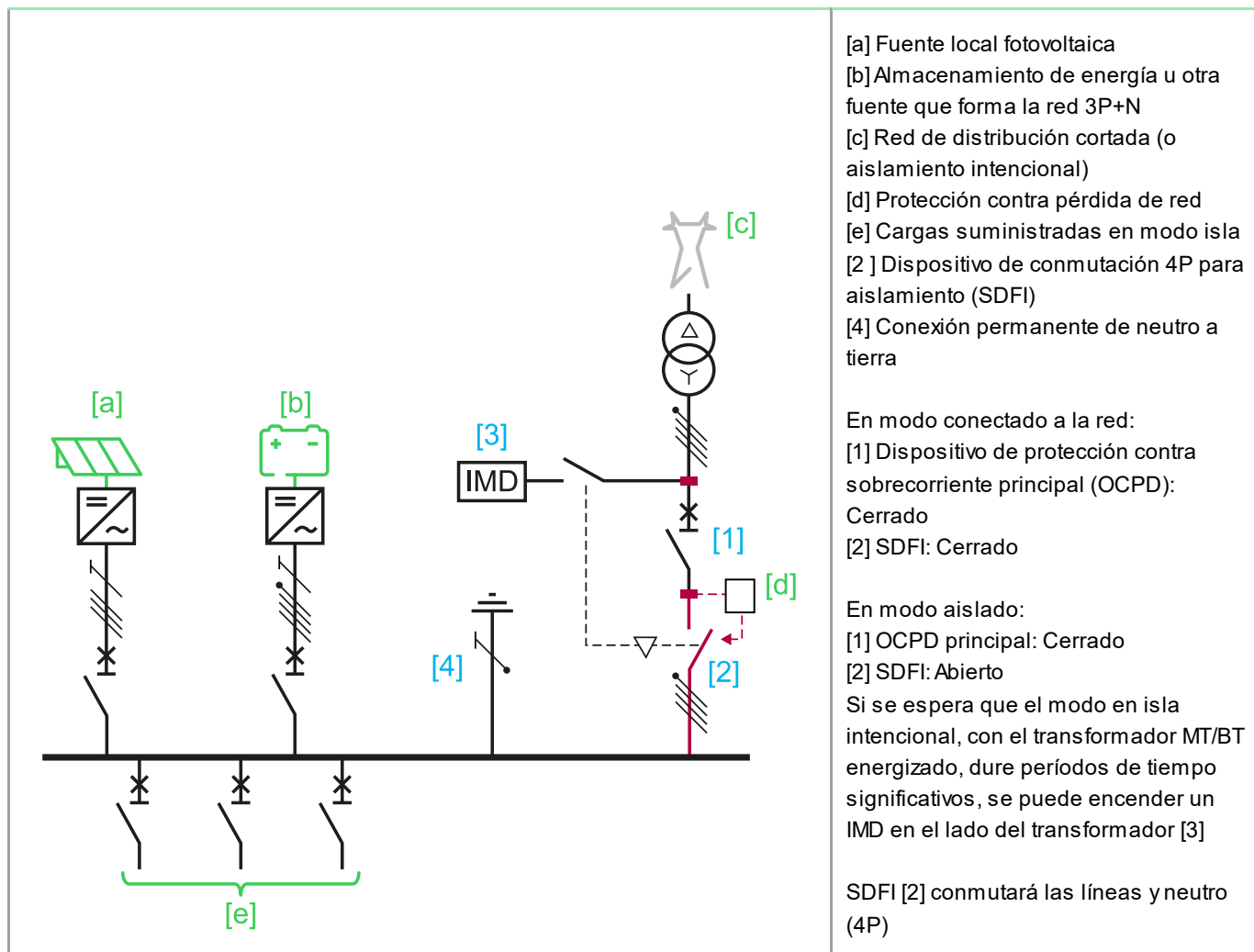
El punto neutro artificial garantizará el suministro de carga desequilibrada. Deberá tener el tamaño correspondiente.

Un sistema de este tipo según IEC 60364-4-41 es un sistema "IT", pero la medida de protección contra descargas eléctricas aún puede ser la desconexión en el primer fallo gracias a la protección RCD.

Protección por desconexión automática del suministro en PEI islaable con separación galvánica de la Red de Distribución

Cuando la instalación de Prosumer está conectada a la Red de Distribución a través de un transformador AT/BT, el punto neutro del transformador podrá estar puesto a tierra como en una instalación clásica. Se puede aplicar la solución descrita en [el párrafo anterior](#) , o bien realizar una única conexión permanente de Neutro a tierra a nivel de cuadro de la siguiente manera:

Fig. K63 – Ejemplo de red PEI TN conectada, TN aislada con red local formando fuente 3P+N (capaz de suministrar cargas desequilibradas)



Ventajas :

- Sencillez
- Punto único de conexión del sistema a tierra claramente identificado y fácil de comprobar
- No es necesario un dispositivo de conmutación para los conductores de referencia del sistema.
- No hay interconexión neutral entre las fuentes locales y la red de distribución cuando está conectada a la red. Algunas regulaciones nacionales prohíben que la fuente 3P+N se conecte a la red de distribución de BT, consulte, por ejemplo, NFC 15-400.

Retirarse :

- En modo isla, el devanado secundario del transformador MT/BT está en sistema "IT". Si se espera un modo de funcionamiento de este tipo con el transformador MT/BT energizado durante un período de tiempo significativo, se puede encender un IMD en el lado del transformador.

Ubicación de la protección contra sobrecorriente del sistema fotovoltaico.

Para eliminar averías eléctricas en la instalación fotovoltaica se debe colocar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el punto de conexión del sistema fotovoltaico a la instalación eléctrica del edificio. Es imprescindible incluir la protección contra sobrecorriente en este lugar exacto, para evitar que se dispare el disyuntor principal, en caso de falla en el alimentador fotovoltaico.

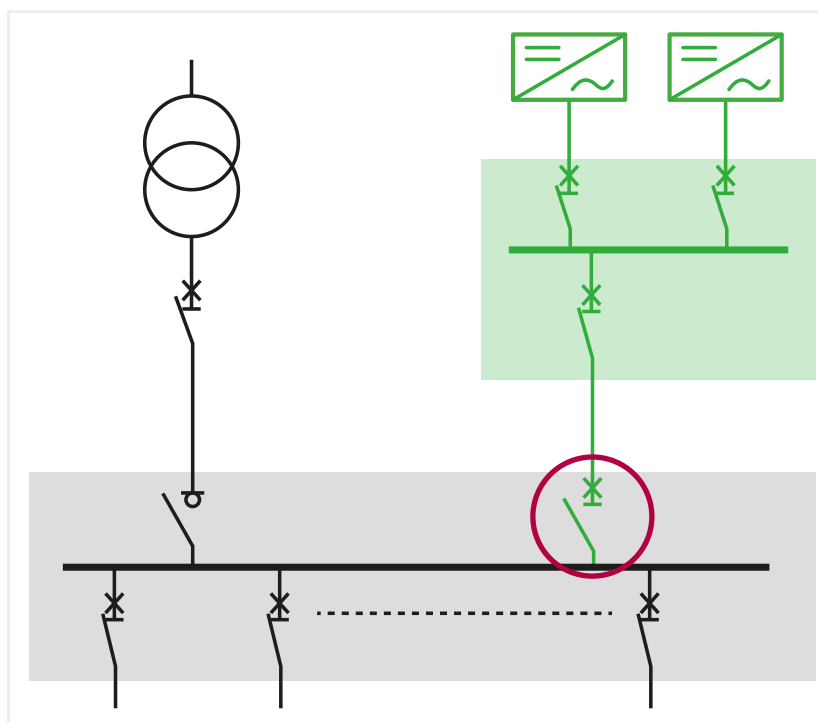


Fig. K64 – Se debe colocar un dispositivo de protección contra sobrecorriente en el punto de conexión del sistema fotovoltaico a la instalación eléctrica del edificio.

Para garantizar el correcto funcionamiento de la instalación eléctrica, esta protección contra sobrecorriente debe coordinarse con el disyuntor principal para garantizar la selectividad.

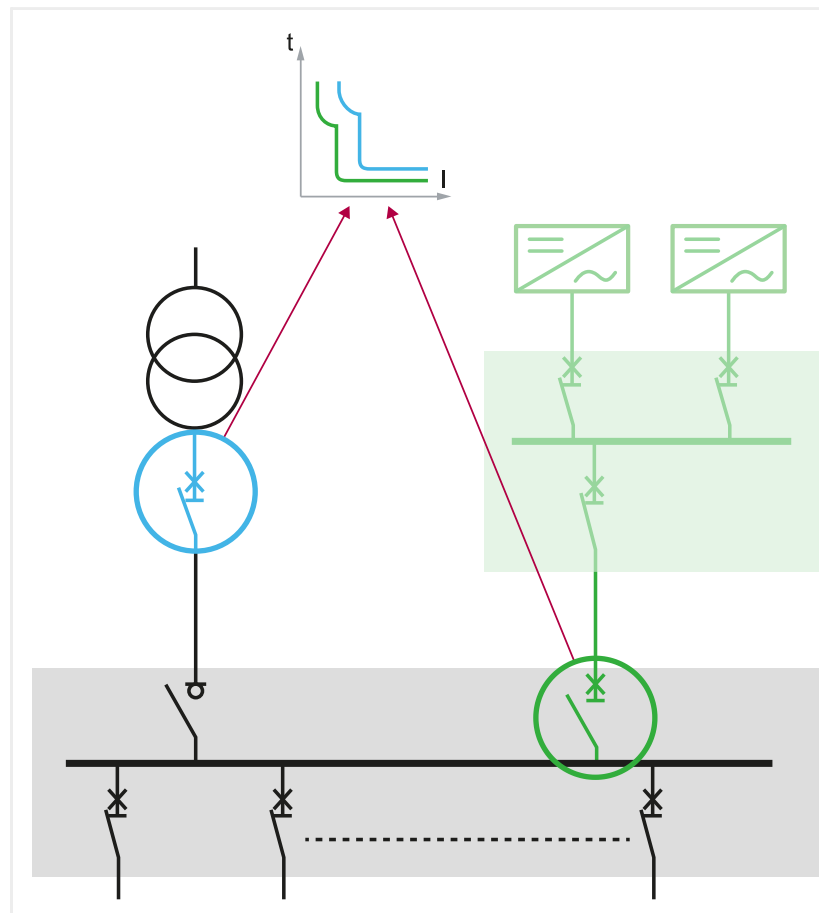


Fig. K65 – La protección contra sobrecorriente del tablero fotovoltaico debe coordinarse con el disyuntor principal

Esta selectividad puede no ser tan fácil de lograr, en particular cuando la capacidad de producción fotovoltaica es equivalente o superior a la potencia instalada del edificio. En este caso, el disyuntor de la entrada fotovoltaica tiene el mismo valor nominal o superior que el disyuntor principal. Por tanto, para garantizar la selectividad entre los dos interruptores, las posibles opciones incluyen:

- sobredimensionar el disyuntor principal
- dividir el sistema fotovoltaico en sistemas más pequeños, o
- considere la selectividad del tiempo, para aplicaciones superiores a 630 amperios

Aislamiento y conmutación del sistema de alimentación fotovoltaica.

Tal y como se describe en el párrafo anterior, se deberá ubicar un dispositivo de desconexión de CA en el cuadro de fuentes locales, para aislar el sistema fotovoltaico del resto de la instalación eléctrica durante el mantenimiento. Además, se debe prever una función de aislamiento para los inversores fotovoltaicos, mediante medios de desconexión, tanto en el lado AC como en el DC.

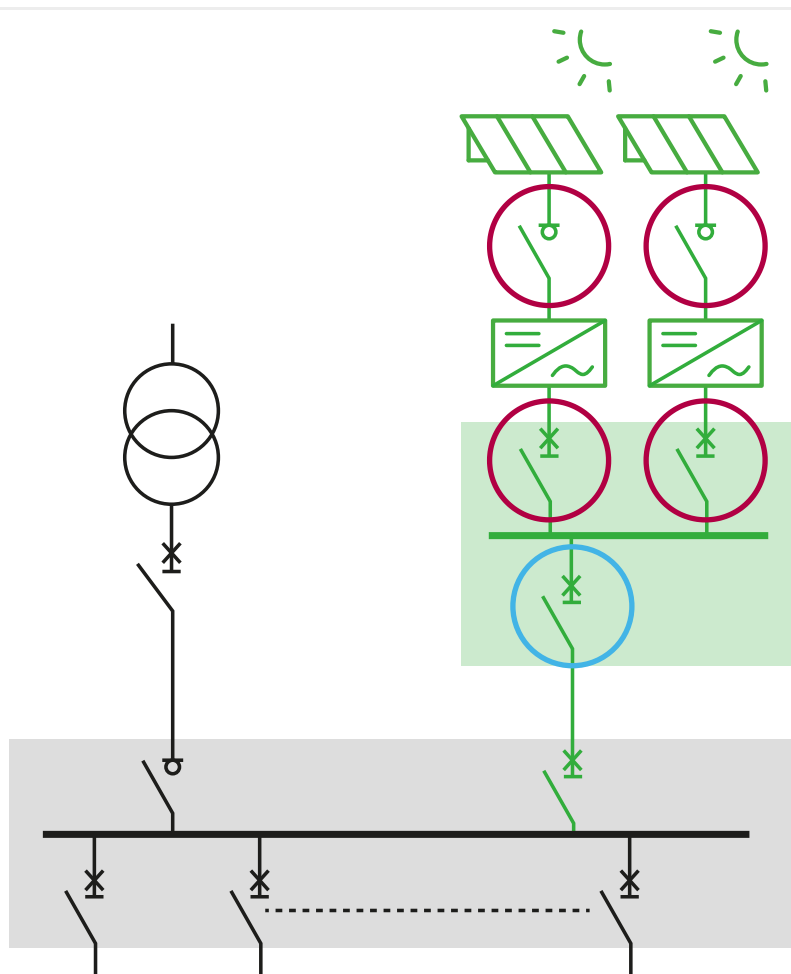


Fig. K66 – Se deben prever dispositivos de desconexión para los inversores fotovoltaicos tanto en el lado CC como en

el lado CA, así como para el cuadro de distribución fotovoltaico.

Ubicación de la protección contra sobrecorriente para el sistema de almacenamiento de energía.

Se aplican las mismas reglas al sistema de almacenamiento de energía (ESS) que al inversor solar.

Además, se requiere un dispositivo de protección contra sobrecorriente entre las baterías y el inversor.

Aislamiento y conmutación para sistema de almacenamiento de energía.

Se aplican las mismas reglas al sistema de almacenamiento de energía (ESS) que al inversor solar.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:06.



Calidad de la energía: impacto del autoconsumo solar

Los sistemas fotovoltaicos crean algunas perturbaciones limitadas en la instalación eléctrica, procedentes principalmente del funcionamiento de los inversores solares.

Esos son:

- [Armónicos](#)
- [Desequilibrar](#)
- [Corriente CC residual](#)

Los sistemas fotovoltaicos son un tipo de generadores basados en inversores. Consisten en paneles fotovoltaicos que generan energía de corriente continua (CC) y un inversor que transforma continuamente la energía de CC en energía de corriente alterna (CA). Ese inversor es el que permite conectar el sistema fotovoltaico a una instalación eléctrica de CA.

Debido a que el sistema fotovoltaico está compuesto por una fuente de CC y equipos electrónicos, de hecho puede ser el origen de algunos problemas de calidad de la energía, como la corriente CC residual y los armónicos. Su integración en la instalación eléctrica, si no se realiza correctamente, también puede ser causa de desequilibrio o degradación del factor de potencia.

Photovoltaic Self-Consumption: Ho



Armónicos

Los inversores solares generan armónicos, normalmente limitados a un nivel aceptable para la instalación eléctrica del edificio.

Como todos los demás equipos electrónicos, los inversores fotovoltaicos inyectan armónicos en la instalación eléctrica. Para convertir la energía CC producida por los paneles solares en energía CA controlada, los inversores fotovoltaicos utilizan conmutación por modulación de ancho de pulso. Este método permite el control de la magnitud y la frecuencia de la salida del inversor y elimina los armónicos de bajo orden. Por otro lado, genera armónicos de alta frecuencia.

Para limitar la inyección de estos armónicos, los inversores fotovoltaicos están equipados con filtros de modo que la distorsión armónica total (THD) de su salida suele limitarse a valores aceptables para la instalación.

Aun así, la THD global de la instalación eléctrica puede ser mayor, porque los armónicos inyectados por los inversores fotovoltaicos se combinan con los generados por las cargas.

Se recomienda la supervisión (y mitigación si es necesario) de los armónicos en la instalación.

Se recomienda medir el nivel global de armónicos en la instalación eléctrica. Si excede los límites aceptables, se pueden utilizar medidas de mitigación de armónicos como filtros activos o pasivos.

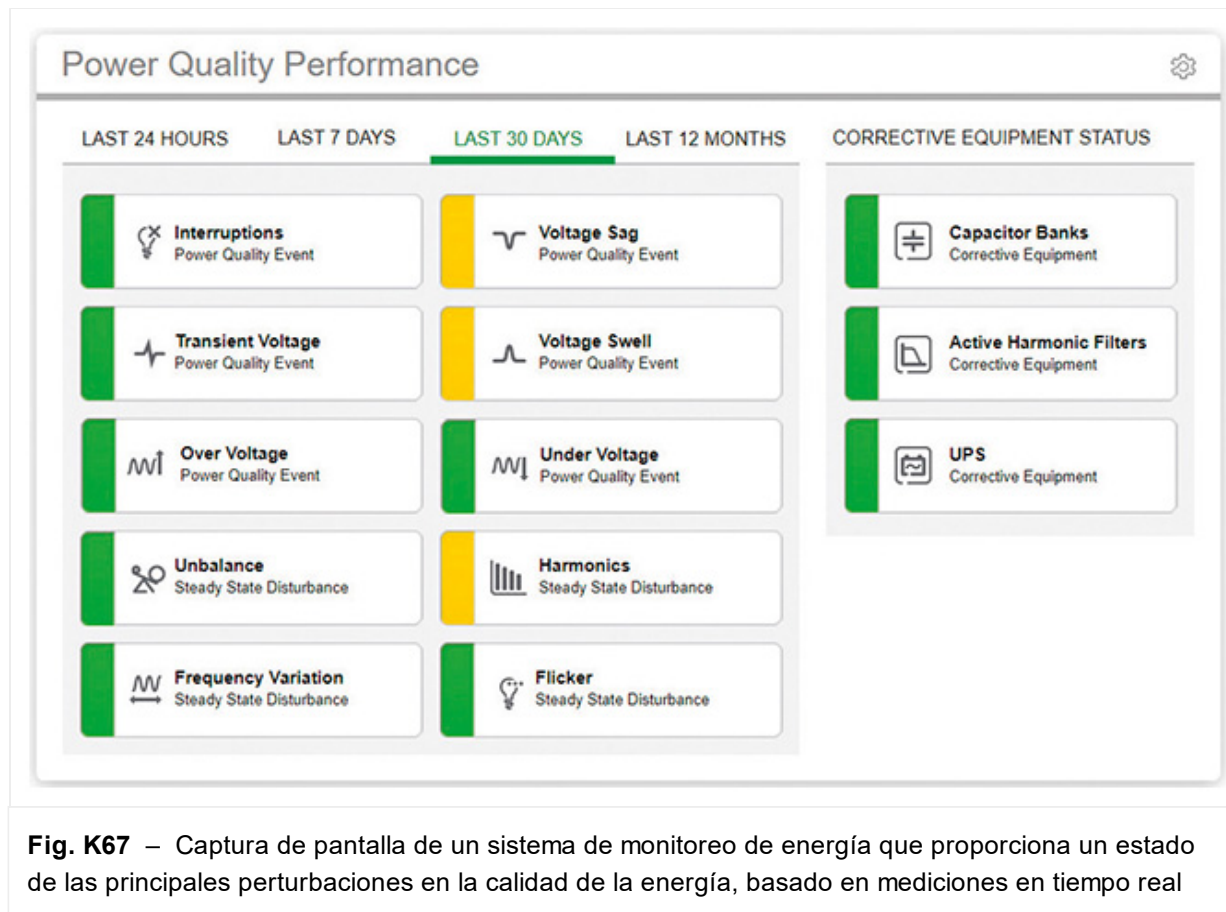


Fig. K67 – Captura de pantalla de un sistema de monitoreo de energía que proporciona un estado de las principales perturbaciones en la calidad de la energía, basado en mediciones en tiempo real

Desequilibrar

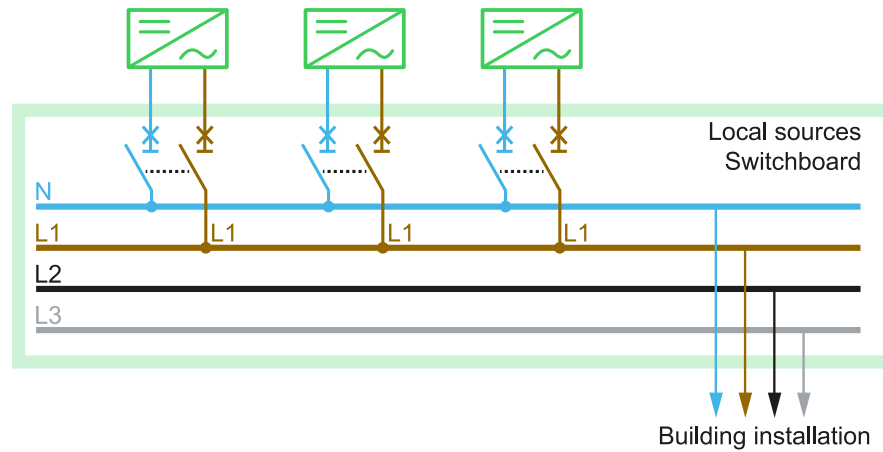
Los inversores fotovoltaicos monofásicos pueden generar desequilibrios si no están conectados de manera uniforme en las tres fases.

Se pueden generar desequilibrios si se conectan inversores fotovoltaicos monofásicos a una instalación eléctrica trifásica. Para evitar desequilibrios, se recomienda conectar los inversores fotovoltaicos de manera uniforme en las tres fases, como se muestra en el siguiente ejemplo.

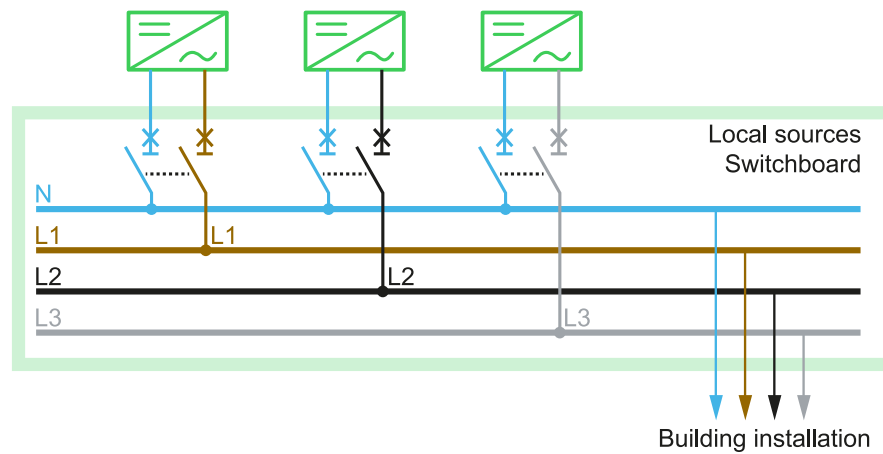
Fig. K68 – Conexión recomendada de inversores fotovoltaicos monofásicos en una instalación eléctrica trifásica para evitar desequilibrios



Local sources inverters



Local sources inverters



Corriente CC residual

Los inversores solares pueden generar corriente CC residual

Una posible alteración en la calidad de la energía debido a la producción fotovoltaica es la presencia de un componente de CC en el circuito de CA.

Los inversores fotovoltaicos pueden proporcionar una ruta de corriente a través de la cual la corriente residual CC puede pasar al lado CA de la instalación eléctrica. Esto depende de la tecnología del inversor en cuanto al aislamiento eléctrico:

- Los inversores con aislamiento entre el lado CC y el lado CA no inyectan corriente residual CC en el lado CA.
- Los inversores sin aislamiento pueden pasar corriente residual de CC al lado de CA, a menos que el fabricante tome medidas específicas para evitar este flujo.

La mayoría de los inversores fotovoltaicos disponibles en el mercado no tienen transformadores y, por lo tanto, no proporcionan aislamiento entre el lado de CC y el lado de CA. Por tanto, no es improbable la presencia de corrientes residuales CC en instalaciones con producción fotovoltaica.

Seleccione el dispositivo de corriente residual adecuado para aplicaciones fotovoltaicas

Se deben tomar medidas de protección adecuadas para evitar dañar el equipo y, lo que es más importante, evitar problemas de seguridad.

En particular, como establece la norma **IEC 60364-7-712**, **los dispositivos de corriente residual (RCD) instalados en el lado CA del sistema fotovoltaico deben ser del tipo B**, a menos que:

- hay un aislamiento entre el lado de CA y el de CC, o
- Las instrucciones del fabricante del inversor indican que no se requiere el tipo B.

Los RCD tipo B se utilizan en casos en los que la aplicación puede crear una corriente residual CC uniforme o contener frecuencias superiores a 50 Hz. Para obtener información general adicional sobre los tipos de RCD, consulte [Dispositivos de corriente residual \(RCD\)](#).

Fig. K69 – Ejemplos de RCD tipo B

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:08.



Factor de potencia: impacto del autoconsumo solar

La integración de la producción solar puede tener un impacto negativo en el factor de energía general

La integración de la producción solar puede tener un impacto negativo en el factor de potencia (PF) global de la instalación eléctrica y puede dar lugar a sanciones si no se toman medidas correctoras.

De hecho, debido a que el sistema solar produce y proporciona únicamente energía activa, se requiere menos energía activa de la red para la misma cantidad de energía reactiva. De este modo se reduce correspondientemente el factor de potencia en el punto de conexión a la red.

Para obtener más información sobre el impacto de la integración solar en el factor de potencia y ver un ejemplo práctico, vea "Cómo evitar penalizaciones por el factor de potencia debido a la producción fotovoltaica".

Photovoltaic Self-Consumption: Ho



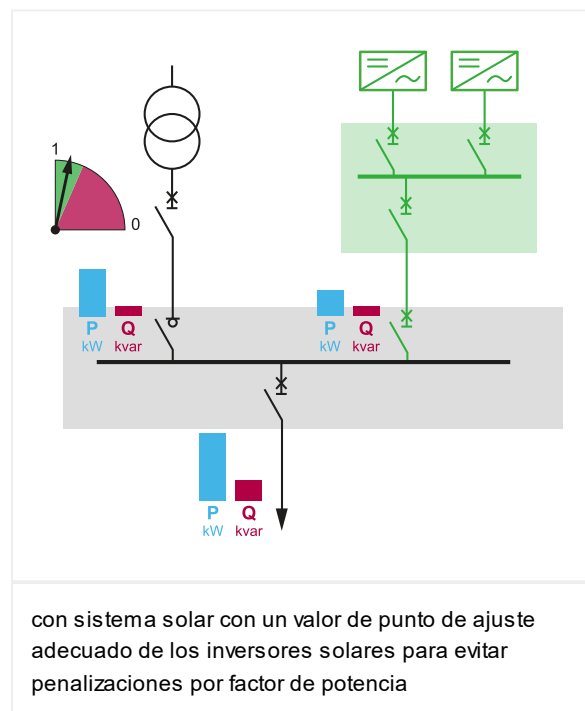
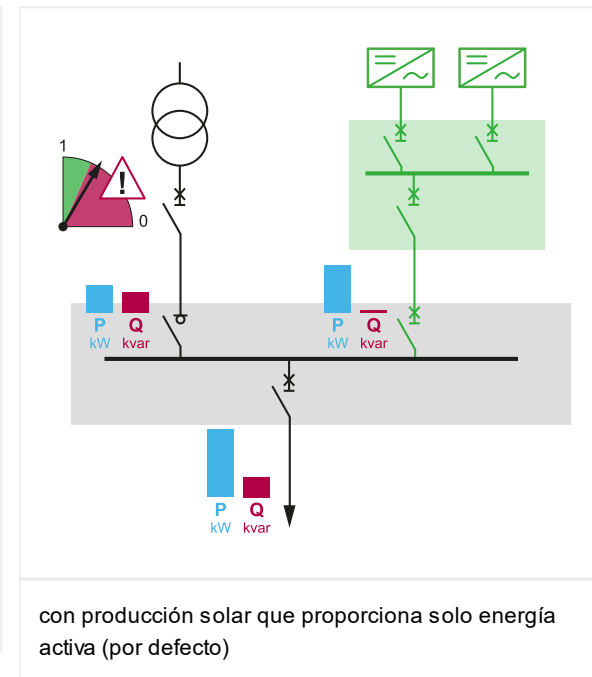
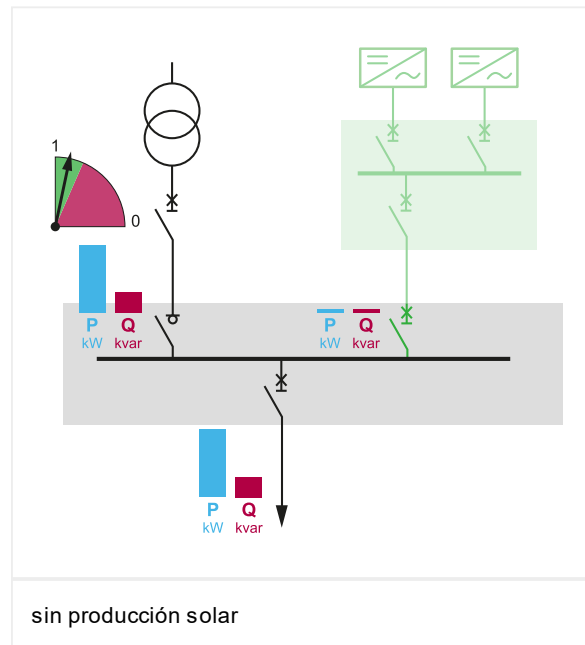
¿Cómo evitar la degradación del factor de potencia debido a la integración de la producción solar?

Existe una manera fácil de evitar penalizaciones por factor de potencia al integrar la producción solar que no requiere la instalación de equipos adicionales de corrección del factor de potencia.

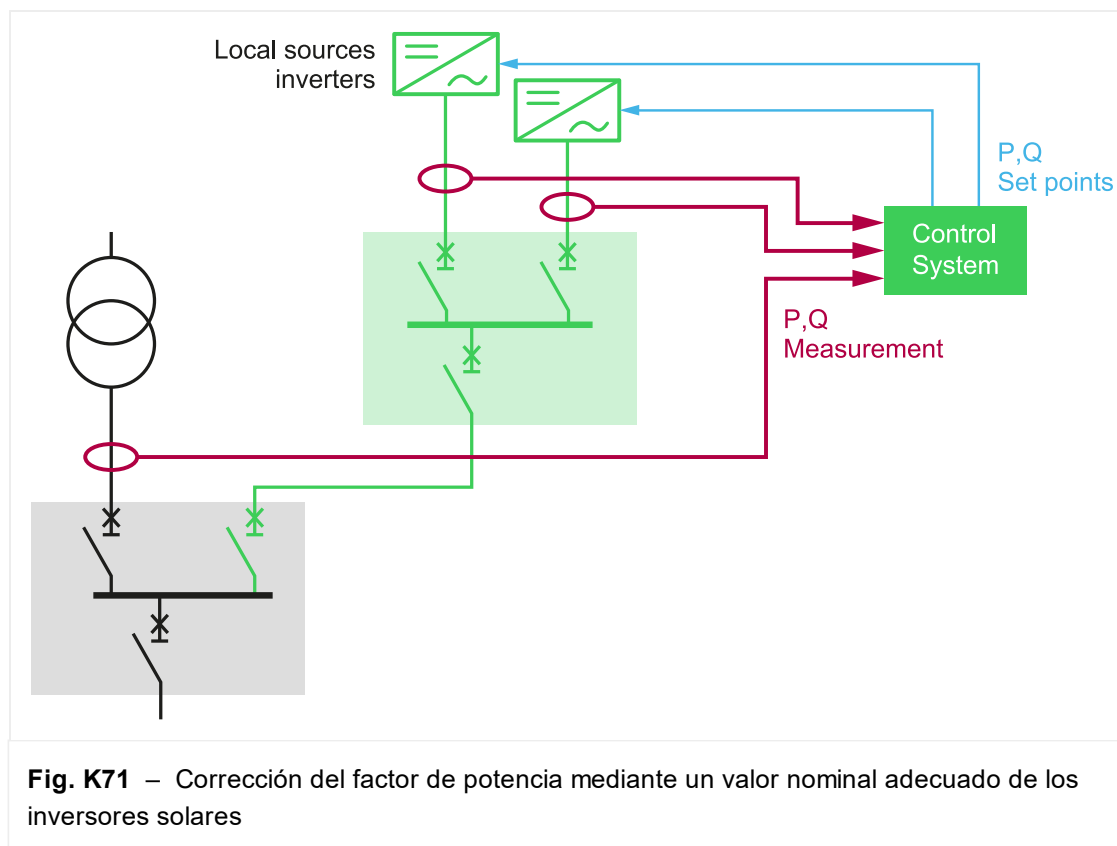
Al regular el punto de ajuste del inversor, los inversores solares pueden proporcionar no sólo potencia activa sino también algo de potencia reactiva. Por tanto, controlar el set point de los inversores para elegir el equilibrio adecuado de potencia activa/reactiva que inyectan en la instalación eléctrica, permite mejorar el factor de potencia global de la instalación eléctrica hasta el valor esperado.

Para ver un ejemplo práctico, mira " [Cómo evitar penalizaciones en el factor de potencia debido a la producción fotovoltaica](https://www.electrical-installation.org/en/wiki/Power_factor_-_impact_of_solar_self-consumption) " .

Fig. K70 – Ejemplo de instalación eléctrica



La regulación del factor de potencia mediante inversores solares se puede implementar con medidas de potencia en la instalación fotovoltaica y en el punto de conexión a red, junto con un sistema de control que calcula y comunica el set point adecuado a los inversores.



Este método está muy bien adaptado en términos de compensación de la degradación del factor de potencia generada por el propio sistema fotovoltaico, y con alta precisión.

Sin embargo, no es eficiente compensar la degradación del factor de potencia debido a las cargas, por 2 razones:

- En primer lugar, porque la producción solar sólo está disponible durante el día,
- y en segundo lugar, porque los inversores están limitados en la energía reactiva que pueden proporcionar.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:08.



Exceso de producción local: cómo gestionarlo

Si la producción local supera el consumo de carga (por ejemplo, los fines de semana), el exceso de electricidad se destina a la red, por lo que también es posible una compensación financiera. Sin embargo, si el contrato con el proveedor de energía no permite la inyección de electricidad a la red, la producción local debería restringirse en esos momentos, gestionada mediante el almacenamiento o trasladando las cargas al período de producción local.

Cuando la energía producida localmente excede el consumo de las cargas, existen varias opciones posibles para gestionar el exceso de energía:

- [Inyéctalo a la red.](#)
- [Limitar la producción local](#)
- [Almacenar el exceso de producción local para su uso posterior.](#)
- [Trasladar algunas cargas al período de producción local.](#)

Photovoltaic Self-Consumption: 4 V

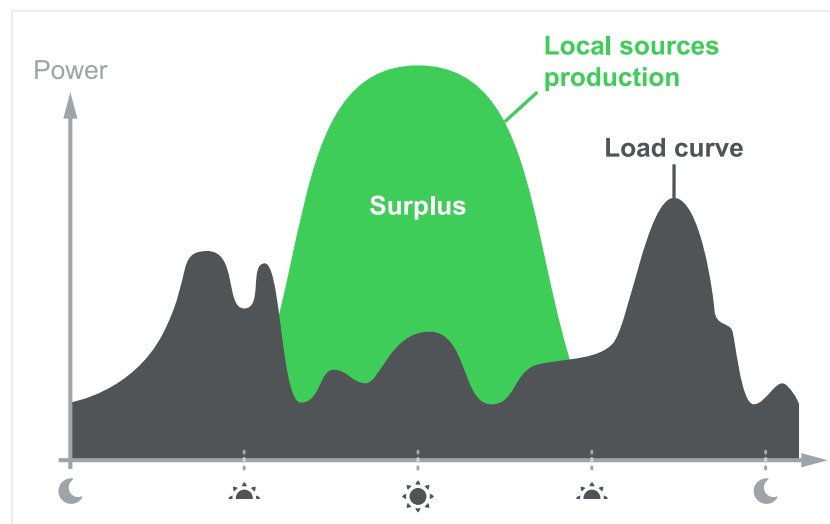


Fig. K72 – Producción de energía local (fotovoltaica, por ejemplo) versus consumo de energía

Inyectar el exceso de producción local a la red

La inyección a la red es una de las formas más sencillas de gestionar el exceso de producción local. Cuando la producción local es superior al consumo de las cargas, el exceso de energía irá naturalmente a la red.

Aunque sencilla, esta solución no suele ser la más rentable. La electricidad inyectada se compra a un precio inferior al precio mayorista o no se paga en absoluto.

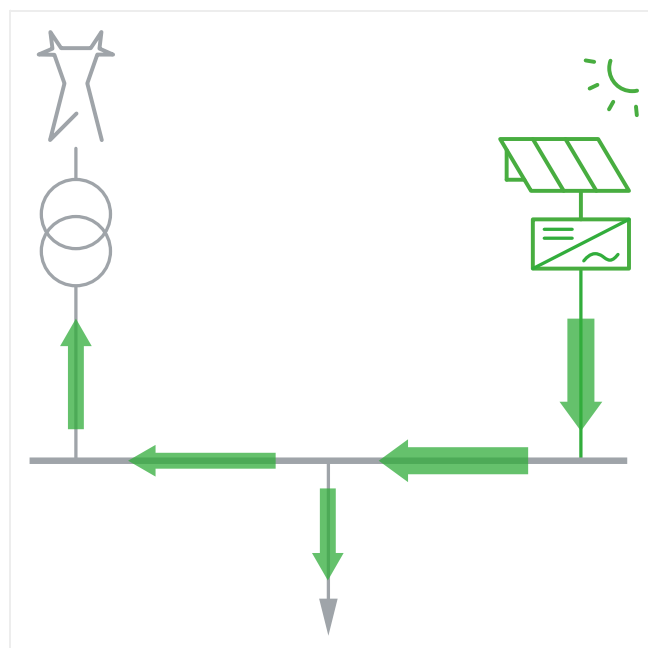


Fig. K73 – El exceso de producción local (fotovoltaica, por ejemplo) puede inyectarse a la red

Limitar la producción local

La limitación de la energía producida localmente se utiliza, en particular, cuando no se permite la inyección a la red. La limitación de potencia se realiza, por ejemplo, controlando los inversores fotovoltaicos para que reduzcan la referencia de tensión CC de los paneles solares, para reducir la salida de potencia fotovoltaica.



Fig. K74 – El exceso de producción local (fotovoltaica, por ejemplo) se puede evitar limitando la energía producida localmente

Almacenar el exceso de producción local para su uso posterior.

Los sistemas de almacenamiento ofrecen una solución muy eficaz: pueden almacenar el exceso de producción local y dejar esta energía disponible para su uso posterior. Hoy en día, sin embargo, esta opción es costosa y a menudo tiene un largo período de recuperación.

Para mejorar el retorno de la inversión, el almacenamiento se puede asociar con otros casos de uso, como proporcionar un suministro de energía de respaldo, mejorar la respuesta a la demanda y evitar el uso máximo de energía para reducir la potencia del contrato suscrito.

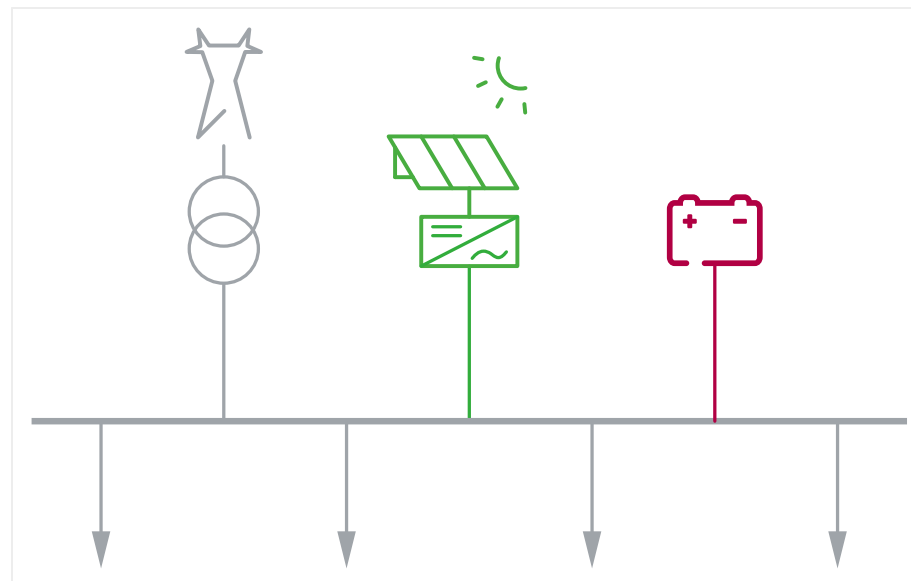


Fig. K75 – El exceso de producción local (fotovoltaica, por ejemplo) puede almacenarse para su uso posterior

Trasladar algunas cargas al período de producción local.

La gestión de carga es una opción muy atractiva que consiste simplemente en hacer funcionar algunas cargas durante el período de producción local, en la medida de lo posible. Estas cargas deben ser flexibles y manejables a través de un sistema de control. Ejemplos de tales cargas incluyen la carga de vehículos eléctricos, el calentamiento de agua y, hasta cierto punto, HVAC (calefacción, ventilación y aire acondicionado).

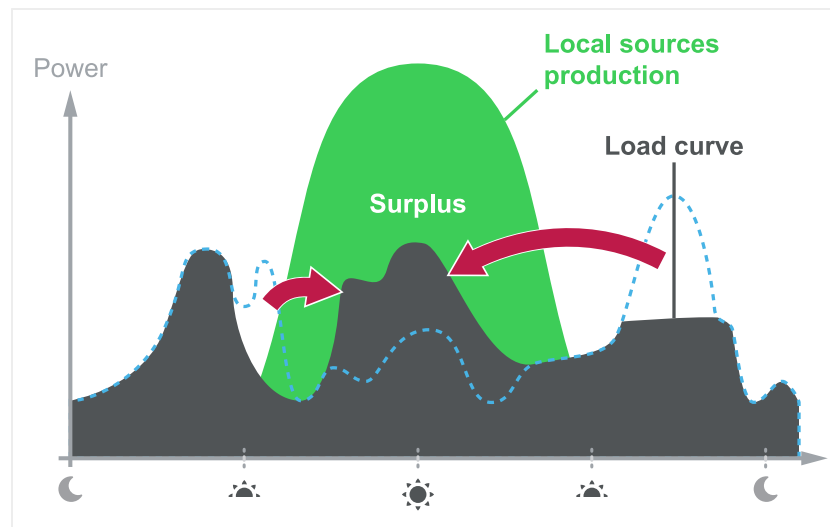


Fig. K76 – Cambie las cargas para consumir más durante los períodos de producción local, con el fin de maximizar el uso de la energía producida localmente

La estrategia de gestión de carga tiene ventajas obvias: es rentable, fácil de implementar y garantiza una rápida recuperación de la inversión. A diferencia del almacenamiento, no requiere la instalación de equipos adicionales y por tanto presenta una mayor rentabilidad.

Cuando una estrategia de transferencia de carga no es suficiente para absorber el exceso total de producción local, se puede utilizar en asociación con un sistema de almacenamiento. En ese caso, el cambio de carga ofrece el beneficio adicional de reducir el tamaño (y optimizar el uso) del sistema de almacenamiento.

Nota : El cambio de cargas de HVAC puede verse como un sistema de almacenamiento de energía... almacenamiento de agua fría/caliente... o incluso el edificio completo puede “almacenar” algo de frío o calor calentando (o enfriando) un poco más de lo necesario cuando es local. la producción de energía está disponible y la calefacción/refrigeración menos cuando no está disponible.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:09.



Monitorización y control de instalaciones con producción solar

La integración de fuentes de energía renovables y almacenamiento en los edificios genera necesidades adicionales de control y monitorización, no sólo para asegurar un funcionamiento óptimo sino también para obtener un retorno de la inversión lo más rápido posible.

IEC 60364-8-82:2022 Cláusula 82.7 Control y Monitoreo requiere un sistema de gestión de energía eléctrica (EEMS) definido como: "un sistema de monitoreo, operación, control y gestión de los recursos energéticos y cargas de la instalación".

El EEMS puede ser un sistema dedicado o parte de un sistema integrado, como un sistema electrónico de viviendas y edificios (HBES) o un sistema de gestión de edificios (BMS o BACS) u otro sistema de gestión similar. Ver también [Paneles Inteligentes](#)

Photovoltaic Self-Consumption: Mc



Supervise para comprender su producción y uso de energía, detectar problemas tempranamente y tomar las medidas adecuadas.

Para comprender cómo se utiliza la energía eléctrica y cómo se puede optimizar, los propietarios deben:

- Realice un seguimiento de cómo las cargas consumen, almacenan o inyectan a la red la energía local producida (PV...).
- Seguir y analizar las tendencias de la producción local junto con el consumo de las cargas.
- Calcular los beneficios económicos relacionados con la reducción del consumo de energía de la red.

Un sistema de seguimiento también debería proporcionar funciones de gestión de activos. Esto debería incluir la evaluación del desempeño de los sistemas de producción locales, la detección de desviaciones o mal funcionamiento y la notificación inmediata sobre fallas.

Además, debido a que los inversores de fuentes locales pueden afectar la calidad de la energía de la instalación eléctrica, se recomienda medir y seguir las perturbaciones en la calidad de la energía, especialmente los armónicos y el desequilibrio.

Controle las fuentes y cargas locales según las limitaciones y los objetivos.

Cuando se integran fuentes locales, como un sistema fotovoltaico, en la instalación eléctrica de un edificio, a menudo se requieren funciones de control. Estas funciones dependerán principalmente de las fuentes locales disponibles, del contrato con el proveedor de energía local y del tipo de instalación: conectada a red, islable o aislada.

Por ejemplo, para una instalación con producción fotovoltaica conectada a la red, las funciones de control requeridas podrían incluir:

- [Limitar la producción local](#) para evitar la inyección de energía a la red.
- [Gestionar el factor de potencia](#) en el punto de conexión a la red para evitar sanciones
- [Traslado de cargas al periodo de producción local](#) para maximizar el autoconsumo
- Participar en la respuesta a la demanda, especialmente cuando el almacenamiento o los generadores también forman parte de la instalación.

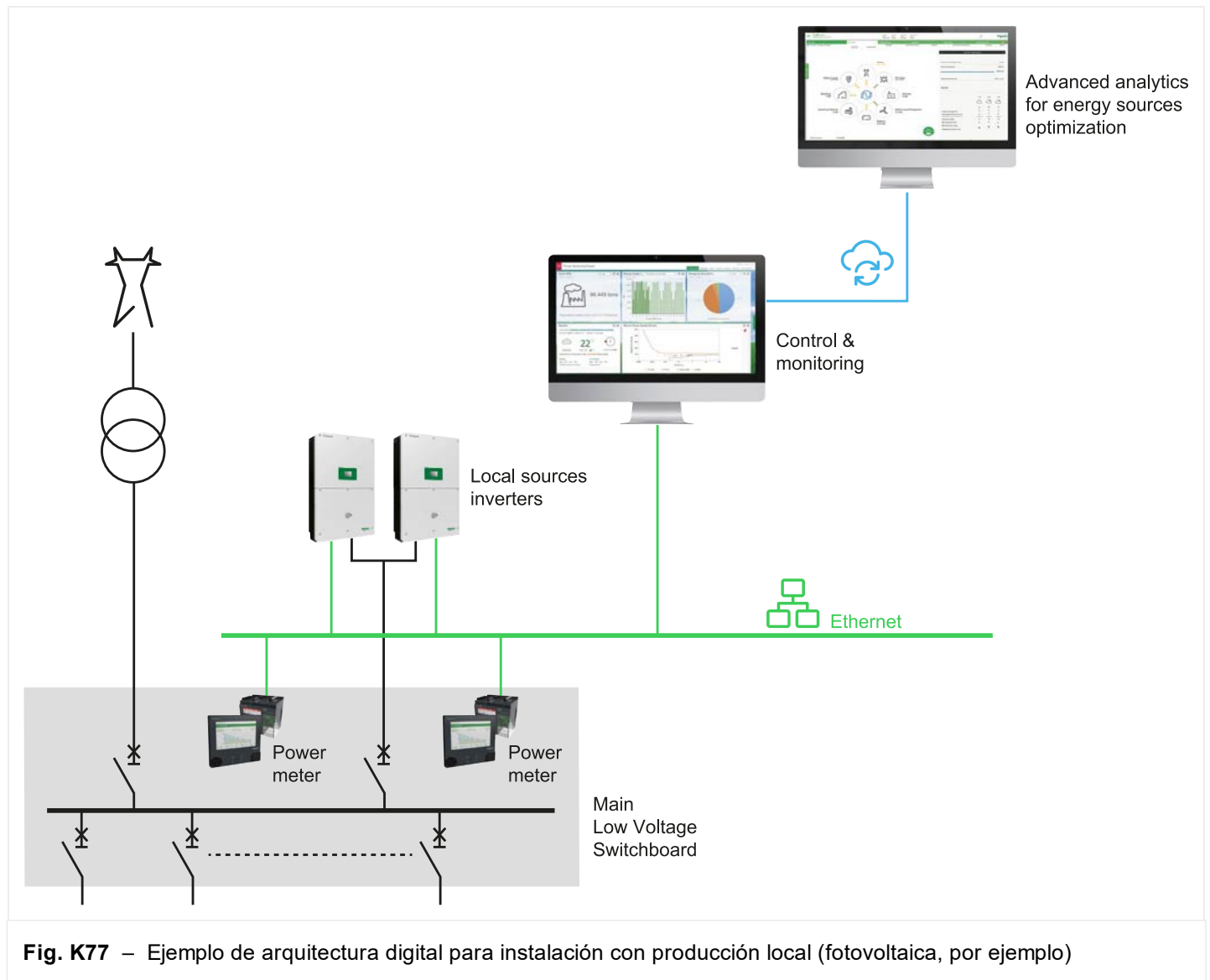
Si tomamos el ejemplo de una instalación islable, se requieren funciones de control adicionales porque el sistema de control debe garantizar la transición del modo conectado a la red al modo isla y viceversa, así como el equilibrio entre el consumo eléctrico y la producción local de energía eléctrica en la isla. modo.

Utilice análisis avanzados para optimizar el uso de fuentes locales

Los análisis avanzados basados en la nube permiten una mayor optimización del uso de la producción de electricidad local, lo que genera ahorros económicos adicionales. Al considerar criterios complementarios, como el cambio de las tarifas eléctricas, las previsiones meteorológicas y el consumo esperado, los análisis avanzados proporcionan la configuración óptima del sistema. Un punto de ajuste para cada fuente local se transmite al sistema de control local para implementar continuamente esta configuración óptima.

Una arquitectura digital cumple funciones de monitorización, control y optimización

Ahora, revisemos la arquitectura digital que puede cumplir con estos requisitos.



Primero, debe recopilar datos de entrada, como por ejemplo:

- Producción local y estado de los inversores, desde los inversores de fuentes locales.
- Mediciones de energía, uso de energía y datos de calidad de la energía, desde los medidores de energía.
- Información sobre las condiciones climáticas, como la temperatura y la irradiancia, proporcionada por sensores.

Estos datos se recopilan mediante redes de comunicación. Los dispositivos de medición de energía de alta gama y los inversores de fuente local generalmente se conectan directamente a través de Ethernet. Para sensores y otros dispositivos, es posible que se necesiten puertas de enlace.

Únicamente para fines de seguimiento, la frecuencia de adquisición de datos puede ser cada 10 minutos en promedio. Pero cuando se requieren funciones de control local, los datos deberían recopilarse con mayor frecuencia.

Los datos recopilados son utilizados por un sistema de control local para operar el equipo de instalación eléctrica de manera efectiva y eficiente. Los algoritmos y análisis pueden proporcionar puntos de ajuste óptimos para las fuentes de energía locales y cargas controlables.

Los datos recopilados también se utilizan mediante software local o basado en la nube para visualización, análisis e informes.

Esta página se editó por última vez el 10 de noviembre de 2023 a las 16:09.