

# Prototipo de un sistema inalámbrico de apoyo para personas con hemiplejia

Autores:

José Luis Clavel Siva.

Luis Felipe Ku Canche.

Daniel Herrera Gonzalez.

David Flores Granados.

Universidad del Caribe

Ingeniería en Telemática

Cancún Quintana Roo a 4 de diciembre de 2010

# Prototipo de un sistema inalámbrico de apoyo para personas con hemiplejia

## 1. Introducción

### 1.1. Resumen

La hemiplejia se define como la parálisis de la mitad del cuerpo, con frecuencia, además de esta parálisis parcial, el paciente queda disminuido de otras funciones, como la visión, la capacidad auditiva, e incluso la capacidad del habla. Las tecnologías de la comunicación pueden ofrecer una herramienta de apoyo para las dificultades de comunicación que ocurren entre el paciente y las personas que están a su cuidado. El prototipo de un sistema de comunicación inalámbrica, propone mejorar la capacidad del paciente con hemiplejia para comunicar sus necesidades básicas. El sistema que se propone consta de un control de mando inalámbrico que deberá establecer una interconexión con una interfaz de usuario altamente visual en donde se desplegara un menú de opciones que representan las necesidades del paciente, por ejemplo: tengo sed, tengo frío, necesito el w.c. apagar la luz, etc. Este proyecto se describe en tres etapas, la manipulación de señales con el control remoto, la interconexión entre dispositivos y el diseño de la interfaz gráfica.

## 2. Planteamiento del Problema

Actualmente, es un hecho que las tecnologías informáticas han impactado del área médica durante las últimas décadas. Sus aplicaciones son tan diversas que van desde la instrumentación, robotización de las cirugías, prótesis

inteligentes, sistemas de monitoreo de pacientes, asistencias en terapias de rehabilitación, etc. Sin embargo, los retos principales todavía existen. Los enfermos viven durante periodos más largos en condiciones complicadas. El bienestar o seguridad del paciente es un tema recurrido en el sector salud, así como la búsqueda de la reducción de sus costos. Es en este punto, la robótica puede ofrecer soluciones, no para todos los aspectos de cada problema, pero sí en proporción para aquellos grupos de pacientes que sufrieron de algún accidente cerebro-vascular, amputaciones, problemas de tipo cognitivos y discapacidad motriz en general.

Tal es el caso de las personas con hemiplejia. La hemiplejia se describe como la parálisis parcial del cuerpo que se presenta de manera transitoria o permanente por alguna alteración en su aparato motor, debido a un anormal funcionamiento en el sistema nervioso central, óseo-articular, muscular y/o nervioso, y que, en grado variable, limita algunas de las actividades de desplazamiento, de coordinación y manipulación, y suelen ir acompañadas de otras alteraciones sensoriales, perceptivas y de comunicación.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) aprueba la Clasificación Internacional del Funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud (CIF), en la que atribuye la clasificación **b760** a las limitaciones de control de las funciones de movimiento voluntario. “Incluye las limitaciones en funciones de control de movimientos voluntarios simples y complejos, la coordinación de los movimientos voluntarios, funciones de apoyo del brazo o la pierna, cabeza, la coordinación motora derecha-izquierda, la coordinación ojo-mano, coordinación ojo-pie; deficiencias tales como problemas de control“

La hemiplejia alcanza un grado severo cuando hay limitaciones de 38 % del total del cuerpo, con las siguientes características:

- Lenguaje: muy afectado, en ocasiones no está presente y se requiere el uso de sistemas alternativos de comunicación.
- Motricidad: Sin control de extremidades. No pueden caminar. Control defectuoso o ausente de la cabeza. marcha inestable y problemas en el control de las manos. Problemas en motricidad fina y gruesa. Marcha inestable con desplazamiento con ayudas parciales, como bastones o silla de ruedas.

- Autonomía personal: Inhabilidad para realizar acciones cotidianas: dependencia total para satisfacción de necesidades físicas.
- Otros: déficits perceptivos y/o sensoriales que impiden adquirir capacidades de acuerdo a la edad cronológica. Alteraciones físicas que producen dolor.

Los padecimientos físicos del discapacitado en sí mismos son dolosos para el paciente, pero también traen consigo problemas emocionales y económicos para la gente que le rodea. En el mejor de los casos, se les ofrece una ayuda en servicios de enfermería de tiempo completo, sin embargo, la falta de capacitación del personal y las circunstancias a las que están expuestos, las enfermeras o personas que están al cuidado del paciente terminan por abandonar el trabajo.

### **3. Justificación**

Las personas con discapacidad tienen las mismas necesidades comunes de todos, pero para satisfacerlas requieren ayudas especiales. La tecnología resulta un aliado indiscutible al cumplir esa función de brindar elementos especiales para la satisfacción de necesidades comunes..

Para la persona con discapacidad motriz, la computadora es una alternativa de prótesis y una herramienta de comunicación para relacionarse con otros. Sin embargo, primero hay que vencer las barreras de acceso, por ejemplo el teclado puede resultar inaccesible por los problemas de coordinación de movimiento. Otro caso es el la operación con del mouse. De manera que, para la computadora sea una herramienta para el paciente es necesario un dispositivo mas optimo o una mejor interfaz.

#### **3.1. Adaptaciones e interfaces**

Procedimientos de software y hardware, que permiten la interacción amigable del usuario con la computadora. Al desplegarse las acciones del usuario en un dispositivo visual como un monitor o una televisión, estas interfaces

también pueden convertirse en intermediarias para la comunicación con terceros.

## **4. Antecedentes**

Durante la investigación realizada se encontró un par de aplicaciones enfocadas a mejorar la calidad de vida de las personas con problemas motrices y habla. A continuación se describe el sistema más cercano a la dinámica que propone nuestro proyecto.

### **4.1. Plaphoons**

Es un programa de comunicación pensado para personas con discapacidad motora que no se puedan comunicar mediante el habla. Tradicionalmente las personas con estas discapacidades podían comunicarse mediante la ayuda de otra persona y un libro de símbolos llamado plafón de comunicación. Este programa permite crear plafones y a partir de estos, estructurar los símbolos para crear mensajes. Estos mensajes pueden ser visualizados directamente en pantalla, ser impresos y/o ser escuchados mediante voz sintetizada o digitalizada. Se puede utilizar directamente como plafón de comunicación de computadora mediante una pantalla táctil o bien utilizando el mouse tradicional, utilizando un joystick, o bien con un conmutador que haga la función clic izquierdo utilizando la opción barrido automático. Permite introducir en los plafones cualquier símbolo (pictogramas, palabras escritas, fotografías, etc). Las rejillas pueden ser elaboradas según la necesidad de cada usuario, teniendo en cuenta el número de casillas y el tamaño. La finalidad principal de este programa es dar más independencia a estas personas permitiendo que construyan sus mensajes, sugerencias o sencillamente expresarse de forma totalmente independiente.

Algunos inconvenientes de plaphoons es el proceso de la creación de los plafones. Los pacientes con limitantes de motrices difícilmente podrán realizar un plafón. Por la parte del hardware a pesar que tiene varias adaptaciones para dispositivos como punteros por barrido automático, teclados en pantalla, pulsadores, mouse, protectores acrílicos de teclado, etc. Todos los dispositivos son alámbricos lo que resulta un inconveniente mas para la movilidad del

paciente.

## **4.2. TICO**

Utiliza tablas interactivas de comunicación. Esta aplicación utiliza acciones de drag-and-drop en la interfaz, es decir, se deben arrastrar y soltar elementos o imágenes en una pantalla principal. Una vez seleccionados los objetos, se designa una secuencia de eventos en los objetos y en tiempo de ejecución un sintetizador de voz, interpreta la secuencia de los elementos o imágenes formando una oración.

La desventaja de TICO para personas con hemiplejia es el proceso de arrastrar, soltar y seleccionar elementos, debido a sus movimientos involuntarios o toscos. Entonces, la manipulación del software puede ser frustrante, además de que el único recurso de hardware que se proporciona es el mouse.

## **5. Propuesta**

La propuesta como el nombre indica es realizar un sistema que permita al usuario con problemas de hemiplejia mejorar la comunicación con el encargado de su cuidado, mediante un control Inalámbrico el cual permita el manejo de la interfaz del sistema basado en una manipulación Binaria es decir izquierda, derecha para desplazamiento y aceptar cancelar para la selección.

El prototipo está compuesto de tres módulos (Figura 1) los cuales se encargan de tareas específicas y que en conjunto conforman el sistema.

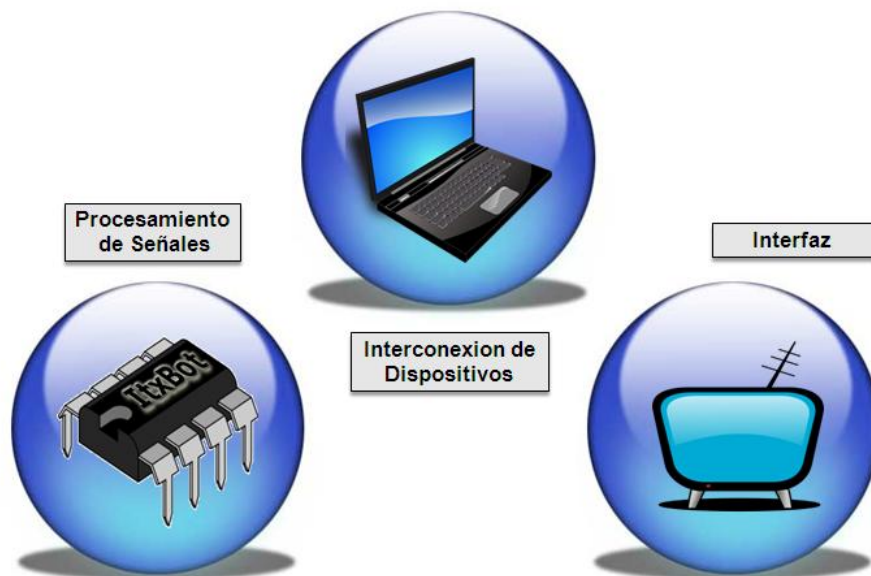


Figura1. Módulos del Sistema Inalámbrico

**Procesamiento de Señales:** Se define como el hardware del prototipo, permite la comunicación inalámbrica con el sistema, para ello se utiliza un control de radiofrecuencia el cual brinda la robustez necesaria para el usuario así como el circuito con programación a nivel básico para el procesamiento de la transmisión y su envío al sistema.

**Interconexión de Dispositivos:** Se encarga de la interoperación entre el circuito de procesamiento y la interfaz por lo tanto interpreta las señales y contiene las bibliotecas necesarias para la ejecución de la acción correspondiente.

**Interfaz:** Programación en alto nivel que permite la interacción del usuario con el entorno de forma fácil mediante tableros interactivos visuales e intuitivos.

El sistema puede ser representado de forma general mediante el diagrama de secuencia UML que se muestra a continuación (Figura 2):

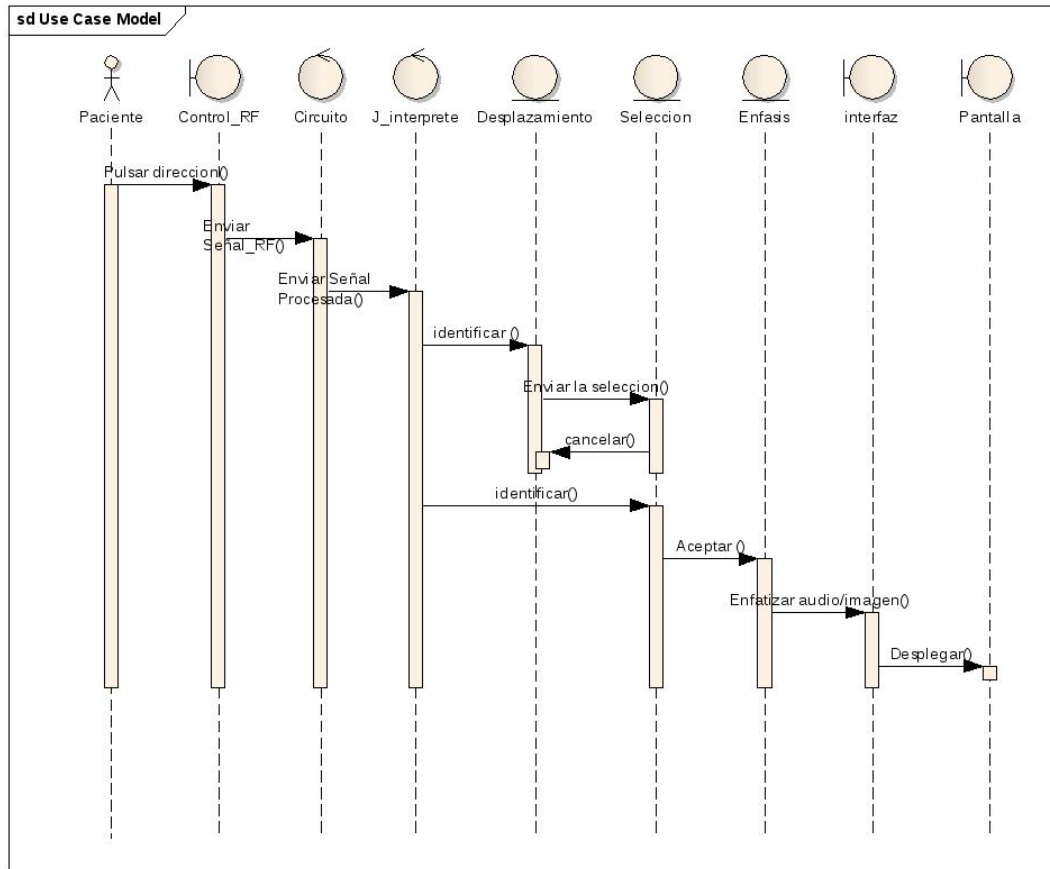


Figura2. Diagrama de Secuencia.

## 6. Diseño e Implementación

### 6.1. Módulo de Procesamiento de Señales

Se encarga de la comunicación del control inalámbrico y la computadora mediante un circuito de procesamiento de las señales de radiofrecuencia y se ha dividido en las siguientes fases:



### 6.1.1. Comunicación Inalámbrica

Dispositivos de Radiofrecuencia a Circuito Procesador.

Para esta fase se utiliza el control Vex con transmisor de Radiofrecuencia (figura 3), receptor de la marca Hitec (Figura 4) para el cual fue necesario la identificación del pin que contiene la señal PWN (figura 5) y se implementó un circuito para la captura de esta señal mediante el microcontrolador PIC16f877a de Microchip que pertenece a una gran familia de microcontroladores de 8 bits (bus de datos) que tienen las siguientes características generales que los distinguen de otras familias:

- Arquitectura Harvard
- Tecnología RISC
- Tecnología CMOS

Estas características se conjugan para lograr un dispositivo altamente eficiente en el uso de la memoria de datos y programa y por lo tanto en la velocidad de ejecución. (Véase Figura 3)



Figura 3. Control Vex con Trasmisor de Radiofrecuencia.



Figura 4. Receptor Supreme IIS - 8 Ch. FM.

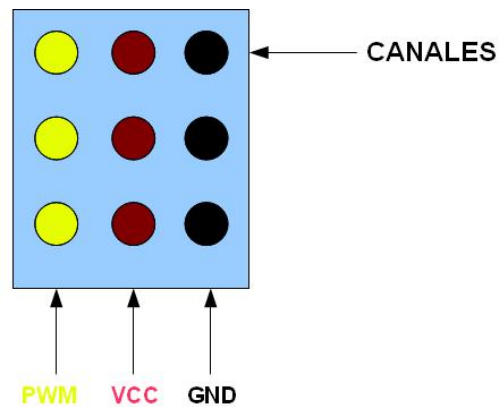


Figura 5. Configuración de los pines del receptor RF.

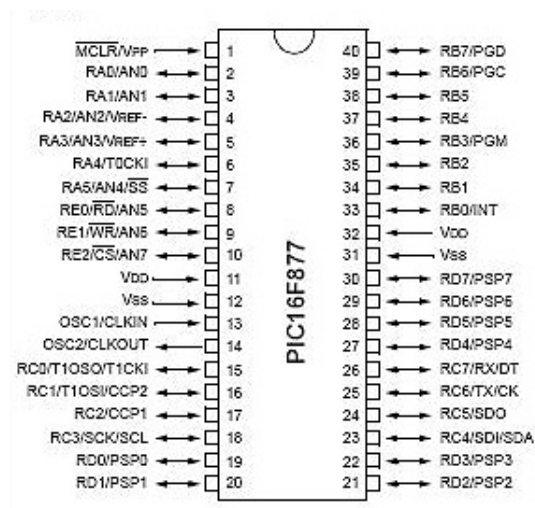


Figura 6. Microcontrolador 16F877 y sus 40 pines.

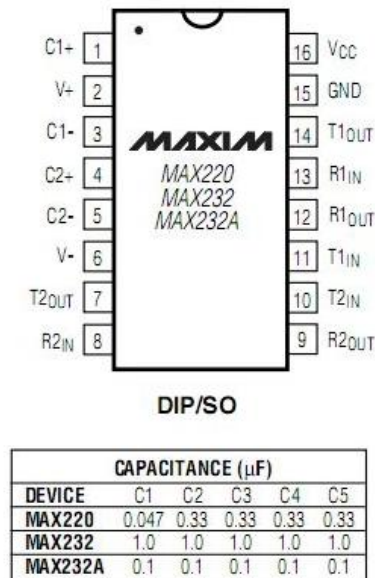


Figura 7. Especificación de los pines del conector DB9 Hembra.

### 6.1.2. Comunicación Serial

#### Ciruito Procesador a Computadora

Para establecer la comunicación entre el Microcontrolador utilizado y la computadora se utiliza el puerto DB9 (vease Figura 6) un conector analógico de 9 clavijas de la familia de conectores D-Subminiature (D-Sub o Sub-D) se utiliza principalmente para conexiones en serie, ya que permite una transmisión asíncrona de datos según lo establecido en la norma RS-232 (RS-232C) y el circuito integrado Max232 (vease Figura 7) utilizado para adaptar los niveles requeridos en una conexión donde interviene un dispositivo que maneja niveles de tensión TTL el PIC16f877a y otro capaz de trabajar bajo los parámetros de la norma EIA/TIA-232E y las V.28/V.24 pines del DB9 por ejemplo. Expresado en lenguaje de tensiones, los niveles TTL (Transistor-Transistor Logic) operan entre los 0 y 5Volts y la otra norma, conocida en el mundo técnico como RS-232 (Recommended Standard-232), utiliza tensiones que van desde los -12Volts a los +12Volts.

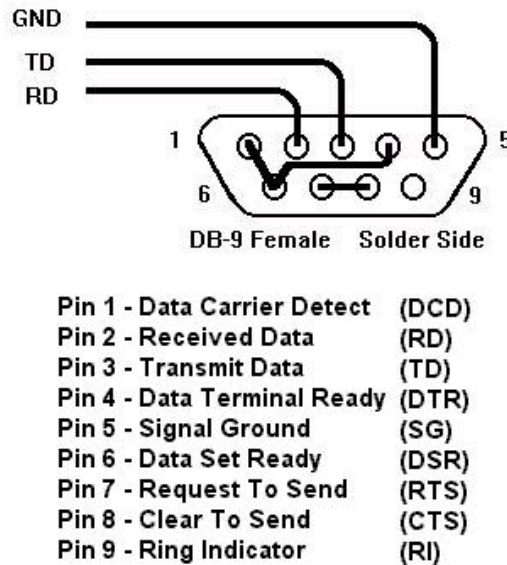


Figura 8. Integrado Max232 y capacitores para su utilización.

### 6.1.3. Programación del Microcontrolador de Circuito Procesador.

Para este proceso se utilizan las siguientes herramientas:

**PICC COMPILER CCS:** Software que cuenta con editor de texto que permite guardar el archivo en un formato entendible por el compilador(PCW CCS.Inc) incluido, complementado con un IDE (Entorno de Desarrollo Integrado) permitiendo editar y depurar fácilmente el programa. Es importante mencionar que el lenguaje elegido por su fácil y simplicidad es el lenguaje C.

**PIC 600:** Una vez realizado el código fuente del programa y compilado se obtiene un archivo hexadecimal (.hex) el cual es grabado en la memoria del PIC 16f877a con el programador vía USB (Véase Figura 9) que incluye aplicación para este propósito.

Para consultar el código implementado en el Microcontrolador refiérase al anexo A el cual utiliza la distribución de pines y recursos mostrados en la Tabla 1.

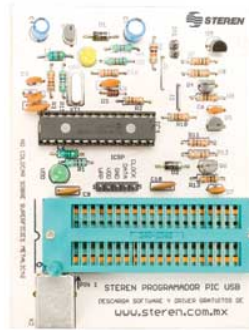


Figura 9. Programador PIC USB de ESTEREN.

Recursos	Pines	Uso
USART	RC6	Transmisión de Datos
	RC7	Recepción de Datos
Interrupciones	RB0	Señal del Canal 2
	RC2/CCP1	Señal del Canal 4

Tabla 1. Recursos Utilizados del PIC 16f877a.

#### 6.1.4. Construcción del Circuito Impreso.

Para la construcción de este fase se utilizo el software Proteus 7 Profesional el cual presenta un entorno integrado para el diseño y construcción de circuitos electrónicos a través de sus 2 elementos importantes ISIS y ARES.

Con lo que respecta a este modulo en la Figura 10 se puede observar el circuito electrónico utilizado para el procesamiento de las señales.

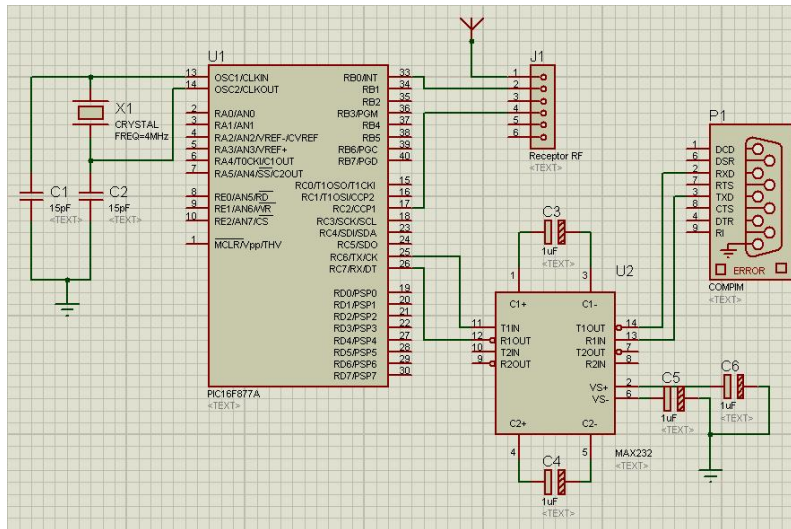


Figura 10. Esquema Electrónico realizado en Isis para el Procesamiento de Señales.

En este módulo se ha implementado el circuito procesador de señales de radiofrecuencia. El cual permite en base al manejo de ejes del control inalámbrico enviar a la computadora el resultado correspondiente de acuerdo a la tabla 2.

Eje	Canal	Resultado en PC
X Izquierda	4	Izquierda
X Derecha		Derecha
Y Arriba	2	Aceptar
Y Abajo		Cancelar

Tabla 2. Respuestas a los Movimientos del Control Inalambrico.

## 6.2. Módulo de Interconexión de Dispositivos

El módulo de interconexión de dispositivos que llamaremos mid, es responsable de establecer la conexión entre el módulo del circuito y el módulo de la interfaz de usuario final. Para ello es necesario crear un puente entre ambas partes por medio de un lenguaje de programación que soporte las librerías que posibiliten el envío y recepción de datos.

La propuesta es programar el mid en el lenguaje Java. Entre las principales ventajas que ofrece Java son la independencia de plataforma, uso del paradigma orientado a objetos, permitiendo la modularidad que beneficia la reutilización de código y una amplia documentación para los desarrolladores. Además de aportar una gran disponibilidad de recursos, como la interfaz de programación de aplicaciones (API) para soportar la conexión entre el circuito y el módulo de interconexión de dispositivos.

El mid está diseñado para realizar las siguientes operaciones:

- Recepción.
- Identificación.
- Envío.

Para la operación de la recepción de datos. Sabemos que el modulo circuito deberá conectarse físicamente por el puerto serial a la computadora donde residirá el mid. El mid deberá escuchar la actividad de entrada en el puerto serial y capturar la señal. Para realizar esto Java utiliza una serie de APIs que permiten realizar acciones con datos de entrada y salida desde el puerto serial. Entre ellas está la RxTx, los proyectos open source JSSC y Giovynet, y la API Comm o también conocida como javax.comm de Sun Microsystems, que proporciona acceso en aplicaciones de hardware RS-232(puerto serial). Para el mid optamos por esta última opción por su estabilidad en la conexión.

Para el procedimiento de identificación, es necesario declarar previamente el tipo de dato que se recibirá del circuito, y a través del mid convertirlo a un tipo de dato manipulable que pueda ser enviado, como por ejemplo, una cadena de texto.

En la operación de envío, se debe considerar que el lenguaje de programación con el que está hecha la interfaz es Actionscript. Para que la interfaz pueda ejecutar las acciones primero debemos definir un mecanismo de envío por parte del mid y de recepción por parte de la interfaz. La primera opción es abrir una conexión entre sockets. Un socket Java que se comunicara hacia otro socket que se encontrara del lado de la interfaz. Otra opción es pasar los parámetros por web services. Si consideramos que la aplicación está proyectada para alojarse en un servidor, es una opción viable. De manera que

las instrucciones de ejecución en la interfaz se reciban de los parámetros enviados por el mid de Java hacia la dirección url del servidor. Sin embargo, se propone una la comunicación con sockets, mientras no se implemente un servidor externo.

### 6.2.1. Pruebas

Para alcanzar los objetivos del mid: recepción, identificación y envío. Se realizo un programa que cumple lo siguiente:

- a. Creación de una lista de los puertos comm detectados e identificación del puerto que predefinido para recibir la información.
- b. Al encontrar el puerto identificado se establece los parámetros de transmisión que son los bits por segundo, bits de datos, bit de parada y bits de paridad.
- c. a.Creación de un proceso de escucha de eventos que ocurran en el puerto identificado. Al recibir actividad en el puerto. Se pueda crear un buffer que reciba los datos de entrada.
- d. Identificación en los datos de entrada y convertirlos a una cadena que pueda interpretar la interfaz de usuario.
- e. Creación de un socket de tipo servidor de donde establecerá una conexión a la interfaz por un puerto predeterminado.
- f. Creación un socket del lado de la interfaz que conecta a un puerto predeterminado que recibe los datos del mid.
- g. Los datos interpretados por el mid son enviados por el socket servidor hacia el socket de la aplicación.

En la siguiente figura vemos los resultados del inciso a, donde definimos un puerto comm donde lo leer los datos.



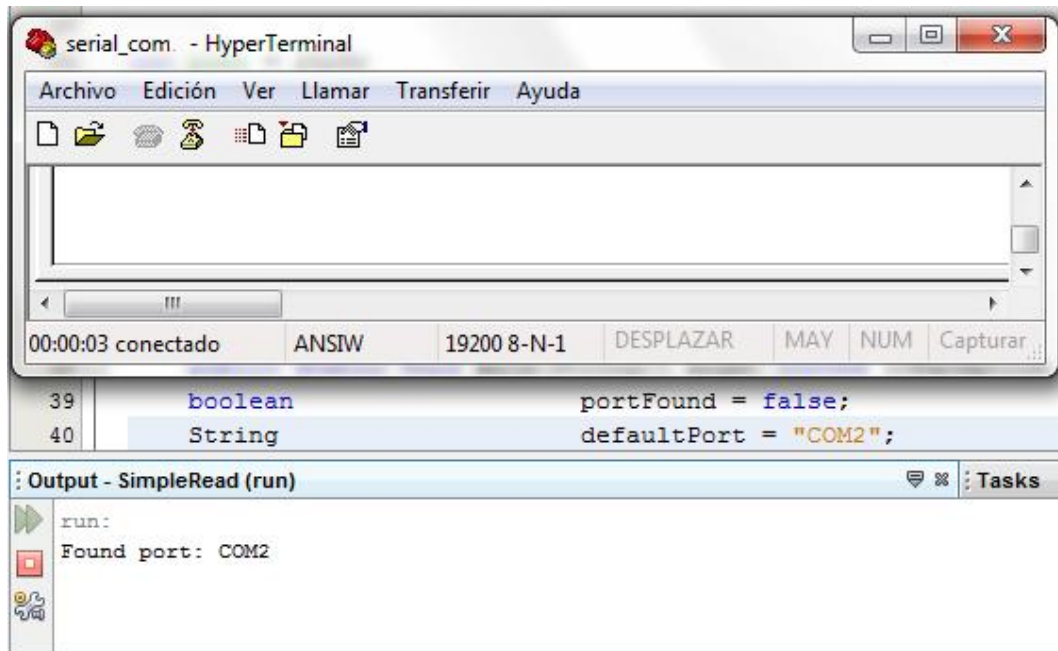
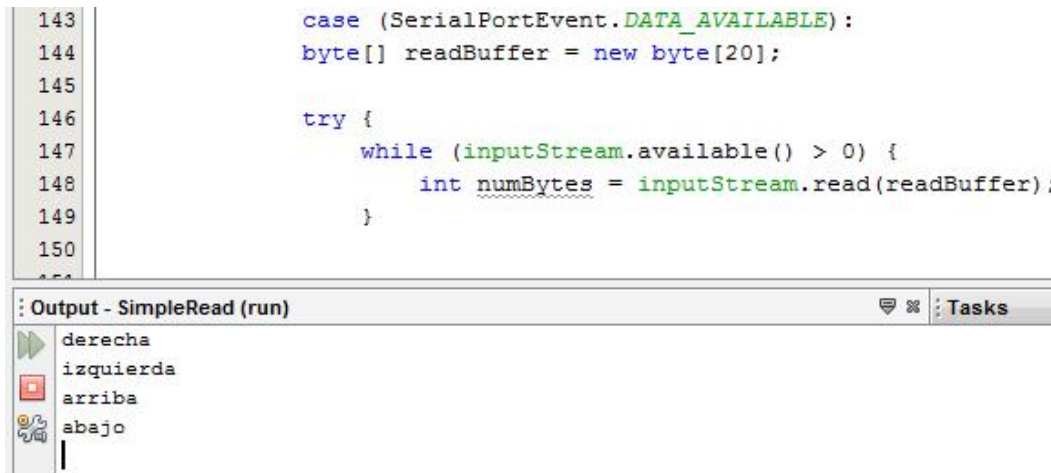


Figura 11. Puerto comm para leer los datos

Es muy importante definir los parámetros de la conexión porque de no ser así, incurrimos en un error de conectividad. Javax.comm nos permite configurar desde código estos parámetros que deseábamos para la transmisión.

```
try {
    serialPort.setSerialPortParams(9600, SerialPort.DATABITS_8,
        SerialPort.STOPBITS_1,
        SerialPort.PARITY_NONE);
} catch (UnsupportedCommOperationException e) {}
```

En los encisos c y d, el mid pudo recibir de un buffer de bytes los datos del Puerto serial mismos que fueron convertidos a cadenas de texto pudieran ser identificadas.



Del lado de la interfaz se fue necesario crear un socket XML, que es el que soporta ActionScript para establecer la comunicación con el socket servidor de Java. En la siguiente figura vemos en la consola del editor (lado izquierdo) de Java la inicialización del socket y la repuesta de la interfaz con una conexión satisfactoria.

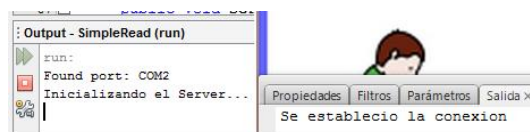


Figura 12 Conexión mediante socket.

Finalmente para comprobar que la conexión existía, el resultado fue la transición de los elementos de la interfaz movidos desde el control remoto, donde se aseguro el envío de las instrucciones.

### 6.3. Módulo la interfaz

El objetivo de este módulo es el de diseñar una interfaz visual simple para pacientes con hemiplejia. La información transferida de la interfaz al usuario debe de ser fácil e intuitiva, garantizando la accesibilidad y usabilidad. Para poder diseñar la interfaz, se realizó estudio de campo con personas que están al cuidado de pacientes con hemiplejia, se decidió realizar la agrupación de los contenidos en categorías acciones. Un ejemplo de categoría es el de limpieza (Figura 13) y sus posibles acciones son (Necesito el W.C, Cepillar los dientes, Necesito un baño, etc.)



Figura 13. Categoría Limpieza.

#### 6.3.1. Arquitectura

Para desarrollar la interfaz de usuario se decidió trabajar con Apache2, PHP5, ActionScript 2 y MySQL.

La arquitectura utilizada es la de tres niveles.

**La capa de presentación** (interfaz de usuario).

Después de haber estudiado diversos lenguajes de programación y entornos de desarrollo, se optó por utilizar:

ActionScript que es un lenguaje de programación orientado a objetos (POO), utilizado especialmente en aplicaciones web animadas realizadas en el entorno Adobe Flash, la tecnología de Adobe para añadir dinamismo al panorama web.

**Capa de negocio:** es donde residen los programas que se ejecutan, se reciben las peticiones del usuario y se envían las respuestas tras el proceso.

En esta capa se hizo uso de PHP para que cargue los archivos .swf que interpretará los comandos movimiento recibidos del módulo 2 (Interconexión entre dispositivos) y los ejecute.

**Capa de datos:** es donde residen los datos y es la encargada de acceder a los mismos.

Está formada por uno o más gestores de bases de datos que realizan todo el almacenamiento de datos, reciben solicitudes de almacenamiento o recuperación de información desde la capa de negocio.

En el gestor de base de datos MySQL, se almacenarán las rutas de las imágenes acciones que mostrará la Interfaz.

### 6.3.2. Implementación

Para instalar y configurar de forma fácil y simple el servidor web Apache2, el gestor de base de datos MySQL y PHP, se decidió instalar mediante el uso de XAMPP que es un software de distribución libre, también se instaló el entorno de trabajo Adobe Flash CS3 Professional.

Una vez instalado el CS3 se diseñó el escenario para la interfaz mediante fotogramas de movimiento en flash.

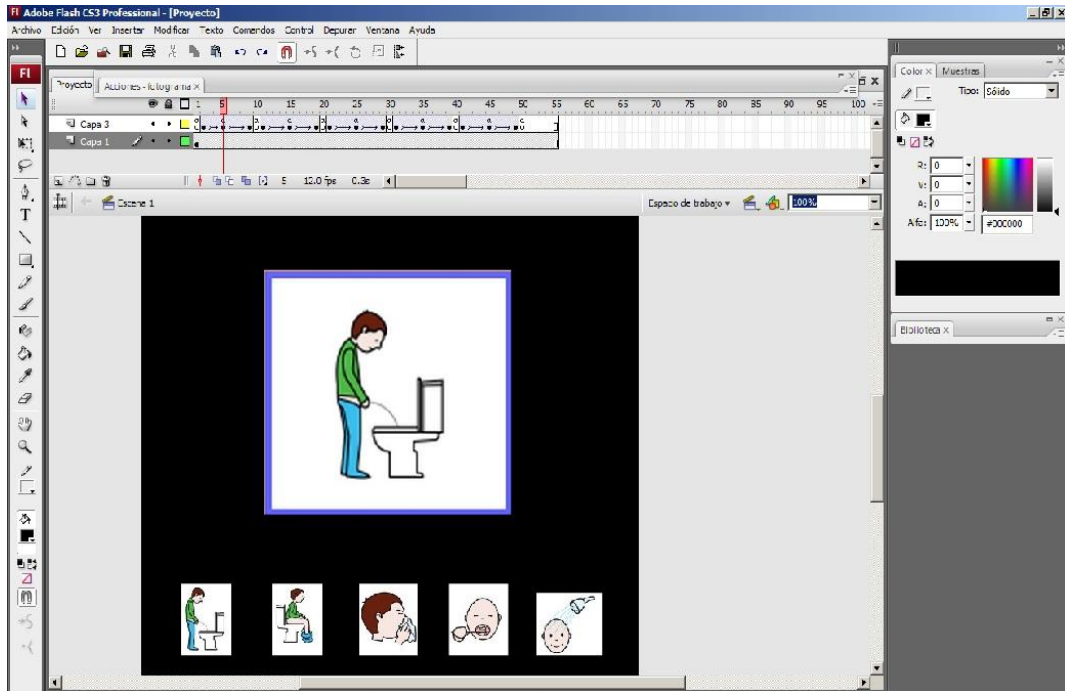
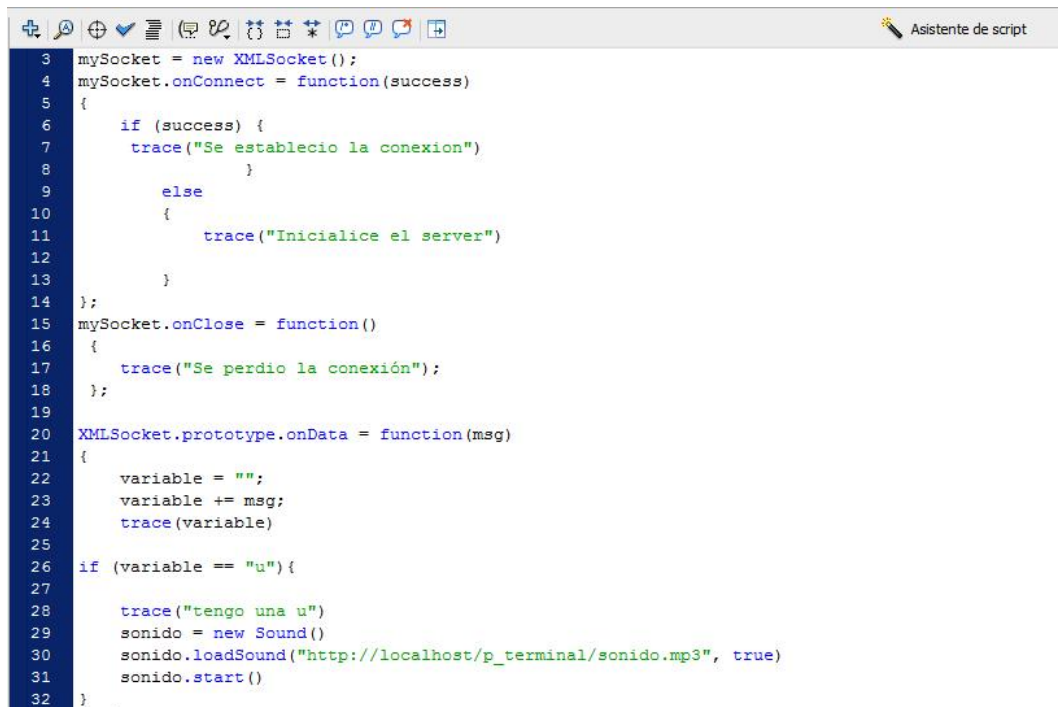


Figura 14. Diseño del escenario en Adobe Flash CS3 Professional.

Se realizó la programación de un socket cliente en ActionScript para poder recibir los comandos movimiento del módulo 2, desplazamientos (izquierda, derecha, aceptar y cancelar).



```
3 mySocket = new XMLSocket();
4 mySocket.onConnect = function(success)
5 {
6     if (success) {
7         trace("Se establecio la conexion")
8     }
9     else
10     {
11         trace("Inicialice el server")
12     }
13 };
14 mySocket.onClose = function()
15 {
16     trace("Se perdio la conexión");
17 };
18 XMLSocket.prototype.onData = function(msg)
19 {
20     variable = "";
21     variable += msg;
22     trace(variable)
23 }
24 if (variable == "u"){
25     trace("tengo una u")
26     sonido = new Sound()
27     sonido.loadSound("http://localhost/p_terminal/sonido.mp3", true)
28     sonido.start()
29 }
```

Figura 15. Programación de los desplazamientos.

Cuando se realice un desplazamiento hacia la derecha, una variable incrementara en 10 el valor de fotograma hacia la siguiente imagen acción, cuando el desplazamiento sea a la izquierda la variable disminuirá en 10 el valor de su fotograma y así sucesivamente. Cuando el usuario desee transmitir la acción seleccionada (desplazamiento hacia arriba), se activara un sonido característico de la interfaz, una vez que se realice otro desplazamiento ya sea hacia la izquierda o derecha se desactivara el sonido.

Una vez compilado el programa nos genera un archivo con extensión .swf, el archivo es cargado en PHP mediante una función.

## **7. Conclusiones**

### **7.1. Módulo Procesamiento de Señales.**

- Se logro la comunicación de los canales que se utilizán para el control del sistema con el circuito procesador.
- Se logro manipular la señal de radiofrecuencia llega a los microcontroladores.
- Se logro enviar datos del circuito procesador a la computadora.

### **7.2. Módulo la Interconexión de Dispositivos.**

Se pudo establecer la comunicación entre la señal procesada del circuito y la interfaz de usuario. La propuesta del uso del la API de Java Comm y el uso de sockets es eficiente. Cabe mencionar que se aunque el uso de otras librerías como Giovynet y RxTx son de mas fácil implementar no alcanzaron la estabilidad que ofrecía javax.com. El uso de sockets deja en claro que por rudimentario que parezca, sigue siendo una opción para comunicar lenguajes distintos y provee un buen servicio cliente servidor.

### **7.3. Módulo la Interfaz.**

- Se modelo el sistema en papel y mediante diagramas UML.
- Se establecio la arquitectura de la Interfaz.
- Se diseño el prototipo de la interfaz en un ambiente web.
- El prototipo de la interfaz reconoce los desplazamientos mediante el control inalambrico.
- El prototipo de la interfaz reconoce la camara web mediante un Plug-in.

## 8. Trabajos a futuro

- Reducir componentes del circuito, y su montaje en una placa.
- Optimizar el método de interpretación de la señal.
- Agregar más categorías acciones.
- Realizar pruebas físicas con pacientes. .

## Referencias

- [1] TICO <http://www.proyectotico.es/wiki/index.php/Inicio>
- [2] PLAPHOONS <http://www.xtec.cat/~jlagares/f2kesp.htm>
- [3] El diseño gráfico, Manuel Vélez, Adela Gonzales Pastor; Universidad de Granada.
- [4] Programación con Actionscript , 2.0 ,3.0
- [5] Utilización de componentes Actionscript , 2.0 , 3.0
- [6] <http://www.adobe.com/downloads/>
- [7] Javaxcomm <http://www.oracle.com/technetwork/java/index-jsp-141752.html>
- [8] Puente java/php: <http://php-java-bridge.sourceforge.net/pjb/download.php>