

**NUEVAS TECNOLOGÍAS  
APLICADAS A LA GESTIÓN (E66)  
5º INGENIERÍA EN INFORMÁTICA**

**Tema 3.**

**Tarjetas con Circuitos Integrados.**

- 1.- Origen Histórico.
- 2.- Tipos de Tarjetas con Circuitos Integrados.
- 3.- Tipos de Tarjetas Inteligentes.
- 4.- Otros Dispositivos Inteligentes.

(Capítulo 1 y 3 del Zoreda)

(Capítulos 1 y 2 del Rankl)

# ORIGEN DE LAS TARJETAS INTELIGENTES

## Primeras Patentes

- La aparición de los circuitos integrados tuvo una gran influencia en diferentes ámbitos.
- La identificación personal mediante tarjetas fue uno de ámbitos de aplicación.
- La primera implementación de un dispositivo microelectrónico sobre un sustrato plástico se atribuye al inventor japonés, Kunitaka Arimura.
- Éste registró una patente en 1970 que definía su invento como "Una tarjeta plástica que incorpora uno o más circuitos integrados para la generación de señales distintivas".
- Ésta se centra en los aspectos tecnológicos de la tarjeta y no en sus aspectos funcionales.
- Además, la patente sólo era válida en Japón, donde la totalidad de fabricantes de tarjetas inteligentes deben solicitar autorización al Instituto de Tecnología Arimura.
- En 1974 Roland Moreno registró en Francia una patente sobre "Un objeto independiente electrónico con memoria".
- En este caso se hacía mayor hincapié a los aspectos funcionales de la tarjeta, incluyendo el uso del PIN para el acceso a los datos.
- Con el objeto de desarrollar dicha tecnología y extender la patente en todo el mundo, fundó la Société Internationale pour l'Innovation (Innovatron), al que muchos fabricantes de todo el mundo deben solicitar licencia.

# ORIGEN DE LAS TARJETAS INTELIGENTES

## Primeros Fabricantes

- Honeywell Bull fue el primer fabricante que solicitó licencia a Innovatron para el desarrollo de una tarjeta con circuitos integrados.
- La primera tarjeta de este tipo se desarrolló en 1976, con la colaboración de Motorola.
- Esta tarjeta no contenía microprocesador.
- La primera tarjeta inteligente, es decir, con un microprocesador se desarrolló en 1979.
- La primera CP8, que fue el nombre de este primer desarrollo, estaba compuesto por dos circuitos integrados, el microprocesador y la memoria.
- Este diseño presentaba dos problemas que desaconsejaron su posterior utilización,
  - Las conexiones entre los dos circuitos se podían deteriorar fácilmente por el uso de la tarjeta.
  - La seguridad de la tarjeta podía ser violada si se accedía a las conexiones situadas entre la memoria y el microprocesador.
- Por estas razones, Bull abandonó esta solución y desarrolló una tarjeta con un único circuito integrado, que posteriormente patentó.
- Esta es el diseño que se utiliza en la actualidad, y sobre el que tienen que solicitar licencia el resto de fabricantes.

# ORIGEN DE LAS TARJETAS INTELIGENTES

## Primeras Experiencias

- Al principio de los años 80, la tecnología de tarjetas con circuitos integrados estaba lo suficientemente madura para su utilización.
- Es por ello que el gobierno francés se planteó su implantación en diferentes ámbitos, como el financiero, el de las comunicaciones, o el sanitario.
- La experiencia más importante se desarrolló entre 1982 y 1984, por parte de la Asociación de Tarjetas de Bancos Franceses, que en la actualidad se denomina Carte Bancaire.
- Se formó un grupo de trabajo, constituido por,
  - Carte Bleue, relacionado con VISA.
  - Carte Verte, relacionado con Mastercard.
  - Administración de las Telecomunicaciones.
- Dicho grupo de trabajo desarrollaron una serie de experiencias, denominadas conjuntamente IPSO, en las que se emplearon más de 100.000 tarjetas y 700 lectores de tarjetas.
- Estas experiencias se desarrollaron en tres ciudades francesas: Blois, Caën y Lyon.
- Se seleccionaron tres fabricantes de tarjetas con circuitos integrados: Bull, Schlumberger y Philips.

# ORIGEN DE LAS TARJETAS INTELIGENTES

## Primeras Experiencias

- Uno de los primeros objetivos de IPSO fue la verificación de la mejor tecnología de tarjetas inteligentes.
- Con este fin, cada uno de los fabricantes utilizó una aproximación tecnológica diferente.
- Bull empleó una tarjeta CP8 basada en el microprocesador MC6805SC01 de Motorola, con 8 Kbytes.
- Se distribuyeron un total de 20.000 tarjetas y 250 lectores en la ciudad de Blois.
- Schlumberger desarrolló una tarjeta de lógica cableada con 4.6 Kbytes.
- Un total de 50.000 tarjetas y 200 lectores se repartieron en la ciudad de Lyon.
- Philips utilizó una tarjeta compuesta por dos circuitos integrados con 16 Kbytes, basada en el microprocesador 8021 de Intel.
- En Caën, se distribuyeron 50.000 tarjetas de este tipo y 250 lectores.
- Las conclusiones de IPSO fueron muy positivas, ya que todos los que utilizaron estas tarjetas, tanto portadores de las tarjetas como los comerciantes, quedaron muy satisfechos.

# ORIGEN DE LAS TARJETAS INTELIGENTES

## Primeras Experiencias

- Desde un punto de vista de la evaluación de IPSO, se concluyó que,
  - La tarjeta CP8 era la más adecuada para su uso en el medio financiero.
  - La tarjeta basada en lógica cableada era la más idónea para su uso como tarjeta de teléfonos.
- En cualquier caso se hicieron algunos cambios respecto de las tarjetas utilizadas en IPSO,
  - Se aconsejó la inclusión de una banda magnética en la tarjeta CP8, con el objeto de permitir la compatibilidad con el sistema establecido.
  - Se redujo la capacidad de la tarjeta de Schlumberger a 256 bits, ya que este valor era suficiente, dando lugar a la tarjeta F256.
- Por lo que respecta a Philips, firmó un acuerdo con Bull en 1984, que le permitía el desarrollo de tarjeta CP8 con la autorización de Bull.
- A partir de 1983, también se desarrollaron unas experiencias en el ámbito universitario en las ciudades de Paris, Lille y Roma.
- La aparición del estándar ISO 7816/1, puso fin a esta primera fase de experiencias, dando paso a una nueva fase en la implantación de las tarjetas con circuitos integrados.

# ORIGEN DE LAS TARJETAS INTELIGENTES

## Ámbito Telefónico

- En la actualidad, una gran parte de las tarjetas con circuitos integrados se usan como medio de pago en el ámbito telefónico.
- Por esta razón, su primera implantación tiene una gran importancia.
- En 1986, después de una serie de experiencias en áreas reducidas, las autoridades francesas responsables del servicio público telefónico y telegráfico tomaron la decisión.
- Hubieron una serie de aspectos que influyeron en su decisión,
  - La red telefónica pública estaba en muy mal estado y requería una profunda renovación.
  - Este hecho había hecho reducir de modo significativo el porcentaje de utilización de este servicio.
  - El número de asaltos a cabinas telefónicas había aumentado de modo considerable, por lo que convenía una revisión del sistema que aumentara su seguridad.
- El coste de la investigación y del precio de las llamadas aumentaron con la introducción de las tarjetas con circuitos integrados.
- Pero la reducción de los robos, y el incremento del uso del servicio público compensó este mayor coste.
- En la actualidad, más de 30 países utilizan una tarjeta de lógica cableada en este ámbito.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Presentación

- Las tarjetas con circuitos integrados se pueden clasificar de modo general como sigue:
  - Tarjetas sin Procesador.
  - Tarjetas con Procesador.
- Esta clasificación se centra en aspectos de versatilidad y precio de las tarjetas, ya que la existencia de un microprocesador influye en estos dos aspectos.
- La primera de las clases se puede subdividir en dos clases de tarjetas diferentes,
  - Tarjetas de Memoria.
  - Tarjetas de Lógica Cableada.
- La diferencia fundamental entre ambas clases es el nivel de seguridad en el acceso a los datos.
- Por su parte, las tarjetas con procesador se pueden clasificar en:
  - Tarjetas Inteligentes.
  - Tarjetas Superinteligentes.
- En el primero resulta necesaria la existencia de un terminal de comunicación para el diálogo con la tarjeta, terminal que no existe en el segundo de los casos.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas de Memoria

- Las tarjetas de este tipo están compuestas por una memoria EEPROM sobre la que se pueden realizar ciertas funciones predefinidas.
- La capacidad de estas tarjetas pueden variar desde los 256 bytes a las decenas de Kbytes.
- No existe ningún control de acceso a los datos que aparecen en esta tarjeta, por lo que se puede considerar como un simple almacén de datos.
- Sobre la memoria se permite la realización de operaciones de lectura y escritura.

## Tarjetas de Lógica Cableada

- Como en el caso anterior, se componen de una memoria EEPROM y de unas funciones predefinidas.
- La principal diferencia es la existencia de una unidad de control de acceso a los datos.
- El tipo de control de acceso utilizado, permite clasificar estas tarjetas como sigue:
  - Tarjetas de EPROM.
  - Tarjetas con Circuito Programable o PLA (Programmable Logic Array).
  - Tarjetas Híbridas.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas de EPROM

- En estas tarjetas, la memoria se divide en dos zonas, que ocupan direcciones diferentes,
  - Una Zona de Acceso Restringido, en la que sólo se permiten realizar operaciones de lectura.
  - Una Zona de Acceso Libre. en la que se permiten realizar operaciones de lectura y escritura.
- La primera de ellas se asocia a la memoria EPROM, mientras que la segunda se asocia a la memoria EEPROM.
- El sistema de protección se fundamenta en las propiedades de la memoria EPROM,
  - Fusible Interno metálico.
  - Fusible Lógico.
- El proveedor de la tarjeta escribe información en la zona protegida, y posteriormente rompe el fusible para impedir su lectura.
- Normalmente se suele utilizar como tarjeta de teléfono o como tarjeta de identificación.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas con PLA

- El control de acceso se gestiona mediante la programación adecuada de la PLA.
- Este dispositivo compara el código de acceso introducido por el usuario con una clave que se encuentra en una zona determinada de la memoria.
- Lógicamente, se permite el acceso cuando el código introducido coincide con la clave.
- La utilización de la PLA permite definir zonas diferentes en la memoria, cada una con una clave de acceso diferente.
  - Normalmente, la zona donde se almacenan las claves no pueda ser accedida ni para lectura ni para escritura.
  - Si se introduce la clave del proveedor, dicha información puede ser leída.
  - También es posible que exista una zona que requiera una clave para escribir y otra clave para leer.
- De este modo es posible definir tarjetas en la que aparezca más de una aplicación .

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas Híbridas

- En estas tarjetas se combinan los sistemas de protección de acceso de las dos anteriores tipos de tarjetas.
- Una zona de la memoria es protegida a través de un fusible.
- Esta memoria suele utilizarse para almacenar las diferentes claves e identificación de la aplicación desarrollada sobre la tarjeta.
- El acceso al resto de la memoria se protege mediante el uso de una PLA, que gestiona la introducción de códigos de acceso.
- En estas zonas se almacenan los datos que se relacionan con las aplicaciones definidas sobre la tarjeta.
- En estas tarjetas aparece memoria EPROM y memoria EEPROM.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas Inteligentes

- Respecto de las tarjetas anteriores, la inclusión de un microprocesador permite un mayor control de acceso a los datos.
- Para posibilitar estas características, se dota a la tarjeta de un conjunto de instrucciones que permiten el manejo de claves de acceso.
- Una tarjeta de este tipo puede ser utilizada en diferentes aplicaciones, cuyos datos puede convivir en la memoria de la tarjeta.
- Las tarjetas de este tipo se pueden dividir en dos clases diferentes, en función del modo de comunicación con el terminal,
  - Tarjetas con Contactos.
  - Tarjetas sin Contactos.
- La diferencia básica entre ambas clases es el modo en el que reciben las diferentes señales desde el terminal,
- En una tarjeta con contactos, las señales se transmiten a través de los 8 contactos situados sobre la tarjeta.
- En el segundo caso, las señales pueden ser transmitidas mediante radiofrecuencia.
- La tensión puede suministrarse mediante una batería interna o mediante la utilización de una bobina.
- El rango de proximidad de la tarjeta también debe de considerarse.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas Superinteligentes

- Estas tarjetas se empiezan a desarrollar en 1988, a partir de un acuerdo conjunto de Toshiba Corporation y VISA International Inc.
- Las primeras pruebas se realizaron en Japón y en Estados Unidos.
- Estructuralmente, estas tarjetas se componen de,
  - Sus dimensiones cumplen en estándar ISO 7810.
  - Poseen un microprocesador y un conjunto de circuitos como una tarjeta inteligente.
  - Aparece una pantalla de cristal líquido de 16 caracteres alfanuméricos.
  - Un teclado de 20 caracteres.
  - Una batería de litio de 3V, con una vida media de 3 años.
  - Una banda magnética estándar, que puede ser sustituida por un transductor que emulara el contenido de la banda magnética.
- Estas tarjetas puede incluir diferentes tipos de aplicaciones, como un reloj, un calendario, una calculadora o una agenda.

# TIPOS DE TARJETAS CON CHIPS

## Tarjetas Superinteligentes

- Estas tarjetas no requieren la utilización de un terminal para realizar una transacción.
  - El usuario activa la tarjeta e introduce el PIN.
  - Cuando la tarjeta ha comprobado la clave, permite al usuario repasar los últimos cargos.
  - El usuario decide la cuenta en la que desea realizar el cargo.
  - Posteriormente introduce la cantidad, que es verificada por el vendedor.
  - La tarjeta muestra un código que debe ser anotado por el vendedor.
- Mediante este sistema se intenta eliminar los problemas asociados a una tarjeta inteligente, que se centran en su diálogo con el terminal.
  - El terminal puede falsear los datos emitidos por la tarjeta.
  - El terminal puede introducir información no deseada en la tarjeta.
- Pero esta tecnología es muy cara y además presenta problemas ergonómicos difíciles de resolver.

# TIPOS DE TARJETAS INTELIGENTES

## Formatos Existentes

- El formato más habitual de tarjetas inteligentes es el definido en el estándar ISO 7810, que es conocido como ID-1, 85.6 mm x 54 mm.
- Pero dicho formato no es único utilizado en la actualidad, existiendo tarjetas inteligentes con dimensiones diferentes.
- El nexo que permite unificar todas las tarjetas en un único grupo es la existencia del circuito integrado y el grosor, que en todas ellas es de 0.76 mm.
- El formato ID-1 es muy manejable, siendo lo suficientemente pequeña para inserción en una cartera y lo suficientemente grande para que no se pierda fácilmente.
- Pero resulta demasiado grande para su uso en la telefonía móvil.
- Por esta razón, los teléfonos GSM suelen utilizar el formato ID-000, 25 mm x 15 mm.
- Dada su menor manejabilidad, se ha diseñado el formato ID-00, 66 mm x 33 mm, que permite mejorar las características de ID-000.
- Desde el punto de vista del fabricante, el formato utilizado en una aplicación, cualquier formato puede obtenerse desde el ID-1.
- Por tanto, el fabricante puede desarrollar tarjetas en este formato, y posteriormente ajustar sus dimensiones al formato deseado.

# TIPOS DE TARJETAS INTELIGENTES

## Tarjetas con y sin Contactos

- Desde un punto de vista externo, las tarjetas inteligentes se pueden dividir en,
  - Tarjetas con Contactos.
  - Tarjetas sin Contactos.
- La fiabilidad de las tarjetas con contactos ha mejorado en los últimos años, de modo que la probabilidad de fallo se ha reducido a 1%.
- Pero el mayor número de errores se produce en los propios contactos, la mayoría de las veces por desgaste o aparición de suciedad.
- Aunque también es posible que se produzcan otros tipos de problemas,
  - El uso en dispositivos móviles puede llegar a provocar pequeñas interrupciones.
  - Los contactos puede transmitir electricidad estática a los circuitos integrados, lo que puede producir su destrucción.
- Los tarjetas sin contactos permiten resolver estos y otros problemas de modo satisfactorio, y aportan nuevas posibilidades.
- Dado que no deben de ser introducidas en un terminal, se reduce el desgaste por el uso de la tarjeta y su uso es más sencillo, ya que no se define una posición fija de funcionamiento.
- Además se reduce la influencia de sabotajes del terminal, por la introducción de cualquier material que afecte a la tarjeta.

# TIPOS DE TARJETAS INTELIGENTES

## Tarjetas con y sin Contactos

- El uso de tarjetas sin contactos está menos extendido, debido a diferentes aspectos.
- Desde el punto de vista electrónico, la tarjeta contiene dispositivos digitales y analógicos, lo que complica el proceso de integración.
- Este hecho provoca un encarecimiento del proceso de fabricación de las tarjetas.
- Además la fiabilidad de esta tecnología es menor que para las tarjetas con contactos, entre otras razones porque todavía no se ha producido una fabricación masiva.
- En cualquier caso el futuro de las tarjetas sin contactos es prometedor, sobre todo para las tarjetas con un rango de actuación de hasta 30 centímetros.
- El ámbito del transporte urbano será el eje principal de este desarrollo, de igual modo que el teléfono lo fue para las tarjetas con contactos.
- En la actualidad se han desarrollado una gran cantidad de experiencias en este campo, con unos resultados muy satisfactorios.

# TIPOS DE TARJETAS INTELIGENTES

## Tarjetas sin Contactos

- La primera tarjeta sin contactos se desarrolló en el Instituto Arimura en 1978.
- Dichas tarjetas pueden clasificarse en función de diferentes criterios.
- Uno de ellos es el modo en el que se Aporta la Tensión que permite el funcionamiento de la tarjeta,
  - Mediante una batería interna.
  - A través de una fuente de energía externa.
- Si se elige la primera de las opciones, el grosor de la tarjeta pasa de 0.76 mm a 3 mm, lo que incumple el estándar ISO 7810.
- En la segunda de las alternativas la tarjeta debe contener una bobina que transforme la energía, aunque para ello se debe realizar un posicionado correcto de la tarjeta.
- El Rango de Utilización permite definir las como de Acoplamiento Próximo o Lejano, aunque la división en ambos grupos es compleja.
- El primer grupo incluye las tarjetas que deben insertarse en un terminal o deben posarse sobre un lector.
- En el segundo, las tarjetas puede situarse hasta un metro de distancia, debiendo resolver problemas concretos como la existencia de más de una tarjeta dialogando con un lector.

# TIPOS DE TARJETAS INTELIGENTES

## Tarjetas sin Contactos

- Otro criterio de clasificación la Operatividad de la tarjeta Lectura/Escritura o de Sólo Lectura.
- El uso de las primeras tarjetas es el mismo que el de las tarjetas con contactos.
- Las segundas son útiles para la identificación de personas, animales y cosas.
- Por último, las tarjetas sin contactos se pueden clasificar por la Frecuencia utilizada en la comunicación con el lector.
- Estos rangos de frecuencia varían desde Baja Frecuencia hasta Alta Frecuencia, e incluso Microondas.
- La frecuencia elegida se basa en las leyes vigentes en el entorno social y la velocidad de transferencia buscada.
- La baja frecuencia es útil cuando la tarjeta no posee una batería y no es necesaria una velocidad de transferencia muy alta.
- Las microondas permiten un diálogo entre la tarjeta y el terminal de hasta 19200 baudios, lo que permite el diálogo entre un terminal y un coche a 160 km/h.

# OTROS DISPOSITIVOS INTELIGENTES

## Llaves Inteligentes

- La tecnología utilizada para el desarrollo de tarjetas inteligentes puede utilizarse en otros soportes diferentes de las tarjetas.
- Uno de estos soportes son las Llaves Plásticas, en las que se pueden incluir unos contactos.
- Los circuitos sin microprocesador se pueden utilizar para la apertura y cierre de locales.
- Por su parte las que tienen microprocesador se suelen utilizar en la televisión de pago, para permitir una correcta descodificación de la señal y el control de los servicios utilizados.

## Discos Inteligentes

- Externamente, estos dispositivos son iguales a cualquier disco magnético de 3.5", aunque internamente se componen de una serie de circuitos integrados.
- Este disco contiene un transductor que emula las señales de la superficie magnética, por lo que el lector lo maneja como un disco común.
- Pero los discos inteligentes se puede proteger contra accesos no autorizados, mediante el uso de una clave.
- También contienen una batería que se puede recargar, transformando la velocidad de giro del disco.
- Su capacidad puede variar de 1 a 3 Mbytes.