

Silla háptica para videojuegos

Vidal Eduardo Guerrero Treviño
Sandor Asaki Barrágan Gutiérrez
José Enrique Alvarez Estrada

Departamento de Ingenierías
Universidad del Caribe
Cancún Quintana Roo, México

Resumen

En este trabajo se explora la aplicación de la realidad aumentada a juegos de PC por medio de un dispositivo háptico; esto surge gracias al poco realismo y viveza en los videojuegos actuales. Como resultado se obtuvo un prototipo a un precio competitivo para los consumidores y un incremento razonable en el realismo de los juegos de video gracias a una arquitectura diferente comparada con sillas masajeadoras y de videojuegos existentes en el mercado.

1. Introducción

La mayoría de las simulaciones realizadas hasta el momento en entornos virtuales involucran exclusivamente la vista y el oído, pero la creciente necesidad de una mayor fidelidad en las representaciones obtenidas, y sobre todo, de incrementar la sensación de inmersión del usuario dentro del entorno virtual exige una componente de interactividad que solamente puede alcanzarse mediante dispositivos de tipo háptico. [1]

Los videojuegos, sea cual sea su clasificación, siempre tienden a ser mucho más realistas conforme avanza el tiempo, esto nos hace pensar que las interacciones visuales y auditivas ya no son suficientes. Por ello, se han desarrollado varios dispositivos que sirven para una interacción más directa con los usuarios, por ejemplo, los controles vibrantes, las espadas y gafas como extensiones de los controles. [1]

Las tecnologías existentes que cumplen características de vibración y audición que se desean emplear son: las sillas de masajes y las sillas de videojuegos. Estas sillas tienen como ventaja el integrar la sensibilidad motriz en los videojuegos o simplemente mientras se observa la televisión, sin embargo tienen algunas desventajas muy claras, como son, los precios demasiado elevados pudiendo llegar a ser inalcanzables para el público en general.

Se pretende crear un dispositivo en forma de silla háptica que incremente el realismo en los videojuegos, generando vibraciones y golpes acorde a las estimulaciones recreadas en el juego. Esto se hace tomando las ventajas de las sillas de masajes y de videojuegos ya existentes, proponiendo una arquitectura diferente para disminuir material y costo, lo cual conduce a crear un prototipo de la silla háptica buscando un costo por debajo de las existentes, así como disminuir material aumentando su buen funcionamiento en vez de disminuirlo, todo lo anterior gracias a una distribución distinta y ubicaciones específicas del material.

2. Sensaciones hápticas

La háptica se deriva del griego haptain, que significa sujetar o coger. Háptica en tecnología, es la ciencia que estudia las aplicaciones de interacción entre las personas en ambientes reales, virtuales o teleoperados. Las interfaces hápticas permiten al usuario manipular objetos en cualquiera de estas variantes, lo que significa dispositivos de entrada y salida especiales. [2]

2.1. Estado del arte y tecnología

Según [3] las interfaces hápticas pueden clasificarse en tres grandes grupos, según proporcionen:

1. Retroalimentación de fuerza
2. Retroalimentación táctil
3. Retroalimentación propioceptiva

Cada una de ellas aporta al usuario información referente a un determinado campo, siendo clave la selección del tipo de interface que se necesita, en función de las características que se desea controlar en la aplicación.

Las interfaces que proporcionan retroalimentación de fuerza aportan datos relacionados con la dureza, peso e inercia del objeto virtual. Las interfaces que proporcionan una retroalimentación táctil nos permiten adquirir datos tales como la geometría del objeto virtual, su rugosidad y temperatura, entre otros. Por último, las interfaces que proporcionan retroalimentación propioceptiva dan información acerca de la posición del cuerpo del usuario o su postura.

Para desarrollar un dispositivo como el propuesto en este trabajo, es necesario conocer cuáles son, de acuerdo a los investigadores, los principales elementos que deben estar presentes en uno de estos productos, así como sus características. Los principales elementos a considerar son los siguientes [4]:

- El número de grados de libertad del dispositivo que requiera la aplicación.

- **El espacio de trabajo**, es decir, la extensión del volumen dentro del cual el manipulador puede posicionar el elemento terminal.
- **El rango de control de fuerza**, es decir, los niveles máximo y sostenido de fuerza que puede ejercer el dispositivo.
- **La fricción aparente**. Las pérdidas por fricción en una interfaz háptica deben ser inferiores a la mínima fuerza o par que podamos percibir mientras interactuamos con el entorno virtual, ya que en caso contrario nuestra interface dejaría de ser transparente, pues no podríamos diferenciar si las fuerzas percibidas por el usuario provienen de la realimentación deseada o de las pérdidas mecánicas del dispositivo en sí. Los valores de fricción aparente deben mantenerse en valores por debajo del 7 % de las fuerzas y del 12.7 % de los pares de fuerza aplicados en la interacción con el entorno virtual.
- **La rigidez de una interfaz háptica**. Se relaciona íntimamente con la habilidad del mismo para generar restricciones al movimiento del operador dentro del entorno virtual, impidiendo que se penetre dentro de los distintos sólidos virtuales, y permitiendo, de este modo, su inspección y manipulación.
- **La inercia aparente**. Es la masa mínima percibida por el operador cuando mueve el interface háptica a través del espacio libre.
- **El rango dinámico**. Es la tasa entre el máximo valor de salida del actuador frente a la fricción del mecanismo.
- **Back-driveability**. Es la capacidad del sistema para seguir el movimiento de la mano del usuario rápidamente y sin oposición.
- **Ancho de Banda**. El ancho de banda de un dispositivo puede considerarse como una medida de su calidad, ya que cuanto mayor sea éste, menores serán los retardos en la transmisión de información, aumentando la estabilidad general del sistema.

Conocer el mercado es fundamental para construir un artefacto como el propuesto. Si sus características son inferiores o su costo es superior al considerado como aceptable por los consumidores, el producto no tiene un buen futuro.

Algunas características de las sillas para videojuegos hasta ahora existentes van desde altavoces, subwoofers, compatibilidad con mp3

y ipods, luces brillantes, control de p  neles, compatibilidad con los diferentes productores de videojuego (Nintendo, Xbox, PlayStation, etc.).

3. Propuesta

El problema del poco realismo y viveza en los videojuegos se soluciona mediante una silla háptica interconectada a actuadores¹ físicos y acústicos, lo cual intensifica las sensaciones hápticas fuera de la realidad virtual del juego, llamando mucho más la atención de los jugadores.

Otro punto muy importante a considerar es el costo del aparato ya que las sillas para videojuegos existentes hasta ahora en el mercado tienen unos precios muy elevados, quedando inalcanzables para muchos posibles consumidores. Para poder reducir al máximo los costos se eliminan los materiales que no sean de mucho valor técnico, y los que queden se ubican en lugares específicos que incrementan las sensaciones hápticas.

3.1. Arquitectura

La arquitectura de la silla háptica está dividida en tres partes principales: software, hardware y la ergonomía. La figura 1, muestra un cuadro sinóptico de esta arquitectura, cabe mencionar que el software y hardware se encuentran en contacto directo.

3.1.1. Software

Para que funcione correctamente la interfaz háptica es necesario de algunos requerimientos de software en la PC donde se ejecuta el videojuego, los requerimientos son los siguientes:

- Controladores
 - DirectX 7.0 ó Superior
- Sistema Operativo
 - Windows 95
 - Windows 98SE
 - Windows ME
 - Windows 2000
 - Windows XP

¹Dispositivo que permite obtener un trabajo mecánico a partir de distintos tipos de energía.

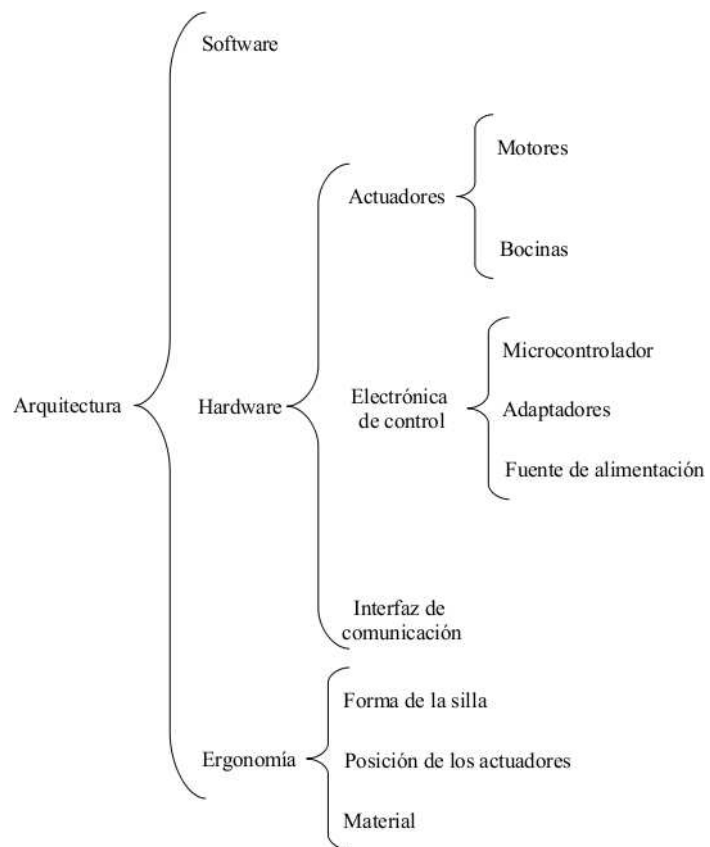


Figura 1: Cuadro sinóptico de la arquitectura de la silla háptica

3.1.2. Ergonomía

Forma de la silla háptica



Se parte de una silla de automóvil debido a su comodidad. A continuación se presenta una tabla con parámetros importantes relacionados con la silla:

	Altura (cm)	Anchura (cm)	Profundidad (cm)
Base	50	50	15
Respaldo	60	50	13
Cabecera	28	20	10

La silla tiene una inclinación de 30 grados positivos en su respaldo con relación al eje de las 'y', y otros 10 grados negativos en su base con relación al eje de las 'x', lo que proporciona una posición agradable donde se puede permanecer varias horas sentado sin sentirse incómodos.

Posición de los actuadores

La ubicación de los motores, las bocinas y sus distribuciones por la silla se muestran en las figuras 2, 3 y 4. En estas imágenes se puede observar la silla en: vista en perspectiva, vista en alzado frontal, vista en alzado lateral y vista en planta.

- 4 actuadores físicos () cada uno de ellos:
 - 2 motores eléctricos ubicados en el respaldo de la silla
 - 2 motores eléctricos ubicados en la base de la silla
- 2 actuadores acústicos () cada uno de ellos:
 - 2 bocinas ubicadas en la cabecera de la silla

Para añadir una distribución más uniforme en las sensaciones hápticas de la silla, se reutiliza una malla de plástico duro y metal que se localiza justo en medio del respaldo y base de la misma silla.

Material

Es importante que todos los materiales electrónicos con que cuenta la interfaz háptica tengan cierta compatibilidad en su funcionamiento. Las dimensionalidades del material, así como toda la interfaz háptica

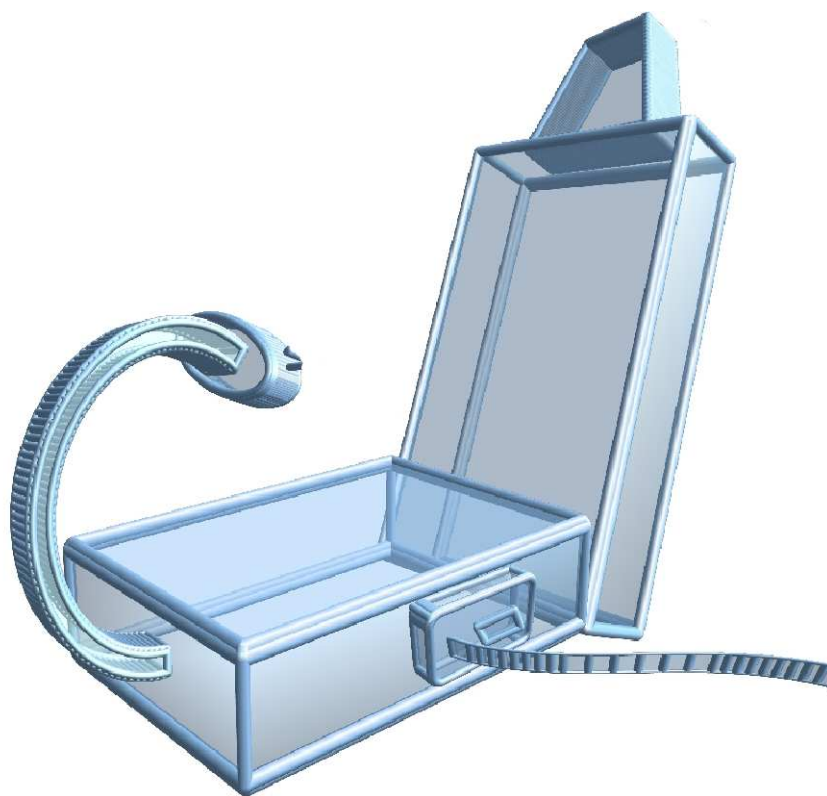


Figura 2: Vista en perspectiva

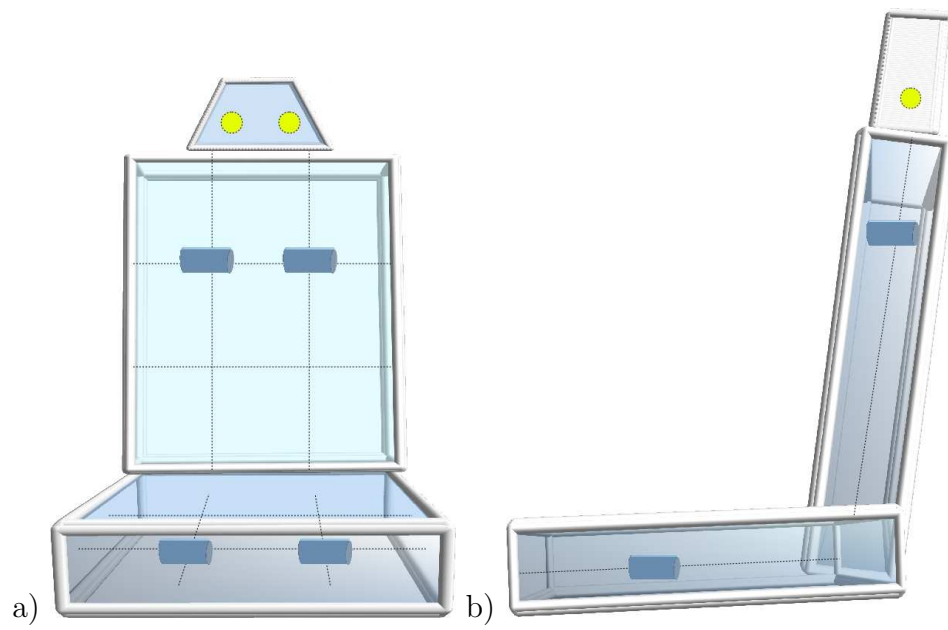


Figura 3: a) Vista en alzado frontal y b) Vista en alzado lateral

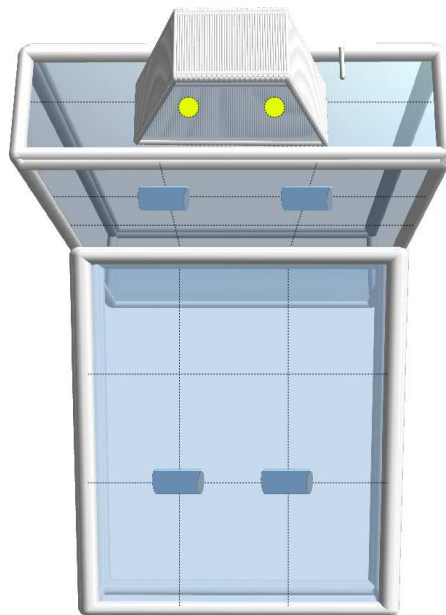


Figura 4: Vista en planta

nos dan una idea del tamaño del mismo.

La siguiente tabla muestra los parámetros más importantes de los motores eléctricos, bocinas y control para juegos de PC:

	Motor	Control PC
Cantidad	4	1
Vibración	Excéntrica	Excéntrica
CA ó CC	CC	CC
Voltaje máximo (volts)	24	+5
Voltaje nominal (volts)	19	5
Marca	Mabuchi Motor	Perfect Choice
Altura (cm)	9	22
Anchura (cm)	4	23
Profundidad (cm)	4	9
Puerto para PC	-	USB

3.1.3. Hardware

Para que la silla háptica funcione necesita de ciertas interfaces que trabajen en conjunto para un mismo fin. La figura 5, muestra el diagrama de componentes que soluciona el problema descrito anteriormente.

La existencia de una interfaz háptica y otra interfaz virtual, comunicadas mediante un control (joystick) para juegos de PC y sus mecanismos correspondientes, suponen la solución a la falta de realismo y viveza en los videojuegos.

Actuadores

En la interfaz háptica es donde se encuentran los dispositivos que recrearán ciertos casos que suceden en la realidad virtual del videojuego y los traspasan a la realidad táctil y sonora en que vivimos. Estos dispositivos son los actuadores rotacionales y acústicos.

Una característica principal de la silla háptica es su capacidad de vibrar durante la ejecución de algún juego de PC y aportar confort al jugador, todo lo anterior sin llegar a ser molesto en algún momento. Este efecto de vibración se crea mediante la utilización de motores eléctricos ayudados con una excéntrica² en la parte final del eje de

²Pieza que gira alrededor de un punto que no es su centro geométrico.

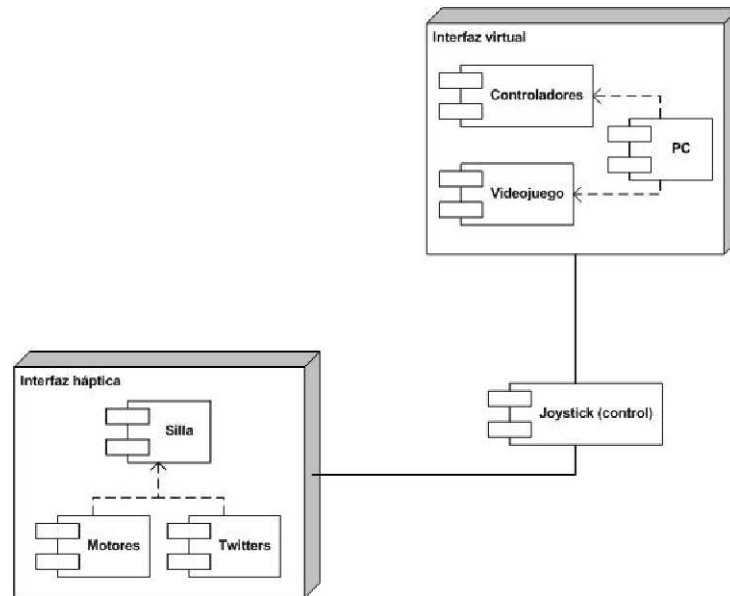


Figura 5: Diagrama de componentes

rotación de los motores.

Los actuadores rotacionales se refieren a los motores eléctricos. Los cuales fueron colocados justamente detrás de nodos de la malla y bien sujetos a ellos, las vibraciones creadas por los motores eléctricos impactan directamente en la malla con lo que se logra una distribución mucho más uniforme en todas las partes de la silla. La cabecera de la silla no cuenta con algún motor para crear sus vibraciones, esto se debe a que la sensibilidad que se tiene en la nuca de la cabeza es mucho mayor a la que se siente en las demás partes del cuerpo. Si se utilizara aunque sea un solo motor en esta parte de la cabeza con la intensidad con que se está proveyendo a la silla, molestaría o hasta podría llegar a lastimar al usuario, sin embargo las vibraciones creadas en la malla dentro del aparato distribuyen tan bien la energía que las vibraciones se sienten con una menor intensidad en la cabecera sin llegar a lastimar o disgustar al jugador.

Otra característica que también es muy importante trata del sonido envolvente generado por las bocinas colocadas en la silla, gracias a

estos sonidos se puede conducir al jugador por una realidad virtual retroalimentada acústicamente. Las bocinas ubicadas en la parte trasera de la cabecera crean pequeñas vibraciones que se agregan a las previstas por los actuadores rotacionales.

Electrónica de control

La interfaz virtual se refiere a la realidad virtual recreada en el PC mediante un juego de video, en este apartado también recaen todos los controladores necesarios para que la silla y el control para PC tengan compatibilidad con el juego y que puedan vibrar sincronizadamente durante la ejecución del mismo.

Interfaz de comunicación

El control para PC también conocido como joystick no es en sí una interfaz propia sino un componente de hardware que se presenta en las dos interfaces anteriores, siendo ésta una de las partes medulares de todo el diagrama de componentes (figura 5). Es el que se encarga de comunicarse con la interfaz virtual y la interfaz háptica.

Según las especificaciones técnicas del control una de sus características es vibrar según eventos ocurridos en el videojuego, gracias a ello, y haciendo uso de ingeniería inversa al control, se pudo deducir dónde se genera la señal que crea las vibraciones en el mismo y conectar una línea en paralelo a ella que sirve de guía para los motores eléctricos y bocinas.

Diseño de la fuente

La silla háptica para videojuegos tiene un conector para alimentarla por medio de 120 Volts de corriente alterna, ese conector a su vez tiene conectado un transformador, que transforma 120 Volts de C.A. a 12 Volts C.A. A continuación le sigue un puente de diodos que transforma los 12 Volts C.A. a 12 Volts C.D. Estos 12 Volts alimentan a un regulador de tensión 7805 que entrega 5 Volts C.D. Esto alimenta el puerto USB de control. También los 12 Volts C.D. Y los motores del control están conectados a un transistor que, dependiendo de los motores del control, deja pasar los 12 Volts C.D. Para alimentar los motores eléctricos de la silla que generan la vibración en la misma. En la figura 6 se muestra el diagrama.

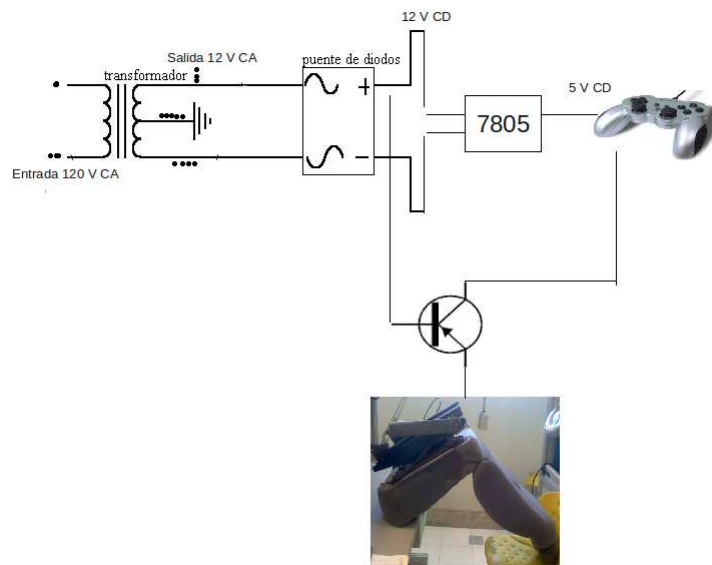


Figura 6: Diagrama de alimentación y conexión con el videojuego

3.2. Costos

Los costos del material empleado en la fabricación del prototipo de la silla háptica se desglozan en la siguiente tabla:

	Cantidad	Precio Unitario	Subtotal
Silla	1	150.00	150.00
Motor	4	25.00	100.00
Control PC	1	250.00	250.00
Capacitor	1	2	2
Transformador 120/12	1	80.50	80.50
MD 5	1	16	16
Excéntrica	4	15.00	60.00
Cable	-	-	10.00
05384 (arreglo diodos)	1	14.20	14.20
Otros	-	-	5.00
Total (pesos mexicanos)	-	-	\$ 687.70



Figura 7: Silla háptica

4. Resultados obtenidos

Se ha creado de manera exitosa el prototipo de una silla háptica la cual, por medio de los estados de un videojuego de PC genera una reacción, que por el momento solo consiste en vibraciones.

Por medio de investigaciones realizadas por internet y visitas a los lugares de distribución de videojuegos y sus accesorios, nos hemos dado cuenta que no existen sillas hápticas de videojuegos en Cancún, la única manera de obtenerlas es por medio de pedido por internet, lo cual nos genera una ventaja al momento de lanzarla como producto.

Otro punto destacable es el hecho de que hemos reducido el número de actuadores, hasta un punto en el cuál ya no es necesario de un gran número de ellos para generar una sensación de inmersión en el videojuego, esto nos da una ventaja adicional de poder bajar los costos de la silla háptica.



Figura 8: Silla háptica 1

5. Conclusiones

Se creó el prototipo de una silla háptica para videojuegos, así como la inversión de diferentes tecnologías hápticas que son utilizadas en los mismos. Se puede sostener que la importancia de la viveza y realismo en los videojuegos es crucial para poder atraer la atención de los jugadores. Esta característica está intimamente ligada a la arquitectura y ergonomía de la silla, entre mejores sean estas características mejor es el realismo y viveza en los videojuegos, llegando a resultados aceptables con pocos materiales de fabricación.

5.1. Ventajas

- Su precio es muy competitivo en relación a otras sillas de videojuego existentes en el mercado.
- Vibraciones en todas las partes de la silla: respaldo, base y cabecera.

5.2. Desventajas

- No cuenta con variaciones en la intensidad de vibración de los motores.

- Una sola forma de sensaciones hápticas producida por los motores eléctricos en forma de vibraciones.

5.3. Trabajo futuro

Hasta ahora nos encontramos en la fase I del proyecto donde los materiales como la silla y control para PC fueron adquiridos y utilizados de una forma bruta de fabricación. Lo que se propone para la fase II del proyecto es fabricar nosotros mismos esos aparatos así como los siguientes puntos:

- Reducir el costo total de fabricación de la silla, fabricando nosotros mismos algunos materiales sencillos como son: la silla y el control de la PC.
- Proveer a la silla de sensaciones hápticas en forma de golpes en la espalda. Por medio de un actuador lineal (solenoides) se soluciona este punto, lo cual funcionaría como un indicador de que estamos siendo dañados en la realidad virtual del juego.
- Intensidad variable en las vibraciones. Este punto se solucionaría mediante una modulación por ancho de pulso (PWM). La señal que es enviada desde el control de PC hacia los motores eléctricos es la que se modularía respecto a su intensidad de voltaje.

Referencias

- [1] Martín Doñate, Cristina. XVI CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA GRÁFICA. Interfaces hápticos, aplicaciones en entornos virtuales
- [2] <http://www.mecatronica-portal.com/2009/04/221-introduccion-a-la-tecnologia-haptica/>
- [3] Burdea, 1996
- [4] Tesis de Grado de Diego Arias, Universidad Católica de Salta