

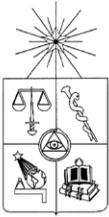
UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**SISTEMA DE APOYO PARA EL DESENVOLVIMIENTO AUTÓNOMO
DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN SUPERMERCADOS**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN COMPUTACIÓN

CÉSAR ANTONIO CASTRO OTTO

2011



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA COMPUTACIÓN

**SISTEMA DE APOYO PARA EL DESENVOLVIMIENTO AUTÓNOMO DE
PERSONAS CON DISCAPACIDAD VISUAL EN SUPERMERCADOS**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL EN COMPUTACIÓN

CÉSAR ANTONIO CASTRO OTTO

PROFESOR GUÍA:
SR. JAIME SANCHEZ ILABACA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN
SR. JOSÉ PINO URTUBIA
SR. FELIPE AGUILERA VALENZUELA

SANTIAGO DE CHILE
JUNIO 2011

Resumen

El objetivo general de este trabajo es desarrollar una solución tecnológica que asista a las personas con discapacidad visual en el proceso de compra de mercaderías. Ello, contemplando como pilar fundamental de diseño una adecuada condición de autonomía; similar si es posible, a lo que esta actividad permite a personas de visión normal.

Este objetivo coincide con los nuevos lineamientos y tendencias impulsados por la OMS y otros importantes foros en materia de discapacidad. Movimiento que, incluso, ha permeado nuestras fronteras y ha dado origen a una nueva institucionalidad y marco regulatorio con un claro énfasis en políticas de inclusión social.

Previo a cualquier esbozo de solución, se analizan en profundidad aquellos estándares internacionales y el contexto jurídico nacional. Así como las opiniones de aquellas personas que de una u otra manera conviven con la discapacidad visual y/o su relación con el comercio (autoridades gubernamentales, empleados del retail, discapacitados, etc.). Todo ello con la finalidad de definir de manera simple (en una serie de pasos y conceptos) el problema a resolver.

El diseño obtenido integra varias tecnologías, entre las que destacan la *Identificación por Radio Frecuencia* (RFID), sistemas embebidos y otras más convencionales relacionadas con el almacenamiento y reproducción de audio digital. Además contempla cualidades y características siempre indispensables, tales como: portabilidad, usabilidad, autonomía de operación, etcétera; las cuales se tornan aun más relevantes al trabajar con personas con discapacidad.

La solución diseñada es luego implementada en un prototipo de hardware con el cual fue posible realizar pruebas empíricas de las características y funcionalidades del sistema construido.

Se concluye en base a los experimentos y validaciones realizadas, que una solución de las características aquí reunidas, permitiría a personas con discapacidad visual desenvolverse con mayor autonomía en espacios de comercio convencionales. Sin embargo, se desprende también del análisis realizado a lo largo de este trabajo, que una solución definitiva al problema tratado, necesita de la convergencia y trabajo mancomunado de sectores, tales como el público, privado y académico.

Índice

Resumen.....	II
1 Introducción	1
1.1 Contexto	1
1.2 El problema	1
1.3 Motivación	3
1.3.1 Solución Original	3
1.3.2 Otras motivaciones	6
1.4 Alternativas	7
1.4.1 Braille Retail	8
2 Antecedentes	9
2.1 Algunos conceptos importantes	9
2.1.1 RFID (radio frequency identification)	9
2.1.2 Sistemas embebidos.....	12
2.1.3 Otros conceptos	14
2.2 Discapacidad.....	15
2.2.1 Contexto internacional sobre la discapacidad	15
2.2.2 Contexto jurídico Nacional.....	22
3 Especificación del Problema y Objetivos.....	25
3.1 Responsabilidad Social y Autonomía	25
3.1.1 Perspectiva Internacional.....	26
3.1.2 Perspectiva nacional.....	29
Proceso de compra en sí	31
3.2 Objetivos específicos.....	33
3.3 Restricciones adicionales	35
3.3.1 Portabilidad	35
3.3.2 Usabilidad.....	35
3.3.3 Autonomía.....	35
4 Especificación de la Solución.....	36
4.1 Enfoque conceptual	37
4.1.1 Módulos del sistema	37
4.1.2 Arquitectura física	38

4.1.3	Operación del Sistema	39
4.1.4	Flujo del sistema.....	46
4.2	Detalles de Firmware	49
4.2.1	Preliminares	49
4.2.2	Implementación	51
	Diagrama de Clases	62
4.3	Detalles de Hardware.....	63
4.3.1	Revisión por Módulos.....	63
4.3.2	Vista del sistema completo	66
5	Validaciones	67
5.1	Objetivos específicos.....	67
5.1.1	Permitir detectar productos próximos en un mercado	67
5.1.2	Proveer un mecanismo para obtener información detallada de los productos detectados	68
5.1.3	Marcado de Productos	68
5.1.4	Reconocimiento de productos marcados (etapa de post-venta).....	69
5.2	Restricciones adicionales	69
5.2.1	Portabilidad	69
5.2.2	Usabilidad.....	70
5.2.3	Autonomía.....	72
6	Conclusiones.....	73
	Bibliografía	75
	Anexo A (Esquemático del PCB).....	77
	Anexo B (Entrevistas realizadas)	78
	Autoridades	78
	[Tape 1] Entrevista al Sr. Oscar Mellado Sub-director del SENADIS (Servicio Nacional de la Discapacidad)	78
	No videntes	80
	[Tape 2] Entrevista a Don Pedro Riquelme Poblete. Comerciante ambulante del centro de Santiago.	80
	[Tape 3] Entrevista a Don Jaime San Martin Insulsa. Comerciante ambulante del centro de Santiago.	81

[Tape 4] Entrevista a don Miguel y doña Susana. Matrimonio transeúnte del centro de Santiago...	82
Empleados de Supermercados.....	84
[Tape 5] Entrevista a doña Denise Contreras, cajera reponedora de Supermercados Santa Isabel. ..	84
[Tape 6] Entrevista a doña Andrea Gutiérrez, control caja tesorera de Supermercados Santa Isabel.	84
Anexo C	86
Instrumentos de Evaluación de Usabilidad.....	86

1 Introducción

1.1 Contexto

Parece ser, que los grandes avances en ciencia y tecnología no son percibidos por todas las personas de la misma forma. Para algunos, una mayor conectividad y globalización amplía día a día sus fronteras, los acerca entre sí y les simplifica tareas antes tediosas y rutinarias. Para otros, en cambio, estos avances se traducen en un ritmo de vida vertiginoso que no siempre son capaces de seguir y en un sentimiento de orfandad, indiferencia y aislamiento.

Las causas de esta disimilitud suelen ser muy variadas, pero sin duda una de ellas es padecer de alguna discapacidad que limite el acceso o normal desenvolvimiento. Una persona con discapacidad visual, por ejemplo, necesita de una serie de adaptaciones costosas y/o mucho ingenio para desenvolverse en un contexto creado para videntes; basta reflexionar por un segundo en los aparatos electrónicos que nos rodean y como estos asumen y exigen la capacidad de la vista para su uso. A ello súmese el hecho que a menudo las personas con discapacidad se ven enfrentadas a una oferta laboral limitada pagando además tratamientos costosos.

Todo lo anterior hace suponer la existencia de grandes acuerdos y antiguos esfuerzos para enmendar el rumbo, pero la verdad es que no son tantos los acuerdos ni tan antiguos los esfuerzos.

Sin embargo, y con algo de optimismo, se debe valorar el trabajo y voluntad de grandes foros y organizaciones que, dentro y fuera del país, se mantienen preocupados de incluir a las personas con discapacidad en el desarrollo de forma seria y efectiva.

1.2 El problema

Desde un punto de vista muy general, la discapacidad trastoca (en diferente magnitud) todas las “dimensiones” de la vida de un individuo. Si usamos como base el modelo de de Adaptación de Callista Roy (Callista & Heather, 1999) entenderemos al ser humano como un sistema adaptativo frente a un medio ambiente en continuo movimiento. El modelo reduce el problema a cuatro modos de adaptación:

- Fisiológico
- Auto concepto
- Rol
- Interdependencia

Sin profundizar en el modelo referido, note el lector que los tres últimos modos tienen implicancias psicosociales y están relacionados con la auto valoración, la capacidad de ser y las dependencias. Esto es fundamental para entender la relevancia del concepto de “autonomía” que aparece insistentemente en este trabajo. Definitivamente no es lo mismo una solución autónoma a otra que no lo es.

En particular, la discapacidad que atañe a este trabajo es la discapacidad visual, que contrario a lo que se pueda pensar, no corresponde a una discapacidad física, sino sensorial. El individuo posee plena capacidad de movimiento, cosa que debería ser aprovechada; sin embargo, muchas actividades

rutinarias se vuelven imposibles por no contar, por ejemplo, con la capacidad de discriminar entre uno y otro objeto.

Una de estas actividades rutinarias, pero fundamentales para la vida moderna, es el proceso de compra de productos. Aunque resulte natural para la mayoría de los individuos, este es un proceso complejo. Consta al menos de las siguientes etapas:

- Obtener información de los distintos productos y sus características.
- Acceder a los lugares donde los productos son ofrecidos.
- Escoger los productos de acuerdo a las necesidades.

Para una persona con discapacidad visual a lo anterior debe agregarse una etapa más, que consiste en la capacidad de reconocer, con posterioridad a la compra, el producto almacenado en el hogar (o cualquier otro lugar de destino).

El trabajo realizado aquí no pretendió abarcar todas las etapas mencionadas, ello en una etapa previa de evaluación (CC69E) fue descartado por no ajustarse a lo que cabe en una memoria individual. Los objetivos propuestos para este trabajo buscaban aportar a la solución completa a través de la resolución de sub-problemas concretos; básicamente trataron las siguientes cuestiones:

- **Proveer un mecanismo para obtener información de productos.** Este mecanismo debía emular (para un no vidente) la obtención de información a través de la lectura de las etiquetas adosadas a los productos.
- **Detectar productos en un mercado.** En un contexto conocido (área de productos relacionados) se esperaba apoyar al discapacitado en la detección de productos específicos.
- **Reconocimiento de productos en etapa de post-venta.** Para una persona con discapacidad visual es crucial poseer una manera de “marcar” los productos, ello le permitirá discriminar entre productos distintos de geometrías parecidas. Un ejemplo típico de este problema resulta de preguntarse ¿Cómo se pueden distinguir entre dos tarros de conservas de contenidos distintos sin el beneficio de la vista?

Por otro lado, además de aportar a la solución completa del proceso de compra, se quería proveer al discapacitado visual de un “mecanismo de marcado” de propósito general. Esta necesidad surge de las entrevistas realizadas. Una persona con discapacidad visual requiere de complejos e ingeniosos sistemas de marcado de objetos, sin embargo, en la mayoría de los casos, estos dependen de una buena memoria y son particulares a cada persona.

1.3 Motivación

La motivación original surge de un desafío muy concreto contenido en la siguiente pregunta; ¿Cómo apoyar a una persona con discapacidad visual en el proceso de compra autónomo en un supermercado? Coincidirá el lector que no se trata de un problema sencillo. Veamos algunas de las principales razones que vuelven a este proceso una tarea compleja.

- **Tamaño de este tipo de mercados.** El tamaño de estos establecimientos ha ido en continuo crecimiento superando (en el caso del formato más grande) los 9600 m². (Lira, 2005, pág. 149)
- **Cantidad de categorías y sub categorías de productos.** La cantidad de productos en exhibición va desde los 10.000 a los 45.000 (WikiCyT-ar, 2010)
- **Dinamismo de estructuras, productos e información:** Tanto las estanterías como los productos son reorganizados continuamente según dispone el Merchandising. En “época escolar”, por ejemplo, se ofertarán en espacios privilegiados los artículos para estudiantes. Por otro lado, la información como precios y ofertas no se mantienen estáticos.

1.3.1 Solución Original

Existe una solución preliminar presentada por el autor que resuelve la motivación original antes descrita, sin embargo, necesita de la integración de varias tecnologías de manejo y transferencia de información. Pese a que técnicamente es factible, esta solución permanece irrealizable en el contexto de una memoria individual por el alto costo de alguno de los equipos involucrados y la necesidad de contar con la voluntad de los supermercados para alterar el actual manejo de información sensible. Sin embargo, resulta interesante conocer esta propuesta para fijar una idea global y completa de la cual, el trabajo aquí presentado, forma parte.

1.3.1.1 Punto de vista conceptual

La solución original conceptualmente presenta tres etapas que posibilitarían el proceso de compra autónomo para una persona con discapacidad visual. Estas etapas son:

- **Etapas de Aproximación.** Esta etapa consiste en guiar al discapacitado al área de su interés. Se debe entender el concepto de área como una zona que aglutina productos de un mismo tipo (Ej. área de arroz, área de harina, etc.).
- **Etapas de Elección.** Esta etapa permite al discapacitado discriminar entre productos de una misma área. Los criterios para discriminar son los que cualquier persona utiliza al elegir productos en un supermercado (Ej. Cantidad o peso, marca, precio, etc.) La información necesaria para realizar esta elección debe ser provista por el sistema a desarrollar.
- **Etapas de Confirmación (Opcional).** Esta etapa pese a no ser estrictamente necesaria permite al discapacitado confirmar que la unidad que ha elegido corresponde inequívocamente a la

información antes obtenida. Esto considera el hecho que, muchas veces, los productos no se encuentran en su respectivo lugar (Ej. Un cliente se arrepiente de la compra de un producto y se deshace de este en una estantería cualquiera).

1.3.1.2 Equipamiento necesario

El equipamiento que permite al discapacitado realizar estas etapas se divide en dos módulos.

- **Módulo fijo.**- Consiste en un servidor provisto de una antena (receptor/transmisor) y una base de datos que organiza información multimedia (archivos de audio) de cada uno de los productos.

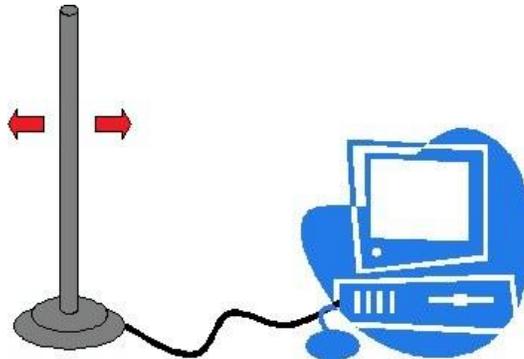


Ilustración 1: Módulo fijo solución original

-
- **Módulo móvil.**- Consiste en un equipo receptor/emisor con dos periféricos. Un lector RFID (adornado a una pulsera) y audífonos convencionales.

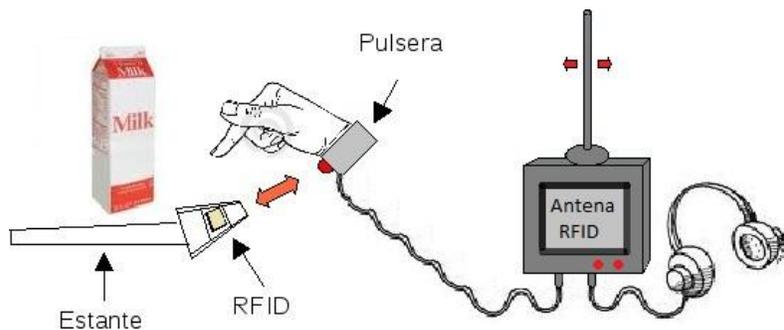


Ilustración 2: Módulo móvil solución original

1.3.1.3 Funcionamiento

El funcionamiento se basa en la tecnología RFID (concepto formalizado en el apartado de Antecedentes). Esta tecnología permite recuperar el identificador de una etiqueta a distancia sin necesidad de contacto. Dependiendo del tipo de etiqueta y lector, las distancias de detección varían, yendo desde unos pocos centímetros a varios metros. Esto último posibilita el tener dos tipos de lectores RFID, uno de corto alcance (pulsera) y otro de largo alcance (equipo móvil).

Volviendo a la división conceptual por etapas, ellas se satisfacen de la manera siguiente con el equipo descrito:

- **Etapas de Aproximación.** Etiquetas RFID son dispuestas en cada una de las áreas de productos. Ellas son percibidas por la unidad principal (receptor/emisor) del módulo móvil a una distancia de aproximadamente dos metros. Ello permite al discapacitado desplazarse por los pasillos del supermercado recuperando los identificadores. Cuando uno de ellos es encontrado el receptor/emisor envía el identificador al módulo fijo, el cual responde con un archivo de audio pequeño que señala el tipo de productos de esa área. Si el área es de interés para el discapacitado, se pasa a la **Etapas de Elección.**
- **Etapas de Elección.** Otro conjunto de etiquetas RFID son utilizadas para escribir los precios en las estanterías; esto no es distinto a lo que actualmente hacen los supermercados; la diferencia solo consiste en utilizar una etiqueta RFID de bajo costo y no un papel común. Esto permite al discapacitado desplazar su mano frente a las estanterías recuperando (ahora solo a escasos centímetros) los identificadores correspondientes a un producto específico. Al recuperarse, de manera similar a la etapa anterior, se recibe un archivo de audio desde el módulo fijo. Este archivo de audio posee toda la información relevante del producto (marca, precio, cantidad o peso, etc.). Si el producto es de interés para el discapacitado podría pasar a la etapa opcional que sigue.
- **Etapas de Confirmación (Opcional).** La única manera de validar inequívocamente el producto que el discapacitado ya tiene en las manos es a través de los códigos de barra. Para ello, en la misma pulsera, existe un lector de códigos de barra que obtendría un nuevo audio del módulo fijo confirmando la identidad del producto.

Aun cuando la solución original aquí descrita no fue finalmente implementada, muchos de los conceptos que maneja son parte fundamental del trabajo realizado. La tecnología RFID, por ejemplo, siguió siendo la base para lograr los objetivos propuestos.

Finalmente, es relevante mencionar que el trabajo realizado contempla una importante cualidad inexistente en la solución original. Tal como se comentó con anterioridad, de las entrevistas realizadas a personas con discapacidad visual, surgió una nueva etapa del proceso de compra. Esta comprende problemas “post-venta” ocasionados por la imposibilidad que tienen los discapacitados visuales de reconocer productos distintos de geometrías parecidas. La solución desarrollada entonces, incluye la posibilidad de “marcar” los productos para reconocerlos con posterioridad.

1.3.2 Otras motivaciones

Este trabajo coincide con un marco legal propicio. La ley 20.422 promulgada el año 2010 entrega las definiciones necesarias y crea los organismos encargados de la igualdad de oportunidades y de la inclusión social de personas con discapacidad.

Otra motivación ya incluida anteriormente pero que merece mención aparte, es la posibilidad de utilizar una tecnología novedosa e incipiente para lograr los objetivos. La tecnología RFID gana terreno entre otras similares en la identificación a distancia. Resulta muy pertinente entonces utilizarla para apoyar una discapacidad de tipo sensorial como lo es la discapacidad visual.

A todo lo anterior agregue el lector las motivaciones altruistas y de profunda consideración social que contempla siempre un proyecto como éste.

1.4 Alternativas

Desde el punto de vista tecnológico una alternativa natural al RFID (considerando el uso particular que se le da en este trabajo) es el antiguo sistema Braille. Este sistema cuenta con ventajas y desventajas, las cuales podemos resumir en el siguiente cuadro:

Ventajas	Desventajas
Estudios fisiológicos han validado su efectividad para ser percibido por el tacto. La yema de los dedos (junto con la lengua) posee la mayor sensibilidad para lectura.	El sistema de puntos (seis por engrama) utilizado, implica que un error de lectura de un engrama coincide con otra letra o símbolo, lo que cambiará el significado o lo volverá incomprendible.
Es inmediato (para la lectura), ya que no necesita nada adicional a las manos.	Se escribe de derecha a izquierda si se realiza con pizarra y punzón y de izquierda a derecha si se escribe a máquina.
A pesar de su antigüedad no ha sido reemplazado. Esto prueba su efectividad y robustez.	Tanto la escritura como la lectura (por el carácter analítico del tacto) se realizan de manera más lenta, por lo tanto, la persona siempre requiere de una mayor cantidad de tiempo para su realización.
Es comparativamente a otras tecnologías más barato.	Es pequeña la cantidad de personas que lo conocen y lo utilizan con solvencia.
En general, la lectura en Braille favorece la concentración y, por tanto, el estudio y el aprendizaje, mucho más que los sistemas que permiten acceder a los libros en audio.	Las pocas inversiones que realizan los gobiernos para la transcripción de libros, manuales, revistas de circulación nacional e internacional.
Permite lectura en silencio.	El gran volumen que ocupan sus escritos (el grosor del papel que se utiliza y la mayor extensión por la multiplicidad de signos).
	La dificultad para manipular los volúmenes.
	El costo del papel especial.

Tabla 1: Ventajas y desventajas del sistema Braille. (Grzon, 2007) (Tape4)

Las aplicaciones que utilizan Braille heredan sus ventajas y desventajas. De estas últimas, la más importante es aquella que señala que el número de personas con discapacidad visual que utilizan Braille de manera solvente es reducido. (Mellado, 2010)

Por otro lado, el Braille sólo es una alternativa a RFID en algunas de las funcionalidades necesarias para resolver el problema que aquí se trató. Braille no permite, por ejemplo, reconocer a distancia los productos, ni hacerlo con la fluidez necesaria para realizar una discriminación rápida.

1.4.1 Braille Retail

Una aplicación que incorpora el sistema Braille y que es utilizada en el comercio es el denominado *Braille Retail*, lanzado por supermercados Jumbo (15 de Julio de 2010). Nació como una iniciativa privada en sintonía con los lineamientos de la nueva ley. Consiste en la asistencia (por personal de apoyo) al proceso de compra de una persona con discapacidad visual. El personal de apoyo guía al discapacitado describiendo los productos existentes para satisfacer las necesidades declaradas por la persona con discapacidad. Además, una vez finalizada la compra, se adhieren etiquetas Braille a cada uno de los productos comprados.

Pese a ser un sistema que va en la misma dirección que el trabajo aquí desarrollado, no cuenta con una importante cualidad; la “autonomía”. Braille Retail necesita de la asistencia de personal de apoyo para realizar el proceso de compra, reduciendo a un mero “marcado Braille” de productos la novedad incorporada con respecto a lo que se hace comúnmente en un supermercado. Si a esto se agrega el hecho de que el Braille no es manejado masivamente por los discapacitados visuales, concluiremos que el aporte de Braille Retail es menor al esperado.

2 Antecedentes

2.1 Algunos conceptos importantes

Para que el lector pueda comprender de mejor manera el problema y la solución desarrollados en este trabajo, es necesario introducir algunos conceptos relevantes.

2.1.1 RFID (radio frequency identification)

La solución aquí utilizada se basa fundamentalmente en la tecnología RFID. Por ello es importante responder algunas preguntas que seguramente el lector se hará respecto de esta “relativamente” nueva tecnología.

2.1.1.1 Definición

RFID es un término genérico que se utiliza para describir un sistema que transmite la identidad (en forma de un número de serie único) de un objeto o persona de forma inalámbrica, utilizando ondas de radio.

RFID se integra a un grupo de tecnologías denominado “Tecnologías de identificación automática”. Otras tecnologías de este grupo son: sistemas de códigos de barra, lectores ópticos y biometría. Su utilización busca reducir los tiempos de identificación, disminuir la mano de obra necesaria y mejorar la exactitud de los datos manejados. (RFID Journal)

2.1.1.2 Etiquetas RFID

RFID utiliza etiquetas para almacenar datos. Una etiqueta, también conocida como "etiqueta electrónica" o "placa de código", se compone de un chip RFID conectado a una antena. Transmite en el kilohertz, megahertz y hasta rangos de gigahercios, las etiquetas pueden contar con baterías u obtener su poder de las ondas de Radio Frecuencia procedentes de los lectores. (PCMAG)



Ilustración 3: Chip + antena RFID de una etiqueta (Printronic Inc., 2006)

2.1.1.3 Etiquetas RFID Pasivas

Estas etiquetas no tienen ninguna fuente de energía propia, para su funcionamiento utilizan las ondas electromagnéticas del lector, estas activan el chip y transmiten a su vez la información. Las etiquetas pasivas pueden costar menos de la cuarta parte del costo de una etiqueta activa; y se leerán, dependiendo de la potencia del lector, hasta varios metros de distancia de la antena del lector. Poseen una antena adosada sin relieve y generalmente son etiquetas adhesivas. (PCMAG)

2.1.1.4 Lectores RFID

Para recuperar los datos almacenados en una etiqueta RFID, se necesita un lector. Un lector típico es un dispositivo que tiene una o más antenas que emiten ondas de radio y reciben “señales de vuelta” de la etiqueta. El lector pasa la información en forma digital a un sistema informático. (RFID Journal)



Ilustración 4: Lector RFID (MCI Ingeniería)



2.1.1.5 Un poco de historia.

La novedad de esta tecnología viene dada por su gran auge en los últimos años más que por la antigüedad de sus orígenes.

Su aparición se remonta a la segunda guerra mundial. Alemanes, japoneses, estadounidenses e ingleses utilizaban radares para detectar la cercanía de un avión de guerra a sus instalaciones. El problema era que no había forma de identificar si el avión que se aproximaba era o no enemigo. Los alemanes descubrieron que mediante láminas en los aviones podían alterar la frecuencia reflejada y así discriminar entre amigos y enemigos. Este fue el primer sistema de RFID pasivo.

Los ingleses, por su parte, dirigidos por Watson-Watt desarrollan el primer sistema activo con la ayuda de un transmisor ubicado en cada uno de sus aviones. En tierra era posible detectar las señales del transmisor identificando a una aeronave como amiga.

Los avances en las comunicaciones por radio frecuencia favorecieron su desarrollo en las décadas de los 50's y 60's y el mundo civil comienza también a beneficiarse de su utilización. La primera patente en EEUU aparece el año 73. Consistía en una especie de portero electrónico que permitía abrir una puerta sin necesidad de llave. El gobierno de EEUU también trabaja en la década de los 70's desarrollando un sistema de seguimiento de los materiales nucleares.

Conforme aumenta la frecuencia, pasando de Kilohercios a Megahercios, aumenta el alcance y velocidad de transmisión. Ello suma nuevos interesados en todo el mundo en conocer de esta tecnología. Ya en los 90's IBM (y luego Interneq) desarrolla y patenta la *Ultra-alta frecuencia* (UHF) que permitía lectura pasiva a más de seis metros. Sin embargo, la falta de estándares y los altos costos en esos días no permiten la masificación.

En 1999, cuando el Uniform Code Council, EAN Internacional, Procter & Gamble y Gillette ponen fondos para establecer el *Auto-ID Center* en el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Dos profesores de allí, David Brock y Sanjay Sarma, realizan algunas investigaciones sobre la posibilidad de poner etiquetas RFID de bajo costo en todos los productos que necesiten de un seguimiento a través de la cadena de suministro. Sarma y Brock cambian la forma de concebir esta tecnología, pasando de ser, un simple registro móvil a un componente en red que permite un seguimiento “en línea” de mercaderías.

Ya en el año 2003 el *Auto-ID Center*, con el apoyo de varias empresas y gobiernos, desarrolla los protocolos (EPC) y arquitecturas de red para localizar datos asociados a un RFID a través de internet. (RFID Journal)

En la actualidad grandes empresas realizan el seguimiento de sus mercaderías de toda su cadena de producción a través de la tecnología RFID, pero no es el único uso que posee. RFID se utiliza además en aéreas como defensa, salud y en industria diversas como la aeroespacial, agrícola, retail e incluso en el mundo de la moda.

2.1.1.6 RFID Journal Awards

Por ser esta una tecnología que se beneficia de la integración de distintas áreas de la cadena de producción. Existen incentivos permanentes para sumar nuevos desarrollos y usos. Una muestra de ello son los premios que entrega anualmente (desde el 2007) RFID Journals. Estos premios reconocen a los líderes del desarrollo de la tecnología como también a quienes la adoptan con implementaciones novedosas.

Los premios se dividen en categorías entre las que se cuentan:

- Mejor implementación de RFID
- Mejor uso de RFID que aporte a un producto o servicio
- El uso más innovador de la tecnología
- Mejor producto o servicio nuevo
- Premio al logro especial (a quienes realizan aportes a la tecnología)
- Premio verde (usos generosos con el medio ambiente)

La inscripción es abierta, y solo necesita de una inscripción previa a través de un formulario y el envío electrónico de la postulación.

Los ganadores son seleccionados por un grupo de jueces que entregan su veredicto sin afán de lucro. En su mayoría, el jurado está compuesto por académicos e investigadores de áreas relacionadas con la tecnología RFID. Los criterios están pre-establecidos para cada una de las categorías.

2.1.2 Sistemas embebidos

Tal como se comentó en el concepto anterior, la tecnología RFID permite rescatar información para luego ser administrada por otro dispositivo o sistema electrónico. Estos sistemas pueden ser tan complejos como un computador personal, o tan simples como un sistema embebido. Este último caso es el que utiliza en el trabajo aquí desarrollado, por lo cual se hace necesario introducir el concepto de “Sistema embebido”.

“Un sistema embebido es una combinación de hardware y software, periféricos mecánicos y otras partes, diseñados para realizar una función específica” (Barr & Massa, 2007, pág. 1)

A diferencia de un computador personal (o de propósito general), cuyo fabricante desconoce el uso que se le dará, un sistema embebido está restringido y optimizado para realizar sólo las funcionalidades para las cuales fue diseñado. Esto permite minimizar el costo y tamaño de una determinada solución. Frecuentemente, los sistemas embebidos forman parte de una “cadena” más compleja. Por ejemplo, automóviles y vehículos modernos; incluso un computador personal; los incluyen en su arquitectura. Otros ejemplos de su uso son: máquinas industriales, equipos médicos, cámaras, electrodomésticos, máquinas expendedoras, juguetes, celulares, PDA's y un largo etcétera. (Barr & Massa, 2007, pág. 2)

Otra diferencia importante con los computadores personales tiene que ver con la portabilidad de las aplicaciones. El software diseñado para computadores de propósito general (e incluso aquel diseñado para otros sistemas embebidos) no podrá ejecutarse en un sistema embebido cualquiera sin antes realizar considerables modificaciones. Esto es producto de la gran variedad de hardware usado en los sistemas embebidos, los cuales se ajustan a las tareas específicas que desarrollan eliminando todo aquello que resulte innecesario.

Entonces, y a modo de definición ¿qué características comparten los sistemas embebidos entre sí?

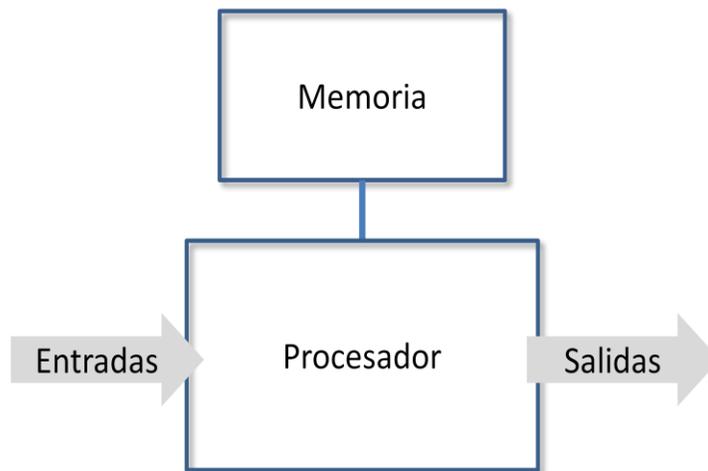


Ilustración 5: Sistema embebido genérico (Barr & Massa, 2007, pág. 5)

Tal como se muestra en la *Ilustración 5* todos los sistemas embebidos poseen un procesador y su respectivo software. En vista de que hay software, debe haber también memoria para almacenarlo (ROM). Además se necesita almacenamiento temporal para la manipulación de datos (RAM). Éstas memorias, dependiendo del tamaño necesario, pueden estar dentro del mismo chip que el procesador o bien estar, una o ambas, ubicadas externamente. Finalmente todos los sistemas embebidos poseen algún tipo de entrada y salida. Por ejemplo, en un microondas, las entradas están provistas mediante una interfaz de botones que opera el usuario; mientras que la salida son los datos mostrados en el visor, así como la radiación emitida sobre los alimentos.

El software (o firmware) de un sistema embebido varía también dependiendo de las necesidades del sistema. El hardware es inicialmente un lienzo en blanco sobre el cual el software construye.

La *ilustración 6* muestra un diagrama de bloques de dos tipos representativos de sistemas embebidos. Las líneas comunes deben entenderse como interfaces de comunicación entre los respectivos bloques. Ambos sistemas poseen una estructura similar: un bloque de hardware (como el de la *ilustración 5*), un bloque de controladores (que contiene las funcionalidades necesarias para operar cada uno de los dispositivos (o periféricos) de hardware) y el bloque de aplicación (encargado de realizar las tareas específicas del sistema embebido en su conjunto).

La diferencia entre los dos diagramas viene dada por:

- **El bloque de sistema operativo (S.O.)** que frecuentemente tiene acceso a un *reloj de tiempo real* convirtiéndose en un RTOS (Real -Time Operating System). Este bloque ayuda al programador a separar las funcionalidades de la aplicación en distintas tareas, obteniendo de esta manera una mejor organización de la aplicación y una mejor administración de recursos.

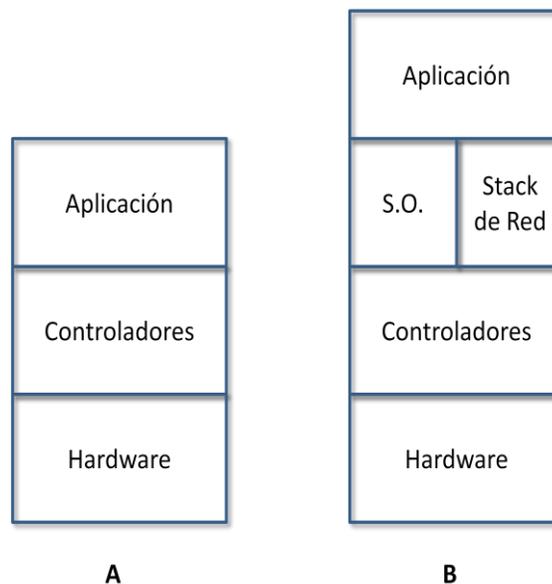


Ilustración 6: (a) Diagrama de software embebido básico (b) Diagrama de software embebido complejo (Barr & Massa, 2007, pág. 6)

- **El bloque de Stack de Red** que provee al sistema de la *Ilustración 6 (B)* de funcionalidades de red. Si se continúa con el ejemplo del microondas, este bloque permitiría enviar un mensaje por internet notificando el término de su tarea al usuario. (Barr & Massa, 2007, pág. 6)

Para la solución utilizada en este trabajo, se usó un sistema embebido como el mostrado en la *Ilustración 6 (A)*. Es ese esquema el que mejor se ajusta a las necesidades particulares de la aplicación desarrollada. El uso de S.O. suele necesitar de micro controladores con mayores capacidades y por ende de mayor costo. Estos están orientados a aplicaciones con una mayor cantidad de funcionalidades.

2.1.3 Otros conceptos

2.1.3.1 SPI

El bus de interfaz de periféricos serial o bus SPI es un estándar para controlar casi cualquier electrónica digital que acepte un flujo de bits serial regulado por un reloj. Incluye una línea de reloj, dato entrante, dato saliente y un pin de “chip select”; éste conecta o desconecta la operación del dispositivo con el que uno desea comunicarse. De esta forma, este estándar permite multiplexar las líneas de reloj.

La ventaja de un bus serie es que minimiza el número de conductores, pines y el tamaño del circuito integrado. Esto finalmente reduce el costo de fabricar, montar y probar la electrónica.

2.1.3.2 Fat

(File Allocation Table - Tabla de Ubicación de Ficheros). Sistema de archivos que utilizan las ediciones no empresariales de Microsoft Windows hasta Windows ME. Además es un sistema admitido casi por todos los sistemas operativos. Es un formato sencillo, muy popular para tarjetas de memorias, almacenamiento USB y dispositivos similares.

2.2 Discapacidad

2.2.1 Contexto internacional sobre la discapacidad

Este trabajo se vincula estrechamente con la cotidianidad de las personas con discapacidad visual, resulta necesario entonces conocer y entregar las definiciones actuales de varios conceptos que han ido evolucionando y adquiriendo formalidad en torno a la discapacidad.

2.2.1.1 Preliminares

La discapacidad en la antigüedad tenía una connotación “animista” y muy negativa. Los discapacitados solían ser personas “poseídas” o merecedoras de un “castigo divino”. Con los años se sucedieron una serie de reconducciones hacia lo que debería ser una “visión positiva” de los conceptos utilizados.

La concepción clásica (anterior a 1976) poseía un esquema simple para entender la discapacidad basado en el concepto de enfermedad.



Ilustración 7: Modelo clásico de las consecuencias de las enfermedades. Secuencia de conceptos

2.2.1.2 CIDDM

Una formalización de conceptos importante surge en 1980 con la revisión de la Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades Y Minusvalías (CIDDM) publicada por un grupo de trabajo de la OMS.

La CIDDM propone un nuevo esquema introduciendo conceptos que den cuenta de las consecuencias físicas, psíquicas y sociales. En él se establecen tres conceptos derivados en secuencia del concepto de enfermedad, cada uno corresponde a una dimensión distinta de la vida del individuo denotado aquí por los niveles orgánico, personal y social.



Ilustración 8: Modelo CIDDM de las consecuencias de las enfermedades. Secuencia de conceptos (CIDDM, 1977)

Los conceptos de la *ilustración 8* son definidos de la siguiente manera por la CIDDM (1980):

- **La enfermedad** es una situación intrínseca que abarca cualquier tipo de enfermedad, trastorno o accidente. La enfermedad está clasificada por la OMS en su *Clasificación Internacional de Enfermedades y Problemas de Salud Relacionados* (CIE).

- **La deficiencia** es la exteriorización directa de las consecuencias de la enfermedad y se manifiesta tanto en los órganos del cuerpo como en sus funciones (incluidas las psicológicas)
- **La discapacidad** es la objetivación de la deficiencia en el sujeto y con una repercusión directa en su capacidad de realizar actividades en los términos considerados normales para cualquier sujeto de sus características (edad, género, etc.)
- **La minusvalía** es la socialización de la problemática causada en un sujeto por las consecuencias de una enfermedad, manifestada a través de la deficiencia y/o la discapacidad, y que afecta al desempeño del rol social que le es propio.

Los últimos tres ámbitos reciben además una definición del punto de vista operativo:

- **Una deficiencia** es toda pérdida o anomalía de una estructura o función psicológica, fisiológica o anatómica.
- **Una discapacidad** es toda restricción o ausencia (debida a una deficiencia) de la capacidad de realizar una actividad en la forma o dentro del margen que se considera normal para un ser humano.
- **Una minusvalía** es una situación desventajosa para un individuo determinado, consecuencia de una deficiencia o una discapacidad, que limita o impide el desempeño de un rol que es normal en su caso (en función de su edad, sexo o factores sociales y culturales).

Pese a sus aportes y esfuerzos la CIDDM no permanece exenta de críticas. Muchos consideran que el modelo es aún negativo; define, por ejemplo, a la persona discapacitada por aquello que no puede hacer. Otros creen necesaria una definición de factores medioambientales en el nivel de *Minusvalía*. Pero la mayor crítica recae sobre el carácter biunívoco del modelo, la relación Deficiencia-Discapacidad-Minusvalía no siempre se verifica. Existen enfermedades que pueden causar Minusvalía (por discriminación social) sin causar ninguna discapacidad (Lastra).

2.2.1.3 CIDDM-2

En 1999 se publicó una nueva revisión de la *Clasificación Internacional del Funcionamiento y de la Discapacidad* (borrador Beta-2 de la CIDDM-2). El modelo que sugiere se muestra en la *ilustración 9*.

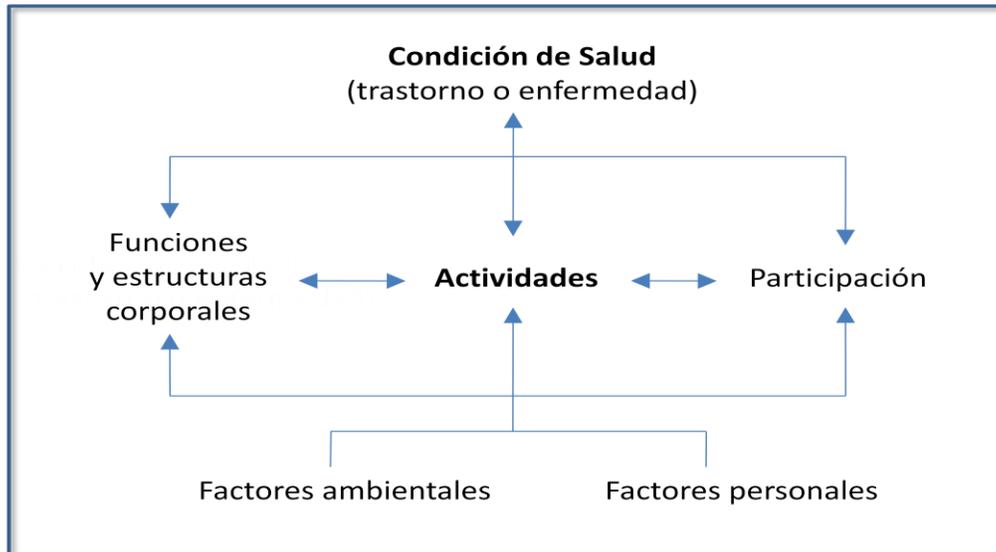


Ilustración 9: Modelo de las interacciones entre las dimensiones de CIDDM-2 (Assessment, Classification and Epidemiology Group OMS, 1999, pág. 23)

En el mismo documento se señala su principal diferencia con su predecesor.

“CIDDM-2 se diferencia sustancialmente de CIDDM de 1980 en la representación de las interrelaciones entre las dimensiones de funcionamiento y discapacidad. Cabe señalar que cualquier diagrama es probable que sea incompleto y con tendencia a la tergiversación debido a la complejidad de las interacciones en un modelo multidimensional. El modelo se elabora para ilustrar las múltiples interacciones. Otras representaciones que indican otros importantes focos en el proceso son ciertamente posibles. La Interpretación de las interacciones entre los diferentes componentes y las dimensiones también pueden variar (por ejemplo, el impacto de los factores ambientales sobre las funciones del cuerpo ciertamente se diferencian de su impacto sobre la participación)” (Assessment, Classification and Epidemiology Group OMS, 1999, pág. 23)

Vemos además que en el eje horizontal central permanecen los niveles (orgánico, personal y social) de la *Ilustración 8*, sin embargo, han variado los conceptos asociados. Además la interacción dejó de ser biunívoca pasando a ser múltiple.

2.2.1.4 CIF

Una nueva revisión vio la luz el año 2001, bajo el título “Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud”, y el acrónimo CIF. Esta revisión goza de una mirada más general e intercultural que CIDDM-2. Muestra de ello es la construcción de su título que incorpora los siguientes conceptos:

- **Funcionamiento.** Este se incorpora como un término neutro para abarcar los conceptos de: Función Corporal, Actividad y Participación (todos estos incluidos en el modelo de la CIDDM-2 el cual se mantiene para la CIF).
- **Discapacidad.** Abarca aquí: Deficiencias, Limitaciones en la actividad y Restricciones en la participación.
- **Salud.** Se busca enfatizar el hecho de que la CIF se concibe dentro de un marco conceptual que evalúa salud y estados de salud.

La CIF pasa de ser una clasificación de las consecuencias de las enfermedades (CIDDM-2) a ser una clasificación de los componentes de la salud.

Los objetivos de la CIF, según ella misma declara, son:

- Proporcionar una base científica para el estudio de la salud y de los estados relacionados con ella, los resultados y los determinantes.
- Establecer un lenguaje común para describir la salud y los estados relacionados con ella, mejorar la comunicación entre distintos usuarios, tales como profesionales de la salud, investigadores, diseñadores de políticas sanitarias y la población general, incluyendo a las personas con discapacidades.
- Permitir la comparación de datos entre países, entre disciplinas sanitarias, entre los servicios, y en diferentes momentos a lo largo del tiempo.
- Proporcionar un esquema de codificación sistematizado para ser aplicado en los sistemas de información sanitaria. (Organización Mundial de la Salud, 2001)

2.2.1.4.1 Estructura de la CIF

La CIF consta de dos *Partes* y cada una posee dos *Componentes*:

Parte 1. Funcionamiento y Discapacidad

- a) Funciones y Estructuras Corporales
- b) Actividades y Participación

Parte 2. Factores Contextúales

- a) Factores Ambientales
- b) Factores Personales

Tabla 2: Visión de Conjunto de la CIF (Organización Mundial de la Salud, 2001, pág. 12)

	Parte 1. Funcionamiento y Discapacidad		Parte 2. Factores Contextúales	
Componentes	Funciones y Estructuras Corporales	Actividades y Participación	Factores Ambientales	Factores Personales
Dominios	Funciones Corporales Estructuras Corporales	Áreas vitales (tareas, acciones)	Influencias externas sobre el funcionamiento y la discapacidad	Influencias Internas sobre el funcionamiento y la discapacidad
Constructos	Cambios en las funciones corporales (fisiológicos) Cambios en las estructuras del cuerpo (anatómicos)	Capacidad Realización de tareas en un entorno uniforme Desempeño/realización Realización de tareas en el entorno real	El efecto facilitador o de barrera de las características del mundo físico, social y actitudinal	El efecto de los atributos de la persona
Aspectos positivos	Integridad funcional y estructural	Actividades Participación	Facilitadores	no aplicable
	Funcionamiento			
Aspectos negativos	Deficiencia	Limitación en la Actividad Restricción en la Participación	Barreras/ obstáculos	no aplicable
	Discapacidad			

Su estructura es estrictamente jerárquica (ver Tabla 2) y considera lo siguiente:

- Cada componente puede ser expresado en términos positivos como negativos.
- Cada componente posee varios dominios y en cada dominio hay categorías que son las unidades de clasificación.

Esta estructura jerarquizada es la que permite separar un problema de salud, en particular una discapacidad, en todos los ámbitos que lo componen y afectan.

2.2.1.4.2 Utilización

Cada una de las divisiones y sub-divisiones de la jerarquía poseen definiciones formales dentro de la CIF. Su utilización comprende un sistema de codificación “incremental” donde cada nivel de la categoría aporta un identificador al código. Por ejemplo las 4 componentes principales poseen una letra que las identifica, la cuales son los prefijos de todo código:

- “**b**” para Funciones Corporales
- “**s**” para Estructuras Corporales
- “**d**” para Actividades y Participación
- “**e**” para Factores Ambientales

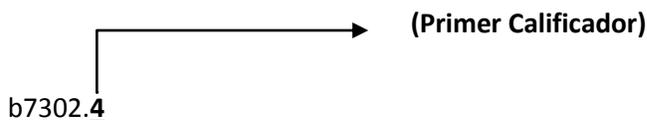
A continuación de la letra, el código posee un número de capítulo (un dígito) seguido de los descriptores de nivel. Conforme crece el código, aumenta la precisión del concepto codificado. Por ejemplo, para un problema visual podría utilizarse la siguiente codificación:

- b Funciones Corporales
- b2 Funciones sensoriales y dolor (ítem de primer nivel)
- b210 Funciones visuales (ítem de segundo nivel)
- b2102 Calidad de la visión (ítem de tercer nivel)
- b21022 Sensibilidad al contraste (ítem de cuarto nivel)

Los códigos hasta aquí descritos permiten identificar un ítem particularizado de la clasificación, sin embargo, esto no presta mayor utilidad si no se agrega al código uno o más calificadores. Ellos se componen de dígitos y suceden al código (el cual termina en un punto “.”).

Los calificadores representan grados de magnitud y su interpretación (cuantitativa o cualitativa) depende del constructo relacionado.

Un ejemplo de código y calificador podría ser el siguiente:



Dependiendo del constructo relacionado la magnitud del calificador puede tener distintas interpretaciones. Un ejemplo de ello, siendo xxx un código cualquiera, es el siguiente:

Código + calificador	Interpretaciones distintas según constructo		
xxx.0	NO hay problema	(ninguno, insignificante,...)	0–4 %
xxx.1	Problema LIGERO	(poco, escaso,...)	5–24 %
xxx.2	Problema MODERADO	(medio, regular,...)	25–49 %
xxx.3	Problema GRAVE	(mucho, extremo, ...)	50–95 %
xxx.4	Problema COMPLETO	(total,...)	96–100 %
xxx.8	sin especificar		
xxx.9	no aplicable		

Tabla 3: Interpretación de calificadores CIF (Assessment, Classification and Epidemiology Group OMS, 1999, pág. 241)

Un código más su respectivo calificador, entregan información de una unidad básica de la salud de un individuo. Ello de manera objetiva y universal. Esto permite comparar y compartir información estandarizada.

Respecto de la obtención de la información para codificar, esta puede ser recogida de múltiples fuentes: entrevistas al paciente, entrevista a familiares, fichas médicas etc. Para este fin, se confeccionan documentos que ayudan a esta tarea.

A continuación se presenta un extracto de un documento de este tipo.

PARTE 1a: DEFICIENCIAS DE LAS FUNCIONES CORPORALES

- Funciones Corporales son las funciones fisiológicas de los sistemas corporales (incluyendo las funciones psicológicas).
- Deficiencias son problemas en la función o estructura corporal, tales como una desviación o una pérdida significativa.

Calificador: 0 No hay deficiencia, 3 Deficiencia grave, 8 Sin especificar,

Magnitud de la Deficiencia: 1 Deficiencia ligera, 4 Deficiencia completa 9 No aplicable.

2 Deficiencia moderada,

FUNCIONES CORPORALES	<i>Calificador</i>
b1. Funciones Mentales	
b110 Funciones de la Conciencia	
b 114 Funciones de la Orientación (tiempo, lugar y persona)	
b 117 Funciones Intelectuales	
b 130 Funciones relacionadas con la energía y los impulsos	
b 134 Funciones del sueño	
b 140 Funciones de la Atención	

Ilustración 10: Extracto de documento para codificar según CIF.

2.2.2 Contexto jurídico Nacional

Otro antecedente relevante es el contexto jurídico nacional en cual se realiza este trabajo. Gracias al advenimiento de la Ley 20.422 en febrero de 2010, Chile posee un marco legal propicio para desarrollar proyectos que vayan en apoyo de los discapacitados.

2.2.2.1 Primera Ley para la Discapacidad (19.284)

En lo que a regulaciones para discapacitados se trata, el génesis se remonta solo al año 1994 cuando fue aprobada por el Congreso Nacional la ley 19.284. Esta ley, bajo el título, “*Ley de Integración Social de las Personas con Discapacidad*” establece normas para integrar a los discapacitados a la sociedad y velar por el pleno ejercicio de sus derechos. (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 4) (Congreso Nacional de Chile, 1994)

Esta ley además, en su artículo 52, crea el “Fondo nacional de la Discapacidad” (FONADIS), el cual, goza de autonomía y posee la misión de administrar recursos en favor de las personas con discapacidad. Los recursos del fondo se obtienen de varias fuentes, entre las cuales se cuentan la Ley de Presupuestos, herencias, donaciones y fondos de juegos de azar.

Esta ley, además, entrega una definición de lo que legalmente se entenderá como “*Persona con Discapacidad*” en su artículo tercero.

Artículo 3°.- Para los efectos de esta ley se considera persona con discapacidad a toda aquélla que, como consecuencia de una o más deficiencias físicas, psíquicas o sensoriales, congénitas o adquiridas, previsiblemente de carácter permanente y con independencia de la causa que las hubiera originado, vea obstaculizada, en a lo menos un tercio, su capacidad educativa, laboral o de integración social.

Y en su artículo quinto denomina como “Ayuda Técnica” el trabajo aquí realizado.

Artículo 5°.- ... Asimismo, se consideran ayudas técnicas los que permiten compensar una o más limitaciones funcionales motrices, sensoriales o cognitivas de la persona con discapacidad, con el propósito de permitirle salvar las barreras de comunicación y movilidad y de posibilitar su plena integración en condiciones de normalidad.

No obstante el avance que significaba esta ley, poseía deficiencias que llevaron a la discusión de una nueva. Una de sus principales falencias era su carácter monolítico y la falta de interacción de sus instituciones con otros estamentos del estado. Una muestra de ello es el hecho de que el FONADIS, su principal institución, es un “fondo” que se limitaba, en buenas cuentas, a la entrega de recursos. (Mellado, 2010) Además poseía un carácter asistencialista y proteccionista poniendo el acento en las deficiencias de las personas y no en su entorno social. Por último era necesario introducir modificaciones que estuviesen en sintonía con las nuevas tendencias del derecho internacional en la materia, discutidas y difundidas por organismos como la Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de Naciones Unidas (ONU). (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 6)

2.2.2.2 Ley vigente 20.422

Para resolver las deficiencias de la ley precedente, se promulga el 3 de Febrero de 2010 la ley 20.422 que, textualmente, “ESTABLECE NORMAS SOBRE IGUALDAD DE OPORTUNIDADES E INCLUSIÓN SOCIAL DE PERSONAS CON DISCAPACIDAD”.

Las modificaciones que impulsan esta nueva ley se pueden reducir en los siguientes puntos:

2.2.2.2.1 Nueva definición de Personas con Discapacidad

La nueva definición busca superar la perspectiva psicosocial y de derechos humanos para concordar con el nuevo modelo planteado por el **Clasificador Internacional de Funcionalidad (CIF)** de la OMS. La discapacidad, entonces, no es una condición de la persona sino una compleja colección de condiciones, la mayoría de ellas sociales o bien mediadas socialmente. El artículo tercero de ley anterior se reemplaza entonces por el siguiente, que figura ahora como artículo quinto.

Artículo 5°.- Persona con discapacidad es aquella que teniendo una o más deficiencias físicas, mentales, sea por causa psíquica o intelectual, o sensoriales, de carácter temporal o permanente, al interactuar con diversas barreras presentes en el entorno, ve impedida o restringida su participación plena y efectiva en la sociedad, en igualdad de condiciones con las demás.

2.2.2.2.2 Fijación de Principios Rectores

La nueva ley contempla además cinco principios rectores que evidencian el nuevo espíritu que la gobierna. Tres de los cinco principios dan aun mayor sustento al trabajo aquí realizado. Ellos son:

- **Vida independiente.** Esta es situación en la que la persona con discapacidad se encuentra en condiciones de tomar decisiones, de ejercer actos de **manera autónoma** y de participar activamente en la comunidad. (Escobar, 2005, pág. 7)
- **Accesibilidad universal.** Estas son las exigencias que deben **cumplir los entornos**, proceso, bienes, servicios, herramientas, etc., para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas. (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 8)
- **Diseño universal.** Esta es la actividad por la que se conciben o proyectan, desde el origen, entornos, procesos, bienes, etc., **con tal de que puedan ser utilizados por todas las personas.** (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 8)

2.2.2.2.3 Prevención y Rehabilitación

Estos dos conceptos se manejan ahora separadamente (en contraposición a la ley anterior), centrándose en las funcionalidades más que en las deficiencias. Respecto de este punto el Presidente de La República de entonces (2005), Don Ricardo Lagos E. dice textualmente en su discurso al congreso que inicia la discusión de la nueva ley:

*“En materia de rehabilitación, el proyecto tiene por finalidad que las personas con discapacidad **logren autonomía** para participar y realizar funciones esenciales de la vida diaria.”* (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 8)

Comentario que, coincidirá el lector, se ajusta de manera perfecta a las motivaciones de este trabajo. Esta aspiración se traduce en varios pasajes de distintos artículos de la ley, de los cuales destaca el artículo doce:

Artículo 12.- El Estado promoverá la autonomía personal y la atención a las personas en situación de dependencia a través de prestaciones o servicios de apoyo, los que se entregarán considerando el grado de dependencia y el nivel socioeconómico del postulante.

2.2.2.2.4 Equiparación de oportunidades

Otro de los puntos se relaciona con el refuerzo de la regulación que se realiza al derecho de equiparación de oportunidades. Para ello considera cinco aspectos

- Define la equiparación de oportunidades.
- Define cuando dicho derecho se entiende vulnerado.
- Exige garantizar la existencia de condiciones básicas de no discriminación y accesibilidad.
- Considera los diferentes tipos de discriminación
- Otorga al Estado y todos sus organismos el mandato de adecuar su legislación, acciones, planes y programa, conforme al nuevo marco conceptual y principios que se establecen.

2.2.2.2.5 Modernización del FONADIS

Otro hecho importante es la modernización del FONADIS el cual, como se comentó con anterioridad, era un organismo entregador de recursos. Para ello se introducen dos reformas fundamentales:

- Se especifican cuales serán las funciones especiales de que deberá hacerse cargo el Fondo.
- Se adecuan y precisan en mejor forma las funciones que corresponde a la autoridad máxima del organismo, esto es, el Consejo del Fondo Nacional de la Discapacidad.

Estas reformas dan origen a una nueva institucionalidad sucesora del FONADIS; El Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS). Lo anterior se materializa en el artículo sesenta y uno de la ley.

Artículo 61.- Créase el Servicio Nacional de la Discapacidad, servicio público funcionalmente descentralizado y desconcentrado territorialmente, que tiene por finalidad promover la igualdad de oportunidades, inclusión social, participación y accesibilidad de las personas con discapacidad.

El Servicio Nacional de la Discapacidad será, para todos los efectos legales, el sucesor y continuador legal del actual Fondo Nacional de la Discapacidad.

Finalmente, por la relevancia específica que tiene para este trabajo se agrega la nueva definición que entrega la ley para las ayudas de tipo técnico que figuraban en el artículo quinto de la ley anterior.

Artículo 6°.-Para los efectos de esta ley, se entiende por:

...

b) Ayudas técnicas: Los elementos o implementos requeridos por una persona con discapacidad para prevenir la progresión de la misma, mejorar o recuperar su funcionalidad, o desarrollar una vida independiente.

...

3 Especificación del Problema y Objetivos

En cuanto a su definición, el problema abordado debe ser separado en dos sub-problemas: uno tiene que ver con el objetivo propiamente tal de asistir a una persona con discapacidad visual en la compra de productos; y el otro, en el “cómo” se logra esa asistencia. En otras palabras se quiere lograr un objetivo poniendo especial cuidado en la manera en que esto se hace.

Es posible denotar los dos sub-problemas mediante los siguientes conceptos para tratar cada uno por separado.

- Responsabilidad Social y Autonomía.
- Proceso de Compra en sí.

Finalmente, objetivos específicos, restricciones adicionales y algunos criterios de aceptación completan este capítulo.

3.1 Responsabilidad Social y Autonomía

Reflexione el lector previamente sobre las siguientes preguntas.

- ¿Puede alguien prescindir del proceso de compra en la actualidad?
- ¿Ha visto en el comercio regular sistemas que ayuden a las personas con discapacidad visual a realizar sus compras?
- ¿Cómo una persona con discapacidad visual realiza sus compras cotidianas?

Atendiendo a las dos primeras preguntas; lo cierto es que la adquisición de bienes y servicios es hoy la forma en la que las personas satisfacen sus necesidades y los discapacitados visuales no escapan a ello. Además, y lamentablemente, el comercio (salvo casos aislados) no contempla sistemas de apoyo para discapacitados visuales.

La tercera pregunta es quizás menos intuitiva para personas de visión normal, por ello fue formulada a personas con discapacidad visual (Tape2) (Tape3) (Tape4). La respuesta fue siempre similar; “las compras” son realizadas con ayuda o en compañía de alguien más. Estas personas suelen ser familiares, amigos, guardias de supermercado o incluso transeúntes de buena voluntad.

En una actitud poco ambiciosa, se podría considerar esta forma dependiente de comprar (para una persona con discapacidad visual) como una solución probada por años que cumple el objetivo. Sin embargo, si se examina con cuidado, es notorio que esta alternativa no representa una solución, el problema persiste aún cuando la persona con discapacidad visual obtenga sus mercaderías.

La principal razón por la que la solución “dependiente de terceros” no resuelve el problema radica en su enfoque “clásico” (o más bien anticuado) respecto de como se entiende la discapacidad y por ende que puede considerarse una solución. Resulta conveniente entonces conocer el enfoque moderno respecto de la discapacidad (y en particular respecto de la discapacidad visual).

3.1.1 Perspectiva Internacional

La Organización Mundial de la Salud (OMS), es sin duda el foro más influyente y pertinente para conocer la actual conducción intencional en materia de discapacidad. En efecto, la OMS ha sido protagonista en el modelamiento y formalización de estas materias a lo largo de los años.

En 1976 realiza un primer ensayo dirigido a establecer un marco conceptual para la discapacidad. Antes de ello predominaba el modelo clásico basado en el concepto de enfermedad.

En 1980 publica la *Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades Y Minusvalías* CIDDM. Por primera vez se entiende el problema desde distintos “niveles”; orgánico, personal y social. Una nueva revisión en 1999 (CIDDM-2) introduce además interrelaciones más complejas entre los niveles. Finalmente el año 2001, otra revisión da origen a la *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF)* la cual permanece vigente.

La CIF crea una jerarquía bajo la cual se establecen definiciones formales agrupadas semánticamente. La CIF termina de consolidar el enfoque “multi-nivel” de la discapacidad, considerando los siguientes ámbitos generales denominados *Componentes*

- Funciones y Estructuras corporales
- Actividades y participación
- Factores ambientales
- Factores personales. (No posee definiciones en la CIF por depender de cada persona)

La estructura del documento de la CIF contempla dos niveles de clasificación y un tercero de mayor detalle. El primer nivel de clasificación se limita a listar los capítulos que integran cada una de las componentes antes mencionadas. El segundo nivel, presenta la ramificación de cada uno de los capítulos. Finalmente, en el tercer nivel, se entrega un apartado que detalla y define cada uno de los ítems del segundo nivel. Una introducción inicial y algunos anexos explicativos completan el documento. *(Para mayor información refiérase al apartado de Antecedentes)*

Internacionalmente vemos entonces, a través de la evolución de los instrumentos de la OMS, que la discapacidad se entiende hoy como un problema que afecta a una persona desde varios ámbitos. Al quitar el énfasis del concepto de enfermedad (modelo clásico) la discapacidad deja de estar contenida en el individuo y se comparte ahora por la sociedad e incluso por factores ambientales. No basta entonces con la medicina, hay una responsabilidad social que debe hacerse cargo su respectivo ámbito, así como una necesidad de adaptar ciertos factores ambientales para facilitar el acceso e integración. En esta último ámbito (Factores ambientales) el presente trabajo realiza su aporte, permitiendo que la tecnología pase de ser un obstáculo a un facilitador para las personas con discapacidad visual.

Ahora bien, todo lo expuesto en último párrafo, puede ser aclarado y formalizado utilizando las definiciones de la CIF. Se revisarán entonces las definiciones que atañen la discapacidad visual en cada uno de sus componentes, poniendo énfasis en aquellos relacionados con este trabajo. Tenga además presente el lector que los códigos listados aquí poseen definiciones en extenso dentro de la CIF (tercer nivel), las cuales se agregarán de ser necesario.

3.1.1.1 *Componente Funciones y Estructuras Corporales*

3.1.1.1.1 Dominio, funciones Corporales

Desde el punto de vista funcional, los problemas de la visión se codifican de la manera siguiente.

Capítulo 2 Funciones sensoriales y dolor

- Vista y funciones relacionadas (b210-b229)
 - b210 Funciones visuales
 - b215 Funciones de las estructuras adyacentes al ojo
 - b220 Sensaciones asociadas con el ojo y estructuras adyacentes
 - b229 Vista y funciones relacionadas, otras especificadas y no especificadas

3.1.1.1.2 Estructuras corporales

Y, desde el punto de vista estructural. Se tiene la siguiente división.

Capítulo 2 El ojo, el oído y estructuras relacionadas

- s210 Estructura de la órbita ocular
- s220 Estructura del globo ocular
- s230 Estructuras periféricas oculares

3.1.1.2 *Actividades y Participación*

Para el componente *Actividades y Participación* la discapacidad visual afecta varias sub-divisiones del dominio *Áreas Vitales*, solo listaremos aquellas que se relacionan con este trabajo.

3.1.1.2.1 *Áreas Vitales*

Capítulo 1 Aprendizaje y aplicación del conocimiento

- Experiencias sensoriales intencionadas (d110-d129)
 - d110 Mirar

Capítulo 6 Vida doméstica

- Adquisición de lo necesario para vivir (d610-d629)
 - d610 Adquisición de un lugar para vivir
 - d620 Adquisición de bienes y servicios
 - d629 Adquisición de lo necesario para vivir, otra especificada y no especificada.

Dada la pertinencia del ítem d620 con este trabajo, se agrega a continuación su definición detallada. Esta definición permitirá más adelante formalizar el concepto de *Compra*.

d620 Adquisición de bienes y servicios

*“Seleccionar, obtener y transportar todos los bienes y servicios necesarios para la vida diaria, como **seleccionar, obtener, transportar y almacenar** comida, bebida, ropa, productos de limpieza, combustible, artículos para la casa, utensilios, baterías de cocina, aparatos domésticos y herramientas; procurarse servicios y utilidades domésticas. Incluye: **comprar y almacenar** para satisfacer las necesidades.”*

Observe el lector que la secuencia de términos entregada por la definición incluye el seleccionar, obtener y almacenar productos.

Hasta aquí la CIF ha permitido conocer definiciones respecto del problema que este trabajo asume. El último componente, que se presenta a continuación (Factores ambientales), además permite conocer el ámbito del problema de la discapacidad visual desde donde este trabajo realiza su aporte. Nuevamente se entregarán solo los capítulos e ítems relevantes.

3.1.1.3 Factores ambientales

3.1.1.3.1 Influencias externas sobre el funcionamiento y la discapacidad.

Capítulo 1 Productos y tecnología

- e110 Productos o sustancias para el consumo personal
- e115 Productos y tecnología para uso personal en la vida diaria
- e120 Productos y tecnología para la movilidad y el transporte personal en espacios cerrados y abiertos

Una vez más es pertinente entregar algunas definiciones más detalladas con respecto a algunos conceptos e ítems. La primera definición aclara lo que la CIF entiende por *Productos y Tecnología*

“Capítulo 1 Productos y tecnología

*Este capítulo trata sobre los productos o sistemas de productos naturales o fabricados por el hombre, el equipamiento y la tecnología existentes en el entorno inmediato de un individuo que se recogen, crean, producen o manufacturan. La clasificación de ayudas técnicas ISO9999 las define como **“cualquier producto, instrumento, equipo o sistema técnico utilizado por una persona con discapacidad, creado específicamente para ello o de uso general, que sirva para prevenir, compensar, supervisar, aliviar o neutralizar la discapacidad”**. Se considera que cualquier producto o tecnología puede ser considerado como una ayuda. (Ver ISO9999: Technical aids for disabled persons- Classification (second version)); ISO/TC 173/SC 2; ISO/DIS 9999 (rev.).). Sin embargo, para los propósitos de esta clasificación de factores ambientales, los productos y tecnología de ayuda se definen más estrictamente como **“cualquier producto, instrumento, equipo o tecnología adaptada o diseñada específicamente para mejorar el funcionamiento de una persona con discapacidad”**.”*

Ahora bien, dentro del este capítulo existe una división y sub-división que definen de manera muy precisa la categoría de la cual la solución tecnológica realizada en este trabajo forma parte. Ambas definiciones se agregan a continuación.

e125 Productos y tecnología para la comunicación

Equipamiento, productos y tecnología utilizados por las personas para transmitir y recibir información, incluyendo aquellos adaptados o diseñados específicamente, situados en, sobre o cerca de la persona que vaya a utilizarlos.

Incluye: productos y tecnología generales y de ayuda para la comunicación

e1251 Productos y tecnología de ayuda para la comunicación

Equipamiento, productos y tecnología adaptados o diseñados específicamente, para ayudar a las personas a enviar y recibir información, como dispositivos especializados de visión, dispositivos electro-ópticos, dispositivos especializados de escritura, dispositivos de dibujo o escritura manual, sistemas de signos y ordenadores/computadoras con hardware y software especial, implantes cocleares, ayudas auditivas, sistemas de rehabilitación de la audición de FM (frecuencia modulada), prótesis para la voz, tableros de comunicación, gafas y lentes de contacto.

Finalmente, y a modo de síntesis, se puede agregar que existe un marco internacional y universal que define la discapacidad visual en cada uno de sus ámbitos (según el enfoque moderno). Este marco contempla el acceso a dispositivos tecnológicos (**código e1251**), cuya ausencia se considera una obstaculización impuesta por el medio ambiente del discapacitado. En la medida que mejore la calidad y cantidad de productos tecnológicos de esta categoría, la misma, será mejor evaluada por las personas con discapacidad visual, entendiéndose esto como una disminución de su discapacidad en el ámbito de factores ambientales.

3.1.2 Perspectiva nacional

En el contexto nacional, los antecedentes más pertinentes sobre discapacidad, vienen dados por el marco legal. En él se establecen los lineamientos básicos sobre los cuales la sociedad chilena se organiza para asistir e integrar a los discapacitados.

El primer esfuerzo legal que incorpora el enfoque “multiniveles” (considerando los ámbitos: orgánico, personal y social) de la discapacidad, se materializó el 1994 cuando fue aprobada por el Congreso Nacional la ley 19.284. Esta ley, bajo el título, “*Ley de Integración Social de las Personas con Discapacidad*” crea el Fondo Nacional de la Discapacidad (FONADIS), entrega definiciones formales y establece normas que tienen como objetivo integrar a los discapacitados a la sociedad. Sin embargo, a juicio de muchos, la ley es un tanto monolítica y no logra abordar de manera mancomunada las necesidades de los discapacitados. El actual Subdirector del Servicio Nacional de la Discapacidad Sr. Oscar Mellado reconoce, por ejemplo, que el FONADIS era una “*entidad entregadora de recursos*” sin capacidad de generar políticas. (Mellado, 2010)

En Febrero de 2010 se promulga la ley 20.422 que, textualmente “*Establece normas sobre igualdad de oportunidades e inclusión social de personas con discapacidad*”. Esta ley coincide en muchos aspectos con las tendencias internacionales, y ello no es casualidad. En los últimos años las reformas legales en

materia de discapacidad se han realizado en estrecha sintonía e integración con la experiencia internacional. Esto se evidencia en el discurso presidencial que abrió la discusión de la nueva ley en mayo de 2005, donde S.E. Ricardo Lagos Escobar incluye frases como: “...el acento debe colocarse ahora sobre el entorno social y no sobre las deficiencias de las personas...” y “...Este estudio, refleja la nueva visión de la discapacidad desarrollada por la Organización Mundial de la Salud...” (Escobar, 2005, pág. 6).

La nueva ley reemplaza el FONADIS por el Servicio Nacional de la Discapacidad (SENADIS), esta nueva institucionalidad posee funciones de generación de políticas públicas orientadas a velar por la igualdad e inclusión de la gente con discapacidad. (Mellado, 2010).

Otro concepto en el que la nueva ley pone acento es en el de *Autonomía*. En el mismo discurso antes citado el Ex presidente declara:

“En materia de rehabilitación, el proyecto tiene por finalidad que las personas con discapacidad logren autonomía para participar y realizar funciones esenciales de la vida diaria.” (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 8)

Además, menciona los nuevos cinco principios rectores de la ley, de los cuales destacan:

- **Vida independiente.** Esta es situación en la que la persona con discapacidad se encuentra en condiciones de tomar decisiones, de ejercer actos de manera autónoma y de participar activamente en la comunidad. (Escobar, 2005, pág. 7)
- **Accesibilidad universal.** Estas son las exigencias que deben **cumplir los entornos**, proceso, bienes, servicios, herramientas, etc., para ser comprensibles, utilizables y practicables por todas las personas. (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 8)
- **Diseño universal.** Esta es la actividad por la que se conciben o proyectan, desde el origen, entornos, procesos, bienes, etc., **con tal de que puedan ser utilizados por todas las personas.** (Lagos, Mensaje del ejecutivo, 2005, pág. 8)

El espíritu “pro autonomía” mencionado en el discurso se materializa finalmente en varios artículos de la nueva ley, como por ejemplo, el número quinto; donde textualmente se dispone lo siguiente:

Artículo 12.- El Estado promoverá la autonomía personal y la atención a las personas en situación de dependencia a través de prestaciones o servicios de apoyo, los que se entregarán considerando el grado de dependencia y el nivel socioeconómico del postulante.

O el artículo sesenta y dos (letra G) donde se establecen las funciones del SENADIS principal institucionalidad de la nueva ley.

g) Financiar, total o parcialmente, ayudas técnicas y servicios de apoyo requeridos por una persona con discapacidad para mejorar su funcionalidad y autonomía personal, considerando dentro de los criterios de priorización el grado de la discapacidad y el nivel socioeconómico del postulante

En cuanto a las definiciones aportadas por la nueva ley, en su artículo sexto entrega una de gran relevancia para este trabajo. Allí se define el concepto de Ayuda técnica (mencionado en la cita anterior) al cual pertenece la solución aquí desarrollada.

Artículo 6°.-Para los efectos de esta ley, se entiende por:

...

b) Ayudas técnicas: Los elementos o implementos requeridos por una persona con discapacidad para prevenir la progresión de la misma, mejorar o recuperar su funcionalidad, o desarrollar una vida independiente.

Por los antecedentes expuestos en esta apartado, coincidirá el lector que el enfoque moderno respecto de la discapacidad poco tiene que ver con el enfoque clásico asistencialista y basado en la idea de enfermedad. Coincidirá además que la “solución” dependiente de terceros para realizar tareas básicas como realizar la compra de mercaderías no se condice con los nuevos lineamientos internacionales, haciendo necesario incorporar nuevas tecnologías e ideas para asumir los desafíos que hoy, además, son parte de la ley vigente en Chile.

Proceso de compra en sí

Habiendo ya discutido lo que, hasta cierto punto pueden ser consideradas restricciones del problema, se está en condiciones de definir que debe entenderse por *Proceso de Compra (para personas con discapacidad visual)*. En ello consiste básicamente el desafío abordado en este trabajo.

Las definiciones de diccionario para el concepto de *compra* se reducen al “simple intercambio de dinero por bienes y servicios”. Un poco más detallados son los estudios de marketing que definen *el proceso de compra* como una serie de pasos por los que transita un consumidor para realizar esta actividad. La cantidad de pasos varía de acuerdo al estudio, pero en casi todos aparecen los siguientes:

1. Surgimiento de la necesidad de consumir
2. Búsqueda de información
3. Identificación y análisis de alternativas posibles
4. Decisión de compra
5. Comportamiento Post Compra

Sin embargo, antes de utilizar un listado como el anterior como modelo, es importante notar tempranamente, que este tipo de estudios están orientados a informar, sobre todo a profesionales del mundo de los negocios, respecto del proceder de los consumidores para satisfacer sus necesidades. Estos modelos, por contemplar consumidores promedio, asumen que estos últimos no poseen discapacidades. Note el lector que se pasa de la “*Decisión de compra*” al “*Comportamiento Post Compra*” sin detenerse en el acto de realizar la compra en sí. Las personas con discapacidad visual no escapan al comportamiento descrito por estos modelos, pero además poseen “problemas adicionales” derivados de su discapacidad. Este trabajo está orientado a asistir a las personas con discapacidad visual en esos “problemas adicionales” de modo de permitirles acercarse a las situaciones normales que enfrenta un consumidor promedio.

Para establecer la secuencia de pasos que se entienden como *Proceso de Compra* en este trabajo, observaremos la definición afín que posee la CIF. La ventaja de utilizar este documento radica en el hecho de que en su construcción siempre estuvo presente la condición de discapacidad del, en este caso, consumidor.

d620 Adquisición de bienes y servicios

*“Seleccionar, obtener y transportar todos los bienes y servicios necesarios para la vida diaria, como **seleccionar, obtener, transportar y almacenar** comida, bebida, ropa, productos de limpieza, combustible, artículos para la casa, utensilios, baterías de cocina, aparatos domésticos y herramientas; procurarse servicios y utilidades domésticas. Incluye: **comprar y almacenar** para satisfacer las necesidades.”*

Note el lector que aparecen en la secuencia conceptos como *transportar* y *almacenar* productos. Tales conceptos se asumirían obvios e intrínsecos al proceso de compra en un modelo tradicional. Además note que el acento se encuentra en las actividades derivadas del Proceso de Compra, más que en las consideraciones psicosociales que intervienen.

Considérense entonces las siguientes etapas como propias del *Proceso de Compra* (apoyándonos en la CIF)

- **Seleccionar**; consistente en la discriminación de productos de acuerdo a distintos criterios (necesidades, gustos, etc.) apoyándose en la información de que se disponga para tales efectos.
- **Obtener**; consistente en la transacción económica involucrada en una compra.
- **Transportar**; consistente en el traslado de las mercaderías a su lugar de destino.
- **Almacenar**; entendido como en el guardado de mercaderías de manera adecuada para su posterior uso.

Sin embargo, y lamentablemente, es difícil construir una herramienta de apoyo tecnológico capaz de asistir al discapacitado en cada una de estas etapas con complejidades tan diversas. Ello necesita posiblemente de un conjunto de tecnologías y voluntades para ser realizado. No obstante, este trabajo realiza su aporte en aquellas etapas que, a juicio del autor, son de mayor relevancia para una persona con una discapacidad de tipo sensorial (como lo es la discapacidad visual). Estas etapas son: seleccionar y almacenar.

Las complicaciones que posee una persona con discapacidad visual para “seleccionar” son evidentes, pero ¿por qué puede resultar relevante la etapa de almacenar? Ello se desprende con claridad de las entrevistas realizadas a personas con discapacidad visual (Poblete, 2010) (Miguel & Susana, 2010). Los productos de geometrías similares (conservas, cajas, etc.) se vuelven fácilmente indistinguibles sin la lectura de etiquetas; para resolver aquello, las personas con discapacidad visual recurren frecuentemente a ingeniosas estrategias de ordenamiento y marcado. Sin embargo, estas no son “universales” y sirven solo a las personas que comparten su uso.

El problema abordado en este trabajo tiene que ver entonces con las etapas antes mencionadas de seleccionar y almacenar productos. Ello puede formalizarse en los objetivos específicos tratados en el siguiente apartado.

3.2 Objetivos específicos

El apoyo a las etapas de “Seleccionar” y “Almacenar” puede ser desglosado en algunos objetivos concretos que sean fácilmente validables en una etapa posterior. Ello se puede realizar de la manera siguiente:

- **Seleccionar**
 - Permitir detectar productos próximos en un mercado
 - Proveer un mecanismo para obtener información detallada de los productos detectados

- **Almacenar**
 - Mercado de Productos
 - Reconocimiento de productos marcados (etapa de post-venta)

Se discuten a continuación estas sub etapas y se agrega para cada una de ellas criterios de aceptación que permitan verificar su presencia suficiente en la solución.

3.2.1.1 Permitir detectar productos próximos en un mercado

Una persona de visión normal es capaz de pararse frente a un aparador y obtener cierta información “gruesa” a partir de una inspección inicial rápida. El tamaño y forma de los envases, por ejemplo, le sugieren de qué producto se trata y en qué cantidad se encuentra allí contenido.

Sin el beneficio de la vista, es deseable contar con un equipo que permita, a una persona con discapacidad visual, obtener de manera rápida información básica de los productos que se encuentran frente a ella **prescindiendo del contacto**. Ello le permitiría realizar una discriminación preliminar sin tener que inspeccionar y manipular los objetos en sí.

Las alternativas actuales (Braille Retail, por ejemplo) no permiten realizar este tipo de inspección. Aun si cada uno de los productos tuviesen información Braille adosada (situación que desafortunadamente no es cierta), la persona con discapacidad visual tendría que tomarse el tiempo de detectar la etiqueta Braille y leerla, eso para cada uno de los productos que tiene en frente.

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario reconocer información básica de un grupo de productos cercanos. Ello debe concretarse en una fracción del tiempo necesario para realizar la misma tarea con productos etiquetados con braille.

3.2.1.2 Proveer un mecanismo para obtener información detallada de los productos detectados

Luego de que un producto logra la atención de una persona dotada de vista, lo usual es que esta quiera obtener información detalla del producto leyendo su etiqueta. Solo después de este paso estará en condiciones de decidir de manera informada si compra o no el producto.

Es esperable entonces, que el equipo de apoyo permita completar la información entregada en la sub etapa anterior. Esta vez incluyendo detalles importantes de los productos.

Un sistema basado en Braille puede ser bastante útil en esta sub etapa, ya que es un buen parangón a una etiqueta tradicional. Sin embargo, ¿Qué ocurre si el producto es pequeño? Una etiqueta normal utilizará un tamaño de fuente tipográfica suficientemente pequeño para presentar el máximo de información en el área disponible. Ello no es posible de hacer con escritura Braille, ya que sus símbolos poseen un tamaño estándar que maximiza su perceptibilidad (6.5 mm de alto por 4.0 mm de ancho). Esta situación se agrava si deben disponerse ambos tipos de etiqueta (normal y Braille) sobre el mismo espacio.

En el caso específico de Braille Retail, esta sub etapa tampoco se contempla. Ese sistema no está orientado a facilitar el acceso a la información de los productos en instancias previas a su compra. Braille Retail es en sí una alternativa a las etapas que se presentan a continuación.

A todo lo anterior agregue el lector los problemas antes discutidos respecto del porcentaje insuficiente de personas con discapacidad visual que manejan Braille de manera adecuada.

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario conocer información detallada de un grupo de productos cercanos. Ello debe concretarse en una tiempo no mayor al necesario para realizar la misma tarea con productos etiquetados con braille.

3.2.1.3 Mercado de Productos

Esta sub etapa (y la que sigue) simplemente no forman parte de un “*proceso de compra*” tradicional (para videntes), puesto que se asume que la información disponible en las etiquetas individualizan suficientemente cada uno de los productos en todo momento.

La CIF, sin embargo, incluye esta etapa consciente de que la discapacidad visual imposibilita el reconocimiento de productos a partir de las etiquetas tradicionales. Se necesita entonces que el equipo de apoyo permita marcar el producto con información relevante para el cliente.

Braille Retail es efectivo en esta tarea, sin embargo, no entrega demasiada flexibilidad al usuario para escribir lo que él desee sobre el producto. Es un tercero (empleado del supermercado) quien realiza el etiquetado Braille con las restricciones de espacio antes señaladas.

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario asociar información a un producto, ello con total independencia del tipo y extensión de la información.

3.2.1.4 Reconocimiento de productos marcados (etapa de post-venta)

Esta sub etapa, en complemento a la anterior, consiste en la recuperación de la información asignada al producto. Braille Retail requiere de lectura tradicional Braille para ello. El sistema de apoyo debe permitir un descifrado adecuado.

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario recuperar la información asociada a un producto.

3.3 Restricciones adicionales

Atendiendo a las características del problema que el sistema de apoyo asiste, es necesario señalar algunas restricciones funcionales y de diseño. Las más importantes se listan a continuación:

3.3.1 Portabilidad

Cualquier solución al problema definido debe contar con la cualidad de portabilidad. Se requiere un sistema pequeño, ligero y que resuelva cuestiones como la sujeción anatómica mínima necesaria.

Criterio de aceptación:

Para validar esta restricción, se requiere que el sistema de apoyo sea pequeño, liviano y que cuente con los mecanismos de sujeción necesarios para su uso.

3.3.2 Usabilidad

Esta importante cualidad toma aún mayor relevancia en un sistema orientado al apoyo de personas con discapacidad. El equipo resultante, de ninguna manera puede convertirse en una “pieza tecnológica” de operación complicada.

En la etapa de validación se tratará con especial atención esta restricción. Siendo necesaria la utilización de algunas técnicas e instrumentos que permitan tal objetivo.

Criterio de aceptación:

Para validar esta restricción, se requiere que el sistema posea comandos fácilmente detectables por una persona con discapacidad visual y su operación sea simple.

3.3.3 Autonomía

Es deseable también que el sistema de apoyo cuente con una fuente de energía interna con autonomía de funcionamiento suficiente para cumplir con su función (algunas horas de autonomía como mínimo).

Criterio de aceptación:

Para validar esta restricción, se requiere que el sistema sea capaz de varias horas (3 a 4) sin necesidad de recargar sus baterías.

4 Especificación de la Solución

Atendiendo a los objetivos y restricciones impuestas en la especificación del problema, se diseñó y desarrolló una solución, que en su definición más general, corresponde a un *Sistema Embebido portátil*. Este incorpora: componentes de Hardware, protocolos de comunicación y Firmware especialmente diseñado para este sistema.

De entre las tecnologías utilizadas destaca la llamada RFID; la cual, desde algún punto de vista, provee de “capacidades sensoriales” al sistema. Esta tecnología junto con algunos formatos de audio y botones táctiles conforman la entrada. La salida, por su parte, se conforma exclusivamente de archivos de audio (voz). El esquema de caja negra siguiente ilustra lo anterior.



Ilustración 11: Esquema de Caja Negra del sistema

La especificación de la solución se realiza en tres sub capítulos distintos, cada uno de los cuales permite detallar un ámbito de la solución. Los sub capítulos son:

1. Enfoque Conceptual
2. Detalles de Firmware
3. Detalles de Hardware

4.1 Enfoque conceptual

4.1.1 Módulos del sistema

No obstante, los detalles de Hardware son presentados en el sub capítulo correspondiente, se hace necesario revisar un esquema previo que permita establecer la idea de conjunto del sistema, así como sus módulos e interacciones involucradas. Observe el lector la ilustración 12:

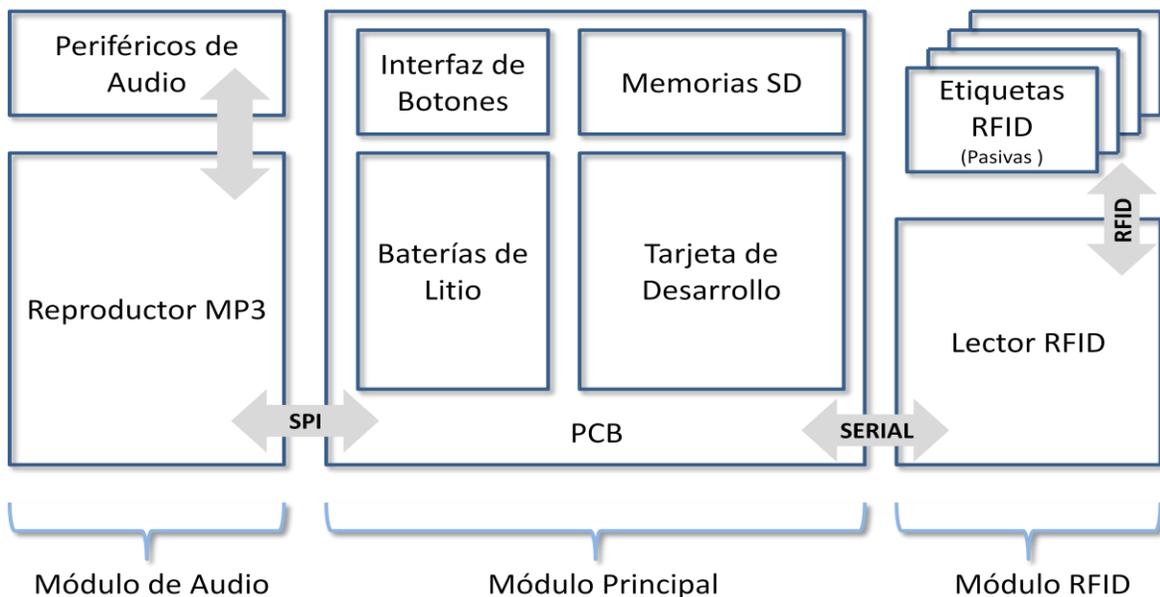


Ilustración 12: Esquema Modular del Sistema

Se observan en la Ilustración 12 los tres módulos que componen la solución:

- **Módulo Principal.-** Consiste en un PCB (Printed Circuit Board) diseñado para esta solución en específico. Cuenta con una tarjeta de desarrollo que incluye el microcontrolador (para el procesamiento de datos), dos memorias Micro SD para almacenamiento de archivos de audio, una interfaz de botones (stop/mode, adelante, atrás) para control y una batería de litio para alimentar todo el sistema (los tres módulos).
- **Módulo de Audio.-** Consiste en un reproductor/grabador MP3 para desarrollo, el cual se comunica con el módulo principal a través del protocolo SPI de alta velocidad. Posee un microcontrolador propio con rutinas programadas por el fabricante. La operación desde el módulo principal requiere de comandos específicos y flujos de datos para reproducción o grabación según corresponda. Completan el módulo periféricos de entrada/salida de audio (audífonos y micrófono).
- **Modulo de RFID.-** Consiste básicamente en el lector RFID más el soporte para sujeción y alimentación del mismo.

4.1.2 Arquitectura física

Otra ilustración imprescindible para conocer el enfoque conceptual viene dada por la “arquitectura física” de los módulos y su organización en los distintos dispositivos o unidades en las que se divide el sistema. Además se entrega, en la misma ilustración, la distribución de tales dispositivos o unidades sobre el cuerpo del usuario.

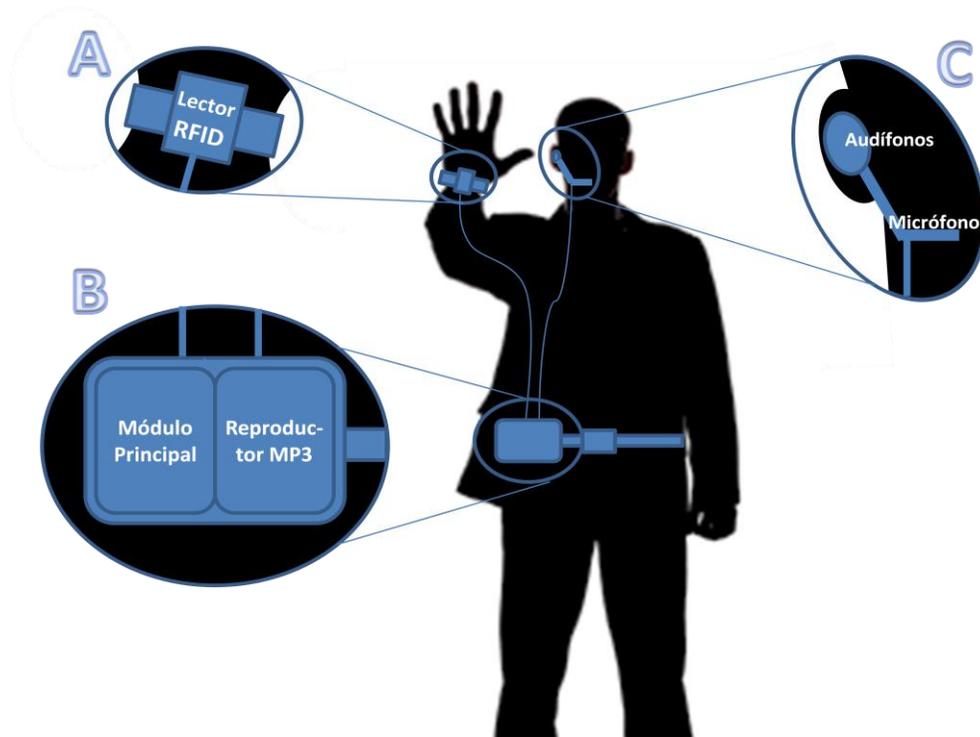


Ilustración 13: Arquitectura física y distribución de dispositivos

Se aprecian en la Ilustración 13 las siguientes unidades:

- **Unidad A.-** Se conforma del módulo de RFID sobre una especie de brazalete. De él se extiende un cable hasta la Unidad B.
- **Unidad B.-** Incluye en un mismo dispositivo (sujeto al cinto con cierta semejanza a los antiguos “estéreos personales”), el Módulo Principal y parte del Módulo de Audio (Reproductor MP3).
- **Unidad C.-** Se constituye de los periféricos del Módulo de audio: audífonos y micrófono. Estos se conectan mediante un cable con la Unidad B.

4.1.3 Operación del Sistema

Ya teniendo una idea de *conjunto del sistema* se puede revisar el funcionamiento de éste desde el punto de vista de la interacción que demanda al usuario. Para ello se utilizan los diagramas de Casos de Uso que provee el lenguaje UML.

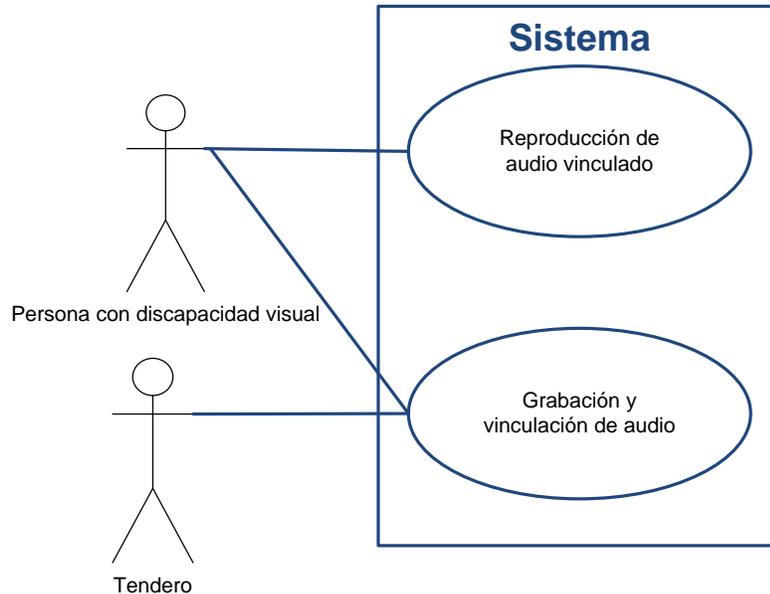


Ilustración 14: Casos de Uso del Sistema de Apoyo

4.1.3.1 Sistema

En sistema se incluye la totalidad de los módulos de hardware descritos en la sección 4.1.1, así como el firmware tratado a lo largo del apartado 4.2. Es la solución completa que, desde el punto de vista de sus funcionalidades, permite ser separado en los siguientes modos o Casos de Uso.

- Reproducción de audio vinculado
- Grabación y vinculación de audio

4.1.3.2 Actores

Los actores que realizan y reciben las acciones del sistema, se definen por los siguientes perfiles:

4.1.3.2.1 Persona con discapacidad visual

Es el usuario final del sistema y hace uso de la totalidad de las capacidades de éste.

4.1.3.2.2 Tendero

Representa a la persona (u otro sistema) encargado de actualizar la información utilizada. Su relación con el sistema puede considerarse indirecta ya que en la mayoría de los casos su labor requerirá solo de la manipulación del dispositivo de almacenamiento (Memorias SD del módulo principal). Sin embargo, en la definición conceptual señalada aquí. Sí posee participación en el caso de uso denominado Grabación y vinculación de audio.

Respecto de los modos exhibidos en la ilustración 14, cada uno posee funcionalidades distintas y una operación muy simple como puede comprobarse en el detalle que se entrega a continuación.

4.1.3.3 Reproducción de audio vinculado

La reproducción de audio es el modo por defecto del sistema. La palabra “vinculado” denota la existencia previa de un vínculo entre el archivo de audio y una etiqueta RFID. En este modo el sistema es capaz de reconocer una etiqueta RFID y, como el lector ya debe haber deducido, reproducir su audio vinculado.

La reproducción de audio vinculado es acompañada de otras reproducciones denominadas “reproducciones de control”, las cuales entregan instrucciones al usuario o dan cuenta de ciertos estados del sistema.

4.1.3.3.1 Casos de uso Modo Reproducción de audio vinculado

El escenario correspondiente a este modo de la Ilustración 14 puede desarrollarse según lo exhibido en la Ilustración 15. Se entregan además las descripciones de cada caso de uso.

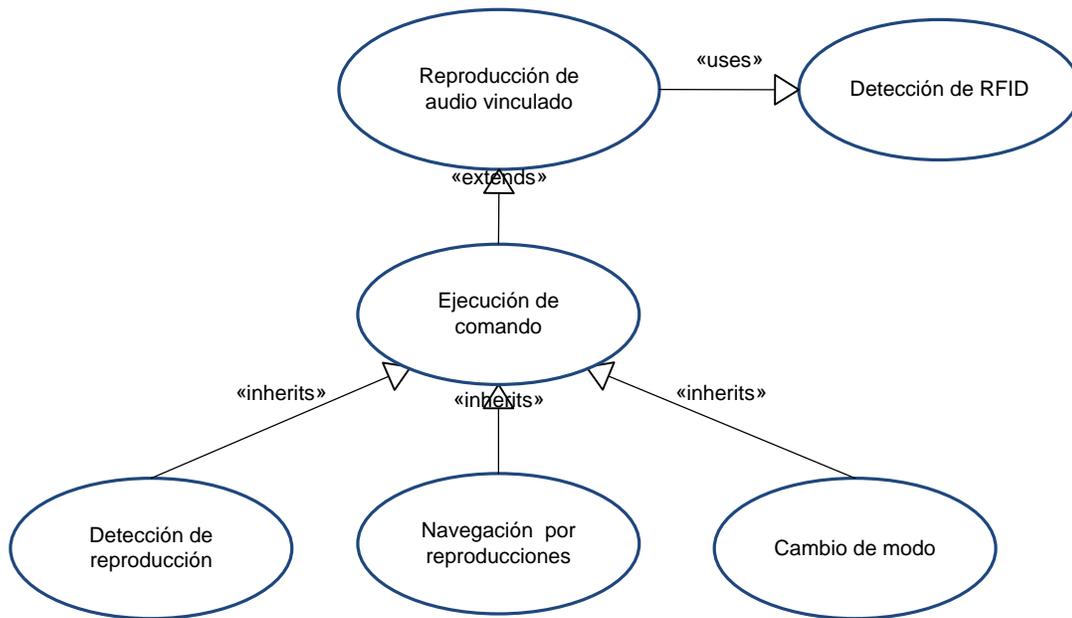


Ilustración 15: Casos de uso Modo Reproducción de audio vinculado

Código	CU01
Nombre	Reproducción de audio vinculado
Descripción:	Reproduce archivos de audio vinculados a una etiqueta RFID específica.
Actores:	Persona con discapacidad visual
Precondiciones:	El sistema debe estar en Modo Reproducción de audio vinculado
Flujo Normal:	Se realiza detección de RFID (CU02) El sistema busca el ID recuperado El sistema lanza la reproducción
Flujo Alternativo:	Si el ID detectado no se encuentra, el sistema notifica esta situación al usuario.
Poscondiciones:	Se agrega la reproducción a la lista de reproducciones

Código	CU02
Nombre	Detección de RFID
Descripción:	Detecta una etiqueta RFID en las proximidades del usuario.
Actores:	Persona con discapacidad visual
Precondiciones:	Hay etiquetas RFID al alcance de la mano del usuario
Flujo Normal:	El usuario "barre" una zona con el brazaletes (Unidad A) moviendo el brazo de lado a lado
Flujo Alternativo:	Si no se encuentra ninguna etiqueta RFID el sistema no realiza acción alguna. Si existen más de una etiqueta, el sistema detectara el primero percibido (más cercano)
Poscondiciones:	El sistema recupera el identificador de la etiqueta RFID

Código	CU03
Nombre	Detención de reproducción
Descripción:	Detiene la reproducción en curso
Actores:	Persona con discapacidad visual
Precondiciones:	Existe una ejecución en curso
Flujo Normal:	El usuario aprieta el botón de <i>stop/mode</i> El sistema detiene la reproducción
Flujo Alternativo:	Si no hay reproducción en curso el botón <i>stop/mode</i> realizará un cambio de modo (CU05)
Poscondiciones:	El sistema queda a la espera de una nueva detección de RFID
Código	CU04
Nombre	Navegación por reproducciones

Descripción: Permite acceder a reproducciones previas
Actores: Persona con discapacidad visual
Precondiciones: El listado de reproducciones no está vacío (hay al menos una reproducción realizada)
Flujo Normal: El usuario aprieta el botón de <i>adelante o atrás</i> El sistema reproduce el audio correspondiente El usuario puede volver a apretar los botones adelante o atrás para seguir navegando por el listado
Flujo Alternativo: Si la lista está vacía, el sistema notifica esta situación al usuario Al alcanzar los extremos del listado el sistema debe avisar al usuario
Poscondiciones: El listado de reproducción no se altera con el navegado

Código	CU05
Nombre	Cambio de Modo
Descripción:	Permite Cambiar de modo al sistema
Actores:	Persona con discapacidad visual
Precondiciones:	No existe una ejecución (o grabación) en curso
Flujo Normal:	El usuario aprieta el botón de <i>stop/mode</i> El sistema cambia de modo
Flujo Alternativo:	Si hay reproducción (o grabación) en curso el botón <i>stop/mode</i> detendrá la reproducción (o grabación) (CU04)
Poscondiciones:	En el nuevo modo, el sistema señalará que se encuentra en el Modo correspondiente

4.1.3.4 Grabación y vinculación de audio

En el modo *Grabación y vinculación de audio*, el sistema permite incorporar nuevos archivos de audio y vincularlos a etiquetas RFID particulares. La ventaja de contar con un formato de almacenamiento FAT16 en las memorias SD del sistema, permite examinar y editar los listados de reproducciones en computadores tradicionales (pudiendo agregar nuevos archivos y sus vinculaciones). No obstante lo anterior, la descripción de funcionalidades entregadas aquí se refieren a la grabación y vinculación a través del sistema.

La grabación y vinculación también es acompañada de reproducciones denominadas “reproducciones de control”, las cuales entregan instrucciones al usuario o dan cuenta de ciertos estados del sistema.

4.1.3.4.1 Casos de uso Modo Grabación y vinculación de audio

El escenario correspondiente a este modo de la Ilustración 14 puede desarrollarse según lo exhibido en la Ilustración 16. Se entrega además las descripciones de cada caso de uso.

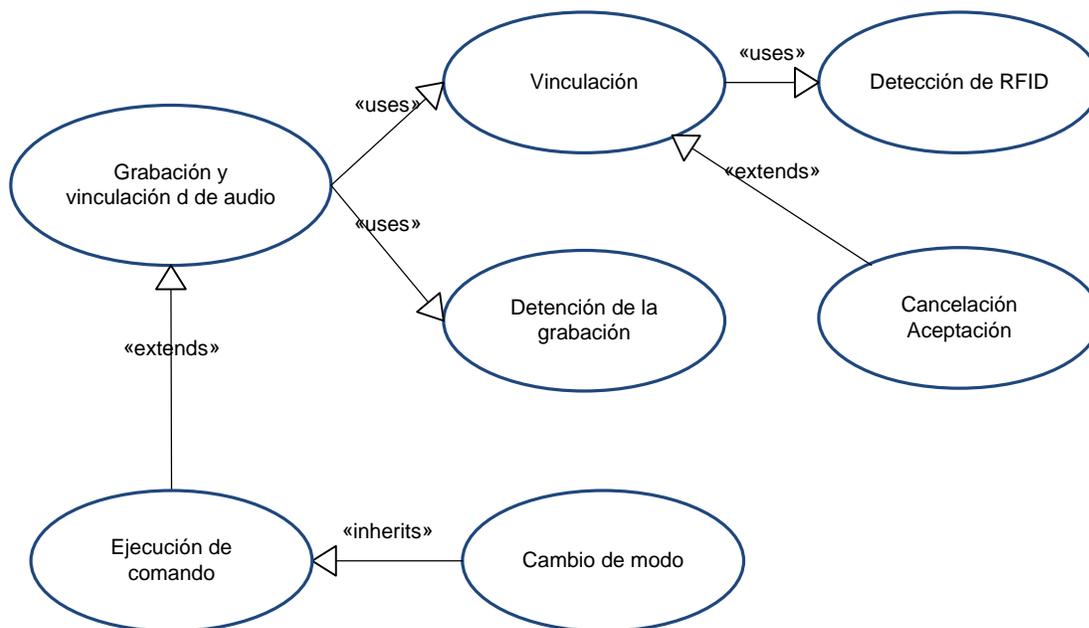


Ilustración 16: Casos de uso Modo Grabación y vinculación de audio

Código	CU06
Nombre	Grabación y vinculación de audio
Descripción:	Graba y vincula audio a etiquetas RFID.
Actores:	Persona con discapacidad visual, Tendero
Precondiciones:	El sistema debe estar en Modo Grabación y vinculación de audio
Flujo Normal:	Se realiza vinculación de etiqueta RFID (CU07) El sistema avisa que se encuentra listo para grabar El usuario habla durante unos segundos El usuario detiene la grabación (CU08)
Flujo Alternativo:	Si el usuario no detiene la grabación el sistema lo hará automáticamente luego de un tiempo máximo
Poscondiciones:	Se agrega el nuevo audio vinculado al almacenamiento del sistema

Código	CU07
Nombre	Vinculación
Descripción:	Vincula una etiqueta RFID a un archivo de audio.
Actores:	Persona con discapacidad visual, Tendero
Precondiciones:	El usuario cuenta con una etiqueta RFID para vincular
Flujo Normal:	El usuario realiza la detección del RFID (CU02) El sistema prepara el archivo de audio para realizar la grabación El sistema vincula el audio a la etiqueta RFID
Flujo Alternativo:	Si el RFID ya estaba vinculado el sistema avisará al usuario El sistema necesita confirmación para realizar el reemplazo (con botón adelante)
Poscondiciones:	Queda creada la cabecera del nuevo archivo de audio

Código	CU08
Nombre	Detención de la Grabación
Descripción:	Detiene la Grabación en curso
Actores:	Persona con discapacidad visual, Tendero
Precondiciones:	Existe una grabación en curso
Flujo Normal:	El usuario aprieta el botón de stop/mode El sistema detiene la grabación
Flujo Alternativo:	Si no hay grabación en curso el botón stop realizará un cambio de modo (CU05)
Poscondiciones:	El sistema queda a la espera de una nueva Grabación de audio

Código	CU09
Nombre	Cancelación Aceptación
Descripción:	Cancela la Grabación o acepta una grabación sobre una etiqueta RFID ya vinculada
Actores:	Persona con discapacidad visual, Tendero
Precondiciones:	Existe un RFID ya vinculado El sistema pregunta al usuario si quiere reemplazar el audio vinculado al RFID
Flujo Normal:	El usuario aprieta el botón de <i>stop/mode</i> para cancelar la grabación El usuario aprieta el botón de adelante para aceptar la grabación
Flujo Alternativo:	Si no hay grabación en curso el botón <i>stop/mode</i> realizará un cambio de modo (CU05)
Poscondiciones:	Si se cancela, el sistema queda listo para una nueva grabación

4.1.4 Flujo del sistema

Sin que se pretenda aun dar a conocer detalles de la implementación del sistema, es posible aportar un poco más de información de la solución desde el punto de vista conceptual. Esta vez el acento se pone en la continuidad del “flujo total” de cada uno de los modos que posee el sistema, más que en el detalle de los flujos parciales vistos en los casos de uso.

4.1.4.1 Diagrama de flujo Modo Reproducción de Audio (En relación con el Caso de Uso Reproducción de Audio)

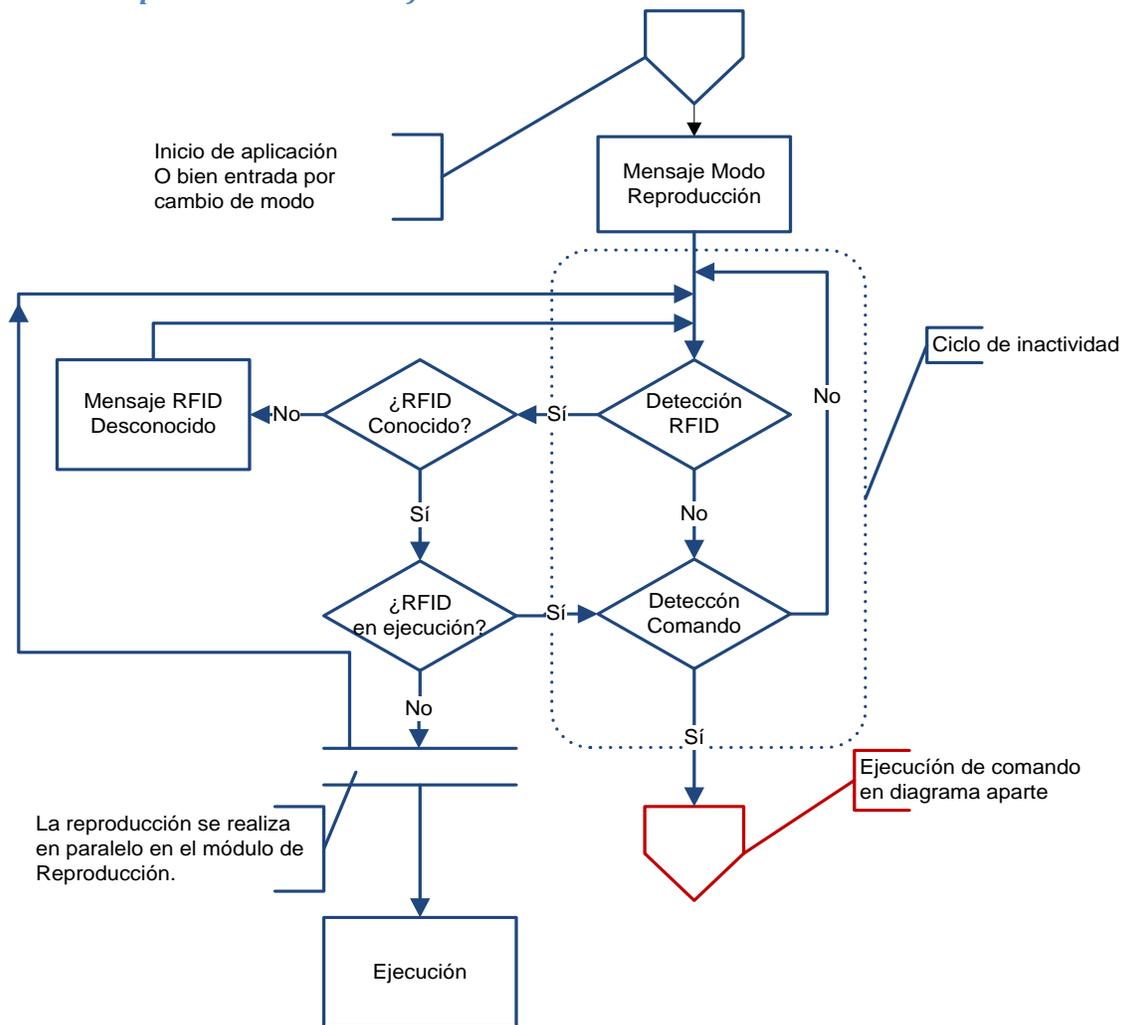


Ilustración 17: Diagrama de flujo Modo Reproducción de audio

Se aprecia en la Ilustración17, que el sistema (en este modo) permanece en un ciclo de inactividad lo cual solo se altera por la detección de una etiqueta DFID, o bien, por la pulsación de uno de los tres botones disponibles (ejecución de comando).

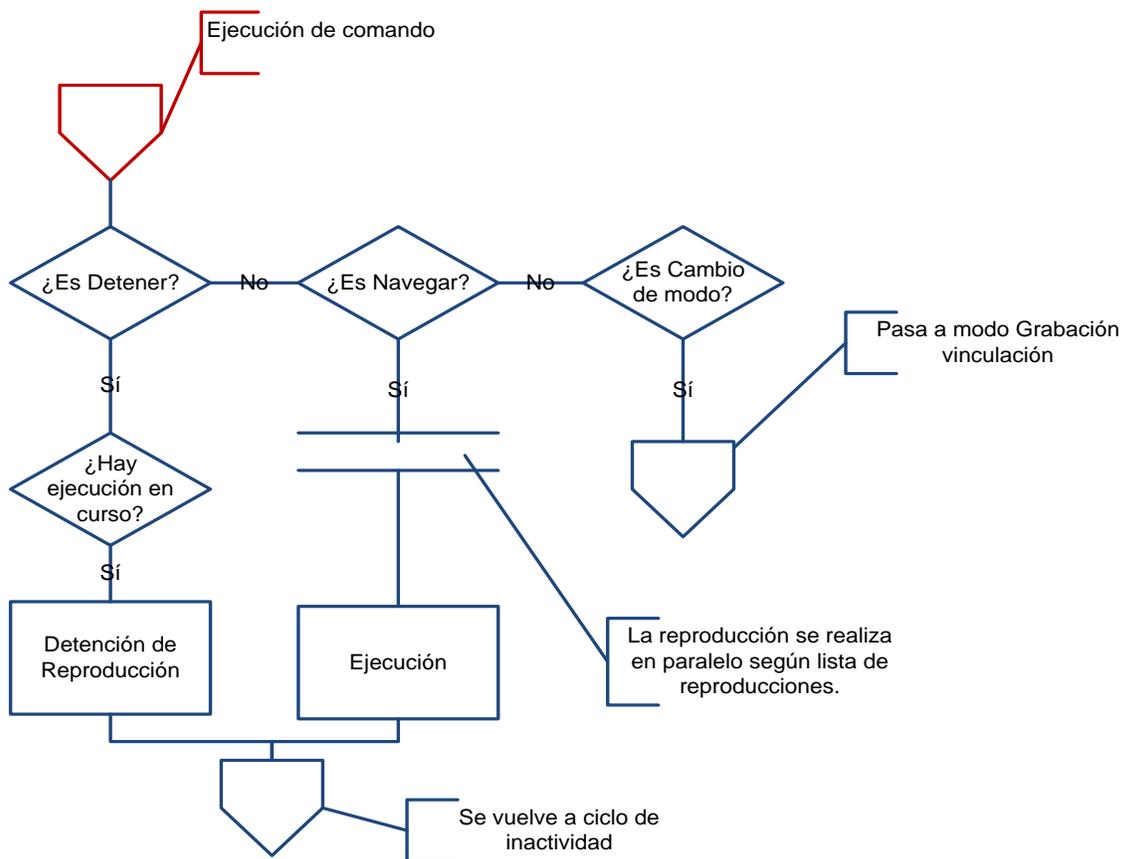


Ilustración 18: Diagrama de flujo Modo Reproducción de audio, ejecución de comandos

Al pulsar alguno de los botones de control, se ejecuta el comando correspondiente y se vuelve al ciclo de inactividad o se pasa al modo de Grabación y Vinculación de Audio según corresponda.

4.1.4.2 Diagrama de flujo Modo Grabación y Vinculación de Audio (En relación con el Caso de Uso Grabación y Vinculación de Audio)

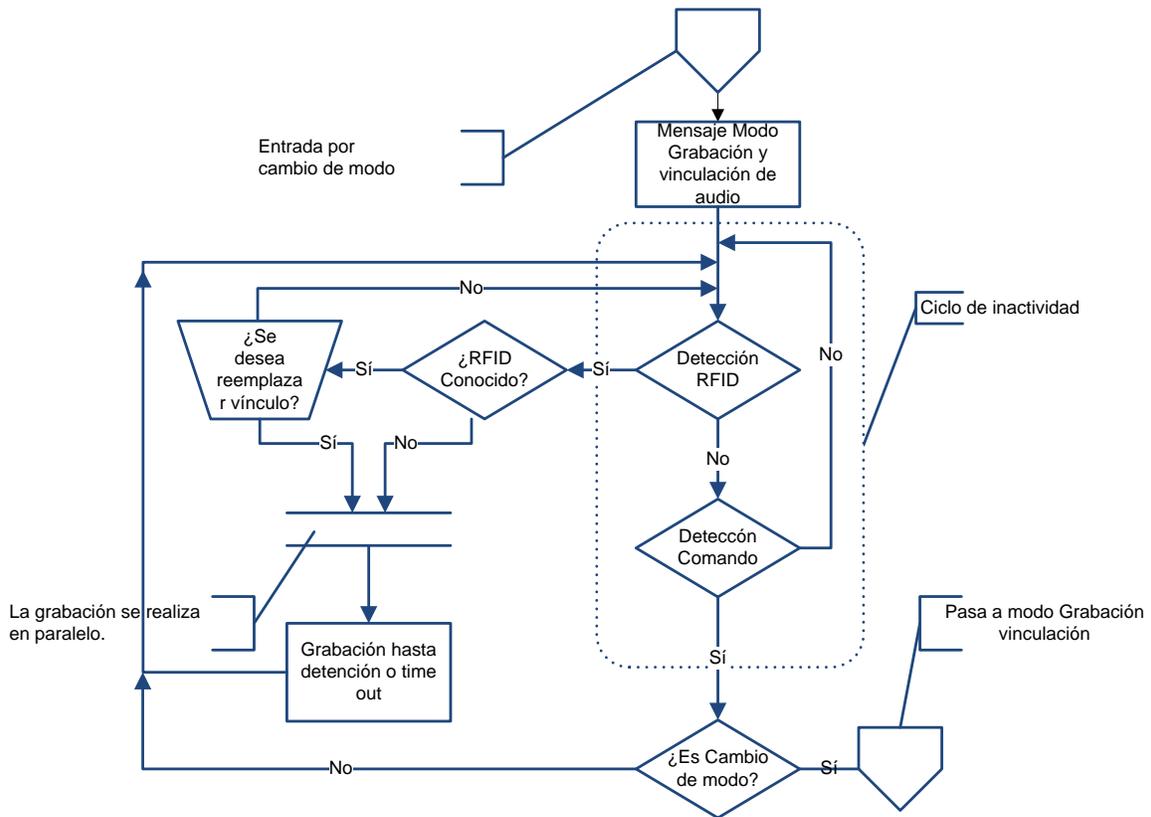


Ilustración 19: Diagrama de flujo Modo Grabación y Vinculación de Audio

Para este modo, existe también un ciclo de inactividad el cual solo se ve interrumpido por la detección de una etiqueta RFID o el comando cambio de modo. Un caso especial de grabación, que requiere la intervención del usuario, se produce cuando la etiqueta RFID a vincular ya posee un vínculo con un archivo existente. Solo si el usuario acepta, la “re-vinculación” se produce. Este último comportamiento está destinado a evitar que etiquetas de RFID vinculadas a un archivo existente se “re-vinculen” por accidente.

4.2 Detalles de Firmware

4.2.1 Preliminares

4.2.1.1 Entorno de programación

El comportamiento descrito en el sub capítulo precedente fue programado para que sea ejecutado por el microcontrolador del sistema. El lenguaje utilizado para la mencionada programación es una versión de C++ para microcontroladores. El compilador es una adaptación de GCC que se encuentra incorporada al IDE Cross Studio para ARM de la empresa Rowley Associates Ltd.

4.2.1.2 Esquema simple (Sin RTOS)

Por tratarse de funcionalidades simples se eligió una arquitectura de firmware sin la utilización de un RTOS (Real -Time Operating System). Esto obliga a administrar los recursos desde la misma aplicación. Dos buenos ejemplos de lo anterior son los siguientes:

1. La CPU no puede ser destinada por mucho tiempo a una labor, ello provocaría el descuido de otras tareas que probablemente también necesitan ser atendidas (no existe un scheduler de procesos).
2. Algunas tareas que dependen de determinados eventos son manejadas a través de interrupciones. Esto no es diferente a lo que ocurre en computadores tradicionales o sistemas embebidos con RTOS, pero a diferencia de ellos, el código de dichas interrupciones debe ser aportado por el programador de la aplicación.

4.2.1.3 Estructura de Firmware típica

Dada la arquitectura del punto anterior, una estructura típica para una aplicación de ese tipo se compone por:

- **Main o rutina principal.-** Esta se compone a su vez de un bloque de inicialización y un Loop infinito de operación.
- **Bibliotecas de módulos de hardware o dispositivos periféricos.-** Corresponden a un grupo de archivos con rutinas, funciones (y/o clases si corresponde) que permiten la utilización de dispositivos externos al microcontrolador y a módulos internos a este.
- **Utilitarios.-** Archivos con rutinas, funciones (y/o clases si corresponde) que son utilizadas por funciones y clases.
- **Archivos de configuración.-** Archivos que reúnen valores para configuración de módulos y dispositivos.

Un esquema de lo anterior se presenta en la ilustración 20. Las flechas grises denotan interacción. El *Main* es el punto de entrada de la aplicación, el cual ejecuta una rutina de inicialización para luego “entrar” en un *Loop* infinito de ejecución.

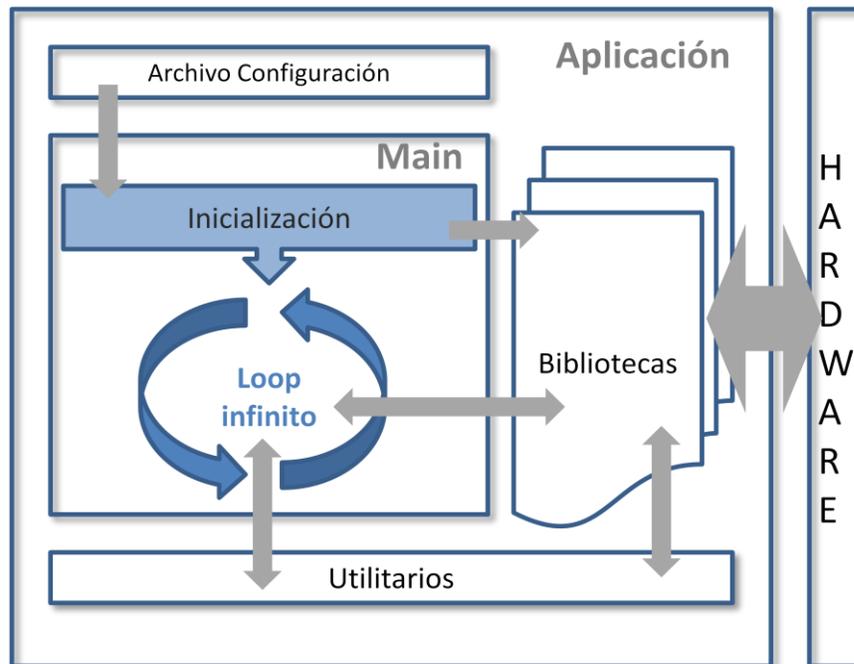


Ilustración 20: Esquema típico para arquitecturas simples en sistemas embebidos

La aplicación desarrollada en este trabajo posee esta estructura de firmware.

4.2.2 Implementación

Como se mencionó con anterioridad, se utilizó un esquema simple de firmware, el cual no contempla el uso de un RTOS. Esto obliga a la aplicación a considerar dentro de su funcionamiento la administración de recursos. Considérese, por ejemplo, el uso de CPU para necesidades concretas del sistema desarrollado.

- Debe monitorear constantemente la entrada del sistema, ello para detectar la opresión del alguno de los botones de control o la presencia de una etiqueta RFID.
- En el caso de existir una reproducción o grabación de audio (según el modo en el que se encuentre el sistema), debe enviar (o recibir) un flujo constante de datos de audio a alta velocidad.

Las dos tareas mencionadas deben ser realizadas en “simultáneo”, o al menos, esa debe ser la sensación que quede al usuario. No es razonable, que el usuario presione un botón y este no responda porque la CPU está ocupada transmitiendo datos.

La respuesta a estas necesidades comprende dos conceptos: Máquina de estados e interrupciones. Con ellos, el “Loop infinito” del diagrama 17 puede representarse por la máquina de estados de la ilustración 21.

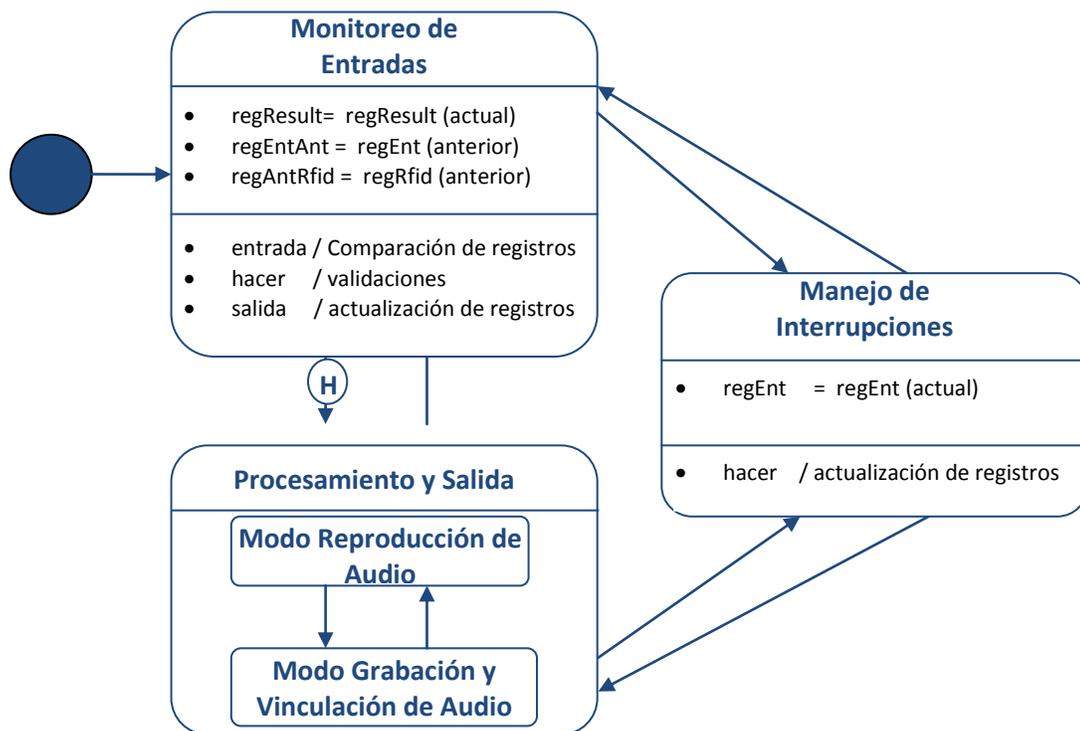


Ilustración 21: Máquina de estados general del sistema

Como se aprecia en la ilustración precedente, el sistema alterna constantemente entre el estado **Monitoreo de entradas** y el estado compuesto **Procesamiento y salida**. Sin embargo, ambos estados tiene una gran diferencia en su operación. Mientras en el estado **Monitoreo de entradas** se ejecuta una pequeña rutina de monitoreo idéntica cada vez (de principio a fin); en el estado **Procesamiento y salida** se ejecuta “un paso” de la máquina de estados interna, y al salir las variables mantienen su historia para la próxima ejecución.

Además, en cualquier momento, puede haber una transición al estado **Manejo de interrupciones** gatillado ciertamente por una interrupción. La Ilustración 22 exhibe un diagrama de secuencias del sistema que entrega una perspectiva temporal de lo anterior para una mejor comprensión.

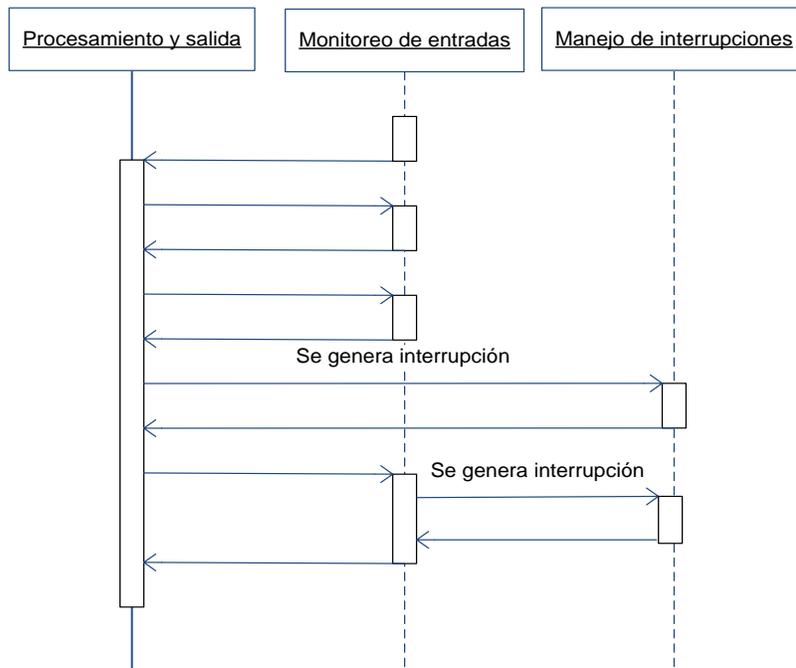


Ilustración 22: Diagrama de secuencia general del sistema

De esta forma, las tareas de largo aliento, se llevan a cabo en el estado **Procesamiento y salida** a través de pequeños avances sin acaparar la CPU y otros recursos.

Ya en conocimiento de la interacción entre los estados, es conveniente analizar cada uno de ellos por separado y modelarlos utilizando orientación objetos.

4.2.2.1 Manejo de interrupciones

Las interrupciones a las que se hace referencia son de dos tipos y trabajan mancomunadamente. Y a pesar de que, por simplicidad, se señaló que ellas intervienen aislada y esporádicamente, se verá que ello no es del todo preciso, aunque sus efectos coinciden con esa simplificación.

4.2.2.1.1 Interrupción de la UART (Universal Asynchronous Receiver-Transmitter)

La UART es el módulo del microcontrolador encargado de la recepción y transmisión serial (se debe recordar que el lector de RFID se comunica con el microcontrolador a través de este protocolo). La interrupción de la UART es generada por cada carácter que se recibe en la denominada “puerta serial”. La rutina de esta interrupción se limita a agregar cada uno de los caracteres recibidos a un Buffer particular. Con esta interrupción entonces se cubre una de las dos entradas de control que posee el sistema; la detección de RFID.

La implementación de la UART pertenece al set de bibliotecas que se muestran en la Ilustración 20. Una forma simple de realizar esa implementación es a través de una clase de miembros estáticos. Ello permitirá asociar el recurso a la clase y utilizarlo desde cualquier punto sin necesidad de una instancia.

La estructura de la clase se exhibe a continuación:

«utility» Uart
<code>+bufferRdx : static char[BLENGTH] = 0</code> <code>-totalRdx_com : static int = 0</code>
<code><u>+init() : static void</u></code> <code><u>+isr0() : static void</u></code> <code><u>+resetBuffer() : static void</u></code> <code><u>+getBuffer() : static char</u></code>

Atributos

- `bufferRdx`: Es el buffer de recepción de la UART
- `totalRdx`: Mantiene la cantidad de caracteres recepcionados en el buffer para uso interno

Operaciones

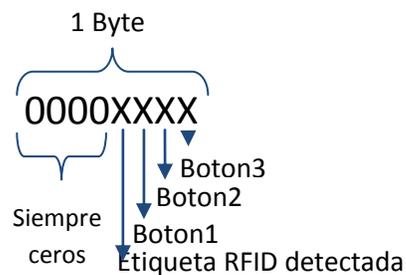
- `init`: Realiza la inicialización de la UART
- `isr0`: Punto de entrada de la interrupción, agrega un nuevo carácter al buffer de recepción
- `resetBuffer`: Limpia el buffer
- `getBuffer`: Entrega un puntero al buffer de recepción

4.2.2.1.2 Interrupción principal

Esta interrupción, contrario a lo que se pueda pensar, no está asociada a la opresión de los botones (que son la otra entrada del sistema), sino a un “timer” que la genera por cada milisegundo transcurrido. Este comportamiento sirve para tres cosas.

1. Permite llevar un reloj del sistema para medir intervalos de tiempo. Este reloj es, al fin de cuentas, una variable que se incrementa cada un milisegundo.
2. Revisar si hay un RFID completo en el buffer de la UART
3. Revisar si alguno de los botones se encuentra oprimido.

Los últimos dos acontecimientos de arriba se registrarán en una variable de largo un BYTE llamada regEnt (o registro de entrada). Esta variable “codifica” las entradas a nivel de bits de la manera siguiente:



Se tendería a pensar que el valor “1” en un determinado bit significa “presencia” (de etiqueta RFID o botón oprimido) y un “0” su ausencia, pero en realidad existen buenas razones para que ello no sea así. La detección de una etiqueta RFID o la opresión de un botón deben ser pensadas como un “evento” y al ocurrir cualquiera de estos “eventos” el bit correspondiente es “negado” respecto de su valor actual. Por ejemplo la secuencia: etiqueta RFID, boton1, etiqueta RFID, boton2, boton1 realizará los siguientes cambios en regEnt:

00001000
00001100
00000100
00000110
00000010

La razón de este comportamiento será aclarada al examinar el estado **Monitoreo de entradas**.

La implementación de la interrupción principal también pertenece al set de bibliotecas que se muestran en la Ilustración 20 y se realiza a través de una clase de miembros estáticos.

La estructura de la clase se exhibe a continuación:

«utility» Interrupt
-tick : static int = 0
-regEnt : static char = 0
+init() : static void
+timerInterrupt() : static void
+getTick() : static void
+getMapRegister() : static char

Atributos

- tick: Variable de timer incrementada cada milisegundo por la interrupción principal
- regEnt: Variable que mantiene codificada la interacción de botones y etiquetas RFID

Operaciones

- init: Realiza la inicialización del timer
- timerInterrupt: Punto de entrada de la interrupción, incrementa tick y actualiza regEnt conforme la actual configuración de la entrada
- getTick: Entrega el valor de tick
- getBuffer: Entrega el valor de regEnt

4.2.2.2 Monitoreo de entradas

Este estado es quien “consume” los registros actualizados por las interrupciones. En él, básicamente, se procesan estos registros y como resultado de aquello se actualizan otros que serán visibles en el estado **Procesamiento y salida**.

El procesamiento de registros al que se hace mención consiste en tres tareas, tal como se aprecia en la Ilustración 21; y se agrega una cuarta que se ocupa de la transición al estado **Procesamiento y salida**. Las tareas son:

- Comparación de registros
- Validaciones
- Actualización de registros
- Transición a estado **Procesamiento y salida**

4.2.2.2.1 Comparación de registros

Para detectar los eventos de las entradas desde el registro (o variable) “regEnt” cuyo comportamiento se describió en el estado de **Manejo de interrupciones**, se hace uso del registro “regEntAnt” que posee el valor que tenía “regEnt” en la anterior ejecución del estado. La operación es simple; consiste en el “XOR” (OR exclusivo) de ambos registros, resultado que se guarda en “regResult”. Dado el comportamiento del registro “regEnt”, de haber sucedido un evento de entrada entre dos ejecuciones consecutivas del estado **Monitoreo de entradas**, este quedará reflejado en “regResult” que posee la misma codificación a nivel de bits vista para “regEnt”; pero, ahora sí, habrá un “1” en el bit correspondiente si se detectó la entrada asociada a ese bit, y un “0” si no. Para la misma secuencia anterior (etiqueta RFID, boton1, boton2, boton1) se obtendría entonces: los siguientes resultados en regResult:

regEntAnt		regEnt		regResult
00000000	XOR	00001000	=	00001000
00001000	XOR	00001100	=	00000100
00001100	XOR	00000100	=	00001000
00000100	XOR	00000110	=	00000010
00000110	XOR	00000010	=	00000100

Para entender las razones que motivaron este diseño se debe reflexionar respecto de los conocidos problemas que conlleva la programación en múltiples hilos de ejecución (deadlock, data race, etc). Las interrupciones son ejecutadas como “tareas paralelas” al hilo de ejecución principal de la aplicación, lo que convierte a la memoria que se comparte en una sección crítica. Esta forma de realizar las comparaciones de registros permite que solo la interrupción principal escriba sobre “su variable” (regEnt) y la aplicación, a su vez, será quien manipule las propias (“regEntAnt” y “regResult”).

Note el lector que la ocurrencia de dos eventos simultáneos es posible pero de escasa probabilidad, para ello deben ocurrir en el mismo milisegundo. De todos modos, de ocurrir, será información disponible en “regResult” para el estado **Procesamiento y salida** quien decidirá si adopta un comportamiento especial o simplemente lo ignora.

4.2.2.2.2 Validaciones

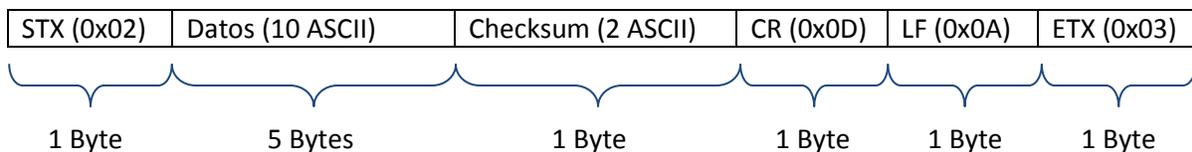
Al ser advertido un cambio en el bit de etiqueta RFID, solo se sabe que se ha detectado una etiqueta RFID, pero dos cosas deben validarse para concluir que se trata de un RFID válido.

- Chequeo de formato
- Etiqueta RFID detectada distinta a la anterior

Si alguna de estas validaciones falla, el bit correspondiente a etiqueta RFID en “regResult” se hace igual a cero, indicando con ello que no se ha detectado una etiqueta RFID.

4.2.2.2.2.1 Chequeo de formato

Como ya se ha mencionado, el lector RFID envía sus lecturas a través de comunicación serial. Esta comunicación, ya sea por ruido electrónico u otros fenómenos puede ser alterada. Para evitar el procesamiento de datos corruptos, el fabricante utiliza un formato validable, el cual se muestra a continuación:



Los datos y checksum en ASCII corresponden a dígitos hexadecimales (0-9,A,B,C,D,E,F) mientras que el resto son valores de control no imprimibles. El checksum es el “XOR” (OR exclusivo) de los valores ASCII hexadecimales de la sección de datos.

4.2.2.2.2 RFID distinto al anterior detectado

Otra cosa que se desea descartar es la “relectura” de la misma etiqueta RFID. El lector RFID ayuda a este propósito no enviando lecturas idénticas producto de una posición estacionaria del lector (respecto de una etiqueta RFID), sin embargo, bastan pequeños movimientos para que el lector reenvíe la misma etiqueta.

Para este propósito se mantiene un buffer denominado “regAntRfid” que se compara con el actual contenido del buffer de la Uart. Ambos almacenan lecturas obtenidas desde el lector RFID.

4.2.2.2.3 Actualización de registros

Esta tarea consiste en actualizar los valores para la próxima ejecución del estado **Monitoreo de entradas**. Puntualmente se realizan las asignaciones:

regEntAnt = regEnt
regEntRfid = bufferRdx

4.2.2.2.4 Transición a estado Procesamiento y salida

A diferencia de lo que ocurre con el estado **Manejo de interrupciones** en donde la transición es gatillada por una interrupción, este estado debe realizar, al finalizar todas las tareas anteriores, la transición al estado **Procesamiento y salida**.

La implementación de este estado se realiza mediante una clase instanciable. La estructura de la clase se exhibe a continuación:

Mode managment
-regResult : char = 0
-regEntAnt : char = 0
-regRfid : char[] = 0
-regRfidAnt : char[] = 0
-queue : Mode*[NUM_TYPE_MODE]
-currentIndexMode : char = 0
+analizeInput() : void
+processMode() : void
-getld() : char*
-getInitMode() : char*
-changeState() : void

Atributos

- regResult: Variable que codifica el estado de las entradas
- regEntAnt: Variable que mantiene el valor de regEnt (Interrupt) de la ejecución anterior
- regRfid: Cadena que almacena el RFID detectado
- regRfidAnt: Cadena que almacena el RFID anteriormente detectado
- queue: Arreglo de punteros a objetos Mode (tratados a continuación en la implementación del estado **Procesamiento y salida**)
- currentIndexMode: Mantiene el índice del objeto Modo actual en el arreglo queue

Operaciones

- analyzeInput: Realiza tres de las cuatro tareas del estado **Monitoreo de entradas** (Comparación de registros, Validaciones, Actualización de registros), para ello utiliza las operaciones privadas getInitMode y getId
- processMode: Realiza la tarea de transición a el estado de **Procesamiento y salida**
- getInitMode: Realiza el chequeo de formato
- getId: Realiza el chequeo de checksum
- changeState: Realiza el cambio de modo, cambia currentIndexMode según corresponda

Las dos primeras operaciones son públicas y de gran importancia, el resto son privadas y realizan funciones específicas de las primeras. Es más, analyzeInput y processMode conforman el *loop infinito* del Main exhibido en la Ilustración 20.

Dada la simplicidad de la función Main y su estructura en estrecha consecuencia con la Ilustración 20, el autor considera pertinente agregar ese trozo de código para apoyar lo anterior.

```
/* *****  
 *      Main      *  
 ***** */  
int main()  
{  
    //Inicializaciones;  
    InitBoard();  
  
    //Manejador de Modos  
    Mode_management cm;  
  
    //loop principal  
    do  
    {  
        //manejo de modos  
        cm.analyzeInput();  
        cm.processMode();  
    }while(true);  
}
```

4.2.2.3 Procesamiento y salida

Como ya se mencionó, este es un estado compuesto que mantiene historia. Para entender su operación es necesario conocer en detalle los sub-estados que lo componen. Ello se muestra en la Ilustración 23.

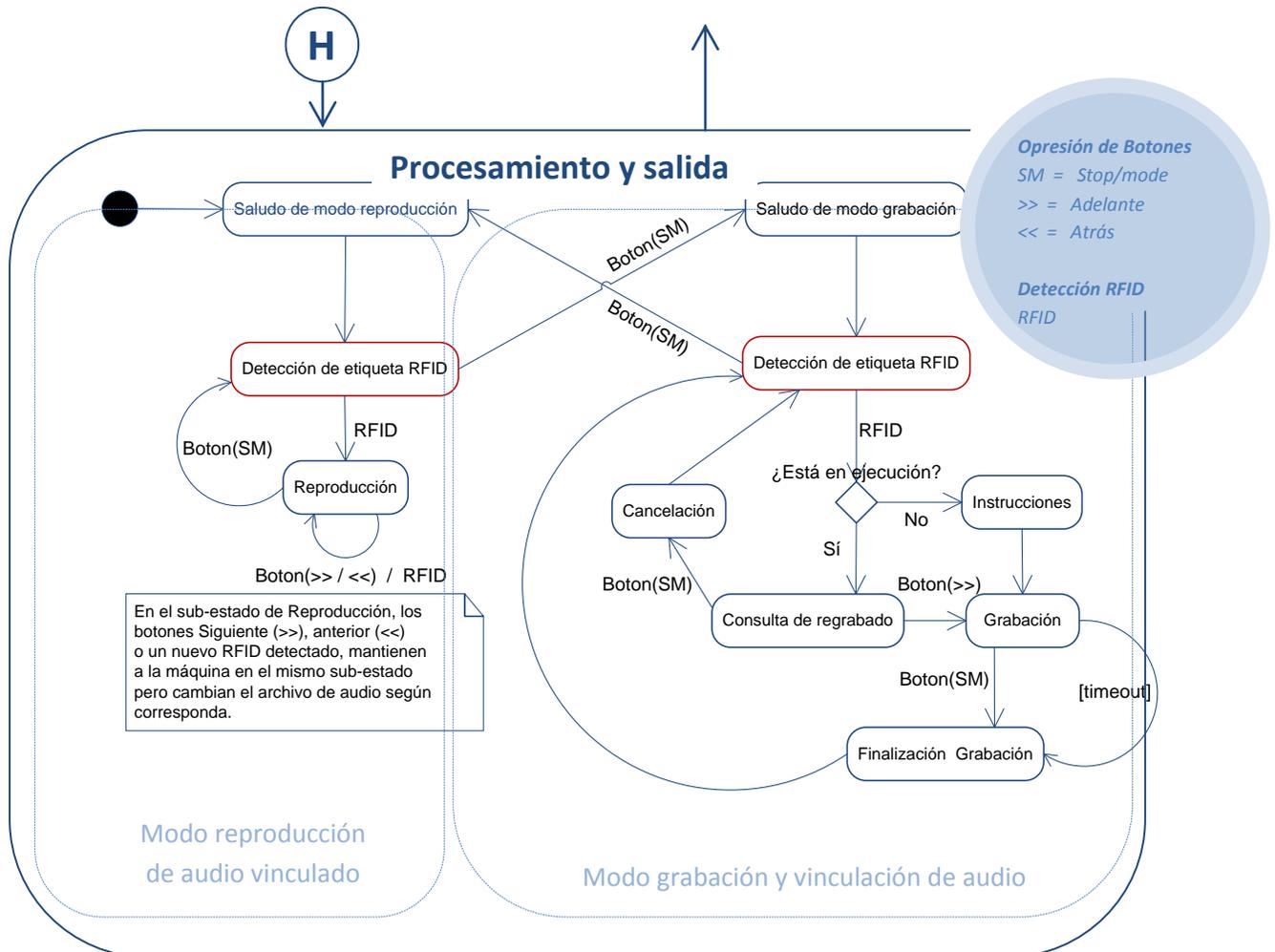


Ilustración 23: Esquema típico para arquitecturas simples en sistemas embebidos

Gracias al trabajo de los dos estado anteriores (**Manejo de interrupciones, Monitoreo de entradas**) este estado posee en cada iteración la información de las entradas del sistema en la variable "regResult". La respuesta a cada entrada depende del sub-estado en ejecución, sin embargo, no todas las entradas tienen sentido para cada sub-estado. En la Ilustración 23 se muestran solo las entradas que provocan transiciones en cada estado. Además, en la misma Ilustración, se demarcan los modos del sistema. Los sub-estados en rojo señalan los ciclos de inactividad definidos en el diseño del flujo del sistema (Ilustración 17 e Ilustración 19).

Como se puede advertir, el estado **Procesamiento y salida** incorpora los flujos establecidos en el apartado 4.1.4 *Flujos del sistema* para cada uno de los modos, los cuales fueron extraídos de los casos de uso del sistema.

En cuanto a la implementación de este estado, el modelamiento natural sugiere considerar la entidad *Modo*, que para los objetivos aquí propuestos, los hay de dos tipos (aunque, para futuras ampliaciones, podrían adicionarse otros):

- Modo reproducción de audio vinculado
- Modo grabación y vinculación de audio

Parece razonable entonces utilizar para este fin la herencia y característica de polimorfismo provistas por el lenguaje C++. Ello permitirá al objeto **Mode Managment** visto en el estado anterior manipular una única lista de Modos con total independencia del tipo de cada uno de ellos.

La estructura de la clase es la siguiente:

Mode
#state : short
#play : Play
#rec : Rec
+process() : virtual short=0

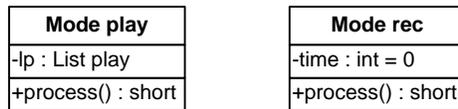
Atributos

- state: Variable que identifica el actual sub-estado en ejecución
- play: Objeto de reproducción de audio. Este objeto realiza la reproducción de un trozo pequeño de audio en el reproductor MP3. Su ejecución en varios pasos de la máquina de estado simula una reproducción continua.
- rec: Objeto de grabación de audio. Este objeto realiza la grabación de un trozo pequeño de audio desde el reproductor MP3. Su ejecución en varios pasos de la máquina de estado simula una grabación continua.

Operaciones

- process: Es una función virtual pura, que obliga su implementación a cada clase derivada. Ella recibe la variable "regResult" preparada en el estado **Monitoreo de entradas** y ejecuta "un paso" del estado compuesto (o Modo) que se encuentre en ejecución. Su retorno provoca, de ser necesario, un cambio de Modo en el estado **Monitoreo de entradas**.

Respecto de las clases derivadas de **Mode** se tiene:



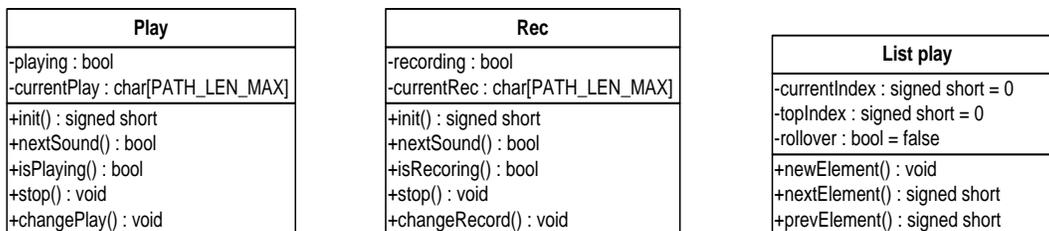
Atributos

- lp: Objeto que mantiene el listado de reproducciones previas
- time: variable de tiempo para generar timeout de grabación

Operaciones

- process: Implementación de la función virtual pura process de **Mode**.

Otras clases presentes en los atributos de la clase **Mode** y **Mode play** tiene como objetivo la interacción con el reproductor de audio MP3 y la mantención del listado de reproducción. Ellas poseen la siguiente estructura y solo se presentan en su estructura de clase:



Finalmente algunas clases pertenecientes al set de bibliotecas provistas por fabricantes o terceros, más la clase Main, completan el listado de clases que constituyen el sistema desarrollado.

A continuación se entrega el diagrama de clases que permite conocer las relaciones entre las clases expuestas.

Diagrama de Clases

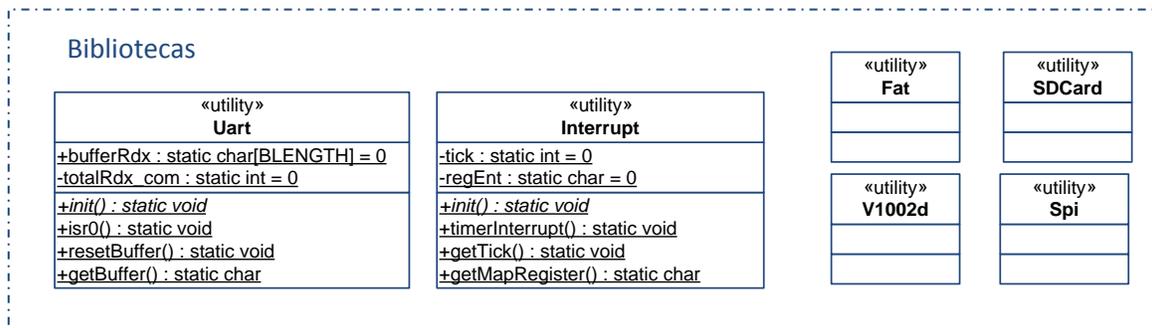
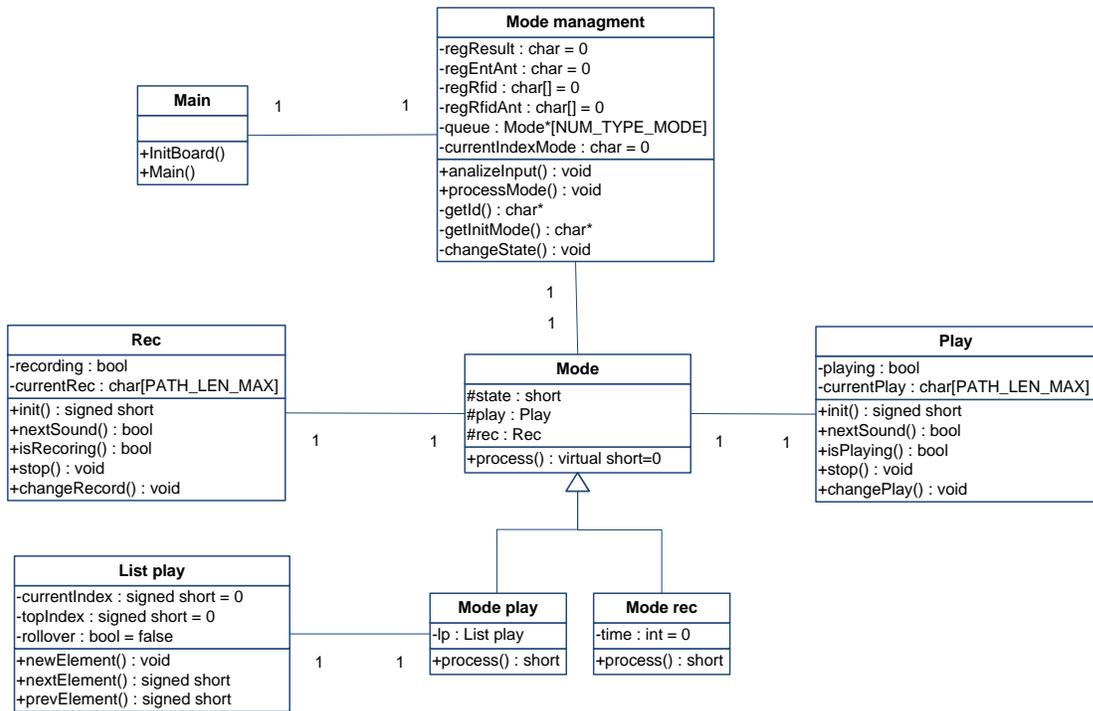


Ilustración 24: Diagrama de clases del sistema

4.3 Detalles de Hardware

El último enfoque a revisar dice relación con el Hardware utilizado para el desarrollo físico del sistema. Es importante mencionar que si bien, existe una estrecha dependencia del hardware para un desarrollo como el realizado aquí, el foco no estuvo sobre estas cuestiones.

El autor, por razones laborales, tiene una particular cercanía con profesionales del área electrónica, con ellos fue posible realizar un diseño de componentes de hardware que soportase las funcionalidades requeridas atendiendo las restricciones impuestas.

4.3.1 Revisión por Módulos

Para la separación de este apartado retomaremos la división por módulos establecida en la sección 4.1.1. De allí se obtienen los siguientes tres módulos:

- **Módulo Principal**
- **Módulo de Audio**
- **Modulo de RFID**

4.3.1.1 Módulo Principal

Cuenta con un PCB (Printed Circuit Board) para esta solución en específico. Estas tarjetas de circuito impreso se diseñan en un software especializado de tipo CAD de gran precisión. Entre las etapas por las que pasa un desarrollo como este destacan:

- **Diseño y compilación de esquemático.-** Consiste en la creación de un plano que, mediante distintos símbolos (que representan componentes electrónicas), uniones y leyendas configuran un diagrama electrónico. Los símbolos y sus ubicaciones en el esquema no se corresponden con la forma y posición de las componentes reales; para obtener esto último es necesario compilar y distribuir de manera manual o asistida las distintas piezas y pistas electrónicas sobre un diseño de capas.
- **Creación de patrón.-** La etapa anterior entrega una fotomecánica del diseño en relación “uno a uno” con el real a obtener. Luego, sobre un sustrato, se adhiere una película de cobre sobre la cual se graba el diseño.
- **Atacado y perforado.-** Mediante procesos químicos se elimina el cobre sobrante y se realizan el perforado según las indicaciones de otra de las capas diseñadas por el software especializado.
- **Serigrafía y montaje.-** Luego se realizan los dibujos y textos que sirven de guía para el montaje, pruebas y servicios de las tarjetas. Finalmente, se montan las componentes con soldadura de estaño.

Un detalle del diseño del PCB que merece mención es la incorporación de una fuente conmutada o de switching. Este tipo de fuentes poseen mejor rendimiento que las fuentes de alimentación lineales convencionales, además del ahorro de energía mantiene una baja disipación de calor.

El esquemático del PCB diseñado para el sistema aquí desarrollado se ha dejado en el Anexo A de este documento.

Además del PCB, el Módulo Principal cuenta con una tarjeta de desarrollo Atmel SAM7-H256 exhibida en la Ilustración 25.

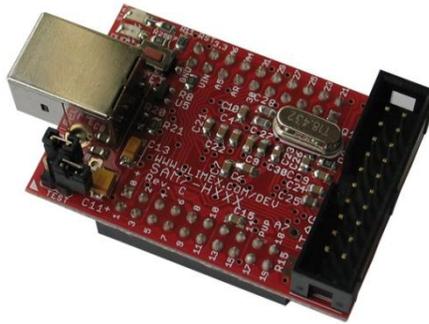


Ilustración 25: Tarjeta de desarrollo Atmel SAM7-H256

Las principales características esta tarjeta son:

- **Microcontrolador:** AT91SAM7S256 de 16/32 bit ARM7TDMI™ con 256K Bytes de memoria flash, 64K Bytes de RAM, USB 2.0, RTT, 10 bit ADC 384 ksps, 2x UARTs, TWI (I2C), SPI, 3x 32bit TIMERS, 4x PWM, SSC, WDT, PDC (DMA) para todos los periféricos sobre 60MHz.
- **Dimensiones:** 50 x 34 mm (2 x 1.3").
- **Cristal:** 18.432 Mhz
- **Alimentación:** Con regulador a 3.3V hasta 800mA.

Para la alimentación del sistema, este módulo cuenta con una batería de litio como la mostrada en la Ilustración 26



Ilustración 26: Baterías de litio

Sus características son:

- **salida nominal:** de 2000mAh a 3.7V.
- **Dimensiones:** 4.0 mm x 55 mm x 85mm.
- **Peso:** 39g.

Dos memorias Micro SD de 2G de capacidad cada una para almacenamiento de archivos de audio y una interfaz de tres botones (stop/mode, adelante, atrás) para control

4.3.1.2 Módulo de Audio

Básicamente consiste en un reproductor/grabador MP3 para desarrollo, el cual se comunica con el módulo principal a través del protocolo SPI de alta velocidad.

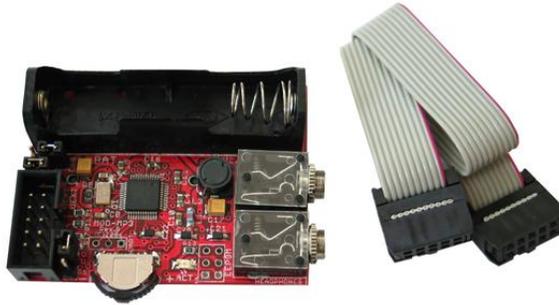


Ilustración 27: reproductor/grabador MP3

Sus características son:

- **Dimensiones:** 57 mm x 45 mm.
- **Conectores:** De micrófono y audífonos en estéreo.
- **Funciones:** Grabación, Playback y reproducción.

Completan el módulo periféricos de entrada/salida de audio (audífonos y micrófono convencionales).

4.3.1.3 Modulo de RFID

Consiste básicamente en el lector RFID más el soporte para sujeción y etiquetas RFID pasivas.



Ilustración 28: Lector RFID



Ilustración 29: Etiqueta RFID

- **Alimentación:** 5V.
- **Frecuencia de lectura:** 125kHz.
- **Comunicación serial:** 9600bps salida TTL and RS232.
- **Rango de lectura:** 200mm.

4.3.2 Vista del sistema completo

Finalmente, se presenta el sistema completo en la Ilustración 30.



Ilustración 30: Vista completa del sistema

5 Validaciones

5.1 Objetivos específicos

Las validaciones se realizarán conforme a los criterios de aceptación impuestos para los objetivos específicos y restricciones adicionales capítulos 3.3 y 3.4 respectivamente.

5.1.1 Permitir detectar productos próximos en un mercado

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario reconocer información básica de un grupo de productos cercanos. Ello debe concretarse en una fracción del tiempo necesario para realizar la misma tarea con productos etiquetados con braille.

Prueba:

Para realizar la comparación que el criterio requiere (Braille v/s RFID) fue necesario diseñar un experimento. Este se llevó a cabo contando con la colaboración de Paola Carvallo, ella es una persona con discapacidad visual y lee Braille de manera muy fluida.

El experimento utilizó diez objetos como el que se aprecia en la Ilustración 31. Cada uno de los cuales contó con dos tipos de etiquetas; RFID y Braille. Ambas etiquetas aportaban la misma información, simplemente identificaban numéricamente al objeto.

El experimento consistió en solicitar a la persona con discapacidad visual que identifique los objetos en una secuencia determinada. Este ejercicio se realizó con ambos sistemas (Braille y RFID) obteniéndose promedios para cada uno de ellos.



Ilustración 31: Objeto para pruebas

Tras cada iteración se cambiaba la posición de los objetos para evitar la memorización de las posiciones.

La Tabla 4 entrega los resultados obtenidos.

Secuencia	Tiempo utilizando Braille	Tiempo utilizando RFID
Descendente	1.31 min	1.22 min
Ascendente	1.44 min	1.33 min
Solo Pares	1.03 min	0.55 min
Solo Impares	0.58 min	1.08 min
Promedios	1.145 min	1.045 min

Tabla 4: Promedios de experimento

Los resultados pese a ser prácticamente iguales, son auspiciosos para el sistema RFID, considerando que Paola es una rápida lectora de Braille y el sistema RFID era una experiencia totalmente nueva.

5.1.2 Proveer un mecanismo para obtener información detallada de los productos detectados

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario conocer información detallada de un grupo de productos cercanos. Ello debe concretarse en una tiempo no mayor al necesario para realizar la misma tarea con productos etiquetados con braille.

Prueba:

En forma similar a la prueba del punto anterior se solicitó a la persona con discapacidad visual el obtener información utilizando Braille y RFID. Esta vez, el objeto es solo un trozo de texto bastante más extenso que los utilizados en la prueba anterior. Los tiempos obtenidos se detallan en la Tabla 5.

Texto	Tiempo utilizando Braille	Tiempo utilizando RFID
Descendente	1.05 min	0.20 min

Tabla 5: Tabla de tiempos

La diferencia es la esperada, el tiempo de reproducción es aproximadamente un tercio del que lleva la lectura Braille.

5.1.3 Marcado de Productos

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario asociar información a un producto, ello con total independencia del tipo y extensión de la información.

Prueba:

Este ítem no necesitó de comparación ya que solo se quiere comprobar la capacidad del sistema de realizar una marca de audio en un objeto provisto de una etiqueta RFID. El marcado resultó satisfactorio.

5.1.4 Reconocimiento de productos marcados (etapa de post-venta)

Criterio de aceptación:

Para validar esta sub etapa, se requiere que el sistema de apoyo permita al usuario recuperar la información asociada a un producto.

Prueba:

En complemento al ítem anterior en esta prueba se redujo a la identificación del objeto anteriormente marcado. La prueba fue exitosa.

De algunas de las pruebas antes señaladas se dejó un registro audiovisual en el DVD que acompaña este documento.

5.2 Restricciones adicionales

5.2.1 Portabilidad

Criterio de aceptación:

Para validar esta restricción, se requiere que el sistema de apoyo sea pequeño, liviano y que cuente con los mecanismos de sujeción necesarios para su uso.

Prueba:

Las dimensiones del sistema son razonables (12cm X 8cm X 5cm) no superando las medidas de un antiguo estero personal. El peso (230gr) es cómodo. Respecto a los mecanismos de sujeción el sistema cuenta con pasadores de cierre rápido (velcro) que permiten una fuerte sujeción a un cinturón. A todo lo anterior, agregue el lector que este sistema posee solo un prototipo mejorable en esta y otras características.

5.2.2 Usabilidad

Criterio de aceptación:

Para validar esta restricción, se requiere que el sistema posea comandos fácilmente detectables por una persona con discapacidad visual y su operación sea simple.

Prueba:

Conceptualmente, el sistema está pensado para ser operado con escasa instrucción previa. La entrada del sistema (o mecanismos de interacción) está compuesta por sólo tres botones y un lector RFID. La salida, son archivos de audio reproducidos y/o grabados en memoria persistente. Además, el conjunto de comandos de control, producto de las entradas del sistema es bastante reducido e intuitivo, de hecho lo anterior se desglosa en el siguiente listado.

Entrada:

1. Botones y sus funciones

- **Stop/mode:** Detener acciones (o cancelarlas) y cambiar modo.
- **Adelante:** Navegar por listado de reproducciones previas (hacia adelante) o aceptar acciones.
- **Atrás:** Navegar por listado de reproducciones previas (hacia atrás).

2. Lector RFID

- Se compone de un módulo que no necesita contacto para detectar una etiqueta RFID. Sólo es necesario acercarlo a una etiqueta a una distancia de aproximadamente diez centímetros.

Salida:

1. Archivos de audio

- **Audios de control:** Son archivos que sirven de guía para el usuario. Van entregado las opciones disponibles según el modo en ejecución y las entradas suministradas por el usuario. Alguno ejemplos del contenido de estos archivos son los siguientes:
 - “Modo reproducción” (al entrar a dicho modo)
 - “Modo grabación”
 - “La etiqueta detectada ya posee un audio asociado ¿desea reemplazarlo?” (Ello para evitar una grabación accidental con una etiqueta ya asociada)
 - “Ya puede iniciar su grabación, para terminar oprima el botón Stop” (Para indicar que el sistema se encuentra listo para recibir el audio, explicando de paso como finalizar esta acción)
 - “Grabación cancelada” (al cancelar una grabación)
 - “Grabación realizada” (al finalizar una grabación)
- **Audios de Usuario:** Son los archivos que contienen las grabaciones particulares de cada usuario

Desde el punto de vista del hardware, la disposición y tamaño de los controles de entrada intentan facilitar el uso del sistema para personas con discapacidad visual.

Los botones, por ejemplo, son relativamente grandes (Ilustración 32) y se encuentran dispuestos en una misma línea en la parte superior del equipo. Para permitir distinguirlos con mayor facilidad se han separado además en dos grupos tal como se muestra en la ilustración 33.



Ilustración 32: Disposición de botonera.



Ilustración 33: Tamaño de botones.

El lector, a su vez, es de un tamaño pequeño (ver Ilustración 34) y se dispone sobre un "brazalete" que deja en libertad la mano que lo controla (Ilustración 35).

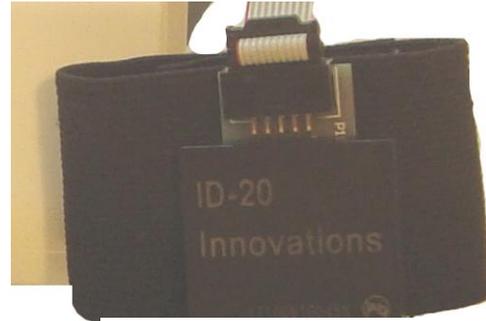


Ilustración 35: Tamaño de lector.

Ilustración 34: Brazalete lector

No obstante los argumentos y supuesto presentados aquí, la importancia de la usabilidad del sistema requirió la aplicación de algunas técnicas de validación que permitan verificar lo anterior mediante datos cualitativos.

Las técnicas utilizadas fueron:

- La Entrevista
- La Observación

A continuación se agregan las conclusiones o comentarios finales producto de la aplicación de cada una de estas técnicas (los insertos de los instrumentos utilizados con la información y comentarios obtenidos se encuentran en el Anexo C).

La Entrevista:

Es posible inferir desde la información obtenida mediante la entrevista, que Paola Carvallo posee destrezas y conocimientos que le permiten realizar una adecuada evaluación del Sistema de Apoyo RFID. Posee, por ejemplo, un buen punto de comparación producto de su notable habilidad de lectura Braille (aun cuando intenta ser modesta) y otros sistemas computacionales para personas con discapacidad visual.

En líneas generales, el sistema le llamó la atención y le resultó cómodo y fácil de utilizar. Eso sí, deja entrever sus aprehensiones respecto del valor de este tipo de sistemas basándose en su experiencia, así como en la conveniencia de reducir su tamaño y eliminar los cables de comunicación.

Finalmente, consciente de la potencialidad de un sistema que es capaz de detectar objetos sin contacto, propone extensiones que, aun cuando escapan al tema abordado en este trabajo, dan cuenta de otras necesidades tecnológicas que poseen las personas con discapacidad visual.

La Observación:

- *Habilidades y Competencias:*
El sujeto de pruebas muestra buenas capacidades y disposición para realizar el experimento.
- *Observaciones Generales*
En líneas generales se observa un correcto desarrollo del experimento. El sujeto de pruebas logra los objetivos con un mínimo de dificultades derivadas, mayoritariamente, de la novedad del sistema utilizado.
- *Observaciones Particulares*
Durante el desarrollo de las etapas del experimento se observó un correcto desempeño del sistema, permitiendo realizar la totalidad de las tareas necesarias para cada una de las etapas.

5.2.3 Autonomía

Criterio de aceptación:

Para validar esta restricción, se requiere que el sistema sea capaz de varias horas (3 a 4) sin necesidad de recargar sus baterías.

Prueba:

Este criterio es satisfecho por características de hardware. Tanto la fuente de switching como las baterías de litio utilizadas, entregan una autonomía que supera por mucho la establecida por el criterio (Doce horas aproximadamente).

6 Conclusiones

A través de las páginas de este documento, se ha pretendido hallar una respuesta a la pregunta ¿Cómo se puede asistir a una persona con discapacidad visual en una actividad tan cotidiana como adquirir sus mercaderías de manera autónoma? Muchas personas consideran el problema resuelto si se reduce la palabra autonomía a la voluntad de comprar tal o cual producto. Sin embargo, el término aquí se pretende en su acepción más fuerte; aquella que involucra la independencia de otras personas.

Esta iniciativa va más allá de un simple capricho, puesto que los grandes foros mundiales conciben hoy la discapacidad como un problema de múltiples orígenes, uno de los cuales, es el entorno que somos capaces y responsables de construir. El desarrollo de estándares como los impulsados por la OMS, citados en múltiples ocasiones en este trabajo, facilita la tarea de encontrar soluciones colectivas, tendientes a disminuir las barreras que establecen los factores ambientales.

Chile, en los últimos años, se ha alineado con estas tendencias decididamente. Hoy posee leyes y una institucionalidad en acuerdo a estas reconducciones en materia de discapacidad.

Con estándares internacionales establecidos y un marco legal propicio, es momento de que la empresa privada y los particulares sumen iniciativas en esta dirección. Algunos pioneros en esta materia, en el mundo de retail, como Supermercados Jumbo, han abordado el tema de la discapacidad (en particular de la discapacidad visual) pero aun queda pendiente la implementación de soluciones autónomas.

Lo cierto es que una solución realmente autónoma que responda a la pregunta planteada al abrir este capítulo, necesita del trabajo mancomunado de toda la cadena productiva, apoyado además por una serie de tecnologías provenientes de diversas áreas de conocimiento. Sin embargo, es posible realizar esfuerzos algo más aislados, pero muy concretos con el mismo propósito. Este trabajo es prueba de ello.

El énfasis de este proyecto se puso en entender, en primer lugar, la discapacidad visual desde el punto de vista de los afectados, de la autoridad pertinente e instituciones internacionales; entendiendo que de esas opiniones podría obtenerse una correcta definición del problema. Este proceso permitió establecer una serie de pasos necesarios para que una persona con discapacidad visual pueda realizar una compra. Pasos que no coinciden del todo con las definiciones tradicionales de este proceso, pues ponen el acento en cuestiones que, para personas con el beneficio de la vista, no son un problema (ejemplo, el reconocimiento de mercaderías post-compra).

En segundo lugar, se diseñó una solución conceptual al problema considerando algunas tecnologías en proceso de masificación (RFID) y la posibilidad de combinarla con otras de manejo de audio en un sistema embebido.

Finalmente, se desarrolla un prototipo funcional (hardware y firmware) que implementa la solución, utilizando técnicas de programación propias de este tipo de sistemas. Entre las características del prototipo se pueden mencionar: portabilidad, usabilidad y autonomía.

Las pruebas y validaciones realizadas con el prototipo confirman que es posible apoyar mediante este tipo de dispositivos el proceso de compra para una persona con discapacidad visual y con ello crear nuevos facilitadores que reduzcan los factores ambientales adversos para las personas con discapacidad visual. Ello es, a fin de cuentas, **mejorar la salud de estas personas** según las definiciones modernas de la discapacidad.

Queda una larga lista de pendientes, partiendo por mejoras al diseño y/o implementación de este mismo trabajo; siguiendo por resolver el problema de posicionamiento en amplios mercados cerrados (motivación original) y finalizando en soluciones integradas, que incluyan a toda la cadena de procesos productivos.

Bibliografía

- Assessment, Classification and Epidemiology Group OMS. (1999). *Intenacional Classification of Functioning and Disability*. Geneva.
- Barr, M., & Massa, A. (2007). *Programming Embedded Systems: With C and GNU Development Tools, 2nd Edition*. O'Reilly Media Inc.
- Callista, R., & Heather, A. (1999). *Modelo de Adaptación de Callista Roy*. Editorial Appleton y Lange.
- CIDDM. (1977). Clasificación Internacional de Deficiencias, Discapacidades y Minusvalías. IMSERSO.
- Congreso Nacional de Chile. (Enero de 1994). Ley 19283. Santiago, Chile.
- Contreras, D. (2010). Tape5. *Cajera Supermercado Santa Isabel*. (C. Castro, Entrevistador)
- Escobar, R. L. (2005). Mensaje del ejecutivo. *MENSAJE Nº 476-352*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Grzon, M. A. (2007). El sistema Braille frente al siglo XXI. *Simposio Internacional Lectura y Esxritura: Nuevos Desafíos*. Cuyo Argentina.
- Gutierrez, A. (2010). Tape6. *Tesorera Supermercados Santa lasbel*. (C. Castro, Entrevistador)
- Insulza, J. S. (2010). Tape3. *Comerciante ambulante*. (C. Castro, Entrevistador)
- Lagos, R. (2005). Mensaje del ejecutivo. *MENSAJE Nº 476-352*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Lagos, R. (2005). Mensaje del ejecutivo. *MENSAJE Nº 476-352*. Santiago: Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.
- Lastra, I. (s.f.). *Funcionamiento, Discapacidad y Rehabilitación*. Obtenido de Revista Hospitalaria: http://www.revistahospitalarias.org/info_2004/01_175_03.htm
- Lira, L. (2005). *Cambios en la industria de los supermercados*. Santiago: Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, Universidad de Los Andes.
- MCI Ingeniería. (s.f.). Obtenido de Olimex: http://www.olimex.cl/product_info.php?products_id=477
- Mellado, O. (2010). Tape1. *Sub- director SENADIS*. (C. Castro, Entrevistador)
- Miguel, & Susana. (2010). Tape4. *Transeuntes*. (C. Castro, Entrevistador)
- Organización Mundial de la Salud. (2001). *Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad de la Salud (versión en lengua española)*. Madrid: IMSERSO.

PCMAG. (s.f.). Obtenido de PCMAG.COM:

http://www.pcmag.com/encyclopedia_term/0,2542,t=RFID&i=50512,00.asp

Poblete, P. R. (2010). Tape2. *Comerciante ambulante*. (C. Castro, Entrevistador)

Printronic Inc. (2006). Obtenido de www.printronix.com: www.printronix.com

RFID Journal. (s.f.). Obtenido de [rfidjourna](http://www.rfidjournal.com): <http://www.rfidjournal.com/article/articleview/1339/1/129/>

WikiCyT-ar. (23 de 09 de 2010). *WikiCyT-ar*. Obtenido de <http://soliverez.com.ar>:

<http://soliverez.com.ar/cyt-ar/index.php/Supermercado>

Anexo B (Entrevistas realizadas)

Una de las fuentes de referencia utilizadas fue la entrevista. Ella se aplicó a distintas personas que, desde su particular, situación, posición y opinión, entregaron información valiosa para determinar el actual contexto del problema que se intenta resolver. Las personas entrevistadas se pueden separar en tres grupos:

- Autoridades.
- No videntes.
- Empleados de supermercados.

A continuación se presentan extractos de cada una de las entrevistas. En ellos se mantiene claramente la idea y sentido de las preguntas y respuestas, sin embargo, se ha omitido todo aquello que a juicio del autor no es relevante. Si Ud. quiere conocer el detalle de las entrevistas, éstas, en sus registros de audio original, se adjuntan al documento en un DVD (bolsillo ubicado en la última hoja).

Autoridades

Mediante estas entrevistas se busca:

- Conocer el contexto jurídico (definido por la nueva ley 20.422 u otra anterior).
- Iniciativas de empresas del retail que apunten a facilitar el acceso de personas con discapacidad al comercio de bienes y servicios (en particular para personas con discapacidad visual).
- Proyecciones de futuro.
- Experiencias internacionales.

[Tape 1] Entrevista al Sr. Oscar Mellado Sub-director del SENADIS (Servicio Nacional de la Discapacidad)

Entrevistador: ¿Cuál es el rol y las funciones que cumple en SENADIS?

Don Oscar: Desde la promulgación de la nueva ley 20.422 el SENADIS viene a ampliar las funciones de lo que era el antiguo FONADIS, entidad que era más bien un fondo entregador de recursos. Ahora posee una función de generación de políticas que velen por la igualdad e inclusión de gente con discapacidad. Tenemos que convertirnos en la referencia en materia de discapacidad.

Entrevistador: ¿Qué iniciativas se están hoy impulsando?

Don Oscar: Por ejemplo el tema del “Braille Retail” justamente apunta al tipo de cosas que tiene que hacer SENADIS, esto es, coordinar intersectorialmente a entidades públicas y privadas en torno al desarrollo de los derechos de las personas con discapacidad.

Entrevistador: Ahora particularizando un poco, ¿qué iniciativas hay enfocada a los no videntes?

Don Oscar: Nosotros no buscamos diferenciar por tipo de discapacidad sino por sectores de ámbitos de la vida (educación, trabajo, vivienda y urbanismo, transporte, salud, etc). En ese sentido la inclusión debe

ser plena para todas las personas con alguna discapacidad. Obviamente, si hablamos de educación y de personas con discapacidad visual, tenemos que fomentar algunos tipos de políticas específicas en los colegios para que personas, con este tipo de discapacidad, puedan ingresar y después que todo el aparato educacional este desarrollado para poder tratar el tipo de dificultades que van a tener estas personas.

Entrevistador: Ahora, estadísticamente hablando ¿Cuál es el número de no videntes en Chile?

Don Oscar: (Busca el número en listados) 635.000 personas. Ahora ese número incluye a todas las personas que poseen algún grado de discapacidad visual. En la discapacidad hoy en día se tienen consideraciones respecto del grado de discapacidad. Pueden haber problemas diagnosticados medicamente o por un entorno que discapacite etc., y ello implica un grado de discapacidad. Antiguamente se hablaba de discapacitados, hoy se habla de personas con discapacidad (permanente o temporal).

Entrevistador: Ahora, de lo que usted ha percibido, ¿de los no videntes..? (Don Oscar me interrumpe con una importante aclaración)

Don Oscar: Por ejemplo, no se habla ya de no videntes. Se habla de personas con discapacidad visual. Estamos en una campaña importante de comunicación en ese sentido. Tampoco se habla de minusválido (menos válido, resulta vejatorio), lisiado, paralítico. (Esta aclaración fuerza a cambiar la frase “no vidente” por “personas con discapacidad visual” en todo este documento, incluyendo su título)

Entrevistador: Ahora, de su experiencia ¿Qué porcentaje de la población con discapacidad visual, maneja de buena forma el sistema Braille?

Don Oscar: Por lo que he escuchado, no todas las personas con discapacidad visual, les gusta el Braille y lo maneja. He notado que algunos son muy rápidos y otros que, aun teniendo toda su vida la discapacidad no logran manejar muy bien el Braille. Yo creo que hay algún tipo de “analfabetismo” en el Braille, y no solo por una cuestión de posibilidades, sino también por deseo. A eso se suma el hecho de que hay costos altísimos en realizar simples folletos en Braille. No es barato. A diferencia por ejemplo del lenguaje de señas, para personas con discapacidad auditiva. Allí se usa el mismo cuerpo como medio. Esto provoca que no se logre “inclusividad” en el sentido amplio de la palabra. Por otro lado, esto provoca que algunas personas renieguen un poco del sistema (Braille) por no considerarlo universal.

Entrevistador: Toda esta información es relevante porque la solución que se busca implementar en esta tesis, contempla otras tecnologías. Archivos de audio, y RFID como pilares fundamentales.

Don Oscar: Yo creo que hay tecnologías complementarias. En el caso de Braille Retail, no solo en la compra está el problema, después también. Entonces se apoya la compra con un “asistente de compras” que le va diciendo las cosas que tiene en frente. Pero luego una vez elegidos los productos, se les pone la etiqueta Braille. (En este punto se le explica el sistema que se quiere desarrollar en esta tesis con detalles. A su vez, don Oscar ofrece contactar al autor con la gente de Jumbo para conocer de los detalles de su experiencia)

Entrevistador: Ahora, llevándolo un poco a temas legales ¿qué había antes de la nueva ley?

Don Oscar: Bueno, había otra ley, que en realidad, era más que un fondo. Implicaba derechos también. Pero no había un ente único que pudiera generar, proactiva y reactivamente, políticas. Por otro lado, la antigua ley no se aplicaba con todo su rigor.

Entrevistador: Ahora, ¿Hay organismos que reúnan a los las personas con discapacidad?¿Y como ellos recibieron esta nueva ley?

Don Oscar: Hay organizaciones y asociaciones de y para personas con discapacidad en todo Chile. Y han recibido esta ley, potencialmente bien, pero existe cierta dicotomía respecto de ella. Ello producto de la experiencia con la ley anterior que no se aplicaba del todo. Hay dudas ¿se podrá aplicar en su totalidad?¿cuánto será el tiempo de adaptación real? Hay cierto escepticismo, de que después de un tiempo se vuelva a caer en el olvido público. Nuestra misión es precisamente que ello no ocurra.

Entrevistador: Bien ahora en temas de futuro, ¿qué viene en materia de discapacidad, cual es el norte?

Don Oscar: Bueno, la nueva ley data de Febrero, entonces aun hay que sentar las bases para poder nosotros generar todo lo que requiere la nueva ley. Tenemos que adaptar nuestra forma de trabajo y reconvertir nuestros equipos orientándolos a ser esta referencia a nivel nacional. También tenemos que empezar a trabajar realmente intersectorialmente en coordinación con todos lo otros ministerios.

Entrevistador: Ahora, de la experiencia internacional ¿se ha recogido algo? ¿En que están ellos?

Don Oscar: El desarrollo al respecto es dispar. Pero incluso en aquellos que están más desarrollados, hay desequilibrios. Hay temas más fáciles de abordar en corto plazo, pero finalmente no hay ningún país que se pueda sentir referente único en temas de discapacidad.

Entrevistador: Bien, por último, una reflexión personal suya respecto de como la ciudadanía puede colaborar.

Don Oscar: La base es generar un cambio cultural en el país, y ello pasa por una simple mirada.

No videntes

Quizás la opinión más relevante para este proyecto es la entregada por los no videntes (en definitiva los usuarios del sistema que se desea desarrollar).Entre las preguntas formuladas, se incluye una que pide parecer sobre el proyecto de esta tesis. Para ello se dio a conocer a los entrevistados una aproximación de las ideas que configuran la solución. Esta simplificación y omisión de detalles obedece a que, para alguno de los entrevistados, resulta complejo entender cuestiones conceptuales y técnicas. Aun así, en algunos casos, y pese a los esfuerzos, el equipo descrito no fue comprendido a cabalidad.

[Tape 2] Entrevista a Don Pedro Riquelme Poblete. Comerciante ambulante del centro de Santiago.

Entrevistador: Don Pedro, su incapacidad visual ¿es de nacimiento o la adquirió posteriormente?

Don Pedro: Desde mi nacimiento.

Entrevistador: Don Pedro, ¿quién hace las compras de las cosas que usted necesita?

Don Pedro: Cuando se trata de alimentos, mi hermana me hace las compras. Pero cuando se trata de cosas no comestibles las compro yo mismo.

Entrevistador: ¿Y cómo hace estas compras? (la pregunta al parecer no fue bien entendida)

Don Pedro: Las monedas las distingo, pero para los billetes pido ayuda.

Entrevistador: ¿Con qué ayuda le gustaría contar para poder comprar en supermercados?

Don Pedro: En realidad a los supermercados yo voy siempre acompañado. No sé cómo lo harán otros “colegas”.

Entrevistador: Por lo general ¿quién lo acompaña?

Don Pedro: Cualquier persona conocida.

Entrevistador: ¿Usted lee Braille?

Don Pedro: Si señor, estudié en Rosita Renar el año 60, cuando era niño.

Entrevistador: --Se le explica al entrevistado (de manera muy simple) en qué consiste el proyecto de esta tesis—

Entrevistador: ¿Cómo usaría usted el sistema descrito? (la pregunta al parecer no fue bien entendida)

Don Pedro: Comenta sobre sus gustos musicales y su reproductora de casetes.

Entrevistador: ¿Cómo diferencia cosas que son de forma similar en su casa? Por ejemplo dos tarros de conservas.

Don Pedro: Comenta que los reconoce por su forma (a pesar de la pregunta).

Entrevistador: ¿Utiliza Braille para etiquetar cosas?

Don Pedro: No.

Entrevistador: Muchísimas gracias don Pedro por la entrevista.

[Tape 3] Entrevista a Don Jaime San Martín Insulsa. Comerciante ambulante del centro de Santiago.

Entrevistador: Don Jaime, su incapacidad visual ¿es de nacimiento o la adquirió posteriormente?

Don Jaime: Tengo Retinitis Pigmentaria. Alguna vez vi un poco, pero después fui viendo menos hasta quedar ciego.

Entrevistador: ¿Usted lee Braille?

Don Jaime: Si, desde los 14 años.

Entrevistador: ¿El Braille lo maneja la mayoría de los no videntes? ¿o no?

Don Jaime: La mayoría aunque hay personas que han perdido la visión después de cuarenta años, de ellos algunos leen, otros no. La mayoría de los jóvenes lee Braille.

Entrevistador: Don Jaime, ¿quién hace las compras en su casa?

Don Jaime: Yo vivo solo pero cuando compro en supermercados, busco quien me ayude.

Entrevistador: Esa persona, ¿es empleado del supermercado? ¿o es otro cliente?

Don Jaime: A veces es empleado del supermercado.

Entrevistador: --Se le explica al entrevistado (de manera muy simple) en qué consiste el proyecto de esta tesis—

Entrevistador: ¿Cómo usaría usted el sistema descrito? (con algo de trabajo entiende la pregunta)

Don Jaime: En un supermercado sería de utilidad, pero en mi casa yo tengo mis métodos para saber donde están las cosas. Por ejemplo, yo estoy tomando dos tipos de té; uno lo rompo en punta y el otro por el costado. Con eso los distingo.

Entrevistador: Muchísimas gracias don Jaime por la entrevista.

[Tape 4] Entrevista a don Miguel y doña Susana. Matrimonio transeúnte del centro de Santiago.

Entrevistador: ¿Quién y cómo hace las compras del supermercado?

Don Miguel: Normalmente voy yo acompañado de mi hermana o de un amigo. Si no, pido ayuda al guardia del supermercado y me mandan con algún empacador. Es la única forma por cuatro razones:

1. Los precios son inaccesibles para nosotros.
2. Todos los días cambian las cosas de lugar.
3. No todos los productos cuentan con etiquetas Braille.
4. No todos los ciegos saben leer Braille.

Entrevistador: ¿Usted lee Braille?

Don Miguel: Sí, yo sí.

Doña Susana: Yo no.

Entrevistador: ¿Qué porcentaje de la población no vidente lee Braille y lo usa?

Don Miguel: Debe ser bajísimo por dos razones:

1. El alto costo del sistema Braille. Además se debe andar con la plantilla y la regleta que es bastante aparatosa. Generalmente se utiliza un papel especial.
2. La computación está reemplazando el Braille. Por ejemplo, hacer un libro Brailles es mucho más caro que digitalizarlo.

Entrevistador: ¿Han escuchado hablar del sistema “Braille Retail”?

Don Miguel: No.

Entrevistador: Se les explica de que se trata

Entrevistador: --Se le explica a los entrevistados (de manera detallada) en qué consiste el proyecto de esta tesis—

Entrevistador: ¿Le parece útil el proyecto? ¿Para qué?

Don Miguel: Sería buenísimo algo así -aporta algunas ideas-.

Entrevistador: ¿Qué otro uso le encuentra al sistema? Pensando en un uso casero o en el trabajo.

Don Miguel: En la casa para los condimentos y para los discos compactos sería súper bueno.

Entrevistador: ¿Cómo diferencia cosas que son de forma similar en su casa?

Don Miguel: Básicamente es cuestión de orden.

Doña Susana: Se marcan, se dobla una punta por ejemplo, etc.

Entrevistador: ¿Existe alguna diferencia para ustedes si contasen con un sistema que les permitiera comprar de manera autónoma, respecto de hacerlo con ayuda?

Don Miguel: Sí, sobre todo si uno busca un producto de determinadas características. Normalmente, cuando te ayudan, te entregan lo primero que pillan.

Entrevistador: --Se le explica a los entrevistados (de manera detallada) el sistema para comprar en supermercados con todas las etapas—

Entrevistador: ¿Serviría un sistema como ese?

Don Miguel: Sería muy muy bueno. Hay que pensar que no todos tienen quien los acompañe a hacer las compras. Además las personas jóvenes se han acercado mucho a la tecnología, es la gente mayor la que le tiene un poco de miedo. Sería muy bueno.

Entrevistador: Muchísimas gracias por la entrevista.

Empleados de Supermercados

Para conocer los procedimientos utilizados por los supermercados para asistir a los no videntes en sus compras, se realizaron entrevistas a los empleados de este tipo de establecimientos. Para ello se contó con la autorización del gerente de Local de Supermercados Santa Isabel de calle Grajales esquina Almirante Latorre.

[Tape 5] Entrevista a doña Denise Contreras, cajera reponedora de Supermercados Santa Isabel.

Entrevistador: ¿Cuenta el supermercado con algún procedimiento para atender a minusválidos, en particular a no videntes?

Doña Denise: Sí tenemos, la entrada está preparada para sillas de ruedas, hay cajas preferenciales y ese tipo de cosas.

Entrevistador: ¿Ese protocolo de ayuda es un documento o solo es información verbal?

Doña Denise: Se nos informa (verbalmente).

Entrevistador: ¿Le ha tocado atender a un no vidente?

Doña Denise: A mí no.

Entrevistador: En general ¿Cómo se hace?

Doña Denise: Debería ser igual y con ayuda. En el otro supermercado donde yo trabajaba, el guardia los guiaba.

Entrevistador: ¿Hay algún procedimiento que crea usted sería útil para ayudar a comprar a los no videntes?

Doña Denise: Ayudarlos acompañándolos, buscando los productos que necesitan. Pero a medida que se van presentando los problemas se van resolviendo e incorporando cosas.

Entrevistador: ¿Quién resuelve o, generalmente, ayuda a los no videntes?

Doña Denise: Generalmente los no videntes piden ayuda al entrar, por ejemplo, al guardia.

Entrevistador: ¿Ha oído hablar del sistema “Braille Retail”?

Doña Denise: No se nos ha informado. Me imagino que se nos informará.

Entrevistador: Muchísimas gracias por la entrevista.

[Tape 6] Entrevista a doña Andrea Gutiérrez, control caja tesorera de Supermercados Santa Isabel.

Entrevistador: ¿Describame qué ocurre cuando llega un no vidente sin compañía?

Doña Andrea: La decisión la toman ellos. O se acercan a servicio al cliente; algunos traen una lista de compras y se les traen las cosas; o bien se contactan con el guardia y él los guía.

Entrevistador: ¿Se cuenta con algún instructivo para el personal, o son disposiciones verbales? (al parecer la pregunta no fue bien entendida)

Doña Andrea: No, nosotros capacitamos a las cajeras y ellas no están autorizadas para moverse de su puesto de trabajo.

Entrevistador: ¿Ha oído hablar del sistema “Braille Retail”?

Doña Andrea: Sí, incluso hay varios productos que traen estas etiquetas.

Entrevistador: ¿Y esas etiquetas se pegan en el momento?

Doña Andrea: No vienen de fábrica (al parecer confunde el sistema “Braille Retail, con el simple etiquetamiento Braille que algunas marcas están realizando”).

Entrevistador: Muchísimas gracias por la entrevista.

Anexo C

Instrumentos de Evaluación de Usabilidad.

Para apoyar la validación de usabilidad se utilizaron dos técnicas de evaluación.

- La Entrevista
- La Observación

A continuación se presentan insertos de los instrumentos utilizados con la información recogida y las observaciones y comentarios correspondientes.

Entrevista

Antecedentes

Nombre Entrevistado(a)	Edad	Grado de discapacidad visual	Ocupación
Paola Carvallo	38	Total	Bibliotecaria

Nombre del evaluador

César Castro O.

Cuestionario

¿Desde cuándo lees Braille?

Desde muy pequeña, posiblemente desde los ocho o nueve años.

¿Te Consideras una persona de dominio avanzado en la utilización de Braille?

Leo rápido, pero hay gente que lo hace aun más rápido. En los últimos años he utilizado mucho el computador, entonces practico menos. Pero sí, leo rápido.

¿Qué tecnologías conoces y utilizas en tu vida diaria?

Varias en realidad. Los teléfonos, por ejemplo, tienen programas que nos permiten utilizarlos. Existen calculadoras, relojes etc. Pero la herramienta que más utilizo es Jaws (Job Access With Speech), el cual es un lector de pantalla que verbaliza todo el texto que encuentra.

Luego de conocer el Sistema de Apoyo RFID, ¿Cuál fue tu primera impresión?

Me llamó bastante la atención. Pero como todos los aparatos de este tipo debe ser caro.

¿Conoces algún equipo similar?

No.

¿Fue difícil utilizarlo?

No, solo hay que acostumbrarse y es bastante más rápido que Braille.

¿Te pareció incómodo cargarlo?

No, pero sí es un poco grande. Lo ideal sería que fuera como un llavero. La idea es que no llame la atención para que no lo roben.

¿La botonera de operación te resultó complicada de utilizar?

No, los botones son de buen tamaño. Hay que pensar que hay gente mayor que se queda atrás en las tecnologías precisamente porque no pueden utilizarla.

¿El lector RFID de la pulsera te pareció suficientemente sensible?

Si, además que captaba "por todos lados", incluso si la etiqueta estaba al otro lado del objeto.

¿El audio es claro y comprensible?

Se escuchaba bien. En realidad lo único necesario es que sea claro y no tenga ruidos.

¿Las instrucciones eran claras?

Si, estaban bien.

¿Qué le agregarías o quitarías?

Sería ideal que pudiese detectar los billetes, tenemos muchos problemas con eso. Ahora son distintos, pero no sabemos aun si son falsos. Y de quitarle... que tenga menos cables.

Comentarios

Es posible inferir desde la información obtenida mediante la entrevista, que Paola Carvallo posee destrezas y conocimientos que le permiten realizar una adecuada evaluación del Sistema de Apoyo RFID. Posee, por ejemplo, un buen punto de comparación producto de su notable habilidad de lectura Braille (aun cuando intenta ser modesta) y otros sistemas computacionales para personas con discapacidad visual.

En líneas generales, el sistema le llamó la atención y le resultó cómodo y fácil de utilizar. Eso sí, deja entrever sus aprehensiones respecto del valor de este tipo de sistemas basándose en su experiencia, así como en la conveniencia de reducir su tamaño y eliminar los cables de comunicación.

Finalmente, consciente de la potencialidad de un sistema que es capaz de detectar objetos sin contacto, propone extensiones que, aun cuando escapan al tema abordado en este trabajo, dan cuenta de otras necesidades tecnológicas que poseen las personas con discapacidad visual.

Observación

La segunda técnica utilizada para validar la usabilidad del Sistema de Apoyo RFID, es la denominada Observación. Parte de la estructura del instrumento y algunas de sus secciones se basan en instrumentos desarrollados por C5 para la evaluación de usabilidad de herramientas computacionales para personas con discapacidad visual. Estas formaron parte de un curso dictado por el profesor Jaime Sánchez Ilabaca el año 2008 bajo el título “Taller de Usabilidad de Interfaces de Software” en cual el autor participó como alumno.

Los instrumentos de este tipo son de difícil confección puesto que necesitan de extensas depuraciones y validaciones. Es por ello que se recurrió a los modelos antes mencionados para la confección de éste.

La observación se realizó durante los experimentos realizados para validar los objetivos y restricciones impuestos al Sistema de Apoyo RFID.

Antecedentes

Nombre Entrevistado(a)	Edad	Grado de discapacidad visual	Ocupación
Paola Carvallo	38	Total	Bibliotecaria

Nombre del evaluador
César Castro O.

Resumen del experimento

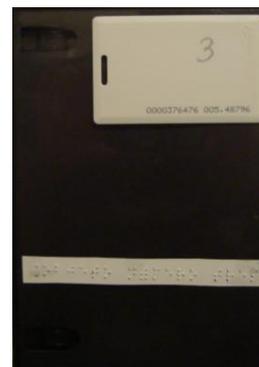
El experimento utilizó diez objetos como el que se aprecia a la derecha. Cada uno de los cuales contó con dos tipos de etiquetas; RFID y Braille. Ambas etiquetas aportaban la misma información, simplemente identificaban numéricamente al objeto.

El experimento consta de 3 etapas

Etap 1: Consistió en solicitar a la persona con discapacidad visual que identifique los objetos en una secuencia determinada (pares, impares, orden descendente, orden ascendente). Este ejercicio se realizó con ambos sistemas (Braille y RFID) obteniéndose promedios para cada uno de ellos.

Etap 2: Requería que a la persona grabara una etiqueta.

Etap 3: Requería que la persona recuperara el audio grabado.



Habilidades y Competencias del Sujeto de Pruebas

Esta sección permite conocer las capacidades del sujeto de prueba.

Característica observable	Sí	+/-	No	Observaciones
Sigue las instrucciones entregadas al comienzo.		X		A pesar de solicitudes expresas lee solo parte de las etiquetas Braille ya que el resto es deducible y se repite. Ello no es generalizable a una situación normal de lectura.
Diferencia cada una de las etapas	X			
Manipula y reconoce los objetos de prueba.	X			Previo al experimento palpó los objetos y el equipo utilizado.
Hace correcto uso de los materiales del experimento.	X			
Lee Braille de manera Fluida.	X			De manera muy fluida.
Realiza observaciones.		X		Se limita a realizar lo solicitado más que a realizar aportes u observaciones.
Deduce información.			X	Las características del sistema y el experimento no necesitan de un gran poder deductivo.
Se muestra interesado(a) en el experimento	X			Se muestra concentrada y motivada a realizar el experimento de forma rápida.
Totales	5	2	1	
Conclusión: El sujeto de pruebas muestra buenas capacidades y disposición para realizar el experimento.				

Observaciones generales de la realización del experimento

Esta sección permite conocer como se realizó el experimento desde un punto de vista general.

Característica observable	Sí	+/-	No	Observaciones
Necesita de solo un intento para realizar cada etapa.		X		Más de uno para la etapa más compleja de grabación.
Mantiene fluidez en todas las etapas.		X		Realiza algunas pausas al grabar.
Se mantiene orientada y en dominio en la ejecución de las etapas.	X			Prácticamente en la totalidad de la experiencia.
Se alcanza el objetivo del experimento.	X			El experimento permitió realizar las comparaciones y comprobaciones requeridas para las validaciones.
Manipuló los botones con facilidad.	X			
Realizó detecciones de las etiquetas RFID	X			

con facilidad y comodidad.				
Totales	4	2	0	
Conclusión: En líneas generales se observa un correcto desarrollo del experimento. El sujeto de pruebas logra los objetivos con un mínimo de dificultades derivadas, mayoritariamente, de la novedad del sistema utilizado.				

Observaciones particulares a cada una de las etapas del experimento

Esta sección permite reconocer dificultades específicas de cada etapa del experimento.

Característica observable	Sí	+/-	No	Observaciones
Pudo realizar una lectura fácil y cómoda de las etiquetas Braille (Etapa 1).		X		Por desconociendo del autor, algunas de las etiquetas Braille fueron cortadas muy ceñidas al texto, lo que dificultó al principio su lectura.
Fue posible detectar las secuencias de objetos en Braille (Etapa 1).	X			Posiblemente por el mayor manejo de este sistema (Braille) pudo concentrarse mucho más y memorizar la ubicación de los objetos. Ello permitió en algunos casos realizar la secuencia de manera muy rápida.
Fue posible detectar las secuencias de objetos con el Sistema de Apoyo RFID (Etapa 1).	X			
Fue posible realizar grabaciones (Etapa 2).	X			
Fue posible cancelar grabaciones (Etapa 2).	X			
Fue posible recuperar grabaciones (Etapa 3).	X			
Totales	5	1	0	
Conclusión: Durante el desarrollo de las etapas del experimento se observó un correcto desempeño del sistema, permitiendo realizar la totalidad de las tareas necesarias para cada una de las etapas.				