IMPLEMENTACIÓN DE UNA PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA MULTIUSUARIO CON DESARROLLO DE APLICACIÓN PARA TELE EDUCACIÓN EN PERSONAS CON CAPACIDADES DIFERENTES

Julio César Carrión Castellanos, Roberto Daniel Torres Fonseca
Departamento de Eléctrica y Electrónica, Escuela Politécnica del Ejército
Av. Gral. Rumiñahui s/n Sangolquí – Ecuador
juliocarrionc@gmail.com
robertotorres2087@gmail.com

Abstract.

En el presente proyecto se realizó la implementación del hardware y software de una PDi, presentando una solución distinta que contribuya con las diferentes metodologías de enseñanza utilizadas en la actualidad por institutos educativos.

Para el desarrollo de este proyecto se utilizaron varias herramientas tales como el lenguaje de programación C#, el mismo que sirvió para desarrollar el software de funcionamiento de la PDi, además se utilizó el lenguaje de programación Visual Basic con el cual se elaboró el software de teleducación. Para la implementación de hardware se utilizaron varios estándares de comunicación inalámbrica como Bluetooth para conseguir la comunicación ente los dispositivos, como también IrDA para la detección de un punto en el espació sobre la superficie de proyección.

En cuanto al desarrollo del hardware se utilizaron varios dispositivos electrónicos tales como resistencias, capacitores, puentes de diodos, ya que se elaboró una fuente de voltaje continuo para alimentar el circuito final. Se utilizó también el dispositivo WiiRemote® debido a sus excelentes característica y prestaciones.

El proyecto está enfocado en desarrollar una solución que permita llevar la educación a un entorno digital, en el cual tanto el maestro como los alumnos tengan mayor interacción con los recursos actuales como internet y con software especializado para pizarras digitales. Este proceso permitirá desarrollar diferentes habilidades en los alumnos y mejorar el sistema de aprendizaje actual.

1. INTRODUCCIÓN

Los instrumentos de enseñanza que actualmente disponen las aulas de las instituciones educativas del país, no han sido intervenidos en un constante proceso de actualización tecnológico. Como es de conocimiento público, antiguamente se utilizaban las clásicas pizarras de tiza; que posteriormente quedaron obsoletas debido a la incursión de las pizarras de marcador. Sin embargo es importante considerar la posibilidad de desarrollar otro tipo de instrumentos que potenciarían la enseñanza y el aprendizaje de los estudiantes apoyándose en el continuo desarrollo de las Tecnologías de la Información y Comunicación.

Tomando en cuenta lo antes mencionado es imperativo innovar en nuevas tecnologías que estén enfocadas a la tele educación, con la finalidad de que el método de enseñanza actual disponga de herramientas de apoyo, que le permitan cumplir con sus propósitos de una manera más eficaz y eficiente.

Antiguamente era prácticamente imposible lograr una interactividad con las pizarras tradicionales como por ejemplo crear un movimiento de las figuras dibujadas o guardar una imagen de lo escrito en el pizarrón, por este motivo el presente proyecto pretende desarrollar una pizarra digital interactiva multiusuario de bajo costo con el fin y de brindar accesibilidad a escuelas, colegios y universidades sin importar sus recursos económicos y sobre todo que dichas instituciones cuenten con un instrumento de última tecnología con el cual puedan conseguir los beneficios mencionados y muchas otras aplicaciones. Además se proyecta desarrollar un software educativo orientado a personas de capacidades diferentes.

Con el desarrollo de la pizarra digital interactiva multiusuario se obtienen grandes ventajas en la metodología de enseñanza que el docente puede aplicar, de igual manera se tendrá un aumento de la eficiencia y eficacia en el proceso de enseñanza, por lo que las clases resultan más atractivas y vistosas, tanto para los docentes como para los alumnos, por la posibilidad de uso de recursos de índole tecnológico como sitios web, videos, audio, e-mail, aplicaciones educativas que de alguna forma complementaran la formación que reciben las personas de capacidades diferentes.

2. MARCO TEÓRICO

Material didáctico convencional

Los recursos materiales de enseñanza son el eje central de los métodos didácticos que emplea el profesor para favorecer la comunicación con sus alumnos. Funcionan como una extensión de los sentidos poniendo a disposición del docente recursos, que generalmente son visuales, ya que pueden representar conceptos,

sistemas de organización, imágenes reales, y otro tipo de opciones con las que el alumno puede alcanzar una mayor comprensión del contenido que recibe.

Como parte de una investigación se ha determinado que los medios de apoyo a la comunicación oral son, esencialmente, visuales. Por lo que con el pasar del tiempo, y en los últimos años, han ido apareciendo distintos medios capaces de representar una imagen y cada vez más sofisticados, con mayores prestaciones como apoyo a la comunicación y con una gran capacidad de llegar hacia los alumnos y satisfacer sus necesidades de aprendizaje.

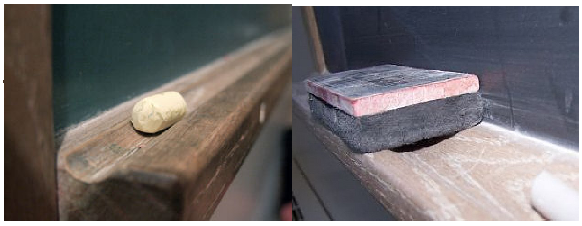


Figura 1. Pizarra Convencional.

Los avances tecnológicos hoy en día ponen a disposición de la educación muchos instrumentos que proporcionan una infinidad de nuevas posibilidades, entre dichos instrumentos podemos mencionar la pizarra digital interactiva (PDi). Este dispositivo se exhibe como una solución muy adecuada al tratarse de un elemento tecnológico de apariencia familiar, sencilla utilización, además de constar con una gran potencia.

La pizarra interactiva permite una continua innovación en las prácticas docentes, una mejora de la motivación y atención de los alumnos; y sobre todo la disponibilidad de nuevas herramientas para atender la diversidad de los alumnos, especialmente a aquellos alumnos con capacidades diferentes o dificultades en el aprendizaje. La llegada de la pizarra digital interactiva propone diferentes interrogantes tales como ¿Qué beneficios se obtienen con el empleo de este recurso en el aula?, ¿Qué tipo de pizarras existen y cuál se ha de seleccionar? y ¿Qué impacto va a tener la actuación en el proceso educativo?.

En este capítulo se busca responder a estos interrogantes ofreciendo información práctica acerca del concepto de pizarra, los tipos de pizarra, los accesorios asociados y una serie de consejos y estrategias en torno a su instalación y utilización.

Pizarra Digital Interactiva (PDi)

Es un sistema tecnológico, común mente compuesto por un ordenador, un video proyector y un dispositivo de control de puntero, que permite proyectar en una superficie, interactiva o no, contenidos digitales con un formato apto para la visualización en grupo.

Se puede interactuar directamente sobre la superficie de proyección, permitiendo escribir sobre ella y controlar los programas informáticos que posee el ordenador al cual se encuentra conectada; cualquier anotación o modificación puede ser salvada, y posteriormente impresa y distribuida.

Con todas estas características la PDI se convierte en una potente herramienta en el ámbito de la educación, ya que en esta se combinan el uso de la pizarra convencional con todos los recursos de los actuales sistemas multimedia y de las TIC.

3. TECNOLOGÍA APLICADA EN LA PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA

Comunicación Bluetooth (IEEE 802.15.1)

La tecnología Bluetooth se caracteriza por brindar calidad en la comunicación como es: velocidad de transmisión, cobertura y capacidad de satisfacer las necesidades básicas de una red de área personal y es más económica que otras tecnologías. Bluetooth utiliza radiofrecuencia para el enlace, fue pensado para personas de negocios que viajan mucho, por lo que la operabilidad global es muy importante. Es así como Bluetooth fue diseñado para que trabajara sobre una banda de frecuencia de uso libre en todo el mundo.

Bluetooth estándar IEEE 802.15 es una tecnología de red de área personal inalámbrica (WPAN3), empleado para enlaces de radio de corto alcance, destinado para remplazar el cableado existente entre dispositivos electrónicos y hacerlo en forma inalámbrica.

El estándar Bluetooth se divide en múltiples normas como se detalla en la siguiente Tabla.

Tabla 1. Estándar Bluetooth

Estándar	Características
IEEE 802.15.1 – Bluetooth 1.x	Puede alcanzar velocidades de 1 Mbps
IEEE 802.15.2	Recomienda utilizar la banda de frecuencia de 2.4 GHz no se aprueba.
IEEE 802.15.3	Actualmente se está desarrollando, que ofrecerá velocidad de banda ancha (20 Mbps) con Bluetooth

IEEE 802.15.4	Actualmente se está desarrollando para el uso con aplicaciones Bluetooth de baja velocidad.

La especificación de Bluetooth define un canal de comunicación de máximo 720Kb/seg, con rango óptimo de 10 metros.

La frecuencia de radio con la que trabaja está en el rango de 2.4 a 2.48Ghz con amplio espectro y saltos de frecuencia con posibilidad de transmitir en Full Duplex con un máximo de 1600 saltos/seg. Los saltos de frecuencia se dan entre un total de 79 frecuencias con intervalos de 1Mhz; esto permite dar seguridad y robustez.

Para lograr alcanzar el objetivo de bajo consumo de energía y bajo costo en los dispositivos Bluetooth, éstos son implementados mediante circuitos CMOS4. El alcance es de aproximadamente diez metros cuando se utiliza un transmisor clase III y menos de cien metros cuando se utiliza un transmisor clase I.

Protocolo Bluetooth

La pila se encuentra constituida por varias capas las cuales se pueden organizar en los siguientes grupos como: grupos de transporte, protocolos middleware5 y grupo de aplicación.
Los datos en la pila fluyen a través de todas las capas a excepción de la información de audio, que va directamente desde la banda base hacia la aplicación con alto grado de prioridad, para garantizar la calidad de servicio en tiempo real, esperada en aplicaciones de audio. En la Figura se pueden apreciar la pila del protocolo Bluetooth.

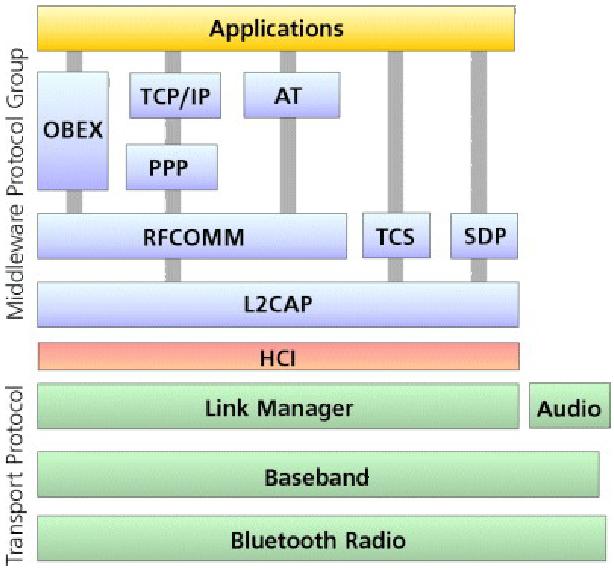


Figura. 2. Protocolo de comunicación Bluetooth

Comunicación Infrarroja (IrDA)

Este tipo de comunicación define un estándar físico en la forma de transmisión y recepción de datos por rayos infrarrojos. Dicho protocolo se crea en 1993 entre HP, IBM, Sharp y otros.

Esta tecnología está basada en rayos luminosos que se mueven en el espectro infrarrojo. Los estándares IrDA soportan una amplia gama de dispositivos eléctricos, informáticos y de comunicaciones, permite la comunicación bidireccional entre dos extremos a velocidades que oscilan entre los 9.600 bps y los 4 Mbps. Esta tecnología se encontraba en muchos ordenadores portátiles y en teléfonos móviles de finales de los 90´s y principios de la década del 2000, sobre todo en los de fabricantes líderes como Nokia y Ericsson, fue gradualmente desplazada por tecnologías como Wifi y Bluetoth. El VFIR se encuentra en estudio, con unas velocidades teóricas de hasta 16 Mbps.
Estructura

En IrDA se define una organización en capas:

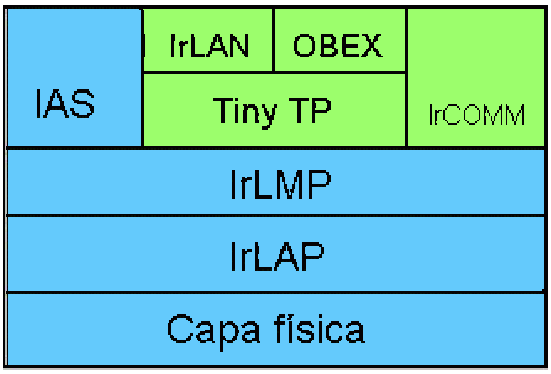


Figura. 3. Protocolo de comunicación IrDA

Además cualquier dispositivo que quiera obtener la conformidad de IRDA ha de cumplir los protocolos obligatorios (azul), no obstante puede omitir alguno o todos los protocolos opcionales (verde). Esta diferenciación permite a los desarrolladores optar por diseños más ligeros y menos costosos, pudiendo también adecuarse a requerimientos más exigentes sin que sea necesario salirse del estándar IRDA.

- Cono de ángulo estrecho de 30º.
- Opera en una distancia de 0 a 1 metro.
- Conexión universal sin cables.
- Comunicación punto a punto.
- Soporta un amplio conjunto de plataformas de hardware y software.

Protocolos IrDA

PHY (Physical Signaling Layer) establece la distancia máxima, la velocidad de transmisión y el modo en el que la información se transmite.
IrLAP (Link Access Protocol) facilita la conexión y la comunicación entre dispositivos.
IrLMP (Link Management Protocol) permite la multiplexación de la capa IrLAP.
IAS (Information Access Service) actúa como unas páginas amarillas para un dispositivo.
Tiny TP mejora la conexión y la transmisión de datos respecto a IrLAP.

IrOBEX diseñado para permitir a sistemas de todo tamaño y tipo intercambiar comandos de una manera estandarizada.

IrCOMM para adaptar IrDA al método de funcionamiento de los puertos serie y paralelo.

IrLan permite establecer conexiones entre ordenadores portátiles y LANs de oficina.

4. ESQUEMA GENERAL DE LA PDi

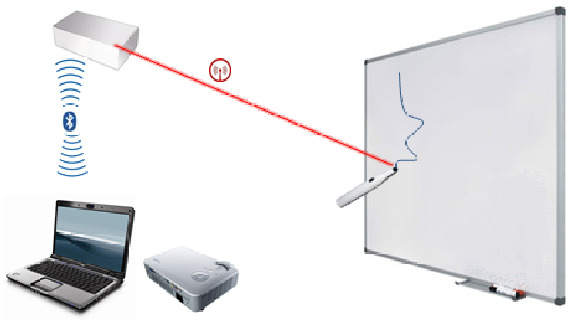


Figura. 4. Esquema general de la PDi

5. ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO

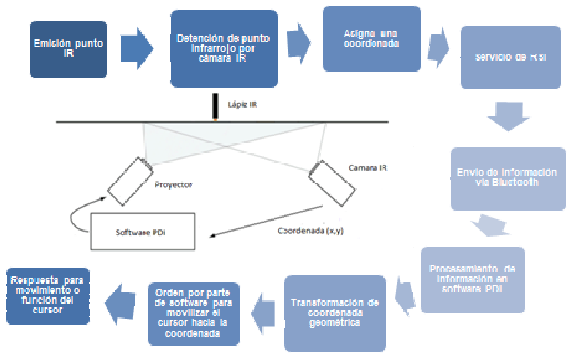


Figura. 5. Proceso y esquema de funcionamiento.

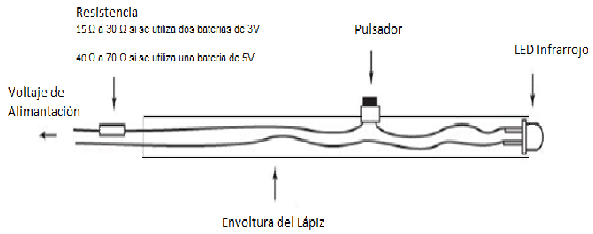
6. DESARROLLO E IMPLEMENTACIÓN

Hardware

Lápiz Infrarrojo

La función del lápiz o puntero de luz infrarroja es indicar la posición del mouse en la pantalla de la pizarra, con este dispositivo el usuario podrá escribir, señalar y en definitiva interactuar con los distintos programas que estén ejecutándose en la pizarra. Se debe recordar que el dispositivo de recepción únicamente detecta la posición de un emisor de luz infrarroja.

El circuito a realizarse consta de varios elementos como un led infrarrojo de 1.5 V DC, un pulsador que conecta el led con la alimentación, la misma que pueden ser pilas o baterías. La inclusión del pulsador ofrece la posibilidad de iluminar el led, a manera del clic de un ratón, para marcar exclusivamente las opciones deseadas por el usuario. En el caso de utilizar un voltaje de alimentación mayor a 1,5 V DC es imperativo colocar una resistencia, para protección del led, cuyos valores se muestran en la siguiente figura.



El proceso de elaboración consta de varias etapas que son diseño y elaboración de una fuente de voltaje de 3 voltios, elaboración de una caja de almacenamiento y ensamblaje de los elementos.

Software

Una vez que se ha detallado la implementación del sistema en lo que respecta a su hardware; como en cualquier dispositivo electrónico, es necesario que este sea interpretado y por ende proporcionarle una funcionalidad, por lo que se hace indispensable el desarrollo de un conjunto de aplicaciones que obtengan toda la información necesaria del hardware y a la vez envíen instrucciones para obtener una interfaz humano maquina entra la pizarra, el dispositivo de recepción de datos y el software, por lo que, con su funcionamiento colectivo obtendremos una pizarra digital interactiva, a continuación se detalla cual ha sido el procedimiento realizado.

El software a desarrollado es un compendio de varios programas enfocados a diferentes edades y principalmente en el desarrollo de la aplicación que permite enlazar el hardware implementado con el

computador. Lenguaje de programación usado es C# que posee alto rendimiento y estabilidad al momento de ejecución.

Proceso de Calibración

A continuación se demuestra un esquema general para describir el dicho proceso, vale recalcar que dentro del desarrollo del software, es la sección mas critica e importante para es desarrollo del proyecto.

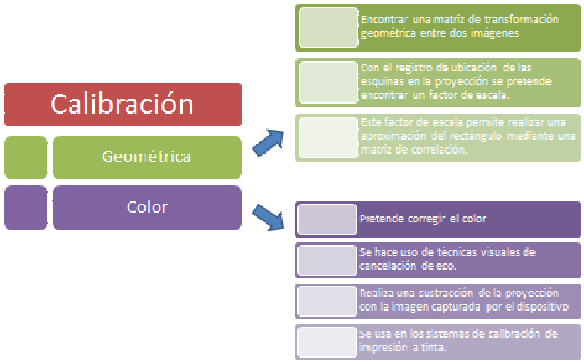


Figura. 6. Métodos de calibración

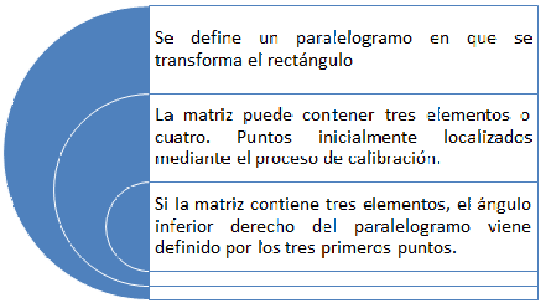


Figura. 7. Proceso conversión Paralelogramo - Rectangulo

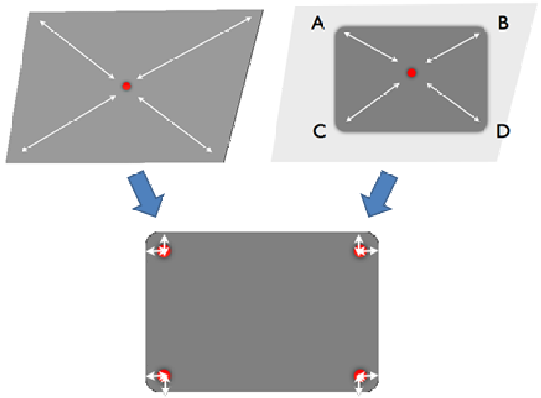


Figura. 8. Esquema final para calibración.

7. PRUEBAS DE FUNCIONAMIENTO

Para una correcta ubicación del dispositivo de recepción, inicialmente este debe ubicarse aproximadamente a una distancia equivalente al doble de la altura de la proyección. Por tanto, si la proyección tiene una altura de 1.5 m, se coloca el dispositivo a 3 metros de distancia de la superficie de proyección y mirando recto hacia ella.

Una vez que el dispositivo está ubicado a la distancia adecuada, se pueden mover en sentido circular alrededor de la superficie de proyección. Es decir, si la proyección tiene una altura de 1.5 metros, 3 metros será el radio del semicírculo sobre el cual puede rotar el dispositivo, alrededor de la superficie de proyección

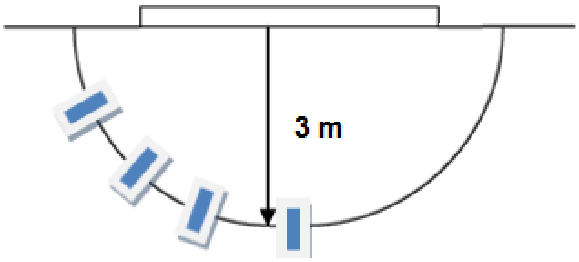


Figura. 9. Posicionamiento dispositivo receptor

Radio = 2.5 m

Ángulo del Dispositivo Receptor [°]	Porcentaje de Visión [%]
80	98.921
75	97.545
70	95.593
65	93.039
60	89.854
55	86.009
50	81.473
45	76.22
40	70.236
35	63.517

El primer resultado que se puede apreciar, es la incapacidad de visión si se coloca el dispositivo receptor a un radio de 2 metros y con un ángulo mayor a 45º. Se comprueba que por encima de ese ángulo, el porcentaje de visión es mayor a 100%, lo que significa que existe una zona de la proyección que no se vería.

También se obtiene de este estudio, que si se desea colocar el dispositivo a un ángulo de 45º, la posición óptima 2 metros de longitud es la posición óptima. Hay

que tener en cuenta que estas distancias están medidas sobre una proyección de 1.38 m de alto por 1.90 m de ancho.

De este resultado se concluye que colocando el dispositivo receptor a 45 ° de ángulo respecto la proyección, la distancia a la que debe estar ubicado dicho dispositivo es un 27 % menor a multiplicar 2 veces la altura de la proyección; que es el método de ubicación recomendado anteriormente.

Comparando los valores de la tabla obtenida con un radio de 2.76 m, con las de radio de 2.50 m, se observa que los valores de uso de cámara de la última son más altos. Por tanto, con un radio de 2.5 m se ve mejor la superficie para todo el rango de diferentes ángulos de este estudio, que va de los 5 ° a los 80 °.

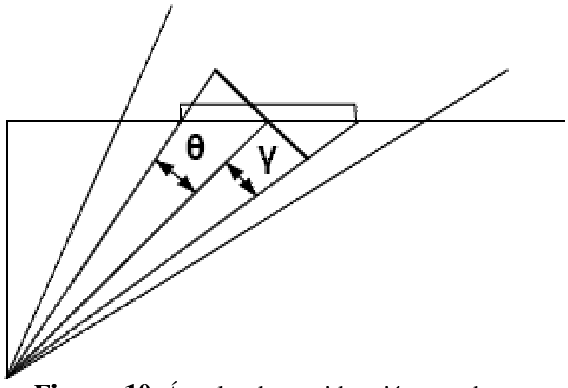


Figura. 10. Ángulos de consideración para detectar porcentaje de visión

La pérdida de visión de colocarlo a 2.76 m respecto a colocarlo a 2.5 m es de 9.38 % en el caso más desfavorable. Por tanto, el cálculo d = 2h, resulta ser una aproximación muy buena al valor óptimo. Se demuestra que el resultado es muy bueno, con lo que se recomienda el uso de este método de ubicación.

Se comprueba también que ampliar el radio a una distancia mayor a d = 2h, da como resultado una disminución de la utilización del área de visión de la cámara. No habría que alejar el mando a una distancia mayor a 2h, ya que a esa distancia el porcentaje de visión es muy bueno para un gran espectro de diferentes ángulos.

Utilizando el programa de la pizarra, se comprueba que porcentajes inferiores al 30 % ofrecen resultados no admisibles para dibujar con una calidad adecuada. Del 30% al 50 % se puede dibujar con muy baja calidad y a partir del 50 % la calidad es bastante buena.

Esto ocurre porque la resolución va creciendo según aumenta el uso del área de visión de la cámara. Con un valor de uso inferior al 30%, el programa funciona pero la resolución es tan baja que crea líneas al escribir, ya que no detecta cambios de posición hasta que el usuario mueve unos cuantos centímetros el puntero. Por este motivo, valores inferiores al 30 % deben ser descartados.

Si se comprueban los datos de las tablas, a un radio de 2.76 m el ángulo máximo al que se podría poner el mando, siguiendo el criterio explicado anteriormente, sería de 20 °.

Para poder ponerlo con un ángulo inferior, se debería colocar el mando a 2 metros de la proyección, y el ángulo mínimo sería 15º.

Para ángulos inferiores a 45º, se recomienda colocar el dispositivo receptor más cerca de la proyección. El uso de la fórmula "d = 73% * 2h" ofrece resultados muy buenos para conocer la posición del dispositivo con ángulos que van desde los 45º hasta los 15º.

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Se concluye que para conseguir un adecuado funcionamiento de la pizarra digital interactiva, es fundamental ubicar correctamente el dispositivo receptor, para esto se debe tomar en cuenta varios parámetros tales como el espacio físico de instalación, la altura de la proyección, la misma que es primordial debido a que el dispositivo receptor se posiciona a un radio igual al doble de esta longitud. Además es importante considerar que el dispositivo receptor tiene un límite de distancia de funcionamiento, el cual se relaciona directamente con la altura de la proyección.

- Mediante este estudio se comprueba que al ubicar el dispositivo receptor con un ángulo ente 45o y 80o, respecto a la superficie de proyección, se obtienen excelentes resultados en cuanto al porcentaje de visión, además se concluye que la longitud de onda del led emisor debe ser igual a 940nm ya que para longitudes menores la cámara del dispositivo receptor no reconoce correctamente los pulsos de luz y los interpreta como errores por pérdida de visión.

- El material seleccionado para elaborar el contenedor del dispositivo receptor es el MDP (Panel de Partículas de Media Densidad), fue escogido después de analizar las diferentes prestaciones que presenta frente a otras alternativas como el acrílico o algún material metálico. Como principales características se observa una gran homogeneidad de su superficie tanto externa como interna, posee una gran maleabilidad al momento de cortar, como a la hora de emplear clavos o tornillos; además el costo de este producto es definitivamente competitivo en relación a los materiales

mencionados anteriormente. Por último se consideró el hecho que el dispositivo transmite y recibe señales electromagnéticas por lo cual el MDP no provoca interferencia de dichas ondas a diferencia de cualquier material metálico.

- El empleo de una pizarra digital interactiva motiva al estudiante debido a que el maestro presenta una clase más llamativa y novedosa que las clases que utilizan los métodos pedagógicos tradicionales, además este sistema simplifica la comprensión de conceptos complejos dada la potencia para reforzar las explicaciones utilizando diferentes recursos didácticos como videos, imágenes, y diferente software especializado, con los cuales pueden interactuar tanto el maestro como los alumnos.

- La utilización del puntero en el sistema de la pizarra digital permite a los niños de temprana edad estimular diferentes sentidos y capacidades como su motricidad fina ya que realizan distintas acciones con sus manos como desplazar el lápiz por la superficie de la pizarra y al mismo tiempo presionan el botón para seleccionar los objetos deseados. Los alumnos que padezcan de problemas auditivos se verán beneficiados debido a la gran cantidad de material visual que está disponible en la internet lo cual permite potenciar este tipo de aprendizaje.

- Colocar el dispositivo a 45º resulta la opción más equilibrada. Para este ángulo, las zonas oscuras que puede aparecer son casi inexistentes, y en el peor de los casos llegan a ser de 3 cm. Por otra parte, el porcentaje de visión en esta posición según el primer estudio realizado es del 68 % si la distancia se obtiene aplicando "d = 2h", con lo que se asegura que el movimiento del cursor será muy fluido y la escritura se podrá comprender fácilmente. Al ofrecen un rango de zonas oscuras tan bajo y un porcentaje de visión elevado, se considera que es la mejor opción para colocar el dispositivo, y se recomienda esta colocación para obtener unos resultados óptimos.

- Queda demostrado que la utilización del dispositivo aproximadamente a 15º o rangos menores no tienen sentido por los resultados de los cálculos realizados. Por tanto, colocar el dispositivo a 10º no ofrece ningún beneficio de uso y por el contrario reduce la resolución o área activa de detección en la superficie. Este efecto produce que el ratón se mueva a golpes e impidiendo que se pueda utilizar esta aplicación para escribir encima de la proyección, ya que el texto escrito no se podría comprender. Se concluye que el rango de utilización de este proyecto con dos mandos llega como máximo a 15º respecto la proyección.

9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ceballos Sierra, Francisco Javier, El Lenguaje de programación C#, Editorial RA-MA, Madrid 2002.

2. Programa Wiimote Whiteboard v0.3 http://johnnylee.net/projects/wii/ 13-05-2009

3. Librería WiimoteLib_v1.7 http://www.codeplex.com/WiimoteLib 13-05-2009

4. Esquema de montaje y componentes del puntero infrarrojo. http://johnnylee.net/projects/wii/pen.jpg, 06-08-2011.

5. Elaboración Lápiz Óptico (Datasheet TSAL 6400) http://www.vishay.com/docs/81011/tsal6400.pdf, 06-08-2011.

6. Tecnologías de comunicación Inalámbrica http://standards.ieee.org/findstds/standard/802.15.1-2005.html [Estándar IEEE 802.15] 20-04-2011

7. Posicionamiento del Dispositivo Receptor http://www.boonjin.com/smoothboard/index.php?title Mount_and_position_the_Wiimote#Positioning_the_Wiimote 12-11-2011

8. Martín Iglesias, Joaquín, La pizarra digital interactiva (PDi) en la educación, Editorial ANAYA, España 2010.

9. Marqués Graells, Père, La pizarra digital en el aula de clase, Editorial EDEBE, España 2006.

10. Murado Bouso, José Luis, Pizarra digital. Herramienta metodológica integral en el contexto del aula del siglo XXI, Editorial Ideaspropias, España 2011.

11. MIMIO Xi Interactive. Pizarrones Interactivos. http://www.lumtec.com.mx/html/mimio.html, 24-03-2011

12. Tipos de pizarras digitales interactivas. http://www.papelesdeeducacion.es/docshtm/numeros/dos/pdf/2_experiencias36.pdf, 26-03-2011

13. Beneficios de la pizarra digital interactiva http://dim.pangea.org/docs/Redes_InformePizarrasInteractivas_250506.pdf, 22-05-2011

14. Componentes Wiiremote, Pizarras existentes en el mercado http://mirror.transact.net.au/sourceforge/i/project/ii/iitools/Proyecto.pdf, 24/03/2011