

Tecnología Ethernet NBASE-T

Base de la norma IEEE 802.3bz

Introducción

Desde hace alrededor de diez años, las redes corporativas se han equipado holgadamente para la gran mayoría de sus necesidades de rendimiento con Ethernet 1000BASE-T en el nivel de acceso, pero el tiempo se acaba para esta tecnología como bestia de carga. El catalizador más importante para el cambio se encuentra en el espacio Wi-Fi. La rápida adopción de las normas IEEE 802.11ac Wave 1 y Wave 2 y las políticas de "Traiga su propio dispositivo" (BYOD por sus siglas en inglés) están haciendo pedazos la barrera de 1 Gbps de rendimiento del Ethernet 1000BASE-T. A esto se añade un creciente número de casos de uso intensivo de datos para investigación en universidades y empresas, imágenes médicas, CAD/CAM y edición de medios, que exigen más de 1Gbps, por lo que parece que el inagotable recorrido del 1000BASE-T empieza a estar cuando menos cuestionado, si no llegando a su fin.

Las empresas que buscan un rendimiento por encima del Gigabit Ethernet para el acceso de sus clientes están topándose con un auténtico problema: la limitación nominal de 1 Gbps del cableado de Categoría 5e y 6 existente en la mayoría de las infraestructuras instaladas hoy día en el mundo. Adaptar los edificios con el nuevo cableado de Cat 6A necesario para 10GBASE-T es una opción, pero puede ser extremadamente problemático y costoso para algunas organizaciones. Una reciente reforma de la norma IEEE 802.3, el 802.3bz, atenderá este problema permitiendo velocidades de datos de 2,5 Gbps y 5 Gbps sobre el cableado tradicional de Cat 5e/6. El trabajo en la nueva norma está bastante avanzado y se espera que esté finalizado en el otoño de 2016. Para un creciente número de usuarios que buscan más allá del Gbps, esto no es lo suficientemente pronto.

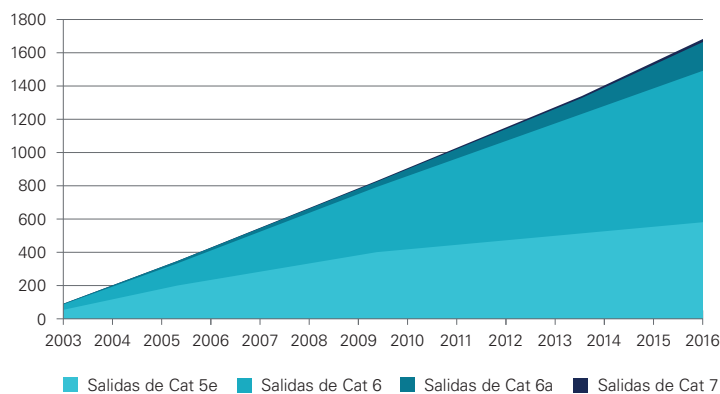
Para atender la apremiante demanda de velocidades que superen 1 Gbps antes de la aprobación de la norma IEEE 802.3bz, NBASE-T Alliance, un consorcio con más de 45 miembros de líderes del sector que representan todos los aspectos del ecosistema, está desarrollando especificaciones y productos previos a la norma, conjuntamente y en paralelo con el proceso del IEEE. Usando las especificaciones de NBASE-T, los usuarios podrían comenzar a desplegar hoy mismo la tecnología 2.5GBASET/5GBASE-T. El personal de las empresas de NBASE-T han sido contribuyentes clave en cada una de las etapas del proceso de IEEE. Como resultado, el borrador de la norma 802.3bz se apoya en una base tecnológica similar a la de la especificación NBASE-T. Por lo tanto, los usuarios finales pueden tener unas expectativas razonables de una transición sin problemas a la norma IEEE cuando ésta se ratifique.

El cuello de botella

Como suele ser el caso, el esfuerzo por mejorar la capacidad y velocidad en un ecosistema existente deja al descubierto un cuello de botella. En el nivel de acceso de las redes corporativas, este cuello de botella es el cableado de par trenzado de Categoría 5e/6 entre el punto de acceso Wi-Fi (AP) o los dispositivos del cliente y el switch. En 2014, cerca del 90 por ciento de la base instalada en el mundo de enlaces de acceso empresarial usaban cableado de Cat 5e o 6. Antes del desarrollo de la tecnología NBASE-T, esto limitaba a velocidades de datos de 1 Gbps sobre 100 metros, lo que suponía un obstáculo para el uso efectivo de la mayor velocidad de datos de los puntos de acceso 802.11ac Wave 2.

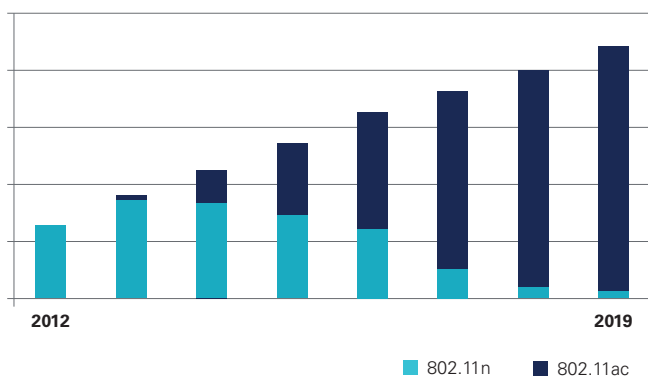
Reemplazar el cableado con un cableado más reciente de Cat 6A o superior, adecuado para las normas 10GBASE-T, es una forma de eliminar el cuello de botella. Sin embargo, aunque el cableado Cat 6A es una opción factible para despliegues en nuevas instalaciones, plantea importantes cuestiones de viabilidad para infraestructuras existentes. El reemplazo del cableado no solamente es perjudicial para las operaciones, sino que también es prohibitivo en costes. Con un desembolso de 200 a 800 dólares por cada nuevo cable para cientos de puntos de acceso, el coste de reacondicionar una instalación existente puede alcanzar fácilmente varios cientos de miles de dólares. Dada la enorme base instalada (1.300 millones) de cableado de Cat 5e y Cat 6, al cableado de Cat 6A le llevará un largo tiempo hacerse omnipresente (Figura 1).

Figura 1: Base instalada de cableado Ethernet por categoría (millones de salidas) *Fuente: BSRIA*



La presión inmediata sobre el cuello de botella de 1 Gbps es significativa y sigue creciendo. La rápida adopción de la tecnología 802.11ac Wave 1 a 2 Gbps, y la tecnología Wave 2 a 6,9 Gbps pisándole los talones, trae consigo la carga de un impaciente mercado inalámbrico en vías de expansión. En 2015, casi el 40 por ciento de los puntos de acceso corporativos entregados eran compatibles con 802.11ac. Se proyecta que este número se incremente al 75 por ciento para el 2017. Además, se espera que la tecnología 802.11ac Wave 2 crezca rápidamente y supere a la Wave 1 en 2019 (Figura 2). De hecho, la proliferación de dispositivos Wi-Fi de tipo BYOD más potentes (los teléfonos inteligentes, las tabletas o los dispositivos para prendas de vestir más recientes) supone el factor principal, aunque las empresas médicas, de tratamiento de imágenes, de medios, educativas y de investigación intensiva que se apoyan en comunicar grandes volúmenes de datos también están sufriendo bajo las restricciones de los sistemas de 1 Gbps.

Figura 2: Desglose por volumen de los APs en la empresa
Fuente: Dell’Oro Group en su Pronóstico a 5 años para la LAN Inalámbrica, enero de 2015



El alcance potencial de la tecnología 2.5G/5GBASE-T se extiende más allá del ámbito empresarial, aunque podría haber menos urgencia para actualizar las redes de menor tamaño. Ciertamente, se pueden añadir las interfaces NBASE-T a los servidores de red para el hogar a medida que surja la necesidad. Ya existen productos anunciados en el área de los juegos. Los despliegues de banda ancha empezarán a romper la barrera del Gbps más pronto que tarde, dada la demanda de contenidos más ricos en medios y con un volumen de datos cada vez mayor. No obstante, al igual que con otros muchos avances tecnológicos, es más probable que la tecnología NBASE-T se afiance primero en el ámbito empresarial, donde existe una demanda más apremiante, y el coste y los recursos para el despliegue se determinan más fácilmente. La posterior extensión a los proveedores de servicio de cable y a otros mercados se producirá de forma natural.

Salvar la distancia entre los estándares mediante la colaboración

En 2014, los líderes del sector de las redes de datos reconocieron que la confluencia de varios factores clave estaba creando una creciente brecha en el mercado al que da servicio la tecnología Ethernet. En ese momento, los estándares Ethernet del IEEE dirigían su foco de atención hacia arriba, a los 25 gigabits, los 100 gigabits y más. A pesar del hecho de que existía una necesidad creciente y obvia de explotar el potencial del rango de 1 a 10 gigabits, los organismos de normalización no estaban abordando el terreno de la tecnología 2.5G/5GBASE-T. Es cierto que, existía una norma para 10GBASE-T, pero la renovación del cableado asociada suponía un obstáculo para las empresas ya establecidas.

Estos líderes del sector sabían que había una necesidad inminente de una velocidad intermedia de Ethernet, y que era importante emitir una especificación que se pudiera poner en práctica inmediatamente. A finales de 2014, varias empresas del ámbito de las infraestructuras corporativas se unieron con el fin de alcanzar un consenso para una nueva norma y proporcionar especificaciones que permitieran el desarrollo inmediato de productos. Aquantia, Cisco Systems, Freescale y Xilinx formaron la NBASE-T Alliance con el objetivo específico de cubrir el vacío entre los estándares Ethernet 1000BASE-T y 10GBASE-T. Las actividades del grupo se centraron en el desarrollo de especificaciones y productos para 2.5G/5GBASE-T, y en ayudar a la elaboración de una norma IEEE 802.3. Cuando ese otoño se inició el proceso de la norma 802.3bz, los principales contribuyentes pertenecían a las empresas integrantes de la alianza, y han continuado contribuyendo en cada etapa del mismo. Para finales de 2015, la alianza había crecido hasta más de 45 miembros, representando todo el espectro del ecosistema de la interconexión de redes de datos (puntos de acceso, interruptores de Ethernet, almacenamiento e informática), y tecnologías de componentes relacionadas tales como circuitos integrados para el nivel físico (PHYs), procesadores, conectores, controladores, interruptores, FPGAs, circuitos integrados para alimentación sobre Ethernet (PoE), cables y equipos de comprobación. Las empresas integrantes están activamente involucradas en el desarrollo de especificaciones y productos NBASE-T, o trabajando en áreas relacionadas como el cableado o los equipos de comprobación.

Debido a las actividades de la alianza, y de otros elementos del sector, la norma IEEE 802.3bz ha avanzado muy rápidamente. Entre los meses de octubre de 2014 y mayo de 2015, el proceso avanzó rápidamente desde la manifestación de interés inicial, a través de la fase de la comisión de estudio y la labor del grupo de trabajo, hasta crear un borrador de la especificación. En mayo de 2015, el Grupo de trabajo del 802.3bz adoptó una base de referencia técnica alineada con la especificación NBASE-T.

A partir de finales de 2015, la especificación del 802.3bz se acerca a su finalización técnica, y sigue estando alineada con la especificación NBASE-T. El consenso en cada etapa se ha logrado rápidamente, y el Grupo de trabajo del 802.3bz ya ha establecido una fecha objetivo de finalización para septiembre de 2016. Desde el primer momento, alcanzar una norma que permitiera la interoperabilidad entre múltiples fabricantes para el Ethernet 2.5GBASE-T y 5GBASE-T ha sido fundamental en todos los esfuerzos de la NBASE-T Alliance. El respaldo de más de 45 miembros del sector hace que la NBASE-T Alliance sea un activo valioso en la definición y desarrollo de consensos y bases de referencia técnica para el 802.3bz, y para la elaboración e implementación de una norma previa para las compañías que la necesiten.

NBASE-T y los estándares

NBASE-T proporciona especificaciones y productos de nivel físico (PHYs) para 2,5 y 5 Gigabit Ethernet en consonancia con la nueva norma 802.3bz. Estos esfuerzos prestan singular atención a que las soluciones desarrolladas antes de la norma sean totalmente compatibles o simplemente actualizables por software una vez que se ratifique finalmente el estándar. Los atributos principales de la tecnología NBASE-T son:

- Admite velocidades de datos totalmente dúplex de 2,5G/5G sobre cables Cat 5e/6 o mejores (velocidades normalmente apoyadas en un dispositivo de velocidad múltiple tal como un PHY 100M/1G/2,5G/5G/10G)
- Escalable en términos de potencia y coste mediante una amplia gama de productos
- Representa un conjunto superior de las características del 802.3bz, con la adición de una capacidad de "reducir la velocidad" en caso de problemas de rendimiento en instalaciones de cableado no compatibles
- Compatible con PoE, PoE+, UPoE y Ethernet de Eficiencia Energética (EEE) a todas las velocidades de datos
- Amplía la auto-negociación Ethernet para agregar las nuevas velocidades de datos 2,5G y 5G.

La norma establecida 10GBASE-T es la base técnica tanto para NBASE-T como para 802.3bz. Desde noviembre de 2015, muchas de las características de las tres son idénticas, aunque algunas difieren. Las principales características dignas de mención son el PCS/PMA del nivel físico NBASE-T, la auto-negociación, la interfaz PHY/MAC y el segmento de enlace.

PCS/PMA del nivel físico

Las especificaciones del subnivel de codificación física (Physical Coding Sublayer, PCS) de NBASE-T se basan en las normas PCS del IEEE 10GBASE-T y en las de asociación al medio físico (Physical Medium Attachment, PMA). Sin embargo, son necesarias unas cuantas adaptaciones para admitir las nuevas velocidades de datos de 2,5 Gbps y 5 Gbps:

- El reloj se escala por un factor de 1/2 o 1/4 a fin de adaptarlo a las velocidades de datos de 5 Gbps y 2,5 Gbps, respectivamente
- La comprobación de paridad de baja densidad (LDPC) para NBASE-T está totalmente codificada con el fin de proteger todos los bits y mejorar el rendimiento para las velocidades de 2,5G/5Gbps
- La especificación NBASE-T proporciona la capacidad de corrección de errores LDPC en lugar de la simple detección de errores CRC-8 usada por 10GBASE-T
- La LDPC de NBASE-T tampoco emplea codificación DSQ128, y en lugar de ello transmite los bits LDPC usando toda la constelación disponible en la modulación PAM-16

Las bases de referencia técnica para el nivel PCS en 802.3bz son idénticas a las de la especificación NBASE-T, por lo que se asegura una compatibilidad sin contratiempos.

Auto-negociación

La auto-negociación permite usar dispositivos basados en los diferentes estándares Ethernet que coexistan en una red. Esto mitiga el riesgo de interrupción de la red a causa de tecnologías incompatibles. Las normas IEEE 802.3 anteriores a la 802.3bz no admiten la auto-negociación para 2,5 Gbps y 5 Gbps. Las soluciones NBASE-T ejecutan la auto-negociación mediante la ampliación del esquema actual de 10GBASE-T tal como se describe en la Cláusula 55, con una diferencia. La auto-negociación de NBASE-T introduce un mensaje etiquetado con un Identificador único de organización (OUI), tal como se define en el anexo 28C.6 de la norma 802.3-2012, para anunciar las capacidades de nivel físico NBASE-T, el modo NBASE-T 5G, y el modo NBASE-T 2,5G. Un nivel físico NBASE-T envía páginas de tipo Base, Siguiente o Extendido. La página del mensaje contiene el OUI asignado por el IEEE para la NBASE-T Alliance, 0xFA073E. Después de la página del OUI va una página de mensaje sin formato que contiene las capacidades NBASE-T. El mensaje etiquetado con el OUI y la página de mensaje sin formato se encapsulan dentro de una Página de Mensaje Extendida y una Página Sin Formato Extendida tal como se describe en el Anexo 28C de la norma 802.3-2012. Este mecanismo continuará funcionando independientemente de lo que haga 802.3bz. Una vez que se ratifique el estándar IEEE 802.3bz, se espera que los sistemas NBASE-T admitan la nueva auto-negociación de la norma mediante una actualización de firmware.

Interfaz PHY/MAC

IEEE 802.3 define la interfaz independiente del medio de 10 gigabits (XGMII) entre los niveles PHY y MAC como una interfaz lógica, no como una interfaz física. El estándar 802.3bz será similar. La especificación 802.3bz deja que las implementaciones físicas de la interfaz PHY-MAC sean definidas por el sector. De hecho ya existen MIIs definidos por los fabricantes, siendo los más comunes los de las especificaciones

de Cisco Systems, el Serial Gigabit MII y el Quad Serial Gigabit MII, abreviados SGMII y QSGMII, respectivamente. Estas interfaces permiten múltiples velocidades de datos y múltiples puertos sobre un único serializador/deserializador (SerDes). La NBASE-T Alliance ha publicado especificaciones que sirven como base para una interfaz PHY/MAC, con el objetivo de acelerar la implementación del sistema. Estas posibilitan una reconfiguración mínima de un SerDes con Bucle de fase fijada (Phase-Locked Loop, PLL), que permite una convergencia más rápida cuando las velocidades de datos cambian sobre la interfaz de la red. Debido a que los sistemas SGMII y QSGMII no admiten las velocidades de datos de 2,5 Gbps y 5 Gbps, Cisco Systems ha definido el Universal Serial XGMII (USXGMII) para su uso en el desarrollo de productos NBASE-T. USXGMII admite velocidades de datos de 100 M, 1 G, 2,5 G, 5 G y 10 Gbps sobre un único SerDes operando a 10,3125 Gbps. Para optimizar costes, USXGMII ofrece la alternativa de operar a 5 Gbps, en cuyo caso admite tráfico a 100 M, 1 G, 2,5 G y 5 Gbps.

Segmento de enlace

El segmento de enlace especificado por IEEE 802.3bz define los requisitos de terminación del cable y los conectores RJ45 entre dos puntos finales. La especificación abarca el ancho de banda, la pérdida de inserción, la pérdida de retorno y la diafonía del enlace, esta última tanto entre los cuatro pares trenzados del segmento de enlace, como entre los cables adyacentes (es decir, la diafonía exógena o alien crosstalk). La NBASE-T Alliance comenzó el desarrollo de las especificaciones para el segmento de enlace de 2,5/5 Gigabits, y posteriormente aportó estas especificaciones al Grupo de trabajo del 802.3bz. Este importante trabajo fue incorporado en la especificación de la norma 802.3bz. Las empresas participantes en el NBASE-T también han sido contribuyentes clave en los informes técnicos TIA TR42.7 e ISO/IEC SC25 WG3, los cuales describen cómo se puede utilizar 2.5GBASE-T y 5GBASE-T sobre el cableado ya instalado de Categoría 5e y Categoría 6.

Satisfaciendo una necesidad inmediata

En un mundo ideal, el desarrollo de los productos se produce después de que los estándares estén definidos. Cuando esto no es factible, la mejor solución posible para llenar el vacío previo al estándar es que los líderes del sector definan uno, ya que tienen la influencia, la motivación y la interdependencia para garantizar que las soluciones provisionales serán directamente compatibles, o por lo menos mediante una actualización de software, con el estándar cuando éste finalmente se ratifique. En el caso de 2.5GBASE-T y 5GBASE-T, existe un vacío. Los líderes del sector han dado un paso adelante para favorecer un rápido consenso e interoperabilidad en todo el ecosistema, sentando las bases fundamentales para acelerar el proceso de normalización y garantizar la compatibilidad de los productos desarrollados con anterioridad a la norma.

Dada la palpable demanda de velocidades de datos intermedias entre Ethernet 1000BASE-T y 10GBASE-T sobre las infraestructuras existentes, 2.5 y 5 Gigabit Ethernet suponen un complemento esencial al conjunto actual de estándares para la interconexión de redes, con aplicaciones inmediatas. La NBASE-T Alliance ha desempeñado un papel clave en el reconocimiento de esta necesidad, preparando un terreno probado y fiable que permita elaborar un estándar viable con fluidez, y en la elaboración de especificaciones y productos previos a la normalización que sean compatibles con el estándar definitivo, o que no requieran más que una actualización de software/firmware para serlo, una vez que éste se ratifique. Como resultado de estos esfuerzos, las empresas que se encuentran limitadas por el Gigabit Ethernet pueden duplicar o quintuplicar de un modo seguro y económico la velocidad de transmisión de su infraestructura de cableado existente.

© 2016 NBASE-T Alliance, Inc. Todos los derechos reservados.
Se prohíbe terminantemente el uso no autorizado.

NBASE-TTM, NBASE-T AllianceSM, y todos los logotipos de NBASE-T que se muestran en este documento son marcas comerciales registradas o no registradas, marcas de servicio y/o marcas de certificación de NBASE-T Alliance, Inc. o sus licenciatarios en los Estados Unidos y en otros países. Todos los derechos reservados. Se prohíbe terminantemente el uso no autorizado. Otros nombres, marcas, y logotipos que se muestran en este documento son marcas registradas y/o marcas de servicio de sus respectivos propietarios.

Las especificaciones y el contenido están sujetos a cambios sin previo aviso.