

Capítulo 1

Introducción

1. Introducción

Dentro de las dos últimas décadas, los avances en las comunicaciones han afectado nuestra vida diaria. En realidad, lo supiésemos o no, ahora los ordenadores han tomado un rol dominante en nuestras actividades diarias, e Internet ha reorientado completamente la forma en la que la gente trabaja, se comunica, y aprende.

Actualmente parece que se está saliendo de la crisis que ha afectado, en estos últimos años, al sector de las telecomunicaciones. Esto puede implicar que vuelva a haber dinero para inversiones y desde luego las tecnologías inalámbricas suponen un mercado en el que se prevé una gran inversión. Las comunicaciones inalámbricas han pasado de ser un servicio desconocido y poco claro a ser una tecnología ubicua que presta servicio al menos a la mitad de las personas de la tierra debido al gran impacto en el mercado que están sufriendo. Sin embargo, los cambios más severos en nuestra forma de vida parecen haber ocurrido en estos últimos años, y aun así estamos ante la llegada de la convergencia del mundo inalámbrico e Internet, lo que dará lugar a un gran cambio en el cual la ubicación inalámbrica será tan dominante como tener un lápiz y un papel. WiMAX, que es un estándar para Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (del inglés Worldwide Interoperability for Microwave Access), está a punto de traernos la revolución inalámbrica y de Internet a todos los dispositivos portátiles alrededor del mundo. Justo como cuando en 1940 y 1950 la emisión de la televisión cambió el mundo del entretenimiento, de la publicidad y nuestra estructura social, WiMAX está preparado para emitir Internet alrededor del mundo, y van a haber cambios espectaculares en nuestras vidas. En pocos años, WiMAX proporcionará las capacidades de Internet sin ningún cable, a todo lugar, ordenador portátil, teléfono o dispositivos portátiles.

En su forma más sencilla, WiMAX promete repartir Internet alrededor del mundo, conectando los lugares más apartados tanto en naciones desarrolladas como en naciones emergentes.

1.1. Redes de Telecomunicaciones : necesidad de nuevas formas de acceso

Para comprender el trabajo de las redes PSTN (Public Switched Telephone Network o red telefónica pública conmutada) es mejor ir viendo el funcionamiento de sus tres componentes más importantes: acceso, conmutación y transporte (figura 1).

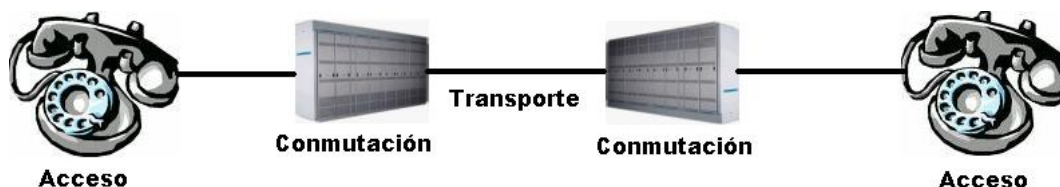


Figura 1. Red de telecomunicaciones PSTN.

Cada elemento ha evolucionado en los más de cien años de la historia de la PSTN. La parte de acceso se refiere a cómo un usuario accede a la red, la parte de conmutación comprende cómo una llamada es conmutada o enrutada a través de la red, y la parte de transporte se encarga de describir cómo una llamada viaja en la red. Esta red fue diseñada en un principio para soportar voz; más tarde, se introdujo el transporte de datos.

Como el tráfico de datos sobre la red PSTN creció, muchos usuarios que requerían una gran capacidad de datos vieron esta red inadecuada para transportar datos, de ahí la aparición de redes que únicamente transportaban datos. Tras esto los usuarios vieron limitaciones en una estructura que dependía de los cables, ya sean cables de fibra óptica, cables coaxial, o cables cruzados.

Mientras tanto las comunicaciones inalámbricas no eran nuevas (las radiocomunicaciones han sido usadas desde hace por lo menos un centenar de años), usar tecnologías inalámbricas significa evitar el monopolio del cableado, por lo que es realmente una gran oportunidad para la competencia y los usuarios de servicios de voz y datos. Desde su aparición como una alternativa a las redes cableadas, las redes inalámbricas tuvieron que luchar contra un enemigo fuerte en este tipo de comunicaciones como es la seguridad de los datos que viajan por el aire, este hecho ha impedido en muchos años su adopción masiva. No obstante poco a poco esta percepción ha ido cambiando en las empresas, pues día a día los fabricantes, en conjunto con los organismos internacionales, se han esforzado por propiciar la adopción de esta tecnología ofreciendo mayores mecanismos de seguridad que preserven la integridad de su información.

1.2. Redes inalámbricas de banda ancha

Los tres componentes de la red PSTN han sido reemplazados poco a poco por otras tecnologías y cambios en el ámbito regulatorio de las telecomunicaciones. Una muestra de esto son los sistemas de comunicación inalámbricos, que son muy utilizados como alternativa a las redes cableadas o como extensión de éstas y surgen para poder abaratar los elevados costes iniciales de despliegue de la red, ya que no necesitan cablear ninguna ciudad, sino que sólo necesitan el despliegue de estaciones bases y su conexión a la red externa.

Antes de adentrarnos en las comunicaciones inalámbricas de banda ancha, vamos a ver un repaso del estado de los accesos de banda ancha hoy en día. Básicamente predominan en el mercado dos tecnologías, tecnología DSL (Digital Subscriber Line) la cual ofrece banda ancha a través de cables de telefonía de par trenzado, y la tecnología cable módem la cual ofrece banda ancha a través de cable coaxial. Ambas tecnologías ofrecen hasta unos pocos megabits por segundo a cada usuario, y los continuos avances están haciendo posible ofrecer decenas de megabits por segundo.

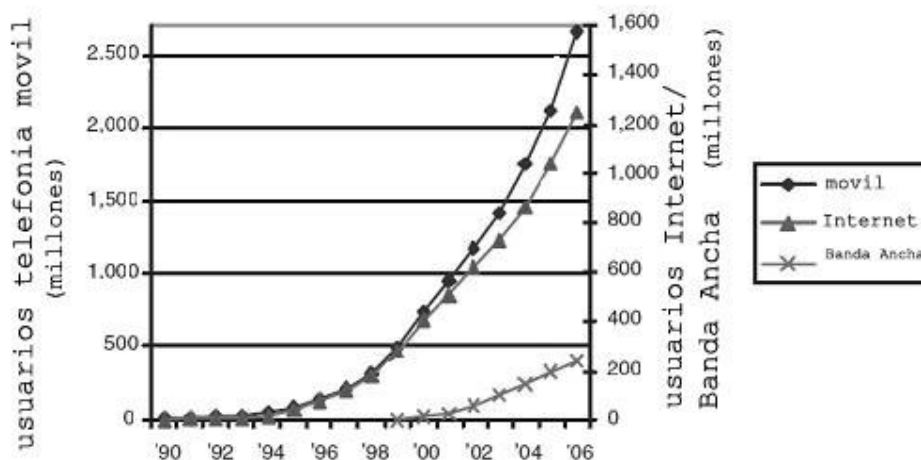


Figura 2. Evolución del número usuarios de telefonía móvil y banda ancha.

En el caso de las redes inalámbricas de banda ancha se hace referencia a la transmisión de datos a alta velocidad entre usuarios a través del medio aéreo que ocurre en una estructura compuesta por estaciones bases que dan el servicio y terminales suscritos a éste, por lo que la infraestructura al ser por aire es mínima.

Las comunicaciones inalámbricas de banda ancha se sitúan en la confluencia de dos de las crecidas más remarcables en la industria de las telecomunicaciones en estos años. Las tecnologías inalámbricas y las de banda ancha han sufrido una gran acogida en el mercado y los

servicios móviles inalámbricos han pasado de tener 11 millones de usuarios en el mundo en 1990 a ser más de 2 billones en el 2005. Durante ese mismo periodo, las conexiones a Internet han pasado de ser una utilidad académica a tener alrededor de un billón de usuarios. Este asombroso crecimiento de las conexiones a Internet está ligado a una mayor demanda de servicios de acceso a Internet de mayor velocidad, lo que conlleva a un crecimiento en la adopción de banda ancha. En menos de una década, las suscripciones de banda ancha en el mundo han crecido hasta 200 millones.

El acceso de banda ancha no solo provee una navegación Web y una bajada de archivos más rápida, sino que también facilita el uso de diferentes aplicaciones multimedia, como el flujo de audio y de vídeo en tiempo real, las videoconferencias y los juegos interactivos. Las conexiones de banda ancha también son usadas para la telefonía mediante la tecnología de voz sobre IP (VoIP). Más avances en los sistemas de banda ancha, como FTTH (fibra hasta el hogar) y el VDSL (DSL de muy alta tasa de transferencia), permiten el uso de aplicaciones como la televisión en demanda (VoD) o la televisión de gran definición (HDTV). A medida que el mercado crece van surgiendo nuevas aplicaciones, y va siendo cada vez más difícil saber cuáles van a tener éxito en el futuro.

Hasta hace poco con la tecnología existente era prácticamente imposible hacer una red inalámbrica que permitiera a los usuarios una transmisión veloz a bajo coste. Recientemente, con la publicación del estándar 802.16, varía el ámbito de las redes inalámbricas obteniendo la madurez necesaria para poder ofrecer redes con una cobertura mayor para poder cubrir toda una ciudad (redes MAN). Por tanto, será una gran competidora a la fibra óptica, el híbrido coaxial-fibra, a DSL, a T1/E1, y a mayor magnitud, a satélites de banda ancha.

1.3. Tipos de redes inalámbricas

Las tecnologías inalámbricas van desde redes de voz y datos globales, que permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas a través de largas distancias, hasta las tecnologías de luz infrarroja y radiofrecuencia que están optimizadas para conexiones inalámbricas a distancias cortas. Entre los dispositivos comúnmente utilizados para la interconexión inalámbrica se encuentran los equipos portátiles, equipos de sobremesa, asistentes digitales personales (PDA) y teléfonos móviles.

Para reducir los costes, asegurar la interoperabilidad y promover la adopción general de tecnologías inalámbricas, organizaciones como el IEEE (Institute of Electrical and Electronics Engineers), el Grupo de trabajo de ingeniería de Internet (IETF), Wireless Ethernet Compatibility

Alliance (WECA) y la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) están participando en varios grandes proyectos de estandarización.

Hay diferentes tipos de redes inalámbricas con usos y características completamente diferentes, estos tipos se pueden agrupar en tres categorías principales en función de las distancias a través de las que se pueden transmitir los datos y que vamos a ver a continuación.

1.3.1. Redes de área extensa inalámbricas (WWAN)

Las tecnologías WWAN permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas a través de redes remotas públicas o privadas. Estas conexiones pueden mantenerse a través de áreas geográficas extensas, como ciudades o países, mediante el uso de antenas en varias ubicaciones o sistemas satélite que mantienen los proveedores de servicios inalámbricos. Las tecnologías WWAN actuales se conocen como sistemas de segunda generación (2G) y de tercera generación (3G). Entre los sistemas 2G principales se incluyen el Sistema Global para las Comunicaciones Móviles (GSM), los Paquetes de Datos Celular Digital (CDPD), y el Acceso Múltiple por División de Código (CDMA). Los esfuerzos van encaminados a la transición desde redes de segunda generación, algunas de las cuales tienen capacidades limitadas de movilidad y son incompatibles entre sí, a tecnologías de tercera generación que siguen un estándar global y proporcionarían capacidades de movilidad internacional.

1.3.1.1. 3G Tercera generación de telefonía móvil

En todo el mundo, los operadores móviles están actualizando sus redes a tecnología 3G para poder ofrecer a sus usuarios aplicaciones de banda ancha. Los operadores móviles que usan GSM están desplegando tecnología UMTS (Universal Mobile Telephone System) y HSDPA (High Speed Downlink Packet Access) como parte de su evolución en la 3G. Los operadores que usan CDMA están implementando 1xEV-DO (1x Evolution Data Optimized) como su solución 3G para datos de banda ancha. En China y partes de Asia, varios operadores ven la tecnología TD-SCDMA (Time Division-Synchronous CDMA) como su solución 3G. Todas estas soluciones 3G proporcionan tasas de transferencias de datos desde varios cientos de kilobits por segundo hasta varios megabits por segundo. Vamos a ver las características de estas tecnologías:

- HSDPA es una interfaz aérea con un único enlace descendente incluida en las especificaciones Release 5 de UMTS de la 3GPP (Third-Generation Partnership Project). HSDPA es capaz de proporcionar una tasa de datos máxima de 14.4Mbps, usando un canal de 5Mhz. La tasa típica que los usuarios alcanzan está entre el rango de 250Kbps y los 750Kbps. Debe remarcar que HSDPA es un nuevo canal compartido en el enlace descendente (downlink); por lo tanto hasta que no sea implementado un enlace ascendente (uplink), la máxima tasa de transferencia que se puede alcanzar en el enlace ascendente será mucho menos de 384Kbps, en la

mayoría de los casos conseguirá alcanzar una tasa entre los 40Kbps y los 100Kbps. Una versión del enlace ascendente es HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access), que soporta una tasa máxima de hasta 5.8Mbps y esta estandarizada como parte de la especificación Release 6 de la 3GPP; un gran despliegue de esta tecnología está prevista. Nos referimos a ambas tecnologías a la vez HSDPA y HSUPA como HSPA (High-Speed Packet Access).

- 1x EV-DO es un estándar de datos a gran velocidad definida como una evolución de los sistemas de segunda generación CDMA por parte de la organización de estándares 3GPP2. Este estándar soporta una tasa máxima en el enlace descendente de 2.4Mbps en un canal de 1.25MHz. Las tasa de datos alcanzadas por lo usuarios oscila entre los 100Kbps y los 300Kbps. La revisión A de la 1x EV-DO alcanza una tasa máxima de 3.1Mbps para un usuario móvil; la revisión B alcanzara los 4.9Mbps. Estas versiones pueden soportar a su vez una tasa en el enlace ascendente de hasta 1.8Mbps. La revisión B también tiene opciones para operar usando un mayor ancho de banda de canal (de hasta 200MHz), ofreciendo hasta 73Mbps en el enlace descendente y 27Mbps en el enlace ascendente.

Además de proveer servicios de datos a gran velocidad, los sistemas 3G están evolucionando para dar soporte a servicios multimedia. Se está trabajando para que se pueda soportar servicios de voz y video sobre IP, así como servicios de difusión y multipunto sobre las redes UMTS/HSPA.

1.3.2. Redes de área metropolitana inalámbricas (WMAN)

Las tecnologías WMAN utilizan ondas de radio o luz infrarroja para transmitir los datos y permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas entre varias ubicaciones dentro de un área metropolitana (por ejemplo, entre varios edificios de oficinas de una ciudad o en un campus universitario), sin el alto coste que supone la instalación de cables de fibra o cobre y el alquiler de las líneas. Además, WMAN puede servir como copia de seguridad para las redes con cable, en caso de que las líneas alquiladas principales para las redes con cable no estén disponibles.

Las redes de acceso inalámbrico de banda ancha, que proporcionan a los usuarios acceso de alta velocidad a Internet, tienen cada vez mayor demanda. Aunque se están utilizando diferentes tecnologías, como el servicio de distribución multipunto de canal múltiple (MMDS), los servicios de distribución multipunto locales (LMDS) y el grupo de trabajo de IEEE 802.16 (WiMAX) para los estándares de acceso inalámbrico de banda ancha sigue desarrollando especificaciones para normalizar el desarrollo de estas tecnologías.

1.3.2.1. LMDS

Tecnología inalámbrica de última generación propia de cada fabricante, lo que significa que no está estandarizada lo que conlleva a precios más elevados y la imposibilidad de elegir libremente el proveedor de los servicios. Su capacidad es de unos 8Mbps y trabaja en una banda con licencia (a diferencia WiMAX puede trabajar en banda sin licencia), y para la transmisión es necesaria visión directa entre el emisor y el receptor. La distancia del enlace puede ir desde los 100 metros hasta los 35 kilómetros dependiendo de la sensibilidad de las unidades de abonado y la calidad de servicio a ofrecer.

Está concebida de una manera celular, esto es, existen una serie de antenas fijas (no móviles) en cada estación base, que son los sectores que prestan servicio a determinados núcleos poblacionales (usuarios agrupados geográficamente dentro de una determinada zona de cobertura), lo cual resulta muy apetecible para las operadoras, puesto que se evitan los costosos cableados de fibra óptica o de pares de cobre necesarios para dar cobertura a zonas residenciales/empresariales. Así por ello, es muy fácil y rápido desplegar esta tecnología por la zona, ya que sólo requiere de una o varias estaciones base, de antenas colocadas estratégicamente en los emplazamientos de las estaciones base, y de circuitos troncales punto a punto para interconectar las bases entre sí, asegurando la escalabilidad de la red montada según demanda geográfica o de mercado

No obstante, cada vez está siendo más utilizada la tecnología portátil WiMAX, que funciona con LMDS.

1.3.2.2. WiMAX

Esta nueva norma de la IEEE viene a mejorar los diferentes estándares 802.11 (Wi-Fi) en cuanto a ancho de banda y en alcance y permite movilidad con respecto a la tecnología LMDS.

Mientras Wi-Fi está pensado para oficinas o zonas de cobertura relativamente pequeña, WiMAX nos ofrece una alta tasa de transferencia de 70Mbps, a distancias de hasta 70Kms. Esta mayor cobertura permitirá a los proveedores de servicios ofrecer acceso a Internet de banda ancha sin tener que tender el cable físico hasta el final y permite a los usuarios estar siempre conectado y disfrutar de banda ancha real incluso en movimiento. Ya más adelante se explicará con más detalle, al ser ésta la red a tratar en este proyecto.

En adicción con las soluciones de propietarios, hay soluciones alternativas basadas en estándares que se solapan con WiMAX, particularmente aquellas que son para aplicaciones móviles y portátiles. Las alternativas más significativas son la tercera generación de telefonía móvil y el sistema Wi-Fi basado en la IEEE 802.11.

1.3.3. Redes de área local inalámbricas (WLAN)

Las tecnologías WLAN permiten a los usuarios establecer conexiones inalámbricas dentro de un área local (por ejemplo, un edificio corporativo o campus empresarial, o en un espacio público como un aeropuerto). Las WLAN se pueden utilizar en oficinas temporales u otros espacios donde la instalación de extenso cableado sería prohibitivo, o para complementar una LAN existente de modo que los usuarios pueden trabajar en diferentes lugares dentro de un edificio. Las WLAN pueden operar de dos formas distintas. En las WLAN de infraestructura, las estaciones inalámbricas se conectan a puntos de acceso inalámbrico que funcionan como puentes entre las estaciones y la red troncal existente. En las WLAN de igual a igual (ad hoc), varios usuarios dentro de un área limitada, como una sala de conferencias, pueden formar una red temporal conectándose entre sí directamente sin utilizar puntos de acceso, si no necesitan obtener acceso a recursos de red.

1.3.3.1. Wi-Fi

Son las iniciales de Wireless Fidelity, representa a un conjunto de estándares para redes inalámbricas basado en el IEEE 802.11, o Ethernet Inalámbrica. 802.11b, 802.11a, 802.11g, 802.11h, 802.11i y 802.11e hacen referencia a cómo se ha implementado dicha red según sus diferentes características en frecuencia, velocidad de transmisión, seguridad, etc.

El primero en aprobarse fue el 802.11b. Con unas velocidades de transferencia de 11Mbps y funcionando en el rango de 2.4GHz surgieron graves problemas de interferencia con Bluetooth, además que esta frecuencia pronto estaría colapsada con las nuevas tecnologías.

Fue entonces cuando se necesitó del desarrollo del 802.11a, que funciona en los 5GHz y ofrecía velocidades de transmisión de 54Mbps. Pero en Europa hubo un problema con este estándar: esta banda estaba destinada para uso militar; así mientras EEUU y Japón desplegaban dicha red con mucha fuerza, Europa no ha podido hacerlo hasta que no ha sido liberada dicha banda, limitándose además a una potencia determinada.

Ante este problema, los fabricantes no se dieron por vencidos y respondieron con la 802.11g que trabajando a 2.4GHz y siendo compatible con la 802.11b, ofrecía igual velocidad de transmisión que la 802.11a, aunque esta última era una mejor tecnología.

Los demás estándares son mejoras de los anteriores. La seguridad es la clave principal de la 802.11i, que incluye mejoras en los sistemas de encriptación de datos que se envían a través de la red inalámbrica. La 802.11f habla de una especie de roaming que define la intercomunicación entre puntos de acceso de distintos fabricantes.

1.3.4. Redes de área personal inalámbricas (WPAN)

Las tecnologías WPAN permiten a los usuarios establecer comunicaciones inalámbricas ad hoc para dispositivos (como PDA, teléfonos móviles y equipos portátiles) que se utilizan dentro de un espacio operativo personal (POS). Un POS es el espacio que rodea a una persona, hasta una distancia de 10 metros. Actualmente, las dos tecnologías WPAN principales son Bluetooth y los infrarrojos. Bluetooth es una tecnología de sustitución de cables que utiliza ondas de radio para transmitir datos a una distancia de hasta 100 metros. Los datos de Bluetooth se pueden transferir a través de paredes, bolsillos y maletines. El desarrollo de la tecnología de Bluetooth lo dirige el Grupo de interés general (SIG) de Bluetooth, que publicó la especificación de la versión 1.0 de Bluetooth en 1999. Otra posibilidad que tienen los usuarios para conectar dispositivos en un radio de acción muy cercano (1 metro o menos) es crear vínculos de infrarrojos.

Para normalizar el desarrollo de tecnologías WPAN, el IEEE ha establecido el grupo de trabajo 802.15 para las WPAN.

1.3.4.1. Bluetooth

Es una tecnología de área personal desarrollada por el grupo de interés general de Bluetooth fundado en 1998 por Ericsson, IBM, Intel, Nokia y Toshiba. Es un estándar abierto para la transmisión de corto alcance de voz digital y datos entre dispositivos móviles y PCs de sobremesa.

Proporciona una velocidad de transferencia de datos de 720Kbps en un rango de entre 10 y 100 metros. A diferencia de los rayos infrarrojos que necesitan estar un dispositivo en frente del otro, Bluetooth opera con onda de radio omnidireccional que puede transmitirse a través de paredes y otras barreras que no sean metálicas. Utiliza la banda de los 2.4GHz, que como más adelante se comentará es una banda libre (sin licencia a pagar, y sin necesidad de pedir ningún permiso), y que si hubiera interferencia con otros dispositivos la transmisión no se detiene aunque sí se ralentizaría. Para hacer Bluetooth lo más robusto posible, la banda que en que se opera está dividida en canales de espacios de 1MHz que transportan datos a 1Mbps. Esto se logra usando el esquema de modulación GFSK (Gaussian Frequency Shift Keying). Después de cada paquete los dos dispositivos reajustan sus radios a una frecuencia diferente, saltando efectivamente de canal a canal; esto se conoce como FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum). Por esto, si una transmisión se ve afectada por interferencia en un canal, la retransmisión estará siempre en un diferente canal.

Por tanto la tecnología Bluetooth ofrece la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre nuestros equipos personales sin necesidad de cables y conectores entre ellos. Los dispositivos que con mayor intensidad utilizan esta tecnología son las PDAs, los teléfonos móviles, los equipos portátiles y de sobremesa, las impresoras y cámaras digitales.

1.3.4.2. UltraWideBand (UWB)

Esta tecnología usa menos energía y proporciona mayor velocidad que Wi-Fi o Bluetooth, de hecho es casi mil veces más rápida que Wi-Fi. Está más enfocado a su utilización en el hogar, donde un mismo emisor podrá mandar diferentes señales, tanto de música como de video, a diferentes receptores asociados a determinados dispositivos de consumo. Está diseñado idealmente para la transferencia inalámbrica de contenido multimedia de alta calidad como pasar videos desde la grabadora de video digital a un televisor de alta definición, o conectar de forma inalámbrica un PC portátil con un proyector en una sala de conferencias para realizar una presentación.

Fue inventada por Gerald Ross, de la compañía Sperry Rand Corporation, a finales de los años sesenta con fines militares. Posteriormente, esta tecnología pasó a estar también a disposición de la policía y no ha sido hasta febrero de 2002 cuando la Comisión Federal de Comunicaciones de Estados Unidos (FCC) aprobó la UWB para aplicaciones de corto alcance. Sin embargo, hasta 2008 no se espera que esté disponible a nivel comercial.

En términos prácticos, UWB permitirá transmitir el contenido completo de un PC a otro en un par de minutos.

