

Visión técnica sobre controlabilidad de la infraestructura de recarga para vehículos eléctricos

Agosto 2021

Contenido

Prólogo	4
Introducción	5
1 Términos	7
2 Soluciones establecidas para el control de cargas en sistemas de baja tensión	8
2.1 Cambio de hora	9
2.2 Tecnología de control de ondulaciones.....	10
3 Visión técnica	12
3.1 Topología	12
3.2 Actores.....	15
3.3 Componentes y funciones	18
3.4 Normas de comunicación.....	20
4 Resumen y perspectivas	24
4.1 Desafíos por delante.....	24
4.2 Actividades correspondientes.....	25
4.3 Outlook.....	25
A. Anexo	26
A.I. Ejemplo de buenas prácticas: proyecto ELBE / ELBEsecure	26
A.II. Ejemplo de buenas prácticas: el proyecto c/vende la autonomía del laboratorio Leimen	28
Bibliografía	29

Directorio de imágenes

Figura 1: Distribución de las ubicaciones en el mercado de los dispositivos de consumo controlable con tarifas de red reducidas; fuente: (Bundesnetzagentur, 2021)	8
Figura 2: Tecnologías de control de dispositivos de consumo controlables; Fuente: (Bundesnetzagentur / Bundeskartellamt, 2021)	9
Figura 3: Topología "carga en red mediante acceso directo a la infraestructura de carga"	13
Figura 4: Características de la topología "carga al servicio de la red mediante EMS"	14
Figura 5: Topología "Carga del servicio de red mediante caja de control FNN 1.1"	14
Figura 6: Topología "Carga del servicio de red mediante caja de control FNN 1.2"	14
Figura 7: Características de la topología "Visión técnica para la carga de la red"	14
Figura 8: Actores interrelacionados a la carga de un vehículo eléctrico	15
Figura 9: Hoja de ruta de la Controlabilidad en el punto de conexión a la red (a partir de junio de 2021)	24
Figura 10: Interfaces de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga	25
Figura 11: Resumen del sistema del proyecto ELBE/ELBEsecure	27
Figura 12: Topología de mejores prácticas "carga útil de red a través de SMGW"	27
Figura 13: Solución FNN como mejor práctica de c/venta	28

Lista de cuadros

Cuadro 1: Descripción de los casos de uso del control	5
Tabla 2: Asignación práctica de casos de uso a los actores y ubicación/uso/tipo de instalación de carga	6

Lista de abreviaturas

aEMT: participante externo en el mercado

BMWi: Ministerio Federal de Economía y Energía

BSI: Oficina Federal de Seguridad de la Información

CL: Sistema local controlable

EFR: Control europeo de ondulaciones de radio

ELBE: Electrificar los edificios para los vehículos eléctricos

EMS: Sistema de gestión de la energía

EnWG: Ley de la Industria Energética

FNN-AF: Caso de uso de la FNN

HAN: Red de Área Doméstica

HEM: Sistema de gestión de la energía doméstica

IEC: Comisión Electrotécnica Internacional

SMI: sistema de medición inteligente

LMN: Red Metrológica Local

MsbG: Ley de funcionamiento del punto de medición

OCP: Protocolo de punto de recarga abierto

OpenADR: Respuesta Automática a la Demanda

PFRS: Control de ondulaciones de radio de los buscapersonas

REST-API: Representational State Transfer - Application Programming Interface

SMGW: Pasarela de medidores inteligentes /interfaz de comunicación del SMI

StAF: Caso de uso de control

TRE: Receptores de control de ondulación de frecuencias de audio

VEN Nodos finales virtuales

EDE: Operador de la red de distribución

VTN: Nodo superior virtual

WAN: Red de área amplia

Prólogo

La red eléctrica siempre ha estado disponible como columna vertebral para un suministro de energía cómodo y fiable. Asimismo, se está convirtiendo cada vez más en un sistema con nuevos usuarios de la red. Además del aumento constante de la cuota de las energías renovables en el consumo bruto total de electricidad en Alemania, que fue del 42% en 2019 (Ministerio Federal de Economía y Energía, 2021), los cambios en los sistemas de demanda eléctrica y su comportamiento en la red se están haciendo evidentes en los próximos años. Esto puede requerir que la red incremente sus capacidades. En este contexto, la electromovilidad es una de las aplicaciones de la red eléctrica que suele nombrarse hoy en día.

Gracias a los actuales programas de subvenciones para la compra de vehículos eléctricos y la adquisición de infraestructuras de recarga, estamos experimentando un rápido crecimiento del mercado. Diez millones de vehículos eléctricos se prevé para el año 2030 (Gobierno Federal, 2019) y la infraestructura de carga necesaria para ellos plantean nuevas exigencias a la red eléctrica. Además, debido a los nuevos actores del sistema energético, como la industria del automóvil y los agregadores, así como a los nuevos incentivos del mercado, el comportamiento de los sistemas en la red está cambiando y debe tenerse en cuenta en consecuencia.

Es importante que los vehículos eléctricos no influyan negativamente la estabilidad de la red. Para establecer el control de estos sistemas por ley y de manera uniforme en todo el país, se está debatiendo, entre otras cosas, el artículo 14a de la Ley de la Industria Energética (EnWG). Dependiendo de la nueva versión del artículo, el desarrollo hacia la visión técnica descrita en este documento puede ser más rápido o lento y siempre debe considerarse conjuntamente.

Nota: El primer borrador de la modificación del artículo 14a de la EnWG en el marco de la "Steuerbare Verbrauchseinrichtungen-Gesetz" (SteuVerG) de diciembre de 2020 contribuye a que la capacidad de control de los consumidores y generadores flexibles (como la infraestructura de carga para los vehículos eléctricos) se exija cada vez más en el futuro (Ministerio Federal de Economía y Energía, 2020). El proyecto fue retirado a principios de enero de 2021 y actualmente se está debatiendo¹.

En los últimos años, la VDE FNN ha creado condiciones marco básicas para un uso prospectivo de flexibilidades en las redes. Ahora es importante integrar las instalaciones de carga para los vehículos eléctricos de forma más concreta. Esto garantizará una rápida puesta en marcha y optimizará la expansión necesaria de la red en segundo plano.

Una cosa está clara: para que la movilidad eléctrica tenga éxito, debe integrarse de forma útil y significativa en el sistema energético desde el principio.

¹ Posición de VDE FNN sobre la SteuVerG: <https://www.vde.com/de/fnn/aktuelles/steuerbare-verbrauchseinrichtungen--vde-fnn-kommentiert-entwurf-zur-rechtlichen-ausgestaltung->

Introducción

En el suministro de energía, el término *control* se refiere generalmente a la influencia selectiva del comportamiento de las cargas o alimentadores. Existen diferentes tecnologías que pueden utilizarse en función del contrato del usuario de la conexión o de los requisitos de los sistemas conectados. Estas tecnologías van desde la simple especificación de una ventana de tiempo de uso o de bloqueo a través de un interruptor horario (temporizador) hasta el futuro uso del sistema de medición inteligente con canal de control y la posibilidad de una inyección.

Por regla general, influir la demanda sirve para mantener la estabilidad de toda la red eléctrica minimizando los picos de potencia. Por un lado, en el pasado había que mantener disponible una potencia máxima menor en el parque de centrales eléctricas. En consecuencia, por otro lado, las redes podían dimensionarse más pequeñas. Con el aumento de la inyección descentralizada volátil esta postura ya no es válida en general. La oferta y la demanda de energía no suelen ser congruentes en términos de tiempo. Además, se está desmantelando el clásico parque de centrales eléctricas, por lo que cada vez hay menos posibilidades de equilibrar el suministro de energía en situaciones extremas (por ejemplo, cuando no hay inyección descentralizada y alta carga). Asimismo, una parte de la energía libre de CO₂ tiene que ser gestionada porque no hay demanda o esta es baja, al alimentar el excedente se sobrecargarían el sistema o los componentes individuales de la red.

A través del control selectivo de los alimentadores o -como se considera aquí- de las cargas, esta brecha entre la oferta y la demanda debe reducirse de forma selectiva para obtener, en última instancia, un sistema de suministro de electricidad económicamente eficiente.

La siguiente tabla describe los casos de uso de control (StAF) tratados en este documento en relación con el tipo y el objetivo del control de los procesos de carga. Además, se puede visualizar si estos corresponden a los casos de uso de FNN existentes (FNN-AF).

Cuadro 1: Descripción de los casos de uso del control

Controlar Caso de uso	Descripción	FNN-Caso de uso
StAF 1	Indirectamente a través del comportamiento de los clientes. Ajustes del cliente en el vehículo o en el dispositivo de carga, comportamiento manual o automatizado.	-
StAF 2	Gestión de la carga local en una instalación del cliente con el objetivo de optimizar los costes de conexión a la red y/o el autoconsumo de energía.	-
StAF 3	Tarifas temporales / dinámicas de electricidad o señales de control debido a acuerdos contractuales.	-
StAF 4	Control prioritario de la potencia por parte del operador de la red de distribución basado en acuerdos contractuales, por ejemplo, en función de la sección 14a de la EnWG.	FNN-AF 3
StAF 5	Control prioritario de la potencia por parte del operador de la red de distribución en estados críticos (art. 13 de la EnWG) para mantener la seguridad del suministro con instalaciones con potencias nominales superiores a del valor límite.	FNN-AF (1+)2

Para una asignación adecuada de los StAF al tipo de instalación de carga y al actor que la controla, éstos se enumeran en el cuadro 2.

Cuadro 2: Asignación práctica de casos de uso a los actores y ubicación/uso/tipo de instalación de recarga

<p>¿Qué cobra la institución?</p> <p>¿quién controla?</p>	<p>Puntos de recarga individuales y privados (por ejemplo, EFH, Pequeña empresa, aparcamiento vinculado)</p>	<p>Puntos de recarga individuales y privados con HEMS</p>	<p>Privado, varios puntos de recarga con EMS (por ejemplo, MFH, garaje, flota, lugar de trabajo)</p>	<p>Privado / de acceso público (por ejemplo, hotel, aparcamiento y compras)</p>	<p>Punto de recarga público</p>	<p>Punto de recarga público HPC</p>
<p>Usuario de conexión</p>	<p>StAF1</p>	<p>StAF2</p>		<p>-</p>		
<p>Servicio energético (por ejemplo, mercado, TSO, agregador, OEM)</p>	<p>StAF3</p>				<p>Posiblemente StAF3 (Influir en la utilización de los puntos de recarga públicos, si es necesario también a través de señales de precio; además "Tasas de carga nocturna")</p>	
<p>Operador de la red de distribución</p>	<p>StAF4 + StAF5</p>			<p>StAF4 + StAF5 (StAF4 en conjunto con los procesos de carga de la noche a la mañana")</p>	<p>StAF5</p>	

StAF = Caso de uso de control

El HEMS es una forma de EMS en el entorno doméstico (Home Energy Management System).

El control útil de la red según el StAF4 se centra en las instalaciones de carga en los hogares, con el objetivo de optimizar los costes de expansión de la red en términos económicos. El control fiable de la instalación de carga para el operador de la red de distribución (EDE) puede permitir inicialmente una rápida integración de estas nuevas instalaciones de consumo flexible en la infraestructura de la red existente. Esto retrasa temporalmente la necesidad de ampliar la red, optimiza su implementación en términos de tiempo y limita su cantidad.

El marco normativo de esta capacidad de control de la red se está modificando actualmente en Alemania (se está desarrollando el artículo 14a de la EnWG, enfocado en alisamiento de picos de inyección). El marco técnico de la controlabilidad suele prever el control directo de los dispositivos de demanda flexible (parcialmente flexible). Sin embargo, el control de toda la conexión a la red también es técnicamente posible (totalmente flexible), siempre que el conectado disponga de un sistema de gestión de la energía doméstica (HEMS) que pueda coordinar los flujos internos de energía entre los consumidores flexibles, las instalaciones de almacenamiento de electricidad y las plantas de generación en cumplimiento de las señales de control de la EDE. El objetivo del gobierno federal es lograr la controlabilidad de los dispositivos de consumo flexible o HEMS a través del sistema de medición inteligente (SMI). La transición de la tecnología de control existente en las instalaciones actuales al control paso a paso a través del SMI debe tener lugar dentro del plazo a partir de la declaración de mercado de la Oficina Federal de Seguridad de la Información (BSI). La duración

y la frecuencia de la intervención de la EDE deben ser conformes a las normas acordadas. Deben respetarse los requisitos legales.

1 Términos

Utilidad de la red

Apoyo al operador de la red de conexión en la operación de su red por parte de cargas desconectables y conectables, acordadas contractualmente según el marco legal en Alemania (artículos 13 (1) de la EnWG y 14a de la EnWG) con el fin de eliminar un peligro para la seguridad o la fiabilidad de la red de suministro eléctrico. La forma de este apoyo puede variar, pero la evaluación de que esta acción ha sido útil para la red, sólo pueda manejarla el operador de la red a la que está conectada la instalación.

Compatibilidad con la red

Descripción para el cumplimiento de los acuerdos contractuales con respecto al punto de conexión a la red por parte del conectado/cliente. No se ejecutan intervenciones o controles por parte del operador de la red. La energía se utiliza principalmente en el sistema del cliente.

Controlar

Influencia selectiva en el comportamiento de las cargas o alimentadores.

Gestión de la energía

Enfoque sistemático para optimizar el uso de la energía y la eficiencia energética para cumplir con una aplicación, actividad o función. Ello teniendo en cuenta los requisitos del usuario, así como la fijación de precios y la disponibilidad de almacenamiento o la generación local de la energía eléctrica.

Gestión de la inyección

Gestión de la potencia de las plantas o instalaciones de generación para el modo de funcionamiento "inyección de energía" a la red.

Gestión de la potencia

Control del flujo de energía mediante la influencia de dispositivos (por ejemplo, equipos de consumo eléctrico, instalaciones de generación, almacenamiento e instalaciones de carga para vehículos eléctricos). Ello teniendo en cuenta los límites técnicos y los acuerdos contractuales (por ejemplo, gestión de la demanda, redespacho o gestión de la inyección).

- Por la legislación (por ejemplo (en Alemania), artículos 9 EEG, 14 EEG, 13 EnWG, 14a EnWG)
- Gestión de la demanda útil de la red o gestión de la inyección según lo *especificado por el operador de la red para garantizar la operación de la red (por ejemplo, artículos 14a EnWG, NSM, 9 EEG)*
- *Según lo especificado por el sistema del cliente (por ejemplo, HEMS o para cumplir la potencia contratada en el punto de conexión acordada contractualmente).*
- Por los participantes en el mercado/distribución.

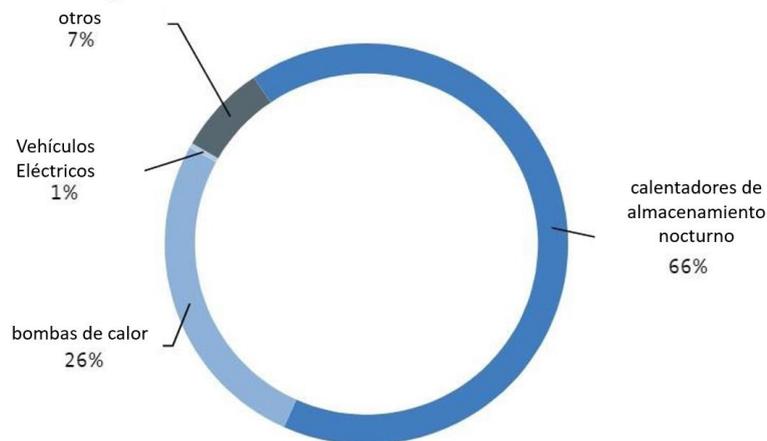
La gestión de la potencia puede referirse a la gestión de la potencia activa o reactiva.

2 Soluciones establecidas para el control de cargas en la baja tensión

Las soluciones establecidas para influir en el comportamiento de la carga de las instalaciones o dispositivos de los clientes conectados ya se utilizan en su forma básica desde hace décadas. Están probados, son robustos y cumplen los requisitos anteriores de comportamiento de la carga.

Según el informe de monitoreo de la Agencia Federal de Redes (*Bundesnetzagentur* -Regulador) de 2019, las soluciones existentes en el sentido del artículo 14a de la EnWG se utilizan principalmente para influir el comportamiento de la carga de los calentadores de almacenamiento nocturno y las bombas de calor. Las tecnologías de control de ondulaciones (como PLC) son utilizadas por aproximadamente el 60% de los operadores de la red y temporizadores por un tercio. Por otra parte, las soluciones con tecnología de telecontrol son utilizadas por el 2 % de los operadores de red.

Electricidad: Distribución de dispositivos controlables en Alemania (porcentaje)



Julio 2020

Figura 1: Distribución en el mercado de los dispositivos de consumo controlables con tarifas de red reducidas; fuente: (Agencia Federal de Redes, 2021)

Electricidad: Tecnologías para dispositivos controlables en Alemania (porcentaje)

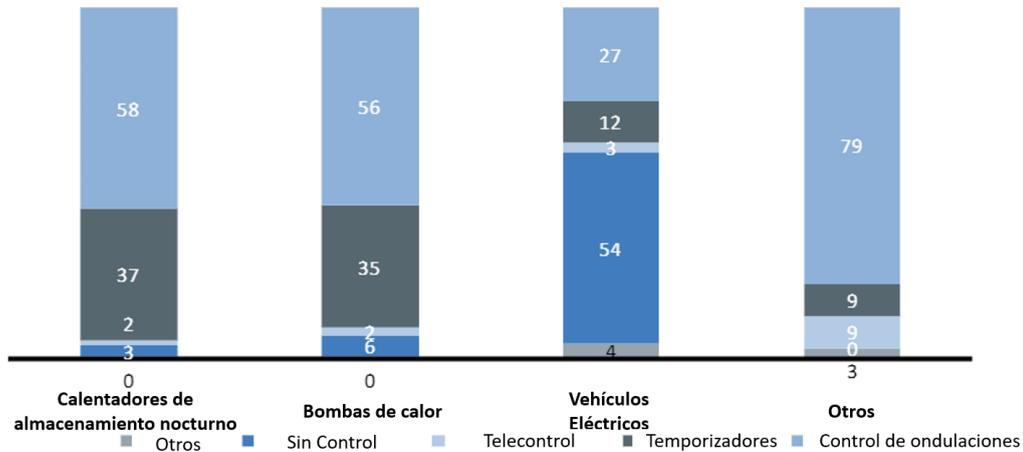


Figura 2: Tecnologías de control para dispositivos de demanda controlables; Fuente: (Bundesnetzagentur / Bundeskartellamt, 2021)

2.1 Temporizadores

El temporizador es la forma más sencilla de influir en el comportamiento de consumo. La hora puede sincronizarse mediante temporizadores de alta precisión o mediante un receptor de la señal horaria oficial (DCF77).

Sin duda, el uso más extendido es el de calentadores de almacenamiento nocturno. El objetivo de esta disposición es reducir los picos de carga y aumentar la carga base nocturna para optimizar la eficiencia del parque de centrales eléctricas. El temporizador, eventualmente con un contactor de potencia asociado, libera la tensión dentro de la ventana horaria de baja intensidad. Esto se acuerda contractualmente con el conectado.

Para el control del comportamiento de la carga, hay que tener en cuenta que la habilitación de la carga de los vehículos eléctricos a través de temporizadores es una opción útil para niveles de penetración bajos. La especificación de una ventana de tiempo puede llevar a los llamados efectos de recuperación, de modo que la simultaneidad en el punto de conexión a la red aumenta. Para las potencias de carga de 11 kW y más, dependiendo de las condiciones de la red local, la potencia de carga puede convertirse en una variable relevante para el pico de carga en la línea o el transformador de la red local a partir de un determinado nivel de penetración. Por lo tanto, hay que considerar una opción de control más variable.

2.2 Tecnología de control de ondulaciones (PLC)

La tecnología de control de ondulaciones se utiliza para influir específicamente el comportamiento de la carga o la inyección de los sistemas de los clientes. Las aplicaciones más comunes en el suministro de energía son:

- Control de tarifas
- Control de carga
- Gestión de la inyección
- Control del alumbrado público
- Sincronización horaria al utilizar medidores de perfil de carga

En principio, también se pueden controlar sistemas individuales con potencias individuales relativamente pequeñas. Sin embargo, por regla general, se dirigen a grupos regionales o grupos de usuarios similares. Los grupos están diseñados de tal manera que el operador de la red puede seguir la conmutación a través de la tecnología del centro de control. En el proceso se transmiten señales de conmutación o también especificaciones de potencia escalonadas, como en la gestión de la inyección (niveles de control 100%, 60%, 30%, 0%).

En su diseño, las tecnologías que se describen a continuación difieren principalmente en la vía de transmisión utilizada para las señales de control. Todas las tecnologías son sistemas de transmisión unidireccional que pueden enviar eficazmente señales de control de grupo. Dado que sólo la potencia total es relevante desde el punto de vista del operador de la red, hasta ahora no ha sido necesario la retroalimentación de cada sistema individual. De este modo, se pueden dirigir a sistemas o dispositivos, pero no se da una respuesta directa sobre la ejecución de la orden/de la señal o debe darse en otro canal.

Para la comunicación bidireccional, como sería beneficioso para el control de las instalaciones de recarga, las distintas tecnologías de control de ondulaciones deben acoplarse con otra tecnología, por ejemplo, la red de radio móvil o DSL.

La ventaja de la tecnología de control de ondulación es la transmisión relativamente estable de la señal del canal de control.

2.2.1 Topología de control de ondulación de audiofrecuencia (TFR)

Con la tecnología establecida de control de ondulación de la frecuencia de audio, la transmisión de la señal para el control del relé se realiza a través de la red de suministro existente. Las señales se introducen de forma centralizada a través de celdas de acoplamiento, normalmente en una subestación en el nivel de media o alta tensión. Las señales se modulan a la frecuencia fundamental y son recibidas por los receptores descentralizados de control de ondulaciones de audiofrecuencia (TRE) en las instalaciones del cliente. Esto proporciona una asignación topológica entre la instalación del cliente y el transmisor a través de la red eléctrica. Sin embargo, la asignación suele ser muy granular con los protocolos más antiguos, ya que son pocos los grupos de receptores que pueden dirigirse o diferenciarse. Los protocolos más recientes ofrecen una resolución mucho más fina en función del esquema de direccionamiento. Además, el tiempo de ejecución es muy elevado con los protocolos más antiguos.

Tecnología

Las órdenes de control se transmiten mediante secuencias de pulsos. El TRE filtra estos telegramas de impulsos de la red y obtiene la información de control deseada. Se transmiten estados discretos, que normalmente se pueden asignar a través de cuatro contactos de relé. Las funciones se definen en el sistema del cliente.

En la instalación del cliente, por ejemplo, un punto de carga requiere entradas adecuadas para conectar

los contactos TRE con la correspondiente definición de función (reducción de potencia). Las asignaciones de ENEL o EDF ya negociadas en Europa podrían utilizarse.

2.2.2 Topología europea de control de ondulaciones de radio (ERC)

Los elevados costes de inversión y operación de la tecnología TFR para los operadores de la red y las desventajas técnicas de utilizar la red eléctrica como vía de transmisión, llevaron a desarrollar el control de ondulaciones largas por radio con tres estaciones transmisoras actuales, cerca de Budapest, Fráncfort del Meno y Magdeburgo. Con un alcance de unos 500 km, las señales de radiocontrol europeo (ERC) pueden utilizarse en Alemania y parte de los países vecinos. Se caracterizan por una alta penetración. Esto significa que incluso en sótanos, edificios y valles remotos puede haber buena recepción, pero siempre hay que comprobarlo de antemano, especialmente en el interior de los edificios. Para ello, el receptor debe estar equipado con adecuadas antenas de onda larga.

Tecnología

Cada operador de la red genera sus comandos en su propio entorno informático y los transmite al ordenador central de la ERA. Por regla general, se forman grupos prioritarios que se abordan conjuntamente. En principio, el control individual también es posible, pero conduce a un comportamiento de respuesta retardada cuando se aborda un gran número de dispositivos, ya que los sistemas se controlan secuencialmente. En los receptores asociados se pueden almacenar programas de conmutación y parametrizarlos a distancia o transmitir órdenes de conmutación directas. El número de comandos está limitado para poder controlar un máximo de seis relés en los receptores. La sincronización horaria se realiza a través de la misma señal de transmisión.

2.2.3 Topología de control de ondulaciones de radio de Localizador (PFR)

La consideración de una tecnología de sustitución adecuada para el TFR condujo al desarrollo de un sistema comparable basado en la tecnología utilizada para los buscapersonas con frecuencias en el rango de 460 MHz, que también logra una alta penetración en los edificios. La base es una red de radiocomunicación de seguridad disponible en toda Alemania con unos 800 transmisores, que también utilizan otros operadores de servicios críticos, como los servicios de rescate.

Tecnología

Los receptores se pueden parametrizar a distancia y pueden ejecutar programas de conmutación de precisión. Es posible realizar controles individuales y de grupo, por lo que grandes grupos pueden ser controlados con seguridad en tres minutos. Además, se anuncia la resistencia a la manipulación según los requisitos de la BSI.

El "sistema" PFR está diseñado para satisfacer los futuros requisitos de las redes inteligentes. Por ejemplo, puede ampliarse para incluir la pasarela de medidores inteligentes (SMGW), con lo que se pueden realizar más servicios si se dispone de un canal de retorno adecuado. El sistema está diseñado de tal manera que, en principio, puede compartirse con cualquier participante autorizado del mercado.

3 Visión técnica

En la visión técnica, debe ser posible que la EDE influya la potencia de los consumidores flexibles, así como las instalaciones de carga, en cualquier momento y en situaciones en las que los recursos de la red estén amenazados de sobrecarga debido a una demanda muy alta. Para ello, es esencial una comunicación estandarizada y bidireccional entre la EDE y la instalación de cliente flexible. De acuerdo con los requisitos regulatorios del BMWi (ministerio de economía) y la BSI, esta comunicación será asegurada por el SMGW del sistema de medición inteligente en el futuro.

Con el "Análisis de mercado para determinar la viabilidad técnica de la instalación de sistemas de medición inteligente de acuerdo con el artículo 30 de la MsbG" (Ley de Funcionamiento de Puntos de Medición), el 31.01.2022, la BSI ha comenzado el despliegue obligatorio de SMI (sistemas de medición inteligentes). El despliegue y la implementación dependen de la aplicación del marco jurídico adaptado en junio de 2021². Según el artículo 29 de la MsbG y el artículo 31 de la MsbG, existe la obligación de instalar un SMI para los consumidores finales de más de 6.000 kWh, los operadores de sistemas de Generación con potencias superiores a 7 kW y/o los consumidores finales con un acuerdo según el artículo 14a de la EnWG (fuente: MsbG).

En este contexto, este capítulo describe una visión técnica para un control de la infraestructura de recarga que sirve a la red y que es congruente con las condiciones del marco técnico y normativo en desarrollo. En el curso posterior, la comunicación tendrá lugar a través del llamado canal del sistema local controlable (canal CLS) a través del SMGW. Esto significa que el uso de las aplicaciones de la industria energética del SMGW no se tendrá en cuenta por el momento en la visión técnica considerada en este documento.

La visión técnica presentado es la comunicación desde el controlador autorizado a una caja de control o a un sistema de gestión de la energía (EMS) (por ejemplo, para el control de la red de dispositivos de carga en el sector privado). Hasta que se implemente la topología de la visión técnica, también son concebibles otros escenarios en los que, por ejemplo, la comunicación tenga lugar directamente al dispositivo de carga.

3.1 Topología

Para poder controlar de forma efectiva, es esencial conocer el estado actual de la red. Por este motivo, la EDE ampliará en el futuro el monitoreo del estado de los equipos existentes a la baja y la media tensión. Basándose en la información sobre el estado actual de la red, la EDE puede tomar medidas eficientes para evitar una sobrecarga inminente de los recursos de la red o reducir su alcance. Una medida puede ser el ajuste de la potencia de retirada en el punto de conexión de la casa, por ejemplo, limitando la potencia de los dispositivos de carga. Para esta aplicación específica, la siguiente sección derivará el objetivo de control útil de red. En aras de la simplicidad, no se tendrán en cuenta otros consumidores flexibles, como las bombas de calor y las unidades de almacenamiento.

En la topología de la visión aquí considerada, la información sobre el grado de limitación de la potencia de carga se transmite primero desde el backend del controlador autorizado respectivo (por ejemplo, EDE u operador de la estación de carga), a través de protocolos de comunicación estandarizados o a través de interfaces propietarias a un punto de transferencia local. Una solución que se ha propuesto en la industria es la comunicación a través de la llamada caja de control FNN (véase también: <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/imesssystem/lastenhefte/steuerbox>). Como alternativa, el uso de un EMS es concebible. Como escenario de transición hasta que la visión técnica esté suficientemente desarrollada e implementada, la comunicación directa con la instalación de cobro también puede ser llevada

² Actualmente, hay que tener en cuenta la obligación de instalación de medidores inteligentes actualmente paralizada para los demandantes (Discovery y 47 empresas municipales de servicios públicos) por decisión de urgencia de la OVG de Münster; cuya causa de acción ha sido eliminada por la modificación de la MsbG en junio de 2021.

a cabo por el respectivo controlador autorizado (para un ejemplo práctico, véase el Anexo A.I).

Una ruta de comunicación conforme a las BSI desde el controlador autorizado a la caja de control de la FNN, a un EMS o, alternativamente, directamente al dispositivo de carga, tiene lugar mediante una conexión punto a punto y se establece a través del canal CLS de un SMGW. Dado que el canal CLS es una conexión única, es necesario definir un punto de partida y un punto final. En el caso del SMI, el punto de partida puede estar en un participante activo y externo del mercado (aEMT) que quiera transmitir las señales de control correspondientes. El punto final en el campo puede ser proporcionado, por ejemplo, por la caja de control FNN, un EMS o un componente adicional (módulo de punto final CLS).

El reto en el desarrollo de una visión técnica para el control de la infraestructura de carga radica, en particular, en las interfaces de comunicación desde un controlador autorizado hasta el dispositivo de carga controlable para vehículos eléctricos y, por tanto, en la selección de protocolos de comunicación adecuados, así como en la disponibilidad del hardware del dispositivo específico y conforme.

De forma análoga al desarrollo posterior del SMGW en el marco de la hoja de ruta de BMWi/BSI y al desarrollo posterior del modelo de etapas 2.0 de BMWi/BSI, la topología para la recarga en red se está desarrollando a partir de las soluciones actuales hasta llegar a una visión técnica. Además de las tres posibles topologías que pueden implementarse actualmente (Figura 3 - Figura 6), a continuación se muestra la visión técnica considerada en este documento (Figura 7).

La topología de la figura 3 representa una posibilidad de implementar acciones de control útil de red, como se está utilizando actualmente en el proyecto ELBEsecure (Anexo A.I), por ejemplo. Se trata de una comunicación directa del controlador autorizado con la infraestructura de recarga, ya que los sistemas disponibles en el mercado no suelen tener todavía las funcionalidades de caja de control y EMS que serían necesarias para la implementación de este caso de uso. El punto final del CLS está formado por el llamado Módulo CLS Endpoint.

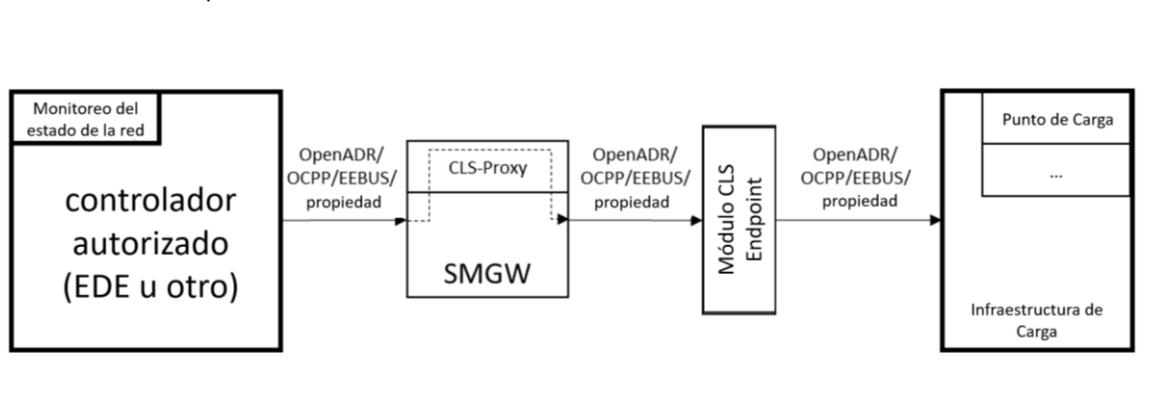


Figura 3: Característica de la topología "carga en red mediante acceso directo a la infraestructura de carga".

En las topologías mostradas en la Figura 4, la Figura 5 y la Figura 6, no hay comunicación directa desde el controlador autorizado a la infraestructura de recarga. En estos casos, la señal de control es recibida por una caja de control o un EMS, procesada y enviada a la infraestructura de carga de acuerdo con las normas almacenadas. El punto final del CLS se encuentra en el EMS o la caja de control.

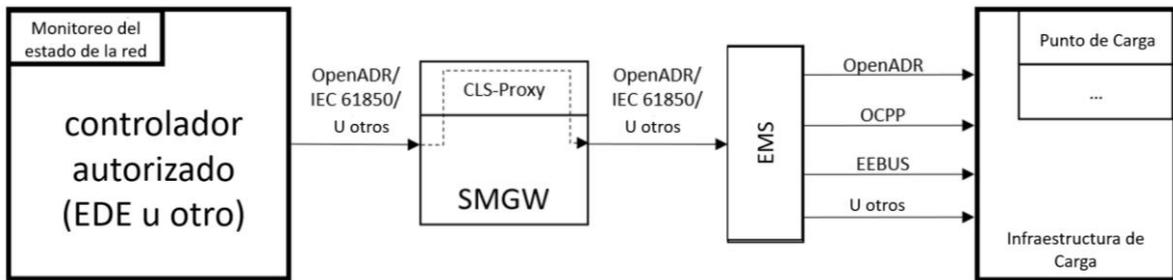


Figura 4: Característica de la topología "carga al servicio de la red a través de EMS"

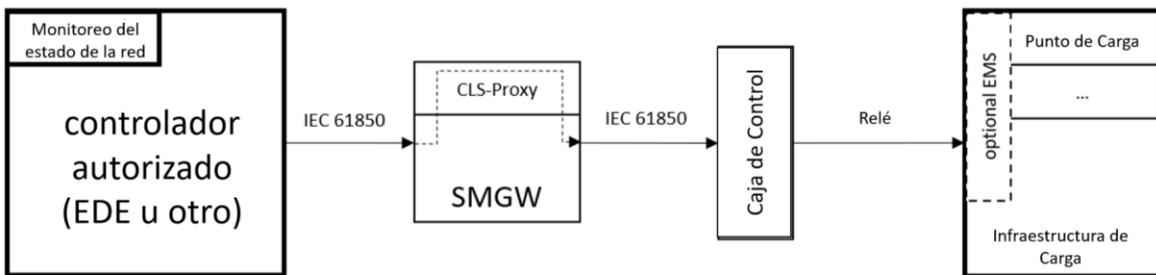


Figura 5: Topología "Carga del servicio de red mediante caja de control FNN 1.1"

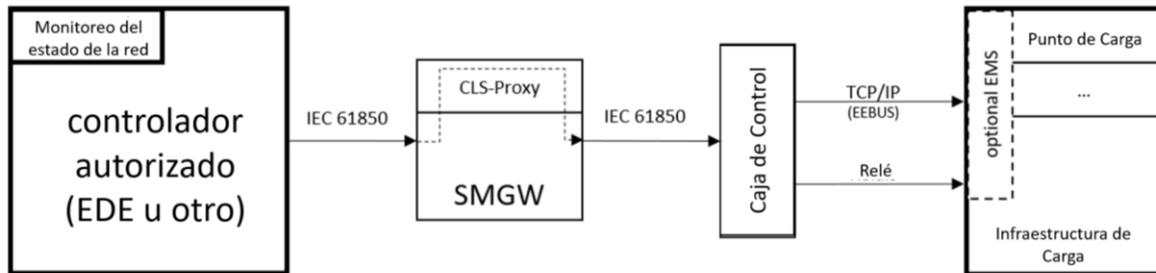


Figura 6: Topología "Carga del servicio de red mediante caja de control FNN 1.2"

La figura 7 muestra la visión técnica de control de la red de la infraestructura de recarga considerada en este documento.

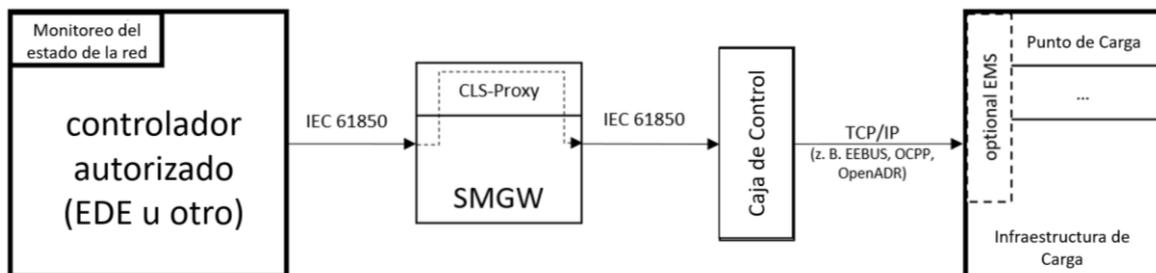


Figura 7: Características de la topología "Visión técnica para la carga de la red"

Los protocolos de comunicación OpenADR, OCPP y EEBUS son los más utilizados hasta la fecha en las pruebas de un sistema de control útil para la red (véase también los anexos A.I y A.II). Sin embargo, en la actualidad, sólo se han estandarizado la norma IEC 61850 para una opción de comunicación de la EDE a la caja de control y EEBUS como opción de comunicación para el intercambio de información en la interfaz con la propiedad y los elementos de las instalaciones del cliente ubicados en ella (véase la norma de aplicación VDE-AR-E 2829-6-1).

A continuación, se analizan con más detalle los actores implicados, sus funciones, sus áreas de responsabilidad y los componentes individuales.

3.2 Actores

La siguiente figura 8 muestra diferentes actores que pueden distinguirse por su área de responsabilidad en relación con los componentes. Se intenta transferir las definiciones anteriores correspondiente a los roles de los actores al nuevo mundo de la aplicación. Esta ilustración muestra la compleja interacción de los distintos actores que intervienen en la recarga de un vehículo eléctrico:

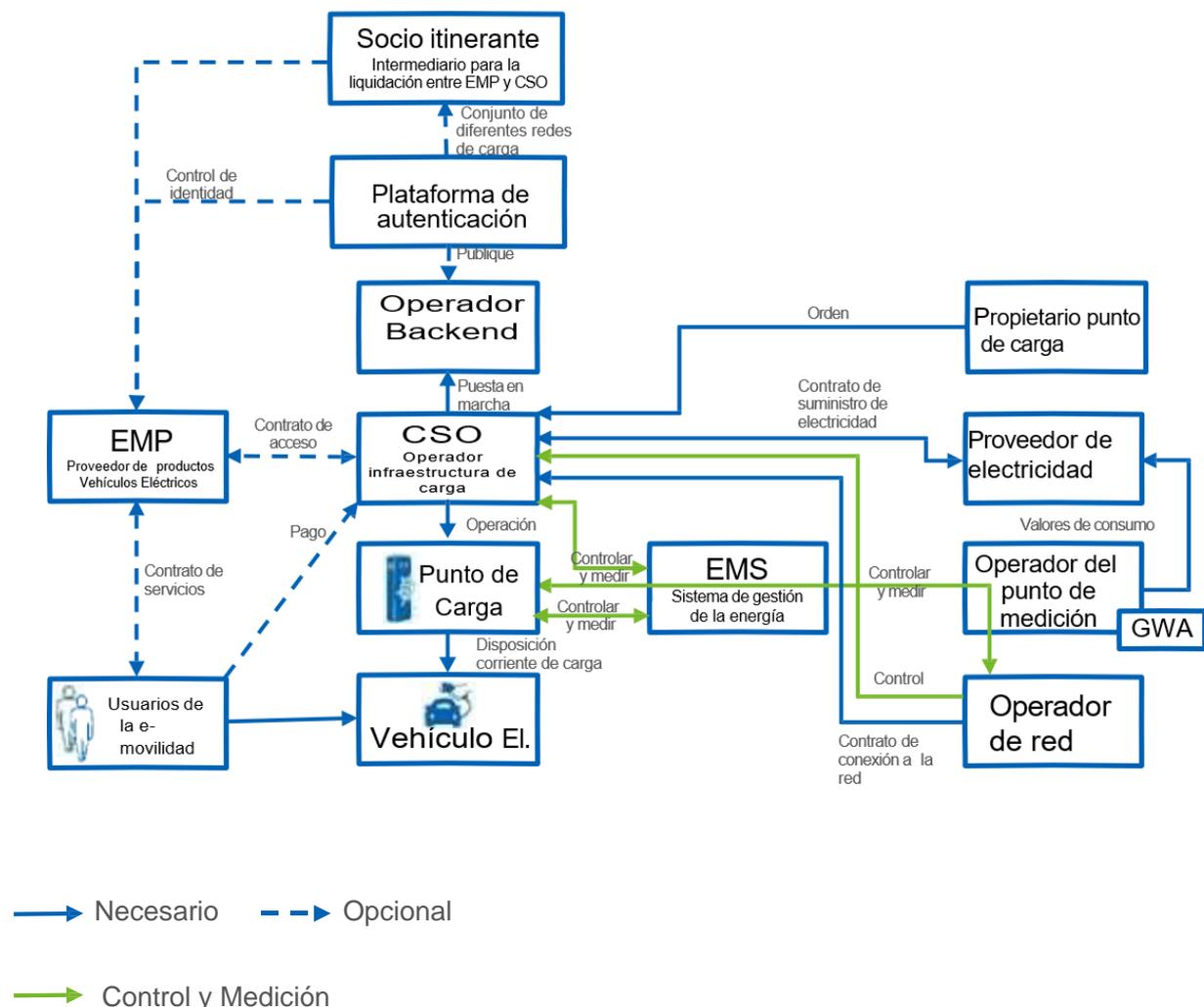


Figura 8: Actores interrelacionados a la carga de un vehículo eléctrico

La delimitación de los actores va acompañada de una clara asignación en cuanto a las funciones necesarias. A continuación, se definen brevemente los distintos actores y se enumeran sus funciones y tareas en relación con la controlabilidad de las instalaciones de recarga.

Las siguientes descripciones de funciones están tomadas principalmente de las normas, leyes y reglamentos existentes. Las funciones y tareas enumeradas no representan una descripción completa, sino que se centran en los aspectos que son importantes para la electromovilidad.

Operadores de redes de distribución (EDE):

Operador de red responsable de la operación de la red de distribución eléctrica en baja, media y alta tensión (DIN e.V., 2020).

Funciones / Tareas:

- Provisión de una conexión a la red segura y eficiente.
- Provisión de la conexión a la red para propiedades/instalaciones de carga (proceso de registro y aprobación al conectar las instalaciones de carga).
- Cumplimiento de los requisitos de calidad de la energía según la norma EN 50160.
- Cumplimiento de los requisitos técnicos de conexión (por ejemplo, a través de monitoreo del estado de la red).
- Anuncio de los tiempos de liberación o de los ajustes de potencia para sistemas controlables.
- Certificación ISO 27001 para aEMT y para la comunicación conforme a BSI a través de SMGW (opcional).
- Implementación de interfaces de comunicación para dirigir y comunicar con la caja de control / el EMS / el módulo final CLS a través del canal CLS del SMGW (opcional).
- Implementación de interfaces de comunicación para abordar una función de coordinación (opcional).
- Transmisión de los comandos de control a través de un canal de comunicación adecuado (por ejemplo, el canal CLS).
- Facturación las tarifas de uso de la red al proveedor de electricidad, teniendo en cuenta las tarifas reducidas de la red, de ser el caso, y considerando si la instalación del cliente está conectada de acuerdo con el artículo 14a de la EnWG (opcional).

Participante activo externo en el mercado (aEMT):

La función técnica en la infraestructura de clave pública (PKI) del SMI es dirigirse a los componentes posteriores a través del SMGW utilizando el canal CLS (BSI, 2015). Controlar a las partes autorizadas, como, por ejemplo, los operadores de estaciones de carga o los operadores de redes que pueden actuar como un aEMT en el sentido de la terminología de SMGW.

Funciones / Tareas:

- Certificación ISO 27001 para aEMT y para la comunicación conforme a BSI a través de SMGW.
- Implementación interfaces de comunicación para dirigir la caja de control / el EMS / el módulo final CLS a través del canal CLS del SMGW (opcional).

- Implementación de interfaces de comunicación para abordar una función de coordinación (opcional).
- Transmisión de los comandos de control.

Operador del punto de medición (MSO) (básico o competitivo):

Operador de puntos de medición básico o competitivo que realiza la tarea de operación de puntos de medición por contrato de acuerdo con el artículo 9 de la Ley de Operación de Puntos de Medición (MsbG). De acuerdo con el Artículo 2 N° 4 de la MsbG, el operador de la red es el MSB básico. Esto significa que el MsbG asigna inicialmente esta tarea al operador de la red sin requerir un procedimiento especial de transmisión. La instalación del SMGW es responsabilidad siempre del MSO básico. Sin embargo, también es posible que el usuario de la conexión encargue un MSB competitivo. (BMW, 2016)

Funciones / Tareas:

Suministro del SMI en el lugar de medición, generalmente en el punto de conexión a la red de las instalaciones del cliente.

- Suministro de la infraestructura de comunicación (si es necesario, por una tarifa adecuada).
- Suministro de datos de recuento y medición.

Administrador de la pasarela (GWA):

El operador del punto de medición (básico o competitivo) debe cumplir la función especial del GWA de acuerdo con la MsbG (BMW, 2016). Esto puede ser realizado por el propio operador del punto de medición o por terceros encargados. La GWA debe cumplir los requisitos técnicos y organizativos de la MsbG.

Funciones / Tareas:

Los requisitos técnicos y organizativos para el GWA se describen en la directriz técnica de BSI TR- 03109-6 (BSI, 2015).

- Puesta en marcha, configuración, administración, supervisión y mantenimiento del SMI.
- La conexión informática (mediante la configuración del SMGW) de los dispositivos de medición y otros equipos técnicos conectados al SMGW (por ejemplo, cajas de control).
- Configuración de perfiles para el acceso o el intercambio de información entre el aEMT y el suministro de canales de comunicación al SMGW.

Usuario de conexión:

Persona física o jurídica que, en el marco de un contrato de uso de conexión, utiliza una conexión a la red de baja tensión, para el suministro general, para retirar o inyectar energía eléctrica, en este caso para conectar un dispositivo de consumo controlable. (VDE FNN, 2019)

Funciones / Tareas:

- Provisión del dispositivo de carga controlable.

- Finalización del contrato de suministro de electricidad con el proveedor de electricidad; en su caso, de acuerdo con el artículo 14a de la EnWG.
- Provisión de caja de control (opcional).
- Provisión de un sistema de gestión de la energía (EMS) (opcional).
- Provisión de un contrato con el CSO (opcional).
- Provisión de un contrato con el MSB (opcional).

Proveedor de electricidad

Un actor cuyas actividades son la compra de electricidad y su posterior venta directa a un cliente a través de un contrato. También puede incluir servicios relacionados con la energía o tarifas eléctricas flexibles. (DIN e.V., 2020)

Funciones / Tareas:

- Cierre de un contrato de suministro de electricidad con el operador/usuario del dispositivo de carga.
- Suministro de tarifas eléctricas.
- Facturación al operador/usuario de la instalación de carga.

Operador de la estación de carga (CSO) (opcional)

Actor responsable de la instalación y la operación de la infraestructura de recarga, incluidos los puntos de recarga; así como de la gestión del suministro de energía para garantizar los servicios de distribución de energía necesarios. (DIN e.V., 2020)

Funciones / Tareas:

- Función de operador, en particular para las estaciones de recarga de acceso público.
- Cierre de un contrato con el propietario del equipo de carga, si éste no es propiedad de la OSC.
- Instalación, mantenimiento, servicio, reparación y suministro de energía de las instalaciones de carga (la CSO es un consumidor final en el sentido del artículo 3 de la EnWG nº 25 y, por lo tanto, es responsable de adquirir la electricidad para las instalaciones de carga (EnWG)).
- Implementación de interfaces de comunicación (opcional).

Proveedor de Movilidad Eléctrica (EMP, también Proveedor de Servicios de Movilidad (MSP)) (opcional)

Actor con el que el cliente tiene un contrato para todos los servicios relacionados con el funcionamiento de la carga del vehículo eléctrico (DIN e.V., 2020). Estrecha interrelación entre la AEM y la OSC.

Funciones / Tareas:

- Distribución de productos y servicios de movilidad.
- Implementación de interfaces de comunicación con la caja de control, el EMS y el módulo final CLS para la transmisión de datos relevantes para la facturación (opcional).

Proveedor de itinerancia

La plataforma de itinerancia proporciona una conexión entre las redes de recarga de diferentes EMP y CSO. Garantiza que los clientes de una EMP puedan cargar en todos los puntos de recarga de las CSO integradas. Para ello, la plataforma de itinerancia, las EMP y las CSO firman contratos que, entre otras cosas, fijan los precios para los usuarios. (DIN e.V., 2020).

3.3 Componentes y Funciones

Los siguientes subcapítulos presentan los componentes individuales y sus principales tareas en el entorno de la controlabilidad de los puntos de recarga según los requisitos legales actuales. La lista no pretende ser exhaustiva y describe los componentes más importantes a modo de ejemplo.

Pasarela de medidores inteligentes /interfaz de comunicación (SMGW)

El SMGW es el componente de un SMI que proporciona comunicación a través de la Red de Área Amplia (WAN). Recibe los datos de medición de los medidores, los almacena y los prepara para los agentes del mercado. El SMGW se comunica con varios componentes y actores del mercado participantes para la transmisión de datos de consumo y para su administración. Sin embargo, se utiliza principalmente para la segmentación de la red para las diferentes aplicaciones dentro del sistema del cliente.

En la WAN, el SMGW se comunica con los participantes externos del mercado y, en particular, también con el administrador del SMGW. En la Red Metrológica Local (LMN), el SMGW se comunica con los medidores conectados (electricidad, gas, agua, calefacción) de uno o varios consumidores finales. Los medidores comunican sus valores medidos al SMGW a través de la LMN.

La comunicación entre el SMGW y los consumidores de energía o generadores controlables (por ejemplo, a través de la caja de control de la FNN) tiene lugar a través del canal proxy CLS. En la red doméstica (Home Area Network (HAN)), el SMGW pone los datos a disposición del consumidor final o del técnico de servicio. Para poder visualizar los datos se necesita un software de transparencia y visualización, que debe estar conectado a la interfaz HAN.

Todos los flujos de comunicación están reforzados en cuanto a integridad, autenticidad y confidencialidad. En las páginas de web de BSI³ se pueden encontrar más detalles sobre las tareas y la aplicación de un SMGW.

El canal CLS del SMGW representa un enlace de comunicación entre un punto final de la propiedad del abonado y un servicio informático de un participante externo del mercado (aEMT, por ejemplo, operador

de red, CSO o EMP). La conexión CLS se realiza a través de la interfaz WAN de la pasarela. Para la conexión de la comunicación es obligatorio el uso del cifrado TLS con certificados de la infraestructura de clave pública de medición inteligente de BSI. La autenticación siempre debe tener lugar en ambos lados. A través del canal CLS se puede establecer cualquier conexión TCP y enrutar los protocolos/comandos de comunicación. La directriz técnica BSI TR-03109 (Oficina Federal de Seguridad de la Información, 2015) especifica el canal CLS.

Módulo CLS Endpoint

Para establecer un enlace de comunicación conforme a la norma BSI-TR-03109 mediante el canal CLS a través del SMGW, es necesario definir un punto de partida y un punto de llegada para este canal. El punto de partida suele ser el aEMT. El punto final puede estar en la caja de control o en el EMS o -en el caso de que la comunicación deba tener lugar sin la caja de control y el EMS- puede ser creado por un módulo adicional (por ejemplo, un módulo enchufable en el SMGW). En este caso, este punto final sirve como punto central de seguridad y comunicación para los actores que, por ejemplo, como aEMT activos, quieren controlar varios terminales a través del canal CLS.

Caja de control FNN

A la hora de implementar los casos de uso útiles de red, deben tenerse en cuenta los requisitos ampliados del sistema de comunicación y control; como la priorización, la disponibilidad, la accesibilidad y los requisitos de protección de la infraestructura crítica.

Las especificaciones del FNN para las cajas de control proporcionan la base para un sistema de control estandarizado que puede funcionar en la arquitectura del sistema de medición inteligente (definido en el marco alemán). Sólo con un alto grado de estandarización se pueden minimizar los gastos económicos de la implantación y el funcionamiento a largo plazo de las cajas de control.

Para el uso de la caja de control FNN -como para todas las soluciones comparables- es necesario un soporte del sistema a través de un software backend correspondiente. Para ello, VDE FNN ha publicado la nota "Función de coordinación en el nivel operativo "³.

En VDE FNN se está llevando a cabo una cooperación interdisciplinaria para desarrollar una caja de control estandarizada para la gestión de la generación y la carga. Así, la especificación⁴ describe las características funcionales y constructivas de una caja de control como módulo de control y conmutación del SMI de acuerdo con los requisitos legales. Se ha añadido la interfaz de comunicación EEBUS. Se espera que en el futuro se añadan otras interfaces de comunicación, como KNX.

Las especificaciones desarrolladas en VDE FNN describen tanto cómo se construye una caja de control como qué funciones debe cumplir. El objetivo es estandarizar un sistema de medición modular y ampliable de forma flexible entre los fabricantes.

³ Para más información sobre la función de coordinación:
<https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/imesssystem/steuer/koordinierungsfunktion-betriebsebene>

⁴ Véase: <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/imesssystem/lastenhefte/steuerbox>

VDE FNN también especifica casos de prueba que pueden utilizarse para comprobar automáticamente si los dispositivos cumplen los amplios requisitos de las especificaciones FNN.

Sistema de gestión de la energía (EMS)

Un EMS local sirve al conectado/usuario para optimizar los distintos generadores y consumidores controlables de su sistema en lo que respecta al autoconsumo o a su generación, de forma que, por ejemplo, se pueda llevar a cabo una gestión de la carga útil para la red. De este modo, un cliente totalmente flexible tiene la opción de optimizar la cantidad de su compra en el punto de conexión a la red. A través del canal CLS del SMGW, el EMS recibe, por ejemplo, información/señales de control del aEMT en relación con las condiciones límite que deben cumplirse para la gestión de la carga del servicio de red. Sobre esta base, por ejemplo, se puede controlar el encendido y apagado de los vehículos eléctricos en el sistema del cliente. Esto hace que el EMS sea un componente decisivo para la comunicación con los participantes en el mercado y con terceros.

Instalación del cliente

La instalación del cliente (por ejemplo, un dispositivo de carga para vehículos eléctricos) debe cumplir varios requisitos para la conversión de las señales de control:

- Por parte del cliente, hay que asegurarse de que el dispositivo de carga que se va a conectar dispone de una interfaz de comunicación adecuada e idealmente bidireccional y puede controlarse mediante protocolos de comunicación comunes y estandarizados.
- La estación de recarga debe garantizar una capacidad de actualización segura del software para que puedan implementarse futuros desarrollos técnicos, como la conectividad segura a un SMGW, la integración de EMS y nuevas funciones (por ejemplo, ajustes en el artículo 14a de la EnWG).

3.4 Normas y estándares de comunicación

Para permitir el control de los dispositivos de carga o la influencia del punto de conexión a la red por parte del controlador autorizado, debe crearse una vía de comunicación coherente. Para ello, existen diferentes normas que proporcionan las funcionalidades requeridas. Actualmente, no se puede identificar una norma que sirva para la comunicación en su totalidad debido al gran número de grupos de interés implicados. Por esta razón, se están probando o investigando combinaciones de varios protocolos en el marco de aplicaciones piloto (proyectos financiados como ELBE, C/sells, etc.). Esto permite al controlador autorizado acceder al dispositivo de carga directa o indirectamente.

A continuación, se describen con más detalle, por orden alfabético, algunas de las posibles soluciones que se utilizan actualmente, sin pretender que sean completas.

EEBUS:

EEBUS proporciona una solución que permite la comunicación interoperable a nivel de campo en una amplia gama de sectores y dominios y representa un lenguaje estandarizado para la industria energética en el punto de conexión de la red. EEBUS proporciona casos de uso para la aplicación en el contexto

del control a través de SMI.

El requisito más importante para su funcionamiento es el intercambio de información sobre la energía entre la red eléctrica y un futuro EMS en las propiedades del sector doméstico y comercial o los componentes individuales, tal como el sistema fotovoltaico, el almacenamiento en baterías, la calefacción, la instalación de carga para vehículos eléctricos y los electrodomésticos o comerciales.

La comunicación sin problemas de la red a la propiedad del usuario, así como dentro de la propiedad del usuario, permite:

- Transparencia de la demanda de energía,
- Evitar los picos de carga y los cuellos de botella en la red,
- Uso de la flexibilidad en el lado de la oferta y la demanda y
- Uso de la generación de energía descentralizada.

De este modo, se puede aumentar la eficiencia de las plantas.

Con el lenguaje, independientemente del fabricante, estandarizado internacionalmente como norma EN/IEC y en la Comisión Alemana de Tecnologías Eléctricas, Electrónicas y de la Información en DIN y VDE (DKE) como norma de aplicación, EEBUS contrarresta los protocolos propietarios con un lenguaje interoperable para la energía. Un lenguaje común que todos los dispositivos y plataformas pueden utilizar libremente, independientemente del fabricante y la tecnología. EEBUS no necesita licencia y puede ser aplicado por cualquiera.

Las especificaciones de EEBUS permiten el desarrollo de una interfaz de dispositivo sencilla, sostenible y preparada para el futuro, ya sea para la conexión a una caja de control, a un EMS local o a plataformas del sector comercial o del hogar inteligente.

EEBUS permite una comunicación sin problemas desde el nivel de la red hasta el de los dispositivos, de modo que se pueden aplicar fácilmente soluciones de gestión de la energía. Estas soluciones van desde la optimización del autoconsumo hasta el funcionamiento de los dispositivos con optimización de tarifas, pasando por el comportamiento de los inmuebles en la red.

A finales de 2021, se dispondrá de reglas de aplicación sobre casos de uso y de especificaciones técnicas más detalladas para el caso de uso del EEBUS en el punto de conexión de la red:

- VDE-AR-E 2829-6-1 Intercambio de información técnica en la interfaz con la propiedad y los elementos de las instalaciones del cliente situados en ella: Casos de uso
- VDE-AR-E 2829-6-2 Intercambio de información técnica en la interfaz con la propiedad y los elementos de las instalaciones del cliente situados en ella: Implementación con SPINE/SHIP
- VDE-AR-E 2829-6-3 Intercambio de información técnica en la interfaz con la propiedad y los elementos de las instalaciones del cliente situados en ella: SPINE

- VDE-AR-E 2829-6-4 Intercambio de información técnica en la interfaz con la propiedad y los elementos de las instalaciones del cliente situados en ella: SHIP

Las especificaciones de la caja de control del FNN hacen referencia a estas reglas de aplicación para los detalles técnicos, considerando la primera versión estandarizada de una interfaz digital de la caja de control FNN.

Además, actualmente se está preparando la norma VDE AR E 2122-1000, que describe la conexión directa de la infraestructura de carga a un EMS y es compatible con la serie VDE AR E 2829-6 antes mencionada.

IEC 61850:

La serie de normas IEC 61850 comprende un gran número de partes normativas que se refieren a la arquitectura de comunicación entre los dispositivos de la automatización de estaciones, así como a su comunicación con la tecnología de control de redes. La serie IEC 61850 define el intercambio de datos entre los distintos dispositivos de campo y protección y su conexión con los sistemas de nivel superior. Describe un concepto genérico de los mecanismos de comunicación en la tecnología de control y la automatización de estaciones. Se utiliza, entre otras cosas, en la automatización del suministro y la generación de energía. Las extensiones actuales describen el intercambio de datos entre los sistemas backend.

La norma está diseñada básicamente de forma general para que pueda utilizarse teóricamente para muchos otros casos de uso en la automatización. Los principios básicos se mantienen y se complementan con modelos de datos específicos del sector o se toman del "kit de construcción" existente.

En la aplicación real de la caja de control FNN, se especifica la serie IEC 61850 como protocolo de comunicación. Esto regula el intercambio de datos interoperables entre la función de coordinación y la caja de control FNN a través de un SMI. Esta arquitectura de sistema integrada y el enfoque de modelo orientado a la función que contiene, apoyan lo siguiente:

- Control de la instalación del cliente.
- Adquisición de datos de estado de la red (valores medidos, mensajes de funcionamiento y de avería).
- Provisión de funciones diagnósticos para el operador de la red.
- Intercambio del modelo de datos en caso de ampliación del modelo de datos.
- Actualización del firmware y de los parámetros para rectificar las vulnerabilidades de seguridad detectadas.

De este modo, se puede garantizar la interoperabilidad del modelo de datos con el respectivo estado de desarrollo de la interfaz del cliente, que es posible en cualquier momento.

OpenADR:

El estándar de red inteligente *Open Automated Demand Response* (OpenADR) describe un protocolo abierto e interoperable para el intercambio de información entre los operadores de red y los EMS o las cargas controlables individualmente, así como los CSO.

La transmisión tiene lugar desde un llamado *Nodo Superior Virtual* (VTN) a los *Nodos Finales Virtuales* (VEN) individuales. Además de las señales de control puras, también se puede transmitir información sobre los precios y diversos datos con fines informativos.

En el ámbito de la electromovilidad, OpenADR puede utilizarse para diversos casos de uso:

- El controlador autorizado envía una orden de control (orden de *respuesta a la demanda* (RD)) a un CSO.
- El controlador envía la RD a un EMS.
- El controlador autorizado envía el comando RD directamente a un dispositivo de carga.

En la actual especificación del perfil "2.0b", OpenADR ha sido certificado por la *Comisión Electrotécnica Internacional* (IEC) como norma "IEC 62746-10-1 ED1" y ya se utiliza ampliamente, sobre todo en Estados Unidos. El reto actual consiste en una mayor penetración del estándar en el mercado, de modo que en el futuro no sólo los operadores de puntos de recarga, sino también los EMS y los equipos de recarga puedan comunicar las señales de OpenADR.

Protocolo de punto de carga abierto (Open Charge Point Protocol OCPP)

El *Protocolo Abierto de Puntos de Carga* (OCPP) se utiliza principalmente para la transmisión de datos entre el punto de carga y el sistema de gestión de operaciones (backend). Una vez que se ha establecido la conexión con éxito y se han comprobado los datos pertinentes, se libera el punto de carga. El punto de carga puede controlarse a través de OCPP y todos los datos relevantes para la facturación pueden transmitirse de acuerdo con las normas de calibración.

Adicionalmente, existe la posibilidad de limitar o interrumpir la potencia de carga mediante EMS a través de un control paralelo. Además de estas funciones básicas, el protocolo también proporciona mecanismos para actualizar el firmware y configurar el punto de carga. Después de que la primera versión sólo soportara el servicio web a través de SOAP, las versiones posteriores cambiaron al protocolo de red REST y al formato de datos JSON. En el proceso, se mejoró constantemente el estándar de seguridad a través de la encriptación TLS, el Plug and Charge según la norma ISO/IEC 15118 y se apoyó la transmisión bidireccional de energía.

Las ventajas son que se trata de un perfil de comunicación de aplicación global y universal, independiente del fabricante, para la infraestructura de recarga en el sector privado y público. Proporciona una comunicación estandarizada entre el equipo de recarga y el sistema de gestión central. Permite la comunicación a través de un controlador local o EMS, así como tiene en cuenta los requisitos nacionales

de seguridad de la información (encriptación, cortafuegos, registro, etc.) y describe la asignación (OCPP) al vehículo (ISO/IEC 15118).

Una de las desventajas es que la especificación no es aplicada de forma unitaria por todos los fabricantes de infraestructuras de recarga compatibles.

En el futuro, el OCPP se trasladará a la norma DIN EN 63110.

REST- API:

La *Transferencia de Estado Representativa - Interfaz de Programación de Aplicaciones* (Representational State Transfer- Application Programming Interface REST-API) se utiliza para el intercambio de información entre diferentes sistemas. Sin embargo, principalmente para la comunicación entre el cliente y el servidor a través de los protocolos HTTP y HTTPS en Internet o con la nube.

Las ventajas son que los dispositivos de diferentes tipos y diseños pueden comunicarse entre sí, más allá de los límites del sistema. Cada HTTPS comunicación individual es autocontenida y lleva todos los datos relevantes, y REST a menudo utiliza el formato de datos "JSON", lo que da lugar a un formato de intercambio ligero.

Las desventajas son una documentación precisa y que, en su mayoría, son soluciones específicas de fabricantes.

4 Resumen y Perspectivas

Para permitir una rápida integración en la red, una capacidad de control fiable de la infraestructura de carga es útil para retrasar la expansión de la red a medida que aumenta la penetración.

En la figura 7 se muestra una imagen de la controlabilidad de la infraestructura de recarga de vehículos eléctricos. Los requisitos previos para lograr la visión técnica son el despliegue de la pasarela del medidor inteligente (SMGW) como canal de comunicación desde el controlador autorizado hasta el sistema del cliente y la disponibilidad de una caja de control. Para garantizar que los controladores autorizados sólo tengan que acceder a un dispositivo de campo al final, la función de coordinación debe implementarse por etapas, paralelamente a la ampliación de la supervisión de la red.

La rapidez con la que se alcanzará el objetivo depende en gran medida de los procesos legislativos en curso, en particular las actividades relativas a la SteuVerG (Ministerio Federal de Economía y Energía, 2020), las normas uniformes, la gama de soluciones en el mercado, la actualización de los sistemas de los clientes y la aplicación de un control coordinado. Para conseguirlo, se necesitan soluciones transitorias a corto plazo que ya se están aplicando con éxito en la actualidad. En el anexo se describen con más detalle ejemplos de soluciones aplicadas actualmente.

El concepto de sistema, que está en constante desarrollo en VDE FNN, constituye la base de la visión técnica, compuesta por una función de coordinación⁵, el SMGW, la caja de control⁶ y el HEMS descentralizado, que controla los dispositivos flexibles de consumo y generación en el hogar (por ejemplo, la bomba de calor, la unidad de almacenamiento, el dispositivo de carga, el sistema fotovoltaico) según las especificaciones del operador de la red y las ofertas del mercado. Para ello, la interfaz digital de la caja de control FNN se amplía constantemente en las especificaciones asociadas mediante características de interfaz estandarizadas con protocolos relevantes. En febrero de 2021, por ejemplo, se incluyó a EEBUS en el anexo. Más adelante, se elaborarán otros protocolos (Figura 9).

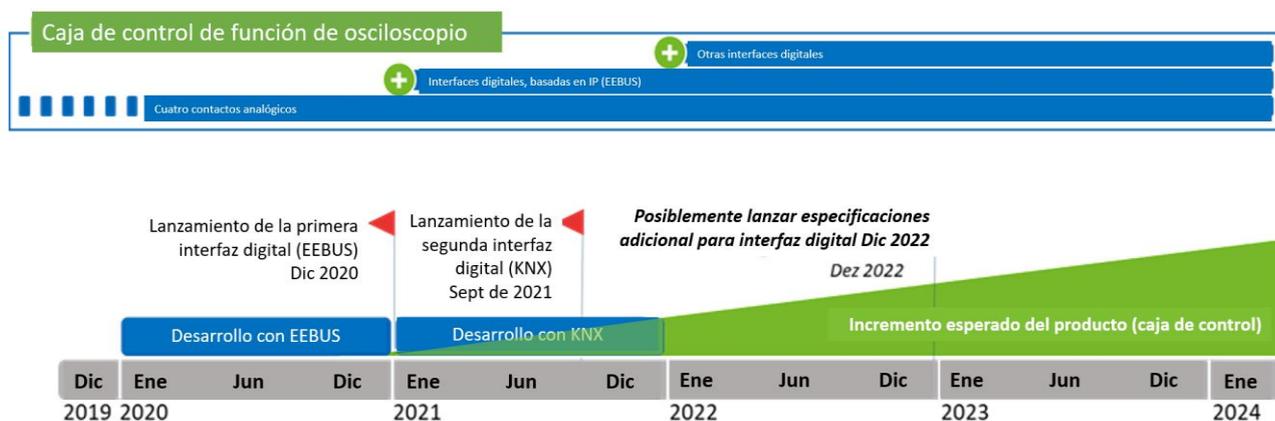


Figura 9: La hoja de ruta de la controlabilidad de en el punto de conexión a la red (a partir de junio de 2021)

4.1 Próximos retos

Algunas de las interfaces de comunicación descritas en el documento están aún en fase de desarrollo y representan actualmente la solución alemana. Para que esta solución tenga la mayor aceptación posible, el objetivo es seguir desarrollando conjuntamente estas normas a nivel internacional. Sin embargo, hay que tener en cuenta que hasta ahora sólo está previsto para Alemania que el SMGW en el punto de conexión a la red garantice la transmisión segura de las señales de control de la red a la instalación del cliente.

⁵ <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/imesssystem/steuern/koordinierungsfunktion-betriebsebene>

⁶ <https://www.vde.com/de/fnn/arbeitsgebiete/imesssystem/lastenhefte/steuerbox>

Mientras las funcionalidades necesarias para el control no estén integradas en el SMGW, la comunicación se realizará a través del canal CLS.

Para aprovechar la flexibilidad de los vehículos eléctricos, los vehículos también deben proporcionar los datos necesarios y las opciones de control de la norma ISO 15118 de forma no discriminatoria, además del diseño de la infraestructura de carga controlable de acuerdo con la visión técnica. La figura 10 muestra las correspondientes interfaces de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de carga.

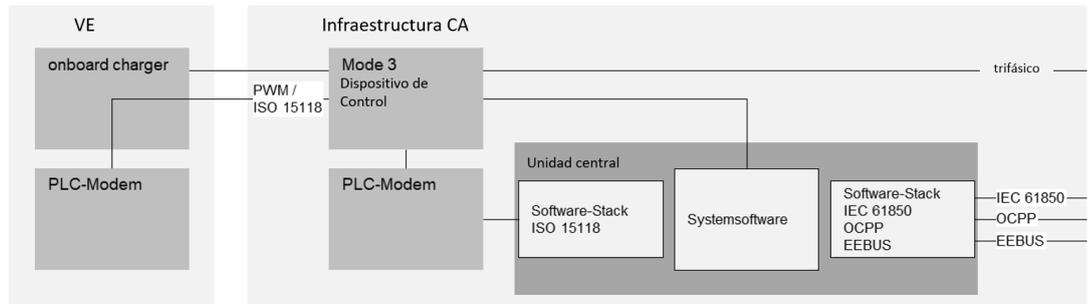


Figura 10: Interfaces de comunicación entre el vehículo eléctrico y la infraestructura de recarga

4.2 Correspondiente Actividades

Además de las actividades sobre la caja de control en VDE FNN, se están llevando a cabo proyectos de normalización en DKE para definir una interfaz estándar para la integración en los sistemas de gestión de la carga y la energía. En este contexto, se ha desarrollado la norma de aplicación de la serie VDE-AR- E 2829-6 (véase también el apartado 3.4).

4.3 Outlook

La VDE FNN sigue impulsando el desarrollo de las normas de comunicación y los componentes referenciados en la visión técnica, así como cualquier otro desarrollo necesario, como la inyección de la energía eléctrica de los vehículos eléctricos ("carga bidireccional").

A. Anexo

A.I. Ejemplo de buenas prácticas: proyecto ELBE / ELBEsecure

En el proyecto de financiación "Electrify Buildings for EVs" (ELBE), varios operadores de puntos de carga (CSO) instalarán hasta 4.500 puntos de carga en lugares privados, por ejemplo, en edificios residenciales y comerciales, locales de empresas y aparcamientos, en la ciudad de Hamburgo con el objetivo de mejorar la calidad del aire. El proyecto cuenta con el apoyo del Ministerio Federal de Economía y Energía en el marco del programa de financiación "Aire Limpio" y se desarrollará desde finales de 2018 hasta finales de 2022.

La tarea del operador de la red de distribución que participa en el proyecto, Stromnetz Hamburg GmbH, es la operación eficiente, seguro de la red de distribución eléctrica y un ahorro de recursos. Para garantizarlo, los puntos de recarga que se instalen deben ser controlados de forma que sirvan a la red, para reducir al mínimo de las necesidades simultáneas de energía en zonas definidas localmente. Para ello, se ha desarrollado e implementado un sistema de control útil de la red. El núcleo del sistema es una interfaz informática de la EDE al operador del punto de recarga, a través de la cual se comunican las señales de control.

En el sistema ELBE intervienen un gran número de componentes diferentes. Los equipos de medición utilizados en la estación de red se comunican a través del protocolo de telecontrol IEC 60870-5-104 con el *Envelio* IGP, un software para el monitoreo del estado de la red. Este software procesa los valores de estado entrantes e identifica los cuellos de botella. A partir de la imagen de la red, se determinan esos puntos de conexión a la red donde se instala la infraestructura de recarga ELBE. Se transmite una señal de reducción temporal de la potencia a los operadores responsables de la estación de carga a través del estándar del protocolo OpenADR. Para ello, Stromnetz Hamburg implementa una VTN. Los operadores de los puntos de recarga implementan un VEN como contrapartida. La conexión de los respectivos puntos de recarga es responsabilidad de los operadores de los puntos de recarga, que generalmente utilizan OCPP para este fin. Además de los perfiles de carga, también se transmite información sobre la gestión de los usuarios y los valores de estado.

En el futuro, el SMGW proporcionará un canal de comunicación seguro al consumidor final como columna vertebral de la digitalización de la transición energética. Para tenerlo en cuenta, en el marco del proyecto ELBE, se aprobó la ampliación del proyecto "ELBEsecure". En este sentido, el sistema se ampliará de forma que se habilite y demuestre la carga, el control y la facturación seguros a través del SMGW. Para ello, la comunicación se establecerá desde el backend (operador del punto de recarga o EDE) hasta el dispositivo de recarga a través del canal seguro CLS. Esto se hace en el lado de la WAN CLS mediante la solución de software "conector de valor añadido MTG" y en el lado de la HAN CLS se utiliza un módulo de valor añadido CLS como punto final definido del canal transparente. Con esta solución, tanto un operador de puntos de recarga como Stromnetz Hamburg GmbH en el papel de aEMT pueden, en consecuencia, acceder a los puntos de recarga individuales directamente a través de cualquier estándar de comunicación.

A finales de 2020, la EDE Stromnetz Hamburg pudo controlar más de 300 puntos de recarga de ocho operadores de puntos de recarga diferentes a través de la interfaz OpenADR. Por regla general, el control útil para la red en el marco del ELBE sólo se lleva a cabo para probar la conexión de la comunicación y aún no se ha producido cuellos de botella inminentes o sobrecargas de recursos en la red.

La figura 11 muestra una visión general de todo el sistema, incluida la conexión segura de la infraestructura de carga a través de SMGW. La figura 12 muestra la topología basada en la sección 3.1.

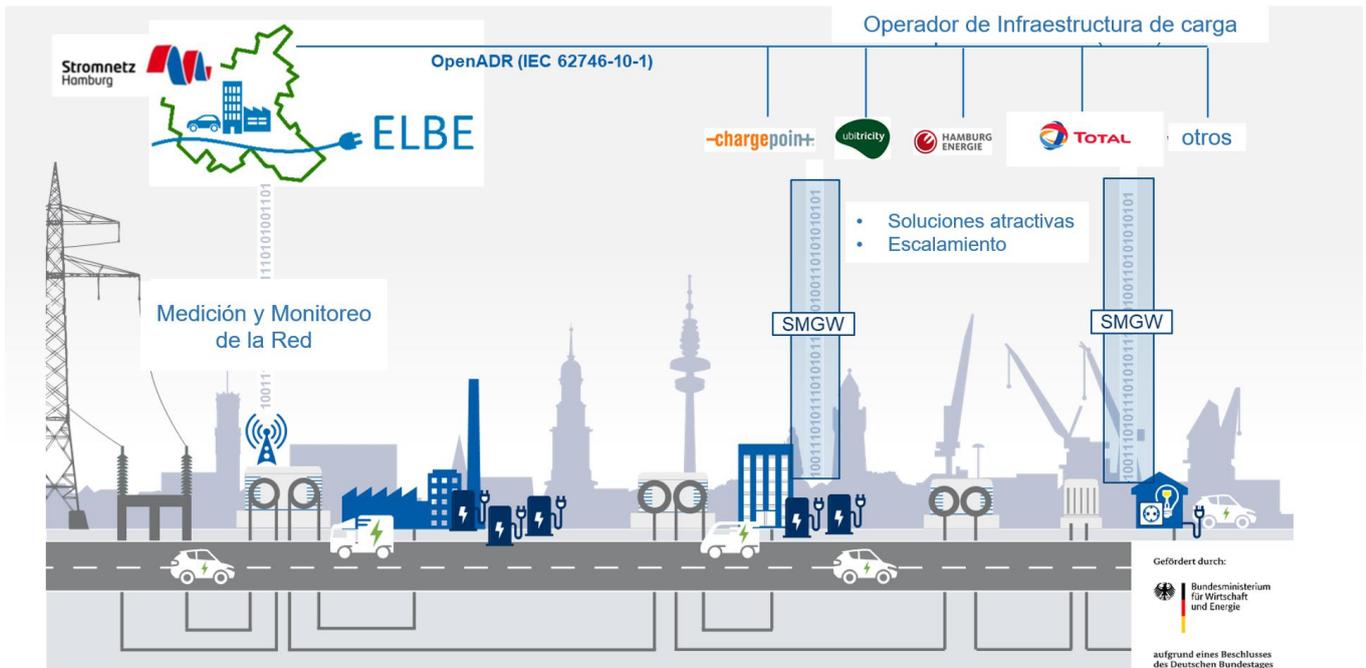


Figura 11: Resumen del sistema del proyecto ELBE/ELBESecure

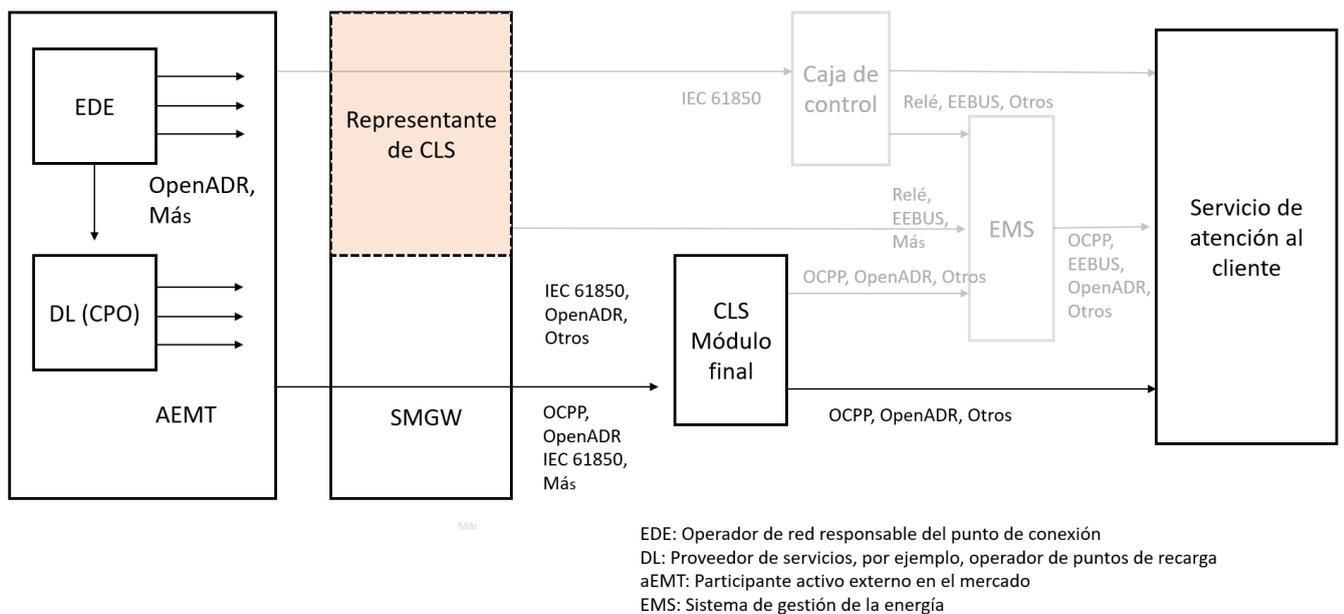


Figura 12: Topología de mejores prácticas "carga útil de red a través de SMGW".

Bibliografía

- BMWi. (29 de agosto de 2016). Ley de funcionamiento de los puntos de medición. Berlín.
- BSI. (11 de noviembre de 2015). Guía técnica BSI TR-03109 Versión 1.0.1. Bonn.
- Oficina Federal de Seguridad de la Información. (11. 11 2015). *BSI TR-03109 Especificaciones técnicas para los sistemas de medición inteligente y su funcionamiento seguro*. Extraído el 29 01 2021 de https://www.bsi.bund.de/DE/Publikationen/TechnischeRichtlinien/tr03109/TR-03109_node.html
- Ministerio Federal de Economía y Energía. (28 de diciembre de 2020). *Comisión Europea - Datos de la notificación*. Extraído el 1 de febrero de 2021 de Proyecto de ley sobre la integración rápida y segura de los dispositivos de consumo controlables en las redes de distribución y sobre la modificación de otras disposiciones de la legislación energética (en adelante: SteuVerG): http://ec.europa.eu/growth/tools-databases/tris/nview.cfm?p=2020_849_DE_DE
- Ministerio Federal de Economía y Energía. (2021). *Energías renovables*. Recuperado 1. Marzo 2021 desde <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Dossier/erneuerbare-energien.html>
- Agencia Federal de Redes de Electricidad, Gas, Telecomunicaciones, Correos y Ferrocarriles / Bundeskartellamt. (1 de marzo de 2021). *Informe de seguimiento 2020*. Recuperado el 13 01 2020 de https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2020/Monitoringbericht_Energie2020.pdf.
- Gobierno Federal. (18 de noviembre de 2019). *Plan maestro de infraestructuras de recarga*. Recuperado el 01. Marzo de 2021 por Más estaciones de carga para coches eléctricos: <https://www.bundesregierung.de/breg-es/themes/climate-protection/charging-infrastructure-1692644>
- DIN e.V. (julio de 2020). DIN SPEC 91412. Berlín, Alemania.
- VDE FNN. (2019). VDE-AR-N 4100. Berlín.

Asociación VDE de Tecnologías
Eléctricas, Electrónicas y de la
Información e.V.

Foro de Tecnología de
Redes/Funcionamiento de Redes en
la VDE (VDE FNN)
Bismarckstrasse 33
10625 Berlín
Tel. +49 30 383868-70

VDE FNN