

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**DISEÑO DE UN SISTEMA GUÍA DE RECORRIDOS EN EL MUSEO
DE ARTE Y TRADICIONES POPULARES**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

Giancarlo Salazar Yaringaño

Asesor:

Ing. Willy Eduardo Carrera Soria

Lima, Febrero del 2012

RESUMEN

El siguiente documento de tesis tiene como principal objetivo el diseño de un sistema guía de recorridos en el Museo de Arte y Tradiciones Populares del Instituto Riva Agüero, entidad perteneciente a la Pontificia Universidad Católica del Perú. [1]

En el primer capítulo del presente documento se describirán algunas características pertinentes de los museos incluyendo los estándares adecuados para iluminación y sonido, por último, se explicará los problemas encontrados en los sistemas convencionales utilizados para recorridos guiados en los ambientes de los museos,

En el segundo capítulo, se presentará los actuales sistemas utilizados en los museos más visitados del mundo, desde la inclusión de adecuados sistemas de iluminación hasta la integración de nuevas tecnologías como son la utilización de robots y el desarrollo de los museos interactivos.

En el tercer capítulo, se analizarán los principales criterios para la elección adecuada de los circuitos electrónicos utilizados en el diseño del sistema guía de recorridos en el primer ambiente del Museo de Arte y Tradiciones Populares.

En el cuarto capítulo, se presentarán simulaciones del funcionamiento de los diseños escogidos por etapas, finalmente se presentará la implementación y realización de pruebas de un prototipo del sistema completo.

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍA



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño de un Sistema Guía de Recorridos en el Museo de Artes y Tradiciones Populares
 Área : Circuitos y Sistemas # 936
 Asesor : Ing. Wily Eduardo Carrera Soria
 Alumno : Giancarlo Salazar Yaringaño
 Código : 20064772
 Fecha : 08 / 09 / 11



Descripción y Objetivos

La integración de las nuevas tecnologías en los equipos de soporte utilizados en los museos, está incrementando la participación de los visitantes, cobrando una mayor importancia como medio de difusión y conocimiento. Dentro de todo esto, se puede encontrar desde iluminación fija hasta los sistemas interactivos que han causado una gran revolución en sus presentaciones.

Las visitas a los museos nacionales carecen de mayor atracción para los visitantes, dado que los recorridos a los ambientes son bastante monótonos y largos. Muchas veces resultan en el cansancio y aburrimiento del público. Para resolver estos diversos aspectos, hacemos uso de la electrónica con la inclusión de sistemas controlados y automáticos permitiendo que los recorridos sean más didácticos y hasta interactivos con los visitantes.

En el presente trabajo de tesis se pretende diseñar un sistema guía de recorridos en el Museo de Arte y Tradiciones Populares del Instituto Riva Agüero siendo un modelo para otros museos nacionales con el fin de mejorar los sistemas convencionales con ambientes más dinámicos que mejoren la atracción del público y permitan promover la culturización en nuestro país.

El diseño del sistema consistirá en la elección de los circuitos de iluminación, de audio, de control y del sensado; luego se realizará la configuración del algoritmo de control adecuado, finalmente se realizará la simulación de un prototipo para demostrar el correcto funcionamiento del sistema propuesto.

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

Willy Carrera Soria
Ing. WILLY CARRERA SORIA
PROFESOR ASOCIADO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

Benjamin Castañeda Aphan
De Ing. BENJAMÍN CASTAÑEDA APHAN
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica

MÁXIMO 50 PÁGINAS

FACULTAD DE
CIENCIAS E
INGENIERÍAPONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

TEMA DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO ELECTRÓNICO

Título : Diseño de un Sistema Guía de Recorridos en el Museo de Artes y Tradiciones Populares

Índice

Introducción

- 1 Problemática Actual en los Recorridos Guiados en los Ambientes del Museo.
2. Tecnologías Presentes en los Ambientes del Museo.
- 3 Diseño de un Sistema Guía de Recorridos.
4. Simulación del Prototipo y Resultados.

Conclusiones

Recomendaciones

Bibliografía

Anexos

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA

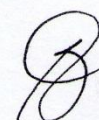


Ing. WILLY CARRERA SORIA
PROFESOR ASOCIADO

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
SECCIÓN ELECTRICIDAD Y ELECTRÓNICA



Dr. Ing. BENJAMÍN CASTAÑEDA APHAN
Coordinador de la Especialidad de Ingeniería Electrónica

MÁXIMO 50 PÁGINAS


ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1	
CAPITULO 1		
PROBLEMÁTICA ACTUAL EN LOS RECORRIDOS GUIADOS EN LOS AMBIENTES		
DEL MUSEO	2	
1.1. Entorno general.....	2	
1.1.1. Características generales de los museos.....	2	
1.1.2. Tendencia cultural.....	2	
1.1.3. Tendencia Tecnológica.....	2	
1.2. Estándares adecuados.....	2	
1.2.1. Luz.....	2	
1.2.2. Sonido.....	3	
1.3. Recorridos Guiados.....	4	
1.4. Declaración de la Problemática.....	5	
CAPITULO 2		
TECNOLOGÍAS PRESENTES EN LOS AMBIENTES DEL MUSEO		7
2.1. Estado del arte.....	7	
2.2. Iluminación.....	7	
2.2.1. Descripción.....	7	
2.2.2. Características.....	7	
2.3. Sensor de Presencia.....	9	
2.3.1. Descripción.....	9	
2.3.2. Características.....	9	
2.4. Presentación de la Tecnología actual en los museos	11	
2.5. Sistemas automáticos de última tecnología	13	
2.5.1 Robot Guías en museos	13	
2.5.1.1. Descripción.....	13	
2.5.1.2. Características.....	13	
2.5.2. Museos Interactivos.....	14	
2.5.2.1. Descripción.....	14	
2.5.2.2. Características.....	14	
2.6. Fundamentación.....	15	
2.7. Objetivos de la investigación.....	16	

2.7.1. Objetivo general.....	16
2.7.2. Objetivos específicos.....	16
CAPITULO 3	
DISEÑO DE UN SISTEMA GUIA DE RECORRIDOS	17
3.1. Introducción	18
3.1.1. Diagrama de Bloques del Sistema.....	19
3.1.2. Etapas del Sistema.	19
3.2. Etapa de Sensado.....	19
3.2.1. Requerimientos.	19
3.2.2. Alternativas de Solución.....	19
3.2.3. Criterios de Selección.	20
3.3. Etapa de Acondicionamiento de Señal.....	20
3.3.1. Requerimientos.	20
3.3.2. Alternativas de Solución.....	20
3.3.3. Criterios de Selección.	21
3.4. Etapa de Control.....	21
3.4.1. Requerimientos.	21
3.4.2. Alternativas de Solución.....	21
3.4.3. Criterios de Selección.	22
3.5. Etapa de Iluminación.....	23
3.5.1. Requerimientos.	23
3.5.2. Alternativas de Solución.....	23
3.5.3. Criterios de Selección.	23
3.6. Etapa de Potencia de Iluminación.....	24
3.6.1. Requerimientos.	24
3.6.2. Alternativas de Solución.....	24
3.6.3. Criterios de Selección.	24
3.7. Etapa de Control de Audios.	27
3.7.1. Requerimientos.	27
3.7.2. Alternativas de Solución.....	27
3.7.3. Criterios de Selección.	27
3.8. Etapa de Audio.....	28
3.8.1. Requerimientos.	28
3.8.2. Alternativas de Solución.....	28

3.8.3. Criterios de Selección	28
3.9. Etapa de Alimentación.	28
3.9.1. Requerimientos.	28
3.9.2. Alternativas de Solución.....	30
3.9.3. Criterios de Selección.	30
3.10. Programación del Sistema.	32
3.10.1. Diagrama de flujo del programa principal.	32
3.10.2. Diagrama de flujo de la subrutina de interrupción por paso por cero	33
3.10.3. Descripción del programa.	34
3.10.4. Instrucciones de control del sistema.....	35
3.11. Presupuesto del Sistema.	36
CAPITULO 4	
SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO Y RESULTADOS	37
4.1. Descripción del Prototipo.	37
4.2. Simulación del Detector de Paso por Cero.....	37
4.2.1. Prueba usando un software de simulación de circuitos electrónicos.....	37
4.2.2. Prueba de la Tarjeta de Paso por Cero.	38
4.3. Simulación del Excitador.	39
4.3.1. Prueba usando un software de simulación de circuitos electrónicos.....	39
4.3.2. Prueba de la Tarjeta del Excitador.....	40
4.4. Simulación de la Etapa de Alimentación.	40
4.4.1. Prueba usando un software de simulación de circuitos electrónicos.....	40
4.4.2. Prueba de la Tarjeta de Suministro de Alimentación.	42
4.5. Simulación del Sistema de Control.	42
4.5.1. Prueba de la Tarjeta del Controlador y del Sensado.	42
4.5.2. Prueba de la Tarjeta del Controlador y del Circuito de Potencia.	43
4.5.3. Prueba de la Tarjeta del Controlador y del Reproductor de Audios.	44
4.6. Comparación de resultados.	46
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	48
BIBLIOGRAFÍA	49
ANEXOS	

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Esquema del sistema convencional de recorridos en el museo.....	4
Figura 2.1. Imágenes de sistemas de iluminación utilizados en museos extranjeros.....	12
Figura 2.2. Imágenes de sistemas de iluminación utilizados en museos nacionales.....	13
Figura 2.3. Imágenes de sistemas automáticos de última tecnología	14
Figura 2.4. Imágenes del Museo de Verbum de España	14
Figura 3.1. Imágenes del primer ambiente del Museo de Arte y Tradiciones Populares ...	18
Figura 3.2. Diagrama de Bloque del Sistema	18
Figura 3.3. Imágenes de sensor PIR	20
Figura 3.4. Diagrama Esquemático del Circuito de Control.	22
Figura 3.5. Diagrama Esquemático del Circuito de Detector Paso por Cero.....	25
Figura 3.6. Diagrama Esquemático del Circuito Excitador usando Opto-Triac.	26
Figura 3.7. Diagrama de conexión de la comunicación del VMUSIC2	28
Figura 3.8. Diagrama Esquemático de la Etapa de Potencia.....	31
Figura 3.9. Diagrama de Flujo del Programa Principal.....	32
Figura 3.10. Diagrama de Subrutina de Interrupción de Paso por Cero.....	33
Figura 4.1. Circuito detector de paso por cero usando Proteus.....	37
Figura 4.2. Resultados obtenidos del osciloscopio virtual de Proteus	38
Figura 4.3. Imágenes tomadas utilizando prototipo de prueba	38
Figura 4.4. Imágenes tomadas usando simulador Proteus.....	39
Figura 4.5. Imágenes tomadas utilizando prototipo de prueba	40
Figura 4.6. Circuito de prueba para etapa de alimentación usando Multisim	41
Figura 4.7. Resultado de las señales de prueba usando osciloscopio en Multisim.....	41
Figura 4.8. Imágenes tomadas prototipo del sistema alimentado.....	42
Figura 4.9. Pruebas del control automático de iluminación.....	43
Figura 4.10. Pruebas del cambio de estado de la iluminación	44
Figura 4.11. Pruebas de los comandos de control del Vmusic2.	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Descripción de problemas encontrados en el sistema utilizado	5
Tabla 2.1. Tabla de modelos de equipos de iluminación utilizados en museos	8
Tabla 2.2. Tabla de modelos de equipos de detección utilizados en museos.....	9
Tabla 3.1. Análisis comparativo de equipos de detección de personas	19
Tabla 3.2. Análisis comparativo de microcontroladores comerciales	21
Tabla 3.3. Análisis comparativo de equipos de Iluminación.....	23
Tabla 3.4. Análisis comparativo de equipos de reproducción.....	27
Tabla 3.5. Análisis comparativo de equipos de sonido	28
Tabla 3.6. Análisis del consumo de potencia de cada etapa.	30
Tabla 3.7. Análisis del costo del sistema propuesto.....	36



INTRODUCCIÓN

Las visitas a los museos nacionales muestran presentaciones con iluminación fija, sin sonido y con reseñas muy densas; los recorridos a los ambientes son monótonos y largos, que muchas veces resultan en el cansancio y aburrimiento del público. Para resolver estos diversos aspectos, la inclusión de sistemas controlados y automáticos que requieran de tecnologías permitiendo que los recorridos sean más didácticos y hasta interactivos con los visitantes.

Actualmente estos sistemas son utilizados en los mejores museos del mundo como el Museo de Verbum de España [22], los cuales han respondido a las expectativas deseadas, generando mayores ingresos tanto de visitantes nacionales como extranjeros, pero no solamente generan ingresos económicos a los museos, sino que además permiten que la cultura nacional sea mejor difundida y sea reconocida en otras partes del mundo.

Dado que los recorridos actuales a los ambientes de los museos son muy largos, lentos y poco atractivos lo cual afecta al incremento de participación del público en general y la difusión de nuestra cultura, entonces el desarrollo de un sistema guía de recorridos busca generar que estos procesos sean mejor controlados, más informativos y de menor costo, reemplazando los sistemas convencionales utilizados en nuestro país.

En el presente trabajo de tesis se pretende desarrollar un sistema guía de recorridos en el Museo de Arte y Tradiciones Populares del Instituto Riva Agüero siendo un modelo para otros museos nacionales con el fin de mejorar los sistemas convencionales con ambientes más dinámicos que permiten mejorar la participación del público y promover la culturización en nuestro país.

CAPITULO 1: PROBLEMÁTICA ACTUAL EN LOS RECORRIDOS GUIADOS EN LOS AMBIENTES DEL MUSEO

1.1. Entorno general.

1.1.1. Características generales de los museos

En la actualidad, los museos son instituciones públicas o privadas, con o sin fines de lucro, al servicio de la sociedad y su desarrollo, y abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y expone o exhibe, con propósitos de estudio, educación y deleite de colecciones de arte, científicas, etc., siempre con un valor cultural. [2]

1.1.2. Tendencia cultural.

Los museos poseen de piezas, colecciones y muestras que son el reflejo de las tradiciones y costumbres de las culturas. A estos acuden investigadores, profesores, estudiantes y personas que deseen conocer más acerca de su diversidad cultural, ya que los museos son importantes fuentes de información, que conlleva a que no se pierda la identidad de una nación.

1.1.3. Tendencia Tecnológica.

Los museos requieren de la tecnología para mejorar las presentaciones de sus muestras y sus piezas de exposición, adecuados sistemas visuales, de sonido y de iluminación, son necesarios para la realización de los recorridos a sus ambientes, además que deben incluir buenos sistemas de seguridad para el cuidado y protección de estos.

1.2. Estándares adecuados.

1.2.1. Luz.

La luz, como manifestación de la energía en forma de ondas electromagnéticas, es capaz de afectar o estimular la visión. En los museos se deben considerar los límites exactos de la cantidad de luz que se proyecta sobre las obras, para no contribuir al deterioro de las mismas.

El termino iluminancia especifica la cantidad de energía luminosa que recibe la obra; es un parámetro que se expresa en lux y es directamente proporcional al flujo emitido por la fuente de luz hacia el objeto e inversamente proporcional al área que este ocupa. Hay valores de iluminancia máxima recomendada, los que se han establecido por la sensibilidad de las obras, las radiaciones térmicas y los aspectos de visualización.

El efecto de degradación o deterioro de la obra es igual al producto del nivel de iluminación sobre la obra por el tiempo de exposición al que está sometida. Esto significa que sufre igual degradación una obra que es iluminada con 100 lux durante 2000 horas, que una que esté iluminada con 50 lux durante 4000 horas. Este aspecto, si es correctamente controlado, permite al expositor, incrementar niveles de iluminación en ciertas ocasiones, compensado con la reducción del tiempo de exposición al público o recurriéndose frecuentemente a la rotación de las obras expuestas. [3] [4]

Los niveles de luminancia recomendados según el tipo de obras son los siguientes:

Papel, estampas, gráficos, dibujos, collage. Hasta 50 lux.

Textiles, sedas, linos, algodón, yute, lana, etc. Hasta 50 lux.

Materiales colorantes, acuarela, gouache, tinta. Hasta 50 lux.

Muebles. Hasta 50 lux

Oleos, acrílicos, olores, naturales. Hasta 50 lux.

Bronce, aluminio, hierro. No afectados por la luz. [5]

Por lo que es recomendable, utilizar sistemas automáticos de iluminación, que permitirían menor tiempo de exposición de luz a las piezas, además que resultaría en la reducción del consumo de energía.

1.2.2. Sonido.

El sonido está formado por ondas que se propagan a través de un medio que puede ser sólido, líquido o gaseoso. Las partículas materiales que transmiten tales ondas oscilan en la dirección de la propagación de las mismas ondas.

Las ondas a las que llamamos sonoras son las que pueden estimular al oído y al cerebro humano dentro de ciertos límites que son aproximadamente de 20 ciclos por segundo a cerca de 20.000 ciclos por segundo. Estos son los límites auditivos, las ondas de sonido inferiores al límite audible se llaman infrasónicas y las que superan el límite superior se llaman ultrasónicas.

El ruido es un sonido o conjunto de sonidos mezclados y desordenados. Si vemos las ondas de un ruido observaremos que no poseen una longitud de onda, frecuencia, ni amplitud constantes y que se distribuyen aleatoriamente unas sobre otras. [6]

En un sonido musical las ondas de distintas frecuencias se superponen ordenadamente siguiendo una estructura armónica en función del tiempo. Por estas causas un ruido es desagradable para el oído y una pieza musical puede resultar placentera. Los estándares establecidos para galerías de arte y museos son entre 30 a 40dB. [7]

La música es el arte de combinar los sonidos formando melodías y armonías, todo lo contrario al ruido, por lo que es recomendable la integración de estos en los ambientes de los museos.

1.3. Recorridos Guiados.

Los sistemas convencionales para recorridos utilizados actualmente en los museos de nuestro país, permiten la posibilidad a los visitantes de realizar visitas personalizadas o guiadas requiriendo un costo adicional para el contrato del guía, los cuales están sometidos a realizar visitas grupales en horarios definidos por los ambientes del museos.

En la Figura 1.1. se presenta un esquema del sistema convencional de recorridos en el museo, luego en la Tabla 1.1. presentamos una descripción detallada acerca de los problemas encontrados de los puntos señalados.

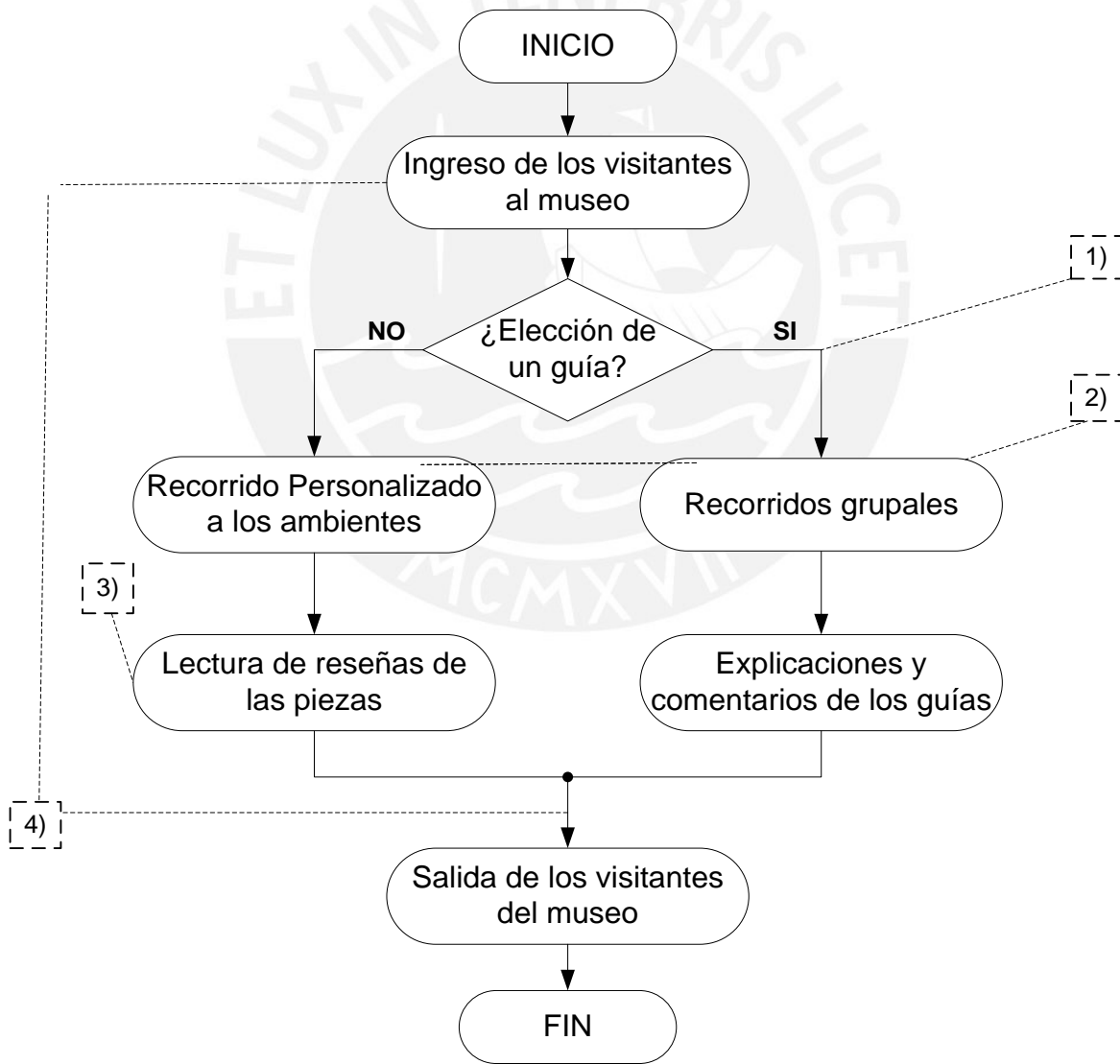


Figura 1.1. Esquema del sistema convencional de recorridos en el museo.

Tabla 1.1. Descripción de problemas encontrados en el sistema utilizado.

Problemas	Explicación
1) Necesidad de un pago adicional por el guía	Para el ingreso al museo normalmente es requerido el pago de la entrada, pero además el visitante tiene dos opciones, el primero es realizar la visita a los ambientes de forma personalizada, en el otro lado, tiene que realizar un pago adicional para realizar la visita con un guía contratado a cargo de los grupos en horarios definidos.
2) Grupos muy grandes	Los recorridos guiados son en grupos, en los cuales los guías se encargan de dirigir a los visitantes por los ambientes, realizando descripciones largas y a veces no muy claras debido al murmullo de las personas.
3) Descripciones largas de las piezas y no muy visibles	Las piezas tienen reseñas que describen sus características principales, muchas veces notamos que las descripciones son muy extensas y no muy visibles para personas que tengan deficiencias en la visión.
4) Falta de atracción de interés por parte de los visitantes	Los ambientes actuales en los museos del Perú no presentan mucha atracción de nuevos visitantes, que conlleva que se pierda el interés por la cultura nacional, ya que muchos de los recorridos son largos y aburridos, además que el precio de la entrada aumenta con la inclusión del guía, no estando al alcance para todo el público.

Fuente: Elaboración propia.

1.4. Declaración de la Problemática.

En la actualidad, como ya se mencionó, las visitas a los museos presentan la carencia de sistemas que permitan mayor atracción de los visitantes; los recorridos a los ambientes son bastante monótonos y largos que muchas veces se traducen en el cansancio y aburrimiento del público en general. El costo de la entrada también es un factor importante, ya que aumenta con la contratación de un guía, que normalmente es reducido con la formación de grupos, pero que solo conlleva a que muchas veces los visitantes no puedan entender o escuchar al guía, presentando mucha incomodidad y pérdida de atención a las explicaciones y comentarios de las piezas de exposición.

Para resolver estos diversos aspectos en los recorridos a los ambientes de los museos, es necesario la inclusión de sistemas automáticos que requieran de tecnologías permitiendo que los recorridos sean más didácticos y hasta interactivos con los visitantes. Actualmente estos sistemas son utilizados en los mejores museos del mundo, los cuales han respondido a las expectativas deseadas, generando mayores ingresos tanto de visitantes nacionales como extranjeros, pero no solamente generan ingresos económicos a los museos, sino que además permiten que la cultura nacional sea mejor difundida y sea reconocida en otras partes del mundo.



CAPITULO 2: TECNOLOGÍAS PRESENTES EN LOS AMBIENTES DEL MUSEO

2.1. Estado del arte.

La integración de las nuevas tecnologías en los museos, están incrementando la participación de los visitantes, cobrando una mayor importancia como medio de difusión y conocimiento, dentro de todo esto, encontramos desde iluminación fija hasta los sistemas interactivos que han causado una gran revolución en las presentaciones de los museos.

El presente trabajo está orientado al desarrollo de un sistema de guiado con el fin de mejorar la dinámica de los recorridos de los visitantes en los ambientes del Museo de Arte y Tradiciones Populares del Instituto Riva Agüero, para ello, es necesario la utilización de sistemas de detección de personas (sensores de presencia) y sistemas controlados de iluminación y sonido.

El uso de estas tecnologías generará que los recorridos sean mejor controlados y de menor consumo energético, realizando un dinamismo con la iluminación y los audios en los ambientes del museo, de esta manera, se incrementará la atención de los visitantes hacia las piezas de exposición generando la atracción del público presente.

2.2. Iluminación.

2.2.1. Descripción.

La iluminación de un museo o galerías debe ajustarse a dos criterios fundamentales a menudo contradictorios. Por una parte a de ser capaz de producir todos los efectos luminosos adecuados al carácter del interior y a las obras expuestas. Al mismo tiempo, sin embargo, debe estar sometida a un control meticuloso que minimice el riesgo de deterioros de los materiales sensibles a la luz. El interior debe actuar como fondo discreto en el que se exhiban las obras como foco natural de atención. [8]

2.2.2. Características.

En realidad, la iluminación de museos es un caso en el que, por lo general, las restricciones en el uso de luz adquieren prioridad sobre los requisitos de iluminación.

Actualmente en el mercado se comercializan sistemas de las marcas Powertronics, GE Lighting Perú, Phillips, Promelsa, entre otras. En la Tabla 2.1. se muestran algunos de los modelos encontrados en el mercado.

Tabla 2.1. Tabla de modelos de equipos de iluminación utilizados en museos.

	<p><u>Producto:</u> 200-76715 Halógena PAR 20 50W Flood E27 230V</p> <p><u>Observaciones:</u> Tipo de luz: halógena. Watios: 50W Voltaje: 230V Casquillo: E-27 Diámetro: 81 mm. Longitud: 63 mm. Grados: 30°.</p>
	<p><u>Producto:</u> 200-76739 Halógena PAR 30 75W Flood E27 230V</p> <p><u>Observaciones:</u> Tipo de luz: halógena. Watios: 75W Voltaje: 230V Casquillo: E-27 Diámetro: 95 mm. Longitud: 92 mm. Grados: 30°.</p>
	<p><u>Producto:</u> 200-76746 Halógena PAR 30 100W Flood E27 230V</p> <p><u>Observaciones:</u> Tipo de luz: halógena. Watios: 100W Voltaje: 230V Casquillo: E-27 Diámetro: 95 mm. Longitud: 92 mm. Grados: 30°.</p>
	<p><u>Producto:</u> 130-28 Halógena dicróica MR16 50W 12V con vidrio frontal</p> <p><u>Observaciones:</u> Tipo de luz: halógena con reflector. Watios: 50W Voltaje: 230V Casquillo: GU.5.3 Diámetro: 50 mm. Duración: 2000 horas</p>

Fuente: Catálogo de productos de Il-ilumina. [9]

2.3. Sensor de Presencia.

2.3.1. Descripción.

Es un tipo de sensor que permite la detección de algún objeto o individuos en un rango de distancia determinado. Son los sensores de tipo presencia más utilizados para aplicaciones en museos. La rama de la electrónica que se ocupa de este tipo de dispositivos se denomina optoelectrónica. Para realizar una detección se requiere una fuente de luz o fotoemisor, como puede ser un diodo LED de luz visible o de luz infrarroja. Esta fuente de luz emite de forma constante un haz de luz que es recibida por un fototransistor. Este último dispositivo se comporta como un transistor común, pero con la particularidad de que la corriente de colector es proporcional a la intensidad luminosa que recibe la base del dispositivo. [10] [11]

2.3.2. Características.

Las tecnologías para fabricar este tipo de sensores son muy distintas y se basan en diferentes fenómenos físicos. Actualmente en el mercado se comercializan sistemas de las marcas ABB, Leviton, Hagroy, Orbis, AVS Electronics, entre otras. En la Tabla 2.1. se muestran algunos de los modelos encontrados en el mercado.

Tabla 2.2. Tabla de modelos de equipos de detección utilizados en museos.

	Sensor Infrarrojo para Techo OSC04 y OSC05			
	ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO			
Modelos				
Números de Parte	Tipo de lentes	Cobertura	Características adicionales	
OSC04 - IOW	Alta densidad	450 sq. Ft	Fotocelda	
OSC15 - IOW	Rango extendido	1500 sq. ft	Fotocelda	
CONTROLES				
PIR (Sensibilidad de infrarrojo): Alto a bajo				
Ajuste del regulador de tiempo: 30s – 30 min. Selección de fabrica 10 min.				
PC (Ajuste de fotocelda): 20 a 3,000 Lux. –Selección de fabrica 3,000 Lux (fotocelda inhabilitada)				
INDICADOR				
Foco LED Rojo: Acción del infrarrojo				
ESPECIFICACIONES				
Construcción: Cubierta robusta, de alto impacto, molde de plástico inyectado. La conducción del código de color es de 6'' de longitud (16.24 cm.).				
Peso y tamaño: 4.5'' diam., 1.5'' alto, 5 oz. (114mm diam., 38mm alto; 142 g).				
Requerimientos de alimentación: 24 VCD, 20 mA de la fuente de poder OSPxx-series.				
Salida: 24 VCD. Control de señal digital activado con protección de corto circuito.				
Ambiente de operación: 32oF a 104oF (0oC a 40oC); 0% a 95% de humedad relativa, sin condensación. Para uso en interiores solamente.				



Sensor Ultrasonido para Techo OSC05, OSC10 Y OSC20

ESPECIFICACIONES DE PRODUCTO

Modelos				
Números de Parte	Pares de Transductores	Cobertura	Frecuencia de Operación	Características adicionales
OSC05 - U	Uno	500 sq.ft (41.8 m ²)	40 KHz	Fotocelda
OSC10 - U	Dos	1000 sq.ft (139.3 m ²)	40 KHz	Fotocelda
OSC20 - U	Dos	2000 sq.ft	32 KHz	Fotocelda

ESPECIFICACIONES

Construcción: Uno o dos transmisores de ultrasonido y uno o dos receptores de anchos de banda angostos, cada uno de 16mm de diámetro. Frecuencia controlada por un cristal a $\pm 0.005\%$. Transductores orientados al norte y al sur. Cubierta robusta, de alto impacto, molde de plástico inyectado. La conducción del código de color es de 6'' de longitud (16.24 cm.).

Peso y tamaño: 4.5'' diam., 1.5'' alto, 5 oz. (114mm diam., 38mm alto; 142 g).

Color: Blanco

Requerimientos de alimentación: 24 VCD, de la fuente de poder serie OSPxx.

Modelo	Requerimientos de alimentación
OSC05	30MA
OSC10	40MA
OSC20	32MA

Salida: 24 VCD. Control de señal digital activado con protección de corto circuito.

Ambiente de operación: 32°F a 104°F (0°C a 40°C); 0% a 95% de humedad relativa, sin condensación. Para uso en interiores solamente.



Sensores Multitecnología para Techo (Infrarrojo-Ultrasonido)

ESPECIFICACIONES

Indicador

Foco LED Verde: Acción del ultrasonido

Foco LED Rojo: Acción del infrarrojo

Construcción: Dos transmisores de ultrasonido y dos receptores de anchos de banda angostos, cada uno de 16mm de diámetro. Frecuencia controlada por un cristal a $\pm 0.005\%$. Transductores orientados al norte y al sur (OSC20-M, OSC10-M solamente, otros utilizan pares simples), angulados 30° por debajo de la horizontal. Cubierta robusta, de alto impacto con clasificación, inhibidores UV. La conducción del código de color es de 6'' de longitud (16.24 cm.).

Peso y tamaño: 4.5'' diam., 1.5'' alto, 5 oz. (114mm diam., 38mm alto; 142 g).

Requerimientos de alimentación: 24 VCD (utilizar la fuente de poder serie OSPxx)

Modelo	Requerimientos de alimentación
OSC05-MOW	30MA
OSC10-MOW	40MA
OSC20.MOW	32MA

Salida: 24 VCD. Control de señal digital activado con protección de corto circuito.

Ambiente de operación: 32°F a 104°F (0°C a 40°C); 0% a 95% de humedad relativa, sin condensación. Para uso en interiores solamente.

	<p>PIR Sensor de presencia para iluminación</p> <p>Modelo: DPS2 Fabricante: Hagroy Código: DPS2 Puntuación media: No votado</p> <ul style="list-style-type: none"> • PIR Sensor de presencia para iluminación de techo 120W. • Detección: 120° • Cobertura: 8m. • Alimentación: 220/230VAC
	<p>Detector de presencia por infrarrojos activos PROXIMAT</p> <p>Montaje en Superficie, posibilidad de fijación en Rincón o en Esquina, 240° - 12 m</p> <p>Interruptor de proximidad para montaje en superficie, posibilidad de fijación en rincón o en esquina mediante accesorio que se incluye en el detector.</p> <p>Características:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Con 240° de ángulo de captación - Hasta 12 m frontal y 9 m de campo lateral de detección - Presenta LED de funcionamiento

Fuente: Best Security del Perú, Direct Industry y Catálogo de productos Leviton. [12] [13] [14]

2.4. Presentación de la Tecnología actual en los museos

En la Figura 2.1. y 2.2. son presentados algunos ambientes de los museos locales y extranjeros, del cual podemos resaltar los sistemas de iluminación, parte esencial en la presentación de las piezas y muestras de exposición.



Museo Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México



Museo Nacional de Antropología e Historia, Ciudad de México



Museo Nacional de Historia Castillo de Chapultepec, Ciudad de México

Figura 2.1. Imágenes de sistemas de iluminación utilizados en museos extranjeros. [7]



Museo del Oro. Lima, Perú [15]



Museo Tumbas Reales de Sipán. Lambayeque, Perú [16]

Figura 2.2. Imágenes de sistemas de iluminación utilizados en museos nacionales.

2.5. Sistemas automáticos de última tecnología

2.5.1 Robot Guías en museos

2.5.1.1. Descripción.

Los robots guías se encargan de brindar información (ubicación, descripción, características) a los visitantes acerca de las piezas y muestras de exposición encontrados en los ambientes de los museos, se muestran ejemplos en la Figura 2.3.

2.5.1.2 Características.

Ahora presentamos las nuevas tecnologías utilizadas en museos como alternativas de los guías para los recorridos en los museos, hoy en día el uso de los robots se ha vuelto más comercializado, por lo que varios países del Extremo Oriente como Corea del Sur y Japón se encuentran optando por el desarrollo de la robótica dirigida a distintas aplicaciones, para nuestro caso, la interacción del robot guía con los visitantes del museo.



Robot Guia Museo

Figura 2.3. Imágenes de sistemas automáticos de última tecnología. [17] [18]

2.5.2. Museos Interactivos.

2.5.1.1. Descripción.

Los museos interactivos se caracterizan pues poseen los denominados sistemas interactivos, son sistemas que se interrelaciona y depende de las acciones de un usuario para realizar una tarea, es decir, todo sistema en el que interactúan persona y máquina, se muestran imágenes del ambiente de un museo interactivo en la Figura 2.4. [19]

Más información acerca de museos interactivos en el CD de Anexos.

2.5.1.2 Características.

Los ambientes de los museos interactivos integran todas las tecnologías antes descritas como sistemas automáticos de iluminación, uso de sensores inteligentes, presentaciones audiovisuales, paneles LED, pantallas Touch e incluso los robots guías. [20] [21]



Figura 2.4. Imágenes del Museo de Verbum de España. [22]

2.6. Fundamentación

Actualmente, los museos más visitados en el mundo se destacan debido a la integración de las nuevas tecnologías para la exhibición de sus muestras y piezas de exposición, lo que más resalta en la actualidad son los museos interactivos, que comprenden de sistemas automáticos de control para los diversos ambientes haciendo que las visitas a los museos sean más interesantes, informativas y entretenidas.

La ingeniería en temas de Circuitos y Sistemas de Control, están vinculados a la generación de sistemas más sofisticados, eficientes y automáticos; asimismo, se vienen mejorando los procesos empleados en el sector de servicios como son los museos.

En un país como el Perú, el cual posee de una gran riqueza cultural, podemos encontrar una gran cantidad de museos destinados a las distintas ramificaciones de la cultura, un porcentaje de la población acude a estos ambientes con el fin de obtener más información acerca de nuestra cultura, por lo que es necesario mejorar su difusión, ya que conllevaría la culturización de los peruanos y atracción del público extranjero.

Por tales razones el uso de tecnologías modernas y económicas resulta conveniente, y poco a poco están siendo aplicadas y desarrolladas en nuestro país.

El presente estudio se considera importante primero por la satisfacción de desarrollar tecnología moderna en el país referente a la implementación de sistemas automáticos de control en áreas culturales, de esta manera, implementar esta tecnología en los museos de nuestro país que contribuya que nuestra cultura sea un foco de investigación y desarrollo.

Otra razón es la importancia del desarrollo de sistemas guías de recorridos en los museos que permitan a los visitantes de ambientes didácticos que brinden de suficiente información realizándose recorridos a los ambientes de manera más personalizada sin la necesidad de guías y la inclusión de las nuevas tecnologías.

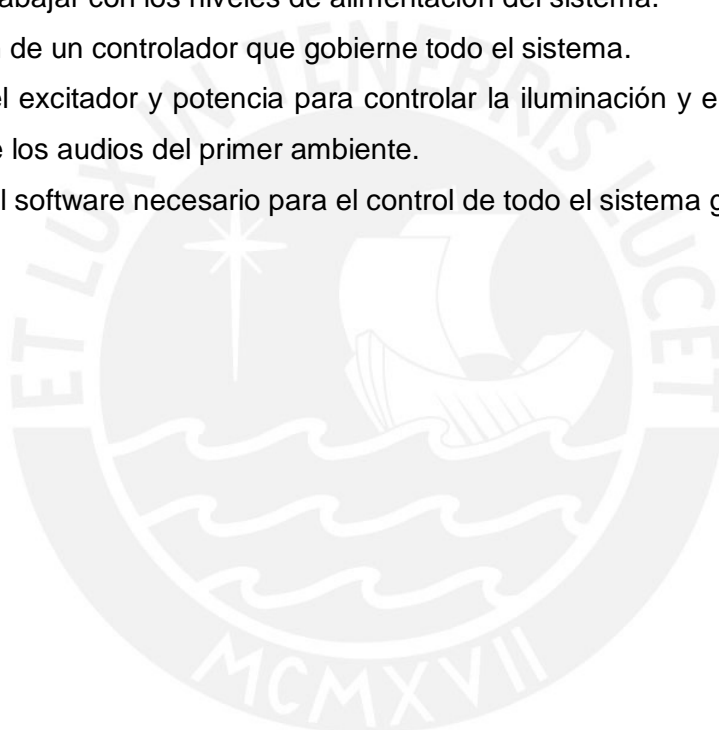
2.7. Objetivo de la investigación

2.7.1. Objetivo general

En el presente trabajo de tesis se pretende diseñar un sistema guía de recorridos para el primer ambiente del Museo de Arte y Tradiciones Populares del Instituto Riva Agüero.

2.7.2. Objetivos específicos

1. Selección de un sensor de presencia adecuado al sistema.
2. Diseñar un acondicionador de señal efectivo para el sensor de presencia que permita trabajar con los niveles de alimentación del sistema.
3. Selección de un controlador que gobierne todo el sistema.
4. Diseñar el excitador y potencia para controlar la iluminación y el excitador para el control de los audios del primer ambiente.
5. Diseñar el software necesario para el control de todo el sistema guía.



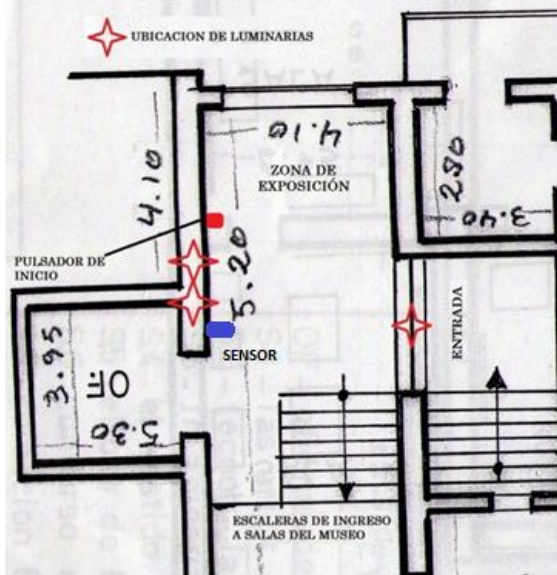
CAPITULO 3: DISEÑO DE UN SISTEMA GUIA DE RECORRIDOS

3.1. Introducción

La necesidad de mejorar los sistemas convencionales utilizados para recorridos guiados en el Museo de Arte y Tradiciones Populares, no muy atractivos al público permitió definir la problemática existente, de esta manera se buscó una solución proponiéndose el diseño de un sistema guía de recorridos, que permita a los visitantes una mayor atracción, haciendo uso de sistemas y equipos electrónicos para el desarrollo de presentaciones con dinamismo visual y auditivo.

El sistema guía de recorridos será colocado en el primer ambiente del museo que podrá observarse en la Figura 3.1. (a) y (b). A requerimiento del jefe del museo, el sistema debe funcionar de la siguiente manera: En un principio el sistema consistirá en el control del encendido y apagado de todas las luces usando un sensor de detección de personas, a la vez se reproducirá una grabación inicial con un mensaje de bienvenida. Para la activación del sistema completo se presionará un pulsador de inicio, el cual será colocado a la vista de los visitantes. Una vez activado el sistema completo, se encenderán dos luminarias que alumbrarán la zona de exposición y la reducción de la intensidad de la luminaria de las escaleras de ingreso a las salas del museo, seguido de la reproducción del primer audio (Grabación de la descripción general del museo). Luego de finalizar la anterior reproducción, se proseguirá a aumentar la intensidad de la luminaria de las escaleras de ingreso y la reducción de la intensidad de las dos luminarias de la zona de exposición, seguido de la reproducción del segundo audio (Grabación del mensaje del ingreso a las salas del museo). Al finalizar la última reproducción, se procederá a reiniciar el sistema.

Si el visitante decide detener el sistema puede hacerlo pulsando nuevamente el pulsador de inicio, el cual encenderá todas las luces del primer ambiente y podrá realizar su recorrido personalizado. Para activar nuevamente el sistema guía, se procederá a presionar el pulsador de inicio y se reiniciara el sistema completo.



(a) Plano de Dimensiones del Museo.

(b) Foto del Ambiente de Estudio.

Figura 3.1. Imágenes tomadas del Museo de Arte y Tradiciones Populares.

A continuación se presentará la solución propuesta, haciendo uso de un diagrama de bloques descriptivo del sistema.

3.1.1. Diagrama de Bloques del Sistema.

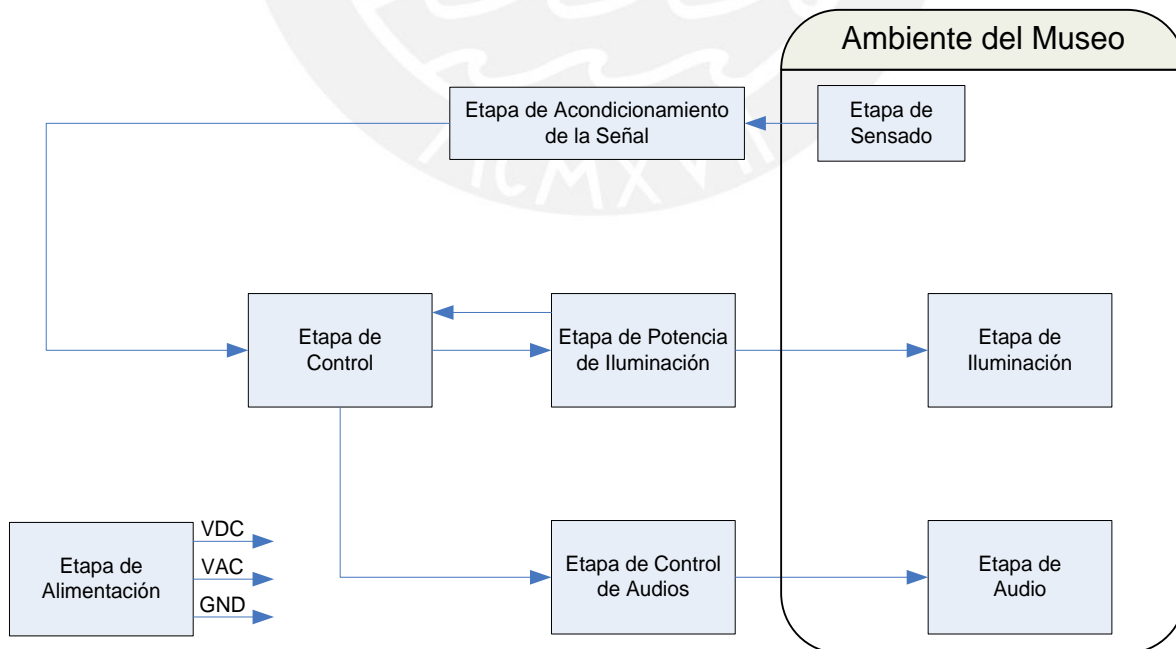


Figura 3.2. Diagrama de Bloques del Sistema.

3.1.2. Etapas del Sistema.

El sistema presentado está conformado por las siguientes etapas:

- Etapa de Sensado.
- Etapa de Acondicionamiento de Señal.
- Etapa de Control.
- Etapa de Potencia de Iluminación.
- Etapa de Control de Audios.
- Etapa de Iluminación.
- Etapa de Audio.
- Etapa de Alimentación.

3.2. Etapa de Sensado.

3.2.1. Requerimientos.

El principal requerimiento de esta etapa era definir un sistema que permita la detección de los visitantes al ingreso del primer ambiente del museo.

3.2.2. Alternativas de Solución.

Los sensores de detección de personas utilizados son los sensores ópticos, entre estos están los infrarrojos, los ultrasonidos y los que comparten ambos. Los Infrarrojos detectan cambios en la medición de la energía infrarroja, si una persona ingresa a su campo de visión, lo detecta inmediatamente. Los ultrasonidos son mayormente utilizados para la medición de distancias hacia un objeto, ya que permite producir ondas ultrasónicas e inmediatamente ser captadas en un micrófono. En la tabla 3.1. se presenta una comparación general de las principales características de los sensores descritos.

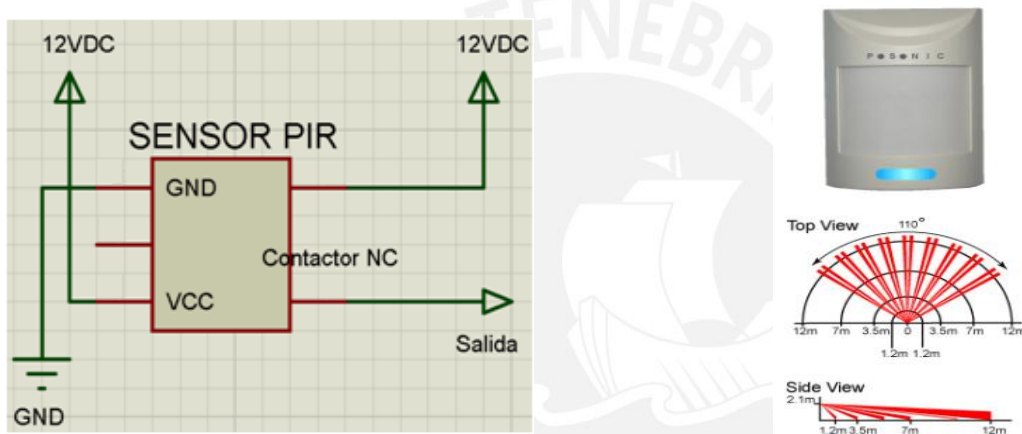
Tabla 3.1. Análisis comparativo de equipos de detección de personas.

Características	Sensor Infrarrojos	Sensores Ultrasonidos	Sensores de Ambos
Señal	Infrarrojas	Ondas Ultrasónicas	Ambas
Rango de Visión	Mayor	Menor	Mayor
T. de respuesta	Regular	Alto	Alto
Inmunidad al Ruido	Mayor	Menor	Mayor
Costo	Bajo	Regular	Alto

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de catálogo de productos LEVITON [14]

3.2.3. Criterios de Selección.

Se optó por los sensores infrarrojos tipo PIR, ya que poseen mayor inmunidad al ruido y su precio es menor que otros sensores. A continuación en la figura 3.3. se presenta el diagrama de conexión del sensor PIR y un modelo de un sensor PIR, entre sus características, se alimenta de 12Vdc, 110° de ángulo de cobertura y un rango de visión hasta 12m. Mientras el contactor permanezca cerrado (no hay detección) a la salida se obtendrá 12V, en caso de que se abra (ocurrió la detección) a la salida se obtendrá 0V. Los niveles de voltaje de salida de la etapa de sensado deben ser adecuados a los niveles lógicos permitidos del microcontrolador utilizado, por lo que se requiere antes una etapa de acondicionamiento de la señal.



(a) Diagrama de conexiones del sensor PIR.

(b) Modelo de sensor PIR. [23]

Figura 3.3. Imágenes de sensor PIR.

3.3. Etapa de Acondicionamiento de Señal.

3.3.1. Requerimientos.

Necesitamos que la señal de entrada digital del microcontrolador deba encontrarse dentro del rango permitido (0-5V), además debe recibir una señal limpia de ruido externo.

3.3.2. Alternativas de Solución.

Para ello encontramos dos alternativas de solución con respecto a la conexión dentro del ambiente del museo que se utilice para la comunicación del sensor y el controlador, ya sea de forma inalámbrica o cableada.

Cableada:

Se realizaría la conexión con un conductor de cobre ya que posee baja resistividad ($\rho=1.17 \times 10^{-8}$), para ello utilizaríamos un circuito divisor de tensión de esta manera obtenemos salidas de voltaje de 0V (ocurrió la detección) y 5V (no hay detección).

Inalámbrica:

Para la comunicación inalámbrica se utilizaría un modulo transmisor y receptor RF, el modulo transmisor agregaría un circuito mas al sensor y el modulo receptor deberá ser colocado junto a la etapa de control. Esta opción sería recomendable cuando el sensor y el controlador se ubiquen muy distanciados (>10m); además posee mayor inmunidad al ruido.

3.3.3. Criterios de Selección.

Para la conexión del sistema se ubicó el sensor y el sistema de control a menos de 7 metros para la realización de pruebas, por lo que se utilizó un circuito divisor de tensión para la etapa de acondicionamiento de señal.

3.4. Etapa de Control.

3.4.1. Requerimientos.

Para la etapa de control del sistema en uno de los ambientes es necesario definir los requerimientos mínimos antes de la elección del microcontrolador.

- Voltaje de Alimentación: 3.3-5VDC
- 1 entradas de Interrupción Externa (Detector de Paso por Cero)
- 2 líneas de transmisión de datos (USART / SPI). (Etapa de Control de Audio)
- 8 puertos de entrada/salida. (Entrada del Sensor, Pulsador de INICIO, 2 Salidas para la Etapa de Potencia de Iluminación, 4 Pulsadores de Control (para pruebas))
- 7 puertos de salida para un LCD 2x16. (para pruebas)

3.4.2. Alternativas de Solución.

Los proveedores más comerciales en el desarrollo de microcontroladores son Microchip y Atmel, en la tabla 3.2. se hace una comparación de dos modelos que cumplan con todos los requerimientos.

Tabla 3.2. Análisis comparativo de microcontroladores comerciales.

Microcontrolador	Atmega8L	PIC16F877
Arquitectura	Harvard	Harvard
Alimentación	2.7-5.5 VDC	2-5.5 VDC
Velocidad de transmisión de datos	0-16 MHz	0-20 MHz
Memoria Flash	8Kbytes	8kbytes

Capturadores de entrada	2 pines	1pin
Comparadores analógicas	2 pines	8 pines
Comunicación Serial	USART / SPI /I2C	USART /SPI/ I2C
Costo (soles)	10	8

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de datasheet de Atmel y Microchip. [14]

3.4.3. Criterios de Selección.

Se elige el microcontrolador Atmega8L de AVR, ya que estamos más familiarizados con el manejo de la programación de estos.

En la Figura 3.4., se presenta el diagrama de conexiones de la etapa de control, se pueden observar como son conectadas las señales de entrada y salida a los pines del microcontrolador escogido.

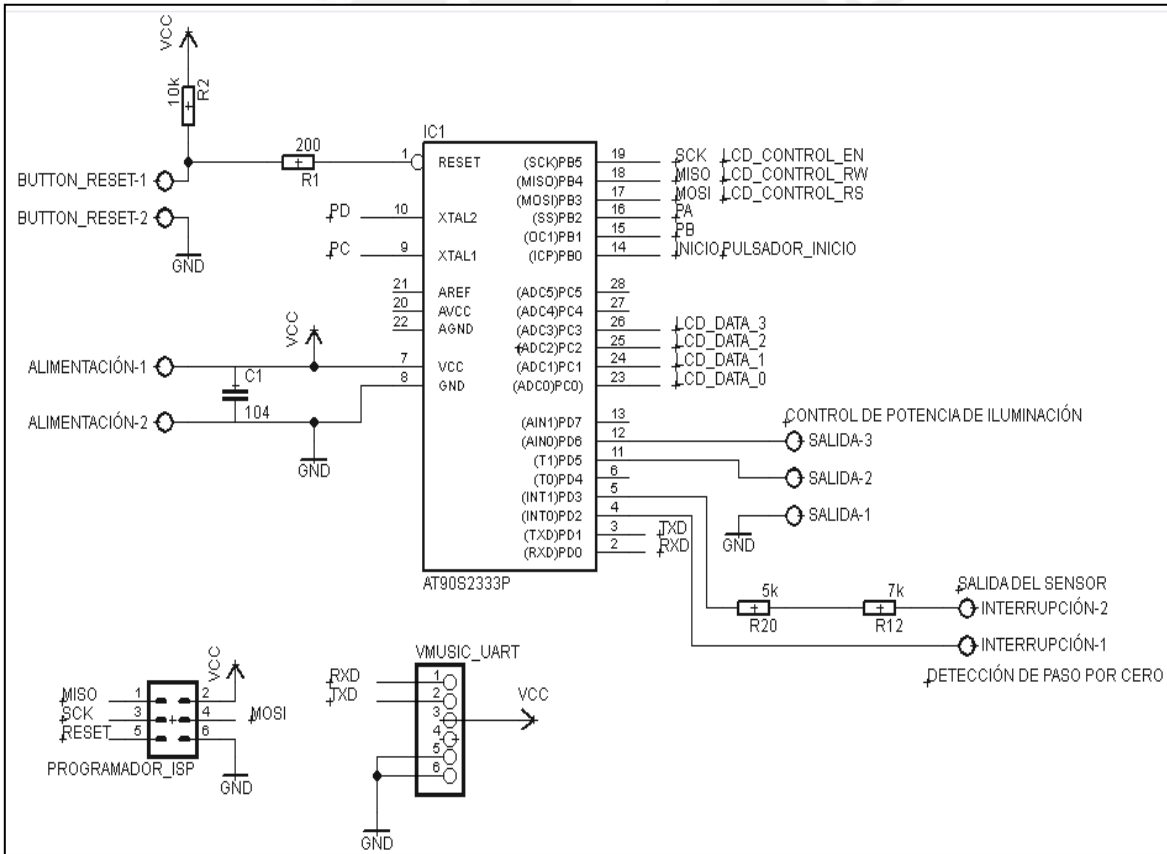


Figura 3.4. Diagrama Esquemático del Circuito de Control.

3.5. Etapa de Iluminación.

3.5.1. Requerimientos.

La intensidad luminosa reflejada de los equipos de iluminación se debe encontrar dentro del rango permitido de 50 luxes por hora, descrito en [5], para piezas de madera, textiles, pinturas, entre otras ubicadas en el interior de los ambientes del museo.

3.5.2. Alternativas de Solución.

Dentro de los equipos de iluminación utilizados en museos, encontramos las lámparas incandescentes, halógenas, los halógenos y los LED; siendo este último las de más bajo consumo de energía y mayor durabilidad. En la Tabla 3.3. se muestra una comparación de estas lámparas respecto al consumo de potencia, su vida útil en horas y precio en el mercado.

Tabla 3.3. Análisis comparativo de equipos de Iluminación.

Lámparas más comunes:			
Tipo de lámpara	Potencia (W)	Vida útil (horas)	Precio mercado (€)
Incandescentes	40 a 150	1000	1.10 a 3.30
Halógenas	35 a 75	2000	8
Fluorescentes	40	7500	10

Fuente: Elaborado a partir de Tabla comparativa de las lámparas. [26]

3.5.3. Criterios de Selección.

La decisión fue determinada en base a los equipos disponibles de Iluminación del Museo, haciendo uso de lámparas halógenas tipo PAR30 de 75W y lámparas incandescentes de 100W y 250W alimentados con 220VAC.

Cálculo de número de lámparas:

Para el análisis del cálculo de la cantidad de luminarias a ser utilizadas, se utilizan la siguiente fórmula del documento “*Iluminación Industrial.pdf*” [27]

$$N = (E \cdot \text{Área del piso}) / (FL \cdot CU \cdot FC)$$

N: Número de Lámparas

E: Iluminación en Luxes

FL: Flujo Luminoso en Lúmenes x Lámpara

CU: Coeficiente de Utilización

FC: Factor de Depreciación

$E = 50\text{lux}$. (Valor permitido para piezas de museo)

Área del piso = $4.1 \times 4.1 \text{ m}^2$.

Consideramos que el coeficiente de utilización y el factor de correlación sean igual a uno.

$FL = 2200\text{cd/sr}$ (30°) = 471 lm . Valor del flujo luminoso obtenido de "Osram halopar 20_30.pdf". [28]

$N = (50 \times 4.1 \times 4.1) / (471 \times 1 \times 1) = 1.78$

Por lo que se necesitarán por lo menos 2 lámparas de 75 W ubicadas a 3.7 metros de altura con un ángulo de inclinación de 30° respecto al suelo para abarcar toda la dimensión de la zona de exposición.

Además se utilizará una tercera luminaria para alumbrar la escalera de ingreso a las salas de museo. La ubicación de las luminarias pueden observarse en el **anexo A**.

3.6. Etapa de Potencia de Iluminación.

3.6.1. Requerimientos.

Se requiere un sistema que permita controlar los sistemas de iluminación de la zona de exposición y de las escaleras a las salas de ingreso a las salas del museo, además que permitan la regulación de su potencia de trabajo en tres estados de iluminación (encendido completo, encendido semi-completo o tenue y apagado completo).

3.6.2. Alternativas de Solución.

- Excitador usando Opto-Triac con Detección de Paso por Cero incorporado.

Tienen la principal propiedad de aislar el circuito de control del excitador, permitiendo inmunidad al ruido de la señal alterna, otra propiedad es que están sincronizados por el paso por cero. Se activan solo cuando llega a excitarse el Triac, permitiendo pasar la señal alterna a las Luminarias.

- Excitador usando Opto-Triac y Detector de Paso por Cero separados.

La principal propiedad de estos es que poseen la etapa de excitación separada de la etapa de sincronización, por lo que permite aprovechar mejor la señal alterna, ya que es posible sincronizarla con el microcontrolador y de esta manera utilizar la mayor eficiencia de la señal para controlar mejor el circuito de excitación.

3.6.3. Criterios de Selección.

Se eligió la última alternativa pues permite sincronizar el paso por cero de la señal alterna con la etapa de control del sistema, de esta manera se puede modular las señales de control del circuito excitador para obtener los tres estados de iluminación requerida.

a) Circuito del Detector de Paso por Cero

El sincronizador consta de un Comparador (Opamp) de colector abierto LM339 en configuración de Detección de Paso por Cero, con un voltaje de entrada alterno (nivel permitido menor que 36V) obtenido de la etapa de alimentación, y una salida en forma de onda cuadrada cuyos cambios de voltaje (0v ó 5v) están en sincronía con los instantes en que el voltaje de entrada es cero.

En la Figura 3.5. se puede observar el diseño escogido para el circuito de detector paso por cero.

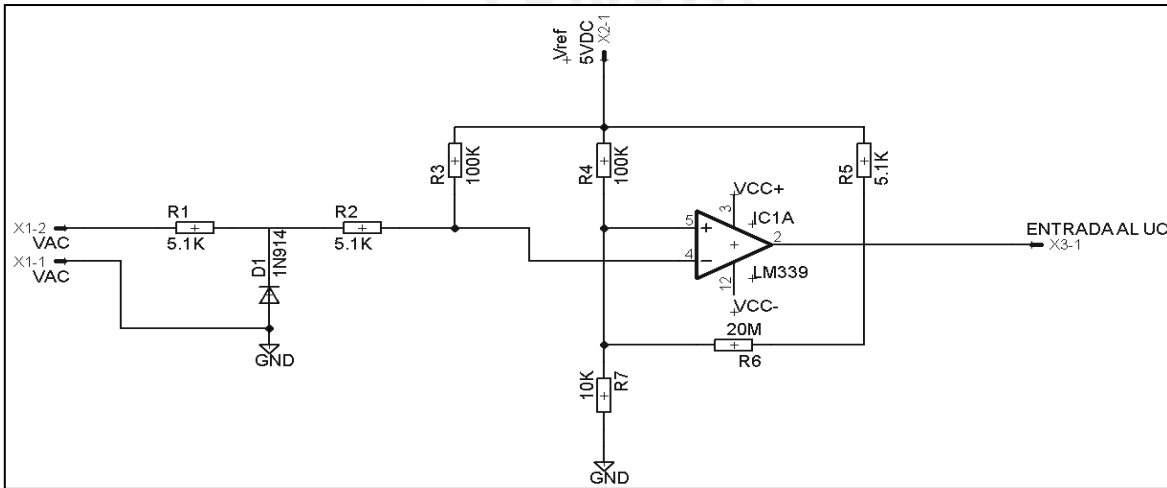


Figura 3.5. Diagrama Esquemático del Circuito de Detector Paso por Cero.

Se utilizo la configuración de Detección por Paso de Cero recomendada por los datos del Fabricante del LM339 [29], que consiste en la utilización del método Schmitt Trigger, usando dos niveles de tensión de comparación, los cuales se pueden calcular utilizando las siguientes ecuaciones:

$$V_4 = (R/R_4) \cdot V_{ref} + (R/R_6) \cdot V_{cc} = 0.47mV \quad (R=R_4//R_6//R_7, V_{ref} = 5V, V_{CC+} = 5V)$$

$$V_4' = (R/R_4) \cdot V_{ref} - (R/R_6) \cdot V_{cc} = 0.43mV \quad (R=R_4//R_6//R_7, V_{ref} = 5V, V_{CC-} = 0V)$$

De esta manera se obtiene a la salida una señal cuadrada a una frecuencia de 60HZ, con niveles de tensión de 5V y 0V, adecuados a los niveles lógicos requeridos del controlador elegido para su posterior sincronización.

A la entrada se utilizan resistencias de 5.1k para regular la corriente a la entrada del LM339, además se utiliza un diodo 1N4148 o 1N914, se encargará de que la tensión

aplicada al circuito no baje más de 0.7V por debajo de 0, lo que podría causar desperfectos en el comparador.

De los datos del fabricante del LM339, a la salida se conecta una resistencia de 5.1k conectado a Vcc, obteniendo de esta manera un tiempo de respuesta de 1.3us.

b) Circuito del Excitador usando Opto-Triac

El driver consiste en un dispositivo activado por pequeños pulsos eléctrico enviado por el microcontrolador, el cual actúa sobre una configuración “OptoCoplador MOC3020 - Triac de Potencia BT136”, de manera que puede controlarse en qué momentos se encienda, se apague, y se limite la potencia que envía a las luminarias, además de separar eléctricamente el circuito de excitación del circuito de control.

La elección del Triac se determino en base a su corriente de operación, para luminarias de 220VAC, consumo de potencia de 75, 100W y 250W, calculando la corriente de consumo cuando son colocadas dos lámparas de 250W se obtiene una corriente menor a 2.3A (peor caso), el BT136 permite una corriente de operación hasta 4A entre sus terminales A1 Y A2. En la Figura 3.6. se presenta el diagrama de conexiones de circuito excitador.

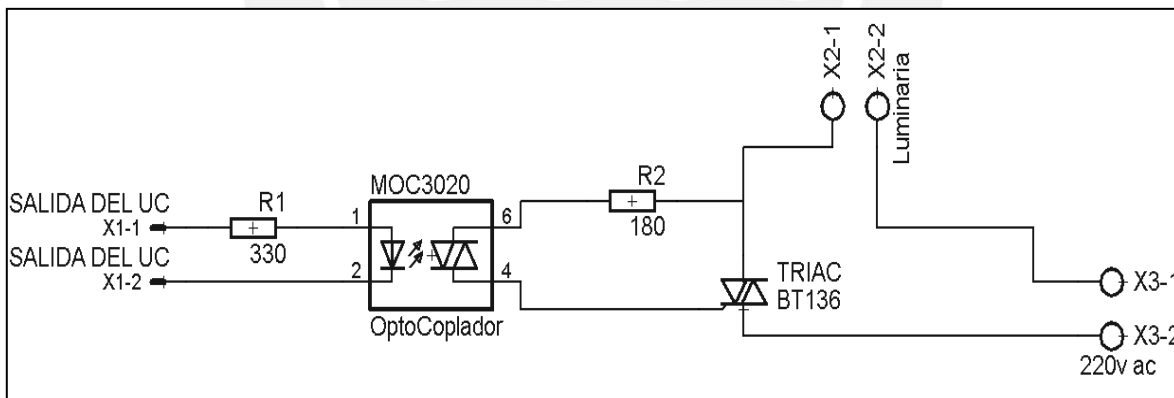


Figura 3.6. Diagrama Esquemático del Circuito Excitador usando Opto-Triac.

La resistencia de 180 ohmios se puede calcular a partir del $V_{Rmax} = 3V$ y $I_{Fmax} = 50mA$ del OptoCoplador MOC3020 [30], además se verifica la hoja de datos del Triac BT136, su I_{GT} (típico) = 5mA ($V_D = 12V$). [31]

Para nuestro diseño se utilizarán dos señales de control que manejen a dos circuitos excitadores para el control independiente de la iluminación dentro del ambiente, uno para

la zona de exposición (dos lámparas de 75W) y la otra para la escalera de ingreso a las salas del museo (una lámpara de 75W). La ubicación de las luminarias en la zona de exposición y en las escaleras de ingreso puede verse en el **anexo A**.

3.7. Etapa de Control de Audios.

3.7.1. Requerimientos.

Se requiere de un equipo reproductor Mp3, capaz de poder ser controlado mediante el microcontrolador, debe poseer una salida de audio-estéreo, canales de entrada de control y un puerto de entrada de memoria MicroSD o USB.

3.7.2. Alternativas de Solución.

Encontramos dos equipos que satisfacen ampliamente estos requerimientos:

Tabla 3.4. Análisis comparativo de equipos de reproducción.

Equipo	TDB380	VMUSIC2
Fabricante	Tenda Electronics	Ftdchip
Voltaje de Operación	12VDC	5VDC
Corriente de Operación	100mA	25mA (modo Idle/Play)
Audio Power Max.	200mVpp	Stereo (1.5Vpp) (Obtenido de la hoja de datos del VS1003) [35]
Modo de Operación	Serial/Paralelo/Direct-Play/MP3	Serial (USART/SPI)
Memoria	MicroSD	USB 2.0
Costo (\$)	16.0 (min. 3 equipos)	29.49

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de datasheet de TD380 y VMusic2. [32] [33]

3.7.3. Criterios de Selección.

Se escogió el equipo Vmusic2 ya que posee mayor tecnología en la lectura de memoria, trabaja a un menor voltaje de operación, y posee mayor manejo de control, por lo que tiene un mayor costo. Además la salida de la señal de audio es mayor que el TDB380, reduciendo de esta manera la potencia del circuito amplificador de sonido. Además posee dos modos de operación de la comunicación serial, en la Figura 3.7. se presenta el diagrama de conexión utilizando el modo UART para la comunicación con la etapa de control. [33]

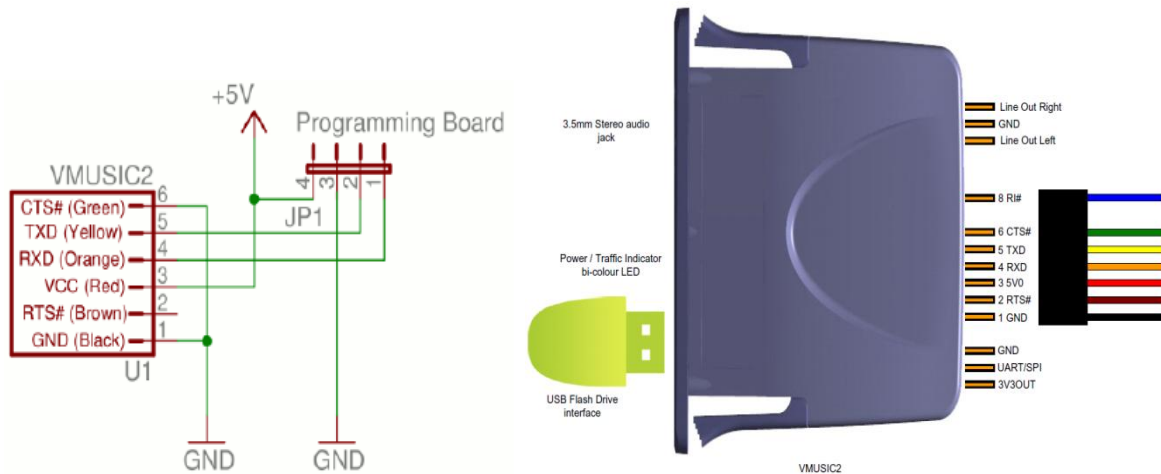


Figura 3.7. Diagrama de conexión de la comunicación del VMUSIC2. [34]

3.8. Etapa de Audio.

3.8.1. Requerimientos.

El sistema de control de audio Vmusic2 posee una salida de 3.5mm stereo-audio, se necesita un equipo de reproducción de sonido o altavoz que permita reproducir el sonido de los audios, para ello deberá optarse por la elección de altavoces adecuados al nivel de presión sonora entre 30 y 40 dB permitido en ambientes de museos (5). Además los altavoces de sonido deben tener una impedancia menor o igual a 30ohmios (valor típico descrito en el VS1003) del modulo Vmusic2. [34]

3.8.2. Alternativas de Solución.

Entre estos encontramos los altavoces de las marcas Fostex y Yamaha, son los equipos más comerciales para reproducción de sonido en interiores, además de su variedad de precios. Se realiza una comparación entre dos equipos adecuados a los requerimientos descritos, vistos en la Tabla 3.5.

Tabla 3.5. Análisis comparativo de equipos de sonido.

Altavoz	YAMAHA MS101	FOSTEX 6301B
Impedancia	4 ohmios	4ohmios
Sensibilidad	87dB SPL (1W,1m)	84dB SPL (1W,1m)
Potencia de salida	10W	>10W
Frecuencia	75 a 18kHz	80 a 13kHz
Precio	\$149.99	\$179.00

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de características técnicas del Yamaha MS101 y Fostex 6301B. **Ver Anexo F**

A partir de estos datos, podemos obtener el nivel de presión sonora que llegaría desde la posición del altavoz hasta la zona de exposición. Para ello utilizando el valor de sensibilidad del altavoz y realizando las correcciones con respecto a la potencia del amplificador de salida y de la distancia al altavoz.

Primero se realiza la medición conociendo el nivel de potencia de salida del amplificador, por lo que tenemos:

$$\text{dB SPL}' = \text{dB SPL} (1\text{W}, 1\text{m}) + 10 \cdot \log(P/1\text{W})$$

Luego se realiza la medición de lo obtenido agregando la corrección respecto al punto de estudio.

$$\text{dB SPL} (\text{a } X \text{ metros}) = \text{dB SPL}' - 20 \cdot \log(X/1\text{m})$$

De esta manera podemos realizar un cálculo estimado del nivel sonoro recibido en la zona de exposición.

Las anteriores formulas se realizo en base a cálculos de medición del sonido vistos en libro "Sound Reinforcement Handbook" [35].

En el caso que fueran colocados a 10 metros de la zona de exposición, obtendríamos un nivel de presión sonora mayor de 70dB SPL, por lo que satisface el nivel de 40 dB requerido en museos. Además existen otras correcciones como la reverberación y el tiempo de reverberación que están relacionadas con las dimensiones del ambiente y su material de construcción.

3.8.3. Criterios de Selección

Ambos altavoces cumplen con los mínimos requerimientos para la etapa de audio, pero se escoge el altavoz Yamaha ya que tiene un menor costo.

3.9. Etapa de Alimentación.

3.9.1. Requerimientos.

En la siguiente tabla se presentará una descripción de la corriente y voltaje de suministro para cada parte del sistema.

Tabla 3.6. Análisis del consumo de potencia de cada etapa.

Equipo	Voltaje	Corriente
Sensor	12VDC	30mA (PIR convencional)
Controlador (ATmega8)	5VDC	15.2mA (puerto de entrada/salida, VCC)
Reproductor de Audio	5VDC	25mA (modo Idle/Play)
Detector Paso por Cero	5VDC	12mA
Excitador (MOC3020)	5VDC	20mA
LCD (DMC16207)	5VDC	2.5mA

Fuente: Elaboración Propia

De esta manera se concluye que la fuente de alimentación debe tener dos salidas de alimentación DC de 5V y 12V, además es necesaria una salida de alimentación VAC (nivel permitido menor que 36V), para la entrada del Detector de Paso por Cero que puede ser obtenida de la salida del transformador de potencia.

3.9.2. Alternativas de Solución.

Los suministros de alimentación utilizados son el de Media Onda, Onda Completa y utilizando el Puente de diodos para Onda Completa, este último usado para aplicaciones de altas corrientes.

3.9.3. Criterios de Selección.

Para nuestro diseño se requiere de la onda completa de la señal alterna para el detector de Paso por Cero y su posterior sincronización con el microcontrolador, no se utilizará el Puente de diodos pues se trabaja con corrientes bastante bajas menores que 200mA como máximo.

Para el diseño del circuito rectificador fue necesario el cálculo de la corriente de consumo total, para ello se utilizaron dos reguladores de voltaje conectados en serie para obtener las salidas de 12V (LM7812) y 5V (LM7805), para alimentar a las etapas vistas en la Tabla 3.6.

Primero se realizó el cálculo consumo total de corriente a la salida del LM7805 (suma de corrientes de las etapas que consumen 5V, que se obtiene de la Tabla 3.6.) es igual a 75mA, a esto se le suma la corriente de reposo del integrado de 5mA (obtenido de la hoja de datos del LM7805), por lo que obtenemos un consumo de corriente total de 80mA a la entrada del integrado.

Luego calculamos el consumo total de corriente a la salida del LM7812, tenemos que el sensor consume de 30mA y del cálculo anterior 80mA a la entrada del LM7805. Si le agregamos la corriente de reposo de 5.1mA del integrado, obtendremos un total de consumo de corriente aproximadamente de 120mA.

La corriente de consumo total es necesaria para el diseño del circuito rectificador más adecuado, para ello se utilizaron las curvas de Shade del documento “Motorola Analog IC Device Data” vistas en el **anexo B**.

A continuación se muestra en la Figura 3.8., el circuito de la etapa de alimentación utilizando valores comerciales de condensadores. Mas detalles acerca de los cálculos del circuito de rectificación se encuentran en el **anexo B**.

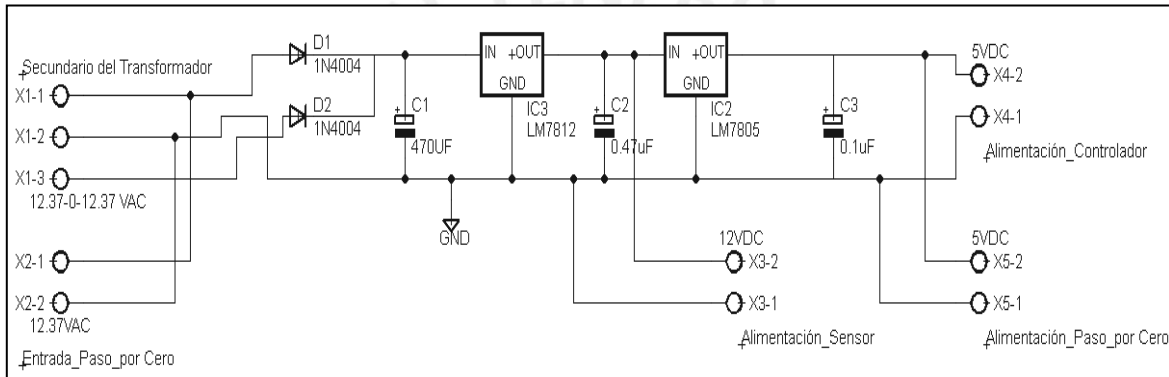


Figura 3.8. Diagrama Esquemático de la Etapa de Alimentación.

3.10. Programación del Sistema.

3.10.1. Diagrama de flujo del programa principal.

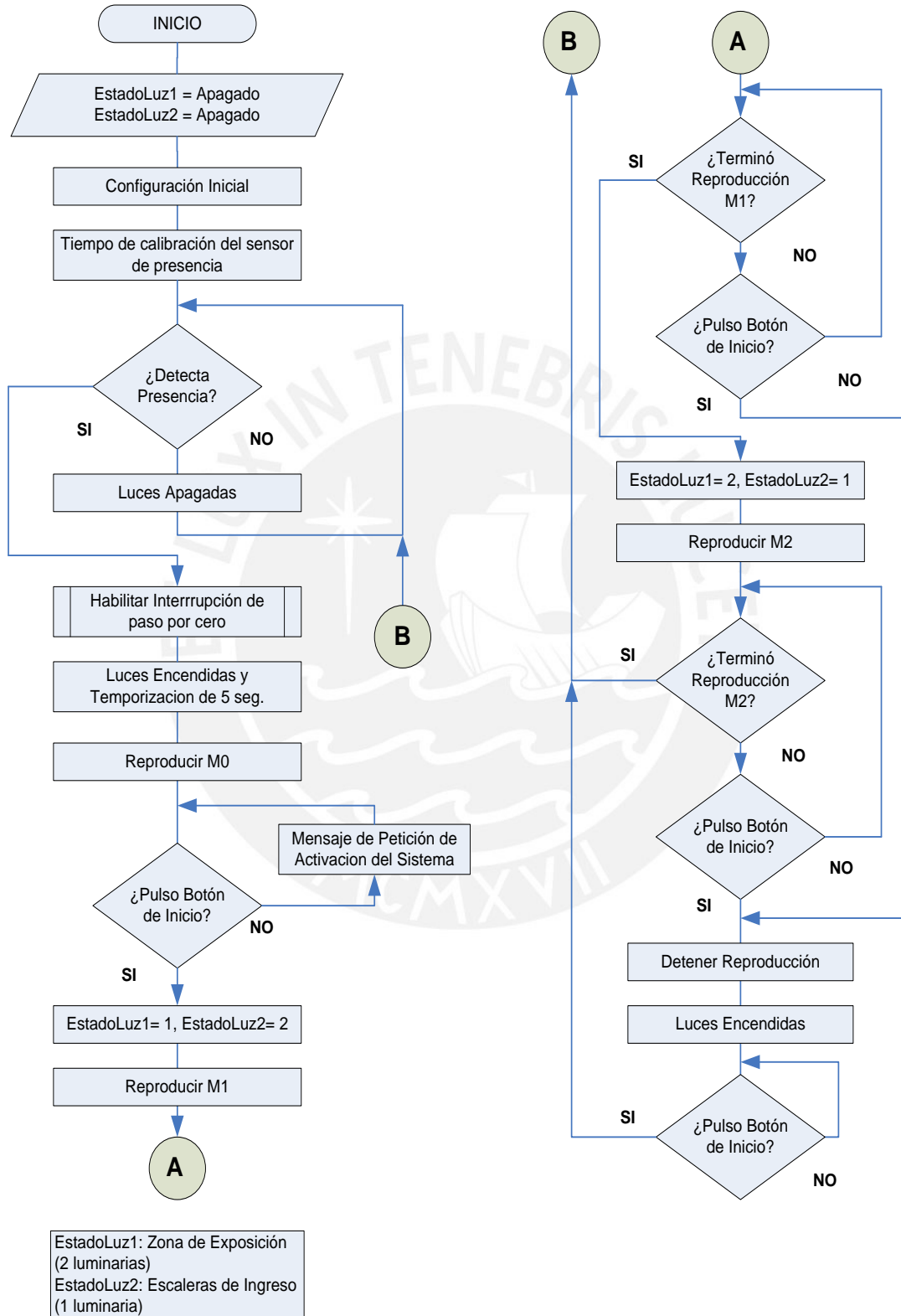


Figura 3.9. Diagrama de Flujo del Programa Principal.

3.10.2. Diagrama de flujo de la subrutina de interrupción por paso por cero.

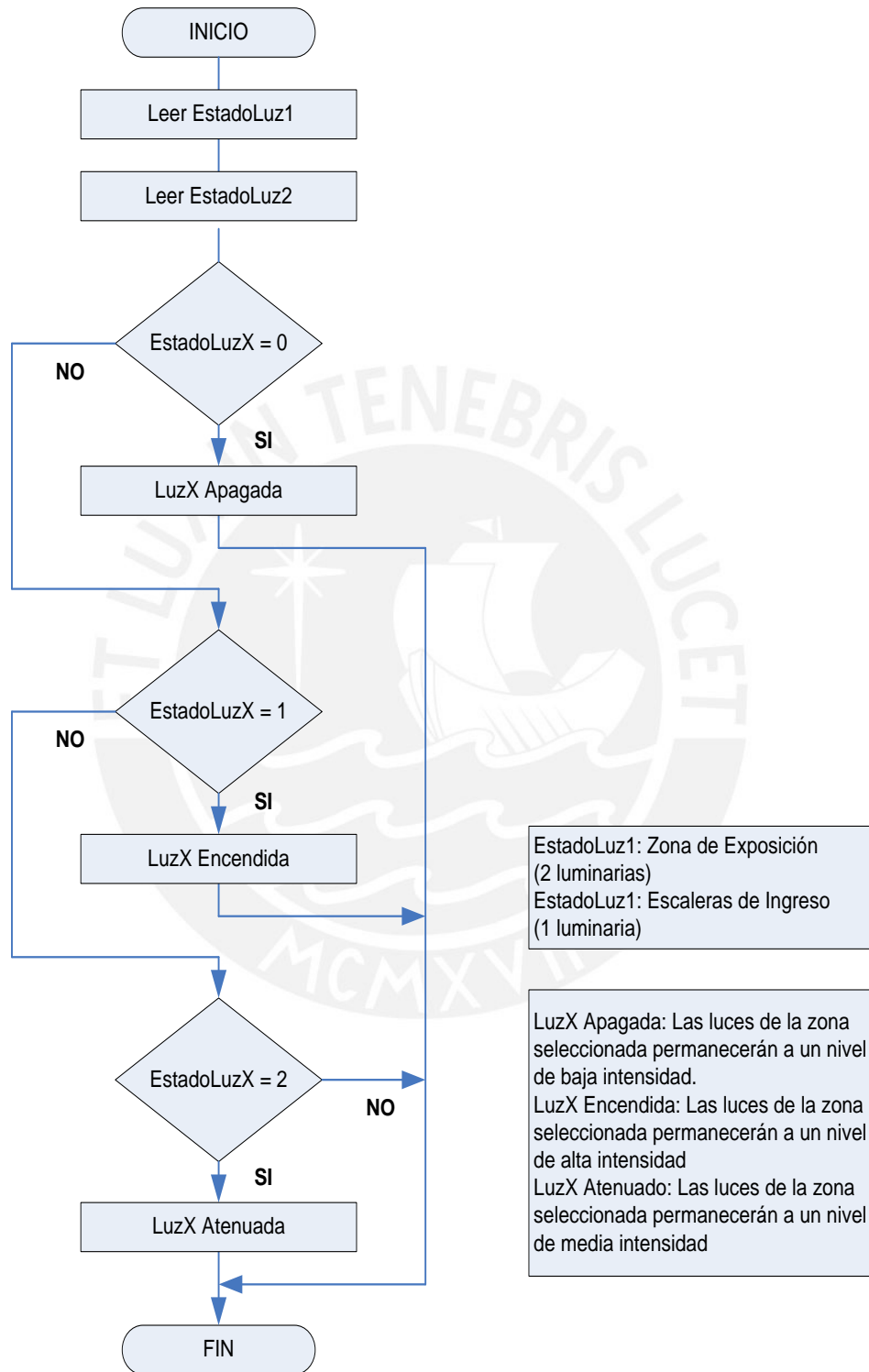


Figura 3.10. Diagrama de Subrutina de Interrupción de Paso por Cero.

3.10.3. Descripción del programa.

La programación del sistema deberá ser el adecuado para el cumplimiento de todos los requerimientos del manejo del hardware antes establecidos.

El sistema empezará con la inicialización de los parámetros iniciales como es el estado del sensor (entrada del sensor), de las luminarias (inicialmente apagadas) y el tiempo de reproducción (permitirá saber el término de cada reproducción), luego se procederá a realizar la configuración inicial de los puertos de entrada/salida del sistema (puertos de control del sistema), la comunicación serial (UART) y la rutina de interrupción externa (detección de paso por cero). Solo cuando se encienda el sistema por primera vez, requerirá de un tiempo de espera de 30 segundos necesario para calibración del sensor. Luego se procede a habilitar las interrupciones para el funcionamiento del sistema.

Al principio, el sistema esperará el ingreso de los visitantes al ambiente y las luces permanecerán apagadas. Mientras no exista la detección del sensor (sensor=1), no podrá iniciarse el sistema. Cuando ocurra la detección de los visitantes al ingreso del ambiente (sensor=0), inmediatamente se procederá a encender todas las luces, luego se realizará la reproducción del audio M0.mp3 (Grabación con mensaje de bienvenida y petición de activación del Sistema-Guía pulsando botón INICIO).

La Activación del Sistema-Guía se iniciará luego de pulsar el botón INICIO por el visitante. Si se presiona nuevamente (por segunda vez) se procederá a la Desactivación del Sistema-Guía. En el caso de que no se presione el botón de INICIO y no exista la detección de personas dentro del ambiente, se procederá a apagar las luces y esperar el ingreso de los visitantes al ambiente.

El Sistema-Guía consistirá en la reproducción secuencial de audios y el control de la iluminación adecuada para cada uno de estos, una vez finalizado, se procederá a la Desactivación del Sistema-Guía. Luego de ser desactivado el Sistema-Guía, podrá ser nuevamente activado por el visitante, si nuevamente presiona y suelta el pulsador de INICIO. De esta manera mientras exista detección de personas dentro del ambiente podrá activarse el Sistema-Guía las veces que requiera el visitante.

La Subrutina de Interrupción por Paso por Cero, se encarga enviar señales de salida de control (salidas del microcontrolador conectados al circuito de control del excitador) al circuito excitador que permitirán controlar el estado actual de las luces EstadoLuz1 y EstadoLuz2; por ejemplo, si EstadoLuz1 = 0 (OFF), significa que las luminarias de la zona de exposición permanecerán a un nivel de baja intensidad, si EstadoLuz1 = 1 (ON), significa que las luminarias de la zona de exposición permanecerán a un nivel de alta intensidad y si EstadoLuz1 = 2 (TENUE), significa que las luminarias de la zona de exposición permanecerán a un nivel de media intensidad; caso contrario, no realiza ninguna acción. La importancia de esta subrutina es obtener los tres estados de iluminación deseados, por lo que se realizó la modulación de la señal de control que gobierna a la etapa de potencia.

En el programa principal se comparará la bandera del registro del integrado Vmusic2 que indica la finalización de la reproducción actual, cuando sea cero significa que “Termino Reproducción Mx”, en caso contrario el audio se está reproduciendo.

Si el visitante decide detener el sistema puede hacerlo pulsando el botón INICIO, el cual encenderá todas las luces del primer ambiente y podrá realizar su recorrido personalizado.

Para activar nuevamente el sistema guía, se procederá a pulsar el botón INICIO y se reiniciara el sistema completo.

3.10.4. Instrucciones de control del sistema.

- El visitante únicamente tendrá que presionar una vez el pulsador de inicio, para activar el sistema-guía que controlará tanto la iluminación como la reproducción de audios haciendo que su visita sea didáctica e informativa.
- Si el visitante decide detener el sistema puede hacerlo presionando nuevamente el pulsador de inicio, el cual encenderá todas las luces del primer ambiente y podrá realizar su recorrido personalizado.
- Para activar nuevamente el sistema guía, se procederá a presionar el pulsador de inicio y se reiniciara el sistema completo.

3.11. Presupuesto del Sistema.

El costo del sistema completo se puede ver en la Tabla 3.7.

Tabla 3.7. Análisis del costo del sistema propuesto.

#	Equipo	Características	Precio
1	Luces	3 Lámparas OSRAM 64841SP 75W 230V, E27 HALOPAR30 ALU. Luz Cálida.	94.5
2	Altavoz	Yamaha MS101.	407.9
3	Sensor	301D Digital PIR Motion Detector.	35.0
4	Controlador	Microcontrolador ATmega8L.	10.0
5	Componentes Electrónicos	Resistencias, Condensadores, Reguladores, Triacs, Optocopladores, Comparadores, entre otros.	60.0
6	VMUSIC2	Control de reproducción de audios.	102.0
7	Conexiones	Cables, conectores de audio, borneras, entre otros..	30.0
8	Tarjetas Impresas	Impresión y soldado de las tarjetas	30.0
9	Chasis	Material metálico, dimensiones 6cmx10cmx6cm	30.0
10	Otros	Investigación y Desarrollo	7200.0
		TOTAL	8009.4

Fuente: Elaboración Propia

El total del presupuesto del sistema se calculó a raíz de los precios de mercado obtenidos de varias páginas web, el valor agregado de importación de algunos de los equipos tampoco es considerado en el resultado final.

CAPITULO 4: SIMULACIÓN DEL PROTOTIPO Y RESULTADOS

4.1. Descripción del Prototipo.

Para la obtención de resultados del funcionamiento del sistema guía de recorridos que será implementado en el Museo de Artes y Tradiciones Populares, se pensó en la realización de pruebas usando algún software de simulación de circuitos electrónicos y un prototipo que permitan verificar el correcto funcionamiento del sistema propuesto. El prototipo constará de cuatro tarjetas impresas para el controlador, el detector de paso por cero, el excitador y la de suministro de alimentación para todas las placas. Se utilizarán algunos equipos externos como un sensor PIR, foco halógeno dicróico de 75W, foco incandescente de 100W, un teclado LCD y pulsadores de prueba.

4.2. Simulación del Detector de Paso por Cero.

Para la simulación del detector de paso por cero se realizaron dos pruebas, la primera fue realizada usando un software simulador de circuitos electrónicos Proteus Isis ver. 7.6 y para la segunda se realizaron las pruebas directamente del circuito implementado en una tarjeta impresa.

4.2.1. Prueba usando un software de simulación de circuitos electrónicos.

A continuación se muestran algunas imágenes obtenidas del software de simulación utilizado. En la Figura 4.1., vemos el circuito del detector de paso por cero escogido además se agrega un osciloscopio virtual para realizar las siguientes medidas: señal de entrada alterna de 12V, señal de entrada + del comparador y señal de salida. En la entrada – del comparador, ingresan niveles positivos de la señal alterna debido al diodo rectificador D1.

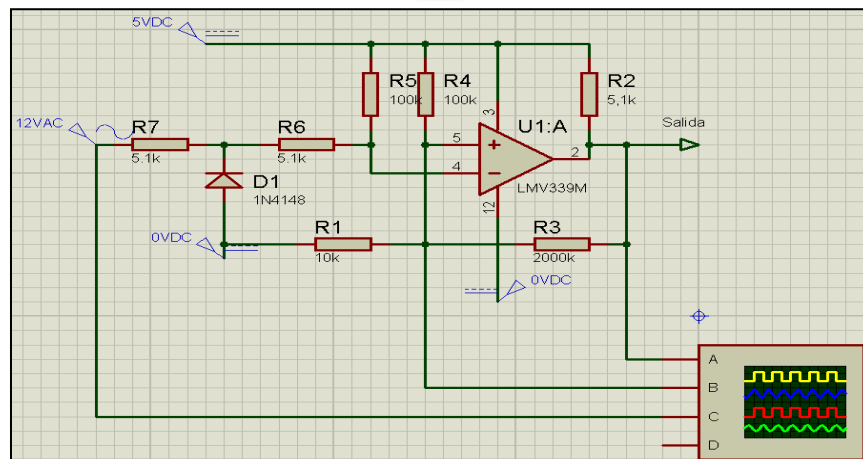


Figura 4.1. Circuito detector de paso por cero usando Proteus.

De la repuesta de las señales medidas utilizando el osciloscopio virtual del simulador, en la primera señal se obtiene que los niveles de entrada + del comparador sean el resultado de los dos niveles de tensión de comparación utilizados por el método Schmitt Trigger para la detección del cruce por cero. En la siguientes dos señales se compara la señal de salida con la señal de entrada alterna, se obtiene una señal cuadrada periódico de 60hz de niveles próximos a 0V y 5V, estos valores son adecuados a los niveles lógicos del microcontrolador. En la Figura 4.2. se observa el resultado de las señales analizadas.

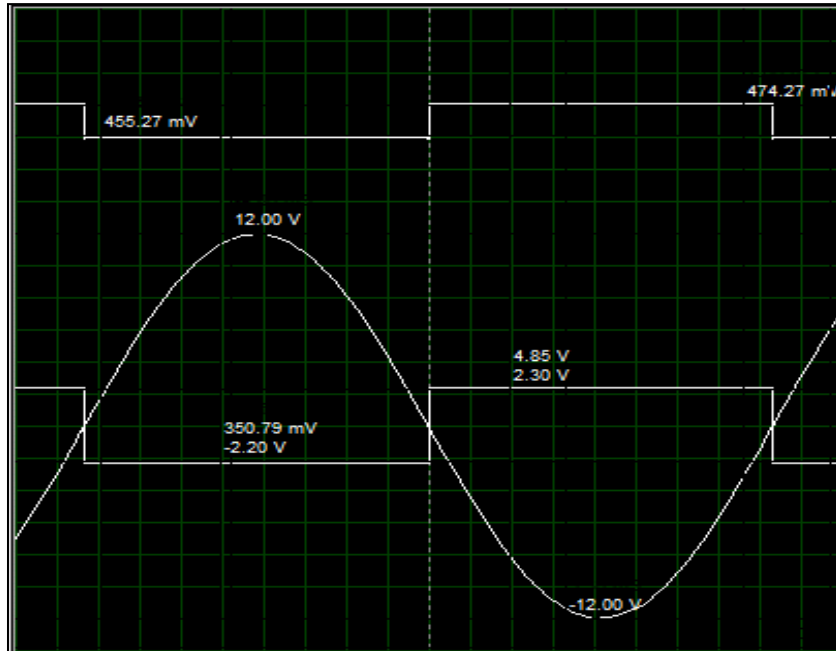
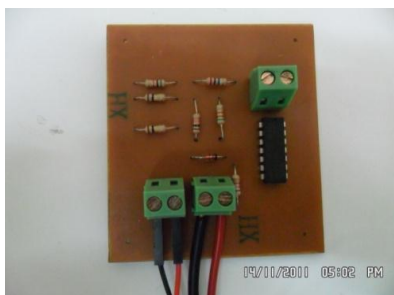


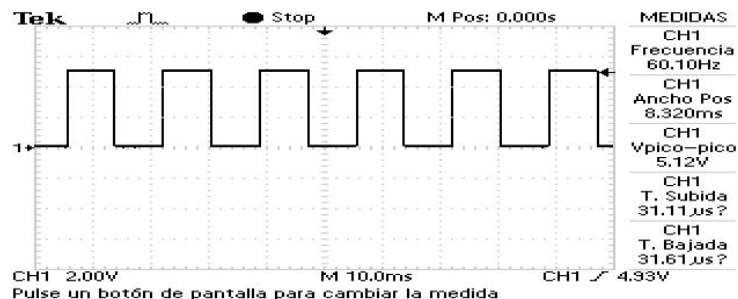
Figura 4.2. Resultados obtenidos del osciloscopio virtual de Proteus.

4.2.2. Prueba de la Tarjeta de Paso por Cero.

Se utilizo un osciloscopio para la medición de la respuesta de la señal de salida de la tarjeta del detector de cruce por cero, donde se obtuvo una señal cuadrada periódica de 60.1Hz de niveles próximos a 0V y 5V adecuados a los niveles lógicos del microcontrolador. En la Figura 4.3. se muestra la respuesta obtenida usando el prototipo.



(a) Tarjeta de Paso por Cero



(b) Respuesta obtenido en Laboratorio.

Figura 4.3. Imágenes tomadas utilizando prototipo de prueba.

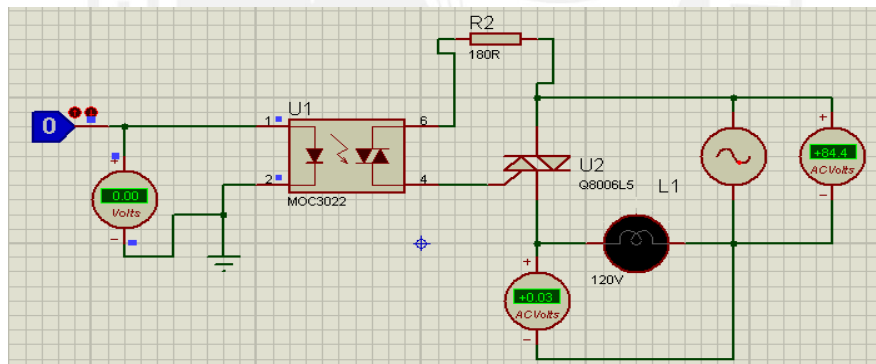
4.3. Simulación del Excitador.

Para la simulación del excitador se realizaron dos pruebas, la primera fue realizada usando un software simulador de circuitos electrónicos Proteus Isis ver. 7.6 y para la segunda se realizaron pruebas de encendido y apagado de focos de 75W y 100W usando su tarjeta impresa.

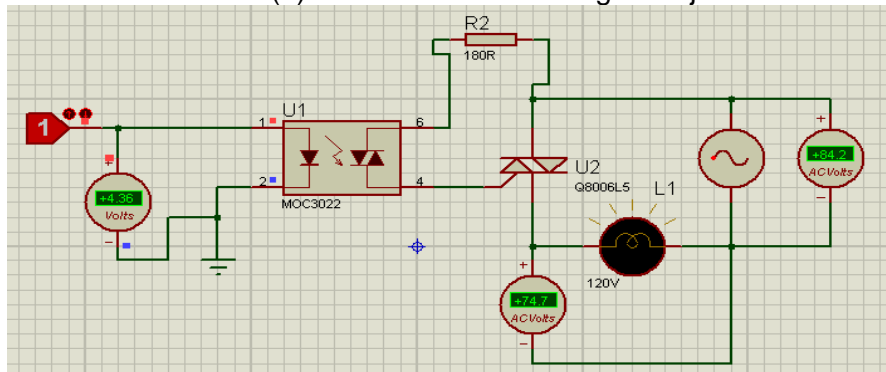
4.3.1. Prueba usando un software de simulación de circuitos electrónicos.

Para la simulación de circuito excitador en Proteus se utilizó el optocoplador moc3022 y el triac 88006I5 que tienen características similares de operación de trabajo al moc3020 y al triac bt136., ya que el simulador cuenta con algunas limitaciones en la selección de estos dispositivos en sus librerías.

De la Figura 4.4., en la parte (a) vemos que la entrada de control es un '0' lógico (0V), por lo que no logra ser disparado el triac, de esta manera, el foco de 120V permanecerá apagado. En la parte (b) vemos que ahora la entrada de control es un '1' lógico (5V), por lo que habrá una corriente que permita conducir al diodo del optocoplador, de esta manera obtendremos una corriente mayor a la corriente de mantenimiento del triac, logrando ser disparado e inmediatamente el foco de 120V se encenderá.



(a) Excitador con nivel lógico bajo.

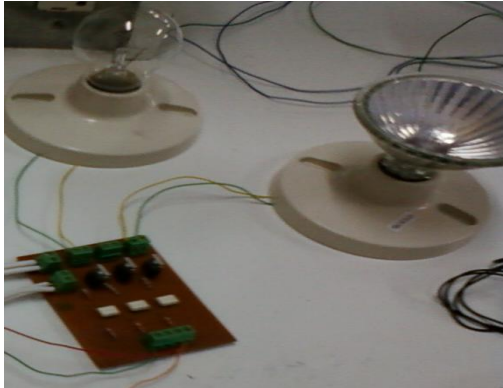


(b) Excitador con nivel lógico alto.

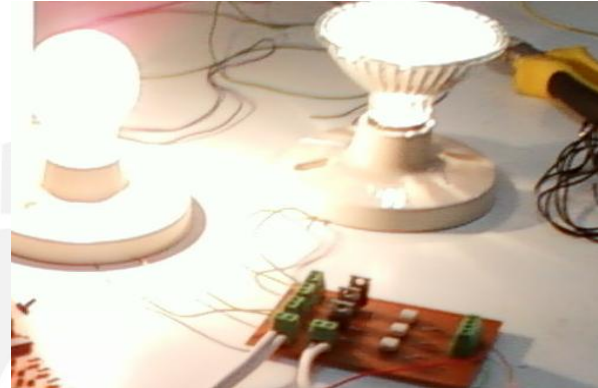
Figura 4.4. Imágenes tomadas usando simulador Proteus.

4.3.2. Prueba de la Tarjeta del Excitador.

Se realizaron pruebas usando la tarjeta impresa de circuito excitador y se controlaron el encendido y apagado de los focos de 75W y 100W. Los focos fueron conectados a circuitos excitadores separados, de esta manera se logro el control independiente de cada luminaria que será utilizado para el control independiente de la iluminación de la dos zonas descritas dentro del ambiente del museo, ver imágenes en la Figura 4.5.



(a) Luces Apagadas



(b) Luces Encendidas

Figura 4.5. Imágenes tomadas utilizando prototipo de prueba.

4.4. Simulación de la Etapa de Alimentación.

Para la simulación de la etapa de alimentación se realizaron dos pruebas, la primera fue realizada usando un software simulador de circuitos electrónicos Multisim ver. 11.0 de National Instruments y para la segunda se muestran algunas imágenes de todo el sistema en funcionamiento.

4.4.1. Prueba usando un software de simulación de circuitos electrónicos.

A continuación se muestran algunas imágenes obtenidas del software de simulación utilizado. En la Figura 4.6., se realizan las mediciones del circuito de rectificación diseñado, detalles de cálculos del circuito de rectificación se encuentran en el **Anexo B**.

Primero utilizando un voltímetro y dos amperímetros virtuales, se verifican las mediciones de la señal de entrada alterna de 220V, además del consumo total de corriente próximo a 110mA calculado en diseño de la etapa de alimentación. Además se utilizaron dos cargas R1 (carga obtenida del sensor) y R2 (carga total obtenida del regulador de 5V), verificando el consumo de corriente de 30mA y 110mA también calculados en el diseño de la etapa de alimentación.

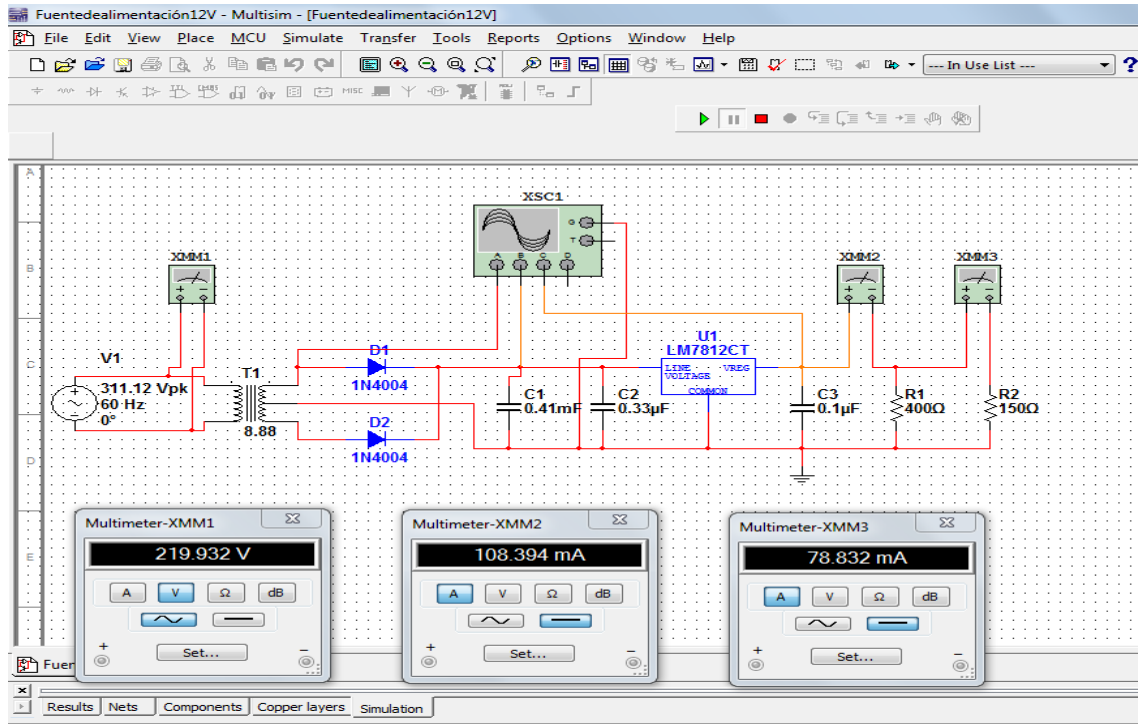


Figura 4.6. Circuito de prueba para etapa de Alimentación usando Multisim.

Luego se utilizó un osciloscopio virtual del simulador, para la medición de las siguientes señales: secundario del transformador, señal de entrada y de salida del regulador LM7812CT.

En la Figura 4.7., vemos el resultado de las señales medidas, verificamos la señal de entrada alterna de 12.37Vrms (17.5V_{máx}), el voltaje de rizado es de 1V_{pp} y se obtiene a la salida el nivel de voltaje continuo de 12V requerido para la alimentación del sistema.

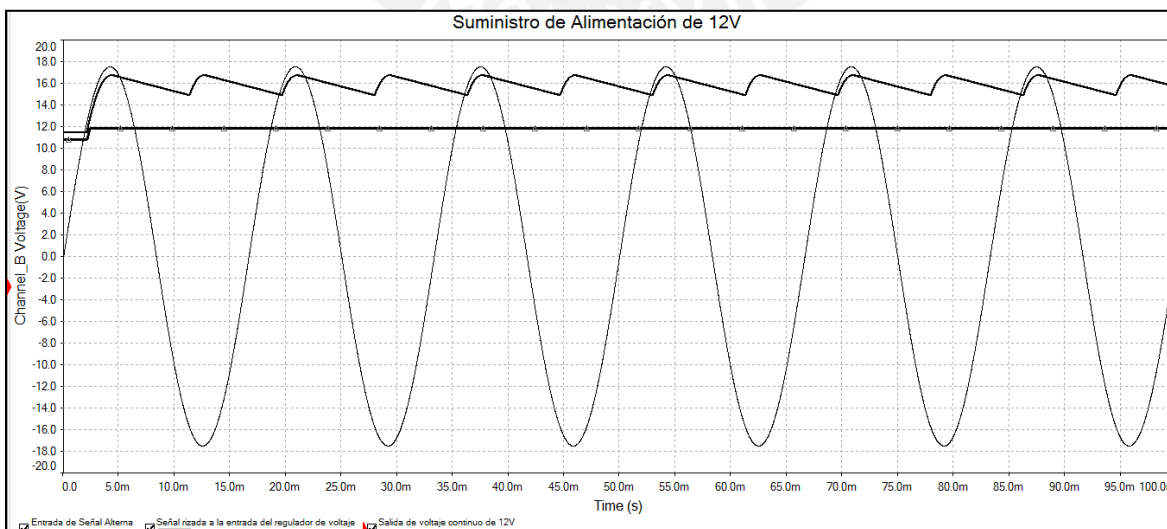


Figura 4.7. Resultado de las señales de prueba usando osciloscopio en Multisim.

4.4.2. Prueba de la Tarjeta de Suministro de Alimentación.

En la Figura 4.8., se muestran algunas imágenes del funcionamiento del prototipo completo, de esta manera se comprueba efectividad del circuito de rectificación para la alimentación de todas las etapas del sistema.

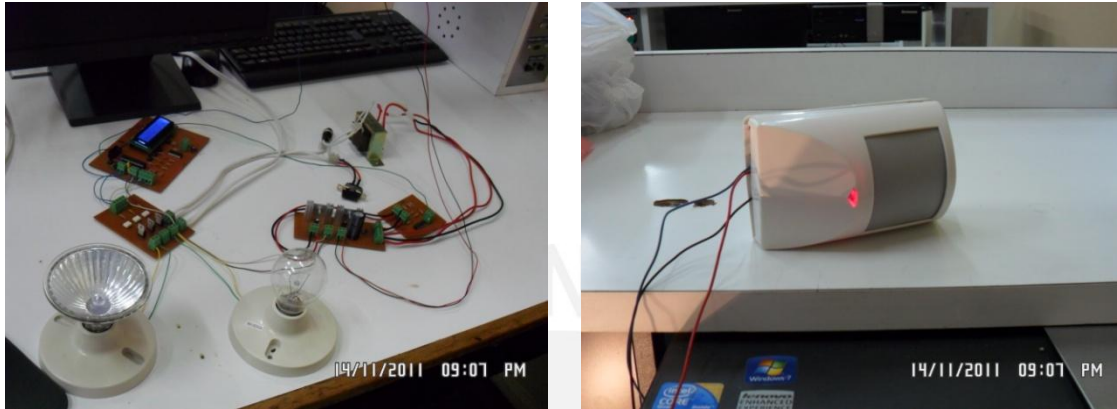


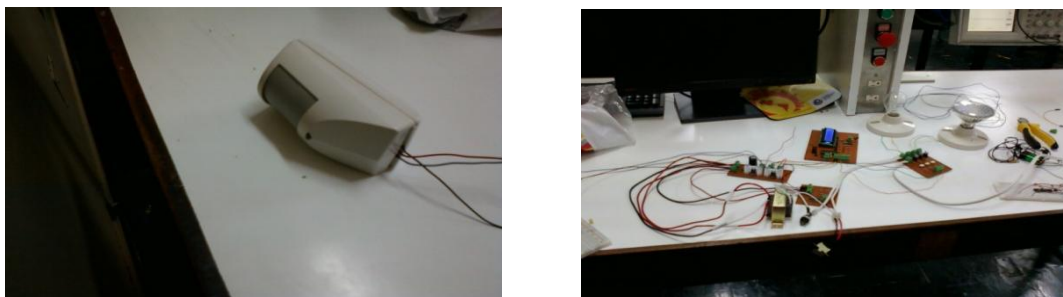
Figura 4.8. Imágenes tomadas prototipo del sistema alimentado.

4.5. Simulación del Sistema de Control.

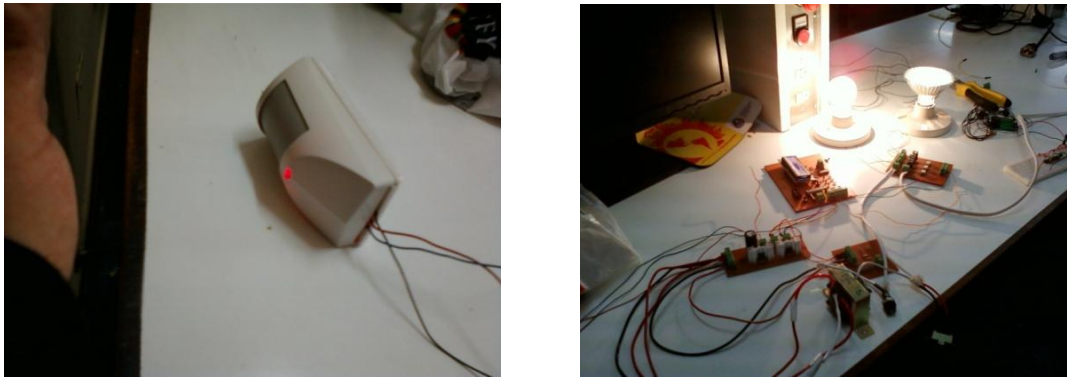
A continuación se presentaran algunas pruebas del funcionamiento del sistema de control completo, para ello se realizaron algunos programas de prueba en lenguaje ensamblador utilizando el software de programación VMLAB y AVR Studio 4.

4.5.1. Prueba de la Tarjeta del Controlador y del Sensado.

Se realizó una primera prueba del inicio del sistema, el cual consiste en el encendido de las luces al ocurrir la detección de presencia y el apagado de las luces cuando no exista detección, fue necesario un tiempo de espera de 30 segundos para la calibración del sensor. Luego de las pruebas se obtuvo un tiempo entre 4 y 5 segundos de un estado de detección del sensor a un estado de no detección del sensor, esto significa que es el tiempo que demora en apagarse las luces cuando los visitantes se hayan retirado del primer ambiente, esto resulta en un ahorro en el consumo de energía, ver Figura 4.9.



(a) Antes de la detección del sensor



(b) Después de la detección del sensor

Figura 4.9. Pruebas del control automático de iluminación.

4.5.2. Prueba de la Tarjeta del Controlador y del Circuito de Potencia.

Se realizaron unas pruebas integrando el circuito de potencia completo y el circuito del controlador, para ello verificamos obtener los tres estados de iluminación necesarios para el control de la iluminación de las dos zonas del ambiente del museo. La prueba consiste en el cambio de estado secuencial usando focos de 75W y 100W.

En la Figura 4.10. se muestran algunas imágenes obtenidas de las pruebas realizadas comprobando el cambio de estado de los niveles de iluminación requeridos (encendido completo, encendido semi-completo o tenue y apagado completo).



(a) Encendido completo.



(b) Encendido semi-completo o tenue.



(c) Apagado Completo

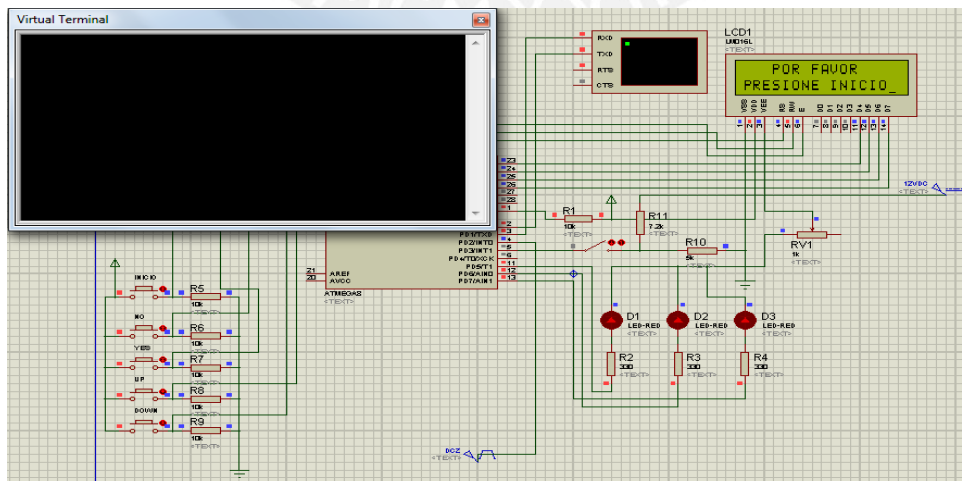
Figura 4.10. Pruebas del cambio de estado de la iluminación.

4.5.3. Prueba de la Tarjeta del Controlador y del Reproductor de Audios.

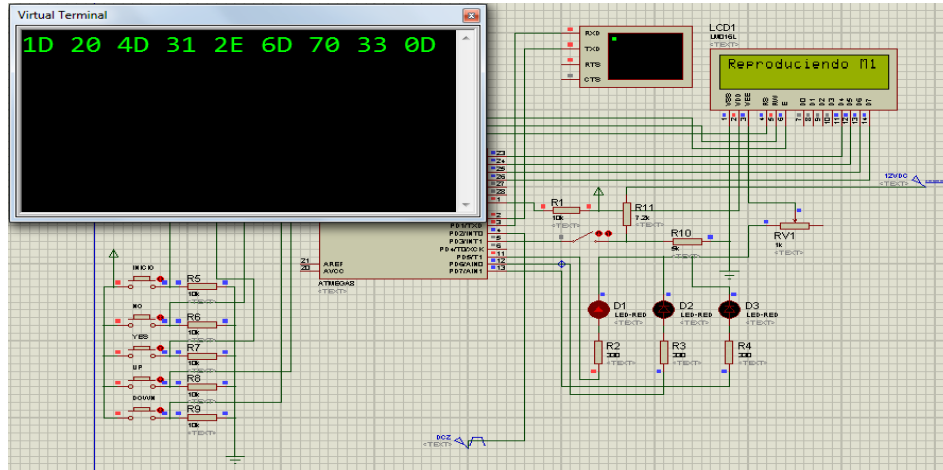
Para la realización de pruebas de los comandos de control de equipo Vmusic2, se utilizó el programa principal del **anexo C**, de acuerdo a los comandos de reproducción de un archivo de audio y detenimiento de un archivo en reproducción vistos en el documento de referencia “Vinculum Firmware Tools User Manual” del fabricante Ftdchip. [36]

Se utilizó el terminal virtual del simulador Proteus para la verificación del envío de la transmisión serial de los datos al equipo Vmusic2. Mas detalles de los comandos de control del Vmusic2 se verán en el **Anexo D**.

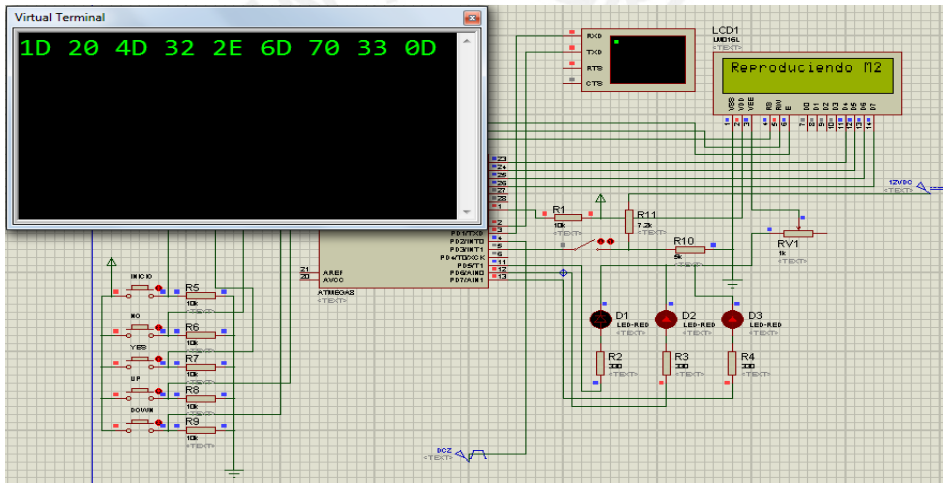
En la Figura 4.11., mostramos en el terminal virtual los comandos enviados por las líneas de transmisión de datos en modo UART, se muestra el comportamiento del sistema antes y después de ser pulsado el botón de inicio para la activación del sistema y finalmente se muestra la desactivación del sistema.



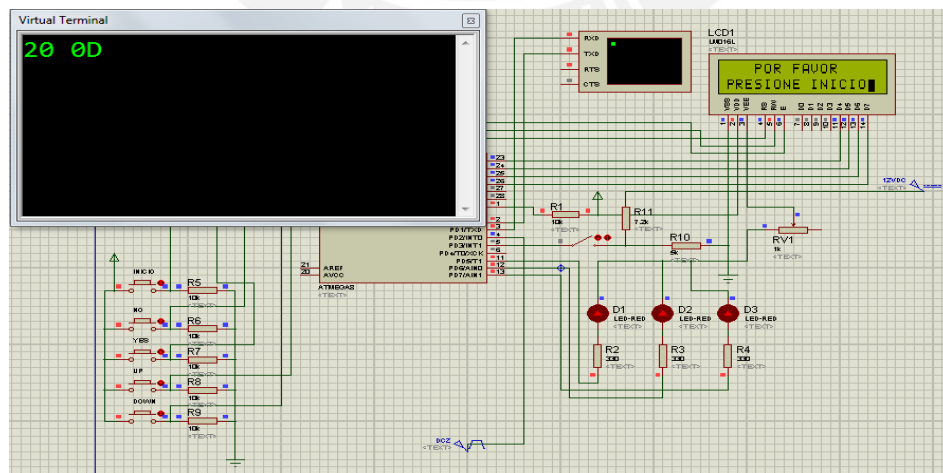
(a) Petición Inicial de Activación del Sistema.



(b) Reproducción del primer audio M1.mp3.



(c) Reproducción del segundo audio M2.mp3.



(d) Detenimiento de la reproducción y desactivación del Sistema.

Figura 4.11. Pruebas de los comandos de control del Vmusic2.

4.6. Comparación de resultados.

Después de analizar los puntos 4.2. y 4.3. se comprueba la efectividad del funcionamiento del circuito de potencia, además los resultados obtenidos contrastan con los resultados esperados en el punto 3.6. , se cumplen con los requerimientos necesarios para control del nivel de intensidad luminosa de las lámparas. En el punto 4.4., obtenemos el nivel de voltaje de alimentación requerido luego del análisis del circuito rectificador adecuado en el punto 3.9. Finalmente en el punto 4.5., se realizan simulaciones que integran tanto hardware como software que ayudan a obtener resultados más directos del funcionamiento del sistema de control completo junto con el prototipo de prueba. Por tanto, se deja en manos de una futura investigación de la implementación del sistema propuesto para recorridos guiados dentro de ambientes de museos.



CONCLUSIONES

Se logró realizar la selección del sensor de presencia PIR luego de hacer un análisis comparativo con varios sensores vistos en el punto 3.2, además se verificó su forma de trabajo realizando pruebas del prototipo, ver punto 4.5.1.

Se logró realizar el diseño de un acondicionador de señal efectivo que permita trabajar con los cinco voltios de alimentación del sistema de control, ver punto 3.4.

Se logró la selección del microcontrolador ATmega8 ya que posee las características necesarias que permiten controlar las necesidades requeridas en el punto 3.5.

Se escogió el detector de paso por cero externo y excitador usando opto-triac para la etapa de iluminación y el equipo VMusic2 para audio, realizando pruebas y simulaciones en los puntos 4.5.2. y 4.5.3.

Se logró seleccionar el hardware adecuado de la etapa de potencia de iluminación y la etapa de control de audio en un ambiente, ver puntos 3.6 y 3.7. Además se realizó el análisis y selección de los equipos de iluminación y sonido respecto a las normativas descritas en varios documentos, ver puntos 3.5 y 3.8.

Se realizó la programación del software necesario, visto en el punto 3.10, que se utilizó para hacer pruebas del funcionamiento del control del sistema guía utilizando el prototipo de pruebas, ver punto 4.5.

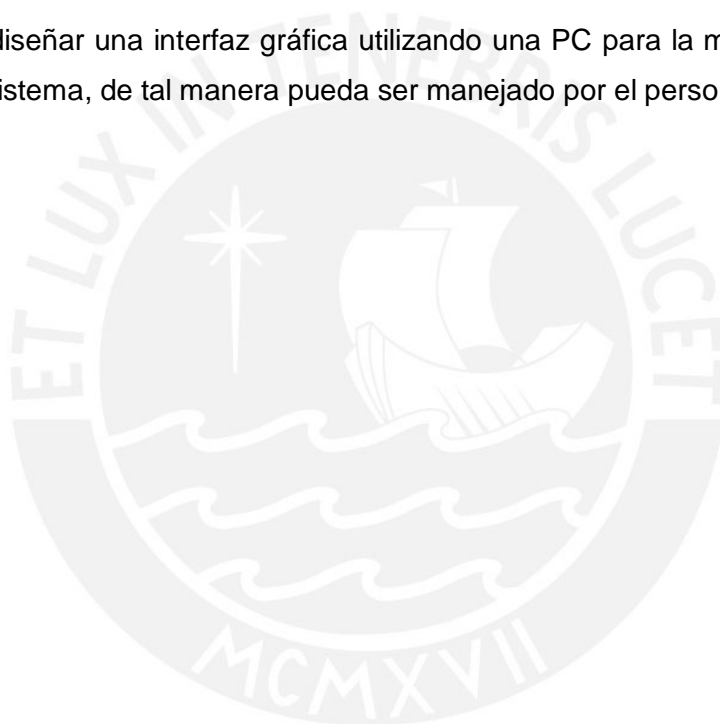
El objetivo de la tesis era el diseño del sistema guía de recorridos, sin embargo se ha logrado implementar el prototipo y obtener resultados que permitan afirmar el funcionamiento del sistema, salvo la prueba de la reproducción de audio porque no se pudo adquirir el integrado VMusic2.

RECOMENDACIONES

Si se desea implementar el sistema propuesto para varias zonas de exposición, debe realizarse un estudio adecuado de iluminación y sonido para los distintos ambientes del museo, además hacer una reevaluación de los costos aproximados.

Se recomienda ampliar el diseño a un sistema modular que pueda permitir el control de todos los ambientes del museo, de esta manera podrá adquirirse información de las visitas realizadas y el tiempo de uso del sistema guía para recorridos en el museo.

Se recomienda diseñar una interfaz gráfica utilizando una PC para la modificación de los parámetros del sistema, de tal manera pueda ser manejado por el personal del museo.



BIBLIOGRAFÍA

- [1] *Instituto Riva Agüero*. Pontificia Universidad Católica del Perú. Consultado 23 de abril del 2011.<<http://ira.pucp.edu.pe/museo-arte/presentacion>>
- [2] *Museum Definition*. ICOM “Consejo Internacional de Museos”. Consultado 16 de abril del 2011.<<http://icom.museum/>>
- [3] Avendaño S. Debby. *El Juego de la Luz Natural como Arte Aplicado a la Arquitectura, Museo de Arte Contemporáneo de Mérida*. Trabajo Especial de Grado, Mérida, Venezuela, Octubre 1995, pp. 128.
- [4] Gemmato Pascazio, Gian Nuncio. *Interacción Arte-Tecnología como Generadora de Espacio Arquitectónico, Museo de Arte Contemporáneo de Mérida*. Trabajo Especial de Grado, Mérida, Venezuela, Setiembre 2000, pp. 65.
- [5] Thomson, Garry. *Preventive Conservation in Museum*, ICCROM, 1984, pp 3. Manual de Prevención y primeros auxilios, Colcultura, UNESCO. Bogotá, Venezuela, 1982, pp. 49.
- [6] Viñolas Prat, Jordi. *Contaminación por ruido: formulación del problema y de las medidas a adoptar para reducir sus efectos*. Universidad de Navarra, España.
- [7] *Organización Panamericana De La Salud. Criterios de salud ambiental: El ruido*. México, 1980.
- [8] Iluminet. Revista de Iluminación. Edición: Marzo, 2009. Consultado 30 de abril del 2011.<<http://www.iluminet.com.mx/los-secretos-de-la-iluminacion-de-museos>>
- [9] *Catálogo de productos de Il-Lumina*. Consultado 30 de abril del 2011.<http://www.il-lumina.com/familia.asp?idfamilia=2871126#Scene_1>
- [10] *Sensores de presencia*. Kalipedia, enciclopedia virtual. Consultado 04 de mayo del 2011.<http://www.kalipedia.com/tecnologia/tema/sensores_presencia.html?x=20070821klpinginf_92.Kes&ap=8>
- [11] *Sensores externos*. Departamento de Ciencia de la Computación e Inteligencia Artificial, Universidad de Alicante. Consultado 04 de mayo del 2011.<<http://www.dccia.ua.es/dccia/inf/asignaturas/ROB/optativos/Sensores/externos.html>>

- [12] *Best Security del Peru.* Consultado 14 de mayo del 2011.<http://www.bestsecurityperu.com/portal/index.php?route=product/product&path=34&product_id=179>
- [13] *Detector de presencia.* Direct Industry. El salón virtual de la Industria. Consultado 14 de mayo del 2011. <<http://www.directindustry.es/fabricante-industrial/detector-presencia-75154.html>>
- [14] *Catálogo de productos de Levitón.* Consultado 16 de mayo del 2011.<http://www.leviton.com/OA_HTML/ibeCCtpSctDspRte.jsp?section=23136&minisite=10036>
- [15] *Museo de Oro de Lima.* Consultado 21 de mayo del 2011.<<http://www.museoroperu.com.pe/museo.html>>
- [16] *Museo Tumbas Reales de Sipán.* Lambayeque, Perú. Consultado 21 de mayo del 2011.<<http://www.museotumbasrealessipan.pe/principal.html>>
- [17] *Docent, la nueva guía de los robots en los museos surcoreanos.* Consultado 08 de junio del 2011.< <http://www.robotikka.com/886/robotica/docent-la-nueva-guia-de-los-robots-en-los-museos-surcoreanos/>>
- [18] Sadazuka, Kazuhisa; Kuno, Yoshinori; Kawashima, Michie; and Yamazaki, Keiichi *Museum Guide Robot with Effective Head Gestures.* International Conference on Control, Automation and Systems 2007 in COEX, Seoul, Korea.
- [19] *Sistemas Interactivos.* Zeinu, Soluciones de Comunicación Dinámica Audiovisual. Consultado 10 de junio del 2011. <<http://www.zeinu.net/sistemas-interactivos/definicion-sistemasinteractivos.html>>
- [20] Varela Calvo, Corina; Stengler, Erik. *Los museos interactivos como recurso didáctico: El Museo de las Ciencias y el Cosmos.* Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. Universidad de La Laguna, Tenerife, España, 2004. Vol. 3, N°1, pp. 32-47.
- [21] Bay, Herbert; Fasel, Beat; Gool, Luc Van. *Interactive Museum Guide.* Computer Vision Laboratory (BIWI), 8092, Zurich, Suiza, 2006.
- [22] *Museo Verbum, Casa das Palabras.* Vigo, España.<<http://www.verbum.vigo.org/>>
- [23] *Motion Detectors.* Digital Quad PIR Motion Detector. Model Ps-Dg3374 de Posonic, Security Systems.<<http://www.posonic.com/listMotionDetector.asp>>

- [24] *Atmega8/Atmega8L datasheet*. 8-bit with 8Kbytes In-System Programmable Flash Atmel Corporation, 2011.
- [25] *PIC16F87x datasheet*. 28/40-Pin 8-Bit CMOS FLASH Microcontrollers. Microchip Technology Incorporated, 2011.
- [26] *Tabla comparativa de las lámparas*. Consultado 22 de octubre del 2011.<<http://www.hogareficiente.com/es/ilumina-tu-hogar/tipos-de-lampara#ancla> >
- [27] *Iluminación Industrial*. Cálculo de número de lámparas. Consultado 22 de octubre del 2011.<<http://www.stilar.net/Archivos%20Web/Iluminacion%20Industrial.pdf> >
- [28] *Lámparas Halógenas Osram tipo halopar 20/30*. Consultado 25 de octubre del 2011.<http://www.osram.com.ar/osram_ar/Productos_Consumo/Iluminacion_para_el_hogar/Lamparas_halogenas/halopar20_30.pdf >
- [29] *LM139/LM239/339/LM2901/LM3302 datasheet*. Low Power Low Offset Voltage Quad Comparators. National Semiconductor Corporation, March, 2004.
- [30] *MOC3020/21/22/23 datasheet*. Optocouplers/Optoisolators. Texas Instruments Incorporated, Octubre 1995.
- [31] *BT136 series datasheet*. Triacs. Philips Semiconductors, August, 1997.
- [32] *TDB380 datasheet*. Embedded MP3 Module. Tenda Electronics. Consultado 02 de noviembre del 2011<[http://www.echelleinconnue.net/outils/mobio/composants/TDB380_datasheet_V2_\(Tenda_Electronics\).pdf](http://www.echelleinconnue.net/outils/mobio/composants/TDB380_datasheet_V2_(Tenda_Electronics).pdf)>
- [33] *VMusic2 Vinculum VNC1L Module Datasheet Version 0.98*. Future Technology Devices International Ltd. FTDI Chip, March, 2007.
- [34] *VS1003 datasheet*. MP3/WMA Audio Códec. VLSI Solution, Finland, April, 2004.
- [35] Davis, Gary; Jones, Ralph. *The Sound Reinforcement Handbook 2ed.*. Yamaha International Corporation, Santa Monica, California, June, 1989, pp. 43-60
- [36] *Vinculum Firmware Tools User Manual Version 2.3*. Future Technology Devices International Ltd. FTDI chip, December, 2007.