



Fotografía: Dennis Schroeder, NREL 29518

Controladores Automáticos de Receptáculos: Qué son y por qué deberían ser comunes en los códigos de energía de los edificios

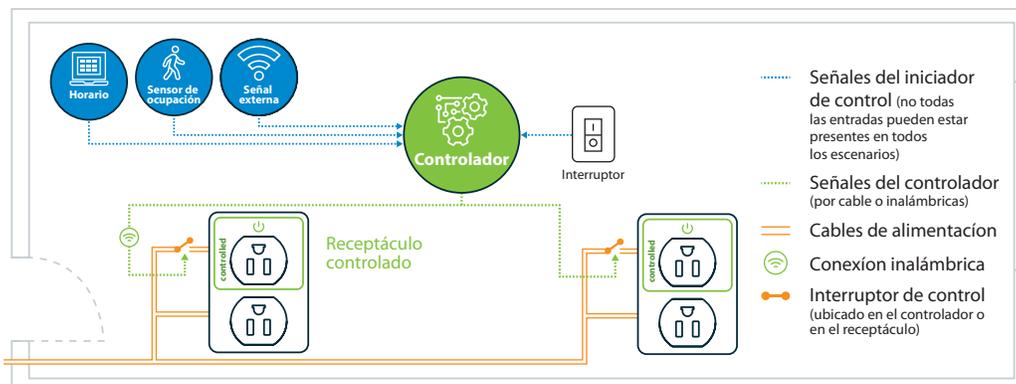
Introducción

Las cargas de enchufe representan más del 16% del consumo de electricidad de los edificios comerciales y se espera que aumenten al 21,3% para 2050 (EIA 2022). A medida que los edificios se vuelven más eficientes en el consumo de energía, a través de otros usos finales, como la iluminación y la climatización (calefacción, ventilación y aire acondicionado), y a medida que se agregan más dispositivos eléctricos a los edificios, la proporción de las cargas de enchufe y proceso (PPL, según la sigla en inglés) del uso de energía del edificio continúa creciendo. Las PPL, y específicamente las cargas de enchufe, tienen características únicas que pueden dificultar la reducción del consumo de energía. Por ejemplo, los dispositivos enchufados, a menudo se dejan conectados cuando no están en uso, consumiendo energía. También consumen electricidad mientras están en modo de espera, y algunos dispositivos enchufables incluso continúan consumiendo energía cuando están enchufados y apagados, conocidos como cargas vampiro o parásitos. Los controles automáticos de receptáculos (ARC), comúnmente conocidos como control de carga de enchufe, pueden ayudar a los propietarios y ocupantes del edificio a reducir dichas cargas de enchufe. Por lo tanto, un número creciente de estados y jurisdicciones locales están requiriendo dispositivos ARC como parte de sus códigos de energía en edificios comerciales.

¿Qué son los Dispositivos ARC?

De acuerdo con el Código Eléctrico Nacional de los Estados Unidos (NEC), Sección 100, un tomacorriente es un punto en un circuito eléctrico desde el cual se puede extraer corriente. Un receptáculo es el dispositivo de contacto instalado en el tomacorriente y que se utiliza para conectar un enchufe. Los dispositivos ARC desconectan automáticamente la energía de los receptáculos utilizando señales de sensores de ocupación, horarios de control u otros sistemas del edificio. Son más adecuados para dispositivos enchufables que solo necesitan estar operativos cuando el edificio está ocupado. El tamaño de carga que puede ser controlado por dispositivos ARC solo está limitado por la capacidad del circuito y la capacidad nominal del receptáculo. Ejemplos de buenos candidatos de dispositivos enchufables para dispositivos ARC son:

- Pantallas/monitores
- Luces de tarea/examen
- Calefactores
- Ventiladores de mesa
- Radios/parlantes
- Impresoras
- Platos calientes
- Cafeteras
- Televisores
- Equipos de ejercicio.



¿Cómo Funcionan los Dispositivos ARC?

Los dispositivos ARC proporcionan un medio automático para controlar los receptáculos, aunque varían en su funcionamiento. Los dispositivos ARC están disponibles en configuraciones de control de receptáculo individuales o dúplex. Los controladores como por ejemplo controladores de carga de enchufe, independientes y de sala determinan cuándo encender y apagar los receptáculos en función de la ocupación, el horario, el control remoto u otros factores. Los controladores están conectados a los receptáculos a través de una conexión por cable o de forma inalámbrica utilizando un protocolo de comunicación inalámbrica como Wi-Fi (IEEE 802.11), Bluetooth o Zigbee. La mayoría de los dispositivos ARC permiten a los usuarios anular el apagado del receptáculo, por lo general durante un máximo de dos horas, a través de un interruptor manual o que se encuentra en el propio receptáculo. Los dispositivos ARC ahorran energía mediante el control automático utilizando uno de los siguientes tres métodos:

- **Los dispositivos ARC basados en horarios**, también conocidos como dispositivos ARC horarios, o de control de la hora del día, incluyen controles que permiten al usuario establecer los días y horas en que se encenderá y apagará un receptáculo. La programación es una buena opción para aplicaciones con ocupación predecible y para cargas que deben estar encendidas durante el horario comercial, como impresoras y enfriadores de agua.
- **Los dispositivos ARC basados en ocupación** incluyen controles que activarán o desactivarán un receptáculo en función de la ocupación de un espacio, determinada a través de un sensor de ocupación. Después de que el espacio es desocupado durante una cantidad de tiempo determinada, típicamente 20 minutos, los receptáculos se apagan. Los sensores de ocupación utilizados para el control de iluminación en un espacio, a menudo también se utilizan para operar dispositivos ARC en dicho espacio. Los dispositivos ARC basados en ocupación se deben utilizar para cargas que se pueden apagar durante las horas de funcionamiento y son particularmente efectivos en aplicaciones donde la ocupación es variable, como por ejemplo oficinas privadas y salas de conferencias.
- **Los dispositivos ARC basados en sistemas** reciben una señal de otro sistema de control, como un sistema de seguridad o automatización de edificios, que apaga los receptáculos después de determinar que el área está desocupada durante una cierta cantidad de tiempo, generalmente 20 minutos.

Beneficios y Ahorro de los Dispositivos ARC

Existen numerosos beneficios en la implementación de dispositivos ARC. Los controladores PPL apagan los dispositivos cuando no están en uso, reduciendo el consumo de energía

hasta en un 30%, lo que a menudo puede traducirse en ahorros de energía de todo el edificio de hasta un 6%–10% (Langner y Christensen 2018). Un estudio realizado por el Departamento de Energía demuestra que realizar un inventario de carga de enchufe e implementar dispositivos ARC puede reducir el uso de energía de carga de enchufe de edificios comerciales en un 20%–50% (2016). Los dispositivos ARC son solo un tipo de estrategia de control de PPL, aunque suelen ser particularmente efectivos porque pueden mitigar la interferencia de los ocupantes. Por ejemplo, un ocupante del edificio que entra en la oficina durante horas no laborales puede necesitar anular un tiempo apagado programado para un receptáculo. El ocupante no puede quitar el receptáculo en sí; en lugar de ello, puede usar una función de anulación que vuelve a activar la energía durante dos horas antes de adherirse de nuevo al horario programado. Debido a estos beneficios, las disposiciones relacionadas con los dispositivos ARC están en vigencia en algunos códigos de energía de edificios comerciales desde hace más de diez años. El mercado de dispositivos eléctricos ha respondido con una variedad de productos que están disponibles hoy en día.

Mitigación de Preocupaciones

Seguridad

- **Preocupación:** El uso de dispositivos ARC podría conducir a un uso inseguro de cables de extensión y regletas de alimentación para acceder a receptáculos controlados o no controlados. Es plausible que un ocupante del edificio pueda sentirse insatisfecho con un receptáculo controlado debido a un horario de control o temporizador que es incompatible con su horario real y las necesidades de energía del dispositivo. En lugar de proponer un cambio de horario de control de carga del enchufe, el ocupante puede evitar usar el receptáculo controlado y usar un cable de extensión o de alimentación enchufado en un receptáculo no controlado.
- **Estrategia de mitigación:** Algunos códigos de energía poseen instrucciones relacionadas con la distancia requerida entre los receptáculos controlados y no controlados, lo que garantiza que los ocupantes del edificio tengan acceso cercano a ambas opciones.

Inspección y aplicación

- **Preocupación:** Como una disposición de código más reciente, los funcionarios e inspectores de construcción pueden solicitar orientación de requerimientos.
- **Estrategia de mitigación:** Comprender los beneficios de los dispositivos ARC en los edificios, saber qué buscar en los documentos de construcción y reconocer el símbolo de marcado requerido por NEC ayudará a la inspección y al cumplimiento de los códigos. La Asociación Nacional de Fabricantes de Productos Eléctricos (NEMA) ha desarrollado un documento de orientación para ayudar a los funcionarios e inspectores de construcción. La instalación coherente y ceñida a los códigos ayudará a una utilización adecuada.

Formación del usuario

- **Preocupación:** Existe la necesidad de educar a los propietarios y ocupantes de los edificios acerca de los dispositivos ARC y cómo usarlos, ya que solo son efectivos cuando se usan correctamente.
- **Estrategia de mitigación:** Se sugiere a los propietarios de edificios que eduquen a los ocupantes sobre cómo identificar un dispositivo (a través del marcado de "receptáculo controlado"), que debe conectarse a los dispositivos ARC y lo que es más adecuado en el caso de receptáculos no controlados. La comunicación con los ocupantes, a través del uso de señalización, correos electrónicos, etc., es fundamental. NEMA ha desarrollado un documento de orientación para usuarios finales que proporciona dicha información.

Adopción en el mercado

- **Preocupación:** Los dispositivos ARC son una solución de ahorro de energía menos conocida. Requieren trabajo adicional de diseño eléctrico y pueden requerir material y costos de instalación adicionales.
- **Estrategia de mitigación:** Muchas guías de diseño están disponibles gracias a los fabricantes de productos ARC y manuales de cumplimiento de los códigos de energía. Incluirlos en el código energético adoptado ayudará a impulsar su uso y, por lo tanto, aumentará el ahorro de energía.

¿Qué se Puede Hacer?

Las cargas en los enchufes son un remarcable uso final de los edificios difíciles de controlar. Pero como estas cargas constituyen una gran porción del uso de energía en los edificios comerciales, es importante prestarle atención. Apoyar y promulgar normas con disposiciones sobre ARC en conjunto con la educación de inspectores de edificios y usuarios finales mejorará el ahorro de energía en los sistemas de enchufe.

Códigos de Energía con Disposiciones ARC

Varios estados y jurisdicciones están comenzando a adoptar códigos de energía de edificios comerciales con disposiciones ARC para nuevas construcciones y modificaciones importantes. Los más comunes son la Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE) 90.1, Título 24 de California y el Código Internacional de Conservación de Energía (IECC) de 2021. Los segmentos de ARC de estos códigos son relativamente similares. Se debe tener en cuenta que los códigos se actualizan periódicamente. Los resúmenes a continuación son extractos de código que se extrajeron en 2022. Se sugiere que los lectores accedan y lean las versiones completas de los códigos más actualizados.

- **ASHRAE 90.1 – 2010 y posteriores:** Al menos el 50% de todos los receptáculos de 125 V, 15 y 20 amperios en todas las oficinas privadas, salas de conferencias, salas de descanso, salas de copias, aulas y estaciones de trabajo individuales y al menos el 25% de los alimentadores de circuitos ramificados

instalados para muebles modulares que no se muestran en los documentos de construcción deben controlarse automáticamente. Todos los receptáculos controlados deben estar marcados permanentemente para diferenciarse visualmente de los no controlados. Las extensiones para enchufe y otros accesorios no pueden ser usados para cumplir el requerimiento de acuerdo con las normas de conformidad. Los métodos para cumplir con los requerimientos son:

- Bases programadas que usan un dispositivo de control operado a determinada hora del día con función de anulación por hasta 2 horas.
 - Un sensor de ocupación que apaga los receptáculos dentro de un lapso de 20 minutos después de que todos los ocupantes abandonan un espacio.
 - Señal automatizada de otro sistema de control o alarma que puede apagar los receptáculos dentro de un lapso de 20 minutos posterior a la determinación de si un área está desocupada.
- **California Título 24, Parte 6 – 2013 y más reciente:** Requiere que al menos un receptáculo controlado de CA de 120 V de 15 y 20 amperios, o un receptáculo con cable dividido con al menos un receptáculo controlado y uno no controlado, se instale dentro de una distancia de 6 pies de cada receptáculo no controlado en áreas de oficina, vestíbulos, salas de conferencias, áreas de cocina en espacios de oficina y salas de copias. Para habitaciones de hotel y motel, se deben instalar receptáculos controlados en al menos la mitad de los receptáculos de 120 V en cada habitación. Los receptáculos controlados deberán tener un marcado permanente que los diferencie de los receptáculos no controlados. Las extensiones y dispositivos enchufables no se pueden usar de acuerdo con las normas de conformidad.
 - Los circuitos eléctricos que alimentan receptáculos controlados deben tener controles de apagado automáticos, como sensores de ocupación o un interruptor de tiempo automático.
 - El control automático del interruptor de tiempo debe tener un control de anulación que permita que el receptáculo permanezca encendido durante no más de 2 horas.
 - Las habitaciones de hotel y motel requieren que al menos el 50% de los receptáculos se apaguen automáticamente a través de un sensor de ocupación, un interruptor de llave cautivo o un control automático para que estén apagados dentro de un lapso de 30 minutos posterior al estado vacante.
 - Incluido en el Título 24 de California, Parte 6 – 2022: A partir del 1 de enero de 2023, los receptáculos controlados deben ser capaces de automáticamente, desconectar todas las cargas conectadas al receptáculo en respuesta a una señal de respuesta de demanda (DR). Se exceptúan los edificios donde no se requiera tener señales de demanda (DR) para el control de alumbrado y para espacios donde una regulación no permita receptáculos controlados automáticamente.

- **2021 IECC:** Los receptáculos controlados divididos serán suministrados con el receptáculo superior controlado, o un receptáculo controlado será ubicado dentro de una distancia de 12 pulgadas de cada receptáculo no controlado. Cables y accesorios de extensión no se pueden usar para cumplir este requerimiento. Todos los receptáculos controlados deberán estar marcados permanentemente. Otros métodos para cumplir el requerimiento incluyen:
 - Accesorio de control de tiempo que puede ser programado para cada día de la semana. Este control será configurado para suministrar un programa independiente para cada parte del edificio de no más de 5.000 pies cuadrados y no más de un nivel. Los ocupantes pueden desactivar un área manualmente por no más de 2 horas.
 - Control por sensor de ocupación que pueda desconectar receptáculos dentro de un lapso de 20 minutos después que todos los ocupantes desalojen el espacio.
 - Señal automática de otro sistema de control o alarma que pueda desconectar los receptáculos dentro de un lapso de 20 minutos después que se ha determinado que el área está desocupada.

Referencias

- Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado (ASHRAE). 2016. *Norma 90.1: Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings (Estándar de energía para edificios, excepto edificios residenciales de baja altura)*. Sección 8.4.2. <https://www.ashrae.org/technical-resources/book-store/90-1-portal>.
- Comisión de Energía del Estado de California. 2019. *2019 Building Energy Efficiency Standards for Residential and Nonresidential Buildings for the 2019 Building Efficiency Standards (Estándares de Eficiencia Energética de Edificios 2019 para Edificios Residenciales y No Residenciales para los Estándares de Eficiencia Energética de Edificios 2019)*. <https://www.energy.ca.gov/publications/2008/2019-building-energy-efficiency-standards-residential-and-nonresidential>.
- Comisión de Energía del Estado de California. 2022. *Express Terms for the Proposed Revisions to 2022 Title 24, Part 1 and Part 6 (Términos expresos para las revisiones propuestas al Título 24, Parte 1 y Parte 6 de 2022)*. <https://efiling.energy.ca.gov/GetDocument.aspx?tn=240695&DocumentContentId=74052>.
- Administración de Información Energética (EIA). 2022. *2022 Annual Energy Outlook 2022 (Perspectivas Energéticas Anuales 2022)*. https://www.eia.gov/outlooks/aeo/pdf/AEO2022_ChartLibrary_full.pdf.
- Código Internacional de Conservación de la Energía (IECC). 2021. *2021 International Energy Conservation Code (IECC) (Código Internacional de Conservación de la Energía (IECC) de 2021)*. https://codes.iccsafe.org/content/IECC2021P1/chapter-4-ce-commercial-energy-efficiency#IECC2021P1v_CE_Ch04_SecC405.
- Langner, Rois y Dane Christensen. 2018. "Navigating Cybersecurity Implications of Smart Outlets." *In Proceedings of the 2018 ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Buildings 12:1–12 (En Procedimientos del Estudio de Verano ACEEE 2018 sobre Eficiencia Energética en Edificios 12:1–12)*. Washington, DC: ACEEE. <https://www.osti.gov/biblio/1524755>.
- Asociación Nacional de Protección contra Incendios (NFPA). 2020. *Código Eléctrico Nacional: Norma NFPA 70-2020*. Quincy, MA.
- Departamento de Energía de los Estados Unidos. 2016. *Energy Efficiency in Separate Tenant Spaces – A Feasibility Study (Eficiencia energética en espacios separados para inquilinos: un estudio de viabilidad)*. https://www.energy.gov/sites/prod/files/2016/04/f30/DOE%20-%20Energy%20Efficiency%20in%20Separate%20Tenant%20Spaces_0.pdf.