

Introducción

La Internet no es una entidad única. Se trata de un gran grupo de redes independientes que acuerdan compartir tráfico entre sus clientes, empleando un protocolo de Internet común (TCP/IP). Sin este acuerdo, sería imposible que los usuarios de dos redes diferentes se enviaran mensajes de correo electrónico. La tarea principal de un proveedor de Internet es asegurar que sus usuarios puedan conectarse de la manera más económica a cualquier punto del mundo que esté conectado a Internet, ya sea un sitio web de la red local o un usuario conectado a otra red de la misma ciudad o en un lugar distante del mundo.

Los Puntos de Intercambio de Tráfico (IXP) son una parte vital de este sistema. Sin ellos la Internet no podría funcionar porque las diferentes redes que la constituyen no podrían intercambiar tráfico entre sí. La versión más simple de un Punto de Intercambio es una conexión directa entre dos Proveedores de Servicios de Internet (ISP). Cuando más de dos proveedores operan en la misma área, un conmutador independiente opera más eficazmente como punto común de interconexión en el cual ocurre el intercambio de tráfico entre las redes locales. Esto es similar a la creación de aeropuertos que funcionan como núcleos regionales, del cual se benefician muchas líneas aéreas. En esos lugares, las aerolíneas intercambian pasajeros entre sus vuelos, de manera muy similar a como las redes intercambian tráfico a través de los IXP.

Para los proveedores y los usuarios de Internet existen muchas ventajas al encaminar localmente el tráfico de Internet a través de un punto común de intercambio:

- Se obtienen ahorros sustanciales de costos al eliminar la necesidad de pasar todo el tráfico al resto del mundo a través de enlaces de larga distancia más costosos.
- Se dispone de más ancho de banda para los usuarios locales debido a los costos más bajos, propios de tener una capacidad local.
- A menudo los enlaces locales son hasta 10 veces más rápidos debido a la menor latencia del tráfico, que hace menos tramos para llegar a su destino.
- Se cuenta con nuevos proveedores de servicios y de contenido locales que dependen de las conexiones de bajo costo y de la alta velocidad, beneficiándose además con la más amplia base de usuarios que se ofrece a través del IXP.
- Los proveedores de Internet cuentan con más opciones para subir tráfico al resto de la Internet, contribuyendo así a un mercado del tránsito mayorista más fluido y competitivo.

Ya se han instalado más de 300 IXP en el mundo, lo que refleja un aumento de más del 50 por ciento desde 2006. De todas las regiones, América Latina es la que recientemente ha experimentado el crecimiento más rápido en cantidad de IXP habiendo agregado 20 IXP a fines de 2007, casi el doble que el año anterior. No obstante, los países emergentes generalmente se quedan atrás del resto del mundo en cuanto a instalación de los IXP. La región Asia-Pacífico tuvo el aumento más lento en 2007, con un 15 por ciento, resultando en sólo 67 IXP en esa región. África tiene la menor cantidad de IXP: en 2007 sólo 17 de las 53 naciones tenían IXP y el crecimiento sólo había sido 21 por ciento más que el año anterior.

Debido a que en muchos países emergentes la cantidad de contenido y servicios locales en línea es limitada, la mayoría del tráfico de Internet generado por usuarios es internacional, generando una fuga de capital pagada a proveedores de Internet extranjeros. Los proveedores de contenido local de estos países tienden a operar en el extranjero, donde el alojamiento es más barato debido a la falta de infraestructura local de bajo costo de la cual un IXP es parte integral. De este modo, la presencia de un IXP contribuye a fomentar más creación de contenido local y genera un incentivo para el alojamiento local de servicios. Esto obedece tanto al costo más bajo como a un mayor conjunto de usuarios locales que reciben los servicios en línea de manera más rápida y económica.

Desde la perspectiva de la reglamentación pública, asegurar la presencia de los IXP locales está ganando importancia. Esto asegura que los servicios en línea estén disponibles igualmente a todos los usuarios locales, mejora las oportunidades competitivas, y eleva la calidad y asequibilidad de los servicios de Internet.

En mayo de 2007 88 países todavía ni siquiera tenían un IXP. Como resultado, las redes de la mayoría de estos países deben intercambiar tráfico a través de enlaces internacionales costosos, aunque en algunos casos deben pagar precios altos por el tránsito local a través de lo que generalmente es un proveedor de telecomunicaciones monopólico. Esto ocurre

a pesar de que uno de los costos más grandes para los operadores de redes de los países emergentes es el de la capacidad internacional, y del hecho de que la instalación de los IXP es relativamente poco costosa. A modo de estimación, un gasto de aproximadamente 40,000 dólares estadounidenses es todo lo que se necesita para instalar un IXP nacional. De hecho, algunos operadores de redes han logrado instalar un IXP por una fracción de ese costo empleando instalaciones y equipos donados. Sin embargo, muchos países sin IXP pagan mucho más que ese monto cada pocas semanas a operadores extranjeros por transferir tráfico local, una situación que innecesariamente incrementa más la fuga de divisas.

Las barreras para establecer los IXP en países donde todavía no existen en gran medida no son financieras: entre las partes interesadas con frecuencia hay una falta de apreciación general de los beneficios, así como resistencia de aquellos proveedores que dominan el mercado. Además, cuando las competencias técnicas son limitadas y se carece de mercados competitivos abiertos para los servicios de Internet y telecomunicaciones se dificulta la instalación de un IXP.

Esta guía ofrece una introducción a los IXP describiendo su rol como componente prioritario de la infraestructura de Internet y tratando temas técnicos, de reglamentación y de gestión que deben considerarse al instalarlos. Se incluye una descripción de unos IXP seleccionados y un glosario de términos.

La función de los Puntos de Intercambio de Tráfico

Comercialmente, la Internet consiste en una agrupación jerárquica de proveedores mundiales, regionales, nacionales y locales. Estas o bien venden servicios de tránsito a otros operadores por el tráfico que pasa a través de sus redes o bien, cuando dos redes con posición similar en el mercado intercambian aproximadamente las mismas cantidades de tráfico, celebran un acuerdo sin pago, denominado interconexión voluntaria. La interconexión voluntaria y el tránsito toman lugar directamente entre dos redes o a través de un punto de intercambio independiente.

La denominación *Punto de Intercambio de Tráfico* (IXP o IX del inglés *Internet eXchange Point*) generalmente se emplea alternadamente con otras como *Punto de Intercambio* (EP del inglés *Exchange Point*), *Punto de Interconexión Voluntaria en Internet* (IPP del inglés *Internet Peering Point*) y *Punto de Acceso a Redes* (NAP del inglés *Network Access Point*). Si bien no existen definiciones acordadas formalmente para cada denominación, las más comúnmente empleadas son IXP, IX y *Punto de Interconexión Voluntaria* (*peering point*). NAP es una denominación más antigua, originalmente empleada para los primeros cuatro puntos de intercambio que, antes del crecimiento mundial de Internet, daban acceso al NSFNET, la Red Principal de Internet operada por la Fundación Nacional de Ciencias de los EE.UU. (U.S. National Science Foundation).

Con el crecimiento de Internet, los NAP originales se conectaban por puntos de intercambio comerciales y sin fines de lucro, primero dentro de los Estados Unidos de Norteamérica (EE.UU.) y luego en otras naciones donde más de una red en funcionamiento en la misma área generaba cantidades significativas de tráfico local.

Como se ilustra en la Figura 1, toda red se conecta a Internet a través de una conexión a la nube de Internet. Esto le permite pasar tráfico entre sus usuarios y otros de diferentes redes.

Si dos redes que están independientemente conectadas a Internet están cerca una de otra (por ejemplo en la misma ciudad o el mismo país) puede ser más rápido y barato emplear una conexión separada para enviar tráfico local directamente entre las dos redes. Ver la Figura 2.

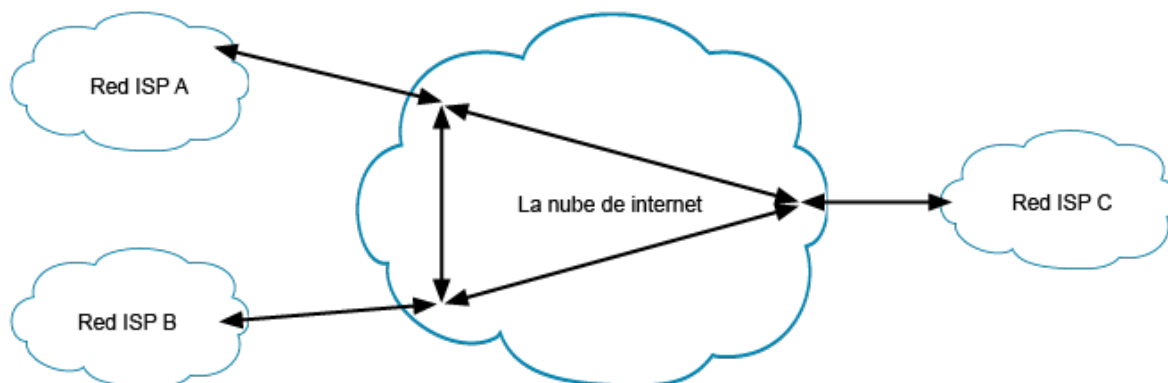


Figura 1.

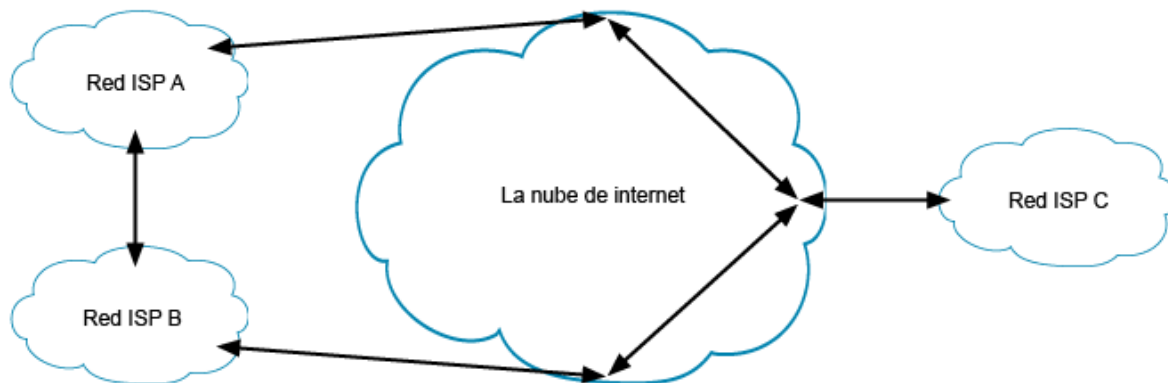


Figura 2.

Cuando existen más de dos redes locales que necesitan intercambiar tráfico, resulta más eficaz instalar un punto de intercambio al que pueda conectarse cada red. La figura 3 ilustra cómo tres ISP pueden compartir un IXP local para encaminar todo su tráfico local. Así, un IXP puede verse como el centro de una red estrella logrando que el tráfico local de cualquier red local atraviese una única conexión hasta el punto de intercambio. Esto disminuye los costos de telecomunicaciones y gestión de muchos enlaces directos entre cada una de las redes e incrementa la velocidad del tráfico local minimizando la cantidad de tramos de red necesarios para llegar a cualquier otra red local.

Si bien la Figura 3 ilustra el ejemplo más simple de un punto de intercambio empleado para encaminar tráfico, varios factores locales afectan la viabilidad de un IXP y crean un amplio espectro de variantes en la implementación de este modelo básico. Los factores primordiales para instalar o conectarse a un IXP son: (1) el volumen de tráfico que es probable que fluya entre las redes locales y (2) el costo de la conexión física entre la red y el IXP, comparado con el costo de la conexión ascendente a la nube de Internet.

Para dar un ejemplo sencillo, suponiendo que cada una de las tres redes previas tiene conexiones de 10 Mbps a la nube de Internet, en un país emergente esto puede costarles a cada una alrededor de \$30,000 dólares estadounidenses por mes (o sea, un costo anual total para las tres redes de $3 \times \$30,000$ por mes $\times 12 = \$1,080,000$). Suponiendo que sólo el 20 por ciento del tráfico es local, esto significa que aproximadamente se gastan \$216,000 dólares estadounidenses por año en transferir el tráfico local a través del enlace ascendente a Internet. Si las tres redes pueden proveerse sus enlaces al IXP sin costo, como a través de un circuito inalámbrico o compartiendo instalaciones ubicadas en el mismo edificio, un IXP se pagaría solo en pocos meses.

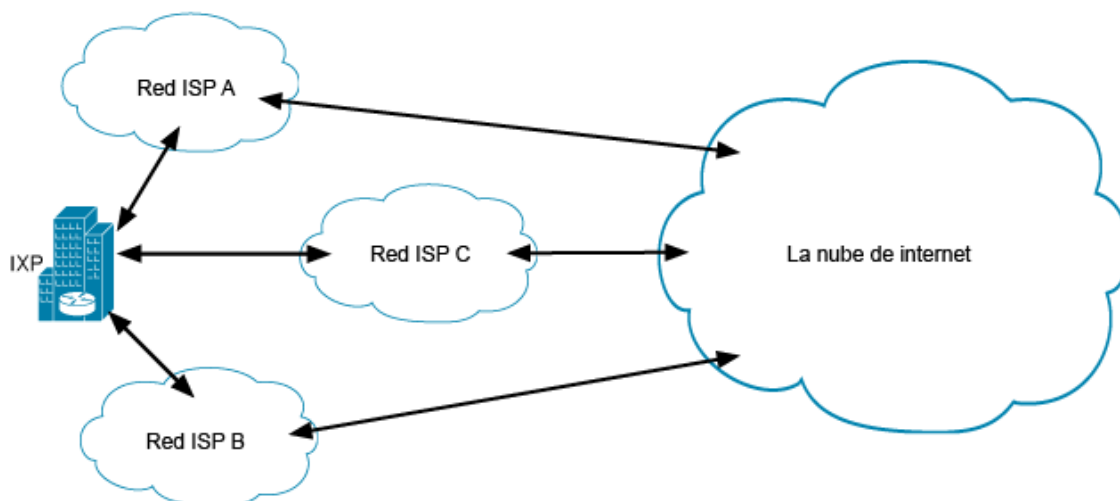


Figura 3.

En realidad, las redes pueden necesitar rentar conexiones a un proveedor de telecomunicaciones con licencia para llegar al IXP, en cuyo caso el costo de ancho de banda local puede llegar a ser hasta de \$1,000 dólares estadounidenses por Mbps por mes en un país emergente. Esto equivale a un costo anual por los enlaces locales de $20\% \times 30 \text{ Mbps} \times 1,000 \text{ por mes} \times 12 \text{ meses} = \$72,000$ (setenta y dos mil dólares estadounidenses), un ahorro anual de casi \$150,000 dólares (aunque una parte de este ahorro necesitaría aplicarse al mantenimiento del IXP). Naturalmente, si hay un incremento en la cantidad de redes locales, en el tamaño de sus enlaces ascendentes o en la proporción de tráfico local, un IXP puede brindar ahorros mucho mayores.

En la mayoría de los países, el primer paso es instalar un punto de intercambio nacional para que el tráfico local quede dentro del país. Entonces, podrían instalarse más puntos de intercambio que cubran áreas geográficas más pequeñas donde resulte económicamente más conveniente mantener el tráfico dentro de sus fronteras. Casi siempre esta es la situación en países emergentes donde la infraestructura de la red principal de telecomunicaciones nacionales está congestionada, escasamente desarrollada o es especialmente costosa, una situación común donde las ciudades todavía están conectadas a través de enlaces satelitales y los monopolios fijan los precios. Como resultado, generalmente se necesitan los IXP en ciudades secundarias también.

En cambio, los IXP situados en lugares donde existen enlaces internacionales de fibra óptica con precios competitivos pueden atraer membresía internacional. Las redes de otros países pueden estar generando suficiente tráfico con miembros del IXP extranjero para meritar el costo de un enlace directo internacional, en lugar de pagarle a otra red para obtener tránsito. Por ejemplo, el Punto de Intercambio de Londres, *The London Internet Exchange (LINX)*, ubicado en el Reino Unido, tiene miembros de 40 países (ver *The London Internet Exchange* más abajo)

La reducción de los costos operativos a través de la instalación de IXP locales reduce los precios de acceso a Internet para el usuario final y proporciona tiempos de respuesta más breves de los sitios web locales y otros servicios interactivos locales. Esto pasa especialmente cuando se congestionan los enlaces internacionales y cuando el tráfico internacional se realiza por enlaces satelitales. Esto ocurre porque la latencia (demoras) causada por el encaminamiento de tráfico local vía satélite puede recortarse de segundos a milisegundos cuando dos redes locales están conectadas directamente. De esta manera, los tiempos de respuesta para los sitios web locales mejoran radicalmente y se vuelven viables servicios locales más avanzados que requieren conexiones de baja latencia, como las Redes Virtuales Privadas (VPN del inglés *Virtual Private Network*), el flujo continuo de imagen y sonido (*multimedia streaming*) y el protocolo VoIP (del inglés *Voice over Internet Protocol*). Cuando los enlaces entre redes dependen de las conexiones satelitales, muchos de estos servicios no pueden proveerse con una calidad aceptable y algunos ni siquiera funcionan. Un punto de interconexión local es crítico para asegurar que los usuarios puedan emplearlos.

La instalación de un IXP también tiene beneficios indirectos en cuanto al precio de la capacidad de telecomunicación. En Nigeria, el IXP negoció tarifas más bajas de conectividad internacional para sus miembros. En julio de 2007, el precio de un Mbps de capacidad en el cable internacional de fibra (SAT3) se redujo de \$6,300 a \$2,800 dólares estadounidenses por mes, para las redes que participan en el Punto de Intercambio de Tráfico de Nigeria (IXPN). Una reducción tal podría haberse negociado independientemente del IXP, pero se puede decir que la creación del IXP tuvo un efecto catalítico y, al tener un grupo de redes en la misma ubicación, el IXPN pudo negociar mejores condiciones con su proveedor de enlace ascendente.

Otra ventaja más de un IXP es que reduce los costos transaccionales y mejora las opciones que tienen su membresía. Si una red decide cambiar de proveedores de tránsito en un IXP, puede hacerlo en cuestión de horas y sin cambios físicos. En el pasado, esto habría significado instalar un circuito nuevo, así como un considerable tiempo de espera y costos financieros. La fluidez que brinda el IXP promueve la conducta cooperativa de proveedores y alienta una mayor competencia de precios, disminuyendo aún más los costos de acceso de proveedores y usuarios finales. Si bien algunos IXP aún no permiten los acuerdos de tránsito, esta posición se toma en general como contraproducente y estas restricciones cada vez son menos comunes.

Una vez que un IXP está instalado, comienza a ser un sitio natural para alojar una gama de otros servicios que reducen las exigencias de ancho de banda y mejoran la velocidad y confiabilidad del acceso a Internet de los usuarios locales. Los más importantes de éstos son los servidores de nombres de dominio, espejos de servidores raíz, servidores de tiempo, cachés web y servidores de grupos de noticias. Además, en un IXP generalmente se alojan diversas instalaciones administrativas para los operadores de redes, como las de medición de tráfico y de espejo (*looking glass*). Si bien algunos IXP sólo pueden

permitir el acceso de proveedores que sean miembros, en muchos casos a los proveedores de contenido se les permite conectarse a los IXP.

La presencia de un IXP puede atraer a operadores de telecomunicaciones que puedan instalar un punto de presencia en un IXP, a fin de vender servicios más fácilmente a posibles clientes ubicados en el intercambio, ya que puede llegarse a todas las partes que participan a bajo costo. Al respecto, los IXP contribuyen a alentar el desarrollo de infraestructura de telecomunicaciones (como cables de fibra nacionales e internacionales).

Se han sugerido como posibilidades para recortar costos y mantener el tráfico en la misma región, el interconectar los IXP nacionales y usar un IXP para brindar a sus miembros una única conexión compartida a la nube de Internet. En general, estas estrategias no han tenido éxito: afectan negativamente el negocio de los miembros del IXP que venden esos enlaces a los clientes. Esto no significa que no puedan implementarse las interconexiones entre IXP o el tránsito compartido. En algunos casos específicos, si hay acuerdo entre los miembros de los IXP y se encuentran modelos apropiados de negocio, la implementación es factible. Además, para mejorar la confiabilidad, pueden celebrarse preacuerdos de modo que ante inconvenientes de una red en el enlace ascendente, el IXP pueda usarse como ruta provisoria a la nube de Internet a través de otro miembro.

Modelos institucionales y de funcionamiento para los IXP

Para operar los IXP se han adoptado varios modelos institucionales. Pueden clasificarse en cuatro categorías:

1. Asociaciones industriales de ISP sin fines de lucro
2. Compañías comerciales y con fines de lucro neutrales en cuanto al operador
3. Universidades y organismos gubernamentales
4. Asociaciones informales de redes

De estos modelos, el más común es uno en el que los IXP son operados por una asociación industrial de ISP sin fines de lucro. Éste es el caso en Europa, donde muchos IXP habitualmente son organizaciones comunales sin fines de lucro en las que los miembros son propietarios colectivos de las instalaciones, o bien el IXP es propiedad de la asociación de la industria. Los costos operativos se comparten entre los miembros que pagan una suma de inscripción por única vez y una cuota mensual, trimestral o anual por la operación. La tarifa normalmente se determina por la velocidad (ancho de banda) de sus conexiones al IXP o, con menos frecuencia, por el volumen de tráfico que pasa por el intercambio. En los EE.UU. predominan los IXP comerciales y son operados por compañías especializadas tales como CIX, Any2 y Equinex. Casi siempre son neutrales en cuanto a los proveedores y no compiten con las ISP en la provisión de servicios a usuarios finales.

Debe tenerse en cuenta la presencia de los IXP ficticios donde el operador de Internet dominante proporciona puntos de intercambio local en una o dos ciudades importantes. En estos casos, el proveedor comercial de tránsito usa el IXP como término de mercadeo, pero en realidad no es más que un ruteador que ofrece interconexión voluntaria BGP4 para la venta de tránsito local o internacional.

Los IXP generalmente están formados por un grupo fundador de operadores de redes que decide cuál es el modelo que mejor se adapta al marco local. Las preguntas primordiales en este sentido incluyen:

1. ¿El IXP contará con personal permanente o lo operarán voluntarios?
2. ¿El IXP será una organización con o sin fines de lucro?
3. ¿El IXP será totalmente propiedad cooperativa de sus miembros o tendrá propietarios externos?
4. ¿Dónde se alojará el IXP?
5. ¿Qué método de recuperación de costos se usará?

Al crear las normas institucionales apropiadas para el IXP pueden elegirse diversas opciones. Una exigencia común para conectar una red a un IXP es que su operador debe ser una entidad legal reconocida y debe tener licencia para operar una red (si es que se exige licencia). En algunos casos es una norma que las operaciones de redes que son miembros del IXP incluyan la transmisión de contenido o servicios de terceros. En otros casos esto no se exige y a cualquier entidad que necesite intercambiar tráfico con los miembros del IXP se le permite entrar. Esta opción permite que los operadores de

grandes redes privadas que proveen servicios al público (como proveedores de alojamiento en Internet, departamentos del gobierno o bancos) aprovechen que sólo tienen que establecer un solo enlace para llegar a los usuarios de otras redes locales.

Técnicamente, existen dos modelos predominantes para la operación de los IXP. En el modelo más simple, el IXP con tecnología *Layer 3*, los IXP intercambian tráfico entre redes participantes dentro de un único ruteador. En el otro modelo, un IXP de tecnología *Layer 2*, cada miembro aporta su propio ruteador y el tráfico se intercambia a través de un simple interruptor *Ethernet*. En general, el modelo *Layer 3* puede ser menos costoso y más fácil de instalar inicialmente, pero limita la autonomía de sus miembros y generalmente ha sido sustituido por el modelo de tecnología *Layer 2*. El modelo *Layer 3* también ofrece a los proveedores menos control sobre la decisión de con quién se conecta voluntariamente y los hace depender de un tercero para configurar correctamente las rutas y realizar su mantenimiento, lo cual exige que el personal del IXP tenga mayor competencia técnica. En cambio, el modelo *Layer 2* no exige que el personal tenga conocimientos de encaminamiento.

Los requisitos para los acuerdos de encaminamiento de tráfico entre miembros del IXP varían en función del modelo institucional del IXP y de otras normas locales. En muchos casos se exige un Acuerdo de Interconexión Voluntaria Multilateral Obligatorio (en inglés *Mandatory Multilateral Peering Agreement*, MMLPA), en el cual aquéllos que se conecten con el IXP deben interactuar con todos los demás que estén conectados. Esto no fomenta la interconexión de las grandes ISP y puede disminuir el incentivo de mantener la operación técnica en el mejor estado posible.

Otros IXP pueden exigir que cada red concerte acuerdos de Interconexión Voluntaria Bilaterales (en inglés *Bilateral Peering*, BLP) con las otras redes participantes. Y algunos IXP pueden limitar el uso de las instalaciones para ese tráfico de tránsito.

Si bien los acuerdos MMLPA son comunes entre muchos IXP, las normas de interconexión voluntaria flexibles que permiten la coexistencia de acuerdos bilaterales y multilaterales de interconexión voluntaria permitirán a los participantes de un IXP celebrar acuerdos bilaterales de interconexión voluntaria o acuerdos de tránsito. Generalmente se acepta que los miembros de un IXP restrinjan (filtren) el tráfico originado en la red de cualquier miembro o que esté destinado a ella, de acuerdo con las normas de ese miembro, que normalmente están especificadas en el Registro de Encaminamiento de Internet (IRR del inglés *Internet Routing Registry*).

Otras normas y estrategias importantes que los IXP y sus redes participantes normalmente adoptan incluyen:

1. El pago del costo y la gestión del enlace entre la red y el IXP (incluyendo un enlace redundante si se exige) generalmente es responsabilidad del miembro. Sin embargo, algunos IXP han adoptado normas para aliviar esos costos de modo que cada miembro pague la misma cantidad para tener acceso al IXP. Esto ayuda a asegurar que los operadores comerciales que estén ubicados en el mismo edificio que el IXP no tengan una ventaja injusta.
2. En general no es aceptable pasar tráfico al IXP que esté destinado a redes que no sean miembros del IXP a menos que se permita el tránsito y hayan acuerdos específicos con el IXP y con los miembros que proveen el tránsito.
3. El monitoreo o la captura de contenido sobre el tráfico de datos de un miembro está limitado a la información necesaria para el análisis y control del tráfico. Los miembros habitualmente aceptan mantener la confidencialidad de esa información.
4. Los IXP pueden estipular que la información sobre el encaminamiento y los sitios espejo sean obligatorios.
5. La información sobre las rutas y los puertos de interconexión puede publicarse o limitarse solamente a los miembros.
6. Están previstas las respuestas ante posibles problemas de seguridad, fallas de la infraestructura, fallos de los equipos de encaminamiento y errores en la configuración de los programas.

Consideraciones prácticas para la instalación de los IXP

Desde el inicio, como se describe más arriba, el primer paso al considerar la instalación de un IXP es determinar su necesidad. Esto se basaría en una estimación provisoria de la cantidad de proveedores (al menos tres) que tuvieran la intención de sostener y utilizar el IXP, la cantidad de tráfico que se intercambiaría y el costo probable de conectarse al IXP.

Una reunión de los operadores locales de redes con asesores técnicos debería ser suficiente para determinarlo.

Si el resultado de esta estimación es positivo, el próximo paso sería conseguir el apoyo para el proyecto entre las partes interesadas e identificar posibles problemas normativos o barreras del mercado que puedan ocurrir para la instalación de un IXP. Éstos generalmente surgen entre los mismos miembros posibles o como resultado de normas gubernamentales incompatibles.

La instalación de un IXP local generalmente se ve como una amenaza por los proveedores comerciales competidores que quizás no sepan de todas las ventajas de colaborar e intercambiar tráfico localmente. Puede existir una falta de confianza, un temor a hacer más económico (o incluso subsidiar) el negocio de los competidores y la preocupación de que la *interconexión* signifique robarse los clientes. Estas cuestiones quizá requieran de tiempo para hablarlas y de apoyo a través de la concientización del rol de los IXP, antes de que todas las partes intervinientes apoyen completamente los IXP.

También puede haber temas excepcionales relacionados con la participación en el IXP cuando en el mercado existe un proveedor de servicios de Internet comercial dominante, tales proveedores pueden resistirse a participar o puede ser que participen pero sub-abasteciendo gravemente el enlace al IXP. Esto se conoce como la "Estratagema de la Cañería Fina". Ante esto, los clientes de los competidores se encuentran con conexiones lentas a clientes del proveedor dominante y, lógicamente, culpan al competidor por la mala calidad de la conexión. Esto crea un fuerte incentivo para que los usuarios se cambien al proveedor de servicios dominante. Si no puede resolverse por otros medios, este problema puede ser la causa de una intervención reglamentaria.

A algunos proveedores de redes puede preocuparles que los IXP sean demasiado complicados para sus necesidades. Éste es con frecuencia el caso de los ISP pequeños con una única conexión al resto de Internet y sin suficiente experiencia técnica para implementar el encaminamiento de múltiples vías. Esta situación puede amplificarse al contactarse con grandes IXP de países desarrollados que tienen intercambiadores más sofisticados y ruteadores más potentes. Los vendedores de equipos pueden contribuir a esta visión por tratar de vender equipos sofisticados que puedan no ser apropiados para las necesidades de un IXP pequeño. Para atender estas cuestiones pueden resultar necesarias actividades de concientización y capacitación. Al menos, los posibles miembros necesitarán familiarizarse con el Protocolo de Puerta de Enlace de frontera (BGP, del inglés Border Gateway Protocol), que se emplea para encaminamiento entre redes y, para sus comunicaciones de intercambio, cada red necesitará tener un Número de Sistema Autónomo (ASN del inglés Autonomous System Number) registrado públicamente. El uso de sistemas de programas gratuitos para el encaminamiento, como el paquete Quagga, constituye una opción económica de despliegue para las ISP y los IXP pequeños.

En la mayoría de los mercados, los puntos de intercambio no están reglamentados por normas gubernamentales y, como la mayor parte de la actividad dentro de un intercambio se considera totalmente privada entre las partes, deben estar libres de la supervisión reglamentaria de los gobiernos. No obstante, en muchos países emergentes, las normas gubernamentales pueden limitar la instalación de un IXP de diferentes formas, directas e indirectas. Dado que los IXP sólo existen donde hay múltiples proveedores que necesitan intercambiar tráfico nacional, en muchos países la presencia de un proveedor de servicios monopólico es probablemente la razón principal de la ausencia de un IXP. Otra posibilidad es que la falta de un IXP se deba a la existencia de un único actor con poder monopólico sobre ciertas infraestructuras o derechos de paso, como las puertas internacionales. Si existen bajos niveles de competencia, puede que las redes no tengan otra opción más que intercambiar el tráfico nacional a través de ese actor dominante, en lugar de intercambiar directamente entre ellas. A corto plazo quizá sea muy poco lo que pueden hacer los posibles miembros de un IXP para resolver este problema. Las presiones continuas de los entes de reglamentación y normativa gubernamental deberían en última instancia ayudar a abrir mercados y relajar las restricciones impuestas a los nuevos participantes.

Incluso cuando el mercado está más abierto, los operadores de telecomunicaciones establecidos pueden aún resistirse a la instalación de un IXP. La visión de los operadores establecidos generalmente tiene mucho peso ante las autoridades reguladoras, por diversas razones que van desde las relaciones personales estrechas hasta la corrupción. También se observa la preocupación de los encargados de elaborar reglamentaciones en países emergentes cuyos gobiernos generalmente dependen fuertemente de las ganancias del operador de telecomunicaciones de propiedad del estado y por lo tanto se resisten a aprobar actividades que se piensa fueran a limitar sus ganancias. Algunos dirigentes políticos pueden incluso ver a los IXP como una forma de anti-competitividad del lado de la industria. Con frecuencia, existen requisitos legales u otras exigencias habilitantes que podría decirse que son de aplicación a los IXP y, en la mayoría de los casos, la autoridad reglamentaria no está familiarizada, al menos inicialmente, con los aspectos técnicos y económicos de las instalaciones de Internet y del intercambio de tráfico de las ISP.

Los fundadores de los IXP necesitan asegurarse de que los entes reguladores y los operadores establecidos estimen que la reducción de costos de conectividad a Internet para los consumidores nacionales generará mayores inversiones, más usuarios y, de ese modo, mayores ganancias de líneas dedicadas internacionalmente. De hecho, un argumento sólido es que el mayor uso nacional de Internet lleva aún a mayor uso de la telefonía por discado directo internacional para fomentar las relaciones comerciales y personales internacionales que se mantienen a través de Internet.

Teniendo en cuenta estos factores, algunos gobiernos, como el de Chile, se han ido al otro extremo y han hecho obligatorio que las redes establezcan un punto de interconexión. A simple vista, ésta parece una buena medida, pero en realidad podría perjudicar el crecimiento al eliminar el incentivo que tiene para las ISP el crecer en competencia más allá de un único intercambio.

Otras normas gubernamentales con efecto sobre las estrategias para la instalación de un IXP son todas las limitaciones al autocondicionamiento de los enlaces entre las redes participantes y el IXP. Estas limitaciones podrían incluir la restricción en el uso de frecuencias de radio, en el uso de espacio en los postes telefónicos, y a los derechos para cavar en las calles y tender cables (derechos de paso).

Una vez que los miembros fundadores del IXP hayan tratado esos temas, será necesario decidir acerca de la estructura y las normas de gestión, como se describió anteriormente. Entonces, necesita identificarse la experiencia técnica requerida y constituirse un comité técnico para diseñar el IXP, elaborar su presupuesto y encontrar la ubicación más apropiada para alojarlo. Esto puede incluir estimar las instalaciones existentes y comparar su utilización con el costo y el trabajo que significaría crear una instalación nueva e independiente. En muchos países, los costos relacionados con el arrendamiento, el suministro de energía y la contratación de personal pueden ser altos. Alojar el IXP en instalaciones para datos ya existentes puede reducir sustancialmente estos gastos operativos. Entre los ejemplos de instalaciones existentes que pueden tenerse en cuenta se encuentran: los locales de operadores de telecomunicaciones, redes de universidades, centros para alojamiento de datos o servicios municipales para emergencias.

Entre las características más importantes para un local posible se encuentran:

- La proximidad a las redes de los posibles participantes. Esto puede también depender de si el IXP va a estar centralizado en una oficina, ubicado en un conjunto de edificios adyacentes o más extensamente disperso en una zona más amplia, como cuando se usa canal de fibra conmutada.
- La disponibilidad de energía eléctrica, incluyendo una fuente de respaldo o un generador.
- La disponibilidad de aire acondicionado.
- La disponibilidad, capacidad y confiabilidad de los enlaces de telecomunicaciones hasta el lugar.
- El acceso a instalaciones de fibra óptica o derechos de paso.
- La capacidad de construir torres de antenas o de cavar zanjas para la fibra óptica.
- Facilidad de acceso (es altamente deseable que sea independiente las 24 horas de todos los días de la semana y del año para el personal miembro del IXP).
- La calidad de la seguridad (es recomendable contar con CCTV, monitoreo las veinticuatro horas y detección de incendios y robo).
- La disponibilidad de equipamiento y servicios auxiliares, como gabinetes para los aparatos y teléfonos.

Una vez finalizado el diseño del IXP e identificadas la(s) ubicación(es) y estructura institucional, puede elaborarse un detallado plan del negocio que señale los costos de la instalación y del mantenimiento, la ganancia propuesta y las proyecciones de recuperación de costos.

Para ayudar en la instalación de los IXP en países emergentes donde no existe ninguno, puede encontrarse apoyo financiero de donantes u organismos de fomento. Ya que la ayuda financiera que se necesita para poner en marcha un IXP es relativamente modesta en comparación con los beneficios económicos posibles a largo plazo, no sería difícil presentar un caso para lograr el apoyo económico para su desarrollo. Dado que la mayoría de los IXP son instalaciones sin fines de lucro, puede decirse que la ayuda financiera contribuye al crecimiento del mercado, en lugar de distorsionar su desarrollo natural. Y como la mayoría de los gastos son durante la capacitación inicial del personal para el montaje y mantenimiento de las instalaciones, coincide con el objetivo que tienen muchos donantes, que es el incremento de la capacidad local.

Resumen general y conclusiones

La función principal de un IXP es que el tráfico local se mantenga local y que se reduzcan los costos relacionados con el intercambio de tráfico entre proveedores de Internet. Las razones a favor de los IXP son convincentes y los obstáculos son relativamente claros y se entienden bien. Para lograr un despliegue más amplio de los IXP en los países emergentes, deberán atenderse las siguientes exigencias básicas:

- Reforma y liberalización reglamentaria. Los entes reglamentadores y los competidores deben convencerse de los asombrosos beneficios del intercambio local de tráfico de Internet y del concepto más amplio de que los costos más bajos para los competidores conducen a mayores ganancias para los operadores existentes.
- Superar la resistencia y la falta de información de posibles miembros, especialmente de operadores de telecomunicaciones monopolísticos y de los que dominan el mercado.
- La organización de proveedores de servicios de Internet competitivos en asociaciones capaces de administrar neutralmente las instalaciones compartidas a favor de sus miembros.

Los gobiernos no deberían ni exigir que los IXP tengan licencia ni imponer la interconexión voluntaria, ni otras normas concernientes a las operaciones de los IXP. Los gobiernos pueden desempeñar un rol positivo al animar a las redes a mantener el tráfico local dentro de sus fronteras. En particular, las normas que alientan el acceso competitivo a líneas dedicadas y conexiones inalámbricas contribuirán a bajar los costos relacionados con la conexión a un IXP. Los gobiernos también pueden tener un rol positivo restringiendo la conducta anticompetitiva de empresas establecidas, tales como intentos por parte de las empresas grandes de telecomunicaciones de bloquear el crecimiento de los IXP.

Algunos ejemplos de IXP

Los IXP seleccionados y descritos a continuación ilustran la variedad de enfoques de instalación y operaciones de los IXP. Los ejemplos sacan información de los sitios web de los IXP y, algunos, son estudios de caso (consulte el final de la sección para obtener más fuentes de consulta). El primer ejemplo, el KIXP de Kenia, se presenta más detalladamente que otros por ofrecer mayor información para el análisis del caso.

El IXP de Kenia (KIXP)

El KIXP de Nairobi está operado por la Asociación Keniana de Proveedores de Servicios de Telecomunicaciones (TESPOK del inglés *Telecommunication Service Providers Association of Kenya*), una organización profesional sin fines de lucro que representa los intereses de las ISP y de otros proveedores kenianos de servicios de telecomunicaciones. Después de asistir al Taller sobre redes para países emergentes (en inglés *Networking Workshop for Developing Countries*) celebrado en 1999 por la *Internet Society* en California, uno de los ingenieros de Internet de Kenia aprendió cómo diseñar y mantener un IXP. Este ingeniero compartió esta información con otros operadores de redes kenianos deseosos de establecer un IXP local. Después de aproximadamente un año de trabajo preparatorio, que incluyó el diseño y la implementación de la operación técnica, del modelo de financiación y el marco legal, en noviembre de 2000 se lanzó el KIXP. El KIXP no tiene una estructura de gobernanza separada y las normas se establecen a través de los comités de la TESPOK.

Casi inmediatamente después de su lanzamiento, el operador de telecomunicaciones establecido, Telkom Kenya, presentó una queja al ente regulador nacional, la Comisión de Comunicaciones de Kenia (CCK). Exponían que el KIXP violaba el monopolio exclusivo de Telkom Kenya sobre el encaminamiento de tráfico internacional. En las siguientes dos semanas, la comisión CCK concluyó que el KIXP necesitaba un permiso y ordenó que se clausurara por su condición de ser una instalación ilegítima de telecomunicaciones.

Como respuesta a la orden de clausura dictada por la CCK, a continuación se presentó una causa a la Corte de Apelaciones para las Comunicaciones, con sobradas razones técnicas que demostraban que el KIXP era sólo un conmutador *Ethernet* estándar de estantería. Si el KIXP debía clausurarse, entonces la CCK necesitaría clausurar todas las redes de computadoras del país, ya que la composición técnica y los componentes eran equivalentes. La oposición de Telkom Kenya al KIXP fue feroz, alimentada por el temor de perder una parte significativa de sus ganancias provenientes de líneas internacionales dedicadas; pero los proveedores de Internet kenianos también sostuvieron que el KIXP constituía un grupo cerrado de usuarios y, por lo tanto, sería legal según la Ley de telecomunicaciones de Kenia. Además, se señaló que el intercambio local de tráfico nacional de Internet no contraviene el monopolio internacional de Telkom Kenya, ya que todo el tráfico internacional continuaría pasando por sus enlaces internacionales.

INFORMES DE LA INTERNET SOCIETY: PROMOCIÓN DEL USO DE PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO 11

Después de casi un año de esfuerzos intensivos, que incluyeron la presión pública, amenazas de litigio y diplomacia privada, TESPOK recibió la aprobación de la comisión CCK en forma de permiso, otorgado en noviembre de 2001. Los observadores de la industria dijeron que Telkom Kenya había tergiversado la situación y, debido a que el tema se hizo público, y recibió considerable atención y cobertura periodística local e internacional, había sido necesario encontrar una solución para guardar las apariencias. El enfoque que al final se adoptó consistió en fundar una compañía denominada KIXP Limitada, que luego solicitara el permiso para un IXP que la CCK debidamente otorgara. Esto convirtió a Kenia en el primer país del mundo con un permiso para IXP.

El KIXP volvió a la vida a mediados de febrero de 2002 con cinco proveedores ISP kenianos interconectados. Durante 2004 los miembros de la TESPOK decidieron que las normas que regían la membresía en el KIXP y su utilización eran restrictivas, dado que sólo los ISP con permiso podían ser miembros y conectarse al IXP. Esto dio lugar a una revisión de las normas que quitó todas las restricciones de la membresía y redujo sustancialmente las cuotas de inscripción. Formar parte del KIXP cuesta 20,000 chelines kenianos (KSH 20,000), aproximadamente 330 dólares estadounidenses por mes y en este momento en el KIXP existen veinticinco miembros en interconexión voluntaria: dieciséis proveedores ISP, una red gubernamental (Entidad Keniana de Rentas), un operador de redes de educación, un operador de ccTLD, tres operadores de puertas de redes principales, un proveedor de servicios de telecomunicaciones con valor añadido y dos Operadores de Sistemas para Telefonía Móvil (GSM del inglés *General System for Mobile communication*).

Uno de los mayores inconvenientes de instalar el KIXP estuvo ligado a decidir el lugar dónde alojarlo. Se evaluaron una serie de opciones.

- Telkom Kenya aparentemente constituía la opción más adecuada por ser el operador de telecomunicaciones nacional público establecido. Entre los motivos citados en favor de Telkom Kenya se encontraba que por su condición de operador nacional, todos los proveedores de Internet ya tenían enlaces a su red de datos. Además, debido a su ubicación céntrica, sería mucho más fácil para los miembros tener acceso físico al IXP, independientemente de su ubicación. No obstante, esa opción no resultó ser viable porque, como se describe anteriormente, Telkom Kenya veía el IXP como una amenaza para su negocio y rechazó la solicitud de los ISP de alojar el KIXP.
- La Universidad de Nairobi se consideró como una alternativa para alojar el KIXP, principalmente debido a sus dinámicos profesores de estudios informáticos y su ubicación céntrica. La mayor preocupación acerca de utilizar la Universidad era la frecuencia con que ocurren disturbios estudiantiles. Como se pretendía que el KIXP contribuyera a fines críticos para la misión, esa preocupación eliminó a la Universidad como opción viable.
- Algunos proveedores de Internet que tenían oficinas muy bien ubicadas en el distrito comercial céntrico de Nairobi ofrecieron alojar el IXP. Los desafíos para eso eran: (a) cómo elegir entre los dos proveedores ISP y (b) los altos niveles de insatisfacción expresados por otros proveedores ISP acerca de tener que confiar en que un competidor se encargará del IXP sin buscar una ventaja excesiva para sí.

A fin de asegurar la aceptabilidad del concepto de IXP en Kenia, fue esencial enfatizar la neutralidad de las instalaciones y obtener consenso de los posibles miembros acerca de dónde se ubicaría. Después de evaluar todas las diversas opciones, sin encontrar una que satisficiera a todos los posibles miembros, se planteó la idea de alquilar un área en un edificio convenientemente ubicado y neutral. Esa opción disipó la mayoría de los temores y preocupaciones expresadas y se realizó un arrendamiento de 1,500 pies cuadrados en el piso superior de un edificio de oficinas ubicado estratégicamente en el centro de la ciudad de Nairobi.

El aspecto de las operaciones que más consideración merecía era el costo. Como con cualquier otro tipo de redes de datos o infraestructura de comunicaciones, los costos se clasificaron en dos categorías: costos de instalación y de operaciones. Los costos de instalación incluían los equipos para la operación principal del IXP y dotar el local que albergaría el IXP de respaldo energético, aire acondicionado, gabinetes para los equipos y elementos de seguridad. El equipamiento inicial se financió con una donación de Cisco Systems y una pequeña subvención del Departamento para el Desarrollo Internacional del Reino Unido. Otros gastos de instalación se cubrieron con fondos de la TESPOK. Como el espacio donde se ubicó el KIXP no era gratuito, fue necesario encontrar una manera de cubrir los costos operativos, como el arrendamiento, la electricidad y los seguros. Para atender esto, se introdujo una mensualidad a modo de abono para todos los miembros que se conectaran al KIXP.

INFORMES DE LA INTERNET SOCIETY: PROMOCIÓN DEL USO DE PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO 12

Se acordó que el KIXP seguiría el mismo modelo que el *Hong Kong Internet Exchange*: un IXP Reflector con Ruteador de tecnología *Layer 2*. Como resultado, las instalaciones del KIXP consisten en dos conmutadores *Ethernet* de alta velocidad y cada miembro del KIXP tiene la opción de conectar sus equipos de encaminamiento a ambos conmutadores. Si un conmutador fallara, el otro lo relevaría automáticamente. El núcleo está suplementado con dos reflectores, que son ruteadores configurados especialmente que rebotan la lógica de encaminamiento a todos los miembros del KIXP hasta que todos los ruteadores tengan la misma visión de la red. Este aspecto del diseño permite la implementación rápida y fácil de normas en el punto de intercambio, el cual es capaz de aceptar hasta 48 redes. La capacidad puede extenderse para que soporte hasta 200 redes.

Hasta la llegada del KIXP, todo el tráfico de Internet se intercambiaba internacionalmente, aunque alrededor del 30 por ciento del tráfico ascendente tenía un destino nacional. El ancho de banda internacional cuesta aproximadamente 5,000 dólares estadounidenses por megabyte; el precio local está entre 500 y 1000 dólares. Durante las primeras dos semanas de operación del KIXP, las mediciones indicaron que la latencia se redujo de un promedio de entre 1,200 y 2,000 milisegundos (vía satélite) a un promedio de entre 60 y 80 milisegundos (vía KIXP).

El tráfico local también mejoró gracias a un aumento en el contenido local facilitado por la digitalización de algunos servicios gubernamentales y el desembarco de compañías internacionales, como Google, que alojaban sus servicios. Todo el tráfico de Google (búsquedas, correo, mapas, aplicaciones y documentos) pasa a través del KIXP. Las ISP pagan por el tráfico local y Google paga por el ancho de banda desde Kenia a sus redes de los Estados Unidos de Norteamérica.

Debido a la capacidad limitada en las líneas dedicadas del operador de telecomunicaciones establecido, la mayoría de los proveedores de servicios de Internet se han pasado a la fibra terrestre para conectarse al KIXP, con lo cual ahora tienen enlaces de muchos megabits por segundo a los intercambios.

El KIXP ha implementado instancias locales de los servidores raíz F y J de Internet además de los servicios de resolución .com y .net locales. De ese modo, las solicitudes de búsqueda de esos servicios originadas localmente ya no necesitan atravesar enlaces internacionales para obtener una respuesta.

En 2005 el Centro de Información de Redes de Kenia (KENIC del inglés *Kenya Network Information Centre*), en cumplimiento de su mandato para promover el acceso a la Internet en Kenia, instaló en el KIXP un servidor NTP que funciona por GPS para lograr que las computadoras tengan uniformidad y exactitud en la fecha y hora. La mayoría de los proveedores de servicios había implementado la sincronización de tiempo en sus sistemas empleando servidores de tiempo de red ubicados en otros países. No obstante, esos servicios no se extendieron a sus clientes debido a que la conectividad no era confiable y por los altos costos por enlaces internacionales. Entre las organizaciones usuarias de servicios de NTP local se encuentran organismos gubernamentales, proveedores ISP, bancos, compañías y algunas instituciones educativas que pueden ahorrar en gastos organizacionales resultantes de fallas operativas y pérdidas de datos debido a contradicciones de tiempo.

El KIXP emplea un acuerdo MLPA por el cual cada miembro debe tener una sesión de interconexión con todos los demás miembros.

El tráfico alcanza 44 Mbps durante el momento pico y se espera que alcance 50 Mbps. El KIXP publica información sobre modelos de uso de la Internet para observar posibles oportunidades que pueda presentar el mercado. La información revela que los flujos de tráfico son más altos durante las horas y días laborales, indicando que los servicios de los ISP están concentrados en usuarios empresariales y señala una oportunidad para maximizar el uso fuera de los picos por medio de productos y contenidos atractivos para los usuarios de Internet residenciales.

Para obtener más información, consulte <http://www.kixp.or.ke>.

El Punto de Intercambio de Nigeria (IXPN)

En Nigeria, la actividad del IXP comenzó fuera de la capital en 2003, en la ciudad de Ibadan, cuando dos miembros se conectaron a un conmutador *Ethernet* de 10/100Mbit/s y a un servidor de ruta. El tráfico máximo registrado entre las dos ISP fue de 102 Kbit/s. A principios de 2005, la Asociación de los ISP de Nigeria (ISPAN) comenzó las conversaciones sobre la instalación de un punto de intercambio en Lagos, que se preveía que fuera administrado por una entidad independiente establecida por la ISPAN. En noviembre de 2005, el presidente Olusegun Obasanjo ordenó al ente nacional reglamentador, la Comisión Nigeriana de Comunicaciones (NCC) que asegurara que se estableciera un IXP nacional a la mayor brevedad posible. Se inauguró una Junta Provisoria en marzo de 2007 y se fundó el IXPN con quince miembros iniciales.

INFORMES DE LA INTERNET SOCIETY: PROMOCIÓN DEL USO DE PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO 13

Desde entonces, catorce miembros han comenzado el proceso de sumarse al IXPN y éste instaló tres emplazamientos para operaciones en Lagos, en sociedad con dos operadores ubicados conectados con fibra conmutada. Para asegurar la confiabilidad, cada lugar tiene dos conmutadores Foundry que conectan diferentes interconexiones voluntarias de redes LAN. La LAN primaria se interconecta en un circuito (de fibra) de 1 Gbps; la segunda está interconectada en una red de retorno inalámbrica de 450 megabits. Dos de las tres ubicaciones operativas cuentan con servidores de encaminamiento. Todos los conmutadores son Ethernet de 10/100 BaseTX y 1000BaseSX Gigabits sobre conexiones de fibra multimodo. El IXPN planea expandirse a otras seis ciudades en un futuro cercano.

El IXPN está supervisado por una junta que comprende al Director Ejecutivo y a seis Directores. Un comité técnico colabora con el personal y asesora a la Junta acerca de cuestiones técnicas relacionadas con las operaciones del IXPN.

Para obtener más información, consulte <http://www.nixp.net>.

El Punto de Intercambio de Londres (LINX)

El LINX es uno de los puntos de intercambio más grandes y antiguos. Se trata de una asociación de copropiedad comunal para operadores de Internet que también representa los intereses de sus miembros en cuestiones de normas públicas.

El LINX tiene más de 280 miembros de 40 países y en 2007 agregó 47 miembros nuevos. Si bien la mayoría de los miembros son de Europa, casi un cuarto tiene sede fuera, de los cuales el 15 por ciento proviene de América del Norte y otro 7.5 por ciento es de África, el Medio Oriente y Oceanía.

Inicialmente sólo podían integrar el LINX los operadores de ISP tradicionales. En 2000 esa restricción se relajó y hoy se interconectan una gran variedad de redes en el intercambio del LINX, como Google, Akamai, Yahoo y la BBC. La diversidad de proveedores de servicios interconectados en el LINX está creciendo y comprende a especialistas en juegos comunes y de azar, proveedores de flujo continuo de información periodística (*streaming*), especialistas en mitigación DDoS, proveedores de programas que funcionan como un servicio y redes publicitarias.

La red del LINX consiste en dos plataformas de interconexión Ethernet instaladas en siete sitios del Reino Unido. Las instalaciones del LINX tienen más de 575 puertos miembro conectados, con 100 puertos 10GigE y más de 256 Gb/segundo de tráfico pico. Para suministrar tolerancia a fallos, se instalaron al menos dos interconectores de diferentes marcas en cada ubicación del LINX, mientras que las ubicaciones están conectadas por varios circuitos Ethernet de 10 Gigabits vinculados a través de fibra óptica, para formar dos anillos de red principal separados. La protección física de la red de fibra que no se utiliza (fibra oscura) se logra empleando diferentes vías en la medida de su disponibilidad.

El manejo de la redundancia lógica de la red se logra usando mecanismos de protección de basculación rápida (*rapid-failover*), EAPS o MRP. Ante el caso de la pérdida de un segmento de red, éstos activan los vínculos redundantes en décimas de segundo para restaurar la conectividad.

El LINX ofrece servidores de encaminamiento duales (a través de Quagga) en cada una de las dos LAN interconectadas. Esos servidores tienen sesiones con aproximadamente 120 miembros y ofrecen alrededor de 20,000 rutas. Éste es un servicio gratuito opcional. Los miembros que prefieren acuerdos bilaterales pueden continuar usándolos.

Para obtener más información, consulte <http://www.linx.net>.

El Punto de Intercambio de Johannesburgo (JINX)

La ciudad más grande de Sudáfrica alberga el Punto de Intercambio de Johannesburgo, operado por la Asociación de Proveedores de Servicios de Internet (ISPA), un organismo industrial de Internet sin fines de lucro. El ISPA tiene más de 145 miembros, que comprenden a proveedores de servicios y acceso a Internet grandes, medianos y pequeños. El ISPA también facilita el diálogo entre los proveedores de servicios de Internet independientes, el Departamento de Comunicaciones del Gobierno Sudafricano, el ente reglamentador nacional (ICASA), los operadores de telecomunicaciones y otros proveedores de servicios.

Todos los miembros de la ISPA pueden conectarse al JINX, aunque los medianos tienen un límite de conexión hasta 512 kbps y los pequeños, hasta 128 kbps. La ISPA no exige que los usuarios del JINX se interconecten con todos los usuarios del JINX. Se espera que cada organización que se conecta al JINX establezca sus propios lineamientos de interconexión. Depende de cada nuevo participante negociar los acuerdos de interconexión con los otros miembros, preferentemente antes de instalar una conexión física al JINX. Los miembros que no publiquen una norma propia de interconexión específica aceptan intercambiar tráfico con todos los demás participantes sin que se cobre por ello. Los miembros del JINX también pueden ofrecer servicios de tránsito a otros miembros. Deben hacer saber a la ISPA con qué otros miembros han celebrado

un acuerdo de interconexión, pero no tienen que revelar la naturaleza exacta de tal acuerdo. La ISPA se reserva el derecho de desconectar las líneas de todo aquel participante del JINX que no logre celebrar un acuerdo de interconexión con al menos otros dos participantes del JINX.

El alojamiento de servidores de contenido no se ofrece en el intercambio. La norma de la ISPA es no competir con sus propios miembros que proveen servicios de alojamiento. Si bien puede parecer atractivo alojar un servidor en una ubicación céntrica, la ISPA señala que existe una diferencia insignificante en el desempeño si el servidor está alojado en la red de un miembro de la ISPA con una conexión de alta velocidad al JINX.

También se operó brevemente un punto de intercambio en Ciudad del Cabo, pero se cerró por falta de apoyo. Por la misma razón, el esfuerzo para instalar un punto de intercambio en Durban todavía no ha tenido éxito.

Los usuarios del JINX deben pagar las cuotas correspondientes de membresía en la ISPA y una cuota única de inscripción en el JINX que de entre ZAR 25,000 (alrededor de 3,000 dólares estadounidenses) para las compañías participantes grandes y ZAR 2,500 (300 dólares) para las pequeñas (los miembros eligen en qué categoría se encuentran).

A los usuarios que se conectan al JINX a través de medios que no sean los circuitos rentados a un operador de telecomunicaciones habilitado es posible que se les cobre equivalentemente por la línea. El modelo de costes equivalentes por la línea resultó de más de un año de discusiones y negociaciones entre los miembros del ISPA. Antes de la introducción de los costes de línea equivalentes, algunas compañías que se conectaban al JINX gozaban de una ventaja injusta sobre otras. Si bien la mayoría de los participantes deben rentar líneas de datos para conectarse al JINX, los miembros del ISPA ubicados en el mismo edificio pueden conectarse al JINX a un costo mínimo. Los costes de línea equivalente tienen la intención de asegurar que los participantes del JINX gocen de un acceso justo y equitativo. El coste de línea equivalente se basa en el tráfico medido en el o los puertos de interconexión de cualquier miembro de la ISPA que no rente un circuito a un operador de telecomunicaciones habilitado para conectarse al punto de intercambio. Por el tráfico intercambiado directamente entre los participantes del JINX (a través de un cable directo en lugar de interconector) no se paga. Esto significa que los miembros de la ISPA son libres para negociar acuerdos alternativos con otros pares para evitar pagar los costes de línea equivalentes. Los precios se basan en términos generales en los costos estimados de líneas de datos para líneas que puedan transportar niveles de tráfico monitoreado.

Como ejemplo de lineamiento para interconexión de la ISP se encuentra el proveedor de acceso a Internet Storm, que plantea que intercambiará tráfico con todos los otros participantes sin cobrar, siempre que ellos:

- estén en el negocio de proveer acceso a Internet a más de una organización o grupo de compañías con accionistas en común,
- actúen de buena fe y de manera cooperativa en cuestiones relacionadas con la interconexión,
- respeten la norma de uso aceptable de Storm y la etiqueta para Internet que se acepta en general,
- usen la interconexión de manera tal que se reduzcan los costos del tráfico de intercambio entre las partes y mejoren la conectividad entre las partes,
- tomen todas las medidas que sea razonables para asegurar que no comprometan la integridad o estabilidad de la red de Storm y
- cumplen con las exigencias técnicas requeridas para facilitar la interconexión, incluyendo el estar seguros de que siempre se disponga de suficiente ancho de banda en los enlaces de interconexión.

Para obtener más información, consulte <http://www.ispa.org.za/jinx>.

El Punto de Intercambio de Rwanda (RINEX)

El RINEX ha estado en funcionamiento desde mediados de 2004. En octubre de 2003, la Agencia Sueca de Cooperación y Desarrollo Internacional (SIDA), en colaboración con el Real Instituto Técnico Sueco (KTH) crearon una iniciativa para ayudar a Rwanda a instalar un IXP nacional. Antes de esto, los proveedores de Internet de Rwanda habían estado conversando sobre la necesidad de un IXP, pero la cuestión de la financiación continuaba siendo un problema. Para la SIDA, Rwanda reunía los requisitos necesarios para recibir asistencia, como la presencia de un organismo neutral para albergar el punto de interconexión, la existencia en el país de al menos dos ISP independientes y un equipo de técnicos de diversos proveedores de Internet capacitados en las técnicas de instalación y mantenimiento de un punto de interconexión. El Ente Gubernamental de Informática de Rwanda (RITA) asumió la responsabilidad del proyecto con la colaboración de cuatro

personas de las dos instituciones educativas más importantes (también proveedores ISP comerciales): la Universidad Nacional de Rwanda (NUR) y el Instituto Kigali de Ciencias y Tecnología (KIST).

Constituyó un gran problema para la instalación del RINEX que el país no tuviera una asociación de la industria que pudiera supervisar su gestión. Como resultado, RITA continúa gestionando el intercambio hasta que sus miembros puedan crear una estructura de gestión apropiada y una institución sin fines de lucro para albergarla. Entre tanto se adoptó un modelo administrativo simple en el que todos los miembros son iguales, independientemente de su tamaño. La estructura de gestión consiste en dos entidades: el Consejo del RINEX y el Comité Ejecutivo. El Consejo del RINEX es una unidad gerencial formal responsable de tomar decisiones acerca del RINEX, con un representante de cada organización o miembro conectados y un presidente. El presidente durante los primeros seis meses es la RITA. Después de ese período de prueba inicial, la RITA transferirá la presidencia al Consejo del RINEX. Esto se continuará con la rotación de todos los miembros.

Encontrar dónde albergar apropiadamente al IXP también fue un obstáculo para la instalación del RINEX. Resultaba imposible encontrar instalaciones independientes con electricidad, un generador de energía de respaldo, seguridad, teléfonos, área de oficinas y un acondicionador de aire. Las entidades académicas de Rwanda carecen de instalaciones físicas y la capacidad de los ISP privados es limitada. Por lo tanto se decidió albergar al IXP en las instalaciones del operador de telecomunicaciones establecido, Rwandatel, que ya tenía conexiones a la mayoría de los proveedores de Internet.

Los participantes acordaron usar un modelo de IXP que empleara tecnología Layer-2 por su simplicidad de instalación y administración, su confiabilidad e independencia. Cada operador de red aporta un circuito de su red principal y un ruteador que se conecta al interconector del IXP. Como se ilustra en la Figura 4, la caja interior representa los equipos que están ubicados en las instalaciones del IXP. Esto consiste en el núcleo del IXP, los ruteadores y equipos de los miembros.

El IXP Mongol (MIX)

El caso de Mongolia demuestra que una combinación de la cooperación de los ISP y el apoyo tácito de las autoridades gubernamentales puede llevar a la rápida y exitosa instalación de un IXP en un país emergente. En enero de 2001, un grupo de operadores de red mongoles se reunieron en Ulaanbaatar para explorar la posibilidad de crear un IXP nacional. En esa época, todos los ISP mongoles estaban interconectados a través de proveedores de los Estados Unidos de América o de Hong Kong. Las latencias de los satélites eran de 650 milisegundos como mínimo (más de la mitad de un segundo) para cada paquete de datos transmitidos en cada dirección. Los costos eran altos y muy pocos servicios de negocios de Internet mongoles se alojaban dentro de Mongolia.

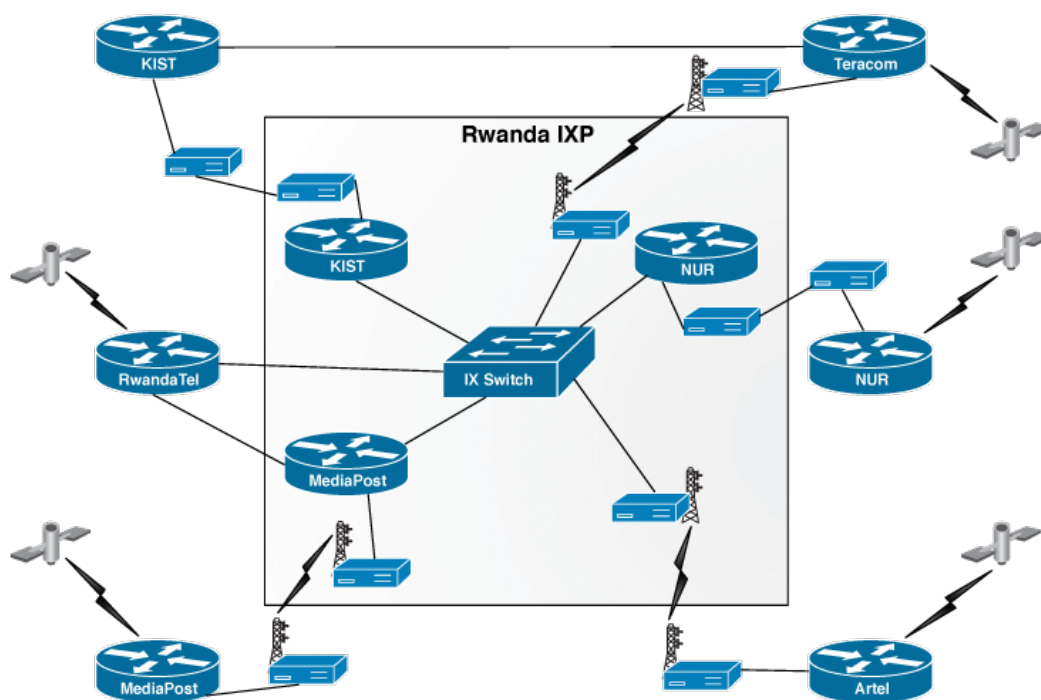


Figure 4.

Sin interferencia del gobierno mongol, los tres proveedores de Internet líderes de Mongolia en tres meses terminaron la planificación de un punto de intercambio independiente. El MIX se lanzó en abril de 2001 con tres ISP participantes. Para marzo de 2002 el MIX tenía seis ISP participantes y el tráfico entre ellos crecía a ritmo constante. Actualmente, la latencia local es de menos de 10 milisegundos por transacción y entre los miembros del MIX se transfiere cada día un promedio de 377 Gb de datos a nivel nacional. Además, cada transacción intercambiada nacionalmente libera una cantidad igual de ancho de banda internacional mejorando así las velocidades de conexión y reduciendo la latencia en los enlaces internacionales de Mongolia.

Referencias

1. Consultar en <https://prefix.pch.net/applications/ixpdir/summary> para obtener una lista de países sin IXP.
2. Quagga es un paquete de programas para el encaminamiento que ofrece servicios de encaminamiento con base TCP/IP, que acepta los protocolos de encaminamiento como RIP, OSPF, y BGP para las plataformas Unix. También acepta el Encaminador Reflector especial y el Servidor de Ruta en protocolos de encaminamiento IPv4 e IPv6. Para obtener más información, consulte <http://www.quagga.net>.

Para obtener más información

Taller de Toma de Decisiones de la AFI: Sesión 1, Punto de Intercambio de Internet Africano, http://afix.afrispa.org/decisionmakers/D1/D1_handout.doc

Huston, G, *Interconexión, Convenios Voluntarios y Acuerdos*, la Internet Society, http://www.isoc.org/inet99/proceedings/1e/1e_1.htm

“*Intercambio de Tráfico de Internet en los Mercados Menos Desarrollados y el rol de los Puntos de Intercambio de Tráfico (IXP)*” (en inglés *Internet Traffic Exchange in Less Developed Internet Markets and the Role of Internet Exchange Points, IXPs*), 2008, informe de la Internet Society en la Sesión de Mejores Prácticas del foro IGF realizado en Rio. <http://www.isoc.org/educpillar/resources/igf-ixp-report-2007.shtml>

McLaughlin, A, mayo de 2004, *Puntos de Intercambio de Tráfico: Su Importancia para el Desarrollo de Internet y Estrategias para su Despliegue: El Ejemplo de África*, la Iniciativa de Normativa de Internet Mundial, <http://www.gigiproject.org/practices/ixp.pdf>

McLaughlin, A & Zuckerman, E, *Introducción a la Arquitectura e Instituciones de Internet* (en inglés *Introduction to Internet Architecture and Institutions*), Centro Berkman para la Internet y la Sociedad (en inglés *Berkman Center for Internet and Society*), <http://cyber.law.harvard.edu/digitaldemocracy/internetarchitecture.html#Notes>

Walubengo, J, Msiska, K, y Kasonde Kasolo, T, *Puntos de Intercambio de Tráfico y Red Principal Continental para África* (en inglés *Internet eXchange Points (IXPs) and Continental Backbone for Africa: ¿Medios para un Fin?*) Proyecto de investigación sobre la Gobernanza de Internet, *Diplofoundation*, <http://www.diplomacy.edu/poolbin.asp?IDPool=127>

Glosario

Ancho de banda	(<i>bandwidth</i> en inglés). El tamaño o la capacidad de un canal de comunicación para transferir datos, generalmente medidos por la velocidad de datos transferidos en bits por segundo (bps), aunque también frecuentemente se denomina por el alcance de frecuencia asignado al canal y medido en Hertz (Hz).
ASN	(del inglés <i>Autonomous System Number</i>). Número de sistema autónomo. Los Registros regionales de Internet (RIR) asignan ASN exclusivos a los operadores de Internet para usarlos en encaminamientos de múltiples vías. Un ASN sólo se asigna cuando una institución demuestra los recursos para mantener una táctica de encaminamiento independiente. Esto implica tener interconexiones directas con al menos otras dos entidades similares de redes externas independientes. En el sentido más amplio, un sistema autónomo es un grupo conectado de uno o más prefijos IP gestionado por uno o más operadores de redes, con una única normativa de encaminamiento claramente definida.

INFORMES DE LA INTERNET SOCIETY: PROMOCIÓN DEL USO DE PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO 17

Banda Ancha	(<i>Broadband</i> en inglés). Una conexión de datos de alta velocidad (de muchos megabits).
BGP	Protocolo de Puerta de Enlace de Frontera (<i>Border Gateway Protocol</i> en inglés). La norma de protocolo usada para asegurar que existe más de una ruta a la red de un proveedor de Internet. Acepta tanto agrupaciones de Rutas como Encaminamiento de Interdominios sin Clases (CIDR del inglés <i>Classless Interdomain Routing</i>).
BLPA	Acuerdo de Interconexión Voluntaria Bilateral (<i>Bilateral Peering Arrangement</i> en inglés). Un acuerdo entre dos redes para intercambiar tráfico.
Bps	Bits por segundo. La cantidad de bits que pasan por un punto en cada segundo. La velocidad de transmisión de la información digital, es decir, una medida de lo rápido que los datos pueden enviarse o recibirse. Generalmente se expresa en relación con enlaces de banda ancha como Megabits por segundo (Mbps).
Cable de fibra óptica	Una tecnología que usa la fibra de vidrio para la transmisión de información. Se pasa una señal a la fibra a través de pulsos (modulación) de luz desde un láser o diodo emisor de luz (LED). Debido a su gran ancho de banda y susceptibilidad nula a la interferencia, el cable de fibra óptica se usa para aplicaciones ruidosas o de trayectos largos. Con los avances en la tecnología de modulación, los cables internacionales de fibra en la actualidad se despliegan frecuentemente con capacidades que se miden en terabits.
ccTLD	(del inglés <i>Country Code Top-Level Domain</i>). Dominio de Código de País del Nivel Superior. Los códigos de dos letras que significan el origen del tráfico de Internet en formato legible para las personas. Por ejemplo, .es para España y .br para Brasil.
DNS	(del inglés <i>Domain Name System</i>). Sistema de nombres de dominio. Hace coincidir nombres legibles para las personas con direcciones IP. Una estructura ramificada divide la Internet en una estructura jerárquica de dominios y subdominios: los dominios de nivel superior (TLD) incluyen dominios genéricos como .com, .edu y .org, y los dominios de código de país (ccTLD) como .uk, .za, .gh y .ke. Los administradores de un TLD pueden crear tantos subdominios como deseen. Una red internacional de servidores del Sistema de Nombres de Dominio (DNS) lleva un registro de qué nombre de dominio va con cuál dirección IP. En cualquier servidor pueden hacerse cambios y éstos se propagan por la red.
Espejo	(<i>looking glass</i> en inglés). Una conexión con base en la web, a un ruteador que permite que los administradores de otras redes vean información sobre el encaminamiento de una red. La información del espejo puede o no ponerse a disposición del público general.
Gbps	Gigabits por segundo.
Gigabit	Mil millones de bits.
Interconexión	Toda conexión directa entre dos redes, ya sean redes con base en Internet privadas u operadas comercialmente, o bien, redes de telecomunicaciones de operadores fijos o móviles. El costo de interconexión generalmente es afrontado por las partes de cada extremo de la conexión.
Interconexión voluntaria	Acuerdo sin compensación económica alguna en el que operadores de redes acuerdan intercambiar tráfico sin cobrarse. Práctica común en la que las redes en cuestión tienen aproximadamente las mismas características y volúmenes de tráfico, o sea que la carga financiera neta del flujo de tráfico entre ellas probablemente sea pequeña. En un acuerdo de interconexión voluntaria no existe ninguna obligación para las partes de transportar tráfico a terceros. El proceso por el cual a una red se la habilita para la interconexión voluntaria generalmente se negocia de manera privada en base a la posición de mercado, la cobertura de la red, el volumen de tráfico, la variedad de servicios provistos y la confiabilidad de la red. En general, la interconexión voluntaria toma lugar solamente cuando una de las dos redes no se perjudicará significativamente con la terminación del vínculo entre ellas.

INFORMES DE LA INTERNET SOCIETY: PROMOCIÓN DEL USO DE PUNTOS DE INTERCAMBIO DE TRÁFICO 18

Internet	Un conjunto mundial de redes de computadoras que usan el protocolo TCP/IP. Las redes principales nacionales e internacionales de Internet son de alta velocidad, líneas troncales de fibra óptica pertenecientes a compañías de telecomunicaciones. Los proveedores nacionales de servicios de nivel 1 reúnen el tráfico de datos y lo pasan por las redes principales, trabajando con proveedores de servicios locales que conectan a los clientes a través de enlaces digitales o módems.
IRR	Registro de Encaminamiento de Internet (<i>Internet Routing Registry</i> en inglés). Una base de datos distribuida mundialmente con información sobre el encaminamiento, que asegura la estabilidad y uniformidad del encaminamiento en toda la Internet al compartir información entre operadores de redes. El IRR comprende varias bases de datos en las que los operadores de redes publican sus anuncios y normas de encaminamiento. Además de hacer visible la topología de Internet, los operadores de redes emplean el IRR para buscar acuerdos de interconexión, determinar normas óptimas y configurar sus ruteadores.
ISP	Proveedor de Servicios de Internet. Es un término genérico para las organizaciones que proveen servicios de Internet como el alojamiento de sitios web y el acceso a Internet. Los ISP compran ancho de banda a empresas que tienen enlaces directos a Internet y luego venden ese ancho de banda a los consumidores y empresas en cantidades más pequeñas. Por ejemplo, una ISP puede tomar el ancho de banda de una conexión de 45 Mbps a Internet y venderlo a miles de usuarios con módem telefónico (dial-up) de 56Kbps.
IXP	Punto de Intercambio de Tráfico (Internet eXchange Point en inglés). También denominado IX, EP y NAP o punto de interconexión (peering point en inglés), combina una ubicación física para la conexión de redes y una estrategia de interconexión lógica que facilita la interconexión entre redes con base en Internet.
Línea dedicada	(<i>leased line</i> en inglés). Un circuito de telecomunicaciones generalmente rentado al operador de telecomunicaciones para conectar dos o más lugares. Cuando las reglamentaciones lo permiten y la ubicación física de los dos puntos por conectarse lo hace factible, los proveedores de Internet pueden establecer sus propios enlaces inalámbricos, de cable o de fibra, eliminando así la necesidad de rentar un circuito a terceros.
MAN	Red de Área Metropolitana (<i>Metropolitan area network</i> en inglés). Generalmente un anillo de fibra óptica que abarca una ciudad grande.
Mbps	Megabits por segundo. Una unidad de medición de tráfico.
Megabit	Un millón de bits.
MLPA	Acuerdo de Interconexión Multilateral. Un acuerdo entre redes que se conectan a un IXP para intercambiar información con todas las otras redes conectadas al punto de interconexión. Con frecuencia de carácter obligatorio al incorporarse a un IXP.
Petabit	Mil terabits.
PSTN	Red Pública de Teléfono Conmutada. Sistema de teléfono de voz tradicional, basado en protocolos de conmutación de redes (en vez de por paquetes), generalmente basado en TDMA.
PTO	Operador de Telecomunicaciones Público. El operador monopólico establecido de propiedad del estado. Técnicamente, la distinción entre operadores de línea fija, de celulares y los ISP cada vez es más difusa.
Puerta internacional	(<i>International gateway</i> en inglés). Técnicamente, instalaciones para fusionar y compartir el costo de enlaces internacionales y puntos de terminación. En la práctica, un término de las licencias usado por muchos gobiernos de países emergentes que permite transmitir tráfico internacional sólo al operador monopólico de propiedad del estado y quizás a una pequeña cantidad de operadores diferentes de telecomunicaciones con licencia. Con mucha

	frecuencia éstos son los operadores de móviles con licencia.
Red	Un conjunto de dispositivos interconectados a través del protocolo TCP/IP. Las redes pueden ser gestionadas comercialmente por un ISP o por una organización para fines internos como redes académicas y de toda una compañía. También puede referirse a la infraestructura de telecomunicaciones subyacente, pero este uso es menos común en el campo de Internet.
Red principal	(<i>backbone</i> en inglés). Las rutas troncales de una red empleadas como vía para transportar tráfico entre diferentes redes. Las redes principales pueden ser la infraestructura física de telecomunicación o los circuitos de Internet establecidos en ellas por un operador particular de Internet.
Redundancia de conexión	Dos o más conexiones físicamente separadas a través de diferentes proveedores de redes. La redundancia asegura el enlace continuo a Internet ante el caso de que una conexión falle.
RIR	Registros regionales de Internet. Las cinco organizaciones responsables de asignar direcciones IP y recursos numéricos relacionados a los operadores de red en sus respectivas regiones: AfriNIC: África; ARIN: Canadá, muchas islas del Caribe y el Atlántico Norte, y los Estados Unidos de Norteamérica; APNIC: Asia y el Pacífico; LACNIC: Sudamérica y el Caribe; RIPE NCC: Europa, Asia Central y el Medio Oriente.
Servidor de encaminamiento	Uno o más servidores de ruta interconectados con protocolo IXP BGP que recogen y redistribuyen las rutas de los miembros del IXP.
TCP/IP	Protocolo de control de transmisión y protocolo de Internet. Los dos protocolos que forman la base de la comunicación a través de Internet. Actualmente la mayoría de la Internet se basa en la versión 4 del protocolo IP pero, a medida que la fuente gratuita de direcciones IPv4 se acerca a su límite, cada vez hay más interés en que se acelere el despliegue de la nueva versión IPv6.
TDMA	(del inglés <i>Time division multiple Access</i>). Acceso Múltiple por División de Tiempo. Un protocolo de comunicaciones empleado comúnmente en redes tradicionales de telecomunicaciones conmutadas.
Terabit	Mil gigabits.
Tránsito	Un acuerdo en el que una red vende acceso a otra red para permitir su conexión a la red de un tercero. Los costes del tránsito se determinan por negociación y generalmente no se revelan al público. Es típico que los acuerdos de tránsito brinden acceso a una gama de redes que no se limitan a un sólo país. En muchos casos, un acuerdo de tránsito de Internet con una gran red puede brindarle a una pequeña red remota el acceso al resto del mundo.
VoIP	(del inglés <i>Voice over Internet Protocol</i>). Protocolo para transmitir voz por Internet. Un método para usar el protocolo TCP/IP para transportar comunicaciones de voz.
VPN	(del inglés <i>Virtual Private Network</i>). Red Virtual Privada. Un canal encriptado entre dos puntos extremos de Internet, que brinda comunicaciones seguras.
WiFi	(del inglés <i>Wireless Fidelity</i>). Fidelidad Inalámbrica. Conjunto de normas de uso habitual para las redes inalámbricas.
WiMax	(del inglés <i>World Interoperability for Microwave ACCess</i>). Interoperabilidad para acceso por microondas. Una tecnología inalámbrica del último kilómetro para el acceso de banda ancha.

Otras fuentes

Una sesión del próximo Foro de Gobernanza de Internet (IGF) de 2008 en India prevé enfocarse a las estrategias para alentar el crecimiento de más IXP. <http://www.intgovforum.org>

Diversas organizaciones de todo el mundo se esfuerzan para apoyar la instalación de nuevos IXP y ayudar a los ISP y a los IXP existentes a mejorar el acceso, la funcionalidad y los costos. Éstas incluyen:

El Foro de Operadores de Asia y el Pacífico (*Asia Pacific Operators*, APOPS), <http://www.apops.net>

Congreso de la Región Asia-Pacífico de Internet sobre Tecnología de Operaciones (APRICOT, *Asia Pacific Regional Internet Conference on Operational Technology*), <http://www.apricot.net>

La Fuerza de Tareas Africana para Puntos de Intercambio de Tráfico Tráfico (AFIX-TF, *African Internet Exchange Point Task Force*), <http://afix.afrispa.org>

La Asociación Africana de ISP (*African ISP Association*, AfrISP), <http://www.afrispa.org>

La Asociación para las Comunicaciones Progresistas (*Association for Progressive Communications*, APC), <http://www.apc.org>

EPNET, LLC, <http://www.ep.net>

La Asociación Europea de Intercambio de Internet (*European Internet Exchange Association*, Euro-IX), <http://www.euro-ix.net>

La Asociación Europea de Proveedores de Servicios de Internet (*European Internet Services Providers Association*, EuroISPA), <http://www.euroispa.org>

El Foro Europeo de Operadores (*European Operators Forum W G*, EOF), <http://www.ripe.net/ripe/wg/eof>

El Sindicato Internacional de Telecomunicaciones (*International Telecommunication Union*, ITU), <http://www.itu.int>

La *Internet Society* (ISOC), <http://www.isoc.org>

El Grupo de Operadores de Redes de las Regiones de América Latina y el Caribe (*Latin American and Caribbean Region Network Operators' Group*, LACNOG),
<https://mail.lacnic.net/mailman/listinfo/lacnog>

El Punto de Intercambio de Londres (*London Internet Exchange*, LINX), <http://www.linx.net>

El Grupo de Operadores de Redes de Oriente Medio (*Middle East Network Operators' Group*, MENOG),
<http://www.menog.net>

El Centro de Recursos para Puesta en Marcha de Redes (*Network Startup Resource Centre*, NSRC), <http://www.nsrc.org>

El Grupo de Operadores de Redes de Norte América (*North American Network Operators' Group*, NANOG),
<http://www.nanog.net>

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo económico (*Organisation for Economic Co-operation and Development*, OECD),
<http://www.oecd.org>

Packet Clearing House (PCH), <http://www.pch.net>; Directorio de los IXP de PCH, <http://www.pch.net/ixpdir>

El Grupo de Operadores de Redes Sudasiáticas (*South Asian Network Operators' Group*, SANOG), <http://www.sanog.org>

Herramientas TIC de la Unidad InfoDev del Banco Mundial (*World Bank's InfoDev unit's ICT Toolkit*), <http://icttoolkit.infodev.org>

La Alianza Mundial para Servicios y Tecnología de la Información (*World Information Technology and Services Alliance*, WITSA), <http://www.witsa.org>