



## **INFORMÁTICA**

### **ESTUDIO DE CASO: SISTEMAS INFORMÁTICOS EN LOS AEROPUERTOS**

Para usar en mayo de 2010, noviembre de 2010, mayo de 2011 y noviembre de 2011

---

#### **INSTRUCCIONES PARA LOS ALUMNOS**

- Este cuaderno de estudio de caso es necesario para la Prueba de Nivel Superior 2 y para la Prueba de Nivel Medio 2 de los exámenes de Informática.

## *Contenidos*

INTRODUCCIÓN .....	3
REDES .....	3
INTEGRACIÓN .....	3
BREVE DESCRIPCIÓN DE CADA SISTEMA .....	3
SEGURIDAD DE LA RED .....	4
SEGURIDAD EN LOS AEROPUERTOS.....	5
EMPLEADOS .....	5
PASAJEROS.....	6
FACTURACIÓN.....	7
CONTROL DEL TRÁFICO AÉREO .....	8
MANEJO DE EQUIPAJES: DISEÑO DE SOFTWARE .....	9
SISTEMAS DE RESERVA .....	10
SERVICIOS AL PASAJERO .....	11
PANTALLAS .....	11
ANUNCIOS.....	11
WI-FI .....	12
¿DEPENDEMOS DEMASIADO DE LOS SISTEMAS INFORMÁTICOS? .....	13
APÉNDICE I – ABREVIATURAS USADAS EN EL ESTUDIO DE CASO.....	14
APÉNDICE II – BIBLIOGRAFÍA .....	15

## Sistemas informáticos en los aeropuertos

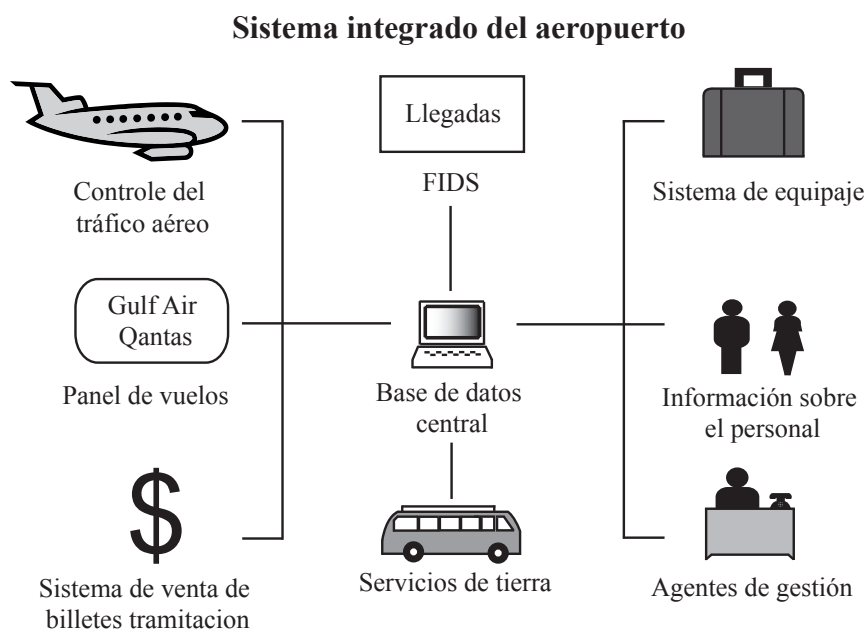
### Introducción

Los aeropuertos modernos dependen en gran medida de los sistemas informáticos que proveen las facilidades necesarias para un acceso seguro y eficiente al viaje aéreo, a la vez que hacen del aeropuerto un entorno agradable para los pasajeros. En este estudio de caso se exploran algunas de las áreas que usan este tipo de sistemas.

### Redes

### Integración

Se han desarrollado sistemas informáticos que integran todas las áreas de un aeropuerto moderno. Todas estas áreas (o módulos) están enlazadas a través de una red a potentes servidores (ver diagrama posterior).



### Breve descripción de cada sistema

Control del tráfico aéreo	Controla el espacio aéreo alrededor del aeropuerto, incluidos el aterrizaje y el despegue
Sistema de equipaje	Movimiento de equipajes en el aeropuerto
Sistema de venta de billetes	Calcula las tarifas de las aerolíneas
FIDS	Pantallas de información sobre vuelos
Planes de vuelo	Detalles de los vuelos de cada aerolínea
Servicios de tierra	Servicio de comidas, uso de autobuses, reabastecimiento de combustible, etc.
Agentes de gestión	Facturación de la aerolínea y otros servicios
Información sobre el personal	Información sobre el personal del aeropuerto

La complejidad de las redes informáticas que controlan los aeropuertos modernos puede apreciarse observando algunos de los detalles técnicos de la Terminal 5 (T5) del aeropuerto de Heathrow, Londres, que fue inaugurada a comienzos del 2008 y fue diseñada para manejar hasta 30 millones de pasajeros por año.

La columna vertebral de banda ancha de la red de comunicaciones de la terminal contiene más de 2500 km de cable, que conectan entre sí dos centros de datos principales y 66 centros de comunicaciones secundarios. Más de 9000 dispositivos diferentes están conectados a la red, que usa el protocolo de Internet (IP) para soportar sistemas de transmisión de voz y de datos.<sup>1</sup>

En la T5 está ubicado también un nuevo centro de control que regirá todo el aeropuerto. Este centro controlará el movimiento de aviones de y hacia el aeropuerto, las comunicaciones con las tripulaciones de los aviones y los movimientos de estos en tierra. Se planea que la nueva torre de control funcione en paralelo con el centro de control ya existente durante tres meses antes de realizar la transferencia definitiva del comando.<sup>2</sup>

Todos los sistemas fueron verificados durante los seis meses previos a la apertura de la terminal para lo cual fueron reclutadas 16 000 personas, para actuar como “pasajeros”.

## **Seguridad de la red**

Cualquier falla de la protección de la red contra un error accidental o deliberado podría tener efectos gravísimos en el funcionamiento de la red. Si los distintos sistemas están integrados en una red, deben tomarse las precauciones oportunas para que un fallo en una sección no tenga efectos similares en otros segmentos de la red.

Algunas partes del sistema son críticas en cuanto a la seguridad, como el control del tráfico aéreo (ver página 8). Una falla, aún en un sistema que no sea crítico con respecto a la seguridad, como el de manejo del equipaje podría detener el funcionamiento efectivo del aeropuerto.

Las redes de aeropuertos también deberían estar protegidas de peligros potenciales de la Internet, a la que están conectadas a través de una pasarela.

Hay que considerar el uso de varios sistemas de respaldo de seguridad. Por ejemplo, algunos aeropuertos instalan enlaces de fibra óptica entre el cuarto del servidor y la torre de control, para que los controladores estén conectados aunque se produzca un corte en una línea.

---

<sup>1</sup> <http://www.pcw.co.uk/computing/analysis/2187576/pilots-t5-technical-systems>

<sup>2</sup> <http://www.airport-technology.com/features/feature916/>

## ***Seguridad en los aeropuertos***

La seguridad en un aeropuerto se puede dividir en tres áreas:

- seguridad del perímetro del aeropuerto
- seguridad para el aeropuerto en sí mismo
- seguridad en cada avión.

Las cámaras de la televisión por circuito cerrado se usan ampliamente dentro de los aeropuertos para controlar el perímetro y el interior del mismo. Las imágenes son controladas por el personal de seguridad y se pueden almacenar digitalmente, para reproducirlas posteriormente. Algunas cámaras pueden captar infrarrojos. Se han desarrollado sistemas expertos que intentan reconocer “comportamientos no habituales” dentro de los edificios del aeropuerto.

## **Empleados**

Cada persona que trabaja en un aeropuerto, ya sea personal del aeropuerto, empleado de alguna de las muchas tiendas o restaurantes o personal de las aerolíneas debe tener una acreditación de seguridad para poder entrar en cada área del interior del aeropuerto. Cada área del interior del aeropuerto puede “aislarse” del resto y se requiere algún tipo de identificación para pasar desde un área a otra. Un dispositivo de seguridad instalado junto a cada punto de acceso o puerta podrá verificar la identidad de un empleado en un sistema.

Estos identificadores pueden ser tarjetas inteligentes conectadas a algún tipo de sistema de identificación biométrica como las siguientes:

- identificación del iris
- huellas digitales
- geometría de manos
- reconocimiento de voz
- reconocimiento facial
- patrones oculares de la retina
- identificación de firma.

Cada sistema funciona digitalizando algunas características de la función usada y almacenando dichas características como si fuera un registro para cada individuo. Cada punto de seguridad del aeropuerto contará con un dispositivo biométrico que podría ser un sistema autónomo que comparase los datos biométricos de la persona con los datos de la tarjeta inteligente. Alternativamente el dispositivo también podría estar conectado a una base de datos central.



La tecnología de huellas digitales se ha usado durante mucho tiempo y está, por tanto, considerablemente avanzada. No obstante, hay formas de burlar este sistema. La identificación del iris puede ofrecer un medio más seguro en el futuro, ya que resulta difícil de falsificar y se la considera una de las tecnologías biométricas más exactas. Funciona dividiendo en secciones una imagen del iris y convirtiendo los patrones que encuentra en cada sección en expresiones matemáticas.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <http://www.idlane.com/technology.htm>

## Pasajeros

Los pasajeros están obligados a llevar consigo algún medio de identificación (normalmente un pasaporte) para embarcar en el avión. La aerolínea, de esta forma, identifica al viajero con una reserva concreta. Respecto a la seguridad o los servicios de inmigración, esto determina si la persona podrá continuar o no su viaje. Los pasaportes modernos se pueden pasar por un escáner, permitiendo que los datos del mismo se contrasten con los datos de una base de datos central.

Los aeropuertos están considerando añadir otra capa de seguridad respecto de los pasajeros. Considere el artículo siguiente extraído del periódico *The Guardian*.

### Cómo el etiquetado de pasajeros podría mejorar la seguridad de los aeropuertos

Viernes 13 de octubre de 2006

Alok Jha, corresponsal científico del periódico *The Guardian*

Pronto, los viajeros que ingresen a los aeropuertos podrían ser etiquetados electrónicamente en un intento de mejorar la seguridad. La tecnología consistiría en usar pulseras o tarjetas de embarque incrustadas con chips informáticos y permitiría a las autoridades registrar los movimientos de los pasajeros en los edificios de la terminal.

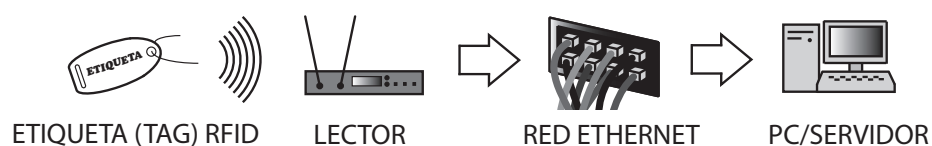
Paul Brennan, ingeniero electrónico del University College de Londres, que encabeza el trabajo en el sistema Optag (financiado por la Unión Europea), afirma que se combinarán imágenes de video panorámicas de alta resolución con etiquetas de identificación por frecuencia de radio (RFID) para mejorar la seguridad y la eficiencia en los aeropuertos. “Funcionaría si cada pasajero recibiera una etiqueta que permitiera su localización con una precisión de un metro”, afirmó. “Los datos de video y de las etiquetas se pueden combinar para ofrecer una capacidad de vigilancia muy poderosa.”

Las etiquetas RFID funcionan emitiendo un breve mensaje de radio al ser sondeadas por un lector de etiquetas electrónicas. El doctor Brennan afirma que los chips RFID Optag no almacenarán ningún detalle personal.

“Emiten un identificador único que posteriormente se cruza con la información del pasajero que ya está en el sistema, probablemente el nombre y el número de vuelo del pasajero. Tal vez en un futuro esto se podría extender a aspectos como la biometría.” Las etiquetas estarían conectadas a una red de cámaras de televisión por circuito cerrado que se podría usar para controlar el movimiento de personas en los edificios de la terminal.

Según el Dr. Brennan: “Puede facilitar el seguimiento preciso de ciertos individuos si hay indicios de que suponen algún tipo de riesgo. Podría ayudar a evacuar el aeropuerto. Podrían facilitar una rápida ubicación de los niños perdidos.”

Optag también podría asegurar que los pasajeros embarcaran a tiempo. El doctor Brennan afirma que los retrasos en los vuelos cuya causa es la tardanza de los pasajeros tienen un coste para las aerolíneas de 100 millones de euros al año en Europa.<sup>4</sup>



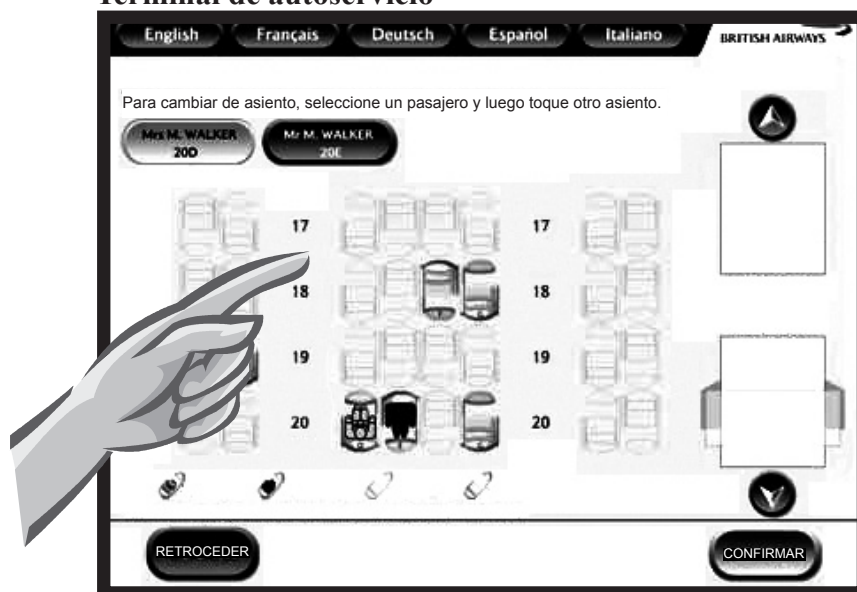
<sup>4</sup> Periódico *The Guardian*, viernes 13 de octubre de 2006

## Facturación

Las aerolíneas están buscando formas de usar sistemas informáticos para acelerar el proceso de facturación. Varias líneas aéreas permiten que sus pasajeros impriman sus propias tarjetas de embarque desde su casa, evitándoles tener que pasar por el proceso normal de facturación del aeropuerto en caso de que lleven sólo equipaje de mano.

Otras ofrecen terminales de autoservicio de facturación, lo que resulta una alternativa rápida, fácil de operar y segura a los mostradores tradicionales. Estos terminales de autoservicio son terminales informáticos que están conectados al sistema informático de la línea aérea. Permiten seleccionar el asiento e imprimir la tarjeta de embarque y en algunos casos realizar cambios en el programa de viaje.

### Terminal de autoservicio



[Fuente: Adaptado de [http://www.britishairways.com/travel/sscidemo7/public/en\\_gb](http://www.britishairways.com/travel/sscidemo7/public/en_gb)]

## Control del tráfico aéreo

“El control del tráfico aéreo (ATC: *Air Traffic Control*) es un servicio que prestan los controladores en tierra, que dirigen los aviones en el aire y en tierra. La principal tarea de un controlador es separar ciertos aviones para evitar que se acerquen demasiado entre sí. Entre las tareas secundarias se incluye garantizar que el tráfico aéreo fluya en forma segura, ordenada y rápida, y ofrecer información a los pilotos acerca del tiempo y la navegación.”<sup>5</sup>

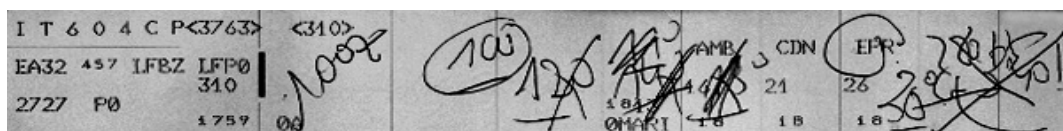
El ATC también actualizará los ficheros de detalles de cada vuelo en el servidor principal, lo que a su vez actualizará los sistemas de visualización de información sobre los vuelos en el aeropuerto y, probablemente, hará que se emitan anuncios para los pasajeros.

El ATC también ha visto la amplia integración de los sistemas informáticos, fundamentalmente para permitir el aumento en el tráfico aéreo, manteniendo simultáneamente los mismos niveles elevados de seguridad. Este proceso, sin embargo, ha suscitado una pregunta interesante: ¿Pueden todos los sistemas (manuales) informatizarse correctamente?

Los controladores de tráfico aéreo trabajan en centros que controlan una determinada área del espacio aéreo. Trabajan con los aviones que entran en el espacio aéreo, monitoreando la posición de estas aeronaves mediante un radar y manteniendo contacto con los pilotos por radio. Siempre que un avión entra en el espacio aéreo, un computador imprime una banda de papel que contiene detalles acerca de la aeronave (tipo, aeropuertos de salida/llegada, número de vuelo, número de identificación, etc.) y de sus planes de vuelo (velocidad, trayectoria, altitud, etc.).

El controlador, al oír la impresora, tomará la banda y la ubicará junto a otras bandas, que representan las otras aeronaves que están bajo su control. Mientras cada aeronave pasa a través del sector, el controlador agregará anotaciones varias veces en cada banda, a mano, indicando por ejemplo los cambios de altura, el paso del control a otro centro, etc. Una banda termina, normalmente, con varias anotaciones, todas a mano. También modificará la posición de las bandas, agrupando las aeronaves que estén cercanas entre sí, o disponiéndolas en grupos en función del sector en que se encuentren. Cuando una aeronave salga de su control (por ejemplo, cuando haya aterrizado), la banda correspondiente se elimina.

A continuación se muestra un ejemplo de banda de vuelo anotada:



[Fuente: [http://perso.tls.cena.fr/chatty/biblio/CHI96/sc\\_txt.htm](http://perso.tls.cena.fr/chatty/biblio/CHI96/sc_txt.htm)]

Se ha invertido una gran cantidad de dinero en desarrollar software para sustituir las bandas de papel, pero muchos controladores permanecen reacios a cambiar un sistema que se ha mostrado tan fiable en un área de seguridad tan crítica como el control de los vuelos.

“A los controladores aéreos les gustan las bandas de vuelo en papel. La interfaz es familiar, fácil de usar, ayuda a los controladores a entender instantáneamente el estado actual del tráfico y les permite comunicarse sin interrumpirse unos a otros.”<sup>6</sup>

Concretamente, les preocupa que manipular una interfaz de usuario de un computador les distraiga de sus tareas y que los datos importantes actualizados automáticamente en la pantalla de un computador pasen inadvertidos.

<sup>5</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Control\\_del\\_tr%C3%A1fico\\_a%C3%A9reo](http://es.wikipedia.org/wiki/Control_del_tr%C3%A1fico_a%C3%A9reo)

<sup>6</sup> Wendy E. MacKay, University of Aarhus



## ***Manejo de equipajes: Diseño de software***

La principal función de un sistema de manejo de equipajes es transportar maletas rápidamente desde un punto de entrada de equipaje (p. ej. un mostrador de facturación) hasta un punto de salida predeterminado (p. ej. en un contenedor para cargarlo en el avión). Más abajo se esbozan algunas partes del ciclo de vida del sistema para el diseño del sistema de equipaje del aeropuerto londinense de Heathrow (Terminal 5).

### ***Especificaciones de requisitos***

Las especificaciones se deben consensuar entre los dos accionistas mayoritarios, la compañía que gestiona el aeropuerto (British Airports Authority) y la aerolínea que va a usar la nueva terminal en exclusiva (British Airways).

Entre el momento en que la maleta entra en el sistema y la llegada a su destino en el aeropuerto se aplican varios procesos a dichas maletas. Entre ellos:

- identificación automática a partir de la etiqueta
- escaneo de explosivos (por máquinas automáticas de escaneo de equipajes en línea)
- almacenamiento adicional previo (si los pasajeros llegan con excesiva antelación al vuelo)
- codificación manual (para resolver problemas con la información de maletas)
- clasificación en posiciones de carga asignadas dentro del avión (clasificación automática)
- seguimiento rápido (para maletas de última hora que requieren un procesamiento urgente)
- manipulación manual (para grandes maletas: y sistemas de carga y descarga)
- reconciliación (comprobar que las maletas tienen la autorización para ser cargadas en el avión, por ejemplo, para evitar que una maleta viaje sin su dueño).<sup>7</sup>

### ***Problemas de desarrollo***

Algunos de los posibles problemas son:

- el uso de equipos de muchos diferentes proveedores
- el uso de un diseño completamente nuevo
- la envergadura del proyecto, con un ciclo de vida de 7 años, lo que implica que las especificaciones pueden cambiar.

### ***Pruebas***

Como el sistema estará en operación 24 horas al día, es esencial que se realicen pruebas extensas y detalladas antes de la instalación. Estas pruebas incluyen el uso de simuladores de manejo de equipaje en realidad virtual de 3D.



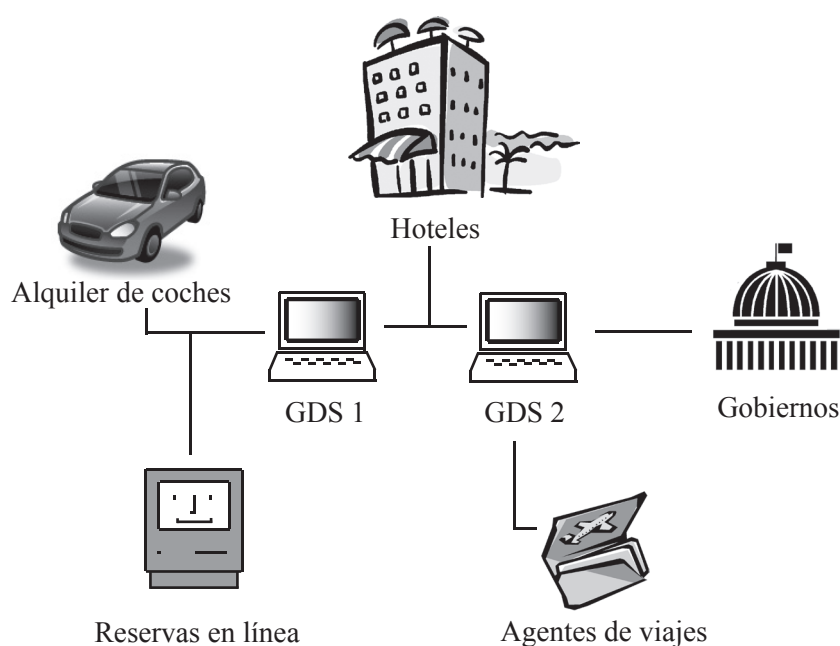
<sup>7</sup> [http://newsweaver.ie/qualtech/e\\_article000776781.cfm?x=b11](http://newsweaver.ie/qualtech/e_article000776781.cfm?x=b11)

## Sistemas de reserva

Cuando un cliente reserva un vuelo, se crea un “registro personal de pasajero” (PNR: *Passenger name record*), que contiene información sobre el vuelo y detalles personales de quién viajará en él. Si se alquila un coche o se reserva un hotel al mismo tiempo, esta información también se almacena en el PNR.

Pocas aerolíneas almacenan estos registros en su propio sistema, sino que eligen suscribirse a un sistema de distribución global (GDS: *Global distribution system*), que es una organización que almacena detalles de vuelos y PNR para varias aerolíneas en sus bases de datos. Hoy en día hay cuatro GDS principales: Amadeus, Galileo, Sabre y Wordspan. Los agentes de viaje están conectados a estos GDS a través de redes de área ancha (WAN: *Wide area network*).

### Los datos de un PNR provienen de varias fuentes



Estos GDS usan un formato similar para sus registros, de forma que la información puede intercambiarse entre ellos. Esto permite que los sistemas informáticos de reservas contraten vuelos usando una o varias aerolíneas con un mínimo retraso. En los últimos años, algunos gobiernos han solicitado que se añada información personal más detallada a un PNR. Se ha llegado a un acuerdo, para inquietud de las organizaciones de derechos humanos, por el cual la información de estos registros puede ser accesible para los gobiernos y usarse para combatir ciertos delitos graves.

Un PNR podría, por tanto, contener detalles sobre tarjetas de crédito, direcciones, números de teléfonos, contactos de emergencia, información sobre personas que viajan juntas, preferencias personales (como la elección de comidas), detalles de condiciones de salud y otras datos similares.

## Servicios al pasajero

### Pantallas

La información se transmite a los pasajeros a través de las pantallas (sistemas de visualización de información de vuelos) o mediante anuncios públicos.

LLEGADAS		Fecha: 29 de julio Hora: 11:38:00		
No. VUELO	HORA	PROCEDENTE	INFORMACIÓN DEL VUELO	
RE 311	11:30	DUBLÍN	ATERRIZADO	11:28
GR 067	11:35	GUERNSEY	ATERRIZADO	11:35
EZY 359	11:50	GLASGOW	ESPERADO	11:55
FCA 101	12:10	RODAS	RETRASADO	12:55
KL 227	12:22	AMSTERDAM	ESPERADO	12:28
OL 863	12:56	HAMBURGO	RETRASADO	13:43
EZY 797	13:12	MÁLAGA	ESPERADO	13:14
SN 257	13:20	BRUSELAS	ESPERADO	13:20
AF 263	13:35	PARÍS		
EZY 179	13:42	EDINBURGO		
EZY 479	13:48	VALENCIA		

Sr. Wallace, que espera al Sr. Jones en el vuelo EZY 359 de Glasgow, por favor, dirijase al Mostrador de Información del aeropuerto.

Cada vuelo se clasifica automáticamente como llegada o como partida y se incluye en el conjunto de páginas adecuado para mostrar las llegadas y partidas en todas las pantallas públicas. La información que se muestra incluye: número de vuelo, nombre del aeropuerto, tiempo programado y estimado y estado (en horario, en espera, aterrizado/despegado).

Los registros de los vuelos se clasifican en función de los mismos criterios que las pantallas de ATC, es decir, según el tiempo de movimiento esperado, y desaparecen de la pantalla unos minutos después de que se haya mostrado como “aterrizado” o “despegado”, lo que se produce cuando un ATC introduce un tiempo de movimiento real para el vuelo.

### Anuncios

Tradicionalmente, los anuncios en los aeropuertos se hacían con grabaciones de voces reales. Esto conlleva, inevitablemente, mensajes con problemas de entonación, ya que se “armaban” las frases a partir de fragmentos. Podían surgir algunos problemas si surgían nuevas aerolíneas o destinos, ya que había que hacer nuevas grabaciones (y, tal vez, con voces diferentes). En los últimos años, las compañías han estado desarrollando nuevos sistemas automatizados que no se basan en grabaciones de voz real.

El sistema desarrollado para el aeropuerto de Heathrow funciona generando y almacenando los fonemas individuales (sonidos) que forman un idioma en particular. Los fonemas dependen no sólo de la disposición de las letras dentro de una sílaba, sino también de la posición de las palabras dentro de la frase y de las palabras que aparecen antes o después de ella. La palabra “*passenger*” (pasajero), por ejemplo, tiene 36 fonemas asociados.<sup>8</sup> El sistema se está conectando con el sistema de visualización de información de vuelos en el aeropuerto para que los anuncios se puedan generar dinámicamente en tiempo real. El sistema se ha implantado en dos fases. La primera se ha encargado de los anuncios generales para los pasajeros en las diferentes terminales. La segunda fase se ha puesto en práctica en las diferentes puertas de embarque y ha permitido que los computadores personales autónomos generen anuncios locales.

<sup>8</sup> <http://www.airport-int.com/categories/airport-terminal-announcements/its-phonemenal.asp>

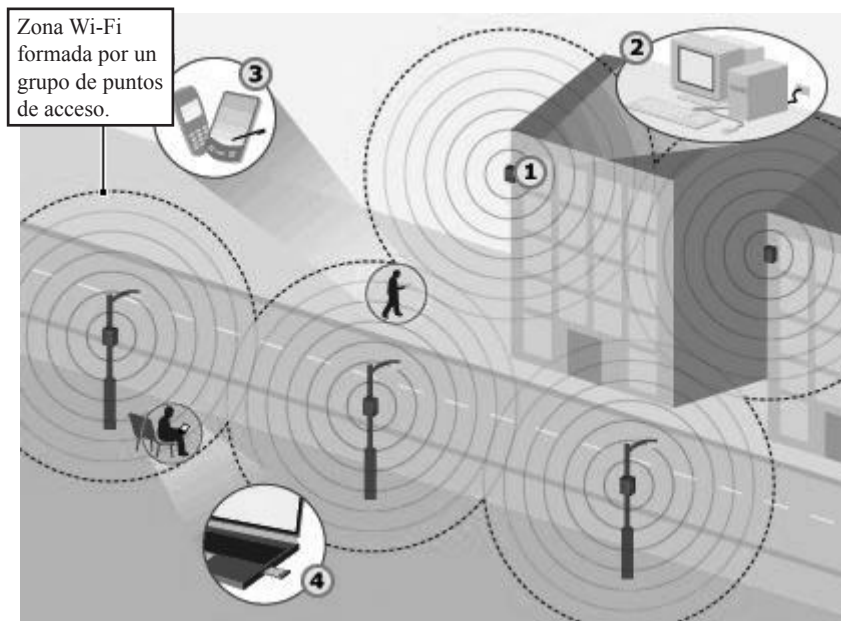
## Wi-Fi

Hoy en día, la mayoría de aeropuertos ofrece puntos de conexión Wi-Fi que permite a los usuarios conectar sus computadores portátiles a Internet. Para poder estar conectados los usuarios tienen que introducir su nombre de usuario y contraseña. Estos datos se introducen una vez que se ha contratado el servicio (bonos, tarjetas de crédito, etc.).

En un principio, el sistema Wi-Fi usaba WEP (*Wired Equivalent Privacy*, privacidad equivalente a la de una conexión por cable), una tecnología de cifrado diseñada para dar seguridad a los datos que se intercambian entre el transmisor y el computador portátil del usuario. Sin embargo, se ha demostrado que esta tecnología es fácilmente vulnerable. Uno de los métodos consiste en “hacer creer” al portátil del usuario que se ha conectado a una red segura, cuando en realidad no es así. Lo hace explotando el protocolo básico de intercambio.

Ahora hay un sistema de seguridad mejorado (WPA2: *Wi-Fi Protected Access*, acceso protegido a Wi-Fi), que ha demostrado ser muy seguro. No obstante, aún se recomienda que el proveedor de servicios use contraseñas complejas.

Wi-Fi es un conjunto global de estándares que usa una frecuencia de radio de 2,4GHz (la misma que los teléfonos móviles) con un radio de alcance de hasta 100 metros. Las tasas de transferencia llegan, en 2008, a 11Mbits/seg.



[Fuente: <http://www.bbc.co.uk/news>]

### *¿Dependemos demasiado de los sistemas informáticos?*

Este estudio de caso ha demostrado que los sistemas informáticos están hoy en el corazón de cada una de las áreas de un aeropuerto moderno y ayudan a hacer el viaje aéreo más seguro, más eficiente y más agradable para los miles de viajeros que pasan por estos aeropuertos.

Es, quizás, inevitable que, al seguir desarrollándose la tecnología, estos sistemas se vuelvan cada vez más complejos y es esa misma complejidad la que puede, en ocasiones, causar problemas.

En agosto de 2007, el sistema informático utilizado por los servicios de Aduana e Inmigraciones de los Estados Unidos en el aeropuerto de Los Ángeles tuvo una falla. Esta resultó en que más de 20 000 pasajeros quedasen varados en el aeropuerto por varias horas esperando la autorización para entrar al país.

En julio de 2008 una tarjeta de red defectuosa provocó un mal funcionamiento del sistema de radar de 100 millones de dólares del aeropuerto de Dublín, en Irlanda, lo que causó demoras a varios miles de pasajeros.

Oímos hablar frecuentemente de sistemas informáticos afectados por hackers o por empleados descontentos, pero la culpa de los dos problemas aquí esbozados (y de muchos otros problemas) fue de los propios sistemas.

Cuanto más complejo es un sistema, más formas hay en la que puede sufrir una falla y más tiempo llevará repararlo. Al volvernos más y más dependientes de los sistemas informáticos, no solo en los aeropuertos, sino en todas las áreas de nuestras vidas, las consecuencias de cada falla se tornan cada vez más severas.

---

<sup>9</sup> *New York Times*, 12 de septiembre de 2007

<sup>10</sup> <http://www.irishtimes.com/newspaper/breaking/2008/0717/breaking73.htm>

***Apéndice I – Abreviaturas usadas en el estudio de caso***

- 3D – Tridimensional
- ATC – Control del tráfico aéreo
- CCTV – Televisión por circuito cerrado
- EU – Unión Europea
- FIDS – Pantallas de información sobre vuelos
- IP – Protocolo de Internet
- T5 – Terminal 5 (Aeropuerto Heathrow de Londres)
- PNR – Registro personal de pasajero
- RFID – Dispositivo de identificación por frecuencia de radio
- WEP – Privacidad equivalente a la de una conexión por cable
- Wi-Fi – Fidelidad inalámbrica
- WPA – Acceso protegido a Wi-Fi

## *Apéndice II – Bibliografía*

*Control del tráfico aéreo.*

URL: [http://es.wikipedia.org/wiki/Control\\_del\\_tr%C3%A1fico\\_a%C3%A9reo](http://es.wikipedia.org/wiki/Control_del_tr%C3%A1fico_a%C3%A9reo)

*Airport Security.*

URL: <http://www.saic.com/aviation/security.html>

Banks, J. *T5 - We Have the Technology.* 1 de febrero de 2007.

URL: <http://www.airport-technology.com/features/feature916/>

*The Brain in Spain.*

URL: <http://www.airport-int.com/categories/artificial-announcement-systems/artificial-announcement-systems.asp>

Derksen, R. van der Wouden, H. and Heath, P.

*Testing The Heathrow Terminal 5 Baggage Handling System – Before It Is Built.* 3 de abril de 2007.

URL: [http://newsweaver.ie/qualtech/e\\_article000776781.cfm?x=b11,0,w](http://newsweaver.ie/qualtech/e_article000776781.cfm?x=b11,0,w)

Duffy, J. *The future of airport security.* 12 de noviembre de 2003.

URL: [http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/magazine/3263343.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/magazine/3263343.stm)

*Faulty computer blamed for airport radar breakdown.* 17 de julio de 2008.

URL: <http://www.irishtimes.com/newspaper/breaking/2008/0717/breaking73.htm>

Friedlos, D. *BA pilots T5 technical systems.* 12 de abril de 2007.

URL: <http://www.pcw.co.uk/computing/analysis/2187576/pilots-t5-technical-systems>

Gibbs, W. (Septiembre de 1994) “Software’s Chronic Crisis”. *Scientific American*. **271**, páginas 72-81.

URL: <http://www.cis.gsu.edu/~mmoore/CIS3300/handouts/SciAmSept1994.html>

Godin, J. *It’s Phoneme-nal.*

URL: <http://www.airport-int.com/categories/airport-terminal-announcements/its-phonemenal.asp>

Hasbrouck, E. *What’s in a Passenger Name Record (PNR)?*

URL: <http://www.hasbrouck.org/articles/PNR.html>

Jha, A. *How tagging passengers could improve airport security.* 13 de octubre de 2006.

URL: <http://www.guardian.co.uk/business/2006/oct/13/theairlineindustry.terrorism>

Leake, J. *Chaos continues at Heathrow’s T5 as more flights are cancelled.* 29 de marzo de 2008.

URL: <http://www.timesonline.co.uk/tol/news/uk/article3645398.ece>

Mackay, W. (2000) “Is Paper Safer? The Role of Paper Flight Strips in Air Traffic Control”. *ACM/Transactions on Computer-Human Interaction*. **6 (4)**, páginas 311-340.

*Passengers stuck in planes after computer fails.* 12 de agosto de 2007.

URL: <http://www.cnn.com/2007/US/08/12/LAXBackup.ap/index.html>

Ranganathan, A. *Fog and the air traffic chaos*. 27 de diciembre de 2006.

URL: <http://www.thehindubusinessline.com/2006/12/27/stories/2006122700070900.htm>

Schwartz, J. *Who Needs Hackers?* 12 de septiembre de 2007.

URL: <http://www.nytimes.com/2007/09/12/technology/techspecial/12threat.html>

Stevens, T. *The cost of privacy: biometrics at London Heathrow T5*. 24 de marzo de 2008.

URL: <http://www.computerweekly.com/blogs/the-data-trust-blog/2008/03/the-cost-of-privacy-biometrics.html>

*Technology*.

URL: <http://www.idlane.com/technology.htm>

Valdes, M. *Alaska Airlines, Sea-Tac Airport look to streamline check-in*. 10 de agosto de 2007

URL: [http://seattletimes.nwsourc.com/html/travel/2003830033\\_alaskaairweb10.html](http://seattletimes.nwsourc.com/html/travel/2003830033_alaskaairweb10.html)

*Vancouver Airport*.

URL: <http://www.alstec.com/Main/ALSTECGroup/AirportsLogistics/CaseStudies/VancouverAirport/>

*WiFi at the Airport*.

URL: [http://www2.prg.aero/en/site/klient/sluzby\\_kontakty/komunikace/wifi.htm](http://www2.prg.aero/en/site/klient/sluzby_kontakty/komunikace/wifi.htm)

*Wi-Fi security system is 'broken'*. 19 de octubre de 2007.

URL: <http://news.bbc.co.uk/2/hi/technology/7052223.stm>

---