

Tecnología digital: el futuro del radio profesional de dos vías

Resumen Ejecutivo

La comunicación de voz de dos vías fue una de las primeras aplicaciones comerciales de la tecnología de radio. En 1933, el primer sistema móvil de radios de dos vías fue instalado en carros patrulleros del departamento de policía de Bayonne, Nueva Jersey. Desde entonces radios de dos vías se han desplazado más allá del ámbito de la seguridad pública para convertirse en una herramienta de gran valor para los profesionales móviles en una amplia gama de empresas.

El término “radio de dos vías” invoca una variedad de imágenes. Muchas personas piensan en los oficiales de la seguridad pública, usando un equipo costoso y un espectro licenciado para transmitir información fundamental para las misiones en el lugar de un incidente. Otros piensan en los amantes de los pasatiempos y los agentes de ventas que usan “walkie-talkies” de bajo costo y bajo poder en el espectro no licenciado, para mantenerse en contacto en distancias relativamente cortas. Pero hay un mercado vasto y creciente entre estos dos extremos para los usuarios profesionales que necesitan equipos de alta calidad y sin embargo accesibles, que tengan las ventajas de la energía, el rango y las características de coexistencia de los canales licenciados.

En el transporte, la energía, el gobierno, el menudeo, los servicios de hotelería, y muchas otras industrias, los sistemas profesionales licenciados de radio de dos vías ofrecen capacidades que ninguna otra tecnología puede proveer. A diferencia de las tecnologías de la competencia, solo el radio de dos vías puede ofrecer a los profesionales una comunicación instantánea, privada y rentable en casi cualquier ambiente—en cualquier lugar y en cualquier momento. Con el radio de dos vías, no hay necesidad de desplegar una infraestructura de soporte en una situación de campo, o descansar sobre redes públicas basadas en los suscriptores, las cuales pueden tener bajo soporte o podrían estar completamente no disponibles.

Durante la mayor parte de su historia, el radio de dos vías ha sido un medio análogo, y en la actualidad la amplia mayoría de los sistemas aún son análogos. Pero eso está a punto de cambiar. De la misma manera como la tecnología digital ha transformado los otros medios, está revolucionando ahora la manera en la cual los profesionales móviles se comunican en el campo. Como la digitalización de la música, la TV y otros medios tradicionalmente análogos, la tecnología digital de radio de dos vías ofrece muchísimas ventajas en relación con los sistemas análogos del pasado.

Por ejemplo, en comparación con un radio análogo de dos vías, el sistema digital de radio de dos vías puede ofrecer una mayor eficiencia de espectro para una mayor capacidad de llamadas, una mejor calidad de voz, especialmente en los márgenes más lejanos del rango RF, y una cobertura más confiable—haciendo más fácil escuchar y entender conversaciones, incluso en ambientes difíciles y de rango largo. El sistema digital de radio de dos vías ofrece además muchas características y capacidades que el sistema análogo simplemente no puede proveer. Por ejemplo, los sistemas digitales pueden:

- Proveer una mejor señal para un funcionamiento amigable en relación con el usuario, y características avanzadas
- Hacer posible una durabilidad de función más larga en la batería en el campo, por cuanto requiere menos energía de transmisión, dependiendo de los métodos específicos de transmisión y las tecnologías de administración de energía usados en el dispositivo
- Hacer posible una privacidad flexible entre usuarios individuales y grupos, sin degradar la calidad de la voz o exigir la configuración de hardware adicional
- Combinar la comunicación de voz y las aplicaciones inalámbricas de información en el mismo dispositivo, transformando literalmente la manera en la cual los obreros logran hacer el trabajo

Este documento ofrece un vistazo a la tecnología digital de dos vías y las ventajas que ofrece para los profesionales móviles en industrias como el transporte, la educación, la construcción de edificios y la manufactura, la energía y los servicios, la seguridad privada y el gobierno local, así como los negocios de servicios intensivos, como hoteles, moteles y casinos. Exploraremos necesidades únicas de estos obreros móviles, y analizaremos las maneras en las cuales la tecnología digital cubre esas necesidades de ciertas formas en las cuales los sistemas de radio análogos no pueden hacerlo. También describiremos cómo está Motorola liderando el establecimiento de estándares, tecnologías y soluciones para la nueva generación digital de las comunicaciones inalámbricas de radios de dos vías.

¿Por qué radio de dos vías?

Antes de analizar las ventajas del sistema digital, hay una pregunta más fundamental. Con tecnologías alternativas que están surgiendo—como la tecnología celular, la tecnología celular de voz activada al pulsar un botón, el sistema de voz WLAN—¿Hay alguna razón para que las empresas se mantengan apegadas al radio de dos vías?

Mientras no hay una respuesta única a esta pregunta para cada organización, el sistema de radio de dos vías ofrece ciertas ventajas que lo convierten en la más clara opción para la vasta mayoría de los profesionales móviles que necesitan una solución alcanzable, flexible y altamente confiable—junto con el poder y el rango sólo disponibles en las bandas licenciadas. Entre las ventajas del sistema de radio de dos vías están:

- **Bajo costo total de propiedad.** El sistema de radio de dos vías necesita una pequeña inversión inicial, sin tarifas constantes cada mes. Una solución de radio de dos vías generalmente se puede pagar a sí misma en menos de 18 meses, comparada con soluciones celulares o móviles públicas que exigen tarifas mensuales constantes.
- **Cobertura y características personalizables.** El sistema de radio de dos vías fue desarrollado y ha continuado evolucionando para satisfacer las necesidades específicas de comunicación orientada a grupos y ambientes de expedición. La posibilidad de ofrecer una solución de dos vías que satisfaga las necesidades de los negocios—con comunicaciones rápidas, confiables, de uno a uno, de uno a muchos y de muchos a muchos—permanece sin igual. Las soluciones portátiles tradicionales no proveen niveles comparables de personalización y desempeño.
- **Implementación simple y confiable.** Las soluciones en el lugar de los hechos y en el campo con frecuencia no necesitan ningún tipo de estructura. Los usuarios simplemente encienden sus radios y conversan directamente el uno con el otro—por millas—usando dispositivos resistentes diseñados para el uso diario en los ambientes más exigentes. Para llamadas grupales de voz, con requisitos de cobertura medidos en millas en lugar de ser medidos en pies, el radio de dos vías continuará proveyendo simpleza y confiabilidad que no se compara con la tecnología celular, la tecnología VoWLAN y otras competencias.

Si usted es uno de las decenas de millones de profesionales que trabajan confiados en el sistema de radio de dos vías actualmente, ésta continuará siendo la tecnología de su elección para el futuro. Y si usted no es un usuario de sistemas de radio actualmente, usted debe explorar para usted y para su negocio, lo que el sistema de dos vías tiene para ofrecer.

Radio digital de dos vías: una solución moderna para las necesidades modernas

El radio análogo funciona bien, y se comprueba a sí mismo cada día en incontables despliegues alrededor del mundo. Sin embargo, el radio análogo de dos vías ha alcanzado los límites de innovaciones. Virtualmente todo lo que puede ser imaginado, usando el radio análogo ya ha sido intentado o logrado a través de la experimentación e innovación de más de un siglo. Actualmente, una nueva plataforma es necesaria para avanzar a nuevos niveles de desempeño y productividad.

Muchas empresas están descubriendo que necesitan más que los fundamentos que el sistema análogo de radio de dos vías entrega. Es posible que sus canales licenciados estén llegando a tener demasiada multitud, y necesiten más capacidad. Quizá necesitan maneras más flexibles para comunicarse con los usuarios, tanto dentro como fuera del equipo de trabajo. Quizá ellos necesitan acceso a la información, en combinación con la capacidad de respuesta y la productividad. El sistema de radio digital provee una plataforma poderosa, flexible, que las organizaciones profesionales pueden adaptar para satisfacer estas necesidades y más.

Al migrar de las comunicaciones de radio análogas hacia las digitales de dos vías, estas organizaciones pueden satisfacer muchas de estas necesidades inmediatamente y construir un fundamento técnico sólido para añadir nueva funcionalidad, que satisfaga necesidades nuevas que puedan surgir en el futuro.

Demos al mismo tiempo un vistazo a cada una de estas necesidades empresariales de movilidad, y exploremos cómo la tecnología de radio digital puede ofrecer soporte para un equipo móvil más compacto y con mayor capacidad de respuesta.

Necesidad: el uso eficiente del espectro RF

Para la mayoría de los usuarios, el beneficio más importante del radio digital es hacer un uso más eficiente de los canales licenciados de 25 kHz y de 12.5 kHz. Las ondas aéreas están llegando a estar más y más congestionadas, y las estructuras antiguas de canales licenciados—originalmente diseñadas con el objetivo principal de atender un puñado de transmisores—ya no son adecuadas para llevar la creciente transmisión y el tráfico de radio privado que se proyecta para el futuro.

Las agencias de regulación están respondiendo a una crisis amenazante en la congestión RF, ordenando por ley un uso más eficiente del espectro licenciado. Por ejemplo, en los Estados Unidos, la FCC está exigiendo a los fabricantes que sólo ofrezcan dispositivos que funcionen con los canales de 12.5 kHz para 2011. Para el año 2013, a todos los usuarios se les exigirá funcionar en 12.5 kHz—haciendo posible que el doble de usuarios compartan las ondas aéreas, en comparación con las licencias actuales de 25 kHz.

El siguiente paso lógico es mejorar en adelante la capacidad efectiva de los canales de 12.5 kHz. Es sólo cuestión de tiempo antes de que la capacidad de transmitir senderos de doble voz en un solo canal de 12.5 kHz, también conocida como eficiencia equivalente a 6.25 kHz, se convierta en un requisito.

Pero con los sistemas digitales de radio, no hay necesidad de esperar una orden legal. Los dispositivos que incorporan acceso múltiple por división de tiempo (Time-Division Multiple Access, o TDMA) pueden lograr una equivalencia de 6.25 kHz hoy mismo—duplicando la capacidad de un canal de 12.5 kHz actualmente licenciado, o cuadruplicar la capacidad de un canal de 25 kHz.

Eso significa que muchas más personas podrán comunicarse sobre los canales licenciados existentes de una empresa, sin preocuparse por la interferencia. Y por cuanto cada “porción” TDMA funciona de manera independiente, estos canales virtuales de 6.25 kHz pueden ser usados de manera flexible, de acuerdo con las necesidades de la organización. Por ejemplo, dos “porciones” o espacios dentro de un canal pueden ser usados para transmitir dos conversaciones privadas, individuales, o de otro modo uno de los espacios puede ser usado para señalización de prioridad en información, en conjunto con una conversación transmitida en el otro espacio.

En la medida en que los diseñadores de aplicaciones creen nuevas maneras de usar la capacidad adicional—por ejemplo, combinando canales para dar soporte a llamadas completamente dúplex, o aumentar la cantidad de información—los dispositivos digitales con TDMA estarán listos para adaptarse. De hecho, los radios digitales bien diseñados pueden adaptarse a modelos cambiantes de uso en el camino, y en el terreno. E incluso, aquellas organizaciones que sólo necesitan capacidades básicas de llamadas, pueden beneficiarse del aumento en capacidad de los radios con TDMA, obteniendo ganancia de dos por uno en infraestructura, como repetidores y antenas.

El sistema digital de radio ofrece:

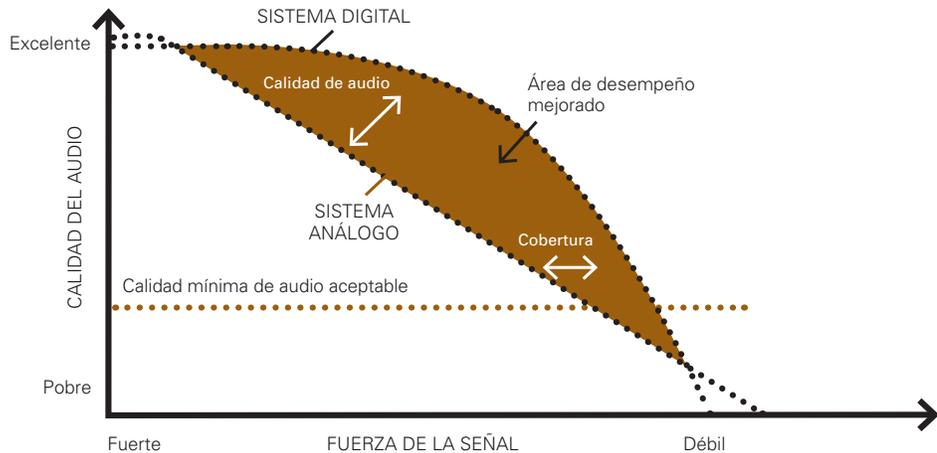
- **La posibilidad de ampliar las capacidades digitales de voz, datos y control** que pueden ser entregadas en una porción determinada del espectro RF. Al escoger dispositivos que incorporen los estándares y tecnologías apropiados, las organizaciones pueden obtener una mayor capacidad y flexibilidad para dar soporte a más usuarios y nuevos modelos de uso. Por ejemplo, los dispositivos que utilizan la modulación TDMA ofrecen la flexibilidad de usar un solo canal para múltiples conversaciones de dos vías, conversaciones completamente dúplex, transmisiones individuales de voz e información, capacidades de control y administración, y más—cambiando flexiblemente entre los escenarios de uso en la medida de las necesidades.
- **Costos más bajos en licencias y equipos.** Los sistemas equivalentes a 6.25 kHz con TDMA hacen posibles dos canales virtuales dentro de un solo canal licenciado de 12.5 kHz, proveyendo dos veces la capacidad de llamadas por el precio de una sola licencia. Y por cuanto aún hay sólo un canal “real”, cualquier infraestructura de soporte cumple el doble de su función, del mismo modo. Una segunda llamada no requiere un segundo repetidor, ni un costoso equipo de combinación para enrutar ambas llamadas a través de un sitio de antena individual.

Necesidad: Fundamentos mejorados, incluyendo calidad de voz, privacidad, vida de la batería y características adicionales

Los usuarios de radios profesionales dependen de la comunicación de voz clara, sin interrupciones y confiable. Una llamada perdida, un error de usuario, un mensaje falsificado o la batería muerta pueden significar una disminución de la productividad, pérdida de tiempo y dinero, clientes insatisfechos y negocios perdidos.

Debido a la naturaleza inherente de la física RF, el sistema de radio análogo puede sufrir diversas limitaciones que afectan el rango y la claridad de la voz. En un sistema análogo, cualquier cosa en el ambiente que suspenda o interfiera con la misma señal chocará directamente con la calidad de la voz en el sitio de recepción. Aunque es posible hacer gala de una señal degradada y transmitirla, no hay manera de reconstituir la calidad original de la voz. El resultado más común de esta degradación es un aumento de la estática y los artefactos, lo que hace que la señal sea cada vez menos inteligible, en la medida en que el usuario se acerca a los márgenes del rango efectivo del radio.

Mejor desempeño de audio digital



La fuerza de la señal cae exponencialmente, en la medida en que aumenta la distancia desde el transmisor, siguiendo una ley de escuadra inversa. Al mismo tiempo, el nivel de "ruido" del trasfondo RF permanece constante, de modo que la proporción señal-ruido disminuye a razón de cuatro por cada duplicación de la distancia entre el transmisor y el receptor. Los factores ambientales—como obstáculos de la línea visual y las interferencias RF—también pueden degradar severamente el desempeño, además de acortar el rango efectivo en el cual se desempeña el radio analógico con calidad de voz aceptable.

La única manera de mantener la calidad de la voz en el borde del rango efectivo del radio es empujar la fuerza de la señal. Pero esto se vuelve rápidamente impráctico, debido al tamaño agregado a la batería y su drenaje, el riesgo de cruce entre llamadas y otros tipos de interferencia, y también debido a las regulaciones que gobiernan el poder o energía del radio y el uso del espectro en diversas aplicaciones. Más todavía, las técnicas aplicadas a la transmisión analógica—como el proceso conocido como "companding" o correeduría de voz, por razones de seguridad—alterarán necesariamente la calidad de la señal de voz en sí misma, dando color al sonido y agregando artefactos que pueden hacer que resulte difícil entender lo que se está diciendo.

Los sistemas digitales, por contraste, incorporan técnicas de corrección de errores que reconstituyen la voz casi en su fidelidad original a través de la mayor parte del área de cobertura RF.

Dependiendo del diseño del dispositivo, los sistemas digitales también pueden mejorar las operaciones de campo a través de una vida de batería más larga y características adicionales. Por ejemplo, los sistemas con TDMA que proveen una equivalencia de 6.25 kHz en un canal de 12.5 kHz usan sólo la mitad de su tiempo de transmisión para hacer posible una sola conversación semi dúplex. Dado que la transmisión de señales RF es bastante intensivo en relación con la energía, esto significa que los sistemas digitales causan mucho menos drenaje sobre la batería, que sus contrapartes analógicas. De hecho, conversación por conversación, los radios digitales TDMA funcionan cerca de un 40 por ciento más tiempo en una carga de batería que los sistemas analógicos.

VOCODER DIGITAL

¿Qué es un vocoder digital?

- Un vocoder digital reduce una señal compleja de voz a un pequeño número de parámetros.
- En lugar de transmitir la conversación análoga en su plenitud, lo cual requiere una cantidad relativamente grande de ancho de banda, un radio digital transmite sólo los parámetros importantes. Por cuanto estos parámetros pueden ser representados por un pequeño número de bits digitales, requieren menos ancho de banda.

El proceso de vocodificación

- El proceso de vocodificación inicia dividiendo la conversación en segmentos cortos, generalmente de 20 a 30 milisegundos de longitud. Cada segmento es analizado y los parámetros importantes como el tono, nivel y respuesta de frecuencia son extraídos. Estos parámetros son codificados entonces, usando un pequeño número de bits digitales.
- Antes de la transmisión, los parámetros codificados de la conversación también son protegidos mediante la adición de bits de corrección de errores (Forward Error Correction, o FEC).
- Durante la recepción, la FEC es usada para corregir errores de bits que puedan haber ocurrido debido a impedimentos en el canal RF. Pese a que la FEC no puede corregir todos los errores que pueden ocurrir, sí puede corregir un número razonable de errores de bits, proveyendo una degradación mínima del audio a través de gran parte del área de cobertura.

Más aún, la capacidad de canales de dos por uno en un sistema TDMA puede ser usada para transmitir una segunda conversación, proveer información de expedición al mismo tiempo que se dan instrucciones verbales, hacer posible el manejo de prioridades de emergencia y un mejor control de llamadas, así como una variedad de otras aplicaciones existentes y futuras. Del mismo modo en que la tecnología digital está creando nuevas posibilidades para las comunicaciones alámbricas y celulares, el radio digital de dos vías ofrece a los grupos móviles de trabajo un acceso flexible a más tipos de información—de modo que puedan trabajar más rápidamente y de manera más efectiva que antes.

El radio digital ofrece:

- **Mejor comunicación de voz en un mayor rango.** Mientras las señales de radio digital están sujetas a los mismos aspectos físicos que gobiernan las señales análogas, una transmisión degradada puede aún enviar el contenido digital intacto a su destino. Incluso aunque la fuerza de la señal caiga exponencialmente—como sucede con el sistema de radio análogo—la tecnología digital de corrección de errores puede reconstituir la voz, prácticamente sin ninguna pérdida, dentro de un área mucho más grande.
- **Rechazo de la estática y el ruido.** Las señales análogas a menudo resultan distorsionadas de ciertas formas en las cuales producen estática audible. Esto puede ser ligeramente molesto, o puede llegar a ser cada vez peor hasta que la conversación es prácticamente imposible de entender. Por contraste, los receptores digitales simplemente rechazan cualquier cosa que interpreten como error. Aunque una señal “sucía” puede producir artefactos en un receptor digital—como un corto margen o estallido mecánico del ruido—estos asuntos nunca resultan en la estática persistente que puede plagar los sistemas análogos en ambientes difíciles. Si el receptor puede entender la señal digital de voz, puede también decodificarla y reproducirla con claridad. Más aún, algunos sistemas digitales incorporan supresión de sonido del fondo en el transmisor—así, por ejemplo, el ruido de la multitud o el tráfico en el fondo nunca es transmitido, y como consecuencia nunca es escuchado por el receptor.
- **Privacidad sin pérdida de la calidad.** Los sistemas digitales pueden proveer privacidad sin requerir hardware adicional o alterar la calidad de la voz en el sitio de recepción. Más aún, los sistemas análogos generalmente envían la información al principio de una llamada, la cual es usada por el receptor para decodificar la voz—lo cual significa que alguien que se une tarde a la llamada no obtiene la información de decodificación y no puede entender la llamada. Los sistemas digitales, por contraste, repiten la información de decodificación muchas veces por segundo, de modo que las entradas tardías puedan unirse a una llamada privada en progreso. Y los sistemas digitales le permiten separar fácilmente a los usuarios en grupos privados de trabajo—cada uno con su propia clave de encriptación—de modo que un grupo no es distraído por las operaciones de otro.
- **Durabilidad de función más larga de la batería.** Por cuanto los sistemas digitales TDMA dividen las transmisiones intensivas de energía en dos espacios de tiempo independientes, cada transmisión individual usa sólo la mitad de la energía de la batería que usa un sistema análogo del mismo número de vatios. Puesto que la transmisión es la función más intensiva en relación con la energía, los radios digitales de dos vías generalmente funcionan un cuarenta por ciento más de tiempo entre una recarga y otra, en comparación con los radios análogos.
- **Flexibilidad.** Los radios digitales pueden ser diseñados para proveer características adicionales, además de la voz de dos vías. Por ejemplo, el segundo espacio de tiempo en un sistema TDMA de dos partes puede ser usado para una segunda

llamada, información de exploración, mejor control de llamadas, manejo de prioridades de emergencia, señalización inversa del canal, u otras funciones. Los sistemas digitales pueden ser configurados de manera flexible para satisfacer las necesidades específicas de cada empresa móvil, mejorando la productividad y la capacidad de respuesta en el campo.

Necesidad: acceso integrado y rápido a la información

Los trabajadores móviles que dependen de un radio análogo de dos vías están experimentando que pueden trabajar de manera aún más efectiva en el campo si tienen también acceso inalámbrico a aplicaciones y datos. Por ejemplo, los contratistas de la construcción que han trabajado sobre la base de sistemas de radio de dos vías durante décadas, están añadiendo ahora acceso a los horarios de trabajo, sistemas de petición de materiales, y otras herramientas que no pueden ser obtenidas efectivamente a través de una llamada de voz, en el lugar de los hechos. Es muy común en estos días ver un capataz en su sitio de trabajo, usando un computador portátil conectado de manera inalámbrica, como su radio.

Pero a medida que las empresas móviles adoptan cada vez más soluciones inalámbricas de información, enfrentan un dilema: ¿Deben acaso adquirir y mantener sistemas individuales de voz y de datos, o adoptar un sistema convergente que provea al mismo tiempo voz y datos en una sola unidad? Y para las organizaciones que ya tienen sistemas múltiples en despliegue, ¿Cómo pueden ellas preservar su inversión actual sin comprometerse en una continua inversión en tecnologías unilaterales, incompatibles para los años futuros?

Un escenario de cambio completo del sistema es impráctico para la mayor parte de las organizaciones, a corto plazo. Pero yendo más adelante, es sabio invertir en sistemas compatibles con el pasado, que no requieran un compromiso constante de adquisiciones separadas, entrenamiento y costos de mantenimiento individuales. Si esto satisface las necesidades de su negocio, el cambio hacia una plataforma convergente de voz y datos puede simplificar con el tiempo la administración del sistema, y habilita a los usuarios con sistemas que son más portátiles, flexibles, y mucho más fáciles de usar que dos sistemas diferentes e incompatibles.

El radio digital ofrece:

- **Mejor control operativo, capacidad y eficiencia**, al mismo tiempo que se provee acceso a la inteligencia operativa en el campo de labor, para la fuerza de trabajo móvil. Con solo un sistema para instalar, entrenar y al cual dar soporte, acceso instantáneo a la voz y los datos se convierte en algo tanto más simple como más accesible. Las aplicaciones integradas de comando y control hacen de la exploración, la seguridad, los horarios de trabajo y otras funciones de soporte, un asunto con mayor capacidad de respuesta.
- **Apalancar el poder de la voz y los datos de dos vías**. Para ser claros, los servicios de datos que son integrados en sistemas licenciados de dos vías no habilitarán prontamente a los usuarios para navegar en la Web, enviar imágenes de video, o sincronizar sus escritorios de oficina—ésta no es la tecnología correcta para tales aplicaciones consumidoras de ancho de banda. Sin embargo, es una tecnología grandiosa para aplicaciones de mejoramiento en la productividad, como mensajes, servicios basados en la ubicación, simples búsquedas en la base de datos, lectura de códigos de barra, y el tipo de aplicaciones de “llene el formulario”. Y es construido dentro de su propio sistema privado y licenciado de comunicación—de modo que no hay tarifas mensuales o dependencia en corredores de servicios públicos, y usted puede controlar a qué aplicaciones pueden acceder los obreros.

- **Más aplicaciones, integración simplificada.** En comparación con los métodos para el uso de sistemas análogos de radio para información, el radio digital ofrece muchas ventajas claras. Los sistemas digitales pueden dar soporte rápido a protocolos estándares de la industria, como direccionamiento IP y empaquetamiento IP de información. Y en lugar de descansar sobre módems externos, los radios digitales pueden conectarse directamente al computador con interfaces estándares de red como un USB o Ethernet. Esto simplifica y minimiza el costo de la integración con aplicaciones, y al mismo tiempo expande el universo de aplicaciones potenciales que despliegan las organizaciones.
- **Flexibilidad para asignar canales a voz y/o información, según sea necesario.** Con los sistemas digitales combinados de voz y datos, no hay necesidad de asignar sistemas y canales dedicados para comunicaciones de voz y datos. En lugar de ello, los obreros pueden tener un sistema con la flexibilidad operativa necesaria para satisfacer las necesidades cambiantes en el campo. Y pueden trabajar de una manera mucho más eficiente, comunicando y teniendo acceso con toda la información inalámbrica que necesitan, justo en un solo dispositivo portátil y fácil de usar.

Necesidad: facilidad de migración del sistema análogo al digital, al mismo tiempo que se ayuda a conservar la inversión

Nadie está en condiciones de permitir que la “tecnología de disociación” interrumpa sus operaciones diarias o su presupuesto IT. El temor de esa disociación es probablemente el disuasor más importante en las organizaciones que han usado el radio análogo durante años, incluso cuando ellas sienten que las capacidades digitales podrían mejorar significativamente su productividad y capacidad de respuesta.

Una vez los beneficios de los sistemas digitales han llegado a ser algo imposible de ignorar, las organizaciones deben escoger un sendero viable de migración a ellos. Una opción es desplegar sistemas digitales individuales para datos, mientras se conserva el radio análogo para las comunicaciones de voz. Mientras esto preserva la inversión actual en los radios análogos, la desventaja de este enfoque es que vincula en un compromiso indefinido con el sistema análogo, impidiendo que la organización experimente los beneficios del radio digital para un futuro previsible.

Otra opción es planear un período extendido en el cual los sistemas análogo y digital—incluyendo dispositivos de radio de dos vías—existan el uno al lado del otro, con el objetivo de desplazar los sistemas análogos con el tiempo. Esto habilita a la organización para maximizar el retorno de la inversión (ROI) de los sistemas históricos, da un control del presupuesto, y facilita la carga IT asociada con los usuarios finales en transición.

Tal estrategia de migración debe ser implementada cuidadosamente a fin de lograr los beneficios esperados. Esto significa escoger dispositivos que estén diseñados específicamente para dar flexibilidad—de modo que los sistemas análogo y digital no simplemente existan el uno al lado del otro, sino que trabajen juntos para proveer el método de comunicación óptimo para cualquier situación.

El radio digital ofrece:

- **Dispositivos disponibles que proveen voz análoga y digital, lado a lado, en la misma unidad.** Las organizaciones pueden escoger dispositivos que ofrezcan sistemas de radio tanto análogo como digital, así como información digital, en una sola unidad de bajo costo y fácil de usar. Al adoptar estos dispositivos de doble modo, en lugar de unidades digitales y análogas individuales, cada equipo dentro de la organización puede migrar al nuevo sistema de acuerdo con un calendario óptimo. Las unidades análogas antiguas pueden permanecer en despliegue mientras sean productivas, al mismo tiempo que los miembros claves del equipo pueden usar unidades análogas y digitales compatibles que provean acceso a los beneficios del ambiente digital.
- **Mejoramiento inmediato de las operaciones,** con beneficios que continuarán creciendo con el paso del tiempo en la medida en que más usuarios migren al ambiente digital. Con cada dispositivo dual análogo y digital que se añada a la flota, los equipos móviles experimentarán una eficiencia operativa incrementada. Dependiendo de los sistemas usados, estos beneficios podrían incluir una capacidad mayor, un mejor desempeño del audio digital, una mejor señal y un mejor control de llamadas, manejo de prioridades de emergencia, monitoreo remoto, vida extendida de la batería, y virtualmente cualquiera de los beneficios que hemos analizado hasta este punto, o todos ellos.
- **Una arquitectura flexible, con miras al futuro.** Los sistemas digitales de radio de dos vías y los sistemas de datos proveen un sendero de migración para que las organizaciones mejoren y extiendan sus redes digitales en el campo. Al adquirir nuevas plataformas de comunicación que funcionen con aplicaciones nuevas, emergentes, la fuerza laboral móvil de la actualidad tiene los fundamentos para agregar nuevas y avanzadas capacidades en los años por venir.

Necesidad: estándares y tecnología apropiados para usuarios profesionales

Con el surgimiento de las tecnologías digitales de radio de dos vías, los usuarios profesionales pueden esperar el ofrecimiento de una creciente variedad de sistemas, tanto propietarios como estándares. Las organizaciones profesionales que seleccionan sistemas basados en estándares ampliamente aceptados recibirán el beneficio de una operación confiable, así como para asegurar la compatibilidad y la interoperabilidad entre productos de precios competentes, provenientes de múltiples fabricantes.

Los estándares y tecnologías múltiples existen para enfrentar las demandas cambiantes del mercado de las comunicaciones por radio, desde aplicaciones para el consumidor y levemente industriales, hasta aplicaciones profesionales fundamentales para los negocios, y para los agentes de respuesta inicial involucrados en aplicaciones de seguridad pública importantes para las misiones. El estándar más relevante para las aplicaciones profesionales, fundamentales para los negocios, del radio digital móvil, cae dentro del estándar Tier-2 del European Telecommunications Standards Institute (ETSI), aplicable para operaciones de radio convencionales, de unidad a unidad, y con sede en el repetidor.

Estándares y mercados de radio digital

Categorías de mercado	Mercados verticales	Estándares digitales de radio	
Seguridad pública/ Misión crítica	Servicios de emergencia	Trunking licenciado ETSI TETRA	Convencional y trunking licenciado por Project 25 de TIA
	Transporte público		
Profesional/ Crítico para negocios	Aeropuertos/ Puertos	ETSI DMR Tier 2: Convencional licenciado DMR Tier 3: Trunking licenciado	
	Transporte		
	Petroquímica		
	Manufactura		
	Construcción		
Comercial	Seguridad privada	ETSI DMR Tier 1: No licenciado dPMR Tier 1: No licenciado	Tecnologías para comunicación en sitio
	Menudeo		
	Hospitalidad		

Desarrollado por ETSI, este estándar globalmente reconocido provee eficiencia de espectro, características avanzadas y servicios de paquetes de información en bandas licenciadas para usuarios profesionales.

Uno de los componentes más importantes del estándar Tier-2 es el uso de la tecnología TDMA de dos partes, lo cual hace posible que los usuarios profesionales dupliquen la eficiencia de sus canales repetidores licenciados de 12.5 kHz. Por ejemplo, TDMA de dos partes permite que haya dos conversaciones digitales simultáneamente dentro de un solo canal, sin necesidad de desplegar infraestructura adicional como repetidores. El segundo espacio puede también ser usado para entregar características avanzadas—tales como información de exploración con base en IP, o una señalización de prioridades o una mejora en el control de llamadas—al mismo tiempo que se desarrolla una llamada en el otro espacio. Al escoger productos que se adhieran al estándar Tier-2 de ETSI, incluyendo el TDMA de dos partes, los usuarios profesionales pueden esencialmente duplicar su ROI, al mismo tiempo que obtienen soporte para nuevas capacidades que les permitan trabajar de manera más efectiva.

Además, los usuarios profesionales deben buscar sistemas que soporten servicios de datos IP, modos duales análogo y digital, componentes actualizables de software y modulares, así como otras tecnologías que cumplan sus necesidades actuales al mismo tiempo que ofrecen una plataforma adaptable para capacidades futuras. Las elecciones de la actualidad pueden crear una enorme diferencia en lo que será posible mañana, mientras las organizaciones buscan proveer acceso en el campo a los sistemas históricos, colaborar entre equipos de trabajo y organizaciones, e integrar nuevas tecnologías en el futuro.

Las ventajas claras del radio digital de dos vías causarán rápidamente su amplia aceptación en nuevos despliegues. Las organizaciones que permanecen comprometidas con dispositivos únicamente análogos pueden descubrirse limitándose a sí mismas cuando necesiten capacidad adicional, funcionalidad de la nueva generación, acceso a los sistemas nuevos históricos, o la posibilidad de compartir información para trabajar de manera efectiva con otras agencias en el campo.

El radio digital ofrece:

- **Opciones para interoperabilidad con sistemas estándares.** Las soluciones de radio digital e información móvil vienen en diversos sabores—desde soluciones de propiedad competentes hasta soluciones estándares. Al escoger productos basados en estándares ampliamente aceptados, las organizaciones tienen una plataforma para la construcción de interoperabilidad en sus sistemas. Con el tiempo, los productos estándares facilitarán niveles crecientes de integración con múltiples sistemas históricos, así como con los sistemas usados por agencias cooperadoras y empresas.
- **Duplicación de la eficiencia del espectro, con capacidad adicional para voz y datos.** Los sistemas TDMA de dos partes, en concordancia con los estándares Tier-2 de ETSI, proveen el equivalente a dos canales de 6.25 kHz dentro de un solo canal de 12.5 kHz. La capacidad adicional duplica esencialmente el retorno de inversión, haciendo posible que existan simultáneamente dos llamadas, o una llamada más una transmisión de datos, en un canal licenciado que podría transmitir sólo una conversación analógica por ocasión. Los sistemas digitales con TDMA también duplican efectivamente la capacidad de infraestructura, como repetidores y antenas.
- **Una plataforma para tomar ventaja de la convergencia en red.** Al escoger sistemas digitales de radio que soporten capacidades de datos IP integrados, las empresas pueden tomar ventaja de la convergencia constante de comunicaciones y redes IP. Los paquetes de información pueden ser usados inmediatamente para mensajes de texto, servicios con sede en la ubicación, y otras aplicaciones relacionadas con la mejora de la productividad, y pueden proveer una plataforma de funcionalidad adicional, mientras los ingenieros proveen un creciente acceso e integración a más aplicaciones y servicios con base en IP.
- **Adaptabilidad.** Aunque no todos los dispositivos digitales están diseñados para ser adaptables hay una creciente selección de plataformas modulares que ofrecen opciones de expansión, y están construidas para la adaptabilidad a una amplia gama de aplicaciones. Al escoger sabiamente, las organizaciones pueden tener una plataforma configurada de manera apropiada para las necesidades exactas de hoy, con la posibilidad de adaptarse en la medida en que el cambio sea necesario en el futuro.
- **Una plataforma con vista al futuro.** Al escoger una plataforma de radio digital y de datos construida sobre una estructura modular estándar, flexible, las empresas pueden tomar ventaja de la innovación continua y la compatibilidad con el futuro y el pasado. Yendo más adelante, pueden añadir valor a sus soluciones digitales de radio, expandiendo e integrando nuevas tecnologías para enfrentar nuevos requisitos. Y pueden planear un crecimiento ordenado—desde el radio básico de dos vías, hasta una infraestructura adicional que provea cobertura y capacidad extendidas, hasta sistemas de información y voz completamente integrados, basados en redes IP.

¿TDMA de 12.5 kHz, o FDMA de 6.25 kHz?

En la constante demanda de eficiencia en el espectro, hay dos tecnologías candidatas para el incremento de la capacidad de los canales existentes de 12.5 kHz: el acceso múltiple por división de tiempo en dos partes (two-slot Time-Division Multiple Access, o TDMA) o bien el acceso múltiple por división de frecuencia (Frequency-Division Multiple Access, o FDMA), de 6.25 kHz.

FDMA está basado en tecnología desarrollada originalmente para voz análoga, y es ampliamente usado en los canales de 25 kHz y de 12.5 kHz en la actualidad, en sistemas análogos. El sistema FDMA de 12.5 kHz es también usado en los sistemas digitales de radio de Project 25 Fase I, de la asociación de la industria de las telecomunicaciones (Telecommunications Industry Association, o TIA). Sin embargo, estas bien conocidas técnicas transmiten solo un sendero de voz por cada canal de 12.5 kHz, y es difícil incrementar más la capacidad efectiva de un canal de 12.5 kHz existente, mediante el uso de métodos FDMA: mientras es factible desarrollar los protocolos de radio digital FDMA de 6.25 kHz, no se ha establecido cuán bien se desempeñará esta técnica en las aplicaciones del mundo real a gran escala. Además, hay poca o ninguna normatividad en ejecución, o planes detallados para migrar a una señal de 6.25 kHz, en un mundo que está canalizado en 12.5 kHz, sigue siendo un problema.

El sistema TDMA de 12.5 kHz, por otra parte, es globalmente reconocido, estándar aprobado para el mercado de radio profesional de dos vías. Más todavía, el sistema TDMA puede ser configurado para proveer una eficiencia equivalente a 6.25 kHz en un canal de 12.5 kHz existente, sin cambios en los requisitos de licencia. Esto significa que TDMA puede ofrecerle una capacidad de canales de cuatro por uno—en otras palabras, el equivalente a dos canales simultáneos en modo de repetidor.

TDMA puede proveer el equivalente a dos canales simultáneos de 6.25 kHz en un solo canal de 12.5 kHz.

Esta técnica reduce los costos generales en equipo, mientras da soporte a más usuarios y más información. El desempeño de TDMA y su flexibilidad le convierten en la única opción seria para sistemas profesionales digitales de dos vías. Los métodos TDMA de 12.5 kHz para la consecución de eficiencia de 6.25 kHz en los canales de 12.5 kHz ofrecen:

- Dos veces la capacidad de transmisión, con menor congestión del espectro. Por contraste, un enfoque FDMA de 6.25 kHz duplica el número de portadores RF y, en el proceso, aumenta la probabilidad de interferencia con los sistemas existentes.
- Mejor desempeño, confiabilidad y funcionalidad—al mismo tiempo que aumenta la vida de la batería hasta en un 40 por ciento, en comparación con el radio análogo.
- Dos canales virtuales pueden ser adaptados en el camino para satisfacer una amplia gama de necesidades, incluyendo una mayor capacidad de llamadas de voz y acceso inalámbrico a la información, o también una señalización avanzada de control, durante una llamada.
- La plataforma estándar, como la TDMA de 12.5 kHz es el estándar reconocido por el mercado profesional y comercial de radio de dos vías tanto en Europa como en los Estados Unidos.

El asunto de fondo es que TDMA soporta más usuarios simultáneos, comunicando más información con mayor flexibilidad en los canales existentes. Con TDMA, un repetidor puede hacer el trabajo de dos—bajando los costos de adquisición y operación, proveyendo características superiores de operación, y dando a las organizaciones la capacidad y flexibilidad para entallar soluciones de voz y datos, a sus necesidades específicas.

Radios de dos vías para el ambiente profesional, hechos por Motorola, para la nueva generación

Motorola inventó el primer radio portátil de dos vías, y tiene más de 65 años de experiencia entregando sistemas inalámbricos de comunicación para el gobierno y la industria. Motorola ha surgido como el líder reconocido en la tecnología digital de dos vías, con soluciones comprobadas en el mercado de dispositivos fundamentales para las misiones, el mercado profesional y no licenciado.

Ahora, Motorola está habilitando soluciones innovadoras para el ambiente profesional licenciado. MOTOTRBO™ Professional DigitalTwo-way Radio System es una plataforma digital de comunicaciones que combina lo mejor del radio de dos vías con la tecnología digital TDMA para entregar una capacidad y una eficiencia de espectro más amplias, aplicaciones integradas de información, y comunicaciones de voz reforzadas. MOTOTRBO está diseñado específicamente para cumplir los requisitos de las organizaciones profesionales que necesitan una solución personalizable apropiada para el comercio, usando el espectro licenciado.

MOTOTRBO es un sistema privado que puede ser entallado para concordar con las necesidades únicas de cobertura y características de ambientes orientados al grupo y a la expedición. MOTOTRBO provee además rápido un retorno de inversión, pues sólo necesita una pequeña inversión sin tarifas continuas, y generalmente se pagará a sí mismo en menos de 18 meses, en comparación con soluciones celulares o portátiles públicas.

