

# **Control de una Silla de Ruedas por Medio de un Dispositivo Móvil con Sistema Operativo Android.**

## **Wheelchair controlled with a mobile device running under Android operative system.**

José Alberto Morales Mancilla (1)  
I.T. de Tuxtla Gutiérrez  
amancilla58@hotmail.com

Héctor Guerra Crespo (2), I.T. de Tuxtla Gutiérrez, hgcrespo@hotmail.com

Néstor Antonio Morales Navarro (3), I. T. de Tuxtla Gutiérrez, nstrmorales@gmail.com

**Artículo recibido en septiembre 10, 2012; aceptado en noviembre 07, 2012.**

### **Resumen**

*Este artículo presenta el desarrollo de un dispositivo electrónico adaptado a una silla de ruedas para motorizarla y controlarla por medio de un dispositivo móvil con Sistema Operativo Android. Esta propuesta surgió como respuesta a la necesidad de desplazamiento que enfrentan niños y niñas con discapacidad motriz. En la ciudad de Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, la Unidad de Orientación al Público (UOP) atiende a niños que tienen alguna discapacidad motriz y cuyas familias no cuentan con los recursos económicos suficientes para afrontar este problema. La utilización de una silla de ruedas motorizada de bajo costo y manipulada por el propio usuario a través de un sistema móvil resulta una valiosa alternativa. Su fácil adaptación a cualquier tipo de silla lo hace muy accesible a las familias de escasos recursos. El prototipo obtenido se diseñó de acuerdo a las especificaciones de los terapeutas y asesores de la UOP y fue evaluado satisfactoriamente con niños y niñas de esta institución.*

**Palabras clave:** Silla de ruedas motorizada, control de una silla de ruedas, Bluetooth, dispositivos móviles con Android.

### **Abstract**

*This paper describes the development of an electronic device that motorizes a wheelchair and is controlled with a mobile device running under Android operative system. Our project emerges as a response to the mobility needs of children with motor disabilities. In the city of Tuxtla Gutierrez, Chiapas, the Public Guidance Unit (UOP) assists children with motor impairment and whose families do not have sufficient financial resources to address this problem. The use of a cheap motorized wheelchair manipulated by the user via a mobile device is a valuable alternative. Its easy adaptation to any standard wheelchair makes the system very available for low-income families. This prototype was designed according to the specifications of the therapists and counselors of the UOP and was evaluated successfully in children of the institution.*

**Keywords:** Motorized wheelchair, wheelchair control, Bluetooth, mobile devices with Android.

## **I. Introducción.**

En el informe mundial de la discapacidad de la Organización Mundial de la Salud OMS, hace mención que más de mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad; de ellas, casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En todo el mundo, las personas con discapacidad tienen peores resultados sanitarios, peores resultados académicos, una menor participación económica y tasas de pobreza más altas que las personas sin discapacidad. En parte, ello es consecuencia de los obstáculos que entorpecen el acceso de las

personas con discapacidad a servicios que muchos de nosotros consideramos obvios, en particular la salud, la educación, el empleo, el transporte, o la información. Esas dificultades se exageran en las comunidades menos favorecidas. En consonancia con su mandato, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), promueve la libre circulación de ideas por medio de la palabra, la imagen y el fomento del aprendizaje potenciado por las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Como establecido en su Programa, la UNESCO impulsa estrategias destinadas a lograr una mayor utilización de las TIC en la adquisición y el intercambio de conocimientos a fin de reducir las disparidades en cuanto al acceso a la información y el conocimiento, fomentando particularmente el acceso por parte de las personas con discapacidad, las comunidades locales, los pueblos indígenas y los grupos minoritarios. Su acción, por tanto, se orienta principalmente a asegurar el acceso equitativo y asequible a la información para todos como requisito fundamental para crear sociedades del conocimiento, que todavía están fuera del alcance de la mayoría de las personas [6].

La discapacidad motora se define como la dificultad que presentan algunas personas para participar en actividades propias de la vida cotidiana, que surge como consecuencia de la interacción entre una dificultad específica para manipular objetos o acceder a diferentes espacios, lugares y actividades que realizan todas las personas, y las barreras presentes en el contexto en el que se desenvuelve la persona.

Una persona con parálisis cerebral tiene dificultades para controlar los músculos del cuerpo. Normalmente, el cerebro le dice al resto del cuerpo exactamente qué hacer y cuándo hacerlo. Pero como la parálisis cerebral afecta al cerebro, dependiendo de la parte del cerebro afectada, en el caso de los niños que se encuentran en la UOP ellos no pueden caminar, hablar, comer o jugar de la manera que lo hace la mayoría de los niños.

Las barreras, son de distinto tipo, por ejemplo, si la dificultad de un niño o niña se refiere a la movilidad de sus extremidades inferiores, no podrá acceder autónomamente a las dependencias de edificios o viviendas que no tengan rampas o ascensores adecuados, no podrá usar los servicios higiénicos que no estén habilitados, no podrá acceder a los medios de transporte público, difícilmente podrá practicar deportes si no están adaptados, o simplemente, trasladarse cómodamente por las calles de la ciudad las que están llenas de obstáculos. Así, más allá de sus limitaciones o dificultades físicas efectivas, las barreras de un entorno hecho por y para personas sin discapacidad, condicionarán en el niño o niña, una percepción alterada de sus posibilidades reales, y una dependencia absoluta de los otros u otras. El proyecto se concibe con la intención de desarrollar un sistema de control para aplicarlo en una silla de ruedas el cual está orientado a favorecer la calidad de vida de personas con discapacidades motrices. El prototipo se observa en la figura 1.



**Fig 1.** Prototipo de una silla de ruedas.

El sistema de control responde mediante la manipulación de un dispositivo móvil, utilizando la pantalla táctil, implementados sobre la silla. El proyecto se ha llevado a cabo sobre una silla de ruedas a la cual se le adaptaron dos motores de corriente directa y una placa Arduino UNO, 2 baterías de 12V 12AH (Amper Hora), se utilizaron transistores Darlington TIP 35 NPN y TIP36 PNP silicón power transistors (transistores de energía del silicio).

## II. Métodos.

La estrategia metodológica que se empleó para el desarrollo de este proyecto fue un estudio descriptivo de la problemática de las personas que tienen discapacidad motriz, lo cual impide que puedan desplazarse independientemente, se ubicó el objeto de estudio, se hizo el análisis para la solución a esta problemática mediante el diseño de un prototipo que se adaptó a las necesidades del usuario así como el desarrollo de una aplicación que se implementó en un dispositivo móvil para controlar la silla de ruedas mediante una interface que ayuda a controlar el desplazamiento de la silla de ruedas.

En cuanto a la metodología que se utilizó para el desarrollo de este proyecto, se consideraron los siguientes aspectos:

Primero se identificaron las necesidades del objeto de estudio que en este caso fue un niño con paraplejia el cual se encuentra en un Centro de Atención Múltiple CAM, el cual está siendo apoyado también por la Unidad de Orientación al Público UOP del Estado de Chiapas. Uno de los objetivos principales de esta aplicación fue adaptar el prototipo a las necesidades del niño.

Tomando en cuenta lo anterior, se fueron construyendo una serie de modelos cada vez más detallados hasta llegar a un modelo conceptual de solución. Para ello se usa en este caso el Lenguaje de Modelado Unificado UML, así también se desarrollaron los casos de uso los cuales se centran en la funcionalidad que el sistema debe poseer para satisfacer las necesidades del usuario.

Se estudió la tecnología de los dispositivos móviles con el sistema operativo Android, se desarrollaron algunas aplicaciones orientadas al manejo de la tecnología Bluetooth con los sensores de movimiento del dispositivo para ir consolidando el desarrollo del sistema.

Se identificaron los dispositivos electrónicos, sensores, soportes y materiales que fueron necesarios para adaptarlos a la silla de ruedas.

Se desarrolló la configuración y el programa en el microcontrolador de la placa Arduino UNO, para ejecutar las acciones de control que dan el movimiento a la silla de ruedas por medio del dispositivo móvil usando la tecnología Bluetooth. Se desarrolló el circuito de potencia para poner en marcha y paro a los motores de 12 volts de cd. Se hicieron las pruebas para identificar problemas, y se estableció el grado de confiabilidad del funcionamiento del sistema.

### II.1 La silla de ruedas.

La silla de ruedas motorizada, es una silla de ruedas convencional impulsada por motores de CD que son accionados por baterías de 40 o 50 amperios recargables. El ocupante controla la silla por medio de una interface implementada en un dispositivo móvil con el sistema operativo Android como se muestra en la figura 2. La silla es rectangular con tracción diferencial (dos ruedas controlables y dos ruedas libres). Es decir, la silla dispone de dos motores eléctricos de corriente continua de 12 V que impulsan las dos ruedas traseras (ruedas tractoras). Las dos ruedas delanteras de movimiento libre permiten el giro de la silla. La silla es rectangular con tracción diferencial (dos ruedas controlables y dos ruedas libres). Es decir, la silla dispone de dos motores eléctricos de corriente continua que impulsan las dos ruedas traseras (ruedas tractoras). Las dos ruedas delanteras de movimiento libre permiten el giro de la silla. La descripción del sistema se muestra en la siguiente figura 3.



Fig 2. Silla de ruedas controlada por medio de un dispositivo móvil.

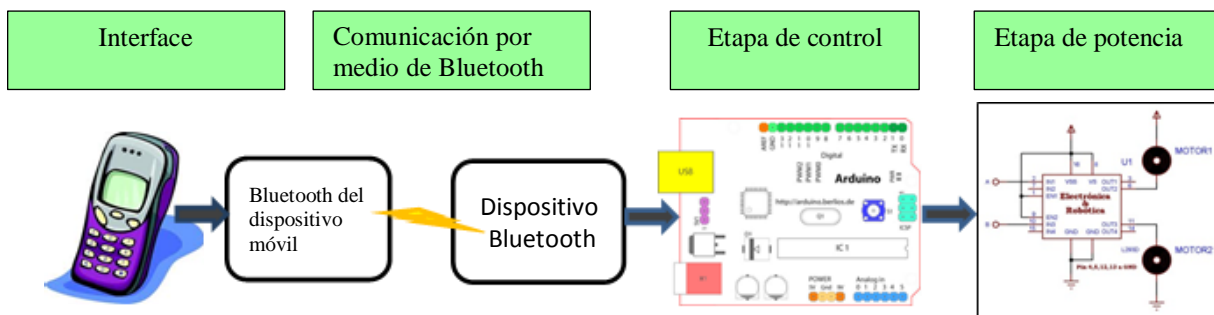


Fig 3. Diagrama del sistema de control de la silla de ruedas.

## II.2 Interface en el dispositivo móvil.

Esta sección describe brevemente el sistema de la interface de la silla de ruedas. Por un lado, el usuario selecciona la opción presionando un botón como se muestra en la figura 4. La interface tiene cinco botones que sirven para controlar el desplazamiento de la silla de ruedas, cuando el usuario presiona alguno de los botones, se envía la orden por medio del Bluetooth del dispositivo móvil a la etapa de control.

La interface se desarrolló en Android, por ser una plataforma de desarrollo libre para aplicaciones con gran riqueza e innovaciones (sensores, localización, servicios, etc.). “Una de las mayores fortalezas del entorno de aplicación de Android es que se aprovecha del lenguaje de programación Java. El SDK de Android no acaba de ofrecer todo lo disponible para su estándar del entorno de ejecución Java (JRE), pero es compatible con una fracción muy significativa de la misma” [3].

Todas las aplicaciones se ejecutan en la máquina virtual Dalvik para garantizar la seguridad del sistema. Normalmente las aplicaciones Android están escritas en Java. Para el desarrollo de la aplicación se utilizó el siguiente software:

- Eclipse que es un potente y moderno entorno de desarrollo.
- Java Runtime Environment 5.0 o superior.
- Android SDK (Google).

Puesto que Android utiliza Java, es necesario instalar previamente el kit de desarrollo de Java o JDK (Java Development Kit) de la página web de Oracle [2]: <http://www.oracle.com/technetwork/javase/downloads/index.html>

Para instalar el Android Software Development Kit hay que descargarlo de la página web Android Developers [2]: <http://developer.android.com/sdk/index.html>

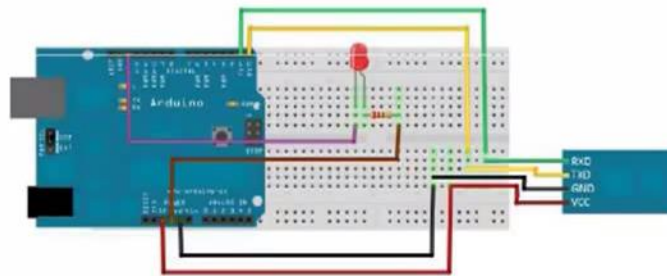
El entorno de desarrollo Eclipse (IDE) el cual facilita el desarrollo de aplicaciones Java y Android se descarga de la página Eclipse Foundation [2]: <http://www.eclipse.org>



**Fig 4.** Interface para controlar la silla de ruedas.

### II.3 Comunicación por medio de Bluetooth.

En esta etapa se logró la comunicación entre el dispositivo móvil y la placa Arduino UNO por medio del Bluetooth del dispositivo móvil y el dispositivo Bluetooth acoplado a la placa Arduino. En la figura 5 se observa cómo se agrega el dispositivo Bluetooth a la placa Arduino.



**Fig. 5.** Esquema de la conexión del dispositivo Bluetooth con la placa Arduino UNO.

Bluetooth es una especificación industrial para Redes Inalámbricas de Área Personal (WPANs) que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de los 2,4 GHz. Los principales objetivos que se pretenden conseguir con esta norma son:

- Facilitar las comunicaciones entre equipos móviles y fijos.
- Eliminar cables y conectores entre éstos.

Ofrecer la posibilidad de crear pequeñas redes inalámbricas y facilitar la sincronización de datos entre equipos personales.

Se denomina Bluetooth al protocolo de comunicaciones diseñado especialmente para dispositivos de bajo consumo, con una cobertura baja y basada en transceptores de bajo costo.

Gracias a este protocolo, los dispositivos que lo implementan pueden comunicarse entre ellos cuando se encuentran dentro de su alcance. Las comunicaciones se realizan por radiofrecuencia de forma que los dispositivos no tienen que estar alineados y pueden incluso estar en habitaciones separadas si la potencia de transmisión lo permite.

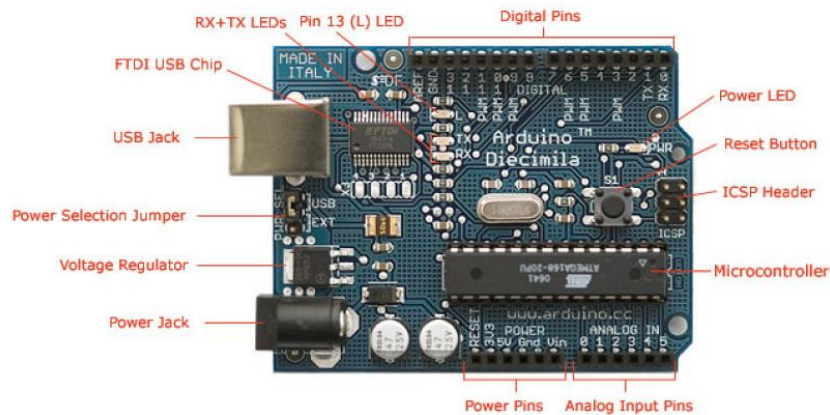
#### II.4 Etapa de control.

Esta etapa recibe la señal por medio del dispositivo Bluetooth adaptado a la placa Arduino. La señal que recibe el Bluetooth se envía a la placa Arduino UNO y este la recibe a través del puerto serie Rx del microcontrolador ATMEGA.

Una vez que la señal llega al microcontrolador, este la procesa para interpretar las órdenes para controlar la silla de ruedas *adelante, atrás, izquierda, derecha* y *parar*. Una vez decodificada la orden, esta señal de control se envía a la etapa de potencia, que hará poner en marcha a los motores de corriente continua dependiendo de la orden que se haya enviado desde la interface del dispositivo móvil.

Arduino es una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un microcontrolador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios. Su diseño es de libre distribución y utilización, que incluso podemos construirlo nosotros mismos.

El microcontrolador en la placa Arduino se programa mediante el lenguaje de programación Arduino (basado en Wiring) y el entorno de desarrollo Arduino (basado en *processing*). En la figura 6 se puede observar cómo es físicamente la placa Arduino UNO.



**Fig. 6.** Partes de una placa Arduino UNO.

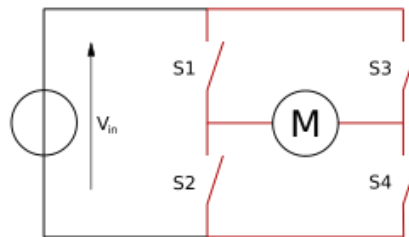
Partes principales que componen la tarjeta Arduino UNO.

1. Conexión USB: Utilizada para la comunicación con la computadora.
2. Alimentación: Plug para alimentar al Arduino cuando no esté conectado al ordenador.
3. Chip de comunicación: Chip de comunicación entre la computadora y el Arduino.

4. Cristal de 16MHz: componente que permite el funcionamiento del microcontrolador.
5. Conexiones Digitales: Funcionan tanto como entradas o salidas, aquellos con este símbolo “~” en frente son salidas PWM.
6. Led: Este componente esta conectado al pin 13, sirve para hacer pequeñas pruebas sin necesidad de conectar nada al Arduino.
7. Leds TX/RX: Indican que el Arduino se comunica con el ordenador.
8. Microcontrolador ATMEGA328: Es el cerebro del Arduino.
9. Barra de energía: Proporciona una fuente de energía para la alimentación de pequeños dispositivos externos u otra circuitería.
10. Pines (TX/RX): para la comunicación en serie con dispositivos externos.
11. Indicador LED encendido - Indica cuando el Arduino está conectada a una fuente de alimentación.
12. Botón RESET - Reiniciar el Arduino, comenzando su programa desde el principio.
13. Entradas analógicas - Entradas que podemos conectar potenciómetros u otros componentes analógicos

## II.5 Etapa de potencia.

Una vez que la señal llega al microcontrolador, procesa la información digital de entrada para procesarla y enviar la señal a la etapa de potencia para controlar los dos motores por medio de circuitos integrados que forman un puente H de transistores. Estos motores de corriente continua son controlados a través de un puente H de transistores, la cual es una de las configuraciones más utilizadas para el control de motores de corriente continua cuando es necesario invertir el sentido de giro del motor. Un Puente H o Puente en H es un circuito electrónico que permite a un motor eléctrico DC girar en ambos sentidos, avance y retroceso. Son ampliamente usados en robótica y como convertidores de potencia. Los puentes H están disponibles como circuitos integrados, pero también pueden construirse a partir de componentes discretos. En la figura 7 se representa el esquema básico de un puente H.



**Fig. 7.** Estructura de un puente H.

El término "puente H" proviene de la típica representación gráfica del circuito. Un puente H se construye con 4 interruptores (mecánicos o mediante transistores). Cuando los interruptores S1 y S4 figura 8 (a), están cerrados y S2 y S3 abiertos, se aplica una tensión positiva en el motor, haciéndolo girar en un sentido. Abriendo los interruptores S1 y S4 y cerrando S2 y S3, el voltaje se invierte figura 8 (b), permitiendo el giro en sentido inverso del motor.

Con la nomenclatura que estamos usando, los interruptores S1 y S2 nunca podrán estar cerrados al mismo tiempo, porque esto cortocircuitaría la fuente de tensión. Lo mismo sucede con S3 y S4.

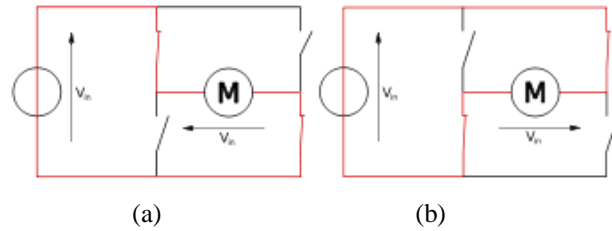


Fig. 8. Estados básicos del puente H.

Como se ha mencionado, el puente H se usa para invertir el giro de un motor, pero también puede usarse para frenarlo (de manera brusca), al hacer un corto entre las bornes del motor, o incluso puede usarse para permitir que el motor frene bajo su propia inercia, cuando desconectamos el motor de la fuente que lo alimenta. En la tabla 1 se resumen las diferentes acciones.

Tabla 1. Tabla de verdad para el control de los motores de CD.

S1	S2	S3	S4	Acción
1	0	0	1	El motor gira en avance
0	1	1	0	El motor gira en retroceso
0	0	0	0	El motor se detiene bajo su inercia
1	0	1	0	El motor frena (fast-stop)

El caso que no se debe de dar es que entren dos señales al mismo tiempo donde se activarían Avance y retroceso por que se ocasionaría un corto circuito. Lo más habitual en este tipo de circuitos es emplear interruptores de estado sólido (como Transistores), puesto que sus tiempos de vida y frecuencias de conmutación son mucho más altos. En convertidores de potencia es impensable usar interruptores mecánicos, dado su bajo número de conmutaciones de vida útil y las altas frecuencias que se suelen emplear.

Además los interruptores se acompañan de diodos (conectados a ellos en paralelo) que permitan a las corrientes circular en sentido inverso al previsto cada vez que se conmute la tensión, puesto que el motor está compuesto por bobinados que durante breves períodos de tiempo se opondrán a que la corriente varíe.

**Transistores.** El transistor es un dispositivo semiconductor de tres capas que consta de dos capas de material tipo **n** y una de material tipo **p** o de dos capas de material tipo p y una de material tipo n. El primero se llama transistor **npn** figura 9 (a) y el segundo transistor **pnP** figura 9 (b). El transistor es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. El término «transistor» es la contracción en inglés de transfer resistor («resistencia de transferencia»). Actualmente se encuentran prácticamente en todos los aparatos electrónicos de uso diario: radios, televisores, reproductores de audio y video, relojes de cuarzo, computadoras, lámparas fluorescentes, tomógrafos, teléfonos celulares [5].

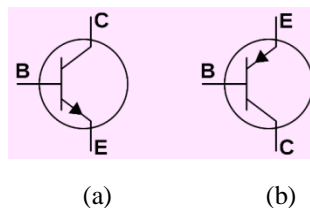
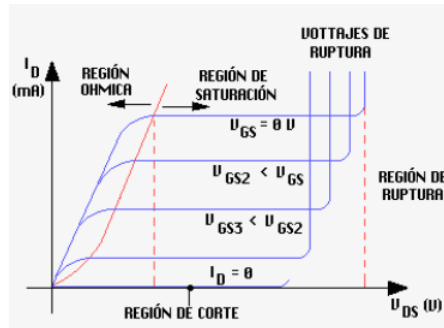


Fig. 9. Símbolo del transistor.

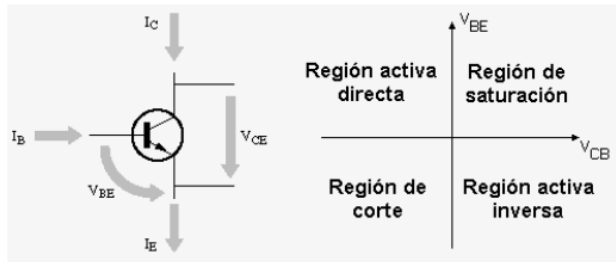


Los transistores en los circuitos amplificadores deben polarizarse en la región activa (los amplificadores de potencia son una excepción, en éstos, los dispositivos pueden polarizarse cerca de la región de corte) figura 10. Muchos factores pueden influir en el mejor punto **Q** deseado. La amplitud máxima de la señal de salida del amplificador determina frecuentemente ciertos límites a los valores apropiados del punto de polarización. Por ejemplo, si **Vceq** es demasiado pequeña, el transistor puede entrar en saturación, recortando la señal, antes de alcanzar la amplitud deseada de la señal de pico. Si **Icq** es demasiado pequeña puede producirse el corte antes de alcanzar la amplitud de la señal deseada. Por lo tanto se debe de asegurar de que **Vceq** e **Icq** sean lo suficientemente grandes como para que no se produzca el corte [1].



**Fig. 10.** Regiones de funcionamiento de un transistor.

Existen cuatro condiciones de polarización posibles. Dependiendo del sentido o signo de los voltajes de polarización en cada una de las uniones del transistor pueden ser como se muestra en la figura 11:



**Fig. 11.** Cuatro condiciones de polarizaciones posibles.

**Región activa directa:** Corresponde a una polarización directa de la unión emisor - base y a una polarización inversa de la unión colector - base. Esta es la región de operación normal del transistor para amplificación.

**Región activa inversa:** Corresponde a una polarización inversa de la unión emisor - base y a una polarización directa de la unión colector - base. Esta región es usada raramente.

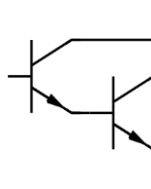
**Región de corte:** Corresponde a una polarización inversa de ambas uniones. La operación en ésta región corresponde a aplicaciones de conmutación en el modo apagado, pues el transistor actúa como un interruptor abierto ( $I_C = 0$ ).

**Región de saturación:** Corresponde a una polarización directa de ambas uniones. La operación en esta región corresponde a aplicaciones de conmutación en el modo encendido, pues el transistor actúa como un interruptor cerrado ( $V_{CE} = 0$ ).

En los amplificadores de alta potencia, las corrientes de base de los transistores de salida pueden ser bastantes grandes. En otras palabras, la impedancia de entrada de la etapa de salida puede ser bastante pequeña. Esto da una baja ganancia para la etapa de emisor común. Una solución para este problema es usar etapas de salidas compuestas utilizando transistores en configuración Darlington [1].

En electrónica, el transistor Darlington es un dispositivo semiconductor que combina dos transistores bipolares en un tándem (a veces llamado *par Darlington*) en un único dispositivo.

La configuración (originalmente realizada con dos transistores separados) fue inventada por el ingeniero de los Laboratorios Bell Sidney Darlington. La idea de poner dos o tres transistores sobre un chip fue patentada por él, pero no la idea de poner un número arbitrario de transistores que originaría la idea moderna de circuito integrado en la figura 12 se muestra la configuración interna del transistor Darlington.



**Fig. 12.** Configuración interna del transistor Darlington.

Esta configuración sirve para que el dispositivo sea capaz de proporcionar una gran ganancia de corriente y, al poder estar todo integrado, requiere menos espacio que dos transistores normales en la misma configuración. La ganancia total del Darlington es el producto de la ganancia de los transistores individuales. Un dispositivo típico tiene una ganancia en corriente de 1000 o superior. También tiene un mayor desplazamiento de fase en altas frecuencias que un único transistor, de ahí que pueda convertirse fácilmente en inestable. La tensión base-emisor también es mayor, siendo la suma de ambas tensiones base-emisor, y para transistores de silicio es superior a 1.2V. La beta de un transistor o par Darlington se halla multiplicando las de los transistores individuales. La intensidad la corriente del colector se halla multiplicando la intensidad de la corriente de la base por la beta total. Ver ecuación (1).

$$\beta_{\text{Darlington}} = \beta_1 \cdot \beta_2 + \beta_1 + \beta_2 \quad (1)$$

Si  $\beta_1$  y  $\beta_2$  son suficientemente grandes, se da que: ecuación (2),

$$\beta_{\text{Darlington}} \approx \beta_1 \cdot \beta_2 \quad (2)$$

Un inconveniente es la duplicación aproximada de la base-emisor de tensión. Ya que hay dos uniones entre la base y emisor de los transistores Darlington, el voltaje base-emisor equivalente es la suma de ambas tensiones base-emisor vea ecuación (3).

$$V_{\text{BE}} = V_{\text{BE1}} + V_{\text{BE2}} \approx 2V_{\text{BE1}} \quad (3)$$

Para la tecnología basada en silicio, en la que cada  $V_{\text{BE1}}$  es de aproximadamente 0,65 V cuando el dispositivo está funcionando en la región activa o saturada, la tensión base-emisor necesaria de la pareja es de 1,3 V.

Otro inconveniente del par Darlington es el aumento de su tensión de saturación. El transistor de salida no puede saturarse (es decir, su unión base-colector debe permanecer polarizada en inversa), ya que su tensión colector-emisor es ahora igual a la suma de su propia tensión base-emisor y la tensión colector-emisor del primer transistor, ambas positivas en condiciones de funcionamiento normal. En ecuaciones, sí:

$$V_{\text{CE2}} = V_{\text{BE2}} + V_{\text{CE1}}, \text{ a } V_{\text{C2}} > V_{\text{B2}}$$

Por lo tanto, la tensión de saturación de un transistor Darlington es un  $V_{BE}$  (alrededor de 0,65 V en silicio) más alto que la tensión de saturación de un solo transistor, que es normalmente 0,1 - 0,2 V en el silicio. Para corrientes de colector iguales, este inconveniente se traduce en un aumento de la potencia disipada por el transistor Darlington comparado con un único transistor.

Otro problema es la reducción de la velocidad de conmutación, ya que el primer transistor no puede inhibir activamente la corriente de base de la segunda, haciendo al dispositivo lento para apagarse. Para evitar esto, el segundo transistor suele tener una resistencia de cientos de ohmios conectada entre su base y emisor. Esta resistencia permite una vía de descarga de baja impedancia para la carga acumulada en la unión base-emisor, permitiendo un rápido apagado.

El microcontrolador controla directamente los Gates de los MOSFET altos del puente H, sin embargo, los Gates de los MOSFET bajos son controlados a través de compuertas NAND para otorgarle mayor seguridad al circuito, ya que de esta manera se evita que ambos MOSFET bajos de un mismo puente se accionen simultáneamente.

### III. Desarrollo.

Este trabajo se dividió en tres partes principales:

1. En la primera, se diseñó la interface para que los niños con discapacidad motriz puedan controlar los movimientos de la silla de ruedas. La interface se desarrolló utilizando el entorno de desarrollo Eclipse, el SDK de Android y se implementó en un dispositivo móvil con sistema operativo Android. En la interface se encuentran los componentes o botones para que mediante una pantalla táctil, un niño sea capaz de controlar la silla de ruedas.
2. Para la segunda parte de procesamiento y control de las señales digitales, se decidió construir un dispositivo que controle, a través de las señales digitales que recibe mediante un dispositivo Bluetooth, el movimiento de dos motores bidireccionales de corriente continua de 12V, los cuales se encuentran formando parte de la silla de ruedas. Esta silla de ruedas es controlada por cinco señales adquiridas por medio de la selección de cinco botones que están en la interface, los cuales pueden ser seleccionados por el usuario. Hay cuatro señales para el control del movimiento de la silla: adelante, atrás, izquierda, derecha y una señal de paro, simulando los desplazamientos de una silla de ruedas.
3. En la tercera parte se agregó una etapa de potencia que controla todos los movimientos de la silla de ruedas.

### Conclusiones.

En la puesta en marcha de la silla de ruedas, se obtuvo el correcto funcionamiento de los motores de corriente continua, mediante la interface implementada en el dispositivo móvil con Android.

Se obtuvo un circuito electrónico que, además de lograr los objetivos propuestos en este proyecto, permite utilizarse para el accionamiento de cualquier otro dispositivo electromecánico ya sea con fines terapéuticos, de rehabilitación, o para controlar la apertura de chapas eléctricas de puertas.

### Créditos.

En primer lugar, nos gustaría agradecer al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, en particular a Dra. Teresa del Rosario Ayora Talavera quien es la Jefa de la División de Estudios de Posgrado e Investigación por su gestión para poder elaborar el siguiente proyecto de investigación en el ámbito de la Ingeniería en Sistemas Computacionales de la línea de investigación Arquitecturas de Cómputo. Al departamento de Electrónica por el apoyo en la asesoría recibida.

Agradecemos así mismo a la Unidad de Orientación al Público UOP a la directora Lic. María Marvila Komukai Puga por permitirnos tener acceso a sus instalaciones y colaborar en el desarrollo del proyecto.

### Referencias Bibliográficas.

- [1] **Allan R. Hambley.** (2008), *Electrónica* (2ª ed.). Prentice Hall, ISBN: 978-84-205-2999-8, México.
- [2] **José Enrique Amaro Soriano.** (2012), *Android Programación de dispositivos móviles a través de ejemplos.* Editorial Alfaomega Grupo Editor, ISBN: 978-607-707-370-3, México.
- [3] **Jesús Tomás Gironés.** (2012), *El gran libro de Android* (2ª ed.). Editorial Alfaomega Grupo Editor, ISBN: 978-607-707-506-6, México.
- [4] **Richard C. Dorf, Robert H. Bishop.** (2008), *Sistemas de control moderno* (10ª ed.). Prentice Hall, ISBN: 978-84-205-4401-4, México.
- [5] **Robert L. Boylestad, Louis Nashelsky.** (2009), *Electrónica: Teoría de Circuitos y Dispositivos Electrónicos* (10ª ed.). Editorial Prentice Hall, ISBN: 978-607-442-292-4, México.
- [6] **Pilar S., Sanna-Mari L., Estela V.** (2012). Informe sobre el Uso de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad, Editorial Artes Gráficas Silva (593-2-320-1171). 2012. acceso: 07/05/2012, <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002163/216382s.pdf>.

### Información de los autores.



**José Alberto Morales Mancilla** es Maestro en Ciencias de la Computación, egresado del Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico CENIDET, en Cuernavaca, Morelos. Es profesor de tiempo completo en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y es investigador en el I.T. de Tuxtla Gutiérrez desde 1991, pertenece al cuerpo académico “Tecnologías de información para el desarrollo regional con clave ITTUXG-CA-4”, tiene el reconocimiento de Perfil Deseable PROMEP Junio del 2012, cuenta con el reconocimiento del Sistema Estatal de Investigadores Nivel II del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Chiapas 2011 Cocytech y actualmente se encuentra desarrollando proyectos de investigación con el desarrollo de aplicaciones para dispositivos móviles con J2ME y Android, aplicaciones con tecnología inalámbrica RFID, XBee y traductores para lenguas indígenas.



**Héctor Guerra Crespo** es Doctor en Sistemas Computacionales por la Universidad del Sur, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, en 2011. Es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez y en el área de Licenciatura en Sistemas Computacionales de la Universidad Autónoma de Chiapas, en ambas desde 1995, líder del cuerpo académico “tecnologías de información para el desarrollo regional” donde impulsa el área de trabajo “aplicaciones sobre mapas”.



**Néstor Antonio Morales Navarro** es Maestro en Ciencias en Ingeniería Mecatrónica por el Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez en 2010. Es profesor en el área de Ingeniería en Sistemas Computacionales del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez desde 2012 y en el área de Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica de la Universidad Valle de México Campus Tuxtla desde 2011. Se especializa en el área de Visión e Inteligencia Artificial.