

Energía y Redes inteligentes

Radoslav Vargic, Juraj Londák

Annotation

Este módulo trata el área de la energía inteligente. Proporciona una descripción básica de la red eléctrica, la potencia, el mercado eléctrico y los procesos relacionados como regulación de la red. Introduce el área de medición, cubre los medidores mecánicos básicos así como los medidores inteligentes más modernos. Informa sobre los planes de la unión europea y el estado de la implantación en el despliegue de contadores inteligentes. También describe las soluciones de sistema que lo acompañan como lectura de medidores automatizada e infraestructura de medición avanzada. Introduce el concepto de red inteligente y se centra con más detalle en las microrredes y el concepto de centros de energía.

Objectives

A través del estudio del módulo, los estudiantes obtendrán una visión general en el área de medición inteligente y red inteligente. Además de los aspectos técnicos, también se cubren aspectos básicos del mercado eléctrico y del proceso. El estudiante debe comprender hacia donde se avanza y las tendencias de cómo la red eléctrica se está volviendo inteligente y en qué dirección va la evolución.

Keywords

red eléctrica, distribución de energía, mercado de electricidad, medidor inteligente, contador, infraestructura de medición avanzada, red inteligente, micro red, centro de energía

Date of Creation

26.04.2022

Duration

120 hours

Language

English

License

Licence [Creative Commons BY-SA 4.0](#)

ISBN

Literature

- [1] SEPS, a.s., “Schémy siete”. 31. december 2021. [Online]. Available at: <https://www.sepsas.sk/sk/technicke-udaje/schemy-siete/>
- [2] “ÚVOD DO LIBERALIZOVANÉ ENERGETIKY”. Asociace energetických manažerů, 2016. [Online]. Available at: <https://www.mpo-efekt.cz/upload/7799f3fd595eeee1fa66875530f33e8a/kniha-trh-s-elektroinou.pdf>
- [3] Blue Jay company, “Difference of AMR and AMI system”. [Online]. Available at: <http://www.cqbluejay.com/index/Information/105.html>
- [4] I. Kaur, “Chapter 29 - Metering architecture of smart grid”, v Design, Analysis, and Applications of Renewable Energy Systems, A. T. Azar a N. A. Kamal, Ed. Academic Press, 2021, s. 687–704. doi: 10.1016/B978-0-12-824555-2.00030-7.
- [5] “Functional reference architecture for communications in smart metering systems”. 2011. [Online]. Available at: https://www.cenelec.eu/media/CEN-CENELEC/AreasOfWork/CEN-CENELEC_Topics/Smart%20Grids%20and%20Meters/Smart%20Meters/cen-clc-etsi-tr50572_2011.pdf
- [6] European Commission, Directorate-General for Energy, C. Alaton, a F. Tounquet, Benchmarking smart metering deployment in the EU-28 : final report. Publications Office, 2020. doi: 10.2833/492070.
- [7] Directorate-General for Energy, “Smart grids and meters”. [Online]. Available at: https://energy.ec.europa.eu/topics/markets-and-consumers/smart-grids-and-meters_en
- [8] Smart Grid Coordination Group, “Smart Grid Reference Architecture”. november 2012. [Online]. Available at: <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&cad=rja&uact=8&ved=2ahUKEwjD6g>
- [9] F. Gao, R. Kang, J. Cao, a T. Yang, “Primary and secondary control in DC microgrids: a review”, J. Mod. Power Syst. Clean Energy, roč. 7, č. 2, s. 227–242, mar. 2019, doi: 10.1007/s40565-018-0466-5.
- [10] M. Mohammadi, Y. Noorollahi, B. Mohammadi-ivatloo, a H. Yousefi, “Energy hub: From a model to a concept – A review”, Renewable and Sustainable Energy Reviews, roč. 80, s. 1512–1527, dec. 2017, doi: 10.1016/j.rser.2017.07.030.

CHAPTER 1

Red eléctrica

DEFINITION

La red de energía eléctrica es una red interconectada de líneas eléctricas y equipos asociados que se utilizan para entregar electricidad de los productores a los consumidores.

La mayor parte de la producción de electricidad se realiza típicamente en centrales eléctricas (por ejemplo, carbón, nucleares, basadas en agua), pero a menudo están lejos de los consumidores. La larga distancia es causada por varios factores, como la economía, la salud, la seguridad, el medio ambiente. La entrega generalmente ocurre en dos niveles: **transmisión y distribución**. La transmisión transporta la energía a largas distancias (por ejemplo, cientos de kilómetros) y utiliza voltajes más altos para una transmisión más efectiva. La distribución se centra en la entrega a consumidores individuales y utiliza voltajes más bajos para una distribución más segura y sencilla.

[Interaktivní prvek](#)

NOTE

Generalmente, la **cadena de la energía** es generación -> transmisión -> distribución -> consumo.

Además de este concepto tradicional, existe el concepto de **recursos energéticos distribuidos (DER)**.

NOTE

En el concepto DER, la energía se genera cerca del punto de consumo, p.ej. en el mismo edificio.

[Interaktivní prvek](#)

Normalmente, los DER son pequeños y respetuosos con el medio ambiente. Por lo general, utilizan energía solar, gas natural o viento. La ubicación de ambos conceptos se muestra en la Fig. 1.

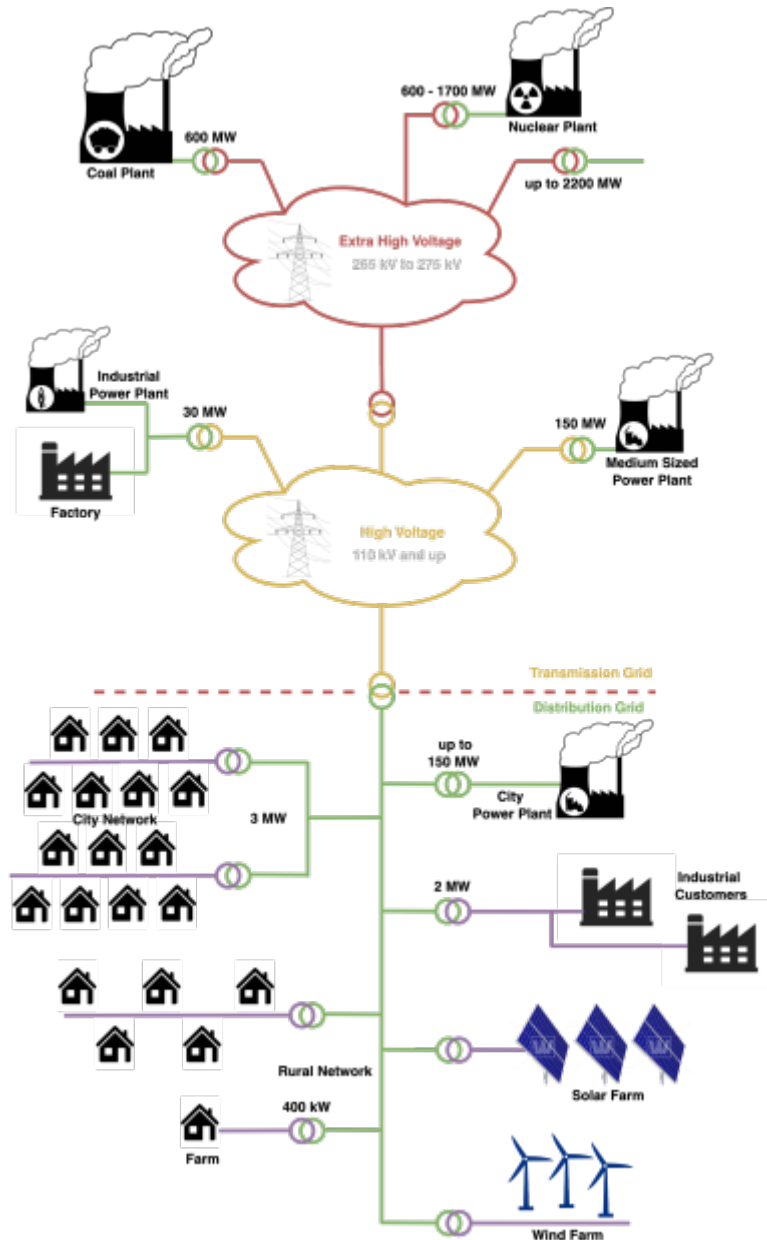


Fig. 1. Esquema básico de red eléctrica con generación, transmisión, distribución y consumo de energía

También es visible una clara separación de los niveles de transmisión y distribución. Esta separación también está presente en la operación de la red eléctrica. La parte de transmisión es operada por los **operadores del sistema de transmisión** (TSO) y la distribución por los **operadores del sistema de distribución** (DSO). Los operadores de distribución pueden ser regionales o locales.

[Interaktivní prvek](#)

INTERESTING

En Europa, hay más de 3500 empresas DSO. En algunos países (por ejemplo, como Chequia, Eslovaquia, Hungría) los tres DSO más grandes entregan más del 60% de la energía.

Los mapas y esquemas de las partes de transmisión publicados por los TSO están disponibles públicamente, p.ej. en [1] está disponible el esquema para toda Europa Central. Proporcionamos aquí una vista parcial de la Fig. 2.

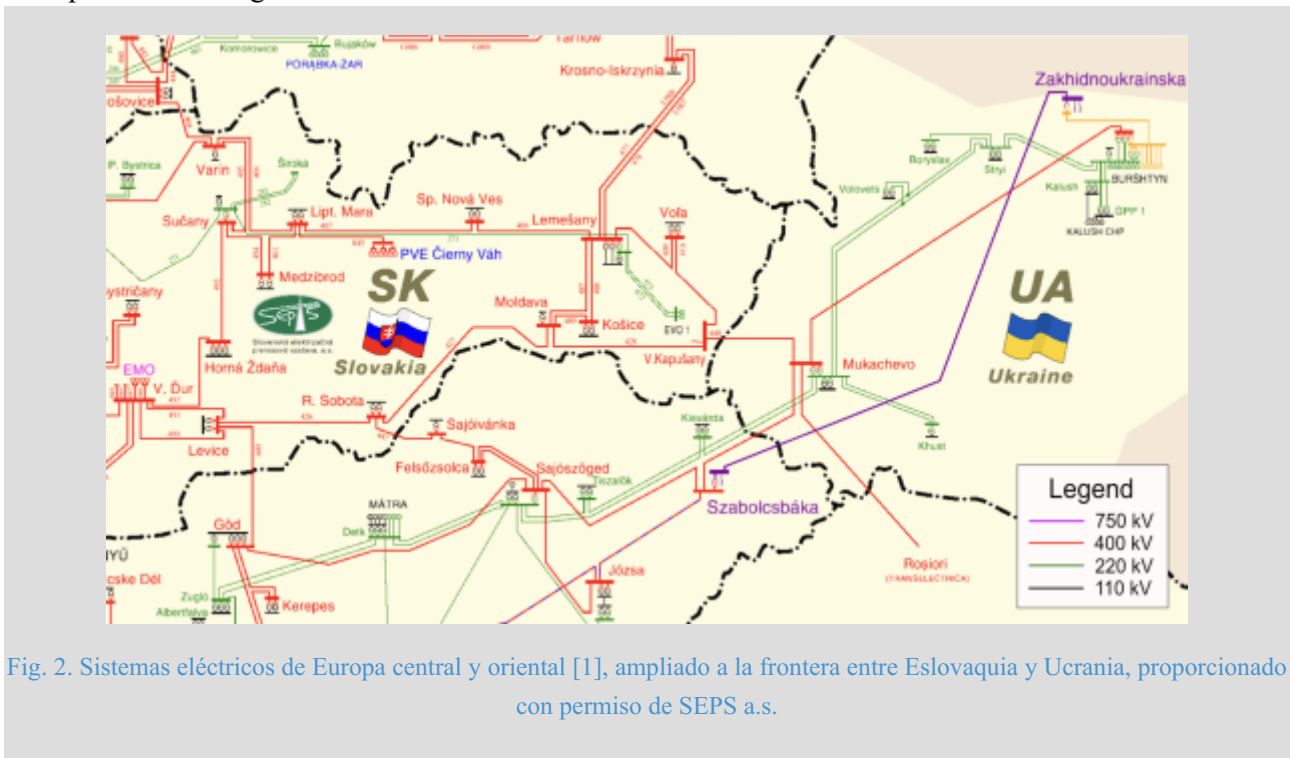


Fig. 2. Sistemas eléctricos de Europa central y oriental [1], ampliado a la frontera entre Eslovaquia y Ucrania, proporcionado con permiso de SEPS a.s.

CHAPTER 2

Explicación de potencia activa, reactiva, aparente, principio de pérdida de potencia, calidad de potencia

En el siguiente texto nos gustaría explicar con más detalle qué tipo de energía está presente en la red eléctrica y cómo se relaciona con la pérdida de energía en la red eléctrica.

EXAMPLE

Usemos un ejemplo simple en la Fig. 3 para mostrar qué es la potencia reactiva. Si el caballo tira del carro en la dirección de los rieles, el carro irá fácilmente y con una fricción mínima. Todo el esfuerzo del caballo representado por la fuerza P (la llamada **potencia activa**) se utiliza para mover el carro.

Sin embargo, si el caballo tira perpendicular a los rieles, el carro debe vencer la fricción al moverse (nuestra **potencia reactiva Q**) y el caballo debe usar más fuerza, la llamada **potencia aparente S** , para llevar el carro al mismo lugar que en el primer caso. El coseno del ángulo entre las fuerzas, en nuestro caso las potencias, es el **factor de potencia de ϕ** .

[Interaktivní prvek](#)

En distribución de energía eléctrica, si el factor de potencia es igual a 1, sólo se transmite la parte activa, la potencia aparente es igual a la activa y el funcionamiento del dispositivo es el más económico (mínimas caídas de tensión y pérdidas de potencia).

DISADVANTAGE

En la vida real, siempre hay al menos un consumo mínimo de energía reactiva (nunca se alcanza el factor de potencia ideal 1).

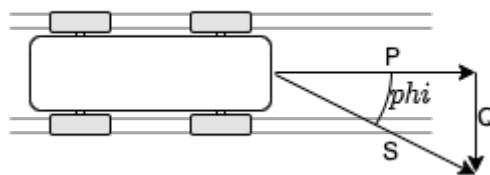


Fig. 3. Esquema para explicar energía reactiva y activa

El principal problema es el flujo de potencia reactiva, que no transmite potencia real a la carga. Pero las corrientes reactivas correspondientes son reales y provocan **pérdidas de calor** adicionales en el circuito de transmisión.

EXAMPLE

Tomemos un ejemplo simple, Fig.4. Aquí, la reactancia adicional provoca una corriente adicional desfasada, que no es consumida por el hogar, pero cuando atraviesa las líneas eléctricas (en aras de la simplicidad representada como una resistencia real) provoca la pérdida de energía adicional. Dado que ambos hogares consumen la misma potencia activa, pagan el mismo precio por kWh.

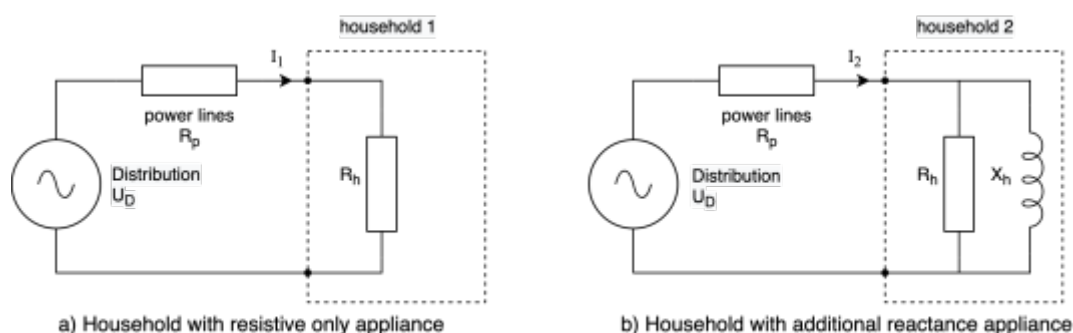


Fig. 4. Comparación esquemática de flujos de energía para hogares sin y con reactancia adicional, se mantiene $|I_{h2}| > |I_{h1}|$

La empresa distribuidora suele ajustar sus precios (tarifas) también para cubrir las pérdidas de electricidad en su red. Por lo tanto, los pagos por pérdidas se distribuyen entre todos los hogares, no solo entre quienes las causan principalmente. Pero la situación es diferente para las pequeñas empresas, donde se realiza una medición precisa que incluye el factor de potencia. Aquí el mal factor de potencia suele estar ya penalizado económicamente.

DEFINITION

Tenga en cuenta que en la UE el voltaje de CA para los hogares viene especificado por la **EN 60038:2011** como **230/400V ±10%**.

El primero es el voltaje **RMS** (valor eficaz) entre una fase y el conector neutro, el segundo es el voltaje RMS entre dos fases (la conexión doméstica a la red eléctrica generalmente tiene 3 fases). Las fases se indican como L1, L2, L3 y se desfasan mutuamente 120° .

[Interaktivní prvek](#)

INTERESTING

Para la corriente eléctrica alterna, el valor RMS es igual al valor de la corriente continua constante que produciría la misma disipación de potencia en una carga resistiva.

Cuando las mediciones se realizan con medidores modernos, existe una división común entre cuatro cuadrantes (I, II, III, IV) que clasifica qué tipo de reactancia (capacitiva, inductiva) prevalece y en qué dirección fluye la potencia (importación = consumo = potencia activa positiva = A+, exportación = producción = potencia activa negativa = A-).

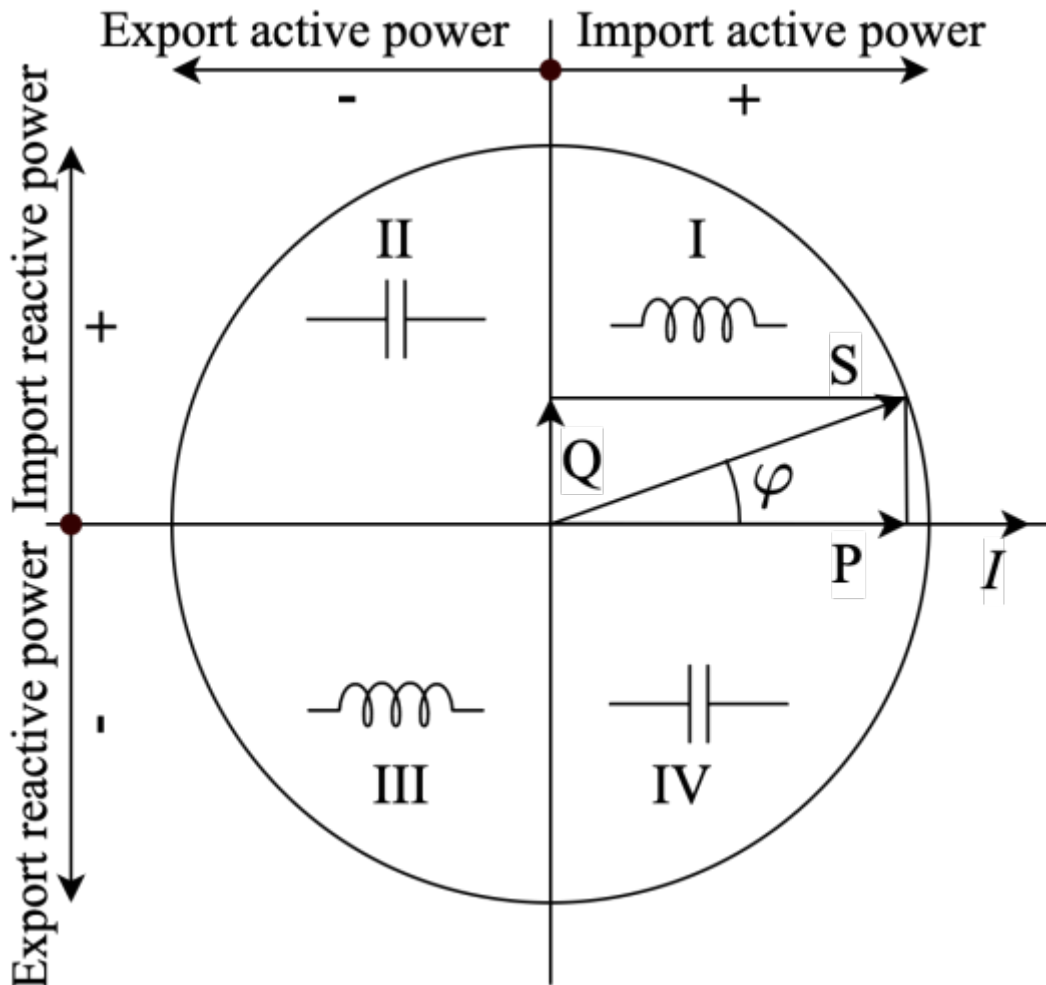


Fig. 5. Definición de cuadrantes para potencia active y reactiva de acuerdo con IEC 62053-23

CHAPTER 3

Mercado eléctrico

la electricidad que circula por la red eléctrica se compra en el mercado eléctrico. Los participantes básicos del mercado y sus roles se representan en el diagrama de la Fig. 6.

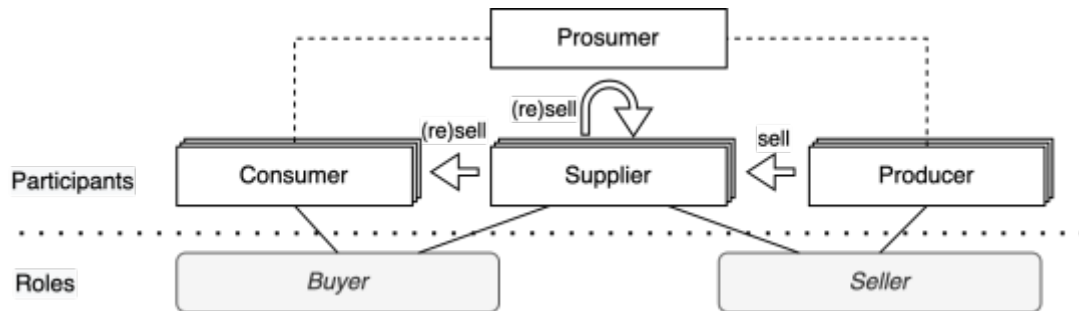


Fig. 6. Participantes en el Mercado eléctrico y su papel

La descripción del papel de cada participante es la siguiente:

DEFINITION

- **Productor** – Productor de energía eléctrica. Es típicamente vendedor. Puede vender energía a múltiples proveedores.
- **Consumidor** – Consumidor de energía eléctrica. Por lo general, tiene un proveedor, que también es responsable del desequilibrio de los consumidores. Es típicamente comprador.
- **Prosumidor** - Nuevo papel en la legislación de la UE. El prosumidor combina los roles de productor y consumidor porque el consumidor también puede convertirse en productor si tiene algún tipo de fuente de energía que pueda monetizarse.
- **Proveedor** - El papel del proveedor es concentrar la demanda dispersa de los consumidores más pequeños. Debido a que cada uno de ellos tiene una línea temporal de consumo diferente, el suministrador puede combinar diagramas de subconsumo, que muchas veces son muy desiguales, para obtener un diagrama global mucho más uniforme por lo que es más ventajoso comprar electricidad en el mercado. El proveedor, además de la entrega, asume la responsabilidad del desequilibrio en nombre del consumidor y se registra él mismo como sujeto de liquidación (ver el siguiente capítulo para más detalles). El proveedor se asigna tanto al comprador como al vendedor.

Existen muchos tipos y organizaciones diferentes de mercados energéticos. Todos los diferentes mercados tienen sus especificidades. La división básica se puede hacer de la siguiente manera [2]:

DEFINITION

- **Venta al por mayor (comercial)** es un negocio que se lleva a cabo a mayor escala y para garantizar otras transacciones comerciales entre entidades comerciales individuales en el mercado (Business to Business, B2B), es decir, no está destinado principalmente al consumidor final. Puede ser un comercio entre productores y otros comerciantes o un comercio entre los mismos comerciantes.
- **Comercio minorista (“venta”)** es un comercio realizado para asegurar el consumo del consumidor final. Puede ser comercio entre productores y consumidores finales, comerciantes y consumidores finales, o dos comerciantes, uno de los cuales se enfoca en las entregas a los consumidores finales.

El mercado mayorista generalmente se puede dividir según la duración y la naturaleza del suministro en tres mercados energéticos básicos:

DEFINITION

- Los mercados **de productos a largo plazo** son mercados donde se realizan transacciones con el suministro de energía eléctrica por un período de un mes o más. También se le puede llamar **mercado a plazo**.
- Los **mercados de corto plazo** son mercados en los que se realizan transacciones con el suministro de energía eléctrica en el rango de varias horas a varios días, pero por un período máximo de una semana. También se denomina **mercado al contado**.
- El **mercado regulador de la energía** es un mercado en el que se realizan transacciones para resolver los desequilibrios entre el suministro y el consumo de energía eléctrica contratada y realizada en el sistema eléctrico.

[Interaktivní prvek](#)

NOTE

Se puede introducir otra división de negociación según el método utilizado:

- **Comercio bilateral** directamente o usando la plataforma de corredores. Cuando se usa directamente, un estándar europeo es el contrato EFET. Por lo general, el objeto de la comercialización es la entrega de electricidad de acuerdo con el programa de consumo acordado (diagramas).
- **Acuerdo comercial de intercambio** El comercio puede ser a largo plazo o a corto plazo (al contado). Por ejemplo, los mercados a corto plazo eslovaco y checo se realizan mediante intercambios al contado (OKTE, OTE). El comercio a largo plazo organiza, p. INTERCAMBIO DE ENERGÍA EUROPA CENTRAL (www.pxe.cz)

CHAPTER 4

Ajuste del flujo de potencia financiero y físico, equilibrio, regulación

DEFINITION

Como se mencionó en las secciones anteriores, la electricidad que se entrega de los productores a los consumidores a través de la red eléctrica se compra en el **mercado de la electricidad**. Así que en el dominio de la energía tenemos dos niveles de flujos, uno es **financiero** y el otro es **físico**.

Dado que la red es en general un recurso compartido que debe mantenerse en buenas condiciones, se establece una combinación cuidadosa de ambos niveles de flujos. Así, los flujos de electricidad acordados y programados en el nivel financiero se comparan con los flujos físicos, ya sea que se produzcan físicamente y se consuman de acuerdo con el cronograma. Esta verificación generalmente se realiza cada 15 minutos o 1 hora (**período de liquidación**). Si el consumo real de algún sujeto difiere del horario, el sujeto presenta **desequilibrio** y debe ser sancionado por ello.

DEFINITION

El desequilibrio sumado de todos los sujetos conectados a la red eléctrica representa un **desequilibrio del sistema**.

NOTE

Un desequilibrio significativo del sistema puede provocar problemas técnicos, incluso **apagones**.

DEFINITION

Para estabilizar la red, se debe neutralizar el desequilibrio del sistema. La principal herramienta para ello es la **regulación energética**.

Un operador de red supervisa la red y, en caso de desequilibrios del sistema, agrega energía de regulación positiva o negativa a la red, solo para neutralizar el desequilibrio del sistema.

[Interaktivní prvek](#)

DEFINITION

Energía de regulación negativa significa que la energía es consumida por el proveedor de energía de regulación negativa.

La falta de energía en la red provoca una disminución de la frecuencia (por debajo de 50 Hz) y el exceso de energía provoca un aumento de la frecuencia (por encima de 50 Hz).

NOTE

La falta de energía es el peor caso y tiene una gestión más estricta. La falta de energía ocurre si los productores producen menos energía según lo programado y/o los consumidores consumen más según lo programado. El excedente de energía ocurre si los productores producen más energía según lo programado y/o los consumidores consumen menos según lo programado.

Después del período de liquidación, se evalúa la situación. Dado que todos los horarios son recopilados de forma centralizada por el operador de la red (nivel financiero) y todos los productores y consumidores tienen medidor de electricidad (nivel físico), es fácil comparar estos dos niveles, descubrir quiénes son los culpables de la situación. Esquemáticamente la situación se representa en la Fig. 7. El responsable pagará por la energía de regulación que fue necesaria para mantener estable la red en el período de evaluación correspondiente.

DEFINITION

Sin embargo, la evaluación se realiza contra la entidad denominada **parte responsable del balance** (BRP). Esta entidad es propietaria del grupo de balance, que es un grupo de consumidores/productores cuyas **previsiones y despachos** horarios son calculados para el operador de la red y **asume la responsabilidad de su desbalance y su liquidación**.

NOTE

Cuanto más grande sea el grupo de equilibrio, mejores posibilidades estadísticas tiene el BPR de que la producción/consumo programado se alinearé con la producción/consumo real.

Para los usuarios finales, es decir, los consumidores como los hogares, toda la compra de energía y la responsabilidad por el desequilibrio suelen recaer en las empresas de energía, según el contrato con el consumidor. El consumidor simplemente paga su factura mensual según los parámetros acordados en el contrato, como máx. consumo, tarifas, programación diaria, etc. y sobre el consumo registrado en el contador eléctrico instalado en el punto de conexión.

DEFINITION

El punto de conexión es donde el usuario se conecta a al red eléctrica.

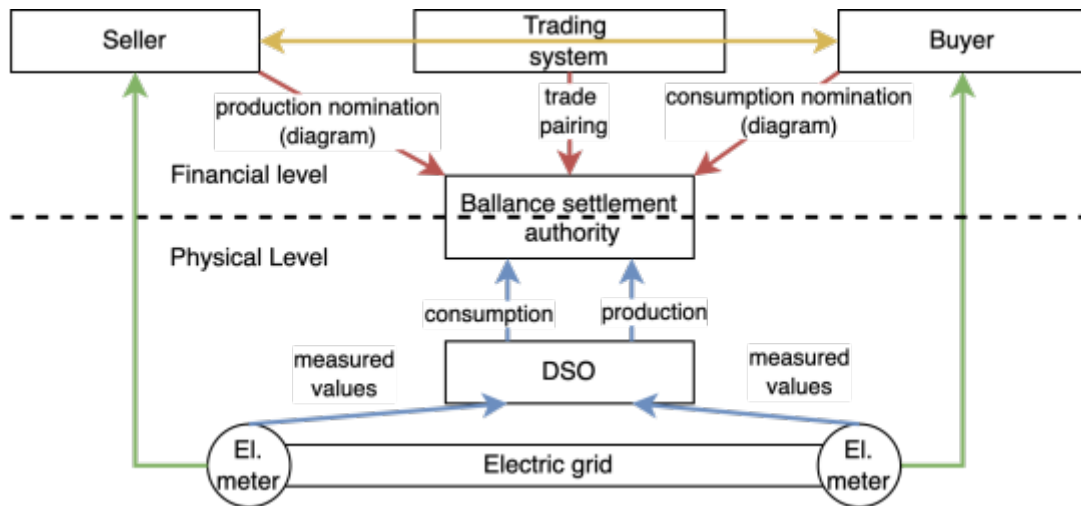


Fig. 7. Principio de emparejamiento de nivel financiero y nivel físico y cálculo de desequilibrio

CHAPTER 5

Medición inteligente

La tarea de las mediciones de potencia en la red eléctrica es muy importante. Es muy importante no solo para la facturación a los clientes sino también para el control y optimización de toda la red. Cuanto más frecuentes sean las mediciones, mejor visión general podremos tener.

INTERESTING

El dispositivo básico para tales mediciones es el medidor de electricidad o contador, que mide el consumo de electricidad y otros parámetros en un punto específico de la red eléctrica. Normalmente, dicho punto es el punto de conexión del consumidor. Aquí el contador proporciona los datos necesarios para la facturación, básicamente el consumo eléctrico en kWh.

DEFINITION

El concepto de **medición inteligente** define el conjunto mínimo de capacidades de los medidores de electricidad para ser considerados "inteligentes", como cierto nivel de autonomía, capacidades de comunicación, capacidad de actualización, etc.

NOTE

El concepto de medición inteligente requiere cierta arquitectura de todo el sistema de medición para operar de manera eficiente. En el siguiente texto también se describe la solución técnica que precede a la medición inteligente.

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 6

Contadores electromecánicos

El tipo clásico de medidor de electricidad o contador, es el medidor de kilovatios-hora de inducción electromecánica de corriente alterna (AC).

DEFINITION

Este medidor opera a través de la inducción electromagnética al contar las revoluciones de un disco de metal (generalmente aluminio) no magnético, pero eléctricamente conductor.

INTERESTING

El disco gira a una velocidad proporcional a la potencia que pasa por el medidor. El principio se representa en la Fig. 8. Un disco de aluminio gira en el entrehierro impulsado por corrientes de Foucault. La corriente medida fluye a través de la bobina de corriente debajo del disco en el núcleo de dos brazos. Gracias al núcleo de hierro cerrado, la bobina de presión tiene una gran inductancia en comparación con la bobina de corriente, por lo que hay un cambio de fase de casi 90° entre los flujos magnéticos de ambas bobinas mientras la carga activa está presente. Estos flujos magnéticos crean un campo magnético giratorio que hace girar el disco. El disco giratorio impulsa un contador mecánico a través del eje.

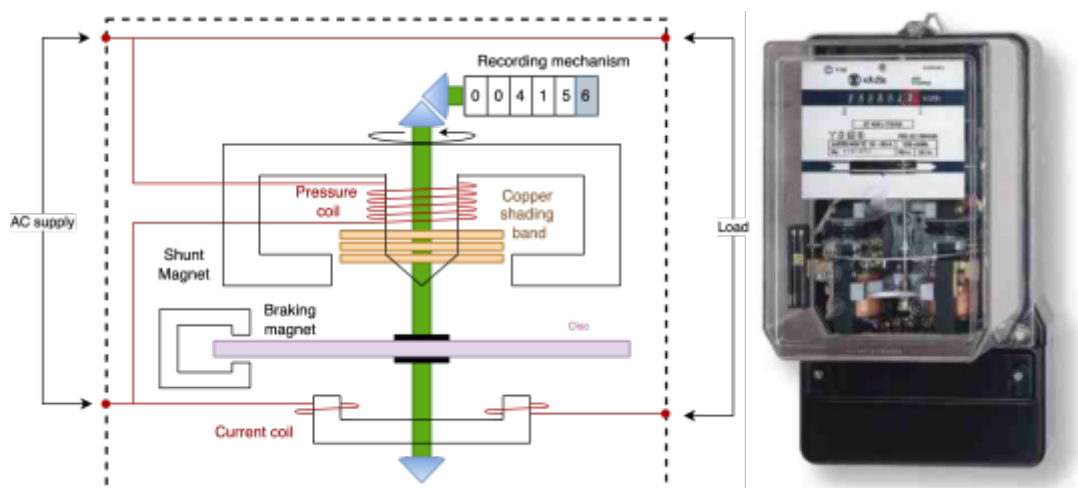


Fig. 8. Principio de Contador electromecánico (izquierda), ejemplo de realización (derecha)

CHAPTER 7

Contadores de estado sólido

Existe un enfoque más moderno que no utiliza piezas móviles. Dichos medidores se denominan **medidores/contadores de estado sólido**.

INTERESTING

También capturan la corriente y el voltaje, pero en lugar de discos giratorios, bobinas, engranajes, utilizan componentes y circuitos electrónicos, como circuitos de conversión de analógico/digital (ADC), microprocesadores, pantallas LCD, etc. Son capaces de medir múltiples valores como tensión, potencia activa, potencia reactiva, factor de potencia, etc.

Su estructura típica se muestra en la Fig. 9.

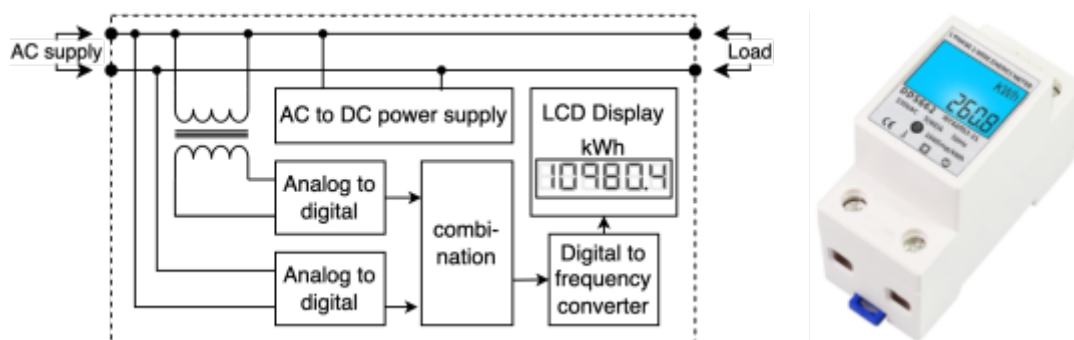


Fig. 9. Principio de un contador de electricidad de estado sólido (izquierda), ejemplo de realización (derecha)

Naturalmente, surge la pregunta de cómo transmitir los datos del medidor al sistema de información que procesa los datos. Las primeras arquitecturas, como la **lectura automática de contadores (AMR)**, establecieron el objetivo de automatizar el proceso de lectura de medidores.

NOTE

Antes de la introducción de AMR, la empresa de servicios públicos tenía que hacer todo manualmente y el personal leía directamente los dígitos de los dispositivos. Se desperdiciaba una gran cantidad de tiempo en este proceso en las áreas de servicio.

DEFINITION

Según la Demand Response and Advanced Metering Coalition, AMR se define como un “sistema en el que el uso agregado de kWh/agua/gas y, en algunos casos, la demanda, se recupera a través de un medio automático, como un **vehículo en movimiento** o un **dispositivo portátil** [3].

El proceso de lectura generalmente se basa en radiofrecuencia (RF), donde se pueden usar varias tecnologías de RF como ZigBee, Bluetooth, WiFi, etc. También se puede usar la conexión **de red fija**.

INTERESTING

Independientemente de cómo se lea el contador, la **comunicación es unidireccional**. El medidor habla con el dispositivo de lectura del medidor, pero el dispositivo no puede enviar un comando al medidor. El sistema AMR entrega datos a **las bases de datos** de la empresa. Los datos en los sistemas AMR generalmente se recopilan **solo mensualmente o, como máximo, diariamente**.

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 8

De los sistemas AMR a los sistemas AMI

Al agregar más automatización y comunicación bidireccional a los sistemas AMR, obtenemos sistemas AMI (**Integración avanzada de medidores o Infraestructura avanzada de medidores**).

NOTE

Dichos sistemas comienzan a surgir alrededor de 2005. AMI permite la integración en tiempo real y bajo demanda con puntos finales de medición. El sistema de medición registra el consumo cada hora o con mayor frecuencia (por ejemplo, cada 15 min) y proporciona una transmisión diaria o más frecuente de mediciones a través de una red de comunicación a un punto central de monitorización.

INTERESTING

El objetivo final de un AMI es [4] tener datos de energía en tiempo real para empresas de servicios públicos, consumidores y productores, para respaldar su decisión al considerar también el precio de la energía

DEFINITION

Sistema AMI systems como parte de **Sistemas de medición inteligente**.

[Interaktivní prvek](#)

AMI se percibe como una infraestructura que incluye medidores inteligentes, redes de comunicación y sistemas de gestión de datos de medidores (MDMS) para el análisis y almacenamiento de datos.

DEFINITION

Los sistemas de medición inteligente están especificados en la UE por la Recomendación de la Comisión 2012/148/UE, que define 10 funcionalidades mínimas comunes para los sistemas de medición inteligente:

Para el cliente:

1. Proporcionar lecturas de datos directamente al consumidor y/o a cualquier tercero
2. Actualice las lecturas de datos con la frecuencia suficiente para usar esquemas de ahorro de energía

Para el operador de medida:

3. Permitir la lectura remota de datos por parte del operador
4. Proporcione comunicación bidireccional para mantenimiento y control.
5. Permita lecturas de datos lo suficientemente frecuentes para la planificación de la red

Para aspectos comerciales del suministro de energía:

6. Admite sistemas de tarifas avanzados
7. Control ON/OFF remoto del suministro Y/O limitación de caudal o potencia

Por seguridad y protección de datos:

8. Proporcionar comunicaciones de datos seguras
9. Prevención y detección de fraude

Para generación distribuida:

10. Proporcionar importación/exportación y medición reactiva

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 9

¿ Que hace inteligente a un Contador?

NOTE

Las recomendaciones de la UE son transpuestas por gobiernos individuales y definen requisitos más específicos para los sistemas de medición inteligente y desde sus dispositivos finales: **medidores inteligentes.**

El esquema básico y la imagen de ejemplo de un medidor inteligente se encuentran en la Fig. 10. Visualmente, no hay mucho que ver excepto la pantalla. Cuando se compara con el medidor de estado sólido / AMR clásico, los cambios principales están en el interior.

INTERESTING

Excepto por las propiedades de comunicación bidireccional seguras más exigentes, hay un cambio significativo hacia la operación autónoma bajo condiciones variables, como la gestión de eventos (registros de medidores y envíos cuando se cumplen condiciones predefinidas), gestión de tiempo precisa (sincronización de tiempo, marca de tiempo de datos medidos) , capacidades de gestión remota (configuración remota, incluso actualización de software), operación remota, como actualización del calendario de tarifas, desconexión/limitación.

Un buen ejemplo de funciones inteligentes son los eventos. Hay cuatro categorías básicas de eventos:

- **Eventos de estado del medidor**, como “ último evento”(información sobre corte de energía), "primer aliento" (información sobre restauración de energía). Estas notificaciones deben enviarse con aleatorización para evitar la congestión de la comunicación en caso de eventos masivos (o hay inteligencia en el medidor para diferenciar entre un corte de energía masivo y una pérdida de energía individual).
- **Eventos de calidad**, como caídas/aumentos de voltaje (menor duración de voltaje alto/bajo) y alarmas de voltaje alto/bajo (duración más larga de voltaje alto/bajo). Aquí significa más corto < 500ms, significa más bajo/más alto fuera del intervalo de $\pm 10\%$ alrededor del valor nominal.
- **Indicadores de manipulación del contador**, como flujo inverso de energía.
- **Información del hardware del contador**, como alarmas de baterías.

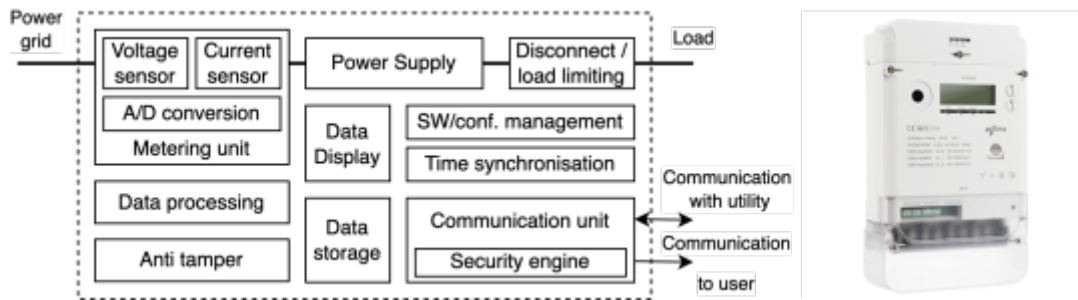


Fig. 10. Diagrama de bloques de un Contador inteligente (izquierDa), ejemplo de implementación (derecha)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 10

DLMS/COSEM/OBIS/IDIS

Los eventos se registran en el registro de eventos normalmente como objetos.

DEFINITION

El estándar, cómo se organizan todos los datos (no solo los eventos) en los contadores inteligentes, proporciona el conjunto de estándares **DLMS/COSEM**. **DLMS** son las siglas de **Device Language Message Specification** y **COSEM** de **Companion Specification for Energy Metering**.

INTERESTING

La Asociación de usuarios de DLMS mantiene un conjunto de cuatro documentos de especificación principales:

- Libro azul: describe el modelo de objeto de medidor COSEM y el **OBIS (Sistema de identificación de objetos)**, que asigna nombres lógicos a los objetos COSEM. OBIS se especifica en IEC 62056-61
- Libro verde: describe la arquitectura y los protocolos
- Libro amarillo: describe las pruebas de conformidad
- Libro Blanco - contiene el glosario de términos

INTERESTING

Los códigos OBIS identifican datos usando una estructura jerárquica con notación de puntos y seis grupos de valores en la forma: A-B:C.D.E*F. Hay 4 separadores diferentes presentes (“-“, “:”, “.”, “*”) para respaldar la identificación del grupo en caso de que solo se preestablezca un subidentificador.

NOTE

A menudo, este es un subidentificador de tres grupos, como "1.8.0", se asigna a C.D.E). Las descripciones más detalladas de los grupos son:

- A: define los medios (tipo de energía), p. 0=abstracto, 1=electricidad, 5=refrigeración, 6=calor, 7=gas, 8=agua fría, 9=agua caliente, ...
- B: identifica el canal de medición por número

- C- identifica datos abstractos o físicos, como corriente, voltaje, potencia,... para un canal determinado, p. 1= potencia activa positiva, 2= potencia activa negativa, 11=corriente, 12=voltaje, 99=perfiles de datos abstractos (si A=0) o perfil de datos de electricidad (si A=1)
- D: identifica el tipo de resultado del procesamiento de datos, p. 3=mínimo, 6=máximo, 8=integral de tiempo
- E: identifica el procesamiento posterior, si A=1, p. 0=total, 1=tasa (tarifa) 1, 2=tasa (tarifa) 2, pero p. si C= 11 o 12 el significado de E cambia de 0=total, 1=1er armónico, 120=120° armónico, 124=**Distorsión armónica total (THD)**
- F - identifica datos históricos

EXAMPLE

Table 1. Ejemplos de códigos OBIS se muestran en la tabla Tab. 1.

Código OBIS	Explicación
1.8.0	Energía activa positiva (A+) total [kWh]
1.8.1	Energía activa positiva (A+) en tarifa T1 [kWh]
2.8.0	Energía activa negativa (A-) total [kWh]
2.8.1	Energía activa negativa (A-) en tarifa T1 [kWh]
99.98.x	log de evento
99.1.x	Perfil de carga con registro de periodo 1
99.2.x	Perfil de carga con registro de periodo 2<

Nota: “x” indica cualquier valor en el rango 0-255

En la tabla vemos más ejemplos de perfiles, que son objetos que se utilizan para contener series de medidas (objetos) de una o similares cantidades y/o para agrupar varios datos. **Para mediciones básicas, el período de registro generalmente se establece en 15 minutos y la compañía DSO lo obtiene una vez al día**

NOTE

Además de los estándares mencionados que describen DLMS/COSEM y OBIS, existe una gran ayuda de la Asociación IDIS (**Especificación de interfaz de dispositivo interoperable**), cuyo objetivo es alcanzar la interoperabilidad paneuropea. Admite varios casos de uso, como el registro automático de medidores, la programación remota de tarifas, la desconexión y reconexión del suministro eléctrico, la sincronización de relojes en todo el sistema, la gestión de demanda/carga, la actualización remota de firmware.

EXAMPLE

Por ejemplo, IDIS especifica con más detalle la clasificación de códigos de eventos como:

- código de evento 7: Reemplazar batería: la batería ha llegado al final de su vida útil esperada y debe reemplazarse
- código de evento 40: Cubierta del contador quitada: indica que se quitó la cubierta del medidor.

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 11

Interfaces de Contador inteligente

Como se indica en la Fig. 10, hay dos tipos de comunicación: con DSO y con el usuario

DEFINITION

La Directiva de electricidad (UE) 2019/944 que formula las Funcionalidades de los sistemas de medición inteligente establece que los datos de consumo en tiempo casi real estarán disponibles para los clientes finales (usuarios) a través de una **interfaz estandarizada para programas automatizados de eficiencia energética**, respuesta a la demanda y otros servicios.

INTERESTING

Esta importante característica también está presente en la arquitectura de referencia para comunicaciones de medición inteligente [5] desarrollada por el **Grupo de Coordinación de Medición Inteligente**, cuya versión simplificada se muestra en la Fig. 11. Aquí, la interfaz H1 conecta el sistema de medición inteligente a una pantalla externa. Las interfaces H2, H3 conectan el sistema de medidor inteligente con la gestión de energía doméstica/domótica y proporcionan una comunicación bidireccional. La conexión está utilizando un punto de acceso local o vecino. Los datos del medidor inteligente se comparten directamente externamente a través de la cabecera AMI con el Sistema de gestión de datos del medidor (MDMS) a través de la interfaz G1. O indirectamente a través de la interfaz C y G2.

NOTE

En [5] hay una descripción general de las tecnologías de comunicación preferidas para las diferentes interfaces H1-H3, G1-G2 y C por país. Para el G1, G2 prevalece sobre la tecnología basada en GSM (a veces se especifica más de cerca como GPRS, 3G, 4G, LTE, NB-IoT). En la interfaz C prevalece **Power Line Communication (PLC)** (el dispositivo NNAP sirve como concentrador de datos en este caso). Las más variadas son las preferencias por las interfaces H

INTERESTING

La estandarización solicitada en la directiva 2019/944 aún está lejos de la unidad en toda la UE. La obligación impuesta en la Directiva 2009/72/CE es una implementación del 80 % de la medición inteligente para 2020. Los detalles sobre la estrategia de implementación oficial por país se encuentran en la Fig. 12.

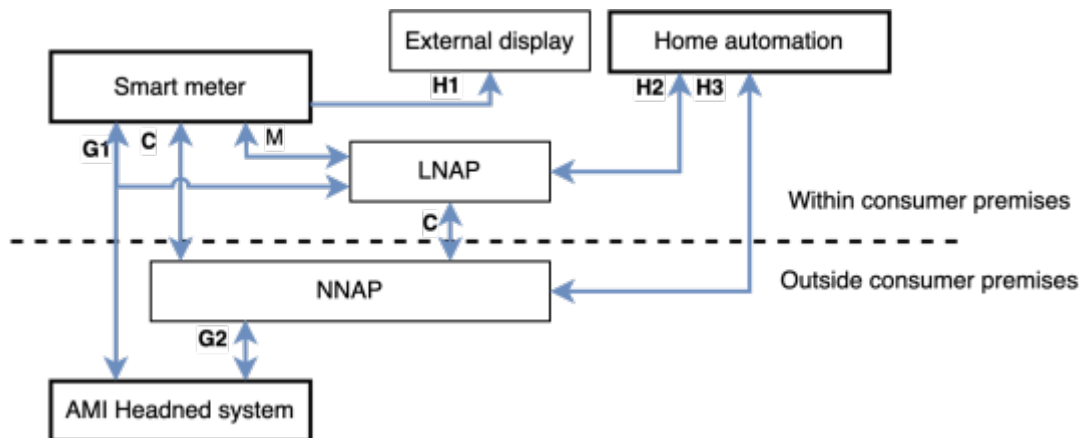


Fig. 11. Arquitectura de referencia parcial simplificada para comunicaciones de contadores inteligentes

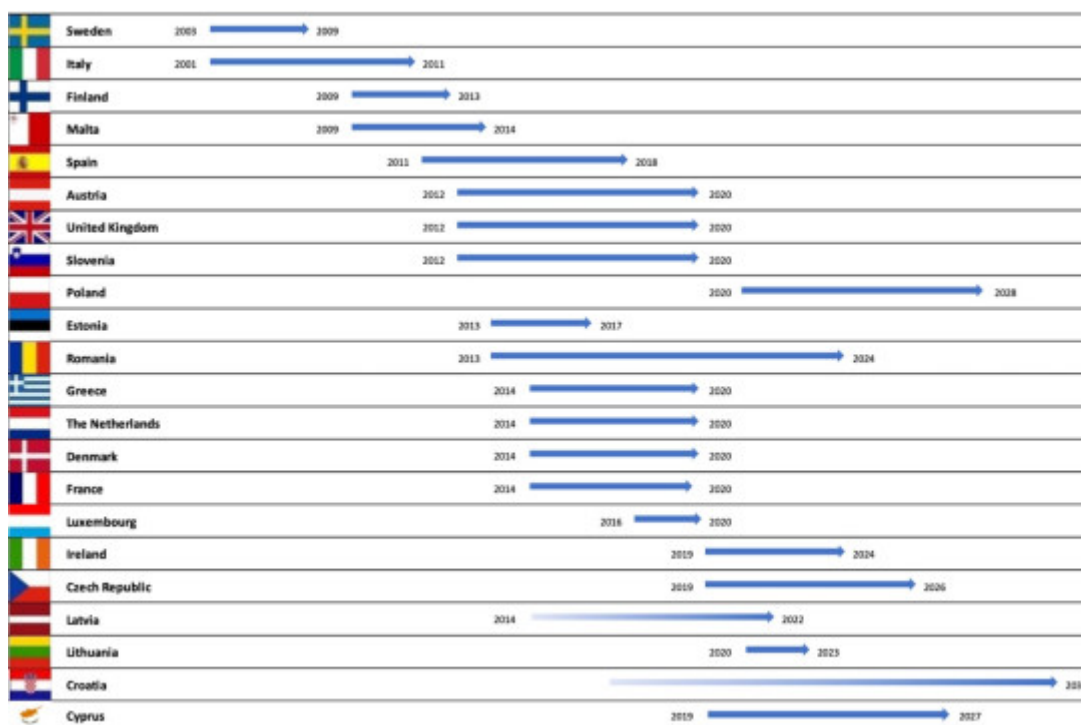


Fig. 12. Plan oficial de despliegue de contadores inteligentes por país sobre el despliegue a gran escala (cobertura del 80 % o superior) de contadores de electricidad inteligentes [6]

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 12

Sistemas backend de medición (HES, MDMS), interfaces y roles

INTERESTING

Como se menciona en la Fig. 11, la AMI termina en el lado del DSO con el **Sistema de cabecera AMI (HES)**. La función del HES en la arquitectura del sistema Smart Metering es adquirir datos de medidores automáticamente, administrar la conectividad y la adquisición de datos, habilitar el acceso seguro a los medidores, la configuración, las actualizaciones de software y las solicitudes ad-hoc. Esta área se puede ver como **Recopilación de datos del contador (MDC)**. Después de la recopilación, los datos se almacenan en los **sistemas de gestión de datos contadores (MDM)**.

NOTE

El alcance de los sistemas MDC/MDM es:

- Recopilación de datos de medidores: de sistemas HES, sistemas heredados, entrada manual de datos, ...
- Validación, estimación y edición de datos (VEE): incluye varias comprobaciones de datos, proporciona una estimación de los datos que faltan, habilita la edición manual de datos, asigna una evaluación de la calidad de los datos,...
- Agregación de datos: proporcione la agregación de datos deseada, cree e informe estadísticas,...

NOTE

Opcionalmente, MDM puede servir como sistema de administración de activos y mapeo de infraestructura, especialmente para DSO más pequeños. Las competencias de los sistemas MDM y HES/MDC se superponen parcialmente; sin embargo, MDM está más orientado a medir el **ciclo de vida de los datos** y HES se centra más en la **infraestructura, los dispositivos y la comunicación**. No obstante, casos como la gestión de eventos y la configuración de la funcionalidad de los contadores inteligentes están ligados a ambos sistemas y deben ser coordinados por ambos. Además, eventos específicos como el "último suspiro" son una entrada importante para los **sistemas de tecnología operativa (OT)** de DSO, como el sistema de control de supervisión y adquisición de datos (**SCADA**), el sistema de gestión de cortes (**OMS**) o el sistema de gestión de distribución (**DMS**) que controlan la energía. red.

INTERESTING

En la interfaz HES-MDMS, la norma IEC 61698 se considera estándar. IEC 61698-9 especifica el contenido de información de un conjunto de tipos de mensajes que se pueden usar para respaldar la lectura y el control de medidores, eventos, sincronización de datos de clientes y cambio de clientes. IEC 61968-11 especifica el **modelo de información común (CIM)** que admite los mensajes y amplía el CIM base (IEC 61970) a las necesidades de las redes de distribución

La arquitectura general del sistema de medición inteligente, incluidos los sistemas administrativos relacionados con la medición AMI y DSO, se muestra en la Fig. 13.

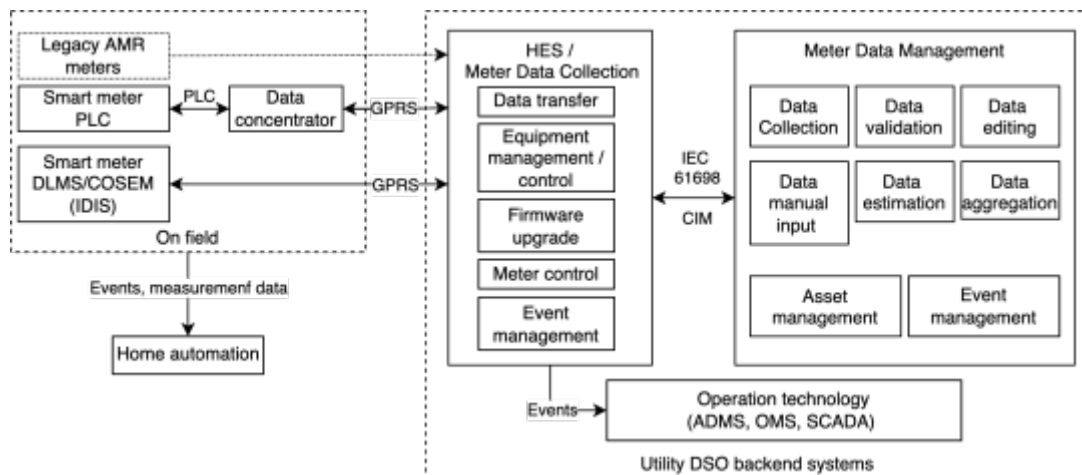


Fig. 13. Sistema de medición inteligente: imagen general con AMI (lado izquierdo) y sistemas administrativos relacionados con la medición DSO (lado derecho)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 13

Redes inteligentes

La red inteligente es un término significativamente más amplio que la medición inteligente. La medición inteligente es solo una funcionalidad básica dentro de la red inteligente, que tiene como objetivo proporcionar a todos los participantes información sobre las condiciones y la salud reales de la red y proporcionar datos básicos para sus decisiones

DEFINITION

Como una verdadera red inteligente puede verse una red eléctrica, que puede reutilizar automáticamente la información recopilada y proporciona servicios que aumentan la **confiabilidad**, la **capacidad de supervivencia** y la **capacidad de respuesta** de la red eléctrica.

NOTE

Específicamente, puede, por ejemplo, lidiar con la energía producida localmente, predecir cortes de energía antes de que ocurran, restaurar rápidamente el servicio. A esta característica se la puede denominar "autoreparación" y "toma de decisiones".

[Interaktivní prvek](#)

INTERESTING

Un objetivo es la automatización total de la red de distribución de electricidad, incluida la producción y el consumo locales.

EXAMPLE

Algunos ejemplos de automatización :

Capacidad de redirigir automáticamente la electricidad cuando se cae una línea de transmisión

Reducir otros flujos cuando los paneles solares de alguna instalación envían repentinamente una ráfaga de energía a la red.

INTERESTING

Técnicamente, los componentes básicos de una red inteligente ya están disponibles. El despliegue de redes inteligentes es una de las áreas temáticas prioritarias de la política de **Redes**

Transeuropeas de Energía (TEN-E) (política que se centra en vincular la infraestructura energética de los países de la UE) con el objetivo de ayudar a integrar las energías renovables, completar la energía europea mercado, y permitir a los consumidores regular mejor su consumo de energía [7].

NOTE

Para lograr la funcionalidad de la red inteligente, primero se debe implementar la medición inteligente. Este paso se está dando en muchos países europeos, junto con un movimiento desde la medición de electricidad tradicional a la medición de múltiples energías.

NOTE

La medición inteligente como sistema puede verse como uno de los sistemas de la red inteligente. La lista de facto de los sistemas que están presentes en la red inteligente proporciona [8] y se presenta en la Tab. 2.

Table 2. Red inteligente – listado de sistemas esenciales, observar los sistemas de medición inteligente en la lista

Dominio o Función	Sistemas
Generación	Sistema de gestión de generación
Sistema de gestión de transmisión	Sistema de automatización de subestación
	Sistema de prevención de apagones - Wide Area Measurement Protection and Control System (WAMPAC)
	Sistema EMS SCADA
	Sistema de transmission flexible AC
Sistemas de gestión de distribución	Sistema automático de subestación FACTS
	Sistema de automatización del alimentador
	Sistema de gestión distribuida avanzado (ADMS)
	Sistema FACTS
Sistema de operación DER	Sistema de operación DER
<i>Sistemas de medición inteligente</i>	<i>Sistema AMI</i>
	<i>sistema back office relativo a la medición</i>
Sistemas de flexibilidad de demanda y producción (generación)	Sistemas de gestión de prosumidores agregados
Micro red	Sistemas micro red
Sistema de mercado	Sistema de mercado
	Sistema de entrenamiento
E-mobility (conexión a red) sistemas de administración	Sistemas E-mobility

Sistemas de administración	Sistema de gestión de mantenimiento
	Sistema de gestión de red de comunicación
	Sistema de reloj de referencia
	Autenticación, autorización, Sistema de conteo
	Sistema de gestión remota de dispositivo
	Predicción climática y observación del sistema

CHAPTER 14

Modelo de arquitectura de red inteligente

DEFINITION

La referencia importante con respecto a los sistemas de redes inteligentes y la arquitectura de la red inteligente en su conjunto proporciona el **Modelo de arquitectura de red inteligente (SGAM)**).

NOTE

El alcance original del SGAM se creó en el mandato M/490 de la **Comisión Europea (CE)** a los organismos europeos de normalización **CEN (Comité Européen de Normalisation)**, **CENELEC (Comité Europeo de Normalización Electrotécnica)** y **ETSI (Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones)**).

DEFINITION

El SGAM actúa como un sistema de designación de referencia que proporciona tres ejes principales para las dimensiones: **Dominios, Zonas y Capas de interoperabilidad**, como se muestra en la Fig. 14.

[Interaktivní prvek](#)

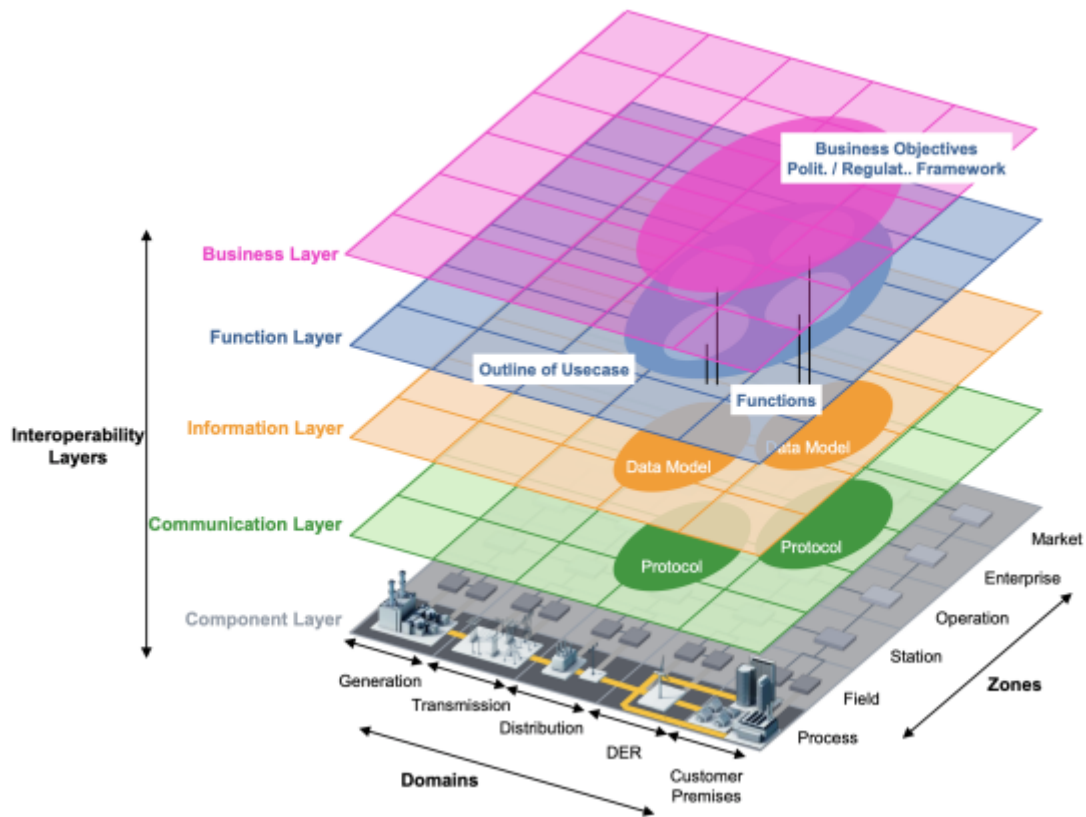


Fig. 14. Esquema de modelo de arquitectura de red inteligente [8]

La interoperabilidad se considera como habilitador clave de la red inteligente. Los sistemas se consideran interoperables si son capaces de realizar cooperativamente una función específica utilizando la información que se intercambia.

DEFINITION

En SGAM se definen 5 capas de interoperabilidad:

- **Capa empresarial:** representa la visión empresarial sobre el intercambio de información relacionada con las redes inteligentes. Se puede utilizar para mapear estructuras y políticas regulatorias y económicas (mercado), modelos comerciales, procesos, productos y servicios.
- **Capa de funciones:** describe funciones y servicios, incluidas sus relaciones desde un punto de vista arquitectónico. Las funciones se representan independientes de actores e implementaciones físicas en aplicaciones, sistemas y componentes.
- **Capa de información:** describe la información que se utiliza e intercambia entre funciones, servicios y componentes. Contiene objetos de información y los modelos de datos subyacentes.
- **Capa de comunicación:** describe protocolos y mecanismos para el intercambio interoperable de información entre componentes

- **Capa de componentes:** describe la distribución física de todos los componentes participantes en el contexto de la red inteligente.

DEFINITION

Los Dominios básicamente representan la cadena de conversión de energía de manera similar al esquema básico de la red eléctrica como se muestra en la Fig. 1, se pueden describir de la siguiente manera:

- **Generación a granel:** representa la generación de energía eléctrica a granel, como por plantas de energía fósil, nuclear e hidroeléctrica, parques eólicos marinos, plantas de energía solar a gran escala, generalmente conectadas al sistema de transmisión.
- **Transmisión** - Representa la infraestructura y organización que transporta la electricidad a largas distancias.
- **Distribución** - Representa la infraestructura y organización que distribuye electricidad a los clientes.
- **DER** - Representa recursos eléctricos distribuidos conectados directamente a la red de distribución pública, aplicando tecnologías de generación de energía a pequeña escala (típicamente en el rango de 3 kW a 10.000 kW). Estos recursos eléctricos distribuidos pueden ser controlados directamente por DSO.
- **Instalaciones del cliente:** representan tanto a los usuarios finales de electricidad como a los productores de electricidad. Las instalaciones incluyen instalaciones industriales, comerciales y domésticas (por ejemplo, plantas químicas, aeropuertos, puertos, centros comerciales, viviendas). También representa la generación en forma de, p.ej. generación fotovoltaica, almacenamiento de vehículos eléctricos, baterías, micro turbinas..

DEFINITION

Las Zonas son ortogonales a los dominios y básicamente representan la gestión del sistema de energía basada en Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), controlando la cadena de conversión de energía. Existen dos conceptos principales de agregación:

- **Agregación de datos:** los datos de la zona de campo generalmente se agregan o concentran en la zona de la estación para reducir la cantidad de datos que se comunicarán y procesarán en la zona de operación.
- **Agregación espacial:** agregación desde distintas ubicaciones a un área más amplia (por ejemplo, el equipo del sistema de energía generalmente se organiza en bahías, varias bahías forman una subestación; varios DER forman una estación de planta, los medidores DER en las instalaciones del cliente se agregan mediante concentradores para un vecindario).

DEFINITION

Sobre la base de estos conceptos de agregación, un concepto de separación funcional adicional, las zonas individuales se describen de la siguiente manera [8]:

- **Proceso** - Incluye las transformaciones físicas, químicas o espaciales de la energía (electricidad, solar, calor, agua, viento...) y los equipos físicos directamente involucrados. (por ejemplo, generadores, transformadores, disyuntores, cables).
- **Campo**: incluye equipos para proteger, controlar y monitorear el proceso del sistema de energía, p. ej. relés de protección, controlador de bahía, cualquier tipo de dispositivo electrónico inteligente que adquiera y utilice datos de proceso del sistema de potencia.
- **Estación**: representa el nivel de agregación de área para el nivel de campo, p. para concentración de datos, agregación funcional, automatización de subestaciones, sistemas SCADA locales, supervisión de plantas...
- **Operación**: operación de control del sistema de alimentación de alojamiento en el dominio respectivo, p. sistemas de gestión de distribución (DMS), sistemas de gestión de energía (EMS) en sistemas de generación y transmisión, sistemas de gestión de microrredes, sistemas de gestión de centrales eléctricas virtuales (agregando varios DER), sistemas de gestión de carga de flotas de vehículos eléctricos (EV).
- **Empresa**: incluye procesos, servicios e infraestructuras comerciales y organizativos para empresas (servicios públicos, proveedores de servicios, comerciantes de energía...), p.ej. gestión de activos, logística, gestión de la fuerza de trabajo, gestión de la relación con el cliente, facturación.
- **Mercado**: refleja las operaciones de mercado posibles a lo largo de la cadena de conversión de energía, p. ej. comercio de energía, mercado masivo, mercado minorista.

INTERESTING

Contra el cubo del marco SGAM se pueden mapear todos los sistemas que se utilizan en la red inteligente (por ejemplo, los sistemas esenciales proporcionados en la Tabla 2).

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 15

Micro-red como un Sistema de la red inteligente, principals funciones de las redes inteligentes

NOTE

Entre los sistemas de redes inteligentes (ver Tab. 2) los **sistemas de microrredes** son una especialidad.

DEFINITION

Desde una dimensión prospectiva de "dominio", las microrredes son "pequeñas redes inteligente" y cubren 3 dominios principales: Distribución, DER e Instalaciones del cliente, como se muestra en el diagrama conceptual de la Fig. 15.

Las microrredes contienen esencialmente los mismos sistemas de estos dominios que las redes inteligentes. El resto de la red inteligente a veces se denomina **macro-red**.

[Interaktivní prvek](#)

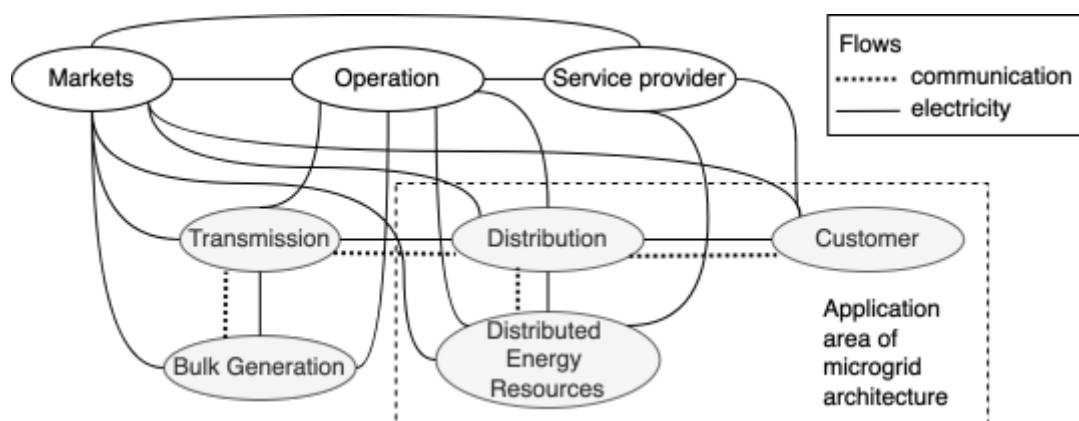


Fig. 15. Modelo conceptual de dominios de redes inteligentes y flujos correspondientes [8]. Tenga en cuenta que los mercados, las operaciones son zonas, el proveedor de servicios representa un grupo de actores que tiene un rol universal (el rol se define por el caso de uso particular) en el contexto de la red inteligente

INTERESTING

En la Fig. 16 se proporciona una vista esquemática de las microrredes, sus componentes y relaciones. Un sistema de microrredes proporciona las siguientes funciones principales:

- **Monitorización y control** de la micro red en tiempo real (SCADA)
- **Distribuir** electricidad a cualquier usuario de micro red
- **Proteger y mantener** los activos de microrredes relacionados
- **Asegurar** el equilibrio de la oferta y la demanda
- **Manejar funcionamiento en modo isla**, conexión y desconexión

Basado en los dominios de distribución y DER y la zona de proceso que incluye los dispositivos primarios de la micro red, un sistema de micro red necesita mantener su estabilidad, voltaje, frecuencia y fiabilidad.

NOTE

La micro red puede operar en dos modos básicos:

- **Modo conectado a la red:** la micro red está interconectada con la macro red y ofrece varias funciones de soporte, como administración de picos, reservas receptivas, soporte de voltaje de red (VARS), energía de emergencia de respaldo, funcionamiento en isla a pedido/emergencia.
- **Modo isla:** la micro red funciona como desconectada/aislada de la macro red; se puede llamar a un sistema de micro red para realizar las siguientes funciones: sincronización y (re)conexión de la red, equilibrio de la oferta y la demanda, potencia activa/reactiva Compensación/Control de Voltaje Despacho Económico, Control de Carga.

NOTE

Las arquitecturas para micro redes según su necesidad de gestionar los flujos de energía de diferentes tipos de fuentes, se pueden clasificar en tres topologías:

- **Micro-red de AC:** utiliza bus de AC. Las fuentes de alimentación con salida AC utilizan un convertidor AC/AC para transformar el voltaje (y eventualmente la frecuencia) y las fuentes de alimentación CC utilizan convertidores CC/AC para conectarse al bus.
- **Microrredes de CC:** utiliza bus de CC. Las fuentes de alimentación se conectan al bus mediante convertidores CC/CC o CA/CC.
- **Microrredes híbridas** – Tiene ambos buses, los cuales están conectados entre sí a través de un convertidor bidireccional.

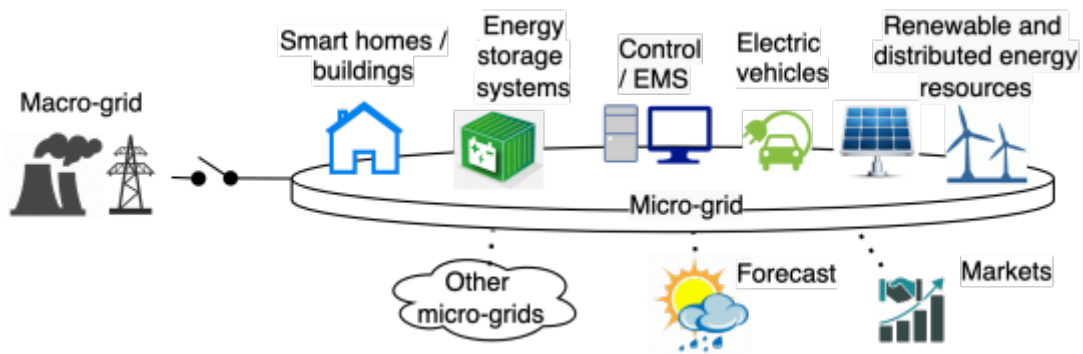


Fig. 16. Vista esquemática de microrred, componentes y relaciones

Hasta ahora hemos hablado explícitamente de electricidad, pero la red inteligente no se limita a la electricidad y permite optimizaciones que interconectan todas las formas de energía, su transformación y sinergias.

INTERESTING

Considerando esto, las categorías de componentes básicos en una micro red son:

- **Fuentes de energía:** la micro red presenta varios tipos de fuentes de generación que suministran electricidad, calefacción y refrigeración al usuario. Estas fuentes se dividen en dos grandes grupos: fuentes de energía térmica (p. ej., generadores de gas natural o biogás) y fuentes de generación renovable (p. ej., turbinas eólicas y solar). También puede haber una combinación, p. calor y electricidad combinados producidos usando unidades de cogeneración.
- **Consumo de energía:** simplemente se refiere a los elementos que consumen electricidad, calor y refrigeración. Pueden ser dispositivos individuales, sistemas de iluminación y calefacción de edificios, centros comerciales, etc.
- **Almacenamiento de energía:** incluye todo tipo de tecnologías de almacenamiento, como química, eléctrica, de presión, gravitatoria, de volante de inercia y térmica. El almacenamiento de energía realiza múltiples funciones, por ejemplo:
 - Asegura la calidad de la energía, incluida la regulación de frecuencia y voltaje.
 - Suaviza la producción de fuentes de energía renovables.
 - Proporciona energía de respaldo para el sistema.
 - Juega un papel crucial en la optimización de costes.

CHAPTER 16

Microrredes y sistemas EMS

Una micro red es un lugar donde se puede ganar y perder mucho. Se ha realizado un gran esfuerzo, pero aún se pondrá en la optimización de la estructura y el control de la micro red

INTERESTING

Las fuentes de energía y las cargas pueden controlarse para que el consumo/generación pueda reflejar las demandas de la red. Además, los almacenamientos ofrecen grados de libertad adicionales para las estrategias de control.

EXAMPLE

Cuando en una micro red se encuentran disponibles varios almacenamientos de energía con diversas capacidades, tecnologías y propiedades resultantes, es ventajoso coordinar su carga y descarga para lograr los parámetros originales del sistema.

INTERESTING

Los sistemas diseñados para tales optimizaciones se denominan sistemas de administración de energía (**EMS**) o sistemas de administración de energía para el hogar (**HEMS**), sistemas de administración de energía para edificios (**BEMS**) según la implementación utilizada. A menudo, tales sistemas tienen un control jerárquico. En general, hay dos estrategias principales de control: **centralizado** y **descentralizado**.

Ambos tienen ventajas y desventajas, ver Tab. 3 para obtener detalles.

Table 3. Principales ventajas y desventajas del control centralizado y descentralizado de microrredes

Sistema	Control centralizado	Control descentralizado
Ventaja	coordinación y liderazgo adecuado, información global	Regulación y medida local, fácil implementación
Desventaja	Punto simple de fallo (SPOF)	Falta de información global

Para las microrredes, a menudo se adopta un control **jerárquico** porque introduce un cierto grado de independencia entre los diferentes niveles de control. Es más fiable ya que continúa operativo incluso en caso de fallo del control centralizado.

NOTE

El control jerárquico introduce 3 niveles de control [9]:

- **El control primario** hace frente al control instantáneo de distribución de energía y las regulaciones de corriente/voltaje.
- **El control secundario** tiene un tiempo de reacción más lento (de segundos a minutos), se ocupa de la compensación y balanceo de voltaje, requisitos de calidad de energía.
- **El control terciario** tiene el tiempo de reacción más lento (minutos a horas), realiza administración de potencia/energía, optimización del sistema, considera factores de precios. Suele implicar predicción de clima, tarifas, cargas y tiene como objetivo lograr ahorros económicos. Aquí se consideran técnicas como las redes neuronales profundas.

A medida que crece el tiempo de reacción en los niveles de control, disminuye el ancho de banda de comunicación necesario. Esto permite soluciones y servicios jerárquicos apropiados que pueden utilizar conceptos modernos sobre TIC como virtualización, servicios basados en la nube y plataformas de comunicación.

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 17

Hubs de energía

INTERESTING

Un enfoque interesante para los futuros sistemas de energía son los **centros (hubs) de energía** [10]. Refleja el movimiento hacia los **sistemas de múltiples energías (MES)**, donde diferentes sistemas y portadores de energía interactúan juntos de manera sinérgica.

Este concepto requiere una herramienta adecuada para la gestión integrada de los componentes del sistema.

DEFINITION

Un elemento clave: el **Centro de energía (EH)** que se puede definir como el lugar donde tiene lugar la producción, conversión, almacenamiento y consumo de diferentes vectores de energía.

Como entrada, los centros de energía consumen energía (p. ej., electricidad, gas natural) y brindan ciertos servicios de energía requeridos, como electricidad, calefacción, refrigeración, etc. La Figura 17 muestra un ejemplo de un centro de energía.

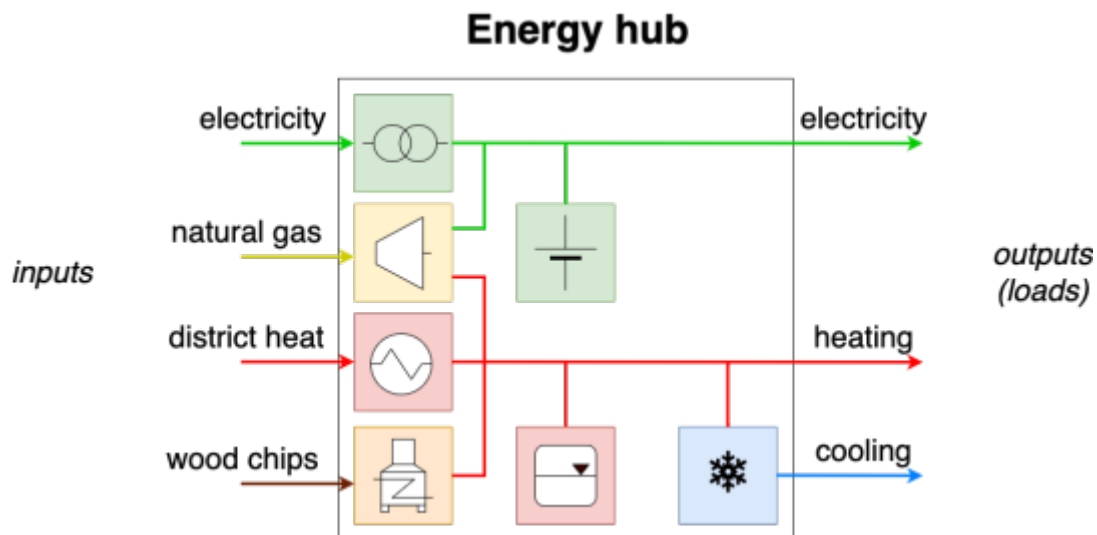


Fig. 17. Ejemplo de un centro de energía y sus componentes, que contiene un transformador, una microturbina, un intercambiador de calor, un horno, un enfriador de absorción, una batería y un almacenamiento de agua caliente.

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

[Interaktivní prvek](#)

CHAPTER 18

Test

What is the main purpose of Transmission in Electric grid

- It delivers energy to end customer.
- it provides transmission of energy data to Utility providers
- It carries the power for long distances using higher voltages
- It transforms voltage of energy from producers.

What are advantages of centralized control of Micro Grid?

- Proper coordination and leadership
- global information
- Local measurement and regulation
- easy implementation

What does lack of energy in grid cause?

What are advantages of decentralized control of Micro Grid?

- Proper coordination and leadership
- global information
- Local measurement and regulation
- easy implementation

What is system imbalance?

- It is summed up difference between scheduled and consumed energy of all participants of the marked
- It is estimated difference between scheduled and consumed energy of all participants of the marked
- It is difference of energy consumed in whole country compared to its neighboroughs
- It is technical specificity of Slovak National Grid.

Why is reactive energy undesired in grid?

- It transmits no real power to the load
- It returns back to power plant and damages it.
- It causes energy to flow in incorrect direction.
- It causes extra heating losses

Participant of the market that produce and consume energy is called.

- Supplier
- Producer
- Consumer
- Prosumer

Which axis are part of reference SGAM Architecture?

- Domains
- Stratums
- Zones
- Levels

How does electromechanical power meters operate?

- It operates through electromagnetic induction by counting the revolutions of a aluminum disc
- It uses electronic components and circuits such as Analog-Digital Convertors to measure multiple values
- it counts electrons using very sensible cameras
- It operates using voltage convertors.

Which of these statements about Smart meter interfaces are correct?

- The H2, H3 interfaces connects the smart meter with the Home Energy management.
- H1 interface connects the smart meter system to customer smart phone
- The H2, H3 interfaces provide a two-way communication
- For the G1, G2 prevails GSM based technology.

What is the scope of MDC/MDM systems?

- Meter Data Collection
- Manage Communication Process
- Meter Delivery Controll
- Data Delivery Process

Which are the standards used in smart metering systems?

- CIM
- DLMS/COSEM
- AMR
- OBIS

What are the main features of smart grid?

- It is more robust than traditional grid

- it can automatically reuse gathered information
- It requires 5G data connectivity.
- It can operate fully automatically.

What is OBIS code

- Serial number of the smart meter
- Codes that identify data using a hierarchical structure
- Identification of Delivery point.
- Unique communication address of smart meter

What is a Energy hub concept?

- Concept of central electricity battery center.
- Concept where electricity is used to produce multiple other energy carriers
- Concept where the production, conversion, storage, and consumption of different energy carriers takes place.
- Place where energy returns back to nature.

How does Solid-State power meters operate?

- It operates through electromagnetic induction by counting the revolutions of a aluminum disc
- It uses electronic components and circuits such as Analog-Digital Convertors to measure multiple values
- it counts electrons using very sensible cameras
- It operates using voltage convertors.

What belongs to main features of smart meters?

- They require very stable energy source
- They cannot operate without fast internet connection

- It can be read only by utility operator.
- Capability of event management

What does SGAM model defines?

- It defines communication between multiple Smart grid systems.
- It acts as economical model for smart grid implementation.
- It acts as a reference designation system of Smart grid system
- It defines transition process from traditional grids to smart grids.

How are smart metering systems specified in EU Recommendation?

- They are defined by exact meter architecture.
- They are defined by SGAM model.
- They are defined by DLMS/COSEM standard.
- They are defined by 10 common minimum functionalities.

What has to be every customer that consume or produce energy part of?

- He has to be part of any Spot market.
- He has to be part of one Balance Responsibility Party at a time.
- He has to be part of multiple Balance Responsibility Party.
- He has to be participant on the Long-Term energy market.