

Wi-Fi 6 en la industria

Con el respaldo de muchos años de experiencia en la implementación de soluciones de automatización inalámbricas, este informe evalúa las mejoras técnicas del estándar WLAN (también conocido como Wi-Fi) con respecto a los campos de aplicación en entornos industriales y automatización. Este informe incluye los siguientes temas: la historia del estándar WLAN con la huella actual de unos 35.000 millones de dispositivos vendidos desde 2010; los desafíos que cada persona o profesional interesado ya conoce en términos de WLAN; los detalles o logros técnicos del estándar nuevo; los posibles usos e implicancias para aplicaciones industriales, y las cuestiones pendientes de la tecnología inalámbrica.

Kilian Löser
Siemens

www.siemens.com.ar

Las redes inalámbricas avanzan rápidamente, impulsadas por los requisitos de diferentes tipos de usuarios. El estándar actual IEEE 802.11ax es el primer estándar inalámbrico LAN (WLAN) cuyo objetivo principal es aumentar el tratamiento equitativo y, por ende, el rendimiento por usuario, es decir, por dispositivo.

A la vez, se están promoviendo mejoras que generarán una operación eficiente, incluso en las aplicaciones a batería como los vehículos guiados automáticamente (AGV) o dispositivos finales móviles. La clave aquí es la Internet de las cosas (IoT).

A nivel técnico, las mejoras se llevan a cabo mediante:

- » Acceso múltiple por división de frecuencias ortogonales (OFDMA). Es la división del espectro en subcanales más pequeños para reducir costos.
- » Tiempo de activación de destino (TWT). Mejora y ampliación de la funcionalidad de baja potencia para lograr tiempos de ejecución más largos, incluso con alimentación a batería.
- » Reutilización espacial. Uso más eficiente del espectro de frecuencia.

Para los requisitos en tiempo real de los entornos industriales, el estándar no posee especificaciones para el uso de OFDMA ni mejoras en el comportamiento del roaming de los clientes (cambio de un punto de acceso al siguiente).

Además, particularmente al inicio de la implementación del IEEE 802.11ax, los clientes no se beneficiarán de un mejor rendimiento. La tendencia es hacia protocolos de automatización con estrictos requisitos de tiempo real que operen en paralelo con aplicaciones de grandes volúmenes de datos como la realidad virtual o aumentada. Para operar todas las aplicaciones mediante conexión inalámbrica, se necesita ajustar los mecanismos ya incluidos en el estándar.

Aquí, no solo será necesario utilizar las posibili-

dades de un estándar nuevo, sino además dar un paso más y crear valor agregado adicional en la automatización con respecto al tiempo real y confiabilidad.

Con Wi-Fi 6, por primera vez llega al mercado un estándar WLAN cuyo enfoque principal no está exclusivamente en una mayor velocidad de datos.

Desarrollo del mercado

El primer estándar WLAN se lanzó en 1997 con una velocidad de datos máxima de 2 Mbit/s.

Entre otros, Wi-Fi Alliance, con sus esfuerzos de compatibilidad, ha contribuido en gran medida al uso del Wi-Fi del modo más conveniente posible, con un fuerte enfoque en el área de aplicación más grande: el mercado de consumo.

Durante años, Wi-Fi ha prosperado en diferentes industrias, asistiendo equipos móviles, comunicación entre máquinas, procesos de logística e intralogística, procesos de rotación individual o móviles, y los diferentes pasos de la fabricación. Algunos datos:

- » Las transacciones comerciales con Wi-Fi están actualmente valuadas en USD 2 billones en todo el mundo.
- » En los países industrializados, casi todos los hogares tienen un punto de acceso.
- » Wi-Fi se ha vuelto indispensable para aplicaciones móviles.

¿Por qué LAN inalámbrica industrial?

El estándar WLAN se desarrolló con los años principalmente teniendo en cuenta estos escenarios:

Desafío	Solución
Uso en el área de congelador o acería	Rango de temperatura ampliado de los dispositivos
Instalación en superficies con vibraciones	Pruebas de esfuerzo especiales para hardware, tecnología de conexión especial para los cables (Ethernet FastConnect o M12)
RF y picos de tensión	Mayores valores de aislamiento en la entrada de tensión y el módulo RF
Impacto del agua y el polvo en el entorno	Componentes más robustos gracias a una mayor protección, como la clase IP 65

Tabla 1. Requisitos de hardware

a) trabajo estático en una laptop, y b) enlaces estáticos entre edificios, por ejemplo.

Un tiempo después, cobraron importancia las aplicaciones móviles, que también requieren un periodo de transición breve entre los diferentes puntos de acceso. Un ejemplo son los datos de voz y video. Estos escenarios presentan diferentes entornos y requisitos de hardware y comunicación para las aplicaciones industriales.

Para implementar aplicaciones como sistemas de shuttle para intralogística, monorraíles elevados para cargas pesadas, automatización de grúas o AGV, la comunicación WLAN presenta los siguientes requisitos, según la aplicación:

- » Tiempos de respuesta rápidos garantizados.
- » Comunicación de gran disponibilidad.
- » Roaming muy rápido para aplicaciones móviles.

Se suman a estos factores la puesta en marcha y el mantenimiento simples. Estos requisitos no recaen per se, con lo cual una ampliación del estándar que se ajuste a los requisitos de las aplicaciones ofrece un valor agregado sustancial.

Las condiciones ambientales, comparadas con las de una oficina (con aire acondicionado) difie-

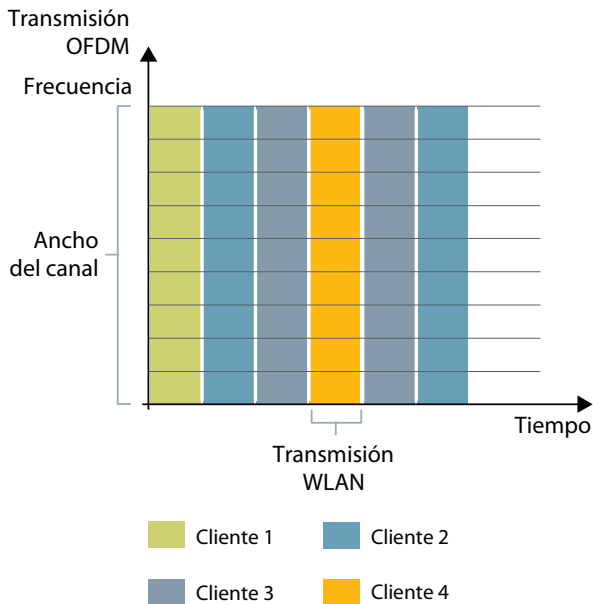


Figura 1. Comunicación OFDM

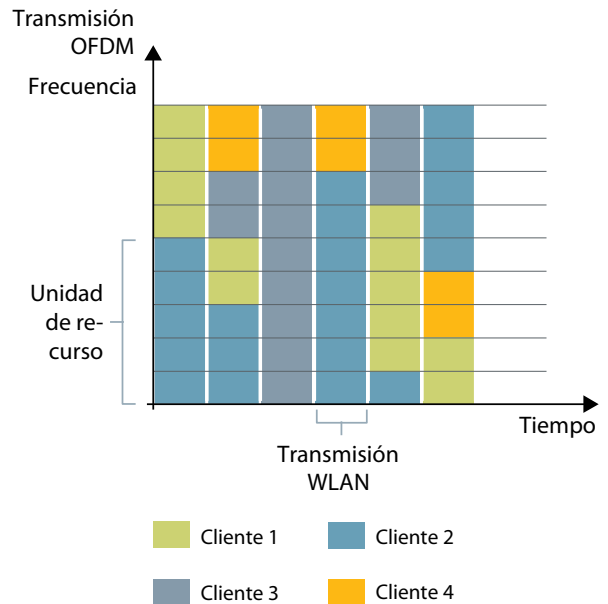


Figura 2. Comunicación OFDMA

ren del entorno industrial. La tabla 1 describe los posibles desafíos y cómo los dispositivos se diseñan en consecuencia.

La gran ventaja que ofrece el IEEE 802.11ax es OFDMA, un tipo de transmisión de datos totalmente nuevo para WLAN.

IEEE 802.11ax (Wi-Fi 6) en la automatización y la digitalización

Este capítulo describe el objetivo del estándar y las innovaciones técnicas más importantes, además de su valor agregado y limitaciones con respecto a las aplicaciones industriales. Con Wi-Fi 6, por primera vez llega al mercado un estándar WLAN cuyo enfoque principal no está exclusivamente en una mayor velocidad de datos. El motivo principal de los autores del estándar era au-

mentar la cantidad de clientes WLAN y, por ende, la eficiencia en entornos con muchos usuarios.

Estos son los objetivos:

- » Mayor velocidad de datos promedio en entornos con grandes cantidades de usuarios
- » Uso más eficiente del espectro de frecuencia
- » Mayor tiempo de ejecución de los dispositivos con batería

Los objetivos esenciales para soluciones de automatización no fueron la prioridad:

- » Latencia máxima permisible con respecto a un cliente.
- » Mejor velocidad del proceso de roaming para aplicaciones móviles.
- » Duración máxima del proceso de roaming.

Estos objetivos seguirán requiriendo soluciones especializadas en el futuro. Este capítulo describe las funciones más importantes del estándar nuevo y las relaciona con las posibles ventajas en aplicaciones específicas.

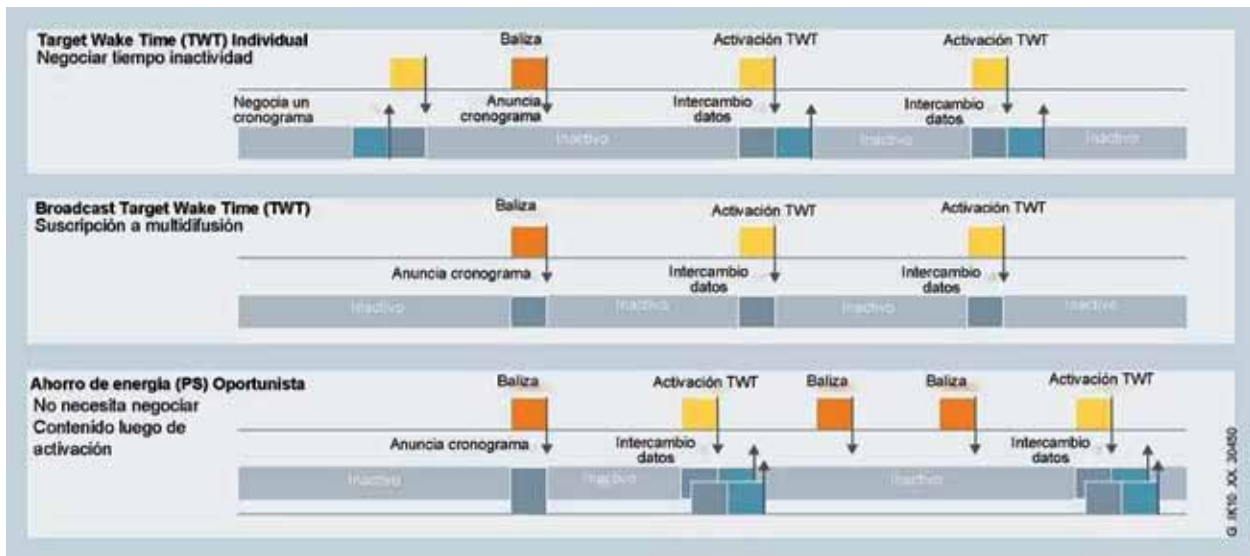


Figura 3. Tiempo de activación de destino (TWT)

Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA)

La gran ventaja que ofrece el IEEE 802.11ax es OFDMA, un tipo de transmisión de datos totalmente nuevo para WLAN. Actualmente, WLAN utiliza la multiplexión por división de ortogonal de frecuencia (OFDM) para la transmisión de datos. Con OFDM, un solo participante puede comunicarse en un determinado momento. El canal de comunicación se utiliza por completo durante la transmisión de datos (ver la figura 1). Con IEEE 802.11ax, se introduce OFDMA para la transmisión de datos. El canal de comunicación se divide en hasta nueve subcanales llamados unidades de recursos (RU). Estos subcanales se pueden distribuir a diferentes usuarios para que se comuniquen simultáneamente (ver la figura 2).

OFDMA se utiliza en tecnologías de comunicación móvil como 4G y 5G, y, gracias a su mayor eficiencia, también se está abriendo camino hacia el WLAN.

Si existe la posibilidad de no tener que integrar clientes más antiguos en una aplicación o de poder tratarlos de modo independiente, se pue-

den obtener los siguientes beneficios del acceso OFDMA:

- » Atender a múltiples usuarios en menos tiempo
- » Transmisión más eficiente de paquetes de datos pequeños
- » Mejor implementación de mecanismos para QoS (calidad de servicio)

OFDMA en sí no es suficiente para ejecutar tareas de automatización críticas.

Al desarrollar un mecanismo de interrogación sobre la base de OFDMA, las aplicaciones industriales podrán obtener latencias bajas permanentemente en un punto de acceso en entornos de Wi-Fi 6 puros. Lo que se debe considerar es el comportamiento del roaming, es decir, cuando el cliente cambia de un punto de acceso a otro. En este aspecto, no hay mejoras en el estándar, y el tiempo máximo para el proceso de roaming depende del cliente. El tiempo máximo para una transición entre puntos de acceso no se puede calcular.

Para crear un comportamiento determinista adecuado para aplicaciones de automatización

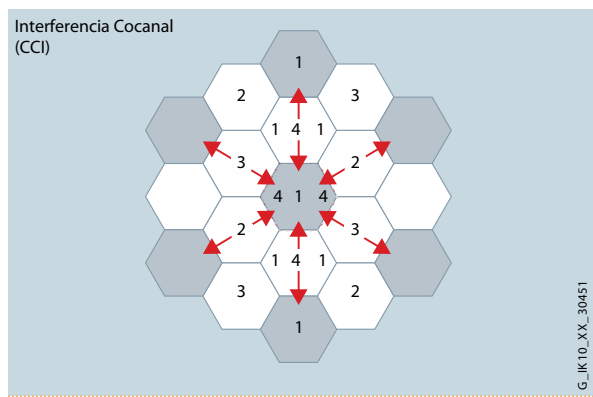


Figura 4. Bloqueo cocanal (CCI)

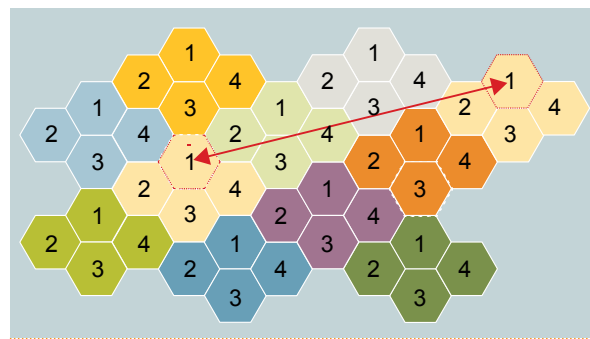


Figura 5. BSS Coloring

se requieren soluciones especiales por fuera del estándar. Como parte esencial del estándar, OFDMA permite establecer mayor equidad entre los usuarios en un punto de acceso. No obstante, esto solo no mejora la latencia máxima.

IEEE 802.11ax amplía los mecanismos para ahorro de energía y los hace más eficientes. TWT permite la transmisión de datos basada en la activación.

Tiempo de activación de destino (TWT)

La mayor necesidad de asistencia a los dispositivos IoT y la competencia de otras tecnologías motivaron la revisión de la funcionalidad de baja potencia. IEEE 802.11ax amplía los mecanismos para ahorro de energía y los hace más eficientes. TWT permite la transmisión de datos basada en la activación (trigger).

Los clientes Wi-Fi ahora pueden “dormir” entre el envío y la recepción de paquetes, y solo activarse a la hora acordada, si fuere necesario, luego de muchas horas, para retomar la transmisión de datos. Hay diferentes opciones para utilizar el mecanismo para ahorrar energía y obtener la mayor flexibilidad (ver la figura 3).

- » TWT individual. La hora para la siguiente transmisión se acuerda exclusivamente entre el punto de acceso y el cliente.
- » Broadcast TWT. La hora de la próxima transmisión (multidifusión) se especifica mediante el punto de acceso (también para grupos de clientes de Wi-Fi).
- » Ahorro de energía (PS) oportunista. El cliente reacciona a los paquetes de datos del punto de acceso; no se negocia ningún intervalo.

TWT brinda diferentes ventajas para las aplicaciones industriales, incluyendo mayor tiempo de ejecución de las aplicaciones a batería, por ejemplo, shuttles y AGV, en la medida que el cliente Wi-Fi pueda controlar la alimentación del dispositivo correspondiente. Asimismo, elimina interferencias desde el acceso planificado de los clientes individuales al canal de comunicación.

Reutilización espacial

El Wi-Fi como medio con diferentes canales en las bandas de 2.4 GHz y 5 GHz siempre exige una buena planificación de la instalación. El objetivo de esta planificación de frecuencia es, entre otros, evitar o, al menos, minimizar los efectos por superposición de canales de la misma frecuencia. Los efectos que se generan se llaman “interferencia Cocanal” (CCI) o “superposición del

conjunto de servicios básicos" (OBSS). (Ver la Figura 4).

Con la llamada "reutilización espacial" mediante BSS Coloring (conjunto de servicios básicos), el estándar permite la reutilización de los canales, incluso cuando estén cerca a nivel local, lo que generaría normalmente gran interferencia. Para ello, se asigna un color (de hecho, un número) al BSS de un punto de acceso. Al asignar este color, los usuarios se pueden comunicar, incluso cuando el canal esté ocupado por usuarios con otro color, siempre que no estén realizando grandes transferencias. Esto podría ejemplificarse como una discoteca en la cual, sin dudas, hay mucho ruido fuerte en el ambiente, sin embargo, el oído humano filtra el color de la conversación con su contraparte (ver la figura 5).

Con la llamada "reutilización espacial" mediante BSS Coloring, el estándar permite la reutilización de los canales, incluso cuando estén cerca a nivel local.

La reutilización espacial como tecnología se define como novedad en el estándar. En teoría, permite un uso considerablemente más eficiente del espectro, y los nuevos paradigmas al planificar las instalaciones. Se pueden obtener las siguientes ventajas en aplicaciones industriales:

- » Coordinación más sencilla entre diferentes proveedores de equipos en una fábrica.
- » En entornos con IoT industrial, una mejor distribución de los clientes en diferentes puntos de acceso sin interferencias.

Sin embargo, primero será necesario aguardar y ver cuándo y cómo se implementa esta función en chipsets, y qué promesas mantiene el estándar. Las implicancias de la reutilización espacial en instalaciones de producción se podrán estimar a partir de esto.

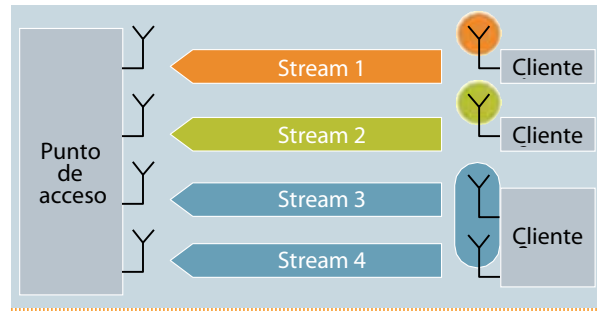


Figura 6. Enlace ascendente MU-MIMO

Las mejoras enumeradas en este capítulo permiten obtener más de la tecnología WLAN en aplicaciones especiales. Sin embargo, la mayoría de las aplicaciones industriales se puede categorizar como menos provechosas que las tecnologías descritas en los capítulos anteriores.

Enlace ascendente MU-MIMO

MU-MIMO (multiusuario con entradas y salidas múltiples), que se lanzó con el IEEE 802.11ac (Wi-Fi 5), pero cuya implementación y uso fueron escasos, ahora también se especifica para el enlace ascendente (*uplink*). Este permite hablar con cualquier cliente en el mismo canal por antena. Suena lindo en teoría, pero debe superar los siguientes desafíos:

- » Para poder distinguir los trenes (*streams*), los clientes deben aprender el trayecto de transmisión antes de la transmisión de datos y, nuevamente, si la posición o el entorno de uno de los cliente cambia, incluso levemente. Esto genera gastos y cierta latencia (ver la figura 6).
- » Para aprender el trayecto de transmisión se requiere mayor poder de cálculo para las operaciones matemáticas requeridas.

Por ende, esta tecnología es muy útil en disposiciones estáticas con transmisión de grandes volúmenes de datos. Esa combinación de disposición estática y grandes volúmenes de datos para transmitir rara vez se encuentra en un entorno industrial.

Mayor inmunidad a la interferencia y rango

Para su uso en el exterior y para mayor rango, se presentan un prefijo más largo y la llamada modulación de doble portadora (*Dual Carrier Modulation*) en la cual se puede enviar la misma señal en dos rangos de frecuencia diferentes dentro de los canales utilizados. Estos mecanismos reducen las velocidades de datos máximas, pero aumentan la robustez en condiciones ambientales hostiles.

Mayor modulación: 1024-QAM

Hasta el momento, se transmitían 256 bits por símbolo (256-QAM). En buenas condiciones, el IEEE 802.11ax aumentará este valor hasta 1024 bits mediante mayor modulación (1024-QAM). Esta función aumenta la velocidad de datos máxima alcanzable, que puede ser muy útil en muchas aplicaciones. Sin embargo, solo la mayor velocidad de datos no es un factor decisivo ya que también se trata de una distribución equitativa de esta velocidad para no generar un tiempo de parada.

Cuestiones pendientes

Las siguientes cuestiones aún están pendientes cuando se trata del uso de aplicaciones de automatización:

- » Clientes legado. En entornos con clientes de estándares anteriores, las ventajas de la nueva tecnología son limitadas o nulas.
- » OFDMA para tiempo real. El tiempo real y la

determinística no fueron el foco del diseño del OFDMA. Los requisitos determinísticos o temporales, necesarios en muchas aplicaciones industriales, necesitan un tiempo de respuesta máximo garantizado entre clientes y puntos de acceso. Esto requiere adaptaciones del software de los puntos de acceso y clientes.

- » El estándar IEEE 802.11ax no incluye mejoras en el comportamiento del roaming de los clientes. El comportamiento del roaming aún depende de cómo barre el cliente los canales individuales, qué ajustes para el comportamiento de barrido y roaming son posibles para el cliente, cuántos canales se utilizan en una aplicación, si se utilizan servidores RADIUS centrales u otros mecanismos de conexión, si los puntos de acceso y los clientes soportan estándares como IEEE 802.11r/k/v y, de ser así, cómo.
- » El tiempo de roaming de un cliente puede estar entre unos pocos milisegundos y varios segundos. Para evitar este comportamiento inaceptable en aplicaciones críticas, se requiere una solución especial que permita el cálculo del tiempo máximo para un proceso de roaming y que este sea muy breve.

Conclusión

Con el estándar IEEE 802.11ax, IEEE ha logrado grandes avances para el futuro de WLAN. Es el primer estándar WLAN que se enfoca en el manejo equitativo de muchos usuarios y no exclusivamente en el aumento de la velocidad de datos. Las mejoras y optimizaciones técnicas resultantes son herramientas que, cuando se utilizan correctamente, aumentan de modo significativo el rendimiento también en el sector industrial. ■