

UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACION
INGENIERIA ELECTRONICA

ELABORACIÓN DE UNA PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA PORTÁTIL DE BAJO
COSTO Y SU POSIBLE INSERCIÓN DENTRO DE LAS AULAS DE CLASES DE LA
FACULTAD DE ELECTROTECNIA Y COMPUTACIÓN DE LA UNIVERSIDAD
NACIONAL DE INGENIERÍA

Elaborado por: Br. Frederick Osmar Ramírez Centeno

Tutor: MSc. Héctor R. Guillén Navarrete

Asesores: Ing. Juan Martínez Toribio
Ing. Marlon Robleto

Managua, 17 de diciembre de 2013

DEDICATORIA

Dedico este trabajo monográfico a Dios nuestro Señor por haberme ayudado a superar todos los obstáculos que se me presentaron durante mi carrera universitaria. Él me dio fuerzas en los momentos más difíciles y me guio siempre por el camino correcto.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a mi madre, quien luchó sin cansancio para brindarme la oportunidad de recibir una excelente educación, gracias a sus esfuerzos y enseñanzas pude convertirme en la persona y profesional que soy ahora. Agradezco a mi familia y amigos por haberme apoyado en todo momento. Agradezco a mis maestros por haberme transmitido sus conocimientos, especialmente al profesor Msc. Héctor Guillén Navarrete, quién dedicó su tiempo para orientarme en la culminación de este trabajo monográfico.

RESUMEN

En el siguiente proyecto se realiza una pizarra digital interactiva portátil y de bajo costo utilizando como componente principal el mando de la consola wii, conocido como wiimote. Esto se realiza con el propósito de evaluar su posible utilización como medio de apoyo dentro de las aulas de clases de la Facultad de Electrotecnia y Computación de la Universidad Nacional de Ingeniería.

El trabajo se basa en ofrecer una tecnología que sea de fácil adquisición y de menor complejidad en cuanto a uso y mantenimiento; dirigida a una población de docentes que necesitan un medio audiovisual que resulte interesante y motivador para docentes y estudiantes y a la vez facilite y enriquezca el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se realiza un estudio técnico que aborda aspectos referentes al tipo de tecnología utilizada, las actividades que se deben cumplir si se llega a implementar el proyecto, las normas que le dan soporte y el presupuesto necesario para llevarlo a cabo, así como una descripción detallada de las características de las diferentes pizarras digitales interactivas disponibles en el mercado nacional. También se listan algunos recursos educativos (programas) que permitan optimizar el uso de la pizarra digital interactiva de bajo costo. Estos datos permiten determinar su factibilidad técnica, operativa y económica; y su viabilidad, dando elementos suficientes a las autoridades de la Facultad de Electrotecnia y Computación para que tomen decisiones de inversión.

Tabla de contenido

I.	INTRODUCCION	¡Error! Marcador no definido.
II.	ANTECEDENTES	¡Error! Marcador no definido.
III.	OBJETIVOS	¡Error! Marcador no definido.
1.	Objetivo General.....	¡Error! Marcador no definido.
2.	Objetivos Específicos	¡Error! Marcador no definido.
IV.	JUSTIFICACIÓN	¡Error! Marcador no definido.
V.	MARCO TEÓRICO	¡Error! Marcador no definido.
1.	Pizarra Digital Interactiva	¡Error! Marcador no definido.
2.	Tipos de Pizarra Digital Interactiva.....	¡Error! Marcador no definido.
2.1	Pizarra Digital Interactiva de gran formato.....	¡Error! Marcador no definido.
2.2	Pizarra Digital Interactiva portátil	¡Error! Marcador no definido.
3.	Tipos de Tecnologías utilizadas en la PDI	¡Error! Marcador no definido.
4.	Pizarra Digital Interactiva de bajo costo	¡Error! Marcador no definido.
5.	Wiimote	¡Error! Marcador no definido.
6.	Tecnología infrarroja.....	¡Error! Marcador no definido.
7.	Tecnología Bluetooth.....	¡Error! Marcador no definido.
8.	Evaluación de un proyecto	¡Error! Marcador no definido.
VI.	DISEÑO METODOLÓGICO	¡Error! Marcador no definido.
1.	Tipo de Estudio.....	¡Error! Marcador no definido.
2.	Universo y muestra	¡Error! Marcador no definido.
3.	Muestreo.....	¡Error! Marcador no definido.
4.	Técnicas para recolección de información	¡Error! Marcador no definido.
5.	Tratamiento de la información.....	¡Error! Marcador no definido.
VII.	ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS.....	¡Error! Marcador no definido.
VIII.	ELABORACION DE PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA PORTATIL DE BAJO COSTO	¡Error! Marcador no definido.
1.	Componentes principales	¡Error! Marcador no definido.
2.	Proceso de Elaboración de la Pizarra Digital Interactiva de bajo costo	¡Error! Marcador no definido.
2.1	Hardware	¡Error! Marcador no definido.

2.2	Software.....	¡Error! Marcador no definido.
2.3	Sensor Infrarrojo (Wiimote).....	¡Error! Marcador no definido.
2.4	Lápiz electrónico (Puntero infrarrojo).....	¡Error! Marcador no definido.
2.5	Instalación de software.....	¡Error! Marcador no definido.
2.6	Sistema de interconexión de la Pizarra Digital Interactiva de bajo costo	¡Error! Marcador no definido.
	Marcador no definido.	
IX.	ESTUDIO TÉCNICO.....	¡Error! Marcador no definido.
1.	Tamaño del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
2.	Tamaño óptimo del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
3.	Presupuesto de desarrollo de una pizarra digital interactiva de bajo costo....	¡Error! Marcador no definido.
	Marcador no definido.	
4.	Análisis comparativo de la PDI de bajo costo con las existentes en el mercado	¡Error! Marcador no definido.
	¡Error! Marcador no definido.	
5.	Organización para la ejecución del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
6.	Marco institucional y normativo del proyecto.....	¡Error! Marcador no definido.
X.	Recursos educativos que se pueden utilizar con la pizarra digital interactiva de bajo costo.....	¡Error! Marcador no definido.
XI.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	¡Error! Marcador no definido.
XII.	BIBLIOGRAFÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
XIII.	ANEXOS.....	¡Error! Marcador no definido.

I. INTRODUCCION

Durante el transcurso de la historia de la educación, los docentes han jugado un papel fundamental en el proceso de enseñanza-aprendizaje ya que se les considera gestores y promotores de saberes, capaces de favorecer ambientes de aprendizajes donde se propicie la construcción del conocimiento. Actualmente, con los cambios tecnológicos y el aumento en la demanda de mayores y mejores conocimientos por parte de los alumnos, los actores del proceso educativo (docentes y alumnos) se encuentran en la necesidad de usar recursos tecnológicos que sirvan de apoyo en el aula de clases.

El trabajo se enfocó en elaborar una pizarra digital interactiva de bajo costo, a la cual se le realizó un estudio técnico basado en la metodología de Formulación de Proyectos y de esta manera poder evaluar su inserción como tecnología educativa en las aulas de clases de la Facultad de Electrotecnia y Computación (FEC) de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Con el estudio técnico se recopiló información para determinar la viabilidad y la factibilidad del proyecto. Con estos dos factores se demostró que se cuenta con las condiciones técnicas, económicas y operativas para llevarlo a cabo, así como la verificación de la no existencia de normas que impidan su desarrollo. Estos resultados permiten tomar decisiones de inversión en el proyecto y considerar un uso masivo de la PDI de bajo costo que sirva para la educación en ciencia y tecnología que ofrece la UNI a la sociedad nicaragüense. Cabe mencionar que no se pretende modificar los métodos de enseñanza, sino, que la tecnología se use como medio de apoyo a la docencia.

La importancia de este trabajo, además de disminuir costos, es que al implementarse en el campo de la educación, ayude en el proceso de enseñanza-aprendizaje, mejorando aspectos como, la dinámica e interacción dentro del aula de clases, la capacidad creativa tanto del docente como del estudiante y el incremento de estrategias de enseñanza. Se han observado resultados satisfactorios en instituciones educativas de otros países donde se ha implementado este tipo de tecnología.

II. ANTECEDENTES

Las pizarras digitales interactivas se han considerado como un tema de interés para su aplicación en todas las etapas de la educación desde comienzos del siglo XXI [GUTIERREZ Y SANCHEZ, P.2], aunque estas aparecieron a principios de los noventa. La compañía SMART Technologies, lanzó la primera PDI como producto comercial en el año de 1991. Desde entonces, esta y otras compañías como Promethean, Numonics, MIMIO, entre otras, han insertado al mercado este tipo de tecnología, haciendo que instituciones educativas en países de Europa, Asia, Australia y algunos países de América como Argentina, Brasil, Costa Rica, Chile, Estados Unidos y México se interesen en utilizarla como apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje dentro de las aulas de clases, ya que la consideran como uno de los medios audiovisuales educativos más importantes que se encuentran dentro de las tecnologías de la información y comunicación (TICs).

Debido a los altos costos de las diferentes pizarras digitales interactivas, el ingeniero informático Johnny Chung Lee realizó un diseño de una pizarra digital interactiva en el año 2007, aprovechando las características del mando inalámbrico (control remoto Wii) de la videoconsola Wii producida por la compañía Nintendo. Dicha pizarra trajo como beneficio una disminución considerable en el costo de la misma, en comparación con los precios de las pizarras comerciales [DISEÑADORES TECNOLOGICOS 2010, P.18]. A partir de esta innovación, diseñadores tecnológicos de la Universidad Nacional del Comahue, ubicada en la provincia de Río Negro en Argentina, construyeron pizarras digitales interactivas que resultaron de menor costo a las existentes en el mercado. De esta manera lograron que todas las instituciones educativas de la región aumentaran las posibilidades de acceder a este tipo de tecnología, obteniendo como resultado mejores estrategias áulicas (formas de impartir clases) por parte de los docentes y la motivación de los estudiantes en las escuelas técnicas de la región para construir sus propios medios tecnológicos.

En los últimos años, en Nicaragua se ha observado que, a nivel universitario se han venido introduciendo tecnologías de información y comunicación como la pizarra digital (computadora y proyector), esta herramienta tecnológica se ha utilizado como medio de apoyo dentro de las aulas de clases para impartir conferencias. Esto ha permitido que los docentes puedan variar y renovar la metodología de enseñanza y que los alumnos logren aprendizajes más significativos, ya que se facilita el seguimiento de las explicaciones del docente.

La Universidad Nacional de Ingeniería consagrada particularmente al cultivo de la ciencia y la tecnología, tiene en cuenta que el aprendizaje y el procesamiento de la información y la comunicación son la principal fuente de productividad y desarrollo económico y social de una nación y que estos aspectos se consiguen con el uso adecuado de la tecnología [DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO 2008, P.23], por tal razón, la Facultad de Electrotecnia y Computación de la UNI dentro de sus posibilidades, ha insertado en las aulas de clases y en los laboratorios de las carreras de ingeniería electrónica, eléctrica y computación la tecnología adecuada para hacer frente a los constantes cambios en materia de conocimiento, tanto así, que en el año 2010, se instaló una pizarra digital interactiva del tipo profesional en el laboratorio de la UNI On Line (UOL), la cual es utilizada para impartir conferencias.

En cuanto a pizarras digitales interactivas de bajo costo, todavía no se ha podido encontrar información de que en Nicaragua se haya realizado un trabajo en el cual se pretenda implementarlas dentro las aulas de clases.

III. OBJETIVOS

1. Objetivo General

- Elaborar una pizarra digital interactiva portátil de bajo costo que utilice la tecnología del mando Wii, para evaluar su posible utilización como medio de apoyo dentro de las aulas de clases de la Facultad de Electrotecnia y Computación, brindando la inversión requerida y sus características técnicas.

2. Objetivos Específicos

- Encontrar la demanda de docentes dispuestos a utilizar pizarras digitales interactivas dentro de las aulas de clases, mediante la aplicación de un cuestionario que permita obtener las características requeridas por los docentes.
- Realizar un estudio técnico para determinar la factibilidad técnica, económica y operativa, así como la viabilidad del proyecto.
- Elaborar un presupuesto de los gastos requeridos para comprobar que el diseño de la pizarra digital interactiva es de bajo costo, haciendo un análisis comparativo con las existentes en el mercado.
- Listar recursos educativos que se puedan utilizar dentro de las aulas de clases, para explotar las características de la pizarra digital interactiva de bajo costo.

IV. JUSTIFICACIÓN

Las nuevas tecnologías de la información y la comunicación están contribuyendo significativamente en el desarrollo de varios países, mejorando la educación de sus habitantes. En Nicaragua, docentes y estudiantes necesitan de un apoyo tecnológico que propicie un aprendizaje significativo y una buena adquisición de conocimientos científicos, prácticos y tecnológicos que a su vez, ayuden a obtener habilidades y destrezas que permitan generar un impacto positivo en la sociedad.

Con este proyecto se propone obtener con los recursos económicos disponibles, una tecnología moderna que se adapte a las necesidades de enseñanza y aprendizaje para lograr un mejor desempeño en las actividades educativas relacionadas con ciencia y tecnología que los docentes y alumnos realizan dentro de las aulas de clases. El uso de tecnología brinda la oportunidad de adquirir nuevas y apropiadas competencias en el campo del aprender a hacer, tener iniciativa y creatividad en el campo del aprender a emprender y tener apertura a la actualización en el campo del aprender a desaprender.

Para satisfacer esta necesidad de apoyo tecnológico, se pretende realizar una PDI de bajo costo que pueda ser trasladada de un lugar a otro y así ser usada por los docentes de la FEC. Permitiendo que el trabajo sea más motivador aplicando tecnologías de información y comunicación. La importancia del uso de esta tecnología educativa según estudios realizados en otros países radica en brindar beneficios como: generar mejores aprendizajes en los alumnos, motivar a alumnos y docentes, potenciar la creatividad, mejor comprensión de los contenidos, la clase puede volverse más interesante, impartir conferencias más interactivas, mayor participación en las sesiones de clases, se puede aplicar a todas las etapas educativas (primaria, secundaria y universidad), se adapta a diferentes estrategias docentes y es un recurso que ahorra tiempo.

V. MARCO TEÓRICO

Los medios audiovisuales se denominan como medios didácticos que con la ayuda de imágenes y grabaciones, permiten comunicar cualquier mensaje específico. Se han considerado desde las décadas de 1950 y 1960 como un importante recurso educativo [LOS INTELECTUALES 2008], ya que las personas adquieren el mayor conocimiento por medio de los sentidos de la vista y del oído, debido a esto, los docentes consideran indispensable la utilización de tales recursos dentro del aula de clases.

Los recursos tecnológicos intervienen como medios complementarios de transmisión de los mensajes entre el emisor y el receptor en el proceso de enseñanza-aprendizaje con un enfoque moderno y participativo [ADAME 2009, P.1].

Los medios audiovisuales se centran especialmente en el manejo de imágenes y en el desarrollo e inclusión de componentes sonoros asociados a las anteriores [ADAME 2009, P.2]. Las nuevas modalidades pedagógicas que se realizan con ayuda de imágenes y sonidos consisten en aplicar la tecnología como apoyo en la explicación del docente, facilitando así el acceso de los estudiantes a diferentes tipos de experiencias de aprendizaje flexible. Las posibilidades didácticas que brindan los medios audiovisuales al alumnado consisten en la disponibilidad de estudiar, revisar, organizar, recuperar, manipular y guardar las materias expuestas durante la clase.

El uso de medios audiovisuales ha generado un cambio en el rol de la docencia, ya que el estudiante tiene la oportunidad de intercambiar ideas y opiniones con el maestro y la posibilidad de crear sus propias presentaciones acerca de un tema, con lo que el docente, en lugar de solo ser un transmisor de conocimientos pasa a jugar un papel de guía en el proceso de aprendizaje del estudiante [GARCIA y GONZALEZ 2006, P.2]

Con el desarrollo y la innovación de la electrónica, las instituciones educativas cuentan con medios audiovisuales que ofrecen a los docentes la posibilidad de replantear las actividades tradicionales de enseñanza, para ampliarlas y complementarlas con nuevas actividades y recursos de aprendizaje [GARCIA y GONZALEZ 2006, P.6]. Entre estos medios tenemos: la diapositiva, que es una fotografía creada sobre una fina lámina de vidrio y recubierta por plástico en los laterales, los docentes las colocan en un proyector (que es otro tipo de tecnología), del que sale una luz necesaria para que la fotografía pueda ser visualizada sobre una superficie de proyección; el retroproyector, es un aparato que tiene una luz debajo de la plataforma que la atraviesa para proyectar la imagen o transparencia puesta sobre la pantalla, las transparencias que se utilizan están hechas sobre papel de acetato; la computadora multimedia, que es el medio tecnológico que más posibilidades ofrece con vistas a la formación, sirve para operaciones de cálculo, para clasificar, ordenar, seleccionar, corregir y automatizar la información (imagen, video, sonido, texto, gráficos, etc.); la diapositiva digital, que se compone por un conjunto de imágenes y textos realizados con la ayuda de una computadora multimedia; el datashow, que conectado a la computadora crean la pizarra digital, la cual proyecta la imagen de la pantalla sobre una superficie plana [MEDIOS AUDIOVISUALES 2011, P.2].

1. Pizarra Digital Interactiva

Como nuevo recurso tecnológico se ha creado un medio audiovisual que permite una mayor interacción entre emisor y receptor dentro del aula de clases. Este es la pizarra digital interactiva que como lo expone Pere Marqués Graells, son herramientas tecnológicas compuestas por una computadora multimedia conectada a un datashow (video-proyector), que proyecta la imagen de la pantalla sobre una superficie, desde la que se puede controlar la computadora haciendo uso de un dispositivo de control de puntero, el cual permite la interacción directa sobre la superficie de proyección [MARQUES 2006, P.27].

2. Tipos de Pizarra Digital Interactiva

2.1 Pizarra Digital Interactiva de gran formato

Este tipo de Pizarra Digital Interactiva cuenta con una superficie de trabajo fija, lo que hace difícil su movilidad o traslado de un lugar a otro. Su mayor ventaja es la alta precisión que presenta debido a que su área de trabajo es sensible a los cambios electromagnéticos.

2.2 Pizarra Digital Interactiva portátil

La característica principal que brinda este tipo de pizarras es que se tiene la posibilidad de convertir cualquier superficie de proyección en una pizarra digital interactiva, siempre y cuando sea lisa. Brinda una buena precisión, aunque no como la de las pizarras de gran formato y su principal ventaja es que se puede trasladar a cualquier lugar.

3. Tipos de Tecnologías utilizadas en la PDI

Existen distintos tipos de tecnologías usadas en pizarras digitales interactivas, esto se debe a que existen diferentes tipos de fabricantes. Las tecnologías en las que están basadas son:

La electromagnética

Utiliza un puntero especial de tipo inductivo combinado con una malla eléctrica que se encuentra ubicada en la pantalla de proyección, esta malla contiene sensores que reaccionan y envían un mensaje por medio de inducción electromagnética a la computadora cuando son activados por el contacto con el lápiz magnético, así detecta donde se está tocando la pantalla, las pizarras que están hechas de esta tecnología tienen un alto nivel de precisión.

La infrarroja

Utiliza un puntero que emite una señal infrarroja al entrar en contacto con la superficie de proyección y contiene un receptor ubicado a cierta distancia, el cual traduce la ubicación de los puntos infrarrojos en coordenadas cartesianas, las que se utilizan para ubicar el mouse, con esta tecnología no se limita el área de proyección.

La de ultrasonidos-infrarroja

Utiliza un puntero que al entrar en contacto con la superficie de proyección, envía simultáneamente una señal de tipo ultrasónica y otra de tipo infrarroja para el sincronismo, dicha señal es captada por dos receptores que están ubicados en dos lados de la superficie de proyección y que se encargan de calcular la posición del puntero, para proyectar en ese punto lo que está recibiendo del mismo; esta tecnología permite que la superficie de proyección sea de cualquier material, siempre y cuando sea blanca y lisa.

La resistiva

Contiene un panel que está formado por dos capas separadas, una de ellas (la exterior) es deformable al tacto, la presión que se aplica genera un contacto entre la capa interior y exterior, lo que provoca una variación de la resistencia eléctrica y permite localizar el punto señalado, esta tecnología brinda la posibilidad de manejar la superficie de proyección mediante la utilización de un puntero o simplemente utilizando el tacto [FERRER 2011, P.11-13].

4. Pizarra Digital Interactiva de bajo costo

Este tipo de pizarra también consta de un proyector, de una computadora y de un dispositivo de control de puntero. Lo que la convierte en una pizarra de bajo costo es la utilización de un Wiimote, el cual detecta las señales infrarrojas enviadas por el puntero infrarrojo y luego las envía a la PC por medio de Bluetooth.

5. Wiimote

El Wiimote dispone de un acelerómetro, el cual permite detectar la dirección en la que se encuentra ubicado, un convertidor que transforma las señales analógicas en digitales y las envía al dispositivo al cual se encuentre conectado por medio de Bluetooth. Las direcciones que el acelerómetro puede detectar incluyen los ejes X, Y y Z, además de los giros laterales y frontales.

También consta de un filtro infrarrojo delante de la cámara de alta resolución, lo que permite que la cámara solamente reciba señales de fuentes emisoras de infrarrojos. Cuando la cámara percibe un punto infrarrojo, lo detecta en coordenadas de X e Y respecto a la imagen que se encuentra captando en ese momento. La consola posee una barra de 10 LEDs infrarrojos (5 dispuestos en cada extremo de la barra), dicha barra es utilizada por el Wiimote para detectar su ubicación en la pantalla, si movemos el Wiimote y la cámara detecta las luces infrarrojas en la parte de abajo, entonces el cursor se ubica en la parte superior de la imagen, si la cámara detecta las luces infrarrojas en la parte de arriba, entonces el cursor se ubica en la parte inferior de la imagen, si la cámara detecta las luces infrarrojas en el extremo izquierdo, entonces el cursor se ubica en el extremo derecho, si la cámara detecta las luces infrarrojas en el extremo derecho, entonces el cursor se ubica en el extremo izquierdo. Por tanto, el cursor siempre se ubicará en el punto contrario al que detecte la cámara infrarroja.

6. Tecnología infrarroja

La tecnología infrarroja es una comunicación inalámbrica de corto alcance, se basa en la luz infrarroja, un tipo de radiación electromagnética que es imposible de observar por el ojo humano, ya que se encuentra en un rango de longitud de onda que va desde los 780 nm hasta los 100,000 nm y el ojo humano es sensible a un rango de longitudes de onda que va desde 380 nm hasta los 780 nm (rango de la luz visible).

La luz infrarroja es utilizada en tecnologías como la de los controles remotos, opto-acopladores, en comunicaciones, etc. Es la luz radiada por los LEDs IR, los cuales manejan una longitud de onda que va desde los 800 nm hasta los 980 nm. Este tipo de radiación es invisible al ojo humano, pero es visible a las cámaras.

La tecnología infrarroja requiere de una comunicación lineal entre transmisor y receptor y la comunicación solo se puede establecer entre dos dispositivos.

7. Tecnología Bluetooth

La tecnología Bluetooth al igual que la tecnología infrarroja es un tipo de comunicación inalámbrica de corto alcance. Permite formar instantáneamente pequeños grupos de dispositivos conectados entre sí de manera segura.

Este tipo de tecnología se encuentra implementada en un microchip de 9x9 mm, el cual está compuesto por un transceiver (transmisor y receptor de datos) que opera a una frecuencia de 2.4 GHz y es el encargado de modular y transmitir la señal y también está compuesto por un controlador digital que es el encargado de atender las instrucciones que se envían y se reciben [OESTRADA 2007, P.2]

El sistema Bluetooth permite conexiones punto a punto y punto a multipunto, se puede establecer una red de conexión de 2 a 8 dispositivos, tiene un alcance de 10 metros y no se necesita de una línea de visión como en la tecnología infrarroja.

8. Evaluación de un proyecto

Hemos observado que se puede formular y evaluar el desarrollo de una pizarra digital interactiva como una propuesta de proyecto para que sirva como un medio de apoyo en el proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que un proyecto es un esfuerzo elaborado progresivamente para crear y analizar, ya sea un

producto (en este caso la pizarra digital interactiva) o un servicio. [PINEDO 2009].

La evaluación de un proyecto se basa en estimaciones de lo que se espera sean en el futuro los beneficios, en el caso de la pizarra digital interactiva, facilitar la comunicación con los estudiantes, además de fomentar y estimular su imaginación y ayudar en estrategias de enseñanza a los docentes. Otro aspecto importante en la evaluación de un proyecto es el costo que se generará del mismo, también en cuanto a inversión se refiere, proporciona una información adicional para ayudar a tomar decisiones [SAPAG CHAIN 2008, PP.7:14].

La inversión es lo que permite llevar a cabo de forma física el proyecto y se puede obtener realizando un estudio técnico, el cual brinda información específica del monto de la misma, así como los costos de operación que generará el proyecto [SAPAG CHAIN 2008, P.24]. Otro aspecto importante que provee el estudio técnico es la viabilidad, que busca principalmente determinar la existencia de alguna restricción legal a la realización del proyecto. [SAPAG CHAIN 2008, P.244]. De manera que, obteniendo los resultados del estudio técnico, se está brindando más información a la persona, o las personas encargadas de tomar decisiones para que ellos consideren la implementación o no implementación del proyecto.

VI. DISEÑO METODOLÓGICO

1. Tipo de Estudio

El tipo de estudio fue descriptivo de enfoque mixto con un componente de desarrollo tecnológico, realizado en la Facultad de Electrotecnia y Computación de la Universidad Nacional de Ingeniería.

2. Universo y muestra

El universo de estudio estuvo conformado por 117 docentes de la Facultad de Electrotecnia y Computación de la Universidad Nacional de Ingeniería. La muestra fue constituida por 43 docentes del universo.

3. Muestreo

La muestra fue elegida con una técnica probabilística utilizando la fórmula para cálculo de la muestra de poblaciones finitas, la cual es:

$$n = \frac{N \cdot p \cdot q \cdot k^2}{e^2(N-1) + k^2 \cdot p \cdot q}$$

Donde:

n: Número de encuestas a aplicar.

k: Nivel de confianza. Este valor se obtiene de una tabla de probabilidad de distribución normal.

Nivel de confianza	95%	94%	93%	92%	91%	90%	80%
k	1.96	1.88	1.81	1.75	1.69	1.65	1.28

Tabla 1. Tabla de probabilidad de distribución normal

Para este estudio se decidió utilizar un nivel de confianza del 90%, por tanto, basándose en la tabla anterior $k=1.65$

e: Nivel de error. El cual es del 10%, ya que el nivel de confianza es del 90%

N: Población total. La cual es de 117 docentes.

p: Probabilidad de ocurrencia. Se toma el valor de 0.5

q: Probabilidad de no ocurrencia. Se toma el valor de 0.5

Introduciendo los datos en la fórmula:

$$n = \frac{(117)(0.5)(0.5)(1.65)^2}{(0.1)^2(117-1) + (1.65)^2(0.5)(0.5)} = 43.26 \cong 43$$

Este resultado indica el número de docentes de la Facultad de Electrotecnia y Computación a los cuales se les aplicó el cuestionario. La muestra tomada se representada el 45% del universo.

4. Técnicas para recolección de información

Para la recolección de la información se utilizaron fuentes directas como cuestionarios de preguntas cerradas, así como fuentes indirectas como cotizaciones de componentes y revisión de literatura.

5. Tratamiento de la información

Primeramente la información obtenida fue analizada para comprobar su veracidad, luego se cuantificaron los resultados de los cuestionarios aplicados mediante gráficos realizados en Microsoft Office Excel, el documento final se realizó en Microsoft Office Word y la presentación en Microsoft Power Point.

VII. ANÁLISIS Y CUANTIFICACIÓN DE LOS RESULTADOS

La primera pregunta se realizó con el objetivo de determinar cuántos docentes utilizan o han utilizado medios audiovisuales para impartir clases. Los resultados revelaron que el 100% de los encuestados utiliza medios audiovisuales para impartir clases. Lo que significa que la población total de docentes (ciento diecisiete) hace uso o ha utilizado este tipo de tecnología.

El gráfico número 2 muestra que todos los docentes encuestados si utilizan o han utilizado medios audiovisuales para impartir sus clases.

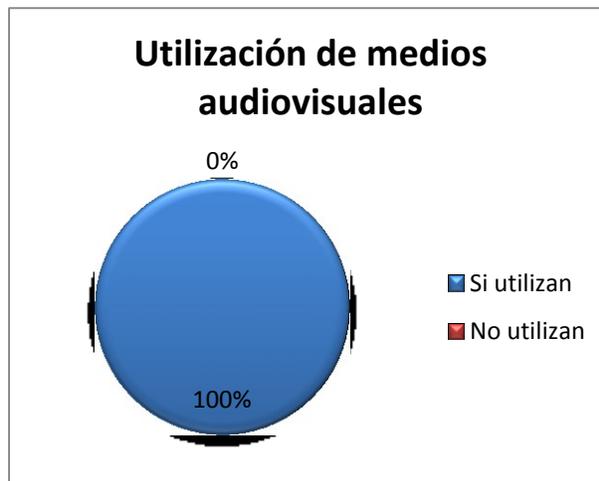


Gráfico 1. *Uso de medios audiovisuales por parte de los docentes*

La segunda pregunta permite saber cómo consideran los docentes el uso de los medios audiovisuales para mejorar el aprendizaje de los estudiantes. Para la respuesta a esta pregunta se brindaron cinco opciones, las cuales son: malos, regulares, buenos, muy buenos y excelentes. Del 100% de los docentes encuestados, el 55% considera que son excelentes, el 40% considera que son muy buenos y el 5% considera que son buenos. Estos datos se muestran en el gráfico número 2.

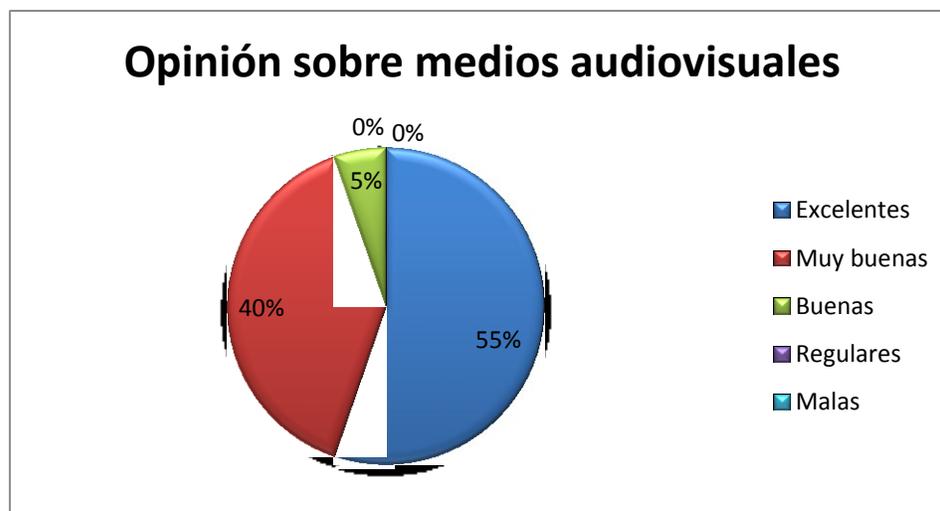


Gráfico 2. Valoración de medios audiovisuales

Utilizando una regla de tres para cuantificar los resultados de la segunda pregunta se obtiene que, del 100% de la población que equivale a 117 docentes, 64 consideran que los medios audiovisuales son excelentes para mejorar el aprendizaje de los alumnos, 47 consideran que son muy buenos y 6 consideran que son buenos.

La tercera pregunta permite conocer cuáles son las características que buscan los docentes en los medios audiovisuales cuando hacen uso de estos. Se brindó la posibilidad de marcar una o más opciones de las 12 que fueron propuestas, además se colocó otra opción en la cual el docente podía redactar otro tipo de característica que él considerara importante.

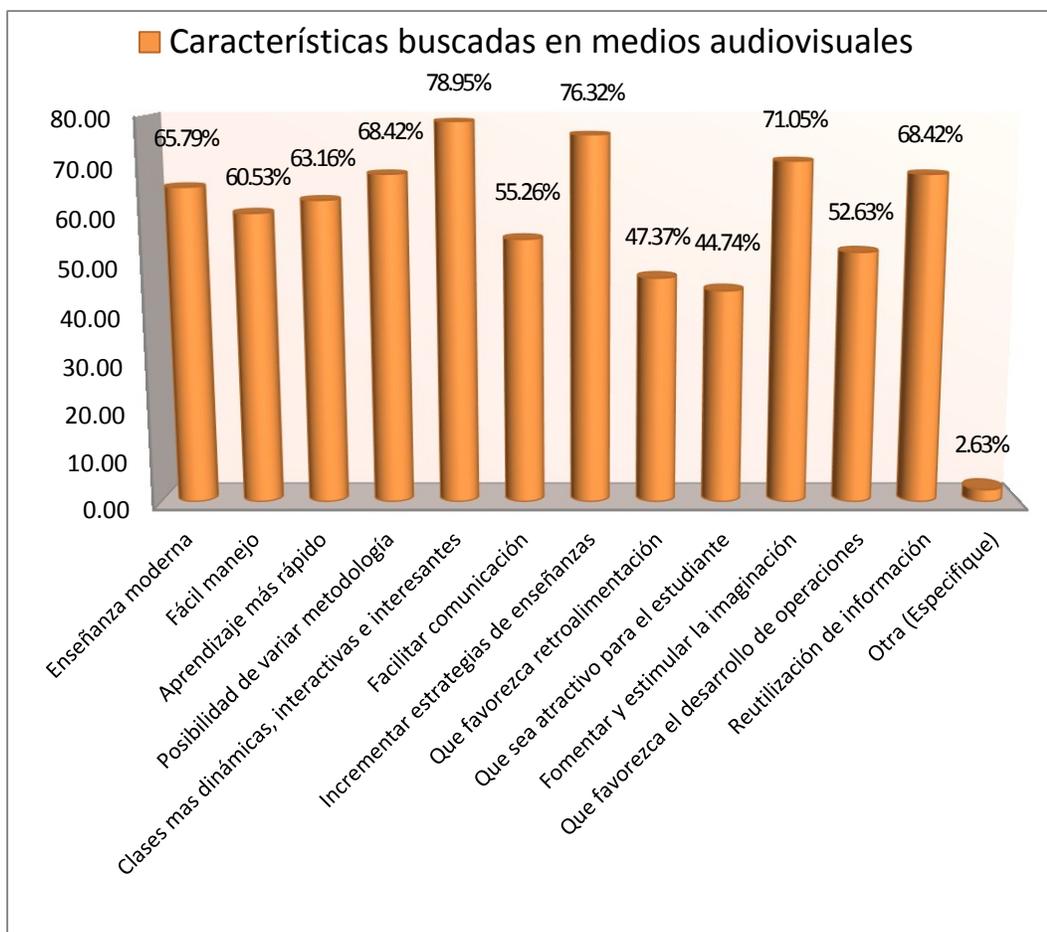


Gráfico 3. Características que buscan los docentes en los medios audiovisuales

Se puede observar que los resultados de la tercera pregunta reflejan que la característica más importante que debe brindar un medio audiovisual según los docentes, es que facilite que las clases sean más dinámicas, interactivas e interesantes. Este dato es de suma importancia para continuar con la investigación, ya que estudios realizados acerca del uso de la pizarra digital interactiva como medio audiovisual revelan que la principal característica es precisamente generar clases en las cuales exista una mayor interacción entre el docente y los alumnos.

Cuantificando los resultados anteriores:

Características que buscan los docentes	Número de docentes
Enseñanza moderna	77
Fácil manejo	71
Aprendizaje más rápido	73
Posibilidad de variar metodología	80
Clases más dinámicas, interactivas e interesantes	92
Facilitar la comunicación	64
Incrementar estrategias de enseñanza	89
Que favorezca la retroalimentación	55
Que sea atractivo para el estudiante	53
Fomentar y estimular la imaginación	83
Que favorezca el desarrollo de diferentes operaciones	62
Reutilización de la información	80
Mejor comprensión de los estudiantes	4

Tabla 2. Cuantificación de características que buscan los docentes en los medios audiovisuales.

La cuarta pregunta se realiza con el objetivo de saber si el docente tiene conocimiento de qué es una pizarra digital interactiva. Los resultados reflejan que del 100% de los encuestados, el 82% tiene conocimiento de que es una pizarra digital interactiva, mientras que el 18% restante no lo tiene. Esto quiere decir que la mayoría de docentes de la Facultad de Electrotecnia y Computación de la UNI se encuentran actualizados acerca de las nuevas herramientas tecnológicas que se utilizan en la educación.



Gráfico 4. Conocimiento de pizarras digitales interactivas por parte de los docentes

Cuantificando los resultados, de los 117 docentes pertenecientes a la Facultad de Electrotecnia y Computación, 96 de ellos tienen conocimiento de que es una PDI, mientras que los 21 restantes no.

Al 18% que no tenía conocimiento acerca de pizarras digitales interactivas, se le brindó la información necesaria para que supieran que son y sus posibles usos. Por tanto fueron capaces de contestar el resto del cuestionario.

La quinta pregunta permite determinar si los docentes tienen alguna idea acerca de la adquisición de pizarras digitales interactivas en Nicaragua. Esto ayuda a conocer los locales donde se oferta este tipo de tecnología, así como el precio por medio del cual los usuarios la pueden adquirir. Del 100% de los docentes a los cuales se les aplicó el cuestionario, el 16% marcó la opción de que si se puede adquirir en Nicaragua y el 84% no saben si se puede adquirir.

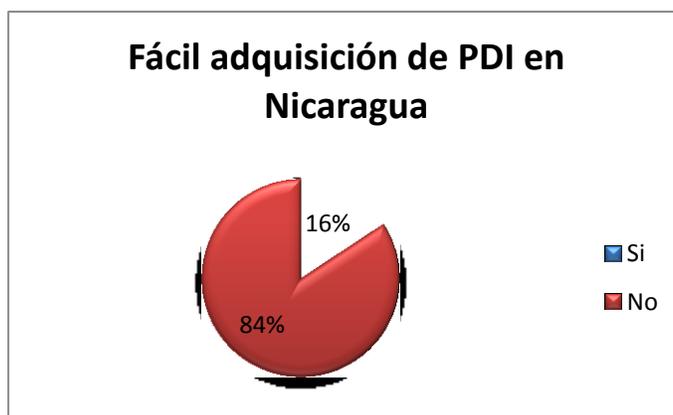


Gráfico 5. Fácil adquisición de PDIs en Nicaragua

Cuantificando los resultados del gráfico número seis, de los 117 docentes, 19 saben si este tipo de tecnología se puede adquirir en Nicaragua y 98 no lo saben.

La sexta pregunta permite determinar si los docentes consideran este tipo de tecnología interesante o no, también si es útil o no. El 97% de los docentes opinan que las pizarras digitales interactivas son interesantes y útiles, mientras que el 3% restante tiene la opinión de que son poco interesantes y poco útiles.

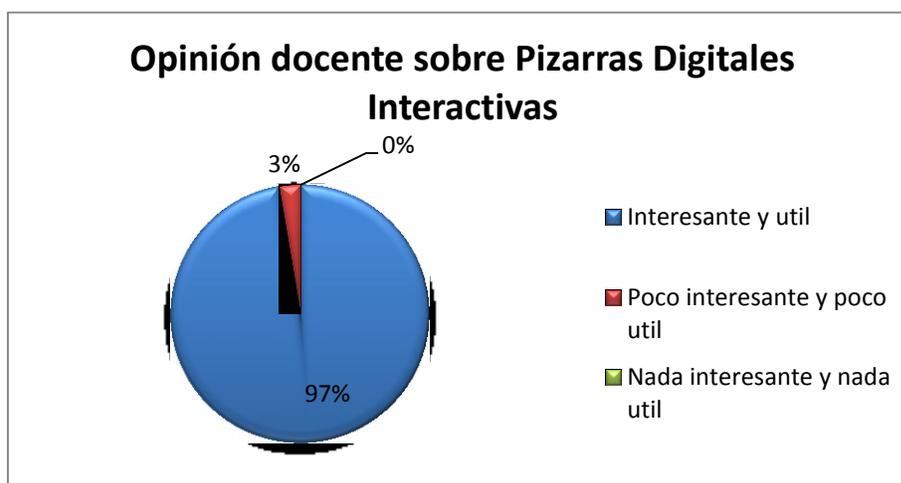


Gráfico 6. Opinión docente acerca de PDIs

Cuantificando los resultados, de los 117 docentes con los que cuenta la FEC, 113 consideran que este tipo de tecnología es interesante y útil y 4 consideran que es poco interesante y poco útil.

El objetivo de la pregunta número siete es saber si el docente considera que haciendo uso de una PDI, adquiriría una nueva competencia. Del 100% de los docentes, el 74% considera que si, el 21% considera que quizás y el 5% considera que no.



Gráfico 7. Adquisición de nueva competencia con uso de PDI

Cuantificando los resultados, se obtiene que 87 docentes piensan que adquirirían una nueva competencia haciendo uso de una PDI para impartir sus clases, 24 piensan que quizás y 6 consideran que no adquirirían una nueva competencia.

La pregunta número ocho permite saber qué tanto beneficiaría una PDI a la forma de enseñanza del docente. Del 100% de los docentes, el 82% opina que los beneficiaría mucho, el 10% considera que poco y 8% no sabe si obtendría algún tipo de beneficio al hacer uso de una PDI dentro del aula de clases. Que la mayor parte de la población docente tenga una opinión positiva indica que la investigación lleva un buen camino.



Gráfico 8. Beneficio en forma de enseñanza con uso de PDI

Cuantificación los resultados, de los 117 docentes, 96 tienen la opinión que la utilización de una PDI para impartir clases beneficiaría mucho a su forma de enseñanza, 12 consideran que beneficiaría poco y 9 no saben que tanto beneficiaría.

Con la novena pregunta se obtiene cuáles son las posibles ventajas que obtendrían los docentes, al hacer uso de pizarras digitales interactivas. Al igual que en la tercera pregunta, se brindaron varias opciones para que el docente el marcara las que considerara convenientes.

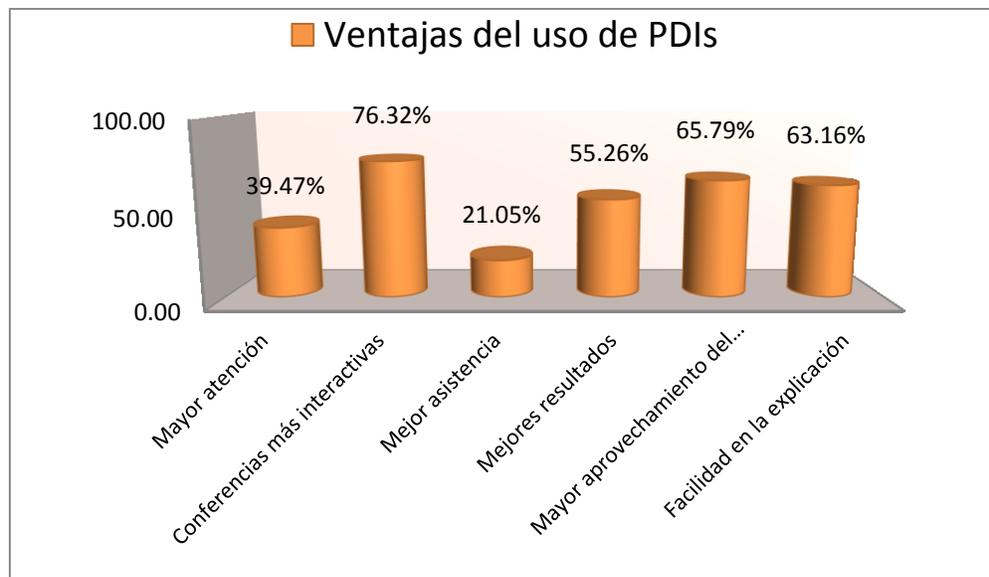


Gráfico 9. Ventajas para los docentes con el uso de PDIs

Los resultados muestran un dato importante, ya que la opción que más marcaron los docentes encuestados como es la de realizar conferencias más interactivas tiene una relación con la opción más marcada en la pregunta número tres (clases más dinámicas, interactivas e interesantes), esto es un indicativo de que los docentes se encuentran interesados en realizar cambios apoyándose de la tecnología para brindar a sus alumnos una mejor enseñanza.

Cuantificando los resultados de lo mostrado en el gráfico número 9:

Ventajas para los docentes	Número de docentes
Mayor atención	47
Conferencias más interactivas	89
Mejor asistencia	25
Mejores resultados	64
Mayor aprovechamiento del tiempo	77
Facilidad en la explicación	74

Tabla 3. Cuantificación de las ventajas que los docentes obtendrían con el uso de la PDI.

Conociendo las ventajas que los docentes esperan obtener al hacer uso de una PDI, la décima pregunta se enfoca en conocer cuáles son los beneficios que los docentes consideran, que obtendrían los alumnos, al recibir clases con una PDI.

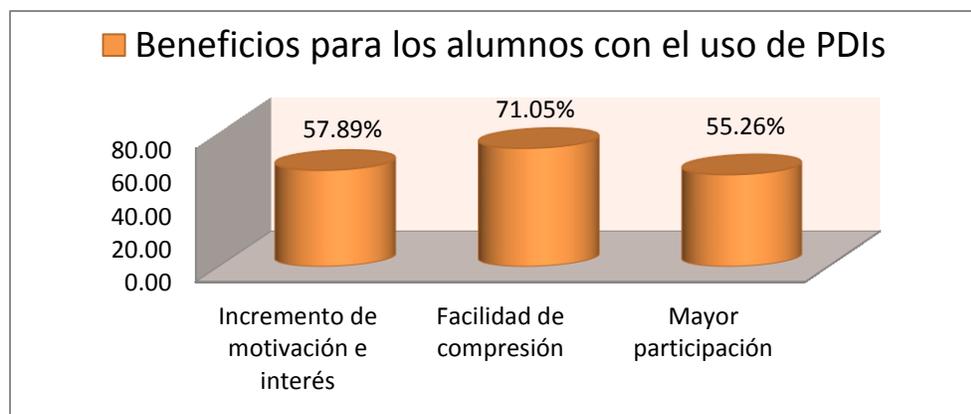


Gráfico 10. Beneficios para los alumnos con el uso de PDIs

En estos resultados se puede observar que los docentes siempre buscan que sus alumnos comprendan de la manera más sencilla, los contenidos, explicaciones y análisis de las clases impartidas.

Cuantificando los resultados del gráfico número once:

Beneficios para los alumnos	Número de docentes
Incremento de la motivación y del interés	68
Facilidad de comprensión	83
Mayor participación	64

Tabla 4. Cuantificación de los beneficios que obtendrían los alumnos si reciben clases con una PDI.

La pregunta número 11 se formuló para saber si los docentes están dispuestos a adquirir pizarras digitales interactivas. Los resultados mostraron que del 100%, el 63% si se encuentra dispuesto, mientras que el 37% no lo sabe o está indeciso.



Gráfico 11. Docentes dispuestos a adquirir una PDI

Cuantificando los resultados del gráfico número once, 74 docentes están dispuestos a adquirir una pizarra digital interactiva y 43 se encuentran indecisos.

La última pregunta permite determinar cuántos docentes consideran que la Facultad de Electrotecnia y Computación debe invertir en este tipo de tecnología.

El 100% de los docentes piensa que sí se debe invertir, esto quiere decir que, los 117 docentes pertenecientes a la Facultad de Electrotecnia y Computación consideran que es importante adquirir este tipo de tecnología.



Gráfico 12. *Docentes que consideran importante la adquisición de PDIs en la FEC*

Las preguntas número once y doce son las más importantes de la encuesta, ya que los resultados muestran que los docentes desean hacer uso de una nueva herramienta tecnológica como es la pizarra digital interactiva para poder impartir clases.

VIII. ELABORACION DE PIZARRA DIGITAL INTERACTIVA PORTATIL DE BAJO COSTO

Para la elaboración de la pizarra digital interactiva de bajo costo se utiliza la tecnología del tipo infrarrojo. Dicha pizarra trabaja con el mando de la videoconsola Wii (Wiimote) y con un dispositivo de control de puntero (lápiz electrónico).

1. Componentes principales

Computadora

Este puede ser portátil o de escritorio. Debe disponer de puerto USB y VGA para la conexión del dispositivo bluetooth y del proyector respectivamente. El sistema operativo debe ser Windows XP, Windows Vista o Windows 7 / 32 o 64 bits. Debe disponer de service pack 3, NET framework 2.0 o superior, BlueSoleil 5.0 o superior y Smoothboard 2.

Datashow

Se utiliza con el objetivo de ver la imagen de la pantalla de la computadora sobre una superficie que se desea utilizar como pizarra digital. Se debe prever la luminosidad y la resolución suficiente para hacer más eficiente el sistema. Puede ser un proyector con una resolución de 1024x768, que es la resolución ideal para un lugar de trabajo y que tenga una luminosidad de 1800 lúmenes.

Wiimote

Se utiliza como sensor infrarrojo para detectar la posición donde se ubica el puntero en la superficie de proyección. Este componente dispone de un filtro infrarrojo delante de la cámara de alta resolución (1024x768), con lo que la cámara recibe solo la imagen de fuentes emisoras de infrarrojos. También dispone de un chip desarrollado por la empresa PixArt Imaging Inc. que posiciona el punto que recibe la cámara sobre el plano que esta capta, además posee un tiempo de muestreo de 100 ms, este tiempo es lo que se tarda para

refrescar la información de los puntos. Este sistema de posicionamiento de puntos recibe el nombre de “Sistema de posicionamiento multiobjeto”, o también llamado MOTS (Multi-Object Tracking System). El punto infrarrojo se envía mediante Bluetooth al dispositivo con el cual se encuentra conectado, esto se realiza por medio de un chip emisor y receptor de datos por Bluetooth (BCM2042), proporcionado por la empresa en comunicaciones Broadcom Technologies, la velocidad de transferencia es de 2.1 Mbits/seg

Adaptador Bluetooth

Este dispositivo permite enviar y recibir datos entre la computadora y otros dispositivos por medio de ondas de radio de corto alcance, pero solamente permite una de las dos acciones a la vez. Cuenta con una antena emisora-receptora de ondas de radio, es un dispositivo “plug & play”, ya que se conecta (por medio del puerto USB) y no es necesaria la instalación de controladores para su uso inmediato. Se alimenta directamente del puerto USB y las ondas Bluetooth pueden alcanzar una distancia desde 10 hasta 100 metros.

Diodo Infrarrojo

Este componente se utiliza para emitir la señal infrarroja del puntero que permite interactuar con la superficie de proyección. Tiene un ángulo de visión de 25 grados, una longitud de onda de 940 nanómetros y un diámetro de 5 milímetros.

Pulsador

Se utiliza un pulsador normalmente abierto, el cual realiza la función del clic del mouse. Al presionarlo se cierra el circuito y por tanto llega la alimentación de las baterías al diodo infrarrojo.

2. Proceso de Elaboración de la Pizarra Digital Interactiva de bajo costo

2.1 Hardware

2.1.1 Requerimientos Técnicos

Los elementos físicos que se requieren en una pizarra digital interactiva de bajo costo son los siguientes:

- Computadora de escritorio o portátil con puertos USB (Universal Serial Bus) para conexión de adaptador bluetooth y puerto VGA (Video Graphics Array) para conexión del video proyector.
- Adaptador bluetooth.
- Datashow.
- Control remoto de la videoconsola Wii (Wiimote) para utilizarlo como sensor infrarrojo.
- Lápiz electrónico para interactuar con la superficie de proyección.

2.2 Software

2.2.1 Especificaciones para Windows

Las especificaciones generales de software para que la pizarra digital interactiva de bajo costo trabaje con Windows son las siguientes:

- Sistema operativo Windows XP, Windows Vista o Windows 7 / 32 o 64 bits.
- Service pack 3.
- .NET framework 2.0 o superior instalado.
- BlueSoleil 5.0 o superior.
- Smoothboard 2.

2.3 Sensor Infrarrojo (Wiimote)

Como se mencionó anteriormente en el marco teórico, el wiimote posee entre sus características, una cámara (sensor infrarrojo) que tiene la capacidad de detectar su posición tomando como referencia la barra con LED infrarrojos.

Para el desarrollo de la PDI de bajo costo se aprovecha dicha característica, aunque en este caso el funcionamiento tendrá una lógica inversa.

El funcionamiento normal se basa en que el wiimote se encuentre en constante movimiento y la barra con LED infrarrojos se encuentre estática; para la PDI de bajo costo es lo contrario, ya que en lugar de la barra con LED infrarrojos se utiliza un lápiz electrónico equipado con un solo LED infrarrojo, este lápiz es el que se encuentra en constante movimiento y es el que permite ubicar la posición del puntero sobre la superficie de proyección, mientras que el wiimote es el que permanece estático y su cámara percibe el punto donde se da la emisión infrarroja del lápiz electrónico.



Figura 1. Sensor de emisiones infrarrojas

Otra de las características del wiimote que se aprovecha para desarrollar la pizarra digital interactiva de bajo costo es que posee un chip, el cual es capaz de emitir y recibir datos a través de la tecnología bluetooth. Dicha característica es la que permite realizar una conexión vía bluetooth entre la computadora y el dispositivo (wiimote) y por medio de esta conexión el wiimote envía a la computadora, la posición X e Y de la emisión infrarroja que percibe la cámara, para indicarle donde se desea enviar el puntero.

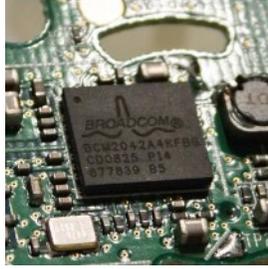


Figura 2. Chip integrado emisor y receptor de datos por Bluetooth

2.4 Lápiz electrónico (Puntero infrarrojo)

Para poder utilizar el sistema (PDI de bajo costo), es necesario el uso de un puntero infrarrojo que trabaje en conjunto con el wiimote. Dicho puntero es un dispositivo electrónico que permite al usuario interactuar con la superficie de proyección, es decir, que el usuario puede hacer uso de este dispositivo como un mouse a distancia. Su componente principal es un LED infrarrojo.

2.4.1 Construcción de lápiz electrónico de bajo costo

Para realizar un diseño de lápiz electrónico o puntero infrarrojo, es necesario escoger los materiales, que por sus características tecnológicas brinden un mejor funcionamiento. Dicho lápiz consta de una fuente de luz infrarroja, un pulsador y una fuente de energía. Puede utilizarse una resistencia dependiendo del voltaje con que se desee alimentar el circuito.

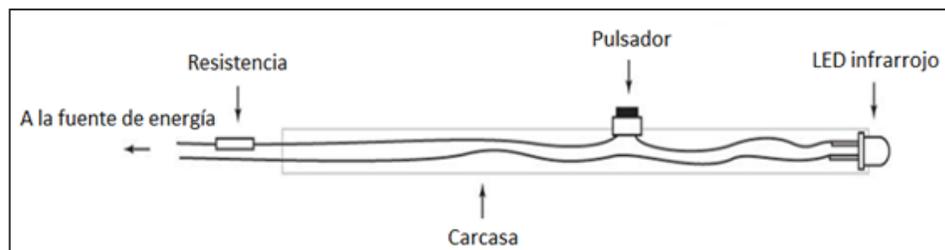


Figura 3. Esquema de montaje de puntero infrarrojo

Diodo LED emisor infrarrojo

- El LED infrarrojo emite una señal de luz, con una frecuencia de onda imposible de detectar por el ojo humano, pero la cámara del wiimote si la detecta.
- Tiene la misma polaridad de los diodos LED, donde el pin más largo (ánodo) es el positivo y el pin más corto (cátodo) es el negativo.
- Su consumo de voltaje tiene un valor típico que va desde 1.2V hasta 1.5V.
- Puede resistir corrientes de hasta 100 mA (mili amperios)

Para la elaboración de esta PDI de bajo costo, se debe buscar un diodo que tenga un diámetro de 5 mm (mili metros) para que encaje perfectamente en la punta de la carcasa que se utiliza; una longitud de onda de 940 nm (nano metros) con un ángulo de visión de 12 a 25 grados para evitar errores por perdidas de visión y aumentar la intensidad de emisión.

En base a esos requerimientos se utiliza el modelo IR383

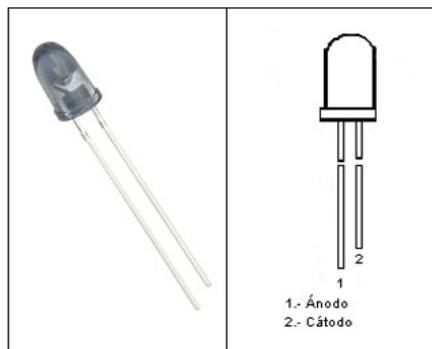


Figura 4. Diodo LED emisor infrarrojo

Pulsador

Este elemento realiza la función del clic del mouse a distancia y permite hacer la conexión entre el LED infrarrojo y la fuente de energía. El pulsador debe

ser normalmente abierto para permitir al usuario iluminar el LED infrarrojo cada vez que este lo decida.



Figura 5. Pulsador NA

Baterías

Las baterías o pilas son la fuente de energía para alimentar el circuito del lápiz electrónico. Las baterías a utilizar están en dependencia del tamaño de la carcasa que se utilice, estas pueden ser del tipo AA, AAA o del tipo botón.

Los tres tipos de baterías entregan un mismo voltaje de 1.5V, pero no entregan una misma corriente eléctrica. Las baterías AA entregan en promedio 100 mA de corriente eléctrica, las AAA entregan en promedio 54mA y las de tipo botón entregan en promedio 0.023 mA.



Figura 6. Tipos de baterías. a) Tipo botón b) Tipo AA c) Tipo AAA

Resistencia

El uso de la resistencia limita la corriente que proviene de la fuente de energía (baterías) y que llega al LED infrarrojo.



Figura 7. Resistencia de $\frac{1}{4}w$

En caso de utilizar una sola batería (de cualquiera de los tres tipos antes mencionados) como fuente de energía, no es necesario limitar la corriente eléctrica, ya que el LED infrarrojo tiene la capacidad de soportar hasta 100 mA.

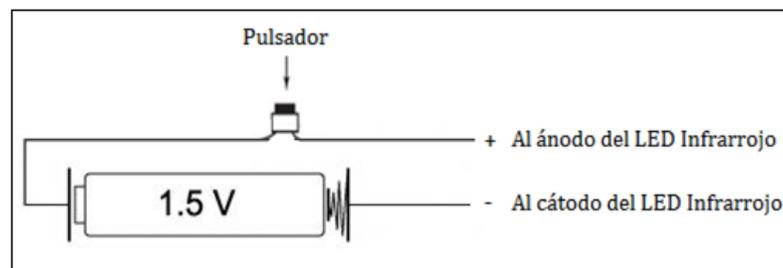


Figura 8. Esquema de puntero IR con una sola batería

En caso de utilizar dos baterías, ya sean del tipo AA o del tipo AAA conectadas en serie, entonces se obtiene un voltaje de 3V y es necesario utilizar una resistencia limitadora.

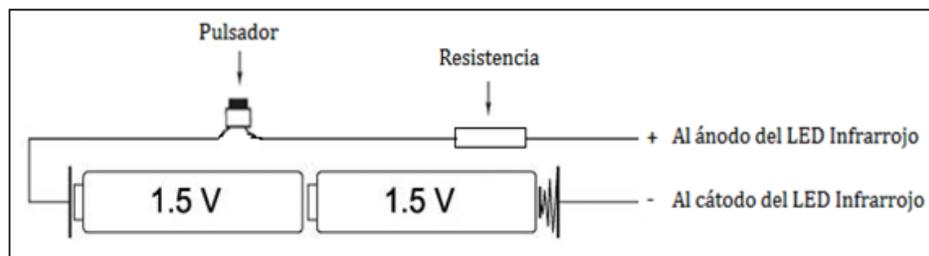


Figura 9. Esquema de puntero IR con dos baterías

El valor de la resistencia limitadora se obtiene aplicando la ley de ohm, ya que el circuito corresponde a un circuito serie.

$$R = \frac{V}{I}$$

Dónde:

R: Resistencia

V: Voltaje en la resistencia

I: Corriente eléctrica

Para baterías del tipo AA

$$R = \frac{V_{Bat} - V_{LED}}{I} = \frac{3V - 1.5V}{100mA}$$
$$R = 15\Omega$$

Este valor de resistencia también se puede utilizar con dos baterías del tipo botón.

Para baterías del tipo AAA

$$R = \frac{V_{Bat} - V_{LED}}{I} = \frac{3V - 1.5V}{54mA}$$
$$R = 27.78\Omega \approx 30\Omega$$

Debido al tamaño de la carcasa que se usa para este prototipo, se utilizan dos baterías del tipo AAA, por tanto, se conecta una resistencia limitadora de 30 ohm.

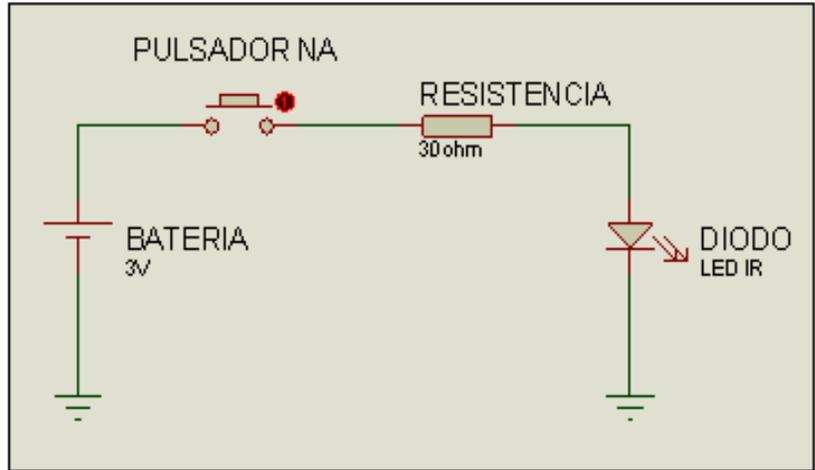


Figura 10. Esquema de lápiz electrónico realizado en Proteus

Para la construcción del lápiz electrónico también se necesitan materiales como: alambre fino para conectar los componentes entre sí, estaño para soldar y un caudín para derretir el estaño.

De acuerdo al esquema, la conexión de los materiales en forma física es la siguiente:

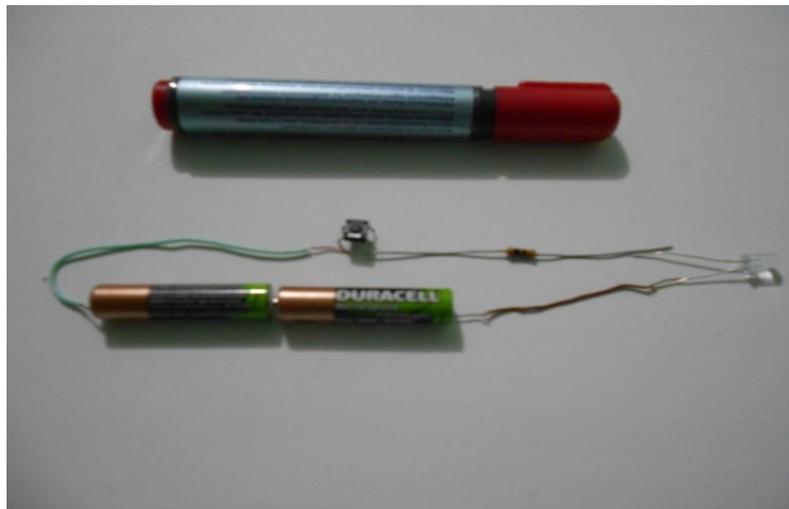


Figura 11. Conexión de los componentes

Para comprobar el funcionamiento del lápiz electrónico es necesario presionar el pulsador y a la misma vez, observar el LED infrarrojo a través de una cámara digital, ya que la frecuencia de onda de este, no se puede detectar por el ojo humano. Una vez verificado el funcionamiento del circuito e introducido en la carcasa, ya se puede hacer uso del lápiz electrónico para interactuar con la superficie de proyección.



Figura 12. Lápiz electrónico terminado



Figura 13. Verificación del funcionamiento del lápiz electrónico

2.5 Instalación de software

Para que la PDI de bajo costo funcione sin ningún inconveniente, es necesario asegurarse que se cumple con todas las especificaciones de software.

2.5.1 Instalación de software en Windows

2.5.1.1 Instalación de Bluesoleil

El software Bluesoleil es un software de control y administración de dispositivos bluetooth y en la PDI de bajo costo es el que permite la conexión vía bluetooth entre el sensor infrarrojo (wiimote) y el ordenador.

El instalador de la aplicación Bluesoleil normalmente viene con el adaptador bluetooth, si no es así, se puede descargar desde la dirección web http://ad.z5x.net/st?ad_type=ad&ad_size=160x600§ion=2697859. En este caso, la versión que se utiliza es la 2.7.0.8.

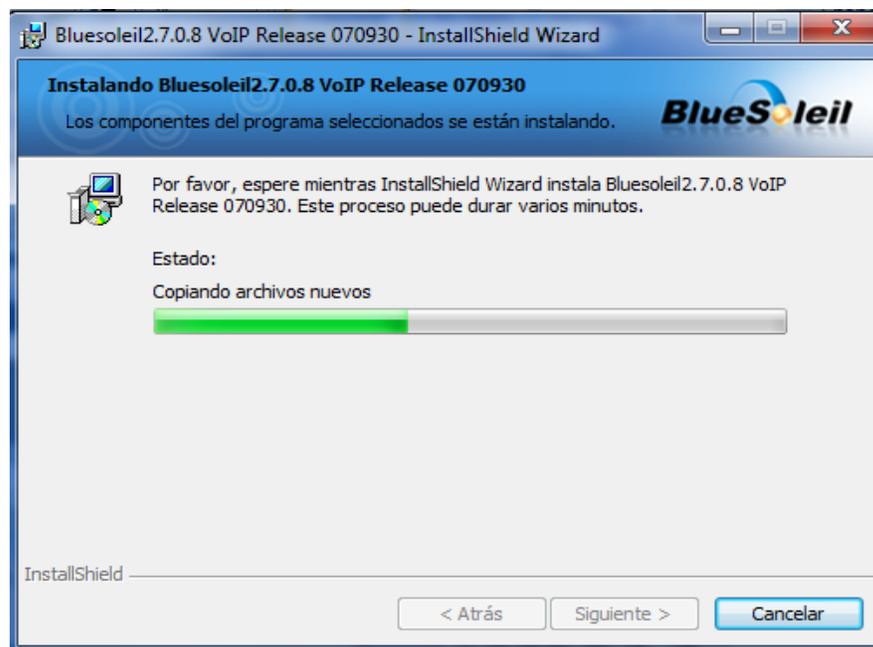


Figura 14. Instalación de software Bluesoleil 2.7.0.8

2.5.1.2 Instalación de Smoothboard

El software Smoothboard es un emulador de mouse, es decir, simula los movimientos del mouse del ordenador sobre la superficie de proyección. Smoothboard fue desarrollado por Smoothboard.net, el software es una mejora de la aplicación desarrollada por el ingeniero informático Johnny Chung Lee, ya que este se puede instalar en sistemas operativos de 32 y 64 bits, posee una barra de herramientas para hacer anotaciones sobre cualquier documento y brinda la ventaja de conectar dos sensores infrarrojos (wiimotes). La versión que se utiliza para la elaboración de la PDI de bajo costo es la versión 2 y se puede descargar y comprar la licencia desde la página web oficial de smoothboard <http://www.smoothboard.net/>.

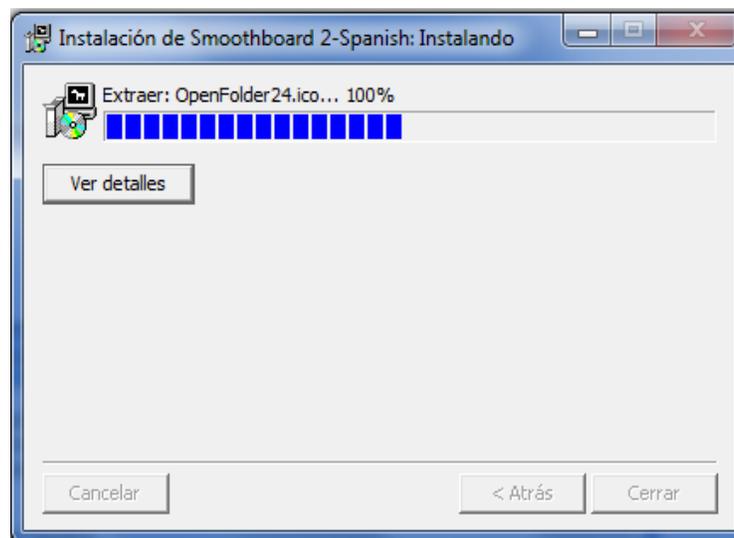


Figura 15. Instalación de software Smoothboard2

2.5.1.3 Instalación de .NET Framework

Este software sirve para el desarrollo y funcionamiento de aplicaciones. En este caso, permite que el software Smoothboard2 funcione correctamente y la versión que se requiere es la versión 2.0 o superior. Los ordenadores con Windows actualizado ya poseen esta versión, en caso contrario, se puede descargar de la página oficial de Microsoft (creador del software) <http://www.microsoft.com/en-us/default.aspx>

2.6 Sistema de interconexión de la Pizarra Digital Interactiva de bajo costo

Los elementos que se necesitan para la interconexión son cuatro. El datashow, la computadora, el sensor infrarrojo (wiimote) y el lápiz electrónico (puntero infrarrojo).

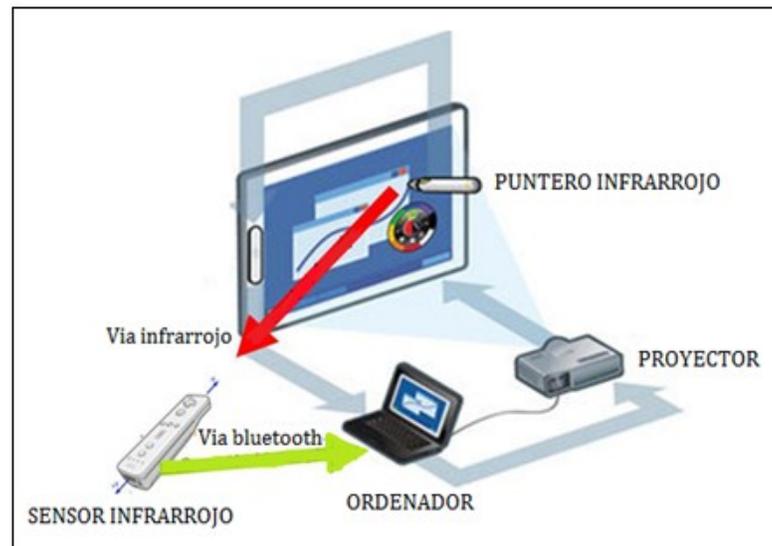


Figura 16. Sistema de interconexión de la PDI de bajo costo

2.6.1 Pasos para la conexión en Windows

Antes de conectar el hardware necesario, es conveniente cerciorar que el software que se requiere se encuentra debidamente instalado.

2.6.1.1 Conexión de dispositivo bluetooth

El primer paso es establecer la comunicación vía bluetooth entre la computadora y el sensor infrarrojo (wiimote), para esto se conecta un dispositivo bluetooth en uno de los puertos USB de la computadora. Para esta PDI de bajo costo se utiliza el modelo Nano Dongle NW200NXT04 de la marca NEXXT.



Figura 17. Dispositivo Bluetooth USB externo

Al conectar este dispositivo, automáticamente se instalan sus controladores y luego de unos segundos se encuentra listo para funcionar con el software Bluesoleil. Luego se ejecuta el software Bluesoleil para establecer la conexión vía bluetooth de la computadora con el sensor infrarrojo.

2.6.1.2 Reconocimiento y conexión de sensor infrarrojo

Una vez conectado el dispositivo bluetooth y ubicados en la ventana principal de Bluesoleil, el siguiente paso es que la computadora detecte el sensor infrarrojo.

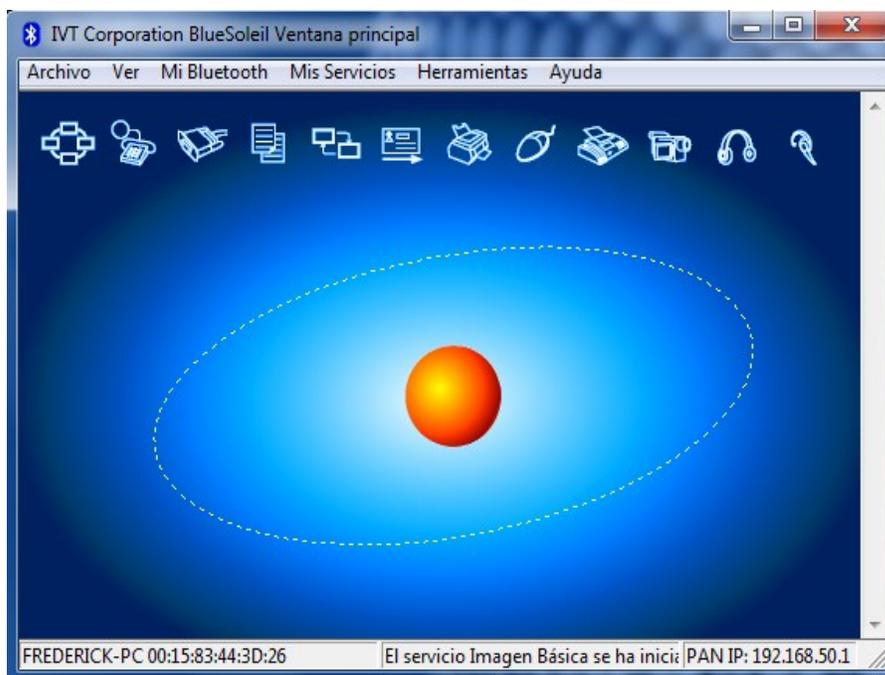


Figura 18. Ventana principal de Bluesoleil

Para el reconocimiento y la conexión del sensor infrarrojo se realizan los siguientes pasos:

- Presionar los botones 1 y 2 del wiimote, esto se hace para activar la conexión bluetooth del mismo y se puede observar el parpadeo de los cuatro LEDs del wiimote. Cada vez que los LEDs se apaguen durante el proceso de conexión, es necesario presionar nuevamente los botones 1 y 2 del wiimote para poder realizar una conexión exitosa.



Figura 19. Activación del bluetooth del sensor infrarrojo

- Mientras los LEDs estén parpadeando, dar doble clic sobre el punto naranja central de la ventana de Bluesoleil, esto se realiza para que el software ejecute la búsqueda de todos los dispositivos bluetooth que se encuentran al alcance.
- Cuando el software detecta el wiimote, aparece en la ventana principal un icono con el nombre de NINTENDO-RVL-CNT-01. Se hace clic derecho sobre este icono y se selecciona la opción “Actualizar servicios”.

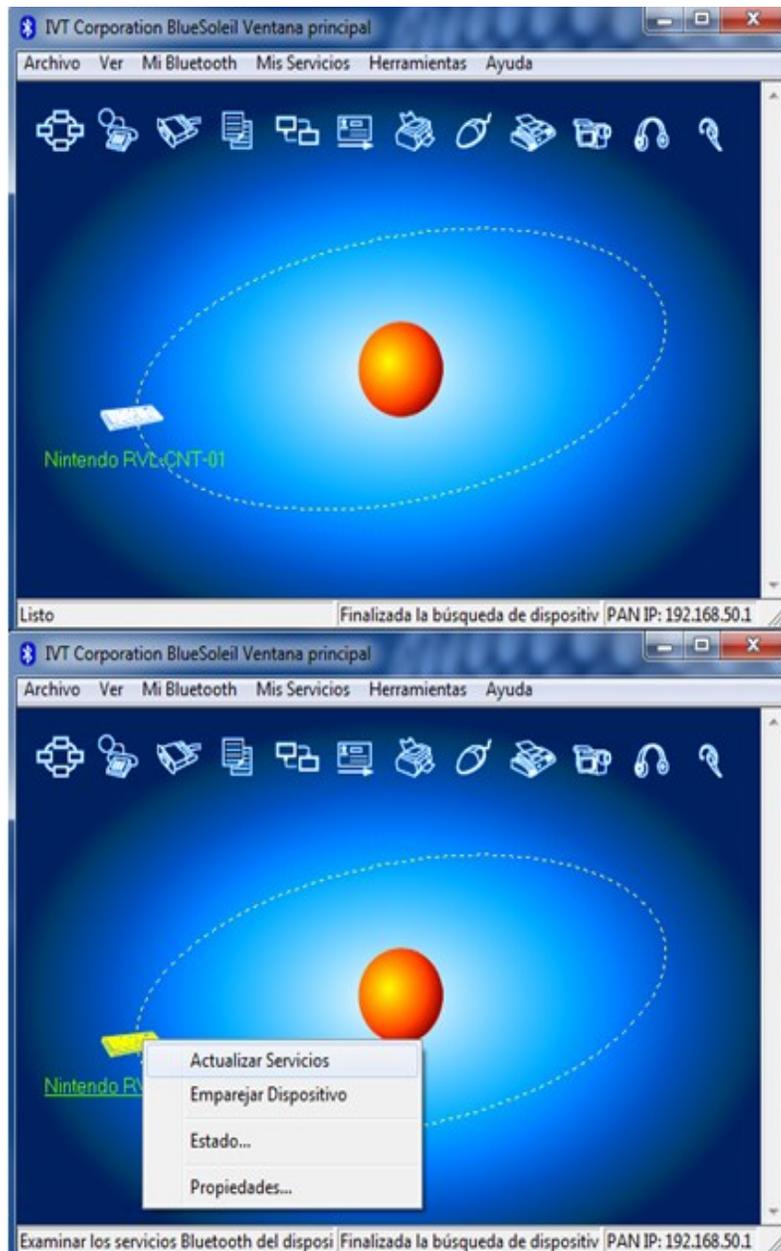


Figura 20. Detección del wiimote

- El software habilita la opción “Servicio de dispositivo de interface humano de bluetooth” representado en la ventana por el icono de un mouse. Se hace clic sobre este icono para establecer la conexión entre la computadora y el wiimote.



Figura 21. *Habilitación del servicio de dispositivo de interface humano de bluetooth*

- Se puede observar que la conexión es exitosa cuando en la ventana principal del software Bluesoleil aparezca una línea discontinua desde el punto naranja central hasta el icono que representa el wiimote.

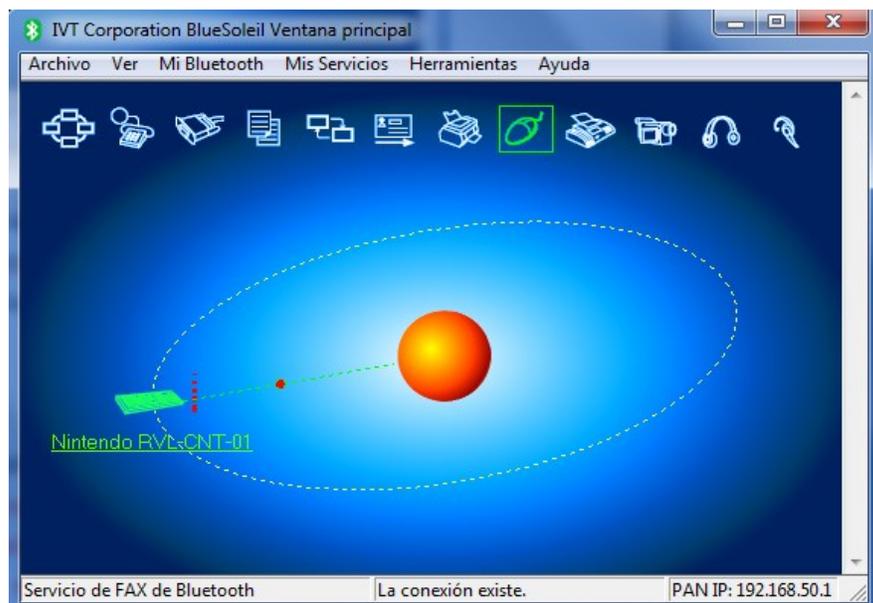


Figura 22. *Conexión exitosa del wiimote con el ordenador*

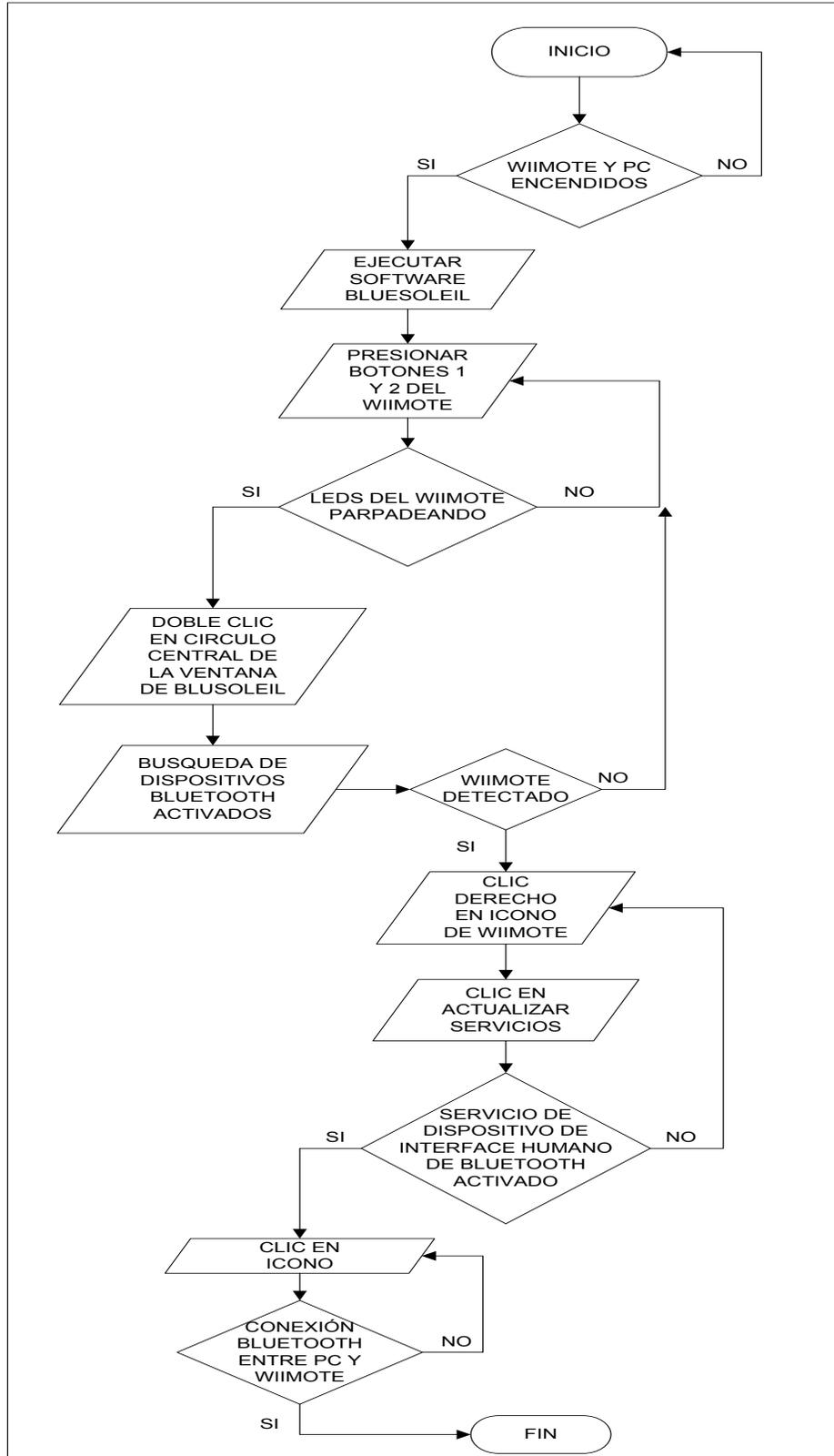


Diagrama 1. Diagrama de flujos de conexión Bluetooth entre PC y Wiimote

2.6.1.3 Calibración de Pizarra Digital Interactiva de bajo costo

Para realizar una calibración exitosa, primero se debe colocar el sensor infrarrojo con un ángulo de inclinación aproximado de 45 grados respecto a la superficie de proyección, ya que este es el ángulo de captación de la cámara infrarroja que el wiimote posee. De esta manera se captan las emisiones infrarrojas del lápiz electrónico.

El segundo paso es ejecutar el software Smoothboard 2, dicho software permite calibrar la PDI de bajo costo y verificar que la cámara del sensor infrarrojo cuenta con la distancia necesaria para captar la imagen completa de la superficie de proyección y así poder captar las emisiones infrarrojas del lápiz electrónico.

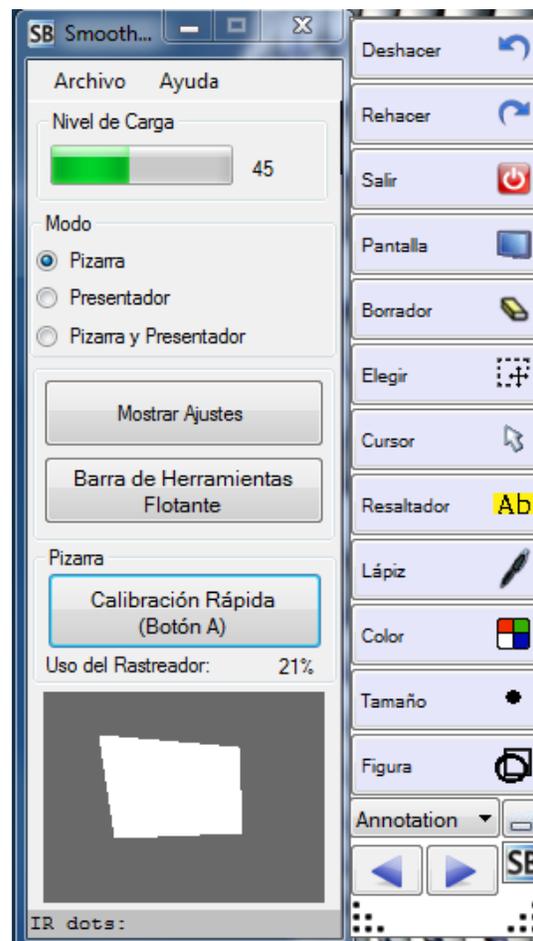


Figura 23. Ventana principal del software Smoothboard 2 y barra de herramientas

En la ventana de Smoothboard 2, se pueden observar las opciones que este software brinda como, el nivel de carga de las baterías del sensor infrarrojo, la habilitación de la barra de herramientas, la calibración rápida de la PDI de bajo costo y el uso del rastreador que permite observar el área de proyección que está abarcando la cámara del sensor infrarrojo. La barra de herramientas brinda la posibilidad de realizar anotaciones sobre cualquier imagen proyectada.

El tercer y último paso es dar clic en la opción “calibración rápida”. En esta etapa entra en juego el uso del lápiz electrónico, el cual sirve para pulsar los círculos rojos que van apareciendo en las esquinas de la imagen proyectada.

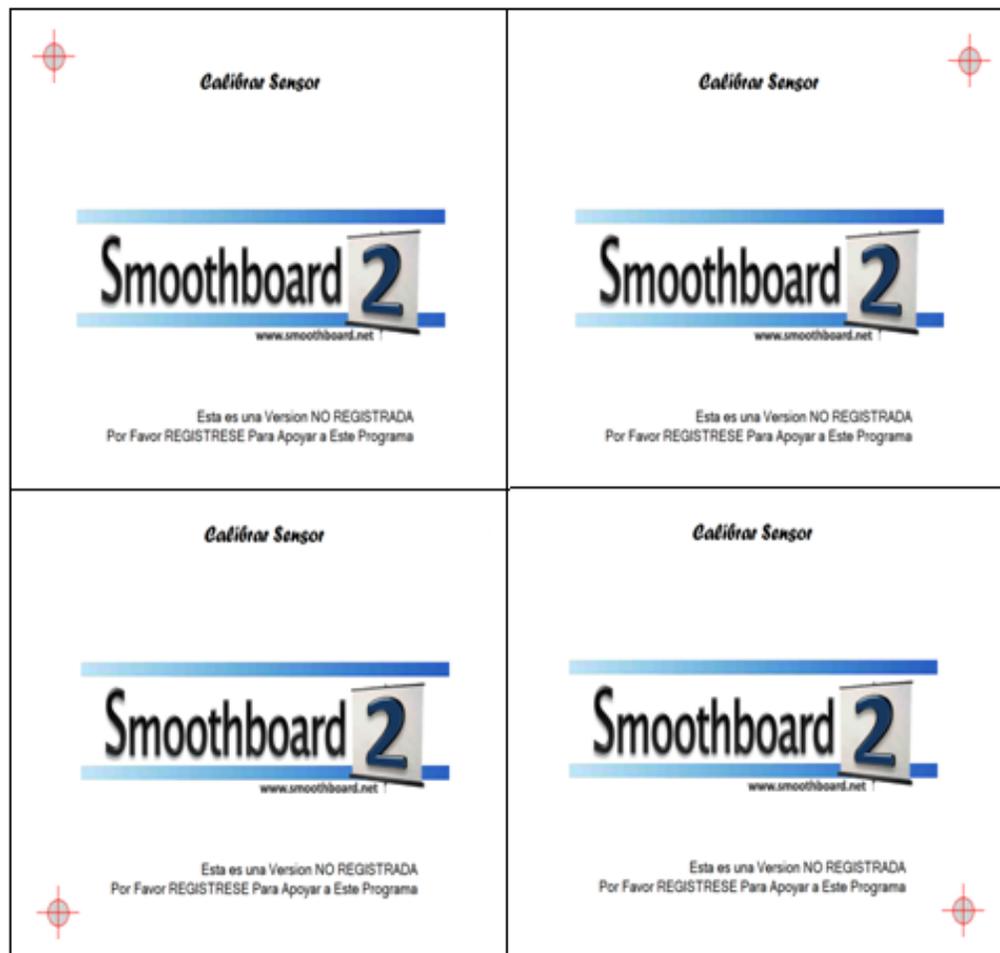


Figura 24. Puntos a presionar para calibrar PDI de bajo costo

Después de calibrar la PDI de bajo costo, es importante verificar que la cámara del sensor infrarrojo este captando la imagen completa que está siendo proyectada; si no es así, se debe aumentar la distancia a la que se encuentra ubicado el sensor infrarrojo respecto a la superficie de proyección y realizar nuevamente la etapa de calibración rápida. Una vez que la calibración sea exitosa, la PDI de bajo costo estará lista para usarse.

El software Smoothboard 2 ofrece la posibilidad de utilizar dos sensores infrarrojos (uno a cada lado de la superficie de proyección), lo que brinda la ventaja al usuario de desplazarse libremente, ya que cuando la visión de cualquiera de los sensores se encuentre bloqueada, el otro estará captando la imagen proyectada sin que el sistema deje de funcionar.

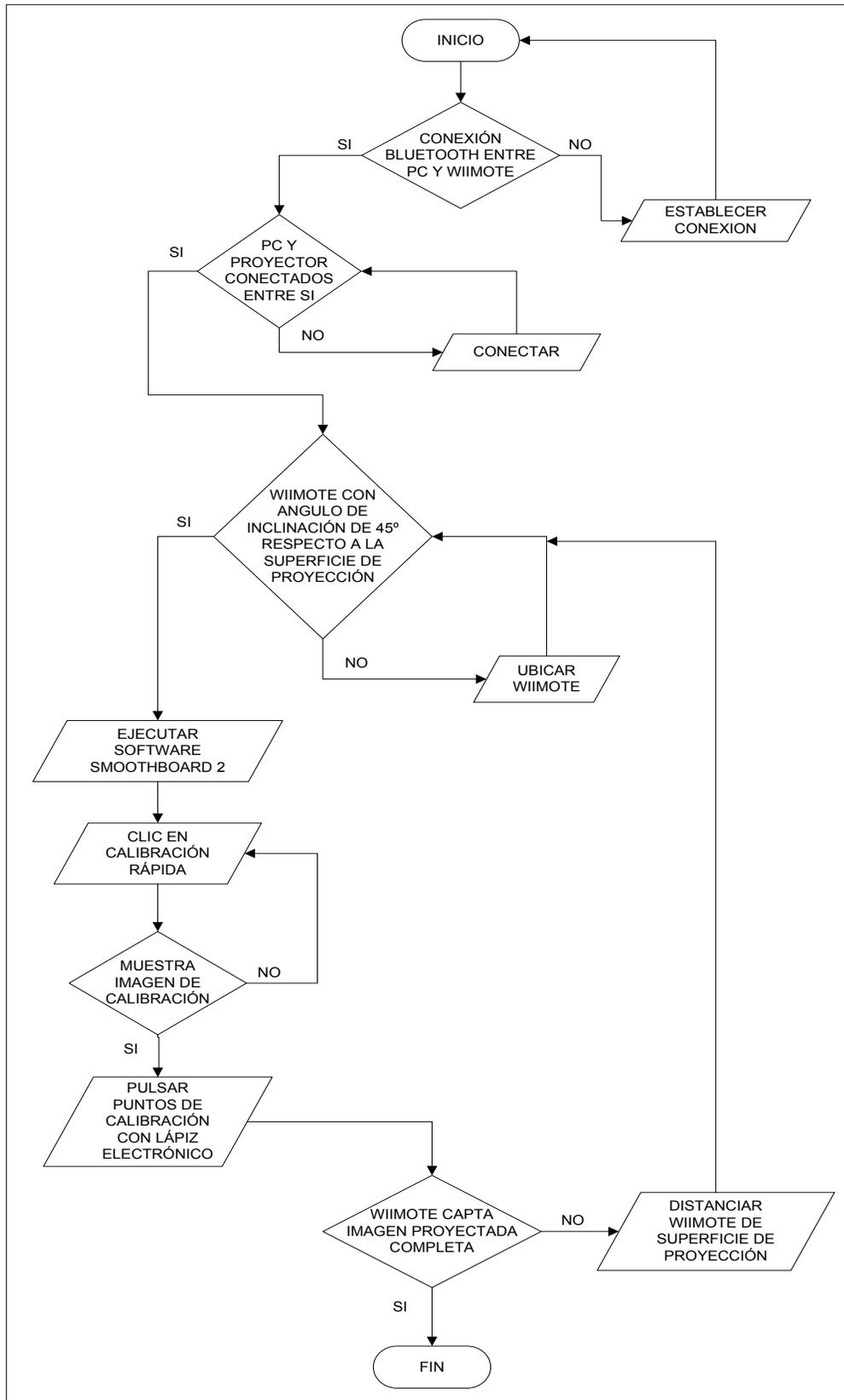


Diagrama 2. Diagrama de flujos de calibración de PDI de bajo costo

IX. ESTUDIO TÉCNICO

1. Tamaño del proyecto

En los resultados de la aplicación de los cuestionarios se encontró que, de un total de ciento diecisiete docentes (universo) de la Facultad de Electrotecnia y computación de la UNI, setenta y tres están dispuestos a utilizar pizarras digitales interactivas para impartir clases, lo que brinda como resultado que el tamaño del proyecto o capacidad de producción del proyecto es de setenta y tres pizarras digitales interactivas portátiles y de bajo costo.

2. Tamaño óptimo del proyecto

El tamaño óptimo del proyecto es la cantidad total de pizarras digitales interactivas que se debe producir con los menores costos posibles.

La demanda es el factor más importante para determinar el tamaño del proyecto o capacidad de producción del proyecto. Cuando se esperan beneficios económicos con la implementación de un determinado proyecto, la propuesta de tamaño debe ser menor que la demanda, ya que si el tamaño propuesto es igual a la demanda, resultaría muy riesgoso en cuanto a pérdidas de inversión. Sin embargo, el presente proyecto se realizó solamente con fines educativos, por tanto, el tamaño óptimo del proyecto en este caso es equipar cada aula de clases con las que cuenta la Facultad de Electrotecnia y Computación de la UNI.

Carrera	Cantidad de aulas
Ing. Electrónica	12
Ing. Eléctrica	7
Ing. Computación	13
Total	32

Tabla 6. Cantidad de aulas en la FEC

3. Presupuesto de desarrollo de una pizarra digital interactiva de bajo costo

El presupuesto permite determinar la inversión que se requiere en caso de implementar el proyecto, esto conlleva compra de componentes, compra de licencia de software entre otros gastos.

Por tanto, la inversión total para la elaboración de una PDI de bajo costo queda definida en la siguiente tabla:

Cantidad	Componente o software	Precio unitario	Costo
2	Wiimote	U\$ 18.99	U\$ 37.98
1	Adaptador Bluetooth	U\$ 7.14	U\$ 7.14
1	Licencia Smoothboard 2	U\$ 29.99	U\$ 29.99
1	Diodo Infrarrojo IR383	U\$ 0.52	U\$ 0.52
1	Pulsador NA (Tipo tecla)	U\$ 0.28	U\$ 0.28
2	Batería AAA	U\$ 1.20	U\$ 2.4
4	Batería AA	U\$ 0.98	U\$ 1.96
1	Resistor 30 ohm $\frac{1}{4}$ W	U\$ 0.27	U\$ 0.27
2	Soporte para Wiimote	U\$ 12.00	U\$ 24.00
1	Mini Laptop hp	U\$ 355.35	U\$ 355.35
1	Datashow Epson	U\$ 618.7	U\$ 618.7
Total			U\$ 1078.59

Tabla 7. Presupuesto de PDI de bajo costo

Para instalar una PDI en cada una de las 32 aulas de clases de la FEC se requiere una inversión total de U\$ 34,514.88. Este gasto se reduciría notablemente si ya se cuenta con la computadora y el datashow, ya que el presupuesto de la construcción de la PDI de bajo costo sería de U\$ 104.54

4. Análisis comparativo de la PDI de bajo costo con las existentes en el mercado

Para este análisis comparativo, se tomaron en cuenta características como la tecnología que se utiliza en cada pizarra digital interactiva, la conexión con la

computadora, la instalación y calibración, la facilidad de manejo y movilidad, el medio de interacción, el precio de cada una de ellas, entre otras.

Pentouch TV-PA490

Es una pizarra digital interactiva de gran formato, es decir que solo se puede utilizar en el lugar donde fue instalada. Es desarrollada por LG, utiliza la tecnología electromagnética y un puntero electrónico específico, el cual es alámbrico. Su posicionamiento es muy preciso, la conexión con la computadora se realiza mediante el puerto HDMI, por lo que la alimentación la obtiene del mismo ordenador y contiene un software de desarrollo para utilizarse con el contenido de la PC. Su instalación es sumamente sencilla y no necesita calibración para comenzar a manejarla. Este tipo de pizarra solamente permite el uso de un puntero electrónico a la vez y tiene un costo de U\$ 1378.

Bright Link 475

Es un proyector interactivo, esto brinda la posibilidad de convertir la superficie donde se realice la proyección en una pizarra digital interactiva, no es portátil. Es desarrollada por EPSON, posee 2,600 lúmenes, el tipo de tecnología que utiliza es la infrarroja, la conexión con la computadora es mediante el puerto HDMI, se pueden utilizar dos punteros al mismo tiempo, los cuales son inalámbricos y necesitan 1 batería AA para trabajar, la imagen se calibra automáticamente y contiene una barra de herramientas. Este proyector interactivo tiene un costo de U\$ 2,300.

Pizarra Interactiva

Es una pizarra digital interactiva portátil desarrollada por HP. Utiliza la tecnología infrarroja y se conecta a la computadora por medio del puerto USB. Se compone de dos elementos básicos, un dispositivo receptor de señal llamado HP Pocket Whiteboard, el cual se coloca sobre la superficie de la pizarra en donde se quiere proyectar y un puntero emisor de señal. Requiere la instalación de dos software, el HP Interact y el HP Scrapbook. Esta pizarra necesita de

calibración (6 puntos de calibración) y solo se puede utilizar en superficies acrílicas. La pizarra interactiva tiene un costo de U\$ 1,035.

Pizarra Electrónica Elite Panaboard

Es una pizarra digital interactiva de gran formato desarrollada por Panasonic. Utiliza la tecnología electromagnética, se conecta a la computadora mediante el puerto USB, dispone de un software de desarrollo y el medio que permite la interacción es un lápiz electrónico inalámbrico. Se necesita calibrarla (5 puntos de calibración) antes de empezar a utilizarla y tiene un costo de U\$ 4,600.

Pizarra Digital Interactiva SMART

Es una Pizarra Digital Interactiva de gran formato, utiliza la tecnología resistiva. Cuenta con un datashow, establece conexión con la computadora ya sea por medio del puerto USB, por medio del puerto RS-232C, o por medio Bluetooth. Tiene seis puntos de calibración, se pueden utilizar 4 punteros electrónicos, posee un software de desarrollo y tiene un costo de U\$ 4,600.

Pizarra Digital Interactiva de bajo costo

Es una pizarra digital interactiva portátil. Utiliza la tecnología infrarroja y la tecnología bluetooth, ya que el sensor recibe señales infrarrojas emitidas por el puntero y las envía a la computadora por medio de conexión tipo Bluetooth, la cual se realiza por medio del software BlueSoleil. Requiere la instalación de un software de desarrollo para poder utilizar una barra de herramientas. El puntero es inalámbrico, requiere de dos baterías AAA y solamente se puede utilizar un puntero a la vez. Su instalación es sencilla y su calibración es manual (4 puntos de calibración). Se puede utilizar en cualquier superficie lisa, es de fácil manejo y tiene un costo de U\$ 105.

Modelo	Pentouch PA490	Bright Link 475	Pizarra Interactiva	Elite Panaboard	PDI SMART	PDI de bajo costo
Tecnología	Electromagnética	Electromagnética	Infrarroja	Electromagnética	Resistiva	Infrarroja
Tipo de conexión con la PC	Puerto HDMI	Puerto HDMI	Puerto USB	Puerto USB	Puerto USB	Bluetooth
Portabilidad	No	No	Sí	No	No	Sí
Instalación	Sencilla	Sencilla	Sencilla	Difícil	Difícil	Sencilla
Calibración	No necesita	Automática	Manual	Manual	Manual	Manual
Área máxima de proyección	Tamaño de la plataforma	Área máxima que brinda el datashow	Área máxima que brinda el datashow	Tamaño de la plataforma	Tamaño de la plataforma	Área máxima que brinda el datashow
Medio de interacción	Lápiz electrónico	Lápiz electrónico	Lápiz electrónico	Lápiz electrónico	Lápiz electrónico	Lápiz electrónico
Precisión	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta	Alta
Trabajo en tiempo real	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Software de desarrollo	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Precio	U\$ 1,733.35	U\$ 2,655.35	U\$ 2,009.05	U\$ 5,574.05	U\$ 4,956	U\$ 1,078.59

Tabla 8. Tabla comparativa de PDIs

Los precios de las pizarras digitales interactivas mostrados en la tabla 8 incluyen el datashow y la computadora.

En la Facultad de Electrotecnia y Computación existen alrededor de 14 pizarras digitales interactivas de la marca SMART instaladas en el 2013 a un costo de U\$ 3,500 cada una con accesorios e instalación incluidos. La capacitación consta de dos módulos y fue cortesía de la empresa proveedora; fue brindada a 2 ingenieros de DITI (Dirección de Tecnología Institucional) de la UNI, quienes se encargaron de reproducirla a los demás docentes. Sin embargo dicha empresa cobra U\$ 24.00 por módulo de capacitación, el cual se divide en 8 horas de inducción teórica y software, 8 horas prácticas, técnica y hardware. El mantenimiento preventivo costó U\$ 70.00 por cada PDI, el cual incluyó calibración, balance de pantalla, configuración digital y limpieza general. En caso de daños específicos digitales o físicos, los cobros son establecidos según su magnitud.

Por su parte, la PDI de bajo costo representa gastos menores en cuanto a instalación, capacitación y mantenimiento; los componentes son individuales, por lo que se les puede dar mantenimiento por separado y el único gasto recurrente es el cambio periódico de baterías al wiimote y al puntero infrarrojo, el cual puede ser fabricado a un bajo costo.

Las pizarras digitales interactivas de gran formato poseen plataformas de trabajo que no se encuentran diseñadas para que el docente pueda escribir sobre ellas con marcadores acrílicos, esto trae como desventaja la necesidad de utilizar una plataforma extra (pizarra acrílica) en caso de que el fluido eléctrico sea interrumpido. Esto no sucede con la PDI de bajo costo, pues esta permite que cualquier superficie de proyección pueda transformarse en una pizarra interactiva, por lo que el docente podrá escribir con marcadores acrílicos sobre la misma pizarra donde se encuentra proyectando sin causar daño alguno a los materiales de trabajo.

La Facultad de Electrotecnia y Computación obtuvo las pizarras a un precio menor al encontrado en la actualidad en el mercado nicaragüense; aún así, todos los costos son considerablemente mayores a los de la pizarra digital interactiva que se propone en este proyecto.

Equipar las 32 aulas de la FEC con la PDI SMART supondría una inversión total de U\$ 123,371.2, una cifra que superaría en más del 300% equiparlas con la PDI de bajo costo.

5. Organización para la ejecución del proyecto

Esta etapa trata del personal necesario que se requiere para llevar a cabo el proyecto y es muy importante, ya que hay que plantear bien las actividades a realizar y si es posible, optimizarlas para aprovechar los recursos monetarios con los que se cuenta. Dichas actividades deben de ser programadas, coordinadas y controladas.

Las actividades de mayor importancia que se requieren para el desarrollo del proyecto son las siguientes:

- Cotización y compra de componentes.
- Compra de licencia de software.
- Construcción de lápiz electrónico.
- Elaboración de un manual de usuario.
- Instalación de software requerido.
- Capacitación a docentes sobre interconexión de todos los elementos.
- Mantenimiento de PDI de bajo costo
- Elaboración de manual de uso.

En caso de que el proyecto de la pizarra digital interactiva de bajo costo llegase a implementarse, se necesitaría de dos personas para cumplir con las actividades que se generarían con dicho proyecto.

6. Marco institucional y normativo del proyecto

Los objetivos del presente trabajo no son para la creación de una empresa o negocio, por lo que, si la propuesta se desea llevar a cabo no hay leyes en el país que lo impidan. Sin embargo, se pretende demostrar que el proyecto es viable, esto se consigue apoyándose en documentos publicados por profesionales de la Universidad Nacional de Ingeniería.

Los escritos que brindan soporte a la posible implementación de la PDI de bajo costo se encuentran en el Modelo Educativo Institucional de la UNI y son los siguientes:

- *La UNI cuenta con un perfil propio como universidad consagrada particularmente al cultivo de la Ciencia y la Tecnología.* [DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO 2008, P.16]
- *Es necesario reformular los planes de estudios y utilizar métodos nuevos y adecuados que permitan superar el mero dominio cognitivo de las disciplinas; se debería facilitar el acceso a nuevos planteamientos pedagógicos y didácticos y fomentarlos para propiciar la adquisición de conocimientos prácticos, competencias y aptitudes para la comunicación.* [DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO 2008, P.18]
- *La UNI se propone fortalecer y ampliar la oferta académica. Se debe potencializar el uso y aprovechamiento de los recursos que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación.* [DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO 2008, P.36]
- *La UNI se plantea como paradigmas educativos el aprender a hacer (adquirir competencias), aprender a emprender (iniciativa y creatividad) y aprender a desaprender (apertura a la actualización y renovación).* [DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO 2008, P.41]

X. Recursos educativos que se pueden utilizar con la pizarra digital interactiva de bajo costo

Además de todos los programas con los que cuenta la computadora para trabajar dentro del aula de clases, los docentes pueden seguir utilizando los diferentes tipos de software con los cuales normalmente se apoyan para impartir el conocimiento, como son los simuladores de circuitos eléctricos y electrónicos o también software de programación. También se pueden encontrar vía online otro tipo de programas de los cuales se puede sacar provecho para hacer la clase más interactiva. Algunos se pueden descargar y otros se utilizan directamente en línea.

Quizbox (<http://www.quizbox.com/builder>)

Es una herramienta online con la cual se pueden crear cuestionarios, se debe elegir la cantidad preguntas, editarlas y elegir las opciones para las respuestas de cada una de ellas.

4Teachers (<http://pblchecklist.4teachers.org/es>)

Herramienta para generar cuestionarios, estos pueden ser referentes trabajos escritos, presentaciones orales o multimedia. Existen listas de chequeo predeterminadas para ser incluidas en los cuestionarios dependiendo del tipo de proyecto y los parámetros a ser evaluados.

Educalim (<http://www.educalim.com/biblioteca/mate/mate.html>)

Genera diversos ejercicios con operaciones matemáticas, para lo cual se debe seleccionar un tipo de operación predeterminada, el modo de resolución ya sea escrito, por arrastre o por teclado, también se puede seleccionar el número total de páginas para los ejercicios y el número de cifras máximas para generar las operaciones.

Preceden (<http://www.preceden.com>)

Es un generador online de líneas de tiempo. Permite organizar información sobre diversos temas, para lo cual se debe colocar el nombre del evento, seleccionar el color con el cual se representará en línea de tiempo e introducir la fecha en la que se produjo dicho evento.

Mindmeister (<http://mindmeister.com/es>)

Excelente herramienta para crear mapas mentales ágiles y fáciles, además se puede agregar iconos, personalizar los colores y una vez finalizada exportar el mapa como imagen o .pdf.

Wolfram Alpha (<http://www.wolframalpha.com>)

Es un buscador interactivo, el cual hace estricta referencia a lo buscado brindando recursos que permitan aprender más sobre el termino deseado.

Quizlet (<http://quizlet.com>)

Es una herramienta ideal para preparar tarjetas virtuales para los alumnos, agruparlas por temas y compartirlas.

Algebrator (<https://www.dropbox.com/s/qfgpydj5mga5y24/alg51win-en.exe>)

Es un software que brinda la posibilidad de resolver de manera fácil, clara y rápida desde los problemas más difíciles hasta los más sencillos. Se pueden resolver problemas de logaritmos, desigualdades, exponenciales complejos y ecuaciones matemáticas en general.

eToolBox

Es un recurso ideal para los docentes que buscan ideas y herramientas para integrar la tecnología en sus lecciones.

Tabla periódica de Salk (<http://salksperiodictable.wikispaces.com/Periodic+Table>)

Esto se parece a una tabla periódica común. Al hacer clic en cada uno de los elementos se abre una nueva página con información sobre dicho elemento.

Modellus (<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/fisica/Programas-fisica.htm>)

Es un simulador de procesos físicos donde el docente solo necesita aportar conocimientos de su materia para la construcción del modelo matemático de la simulación y puede aplicar sus ideas educativas al diseño de la pantalla donde se muestra la simulación.

Ondas (<http://intercentres.edu.gva.es/iesleonardodavinci/fisica/Programas-fisica.htm>)

Es un software para la modelización de fenómenos ondulatorios, muy útil para observar pulsos y ondas en una y dos dimensiones.

Además de estos programas, existen muchos otros en la red de los cuales se pueden hacer uso para impartir clases de una manera diferente. Con estos programas, los docentes tienen al alcance más recursos tecnológicos para hacer frente a las necesidades educativas.

XI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La aplicación del cuestionario permitió ratificar, así como determinar la demanda que existe, en cuanto al uso de medios audiovisuales por parte de los docentes de la FEC en la UNI, la cual es del 100%, equivalente a 117 docentes. De los cuales, 74 están interesados en adquirir una PDI para ser utilizada como un nuevo tipo de tecnología que les sirva de apoyo en su metodología de enseñanza.

Las pizarras digitales interactivas que se ofrecen actualmente en el mercado poseen precios elevados que dificultan la adquisición de las mismas, esto beneficia el desarrollo del proyecto, ya que el prototipo propuesto tiene un costo bajo, comparado con dichas pizarras comerciales, esto es debido a que se elabora con materiales de bajo costo y aun así el producto final mantiene la calidad que los ofertados en el mercado. Esto permite que el precio no sea un factor que impida que los docentes tengan accesibilidad a una PDI y también que la FEC pueda equipar cada una de las aulas con esta tecnología.

Se comprobó mediante el estudio técnico que el proyecto tiene factibilidad técnica ya que la tecnología requerida para la construcción e instalación del sistema está disponible en el país, tiene factibilidad operativa ya que existe el personal necesario y calificado para llevar a cabo el proyecto y para hacer un uso correcto de la PDI y tiene factibilidad económica debido al bajo costo que conlleva su elaboración.

La PDI de bajo costo es de fácil manejo y los docentes que la utilicen se familiarizarán rápidamente con ella, debido a que la mayoría están acostumbrados al uso de diversos tipos de medios audiovisuales. La PDI de bajo costo brinda la mayoría de las características que poseen las PDIs de tipo profesional como la barra de herramientas, el trabajo en tiempo real, anotaciones sobre las presentaciones, guardar y reutilizar los documentos, entre otras.

Si se llegase a implementar el proyecto, se debe elaborar un manual de instalación, operatividad y mantenimiento de la pizarra digital interactiva de bajo costo con el fin de facilitar la familiarización de los docentes con este tipo de tecnología educativa. Además de realizar un estudio después de un tiempo de estarse utilizando la PDI de bajo costo, esto con el objetivo de obtener los resultados tanto positivos como negativos que se generarían en los alumnos y docentes de la Facultad de Electrotecnia y Computación.

La UNI como líder en ciencia y tecnología debería desarrollar un programa de transferencia de tecnología hacia otras instituciones encargadas de la educación desde el nivel de primaria hasta el profesional, en pro de un mejoramiento del proceso enseñanza – aprendizaje.

XII. BIBLIOGRAFÍA

ADAME, ANTONIO; Pedagogía de los Medios Audiovisuales: Medios Audiovisuales en el Aula, num. 19; Córdoba; Junio de 2009, P.1-2; [http://www.csif-](http://www.csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_19/ANTONIO_ADAME_TOMAS01.pdf)

[csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_19/ANTONIO_ADAME_TOMAS01.pdf](http://www.csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_19/ANTONIO_ADAME_TOMAS01.pdf)

COORDINACION DE BIBLIOTECA Y DOCUMENTACION MULTIMEDIA; Lista de Fuentes Bibliográficas: Presentación de Bibliografía, Referencias y Notas en Tesis y Trabajos Académicos; 2003; [Tutoriales%20%20Lista%20de%20fuentes,%20bibliograf%C3%ADa,%20referencias%20y%20notas%20en%20tesis%20y%20trabajos%20acad%C3%A9micos%20-%20Biblioteca%20Central%20-%20UNLZ.htm](http://www.csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_19/ANTONIO_ADAME_TOMAS01.pdf)

DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO; Modelo Educativo Institucional: Justificación; Managua; Programa de Diseño y Producción Audiovisual de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, P.16

DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO; Modelo Educativo Institucional: Justificación; Managua; Programa de Diseño y Producción Audiovisual de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, P.18

DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO; Modelo Educativo Institucional: Justificación; Managua; Programa de Diseño y Producción Audiovisual de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, P.23

DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO; Modelo Educativo Institucional: Justificación; Managua; Programa de Diseño y Producción Audiovisual de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, P.36

DIRECCION DE DESARROLLO EDUCATIVO; Modelo Educativo Institucional: Justificación; Managua; Programa de Diseño y Producción Audiovisual de la Universidad Nacional de Ingeniería, 2008, P.41

DISEÑADORES TECNOLOGICOS; Pizarra Digital Interactiva de Bajo Costo: Presupuesto de Fabricación; Febrero de 2010, P.18; http://www.aba-argentina.com/actividades/premios_aba/2009/PDF/Mencion-MonografiaPDI Bajo Costo.pdf

FERRER, SANTIAGO; La Pizarra Digital: Características de la PDI; Febrero de 2011, P.11-13; <http://ebookbrowse.com/09-la-pizarra-digital-pdf-d66635980>

GARCIA, ANA y GONZALEZ, LUIS; Uso Pedagógico de Materiales y Recursos Educativos de las TIC: Sus Ventajas en el Aula; Universidad de Salamanca; Febrero de 2006, P.2; http://www.eyg-ferre.com/TICC/archivos_ticc/AnayLuis.pdf

LOS INTELLECTUALES; La Educación Audiovisual: Recursos Audiovisuales; Párrafo 3; <http://futuros-licenciados.blogspot.com/2008/03/la-educacion-audiovisual.html>

GARCIA, ANA y GONZALEZ, LUIS; Uso Pedagógico de Materiales y Recursos Educativos de las TIC: Sus Ventajas en el Aula; Universidad de Salamanca; Febrero de 2006, P.1:42; http://www.eyg-ferre.com/TICC/archivos_ticc/AnayLuis.pdf

GUTIERREZ, ISABEL y SANCHEZ, MARIA; Pizarra Interactiva: Uso y Aplicaciones en la Enseñanza; Universidad de Murcia; P.2; <http://digitum.um.es/xmlui/bitstream/10201/3303/1/76.pdf>

MARQUÉS, PERE; La Pizarra Digital en el Aula de Clases: El Valor Añadido de las Pizarras Interactivas; grupo edebé, 2006, P.27; http://www.edebedigital.net/biblioteca/pizarra-digital_CAST.pdf

OESTRADA; Tecnología Bluetooth: Funcionamiento; Guanajuato, Mexico; Enero de 2007, P.2; oestrada@poderjudicial-gto.gob.mx

PENAGOS, JULIO; Referencias Estilo APA: Guía de Estilo Referencias APA; 2008;

[Referencias%20Estilo%20APA%20%20%20Gu%C3%ADa%20Referencias%20APA.htm](#)

PINEDO, VANESSA; Importancia de la Formulación y Evaluación de proyectos: Definición y Características de un Proyecto; Febrero de 2009, Párrafo 1; <http://mundoaprendizajes.blogspot.com/2009/02/importancia-de-la-formulacion-y.html>

SAMPIERI, ROBERTO, FERNANDEZ, CARLOS Y BAPTISTA PILAR; Metodología de la Investigación; Mexico D.F; McGraw-Hill, abril de 2006.

SAPAG CHAIN, NASSIR y SAPAG CHAIN, REINALDO; Preparación y Evaluación de Proyectos: La Evaluación de Proyectos; Bogotá; McGraw-Hill, 2008, PP.7:14

SAPAG CHAIN, NASSIR y SAPAG CHAIN, REINALDO; Preparación y Evaluación de Proyectos: El Estudio Técnico del Proyecto; Bogotá; McGraw-Hill, 2008, P.24

SAPAG CHAIN, NASSIR y SAPAG CHAIN, REINALDO; Preparación y Evaluación de Proyectos: Antecedentes Económicos del Marco Legal; Bogotá; McGraw-Hill, 2008, P.244

UNIVERSIDAD BOLIVARIANA DE VENEZUELA; Medios Audiovisuales, Tipos de Medios Audiovisual; Santa Bárbara de Zulia, febrero de 2011, P.2; <http://www.monografias.com/trabajos88/medios-audiovisuales/medios-audiovisuales.shtml>

XIII. ANEXOS

Encuesta sobre el uso de una pizarra digital interactiva como una nueva herramienta educativa

El objetivo de esta encuesta es conocer cuáles son las características que le gustaría al docente que tuviera un medio audiovisual para poder utilizarlo como apoyo en el aula de clases y así mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Favor marque con una X dentro del cuadro.

1. ¿Utiliza o ha utilizado medios audiovisuales (proyector, computadora, etc.) para impartir sus clases?

Sí No

2. ¿Cómo considera usted estas herramientas para el aprendizaje de los estudiantes?

Malas Regulares Buenas Muy buenas Excelentes

3. ¿Qué características busca un docente en un medio audiovisual? (Puede marcar más de una opción)

- Que permita una enseñanza moderna para motivar a los alumnos.
- Que sea de fácil manejo.
- Que permita que el aprendizaje sea más rápido.
- Que proporcione la posibilidad de variar la metodología e incentivar la motivación.
- Que brinde facilidades para que la clase sea más dinámica, interactiva e interesante.
- Que facilite la comunicación con los estudiantes.
- Que permita incrementar estrategias de enseñanza.
- Agilidad en el manejo de las presentaciones.
- Que ofrezca un entorno para la observación, la exploración y la experimentación.
- Que sea atractivo para el estudiante.
- Que permita integrar otro enfoque en la metodología de enseñanza.
- Que permita fomentar y estimular la imaginación de los alumnos.

- Que favorezca el desarrollo de operaciones de análisis, relaciones, síntesis, generalización y abstracción.
- Que permita reutilizar la información, las presentaciones, los videos, etc.
- 4. ¿Tiene conocimiento acerca de qué es y para qué se utiliza una pizarra digital interactiva?**
- Sí No
- 5. ¿Sabe usted si este tipo de sistema se puede adquirir en Nicaragua?**
- Sí No
- 6. ¿Qué opinión tiene usted acerca de este tipo de producto?
(Puede marcar dos opciones)**
- Interesante Poco interesante Nada interesante
- Útil Poco útil Nada útil
- 7. ¿Cree usted que adquiriría una nueva competencia con el uso de una pizarra digital interactiva?**
- Sí No Quizás
- 8. ¿Qué tanto beneficiaría a su forma de enseñanza el uso de una pizarra digital interactiva?**
- Mucho Poco Nada
- 9. ¿Qué ventajas y facilidades considera usted que obtendría con el uso de esta tecnología? (Puede marcar más de una opción)**
- Más atención por parte de los alumnos.
- Impartir conferencias más interactivas.
- Mejorar la asistencia de los estudiantes.
- Mejores resultados en las clases y conferencias impartidas.
- Mejor aprovechamiento del tiempo durante las clases.
- Facilidad en la explicación de los temas impartidos.

10. ¿Qué beneficios considera usted que los alumnos obtendrían con un recurso como este? (Puede marcar más de una opción)

- Incremento de la motivación e interés de los alumnos.
- Facilidad en la comprensión de las materias recibidas.
- Mayor participación en las sesiones de clases.

11. ¿Estaría dispuesto a utilizar esta tecnología para impartir sus clases?

- Si No Quizás

12. ¿Cree usted que es importante que la universidad invierta en este tipo de tecnología?

- Si No Quizás

Cotizaciones



FACTURA PROFORMA

Numero : 505529

Fecha : 12/11/2013

MONEDA LOCAL

Cliente : 10305 FREDERIC RAMIREZ

Direccion : MANAGUA

Vendedor : OSWALDO ACOSTA

Zona : TODAS

Condiciones : Contado / EFECTIVO / 0 Dias

Orden Compra :

Notas :

Telefono :

Usuario : v124

Digitado : 12/11/2013 10:30:05

4

Linea	Producto	Cantidad	Precio	%Dec	BRUTO
1	PE019 PROYECTOR BENQ MS502, 2700 LUMENES SVGA/TECN DLP/NEGRO/SH..	1.00	11,683.13	10.00	11,683.13
2	BLT005 BLUETOOTH MICRO OMEGA DONGLE USB2.0 2.1V EDR UZA2221	1.00	158.39	10.00	158.39
Totales :		2.00			11,841.52

TOTALES

Bruto :	11,841.52
Descuento :	1,184.15
Impuesto Ventas :	1,598.60
Otro Impuesto :	0.00
Transporte :	0.00
Neto :	12,255.97

Hecho Por :



Este documento no tiene ningun valor comercial.

Precios sujetos a cambio sin previo aviso.

La entrega se hara segun existencia al momento de efectuarse la venta.



MULTICOMERCIAL, S.A.

CECA MUSICAL

MULTICOMERCIAL, S.A.

CECA ELECTRONICA

INSTRUMENTOS MUSICALES - SISTEMAS DE AUDIO - ILUMINACION PROFESIONAL
REPUESTOS Y ACCESORIOS ELECTRONICOS - EQUIPOS Y ACCESORIOS PARA COMPUTADORAS

RUC J0310000018731

FACTURA N° 736434

CONTADO: CREDITO:

FECHA: 18/10/2013 01:37:40PM

CLIENTE: MS000002-CELIA CENTENO

DIRECCION:

VENDEDOR:

JOSE LUIS SOLIS

CANTIDAD	CODIGO	PRODUCTO	PRECIO UNIT.	VALOR
2.00	DL-592	DIODO INFRARROJO(EMISOR) P/ CONTROLJ01	11.43	22.86

MULTICOMERCIAL S.A.
ENTREGADO
EGL



T/C: 25.40 US\$ 1.04

PED-0336588

SUB-TOTAL	22.86
TOTAL	22.86
I.V.A.	3.43
TOTAL NETO	26.29

OBSERVACIONES:

VENDEDOR

RECIBI CONFORME

FAC-00736434

POR EL PRESENTE PAGARE A LA ORDEN, PAGARE A MULTICOMERCIAL, S.A. O A SU ORDEN LA SUMA QUE ASCIENDE EL VALOR TOTAL DE ESTA FACTURA DE CREDITO.

Avenida Principal de Altamira N° 558 y 560 Edificios Ceca Electrónica y Ceca Musical, Managua, Nicaragua
PBX. 2277-0537 • FAX: 2277-3989 • E-mail: ceca@ceca.com.ni • ventas@ceca.com.ni • www.ceca.com.ni



Calle Principal Altamira Deste No.589 Ferreteria Sinisa 25vrs arriba
 Telefono:PBX (505) 2264-8800 - Email : ventas@comtech.com.ni
 RUC No. J031000000603 - www.comtech.com.ni

No. Prof. 123891

Ciente: **FREDERIC RAMIREZ CENTENO**

Atención:

Teléfono:

Email:

Fecha 12/11/2013

Asesor Venta -Ningún empleado del departament

Teléfono: Ext.

Celular

E-Mail

#	Código	Descripción	Cant	Precio	Total
1	03801-023	TELEVISOR LG 50" / PLASMA TV / PEN TOUCH / 50PA4900	1	US\$ 1,198.00	US\$ 1,198.00
		COMMON SPEC Tipo de pantalla Tamaño de la pantalla (pulgada) Plasma TV 50 IMAGEN Resolución Relación de contraste dinámico DVB-T digital (MPEG-4) Tecnología 600Hz Sub-field Drive Altitud Máxima de uso 1024x768 3,000,000:1 DVB-T1 (600Hz Max Sub Field Driving) 2900 Metros S.N.M. VIDEO Corrección de la relación de aspecto Modo de estado de imágenes Modo AV II (Cine/Juegos/Deportes) Mecanismo TRIPLE XD Engine 7 Modos (16:9/Just Scan/Original/Full Wide/4:3/14:9/Cinema Zoom) 7 Modos (Vivido/Estandar/Cinema/Deportes/Juegos,isf Expert1, isf Expert2) Si Si SONIDO Descodificador Dolby Digital Sistema envolvente Modo de sonido Clear Voice II Si Virtual Surround 5 Modos (Estandar,Musica,Cinema,Juegos,Deportes) Si INTERFAZ HDMI USB 2.0 2 1 DIMENSIONES			

Nota: Somos Grandes Contribuyentes.
 Estamos Exentos del 1% de la Retencion en la Fuente



Calle Principal Altamira D'este No.589 Ferrería Sinsa 25vrs arriba
 Teléfono:PBX (505) 2264-8800 - Email : ventas@comtech.com.ni
 RUC No. J031000000603 - www.comtech.com.ni

No. Prof. 123891

Cliente: FREDERIC RAMIREZ CENTENO

Atención:

Teléfono:

Email:

Fecha: 12/11/2013

Asesor Venta: -Ningún empleado del departament

Teléfono: Ext.

Celular

E-Mail

#	Código	Descripción	Cant	Precio	Total
		Peso (kg) CONJUNTO (con/sin pie) Pie incluido AxAlt.xP (mm) CONJUNTO Pie incluido 25.8 kg 28.2 kg 34.3kg 1168x704x53 1168x758x297 1270x817x285 USB 2.0 USB Hub Video (SD/HD/Plus HD) Codec Audio (1-Music/Photo/Video) (HD DivX) MP2,MP3,Dolby Digital,LPCM,ADPCM,AAC,HE-AAC,WMA			
3	06001-043	PROYECTOR EPSON POWERLITE S12+ - 2800 LUMENS / V11H430121/ 2 AÑOS GARANTIA / 90 DIAS LAMPARA	1	US\$ 538.00	US\$ 538.00
4		Brillo / Lumens 2.800 Lúmenes Resolución nativa SVGA Conectividad Video Compuesto RCA Conectividad Audio in (Ministereo o RCA) Conectividad Monitor Out(VGA) Conectividad S-Video Conectividad Audio Out (Mini-jack) Conectividad USB Tipo B Conectividad Computadora(VGA) Control remoto Selección de fuente, encendido, aspecto, modo de color, volumen, e-zoom, A/V mute, congelar, menú, página arriba y abajo, ayuda, auto, funciones de mouse, ID Contraste 2000:1 Nivel de ruido 37 dB (alta luminosidad) 29 dB (baja luminosidad) Corrección de trapezio Vertical +/- 30 grados Sistema de proyección Tecnología 3LCD Epson de 3-chips Método de proyección Delantera, posterior, soporte para techo Lentes F: 1.44 - 16.6mm. Lámpara 200W UHE E-Torl, 5000H (baja luminosidad), 4000H (alta luminosidad) TV Compatible NTSC: 560 líneas PAL: 560 líneas Señal de entrada NTSC/NTSC4.43/PAL/M-PAL/N-PAL/PAL60/ SECAM 480i, 480p, HDTV: 720p, 1080i Reproducción de colores 16,7 millones de colores			

**Nota: Somos Grandes Contribuyentes.
 Estamos Exentos del 1% de la Retencion en la Fuente**



Calle Principal Altamira D'este No.589 Ferreteria Sinsa 25vrs arriba
 Telefono PBX (505) 2264-8800 - Email : ventas@comtech.com.ni
 RUC No. J031000000603 - www.comtech.com.ni

No. Prof. 123891

Cliente: FREDERIC RAMIREZ CENTENO

Atención:

Teléfono:

Email:

Fecha 12/11/2013

Asesor Venta -Ningún empleado del departament

Teléfono: Ext.

Celular

E-Mail

#	Código	Descripción	Cant	Precio	Total
		Tarjeta de sonido 1 Watt Distancia de proyección 0,87 mts a 12,12 mts Características Físicas Ancho: 29.5cm Profundidad: 22.8cm Alto: 7.7cm Peso: 2.3 kg Requerimientos eléctricos Voltaje: AC 100-240V, +-10% Frecuencia: 50/60 Hz Condiciones ambientales Temperatura de Operación: 5° C a 35° C (41° F a 95° F) Garantía 2 años en el proyector y 3 meses en la lámpara			
5	04701-110	MINI NOTEBOOK HP 110-3550LA ATOM-N455-1.66/1GB-DDR3/250GB/10"/W7S/LK553LA#ABM	1	US\$ 309.00	US\$ 309.00
6		Sistema operativo instalado Windows® 7 Starter original 32 bit Procesador Intel® Atom™ N455 • 1,66 GHz, FSB de 667 MHz Memoria Memoria DDR3 de 1 GB (1 x 1024 MB) Diseño de memoria (1 x 1 GB) Ranuras de memoria 1 ranura de memoria accesible para usuarios Almacenamiento de datos Unidades internas SATA de 250 GB (7200 rpm) Gráficos Tamaño de pantalla (diagonal) Pantalla WSVGA LED HP antirreflejo de 25,6 cm (10,1") de diagonal Resolución de pantalla 1024 x 600 Gráficos Intel Graphics Media Accelerator 3150 (hasta 256 MB) Características de expansión Puertos 1 RJ-45 (LAN) 1 conector combinado de salida de audifono/entrada de micrófono 1 VGA (15 conectores) 3 USB 2.0 Ranuras Lector integrado de soportes digitales multi en 1 para tarjetas Secure Digital, MultiMedia, Memory Stick, Memory Stick Pro Dispositivos multimedia Webcam Cámara web HP con micrófono digital integrado Dispositivos de entrada Dispositivo apuntador Teclado táctil con área de desplazamiento arriba/abajo dedicada Teclado Teclado de tamaño completo 93% Comunicaciones Interfaz de red Interfaz de red Ethernet 10/100BT integrada Tecnologías inalámbricas 802.11 b/g/n; Conexión en red inalámbrica Bluetooth®			

T/ Cambio	25.4600
CONTADO	

Subtotal	US\$ 2,045.00
Impuesto	US\$ 306.75
Total	US\$ 2,351.75

Nota: Somos Grandes Contribuyentes.
 Estamos Exentos del 1% de la Retención en la Fuente

Hoja de datos IR383

EVERLIGHT

Technical Data Sheet

5mm Infrared LED , T-1 3/4

Features

- High reliability
- High radiant intensity
- Peak wavelength $\lambda_p=940\text{nm}$
- 2.54mm Lead spacing
- Low forward voltage
- Pb free
- The product itself will remain within RoHS compliant version.

Descriptions

- EVERLIGHT'S Infrared Emitting Diode(IR383) is a high intensity diode , molded in a blue transparent plastic package.
- The device is spectrally matched with phototransistor , photodiode and infrared receiver module.

Applications

- Free air transmission system
- Infrared remote control units with high power requirement
- Smoke detector
- Infrared applied system

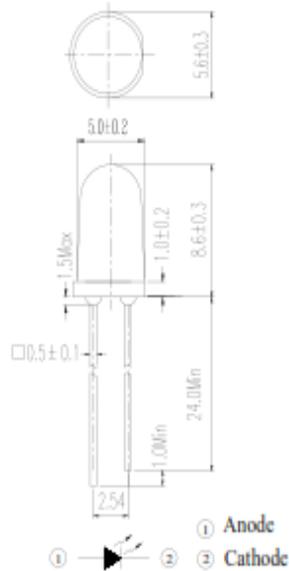
Device Selection Guide

LED Part No.	Chp	Lens Color
	Material	
IR	GaAlAs	Blue

IR383



Package Dimensions



Notes: 1.All dimensions are in millimeters
 2.Tolerances unless dimensions $\pm 0.25\text{mm}$

Absolute Maximum Ratings (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Rating	Units
Continuous Forward Current	I_F	100	mA
Peak Forward Current *1	I_{FF}	1.0	A
Reverse Voltage	V_R	5	V
Operating Temperature	T_{opr}	-40 ~ +85	°C
Storage Temperature	T_{stg}	-40 ~ +85	°C
Soldering Temperature*2	T_{sol}	260	°C
Power Dissipation at(or below) 25°C Free Air Temperature	P_d	150	mW

Notes: *1: I_{FF} Conditions--Pulse Width $\leq 100 \mu\text{s}$ and Duty $\leq 1\%$.

*2:Soldering time ≤ 5 seconds.

Electro-Optical Characteristics (Ta=25°C)

Parameter	Symbol	Condition	Min.	Typ.	Max.	Units
Radiant Intensity	Ec	I _r =20mA	7.8	20	--	mW/sr
		I _r =100mA Pulse Width ≤ 100 μs ,Duty ≤ 1%	--	80	--	
		I _r =1A Pulse Width ≤ 100 μs ,Duty ≤ 1%	--	800	--	
Peak Wavelength	λ _p	I _r =20mA	--	940	--	nm
Spectral Bandwidth	Δλ	I _r =20mA	--	45	--	nm
Forward Voltage	V _F	I _r =20mA		1.2	1.5	V
		I _r =100mA Pulse Width ≤ 100 μs ,Duty ≤ 1%	--	1.4	1.8	
		I _r =1A Pulse Width ≤ 100 μs ,Duty ≤ 1%	--	2.6	4.0	
Reverse Current	I _R	V _R =5V	--	--	10	μA
View Angle	2θ 1/2	I _r =20mA	--	20	--	deg

Rank

Condition : I_r=20mA

Unit : mW/sr

Bin Number	M	N	P	Q
Min	7.80	11.0	15.0	21.0
Max	12.5	17.6	24.0	34.0

Typical Electro-Optical Characteristics Curves

Fig.1 Forward Current vs. Ambient Temperature

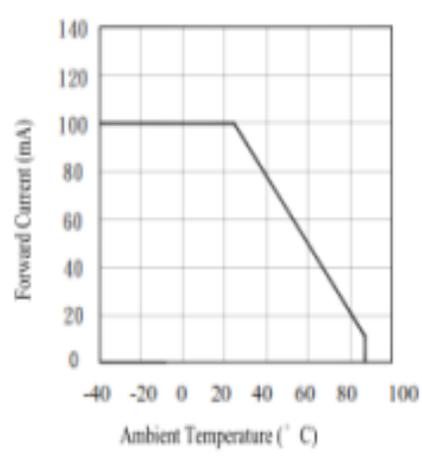


Fig.2 Spectral Distribution

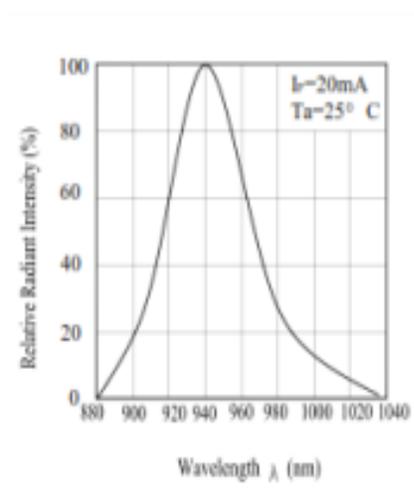


Fig.3 Peak Emission Wavelength vs. Ambient Temperature

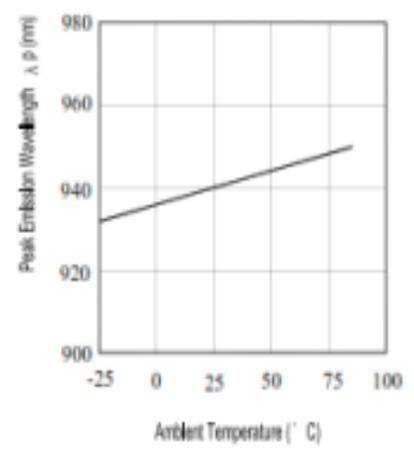
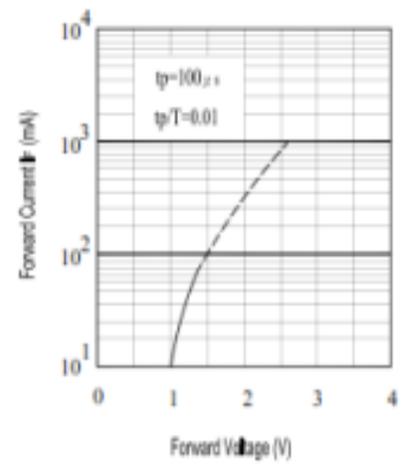


Fig.4 Forward Current vs. Forward Voltage



Typical Electro-Optical Characteristics Curves

Fig.5 Radiant Intensity vs. Forward Current

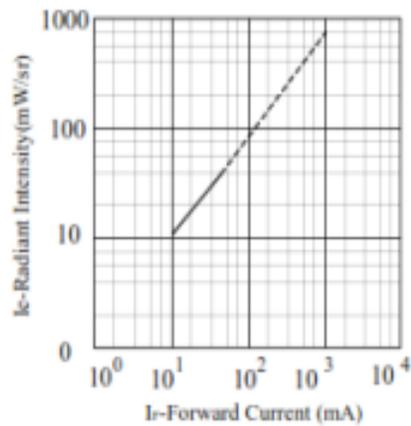


Fig.6 Relative Radiant Intensity vs. Angular Displacement

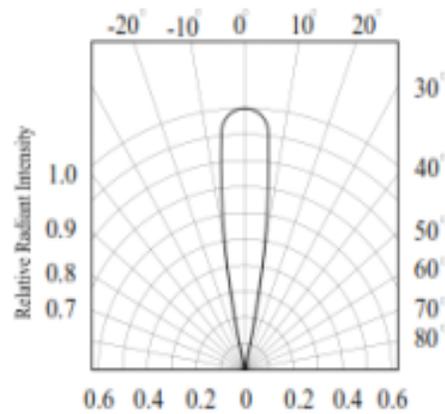


Fig.7 Radiant Intensity vs. Ambient Temperature(°C)

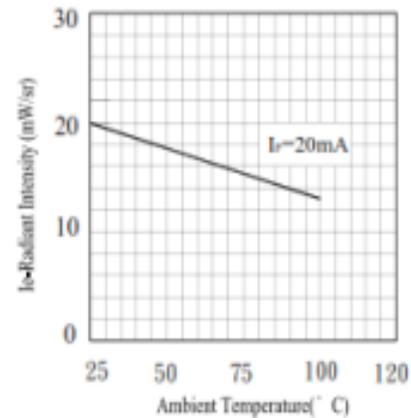
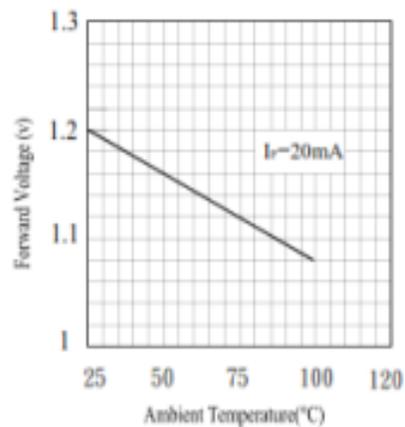


Fig.8 Forward Voltage vs. Ambient Temperature(°C)



Reliability Test Item And Condition

The reliability of products shall be satisfied with items listed below.

Confidence level : 90%

LTPD : 10%

NO.	Item	Test Conditions	Test Hours/ Cycles	Sample Sizes	Failure Judgement Criteria	Ac/Re
1	Solder Heat	TEMP. : 260°C±5°C	10secs	22pcs	$I_a \geq U \times 2$ $E_e \leq L \times 0.8$ $V_r \geq U \times 1.2$ U : Upper Specification Limit L : Lower Specification Limit	0/1
2	Temperature Cycle	H : +100°C 15mins ↓ 5mins L : -40°C 15mins	300Cycles	22pcs		0/1
3	Thermal Shock	H : +100°C 5mins ↓ 10secs L : -10°C 5mins	300Cycles	22pcs		0/1
4	High Temperature Storage	TEMP. : +100°C	1000hrs	22pcs		0/1
5	Low Temperature Storage	TEMP. : -40°C	1000hrs	22pcs		0/1
6	DC Operating Life	$I_p = 20\text{mA}$	1000hrs	22pcs		0/1
7	High Temperature/ High Humidity	85°C / 85% R.H	1000hrs	22pcs		0/1

Packing Quantity Specification

1.500PCS/1Bag + 5Bags/1Box

2.10Boxes/1Carton

Label Form Specification



CPN: Customer's Production Number
 P/N : Production Number
 QTY: Packing Quantity
 CAT: Ranks
 HUE: Peak Wavelength
 REF: Reference
 LOT No: Lot Number
 MADE IN TAIWAN: Production Place

Notes

1. Above specification may be changed without notice. EVERLIGHT will reserve authority on material change for above specification.
2. When using this product, please observe the absolute maximum ratings and the instructions for using outlined in these specification sheets. EVERLIGHT assumes no responsibility for any damage resulting from use of the product which does not comply with the absolute maximum ratings and the instructions included in these specification sheets.
3. These specification sheets include materials protected under copyright of EVERLIGHT corporation. Please don't reproduce or cause anyone to reproduce them without EVERLIGHT's consent.

<p>EVERLIGHT ELECTRONICS CO., LTD. Office: No 25, Lane 76, Sec 3, Chung Yang Rd, Tucheng, Taipei 236, Taiwan, R.O.C</p>	<p>Tel: 886-2-2267-2000, 2267-9936 Fax: 886-2267-6244, 2267-6189, 2267-6306 http://www.everlight.com</p>
--	---