REPÚBLICA DEL ECUADOR
Escuela Politécnica Nacional
"E SCIENTIA HOMINIS SALUS"

La versión digital de esta tesis está protegida por la Ley de Derechos de Autor del Ecuador.

Los derechos de autor han sido entregados a la "ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL" bajo el libre consentimiento del (los) autor(es).

Al consultar esta tesis deberá acatar con las disposiciones de la Ley y las siguientes condiciones de uso:

- Cualquier uso que haga de estos documentos o imágenes deben ser sólo para efectos de investigación o estudio académico, y usted no puede ponerlos a disposición de otra persona.

- Usted deberá reconocer el derecho del autor a ser identificado y citado como el autor de esta tesis.

- No se podrá obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.

El Libre Acceso a la información, promueve el reconocimiento de la originalidad de las ideas de los demás, respetando las normas de presentación y de citación de autores con el fin de no incurrir en actos ilegítimos de copiar y hacer pasar como propias las creaciones de terceras personas.

***Respeto hacia sí mismo y hacia los demás.***

# ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL

## FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA

## DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMÁTICO INTERACTIVO PARA LA PRESENTACIÓN DE ESCENOGRAFÍAS EN EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DR. GUSTAVO ORCÉS V.

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN ELECTRÓNICA Y CONTROL**

**CARRAZCO VEGA MARÍA ELENA**
**mariaelen_a@hotmail.com**

**DIRECTOR: MSc. PATRICIO IVÁN CHICO HIDALGO**
patricio.chico@epn.edu.ec

**Quito, agosto 2014**

# DECLARACIÓN

Yo, María Elena Carrazco Vega, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaro que cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la Escuela Politécnica Nacional, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normatividad institucional vigente.

María Elena Carrazco Vega

# CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por María Elena Carrazco Vega, bajo mi supervisión.

**MSc. Patricio Chico H.**
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

# AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera infinita a Dios; Él, quien es el responsable de haber puesto en mi camino a todas las personas y creado las circunstancias para lograr lo que ahora tienen entre sus manos, y vivir el éxito y, sobretodo la felicidad que vivo ahora.

A mi madre; por su amor y sacrificio, por sus veladas y madrugadas, siempre motivándome para lograr mis objetivos.

A mi esposo, quien con su paciencia, apoyo y sabios consejos, me ha ayudado a culminar una etapa más de mi vida estudiantil.

A la Dra. Jhanira Regalado, y todo el personal del Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés, quienes me dieron la apertura para realizar este proyecto.

A mi director de tesis, porque con sus conocimientos, sabia dirección y paciencia se ha conseguido este producto final.

A la Sra. Soraya Bonilla, quien siempre ha estado pendiente de nuestros proyectos estudiantiles para poder cerrar esta etapa universitaria.

A Diego y a Luis por estar conmigo en esos momentos difíciles y haberme dado una luz para finalizar este proyecto.

María Elena

# DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi madre, que se merece más que un homenaje, más que un presente, el amor eterno.

A mi esposo Christian, que desde que su camino se encontró con el mío, me ha apoyado incondicionalmente, y con su sabiduría, me ha mostrado lo dulces que son los frutos luego del trabajo sacrificado, del esfuerzo y dedicación.

A mi hijo Christian Adrián, que ahora todos los esfuerzos y sacrificios hechos son para brindarle su bienestar.

A mi familia entera: mi madre y hermanos, a mis amigos y compañeros de estudio, porque con cada palabra de aliento me han ayudado a culminar una etapa más de mi vida.

**María Elena**

# CONTENIDO

CONTENIDO.....VI

CAPÍTULO I ..... 1

1 FUNDAMENTOS BÁSICOS ..... 1

1.1 INTRODUCCIÓN..... 1

1.2 DEFINICIÓN DE MUSEO..... 2

1.3 BREVE HISTORIA DEL ORIGEN DEL MUSEO ..... 2

1.4 MUSEOS Y EDUCACIÓN ..... 4

1.4.1 EL MUSEO Y LA TECNOLOGÍA: LA INTERACTIVIDAD..... 4

1.4.2 DIORAMAS ..... 6

1.5 MUSEO DE HISTORIA NATURAL GUSTAVO ORCÉS V.: RESUMEN DE SUS INICIOS Y TRABAJO ACTUAL ..... 7

1.6 LOS GUÍAS AUTOMÁTICOS EN EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL GUSTAVO ORCÉS V. ..... 12

CAPÍTULO II ..... 14

2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE..... 14

2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA ..... 14

2.2 MÓDULO DE CONTROL DEL SISTEMA AUTOMÁTICO INTERACTIVO PARA LA PRESENTACIÓN DE ESCENOGRAFÍAS ..... 16

2.2.1 MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P ..... 17

2.2.1.1 Sensor De Presencia Pir ..... 20

2.2.1.2 Comunicación con el Computador ..... 25

2.2.1.3 Diseño de Control Remoto ..... 28

2.2.1.4 Diseño de la botonera ..... 38

2.2.1.5 Diseño de control de iluminación del sistema automático... 43

2.3 DISEÑO DEL SISTEMA BYPASS. ..... 49

CAPÍTULO III ..... 52

3 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL ..... 52

3.1 INTRODUCCIÓN ..... 52

3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO INTERACTIVO PARA LA PRESENTACIÓN DE VIDEOS EN LOS DIORAMAS 53

3.2.1 SUBRUTINA PRINCIPAL ..... 53

3.2.1.1 SUBRUTINA SENSOR (PIR) ..... 54

3.2.1.2 SUBRUTINA CONTROL REMOTO ..... 55

3.2.1.3 SUBRUTINA TECLADO TOUCH ..... 58

3.3 DISEÑO DEL HMI (VISUAL BASIC) ..... 60

3.3.1 PANTALLA PARA CONFIGURACIÓN INICIAL ..... 61

3.3.2 PANTALLA PARA CONFIGURACIÓN DE VIDEOS ..... 62

3.3.3 PANTALLA PARA CONFIGURACIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIÓN ..... 63

3.3.4 PANTALLA PRINCIPAL ..... 63

3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE (HMI). ..... 64

CAPÍTULO IV ..... 66

4 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROYECTO ..... 66

4.1 FUNCIONAMIENTO DEL TECLADO TOUCH ..... 67

4.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL SISTEMA Y LA PC ..... 68

4.3 MANDO REMOTO ..... 70

4.4 SISTEMA COMPLETO DENTRO DEL MUSEO ..... 72

CAPÍTULO V ..... 83

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES ..... 83

5.1 CONCLUSIONES ..... 83

5.2 RECOMENDACIONES ..... 84

REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS ..... 86

ANEXOS ..... 92

# RESUMEN

El presente proyecto describe el diseño y construcción de un sistema automático interactivo para la presentación de escenografías en el Museo De Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V., con el fin de que las visitas al museo sean más atractivas e interesantes, modernizando algunos dioramas que tiene el museo.

El capítulo uno resume los inicios del museo en el mundo, una breve visita al Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés, y conocer parte de la historia de su fundador, así como las aplicaciones que se han realizado dentro del Museo, con el fin de que las visitas sean didácticas, y puedan ser aprovechadas, sobretodo, por los más pequeños.

En el capítulo dos se anotan todos los elementos físicos, y la construcción del sistema automático en las escenografías del Museo, los criterios de selección de cada elemento, y el funcionamiento de los mismos.

El capítulo tres describe la implementación del software para el sistema, que identifica la existencia de público y exhibe videos automáticamente, así como el uso de un mando remoto, en caso que el guía desee personalizar la visita, utilizando los videos, como complemento de su explicación.

En el capítulo cuatro se recoge las pruebas realizadas para el correcto funcionamiento de los sistemas.

El capítulo cinco detalla las conclusiones y recomendaciones, resultado de la ejecución de la implementación y puesta en marcha del presente proyecto de titulación.

# PRESENTACIÓN

Un museo se lo puede definir como una institución sin fines de lucro, cuyo objetivo es apoyar al desarrollo de la sociedad, exponiendo al público el producto de sus investigaciones relacionadas con la evolución del universo, los fenómenos físicos, la historia en general.

Actualmente, un buen número de museos se han convertido en salas interactivas, considerándose un espacio educativo capaz de divertir, entretener y estimular la imaginación y creatividad de los visitantes, aprovechando esta “otra manera de aprender” para que cada uno de los usuarios gane más conocimiento.

El presente proyecto presenta el diseño y construcción de un sistema automático interactivo para la presentación de escenografías en el Museo De Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V., con el fin de aprovechar la tecnología actual, y hacer más atractivas las visitas al museo.

Al no tener siempre la presencia de un guía dentro del Museo, muchas veces el visitante no ha absorbido todo el conocimiento necesario de lo que el Museo pretende mostrar, por lo que es importante que el visitante se vea atraído, no sólo por las presentaciones existentes, sino también, por la información que puede recibir de estas presentaciones, a través de audio, presentación de videos, juegos de luces, etc, y mucho más si el usuario interactúa con cada presentación, tocando parte de la escenografía que visita, para que se genere esta información.

Museo De Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V., se ha visto interesado en implementar más sistemas interactivos, para que el visitante salga satisfecho de su recorrido, y difunda las novedades que se presentan dentro del Museo, y lo interesante que puede ser interactuar con cada sistema que existe en sus exhibiciones.

# CAPÍTULO I

# 1 FUNDAMENTOS BÁSICOS

## 1.1 INTRODUCCIÓN

En la Escuela Politécnica Nacional está ubicado el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés, espacio en el cual, todos los visitantes podrán ilustrarse con exhibiciones de la prehistoria, especies naturales, así como dioramas que recrean los ambientes que tiene el Ecuador.

El interés del Museo, es atraer mayor número de visitantes, haciendo que las presentaciones sean interactivas y más atractivas. Es por eso que se han implementado en tres dioramas, presentaciones automáticas de las especies que tienen en cada exhibición, que incluyen videos y juego de luces por cada una de las especies que el usuario desee conocer.

Los dioramas de El Bosque Seco, El Manglar y El Chocó, son las tres presentaciones en las que se ha implementado el sistema automático para la explicación de cada ambiente, así como de cuatro especies en cada exhibición, que el usuario podrá conocer a través de un video explicativo.

El usuario podrá acercarse a uno de los tres dioramas mencionados, y se mostrará un video de presentación del ambiente que está visitando, sea de manera automática, o manual, si el guía da uso al control remoto con el que cuenta el sistema. Posteriormente, podrá seleccionar, presionando un botón del tablero acrílico o del control remoto, una de las cuatro especies determinadas, para la presentación del video explicativo de la misma, resaltando con una luz direccionada, la especie que ha elegido.

## 1.2 DEFINICIÓN DE MUSEO

La definición dada en 1929 por W & G Foyle Ltd., usualmente llamado Foyles, dice que un museo es “Institución en la que la meta es la conservación de los objetos que ilustran los fenómenos de la naturaleza y los trabajos del hombre y la utilización de estos objetos para el desarrollo de los conocimientos humanos y la ilustración del pueblo.”[1]

## 1.3 BREVE HISTORIA DEL ORIGEN DEL MUSEO

Antiguamente, los museos eran templos frecuentados por musas, diosas de la memoria. Más tarde, en Alejandría, se levantó un lugar dedicado para el desarrollo de todas las ciencias, bajo el patrocinio del estado, lugar donde se constituyó la Biblioteca de Alejandría.

La cuidad de Delfos se glorificaba por tener oráculos en diferentes salas y en sus pueblos. Roma coleccionaba imágenes de los dioses de los pueblos vencidos. A pesar de esto, la historia de las victorias de las batallas se combinaba entre la colección de arte y naturaleza.

**Figura 1.1** Museo de Florencia, Italia[2]

Alrededor del siglo XV, la cuidad de Florencia empezó a reunir antigüedades para formar el célebre Museo de Florencia.

En la época contemporánea, luego de la Primera Guerra Mundial se creó la Oficina Internacional de Museos, cuya primera sede fue en Estados Unidos (actualmente está en Francia), la misma que estructuró los criterios museo gráficos cuyos programas y soluciones técnicas están vigentes hoy en día. En 1945 cambia su nombre a Consejo Internacional de Museos (ICOM, por sus siglas en inglés) y en 1948 aparece la publicación periódica *Museum* mediante la cual se difunden hasta hoy en día las actividades de los museos en el mundo.

Esta institución, entre otras tareas, analiza y determina cuales fueron los museos paradigmáticos en el pasado y cuales lo son en el presente. De acuerdo con la última definición de la institución “el Museo es una institución sin finalidad lucrativa, permanente, a servicio de la sociedad y de su desarrollo, abierta al público, que adquiere, conserva, investiga, comunica y expone, para fines de estudio, educación y disfrute, evidencia material del hombre y de su ambiente “(ICOM 2001)[3].

Los museos de ciencia, cuyas colecciones primeramente eran didácticas y después pasaron a ser ilustrativas, con dioramas (cuadros e imágenes) y, más adelante, mecanizadas, pasaron a transformarse en lugares de experimentación científica. Se constituyeron las llamadas exposiciones “hands on” en las que el público puede manipular elementos, teniendo como pionero al Deutsches Museum de Munich. También se pasó a contar la historia social de la industrialización del lugar donde el museo estaba localizado.

Los museos de historia tuvieron cuatro etapas desde sus inicios hasta la década en estudio. Primeramente, en los siglos XVIII y XIX, el interés recaía sobre la historia de Grecia, Roma y el Oriente Medio de los tiempos bíblicos. Después vino la época del nacionalismo caracterizada por una actitud romántica para con las guerras. Después de la segunda guerra mundial es la

etapa en que “el hombre común empieza a salir de las sombras” y finalmente se llega a la etapa actual donde existe la convicción de que todo lo que sucedió, los grandes hechos, la pequeña historia, los detalles de lo cotidiano de la aristocracia tanto como la de sus sirvientes es importante no sólo para entender el pasado sino para planificar el futuro, sobre todo evitando que males se repitan.

## 1.4 MUSEOS Y EDUCACIÓN

Inicialmente, el museo era un lugar donde se exhibían piezas como símbolo de grandeza y poder. El tiempo ha hecho que este concepto dé un gran giro, haciendo que cada exposición sea una muestra de investigación e historia, buscando que cada una de las exhibiciones se quede en la memoria de los visitantes.

La historia pasó a dar importancia a grupos sociales antes ignorados, y las innovaciones empezaron por el redimensionamiento de la función pedagógica y social de la institución museística, buscando una ruptura con lo tradicional, y una intensificación de las relaciones con el público.

Cada museo ha creado diferentes formas de llegar a su público. Desde experimentos con objetos simples, hasta el uso de la tecnología de punta, son herramientas que se están utilizando para que cada visita sea más entretenida, y el ser humano se sienta atraído por sumar conocimientos.

### 1.4.1 EL MUSEO Y LA TECNOLOGÍA: LA INTERACTIVIDAD

Para que exista el proceso interactivo, se necesita de dos partes: el emisor y el receptor. Estos son los elementos más importantes y básicos que se necesita para el inicio de cualquier proceso de comunicación, mencionando que el proceso interactivo también es un proceso de comunicación.

“El proceso interactivo no existe solamente con un elemento, pues la característica fundamental de la interacción es permitir que al emitir un estímulo, se desarrolle una respuesta. Así, en el proceso interactivo al receptor es solicitado que conteste el estimulo con una acción específica en tiempo real.”[4]

En un museo, el concepto de interactividad es muy importante, pues lo que se busca para el visitante es que la interface sea amigable, y se pueda interactuar con los contenidos que se pretende mostrar.

**Figura 1.2** Museo del Agua – Quito[5]

Se ha evidenciado, en la mayoría de museos, que la frase “no tocar” ha desaparecido de los elementos de exhibición, y se ha buscado que haya manipulación por parte del visitante, de todo lo que existe en este espacio. El simple hecho de tocar la piel de una especie, o pulsar un botón que permita elevar un globo, provoca en la mente del visitante, un mayor interés de lo que observa. En resumen, el visitante aprende haciendo, tocando, experimentando, probando, etc.

### 1.4.2 DIORAMAS

Un diorama es un tipo de maqueta que muestra, dependiendo de lo que se desee representar, figuras humanas, animales, o incluso seres imaginarios, utilizando una escenografía estructurada de tal manera que simule un entorno real, complementando con juegos de luces. Estas exhibiciones pueden tener fines didácticos o únicamente de entretenimiento.

En los museos, históricamente, los dioramas han constituido un recurso museográfico para presentar al público ambientes geográfica o históricamente remotos. Los dioramas permiten reproducir a escala ambientes, ecosistemas, habitantes (plantas, animales, seres humanos), es un viaje directo al corazón del ambiente representado.

Louis Daguerre, nacido en Francia, en 1787 en una familia educada. Estudió en una escuela de educación elemental hasta los 14 años de edad. Luego de esto, decidió trabajar como aprendiz de arquitecto y aprendió a trazar planos y a hacer dibujos en perspectiva. Posteriormente, empezó a trabajar para un célebre diseñador de escenarios para teatro y ópera, llamado Degoti. Luego de trabajar tres años para él, ingresó como ayudante de escenografías para el más famoso y destacado escenógrafo de París en la época, Prevost. En 1822, en París, se inaugura su primer Diorama. Este diorama se realizó como un espectáculo más de la época y tuvo una gran aceptación por el público parisino. Años después, los maestros europeos, los utilizaron como medios para impartir conocimientos haciéndoles algunas modificaciones, pero sin ideas concretas de su carácter educativo.

**Figura 1.3** Diorama del nacimiento de Jesús de la Asociación Belenista de Biskaia, España[6]

## 1.5 MUSEO DE HISTORIA NATURAL GUSTAVO ORCÉS V.: RESUMEN DE SUS INICIOS Y TRABAJO ACTUAL

El Museo de Historia Natural lleva el nombre de un científico ecuatoriano que dedicó su vida a la docencia e investigación en el campo de la Zoología, el Dr. Gustavo Orcés, que dedicó casi 50 años a la investigación y docencia, siendo profesor en la Universidad Central del Ecuador, y fundador y director del Museo que actualmente lleva su nombre.

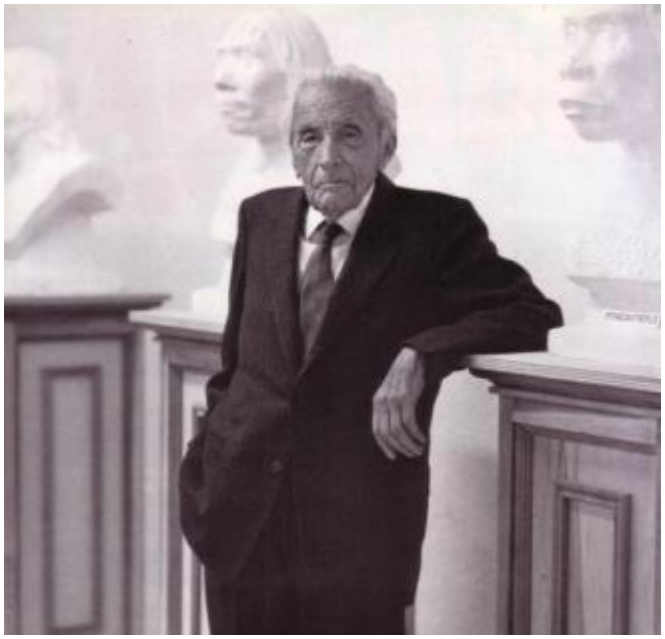


**Figura 1.4** Dr. Gustavo Orcés [7]

Su Doctorado fue obtenido luego de presentar su tesis sobre peces marinos, convirtiéndose en el primer latinoamericano en realizar una lista de los representantes de esta fauna. Tiene más de 30 publicaciones en el área de Zoología y fue el primer ecuatoriano que publica un artículo científico titulado "Sobre La Existencia Al Norte De La Amazonía De Los Géneros Atelocynus Y Grammogale". Como producto de todas sus publicaciones, el Dr. Orcés recibe un importante reconocimiento internacional, y así como invitaciones a Universidades y Museos de Estados Unidos y Francia.

El Museo Dr. Gustavo Orcés ha centrado sus investigaciones y estudios en la fauna ecuatoriana. Sus inicios remontan en el año de 1946 con la llegada de la Misión Universitaria Francesa. Su visión: "Contribuir al desarrollo científico y cultural, y al uso sustentable de la diversidad biológica."[8]

El Museo actualmente tiene varias exhibiciones, dioramas y acuarios, que el visitante puede disfrutar.

La visita inicia con una breve exposición sobre la teoría más conocida acerca de la formación del Universo, el origen y la ubicación del Sistema Solar en la Vía Láctea, la Tierra y sus cambios así como los eventos geológicos. Continúa con el mural de historia natural en el cual paso a paso se puede apreciar, el ambiente de cada era y los procesos evolutivos de los organismos.

Continúa la Sala de Paleontología que muestra maquetas y restos fósiles de las especies de la fauna de las distintas eras. También se exhiben dos dioramas que muestran los restos fósiles encontrados en Puyango, y una excavación realizada cerca de Bolívar en la provincia del Carchi-Ecuador respectivamente.

**Figura 1.5** Sala de Paleontología: Mastodonte y Allosaurio; del Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés

Al final de la sala se observa una interesante exhibición de cráneos del hombre de Alangasí y del Hombre de Otavalo.

**Figura 1.6** Sala de Paleontología: Cráneos del hombre de Alangasí y del Hombre de Otavalo. Evolución del hombre.

En la siguiente sala, los visitantes podrán involucrarse con varios hábitats ecuatorianos: el páramo, bosque seco, lagunas del Cuyabeno, bosques de la región occidental y Galápagos. En cada presentación, existe una amplia información de lo que refiere cada diorama en cuanto a ubicación del área, flora, fauna y conservación.

Los dioramas en la sala del Ecuador Presente con los que cuenta el Museo, son:

Diorama de Mataje
Diorama de la Costa
Diorama de Manglar
Diorama de las Estribaciones Orientales
Diorama Páramo del Chimborazo
Diorama Páramo de Frailejones.
Diorama inundado y bosque de tierra firme del Cuyabeno
Diorama marino y terrestre de Galápagos

**Figura 1.7** Diorama Chocó Ecuatoriano: Mataje, del Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés [9]

Finalmente, el visitante puede observar especies vivas. Actualmente se exhiben trece acuarios con peces de los diferentes ecosistemas ecuatorianos, y cuatro terrarios. Adicionalmente, existe un tiempo y espacio para realizar talleres con materiales reciclados, dibujar o desarrollar actividades de educación encaminadas a la conservación de la naturaleza.

**Figura 1.8** Allosaurus, Sala de Paleontología del Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés [10]

## 1.6 LOS GUÍAS AUTOMÁTICOS EN EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL GUSTAVO ORCÉS V.

Para el ingreso y presentación de algunos espacios dentro del Museo, se ha empezado a implementar guías automáticas, y hacer más atractivas las visitas a los usuarios. Una de las presentaciones interactivas está ubicada en el ingreso a las exposiciones del Ecuador del Pasado, que muestra toda la teoría del bing bang como origen del universo.

Regresando a la sala de Paleontología, se puede observar a un Allosaurio, con movimientos propios cuando un visitante se acerca a verlo.

En otra sala está implementado un guía automático que ayuda al usuario a conocer las diferentes regiones del Ecuador. Con el uso de dos pantallas táctiles, el usuario tiene la opción de elegir fotos y videos informativos de las diferentes regiones naturales del Ecuador.

**Figura 1.9** Sistema interactivo Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés: Áreas Protegidas del Ecuador.

En este nuevo proyecto, el objetivo de instalar un nuevo sistema automático en tres de los ocho dioramas del Ecuador Presente, es permitir al visitante

conocer más sobre algunas especies que existen en cada ambiente, sin tener la presencia de un guía, y también hacer la visita más atractiva, pues no sólo “encuentra” la especie elegida por el visitante en el diorama, sino que muestra un video explicativo de la especie que se ha seleccionado, o del diorama que se visita.

En los Dioramas del Bosque Seco, Manglar San Lorenzo y El Chocó se incorporará este sistema, permitiendo no sólo manejar al usuario directamente del tablero la selección de cuatro especies, definidas previamente por el Museo, sino también, que se utilizará un control remoto, cuyo uso lo dará exclusivamente al guía, cuando haya un número mayor de visitantes, y el uso del tablero dificulte la exposición de las escenografías, sobre todo los más pequeñitos, y la visita al museo sea más atractiva, interesante y didáctica.

# CAPÍTULO II

# 2 DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL HARDWARE

En este capítulo se detallará el hardware que se usó para la construcción del sistema automático interactivo para la presentación de escenografías en el Museo De Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V. cuyo sistema consiste en detectar la presencia de los visitantes, usando un sensor infrarrojo (PIR), que se ubicará en la parte superior de la escenografía, para verificar la presencia de los visitantes a ese diorama. Luego de unos segundos de que el sensor dé señal de presencia de personas, la presentación del video introductorio se desplegará en la pantalla de la PC, y posteriormente, el usuario podrá conocer más de las especies de cada diorama, presionando cualquiera de los botones disponibles en el panel de información de la escenografía. En un inicio, se cuenta con tres o hasta cuatro videos, en cada diorama. En el panel acrílico, los botones no son visibles, por lo que para los visitantes más pequeños, estos botones pasarán desapercibidos, pero para que se visualicen los videos, el guía contará con un control remoto, quien podrá inicializar los videos, de acuerdo a la especie seleccionada. En ambos casos, tanto con control remoto, así como con la botonera del panel, las luces dedicadas tienen un papel importante, pues el momento que el video se exhiba, solamente se verá una luz que está direccionada a la especie que el video está mostrando, y el usuario podrá conocer mejor de lo que se está hablando dentro de la exhibición.

## 2.1 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

El sistema a implementarse en el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés estará a disposición de visitantes de todas las edades, por lo que el diseño debe ser resistente para la manipulación, sobretodo de los usuarios más pequeños y curiosos: los niños.

**Figura 2.1** Diorama Bosque Seco San Juan

En la figura 2.1 se puede observar el Diorama de Bosque Seco, uno de los tres dioramas que contará con el sistema automático.

Dentro del diorama, se instalarán luces dirigibles para cada especie, y en la parte superior de la escenografía, se colocará un sensor de presencia, el mismo que detectará la visita del público a esa escenografía, para que inicie el funcionamiento del sistema.

En un costado, se ubicará estratégicamente la PC con su monitor, para la visualización de los videos de las especies que el usuario haya seleccionado.

En la parte inferior de la escenografía, está el panel acrílico, montado sobre una caja de madera, donde se ubicarán los módulos de Control y Bypass,

Con el Módulo de Bypass se logrará mantener el diseño de iluminación inicial que tienen los dioramas, en caso de cualquier falla en el módulo de control, o se desee realizar un mantenimiento al sistema.

En la figura 2.2 se presenta el diagrama macro de bloques del sistema diseñado, que muestra las variables de entrada y salida en el sistema, en una presentación. Los tres sistemas manejarán el mismo esquema para la exhibición.

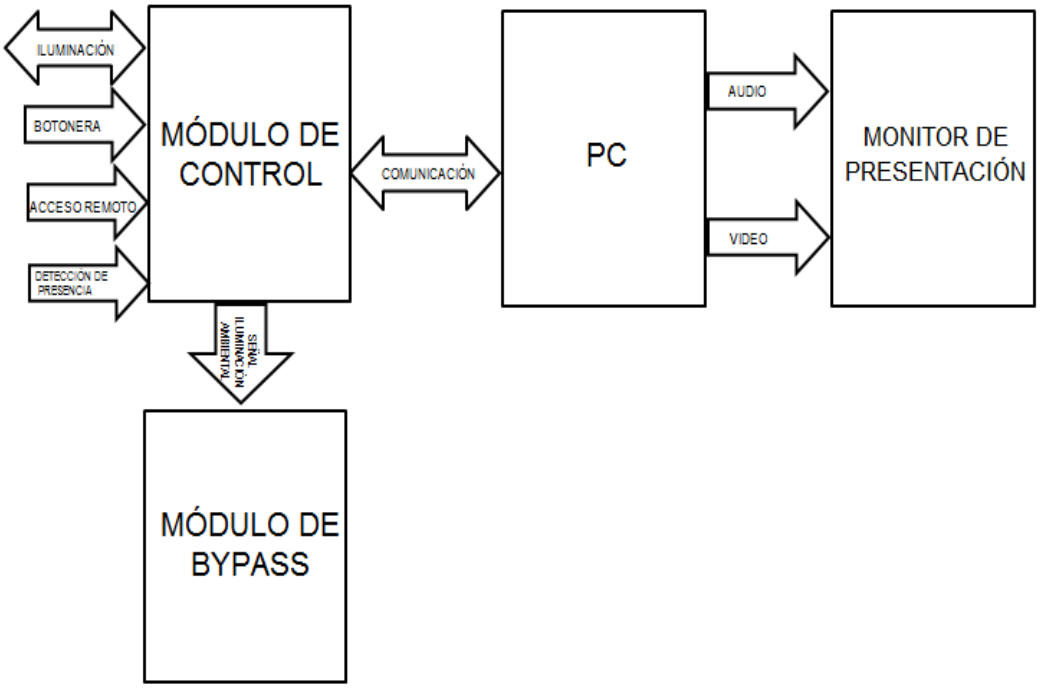



**Figura 2.2** Diagrama de bloques del sistema, de cada presentación.

## 2.2 MÓDULO DE CONTROL DEL SISTEMA AUTOMÁTICO INTERACTIVO PARA LA PRESENTACIÓN DE ESCENOGRAFÍAS

Este módulo se ha diseñado para que pueda recibir las distintas señales, tanto del sensor de presencia, control remoto, botoneras, como la PC, para que asimismo, se envíen señales para el encendido y/o apagado de luces, y la proyección de videos de las distintas especies.

Las funciones desarrolladas en el módulo de control se muestra en el siguiente diagrama de bloques:

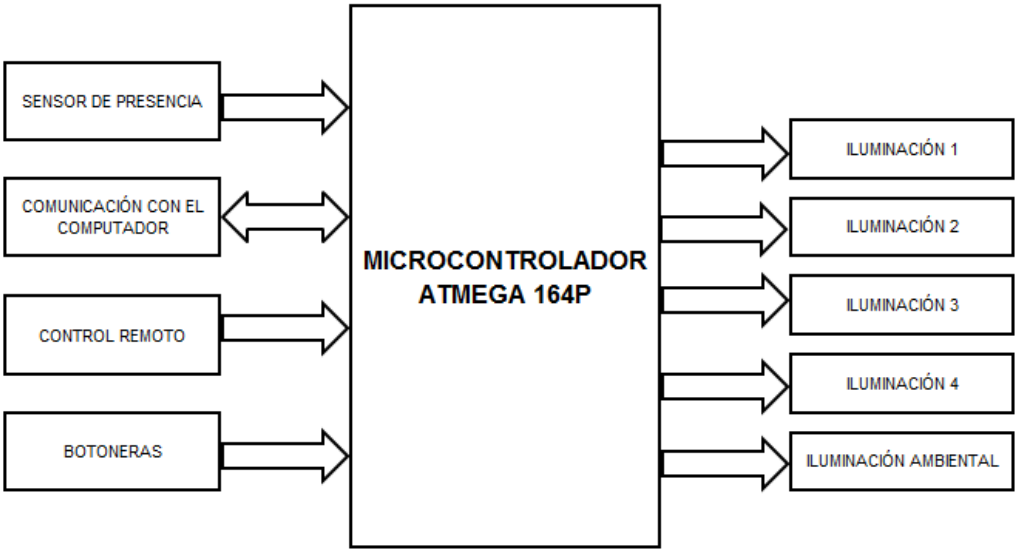
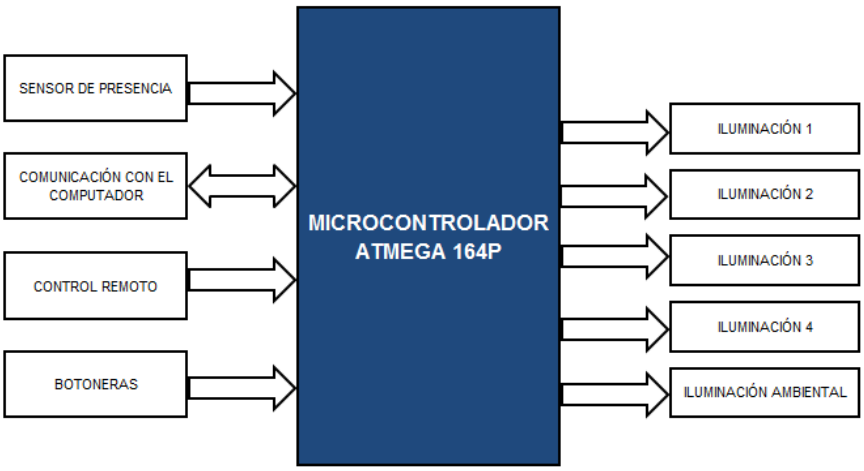



**Figura 2.3** Diagrama de bloques del Módulo de Control

### 2.2.1 MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P




Para implementar el programa de control, que permita el funcionamiento del sistema, se selecciona el microcontrolador ATMEGA164P de la familia ATMEL, por poseer dos puertos de comunicación serial, necesarios para la comunicación con la PC y con el Control Remoto. Adicionalmente cuenta con la suficiente memoria para abarcar dicho programa de control.

Este es un microcontrolador CMOS de 8 bits de baja potencia, basado en la arquitectura RISC mejorada de AVR. Permite la ejecución de las poderosas

instruciones en un ciclo de reloj, permitiendo a un sistema optimizar el consumo de energía, con alta velocidad de procesamiento.

Entre las características principales  se enumeran:

- Arquitectura RISC avanzada.
- 6 Canales PWM.
- 2 Puertos de comunicación serial, cuyas velocidades se han configurado, de acuerdo a los requerimientos del sistema. El UART1  se conecta con la PC, a una velocidad de 4800bps normalizado, y el UART2 a una velocidad de 1200bps, para la recepción de datos del control remoto.
- 8 Canales de conversores D/A de 10 bits.
- 1 Timer de 16 bits y 2 Timers de 8 bits.
- Voltajes de operación de 2.7V a 5.5V.
- Cristal interno de 8Mhz.

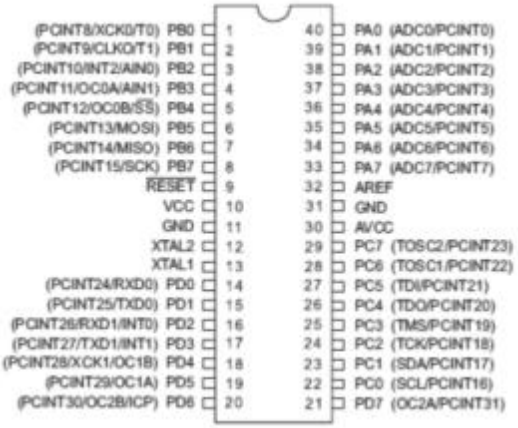



**Figura 2.4** Pines  de Entrada y Salida del ATMEGA 164P

Características adicionales y configuración para programación del ATMEGA 164P se expone en el ANEXO E1

El siguiente esquemático indica los pines de microcontrolador utilizados para el sistema implementado.

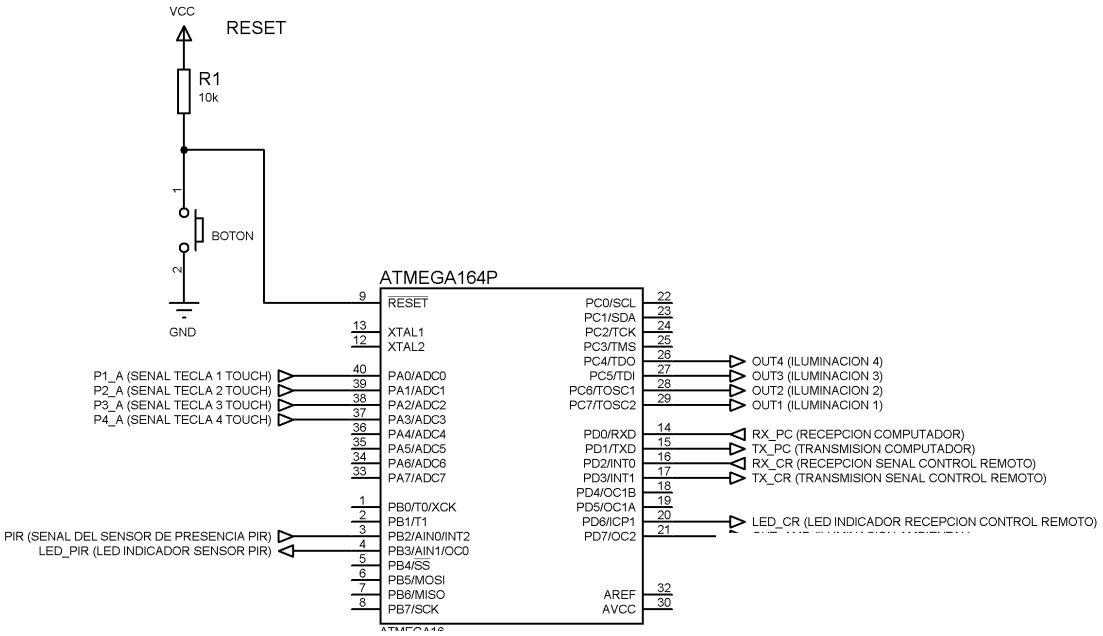


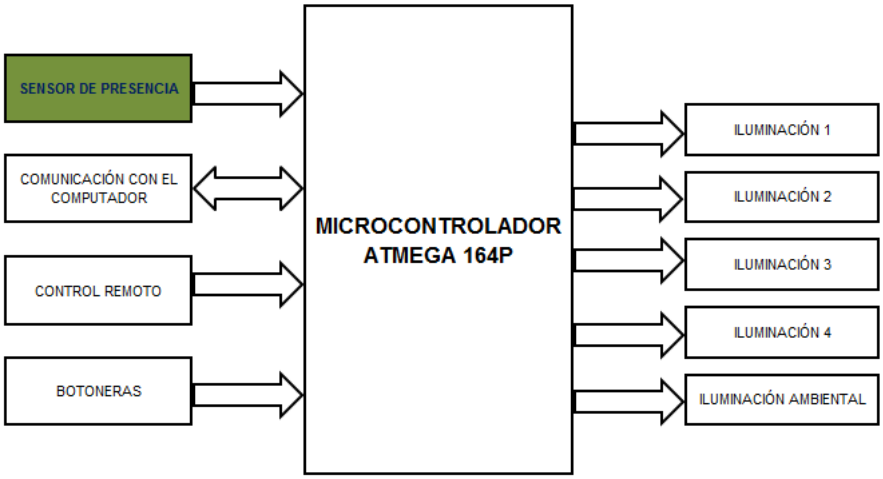

**Figura 2.5**. Circuito esquemático del microcontrolador ATMEGA 164P.

A continuación se detalla la función de cada PIN del microcontrolador ATMEGA 164P utilizado para la realización del proyecto de titulación.

| PIN | DESCRIPCIÓN | FUNCIÓN |
|---|---|---|
| 3 | PB2(AINO/INT2) | Entrada de la señal del sensor PIR |
| 4 | PB3(AIN1/OC0) | Led-PIR indica la señal del PIR |
| 5 | PB4/SS | Reset-AT |
| 9 | RESET | Reset General |
| 10 | VCC | Alimentación del Microcontrolador |
| 11 | GND | Alimentación del Microcontrolador |
| 14 | PDO/RXD | RX-PC (Comunicación con el Computador) |
| 15 | PD1/TXD | TX-PC (Comunicación con el Computador) |
| 16 | PD2/INT0 | RX-CR (Comunicación para la recepción del sensor) |
| 20 | PD6/ICP1 | Indicación para la comunicación de la recepción del sensor |
| 21 | PD7/OC2 | Salida que controla la Iluminación Ambiental |
| 26 | PC4/TD0 | Salida que controla la Iluminación 4 |
| 27 | PC5/TDI | Salida que controla la Iluminación 3 |
| 28 | PC6/TOSC1 | Salida que controla la Iluminación 2 |
| 29 | PC7/TOSC2 | Salida que controla la Iluminación 1 |
| 37 | PA0/ADC0 | Señal tecla TOUCH 4 |
| 38 | PA1/ADC1 | Señal tecla TOUCH 3 |
| 39 | PA2/ADC2 | Señal tecla TOUCH 2 |
| 40 | PA3/ADC3 | Señal tecla TOUCH 1 |

**Tabla 2.1.** Funciones de los pines del microcontrolador ATMEGA 164P.

#### 2.2.1.1 Sensor De Presencia Pir




Para el sistema automático, se selecciona el sensor de presencia (PIR), que se ubicará en la parte superior de cada diorama, pudiendo así detectar la presencia de el o los visitantes, enviando una señal al PIR para encender la iluminación ambiental; además de la presentación del video inicial, en el caso de que el Sistema trabaje en MODO AUTOMÁTICO.

El sensor PIR es un elemento muy común para el control de iluminación y alarmas de seguridad, económico y fácil de adquirir.

##### *2.2.1.1.1 Detectores Por Infrarrojos (Pir)*

Los detectores de presencia más sencillos y habituales son los denominados *Passive Infrared* (PIR), y están basados en la diferencia de calor emitido por los seres humanos en movimiento respecto al del espacio vacío. Estos sensores, de tipo pasivo, no son capaces de “ver” a través de obstáculos, incluyendo cristal, y poseen una sensibilidad baja, por lo que no se recomienda para pequeños movimientos o para superficies amplias.

**Figura 2.6** Modelo de Sensor PIR existente en el mercado [11]

El PIR está fabricado de un material cristalino que genera carga eléctrica cuando se expone a la radiación infrarroja. Los cambios en la cantidad de radiación producen cambios de voltaje que son medidos por un amplificador. Este sensor contiene unos filtros especiales llamados LENTES FRESNEL que enfocan las señales infrarrojas sobre el elemento sensor.

Cuando las señales infrarrojas del ambiente donde está el sensor cambian, el amplificador activa la salida; para indicar movimiento esta salida permanece activa durante unos segundos, lo que activa una señal que se envía a un microcontrolador para sepa que hubo movimiento.

El espectro electromagnético de la radiación infrarroja, tiene una longitud de onda más larga que la luz visible, no puede ser vista pero si puede ser detectada.

La señal proveniente del sensor de presencia es acondicionada para que dicha señal ingrese al microcontrolador, como se ilustra en la figura 2.7.

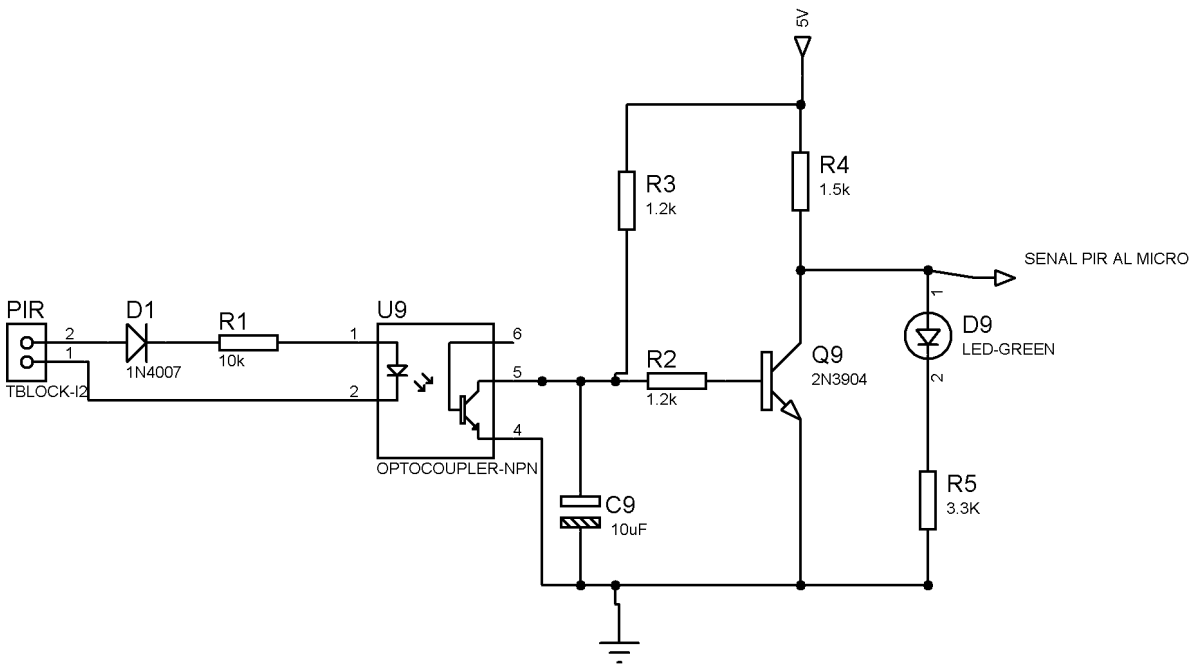



**Figura 2.7** Diagrama de Conexión del Acondicionamiento de la señal del sensor de presencia (PIR)

El acondicionamiento del Sensor PIR se lo realiza con un circuito de acoplamiento de control con potencia.

La señal que envía Sensor PIR que ingresa al microcontrolador pasa por un optoacoplador y luego, se realiza un acondicionamiento de la señal.

La Señal del sensor pasa por un Diodo y una resistencia, elementos que se diseñaron tomando en consideración lo siguiente:

Se utiliza un diodo 1N4007, como rectificador de señal, debe soportar como máximo una corriente de 1A. (ANEXO E2), características apropiadas para este circuito.

Para la resistencia, se tiene lo siguiente:

$$V_{DC} = Vp * 0{,}318 \ (Ecuación\ para\ V_{DC}\ en\ rectificador\ de\ media\ onda)$$

$$V_{DC} = \sqrt{2} * 110V * 0{,}318$$

$$V_{DC} = 49{,}46V$$

La corriente mínima que circula en el led del optoacoplador 4N35 es de 10mA, según fabricante, (mayor descripción, revisar ANEXO E3), por lo tanto:

$$R_1 = \frac{V_{DC}}{If}$$
$$R_1 = \frac{49{,}46V}{10mA}$$
$$R_1 = 4{,}95k\Omega$$

Entonces, la resistencia R1=5,6KΩ

La potencia de la resistencia se calcula:

$$I_R = \frac{V_p}{R1}$$
$$I_R = \frac{\sqrt{2} * 110V}{5{,}6\text{K}\Omega}$$

$I_R$ =27,7mA

$$P = I_{R1}^2 * R1$$
$$P = (27{,}7mA)^2 * 5{,}6\text{K}\Omega$$
$$P = 4{,}32W$$

Entonces, la potencia de la resistencia P=5W

Para la salida del optoacoplador, se considera, según datos del fabricante:

$$I_{F\text{máx}} = 10mA$$
$$Tasa\ de\ transferencia\ de\ corriente\ (CTR) = 100\%$$

Entonces, la corriente de colector es igual a la corriente del led $I_F$, es decir 10mA, con este dato, calculamos la resistencia del colector:

$$R_3 = \frac{5V}{10mA}$$
$$R_3 = 500\Omega$$

Por lo tanto R3 se selecciona con un valor de 1,2K $\boldsymbol{\Omega}$.

El uso del 4N35 produce que la señal en el colector sea invertida, por lo cual es necesario implementar una etapa para invertir la señal para que ésta ingrese a los relés que activan las luces del diorama, utilizando un TIP 110.

Por lo tanto, según datos del fabricante (ANEXO E4) se tienen los datos básicos de diseño, indicados a continuación.

$$R_2 = \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{Ib}$$
$$R_2 = \frac{5V - 2{,}8V}{8mA}$$

$$\boldsymbol{R_2 = 275\Omega}$$

Por lo tanto R2=1,2K $\boldsymbol{\Omega}$

En R4:

$$R_4 = \frac{V_{cc} - V_{CEsat}}{Ic}$$
$$R_4 = \frac{5V - 2{,}5V}{2mA}$$

$$\boldsymbol{R_4 = 1250\Omega}$$

Por lo tanto R4=1,5K $\boldsymbol{\Omega}$

Para el led:

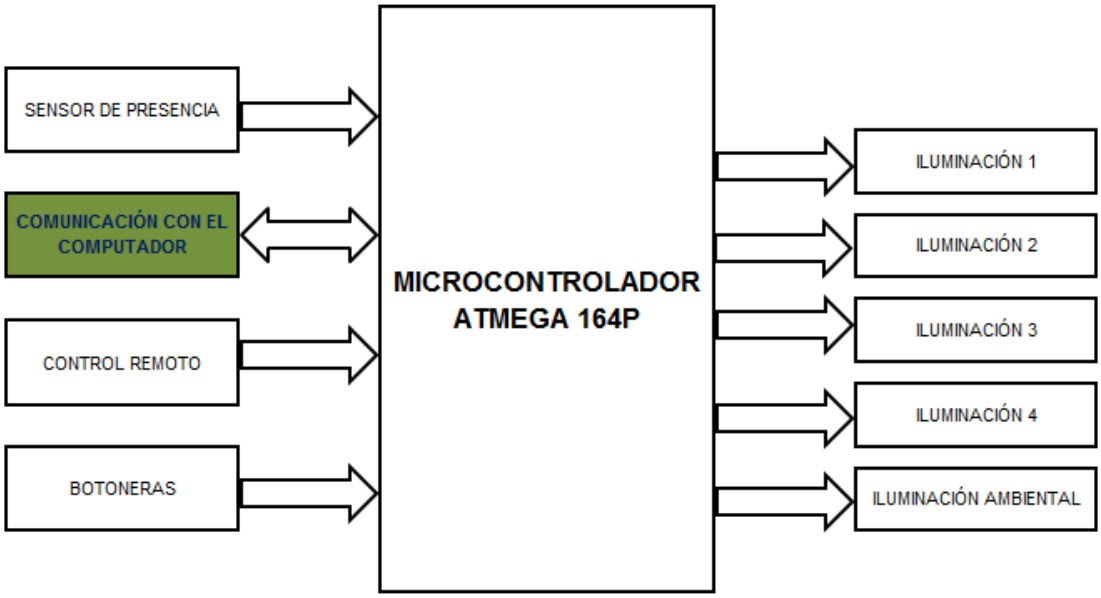
$$R_4 = \frac{V_{cc} - V_{led}}{If_{led}}$$

$$R_3 = \frac{5V - 1{,}6V}{1mA}$$

$$\boldsymbol{R_3 = 3400\Omega}$$

Por lo tanto R3=3.3K $\boldsymbol{\Omega}$

#### 2.2.1.2 Comunicación con el Computador




El sistema del presente proyecto, cuyo núcleo principal lo constituye el microcontrolador ATMEGA 164P, posee comunicación con la PC, de manera que ayuda al envío de datos necesarios para la visualización de los videos correspondientes, tanto de las especies, como de los videos de presentación, en cada diorama.

Por facilidad y espacio para la comunicación entre la PC y el Microcontrolador, se utilizó el integrado CP2102, ya que este dispositivo cuenta con un puerto USB; además reduce la circuitería de comunicación, permitiendo optimizar tiempo, dinero, y posibles problemas que puede surgir en la etapa de diseño utilizando el MAX 232.

*2.2.1.2.1 Integrado CP2102* [12]

El CP2102 es un controlador altamente integrado puente, entre el USB y el UART, para proporcionar una solución sencilla para la actualización de RS-232.

**Figura 2.8** Uno de los modelos del módulo CP2102 [13]

El integrado CP2102 maneja la comunicación UART-USB necesaria para poder mostrar y controlar el sistema en la PC. El dispositivo es reconocido como un puerto de comunicaciones COM, típico de la comunicación Serial.

En el ANEXO E5 se puede revisar mayor información de este integrado.

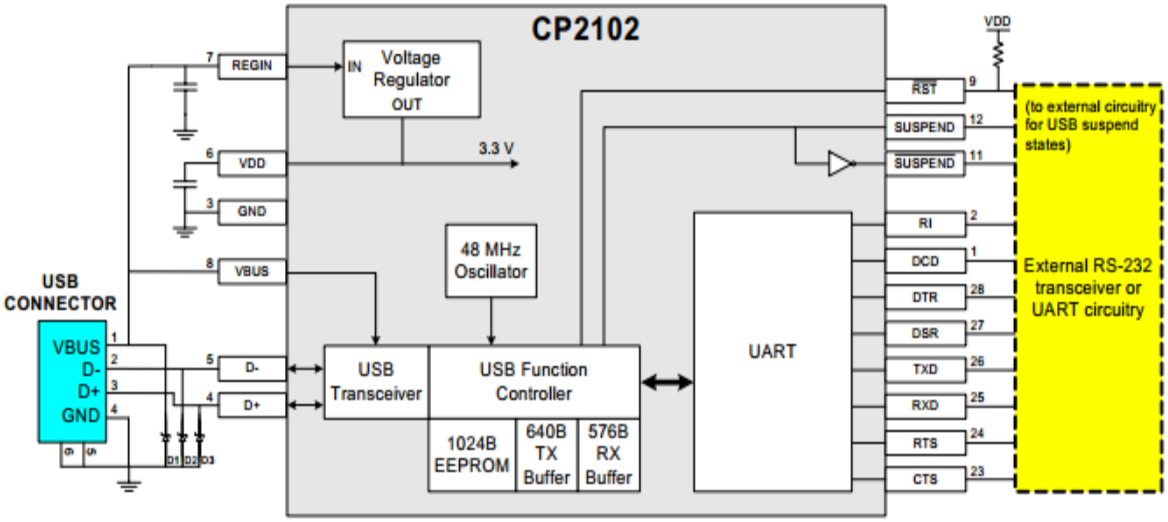



**Figura 2.9** Esquemático del integrado CP2102

Para la comunicación con la PC se utilizó la comunicación serial asíncrona, configurada a 4800 baudios, 8 bits de datos, 1 bit de parada, sin paridad.

El circuito utilizado  se indica en la siguiente figura:

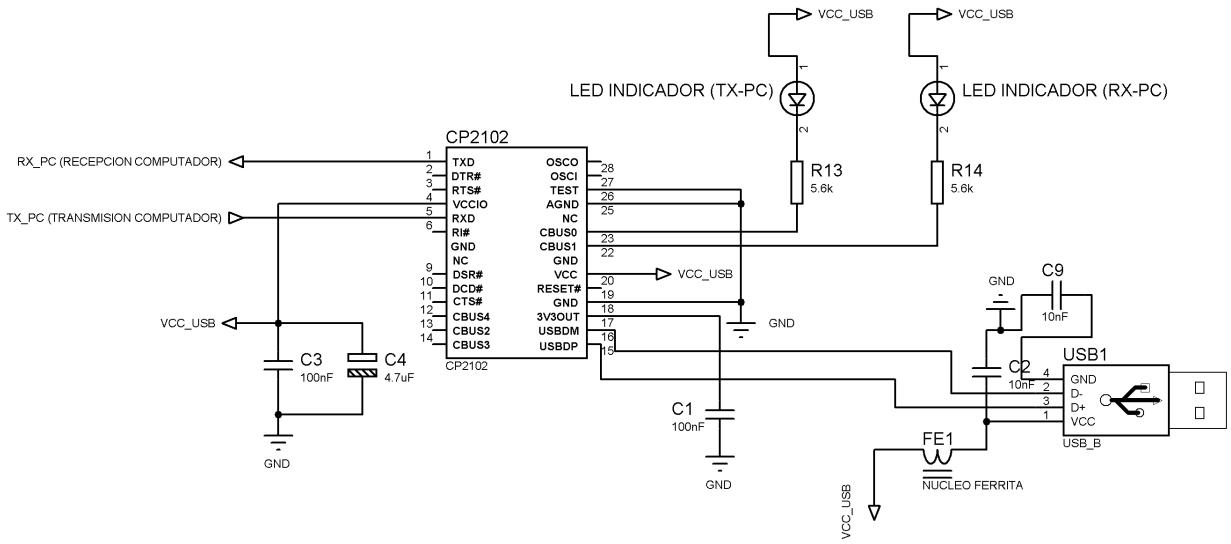



**Figura 2.10** Circuito del CP2102 para la comunicación con el computador

Para enviar los datos hacia la PC y para que puedan ser interpretados por el HMI, se establece un formato para empaquetar datos, de esta manera se asegura  que el dato no sufra alteraciones por ruido, además que permita enviarlos en un sólo paquete.

El microcontrolador, envía comandos en caracteres ASCII, entramados de la siguiente manera:

- **<** Caracter Inicial
- **>**Caracter Final
- **CODE:** con este comando se pregunta al HMI si está encendida la PC, para que el sistema esté alerta, y empiece a trabajar. Si la PC está encendida, el HMI responde con el comando ASCII “IO”.

Con los  comandos a continuación, luego de que la acción ha sido ejecutada por el HMI, el mismo envía el comando en ASCII “ST”.

- **INTO:** Esta trama da la “orden” de proyectar el video general del diorama.

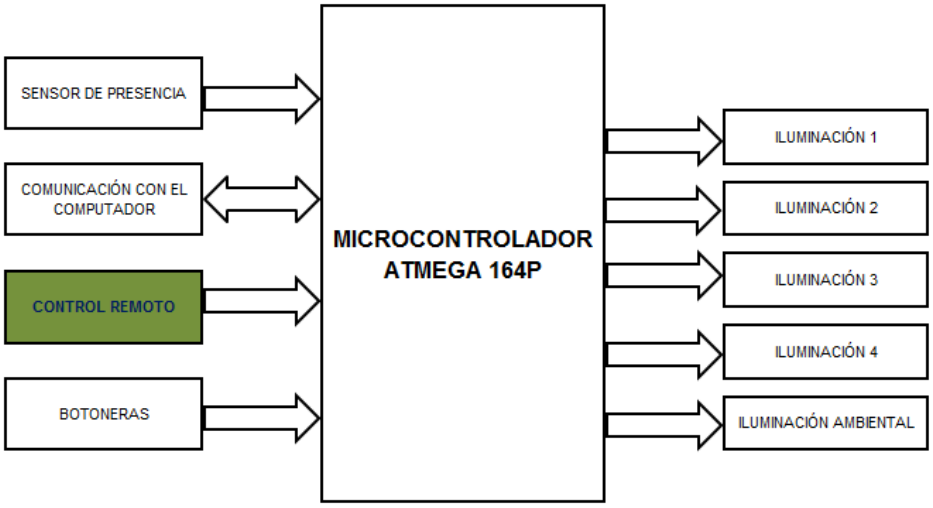
- **BOT1; BOT2; BOT3; BOT4:** estas tramas indican a la PC que se debe proyectar el video que el usuario haya seleccionado, sea este el VIDEO 1, VIDEO 2, VIDEO 3 ó VIDEO 4.
- **STOP:** detiene definitivamente el video en proyección.

Los únicos comandos que no envían respuesta al microcontrolador son:

- **PAUS:** pausa el video en proyección

- **PLAY:** reanuda la proyección del video pausado.

#### 2.2.1.3 Diseño de Control Remoto




Para el proyecto, se diseñó un control remoto, constituido por varias botoneras para el control del sistema de presentación y visualización de los videos correspondientes a los dioramas ubicados en el museo, cuando el usuario ha decidido trabajar con el sistema en MODO MANUAL.

Se ha decidido implementar el mando remoto, pues es más seguro para el manejo del sistema, es decir que cualquier persona no podrá reemplazar el

control remoto por cualquier control comercial, impidiendo de esta manera el manejo inadecuado del sistema.

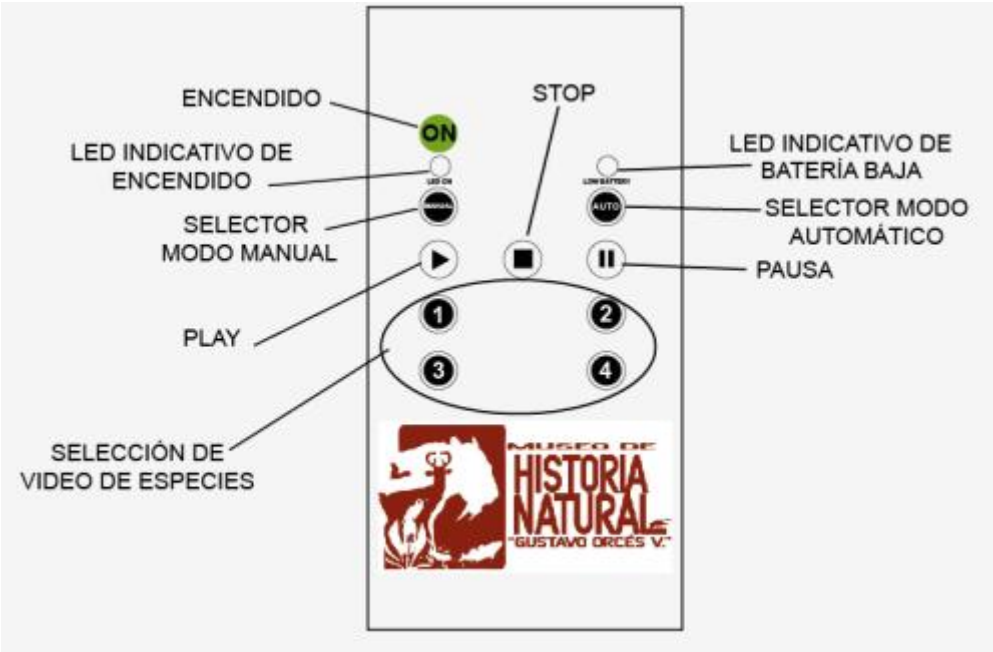



**Figura 2.11** Vista frontal del control remoto del sistema

Para el diseño del control remoto se ha considerado trabajar con los siguientes elementos, mencionándolos como principales componentes del mismo:

Microcontrolador ATMEGA48

Diodo Emisor

Circuito receptor: Fotodiodo Infrarrojo

*2.2.1.3.1 Microcontrolador ATMEGA48*

Para el funcionamiento del control remoto se decidió usar el microcontrolador ATMEGA48, que se encarga de leer las botoneras del control remoto, cuyas señales son enviadas al módulo principal, por medio de comunicación serial UART.

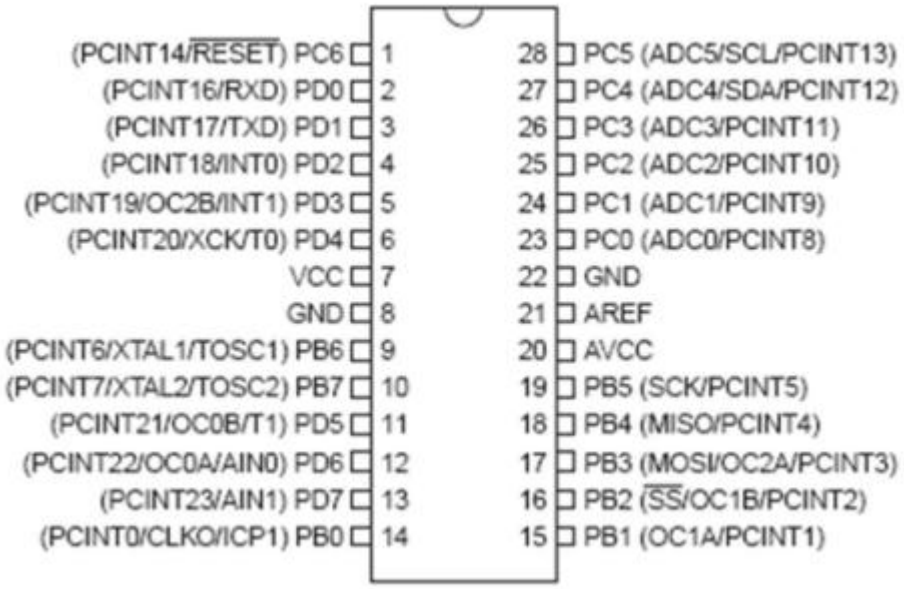



**Figura 2.12** Distribución de pines del ATmega48[14]

Las razones principales para la selección de este microcontrolador fue porque que es uno de los microcontroladores ATmega que tiene la menor cantidad de pines, capaz de soportar la comunicación serial UART que se requiere para la comunicación entre el módulo de control remoto y el módulo principal, así como la capacidad de trabajo con voltajes mínimos de 1,8Vdc, ya que la alimentación que se suministrará será de dos baterías AAA.

Entre las características fundamentales de este microcontrolador se tiene:

| **Características ATmega48** | |
|---|---|
| Frecuencia de operación | Hasta 20 MHz |
| Memoria de programa (FLASH) | 4K bytes |
| Memoria de datos (SRAM) | 512bytes |
| Memoria EEPROM | 256 bytes |
| Puertos I/O | 3 |
| Timers | 3 |
| Comunicación serial | UART |
| Módulo ADC | 8 canales de ingreso |
| Encapsulado | 28 pines |

**Tabla 2.2.** Características principales del microcontrolador ATMEGA 48

Este microcontrolador será responsable de enviar las señales de los botones que pulse el usuario, a la placa de control principal, de la selección de especies del control remoto.

Ver más información en ANEXO E6

El circuito completo del control remoto se ilustra en la siguiente figura:

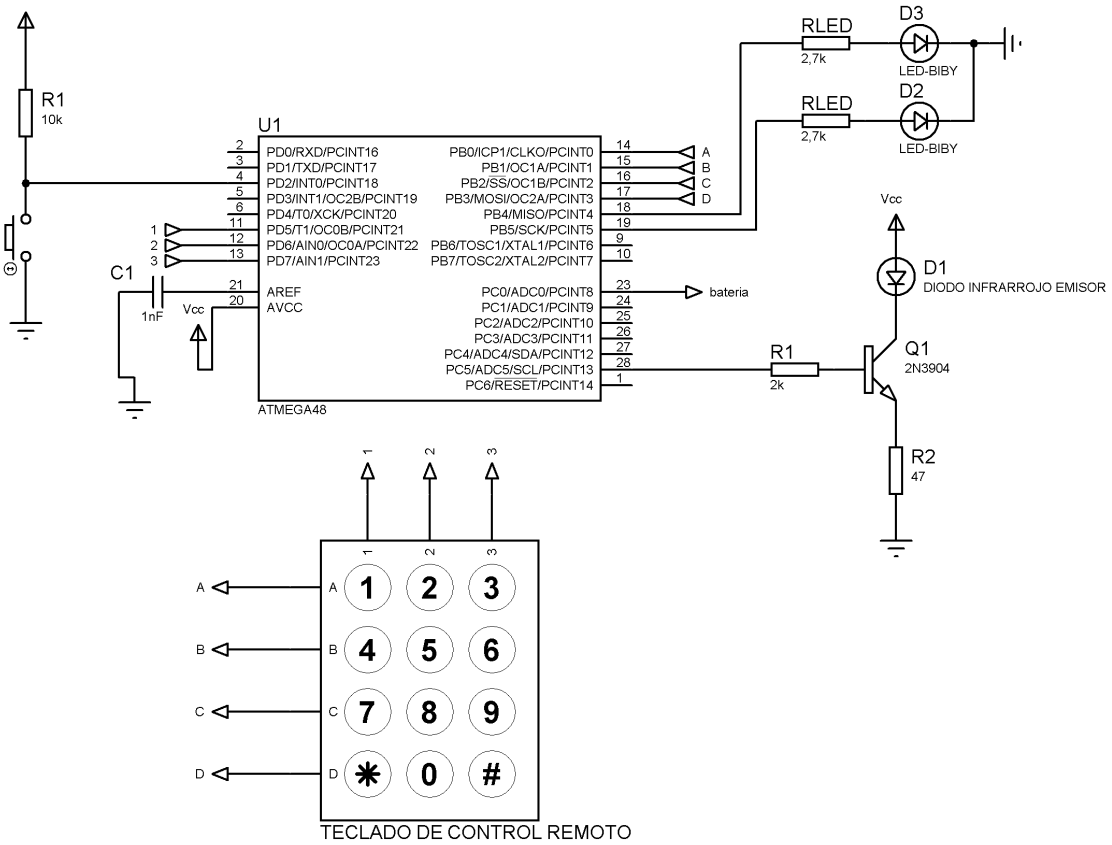



**Figura 2.13** Circuito completo de control remoto-emisor

Para alimentar la circuitería del control remoto se utilizó dos baterías AAA, cuyo voltaje de cada una es:

Para baterías recargables: 1.2Vdc
Para baterías comunes: 1.5Vdc

*2.2.1.3.2 Diseño Del Circuito Emisor Del Control Remoto*

Los diodos infrarrojos (IR) funcionan convirtiendo la corriente eléctrica en luz infrarroja; mientras que los detectores infrarrojos hacen lo opuesto al detectar luz infrarroja y convertirla en una corriente eléctrica. La corriente generada por un detector infrarrojo es una señal que indica que existe ese tipo de luz.

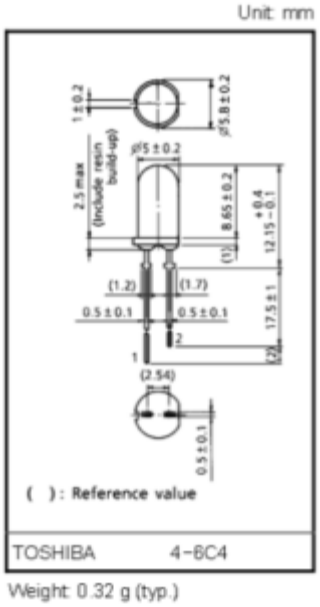



**Figura 2.14** Características físicas del Diodo infrarrojo[15]

La luz infrarroja es radiación electromagnética similar a la luz visible, la cual se mide de acuerdo a su longitud de onda en nanómetros (nm). La luz IR tiene una longitud de onda más larga (por encima de ~ 720nm) y es invisible a simple vista.

Para el diseño del circuito emisor, se basó en un datasheet del fabricante Toshiba, de diodos led infrarrojos (ANEXO E7).

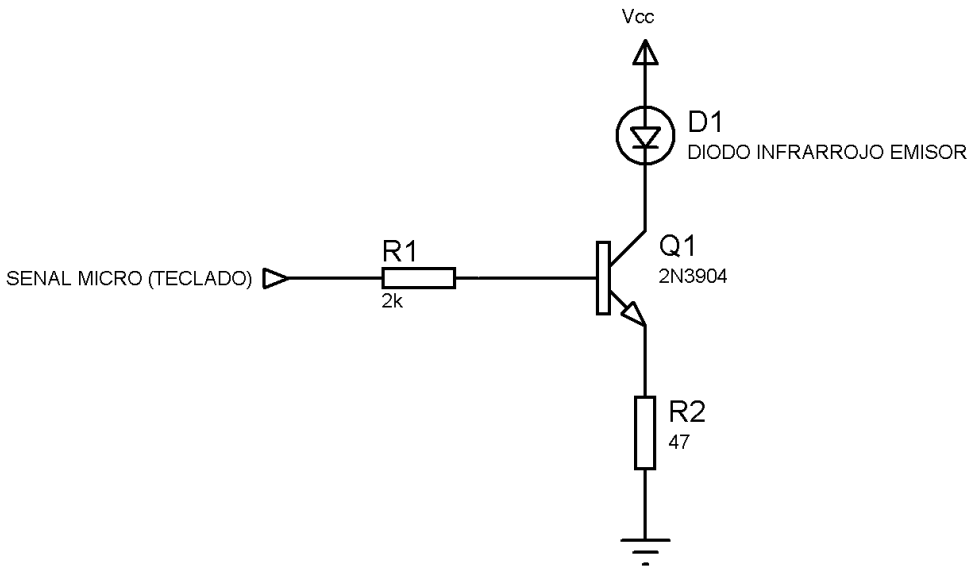



**Figura 2.15.** Circuito para led infrarrojo

El fabricante indica que el led infrarrojo maneja corrientes directas máximas de 100mA, sin embargo, controlado por un transistor, para determinar las resistencias limitantes de corriente del circuito, y evitar la descarga rápida de las baterías, el led puede trabajar con una corriente media de 30mA para un funcionamiento adecuado.

Con lo mencionado y según datasheet del fabricante, el cálculo de las resistencias se describe a continuación:

$$Vcc = 3V\ (voltaje\ máximo)$$

$$Ibsat = 1mA$$

$$R_{\mathbf{1}} = \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{I_{Bsat}}$$

$$R_{\mathbf{1}} = \frac{3V - 0.85}{1mA}$$

$$R_{\mathbf{1}} = 2150\ \Omega$$

Resistencia R1=2K Ω

Para limitar el consumo de corriente del led Infrarrojo, el diseño es el siguiente:

Si se utilizan baterías recargables, entonces:

$$\boldsymbol{Vcc = 2.4V}$$

$$\boldsymbol{R_2 = \frac{V_{cc} - V_{IR}}{I_B}}$$

$$\boldsymbol{R_2 = \frac{2.4V - 1.25V}{30mA} = 38,33\ \Omega}$$

Si se utilizan baterías comunes, entonces:

$$\boldsymbol{Si\ Vcc = 3}$$

$$\boldsymbol{R_2 = \frac{3V - 1.25V}{30mA} = 58,33\ \Omega}$$

$$R_{\mathbf{2}} = 47\ \Omega \text{ para el consumo de energía}$$

En el control remoto, se montaron dos luces led que indican si está encendido o la batería está baja, como se indica en la figura 2.13.

Se seleccionaron diodos led de bajo consumo que trabajan con una corriente de 2mA para una intensidad de luz buena, según datasheet genérico (ANEXO E8); sin embargo, para las luces indicadoras del control remoto, la luz debe ser suficiente para verificar tanto el encendido, como la batería baja, por lo tanto, según curvas del fabricante, se ha seleccionado los datos para el diseño a continuación:

$$R_{led} = \frac{V_{cc} - V_{led}}{I_{led}}$$

$$R_{led} = \frac{3V - 1.65V}{0,5mA}$$

$$R_{led} = 2700\Omega$$

Se selecciona una resistencia de 2,7k Ω.

*2.2.1.3.3 Diseño Del Circuito Receptor*

Para el receptor, se trabajó básicamente con un fototransistor infrarrojo y un integrado MAX232.

Para explicar el funcionamiento del fototransistor, se realiza una breve explicación del fotodiodo. El fotodiodo infrarrojo es un dispositivo detector de luz, pues convierte la luz en electricidad, y esta variación de electricidad es la que se utiliza para informar que hubo un cambio en el nivel de iluminación sobre el fotodiodo. La variación de luz proviene del control remoto, a través del diodo emisor infrarrojo. El fotodiodo responde a los cambios de oscuridad a iluminación y viceversa con mucha velocidad, y puede utilizarse en circuitos con tiempo de respuesta más pequeño.

El fototransistor es más sensible que el fotodiodo por el efecto de ganancia, propio del transistor. El fototransistor infrarrojo combina en un mismo dispositivo la detección de luz y la ganancia. Su construcción es similar a la de los transistores convencionales, excepto que la superficie superior se expone a la luz a través de una ventana o lente

**Figura 2.16** Modelo de Fototransistor infrarrojo[16]

Para evitar pérdida de datos en el envío de la señal hacia el microcontrolador, recibida desde el emisor infrarrojo, en el receptor se implementó un circuito utilizando integrados MAX 232.

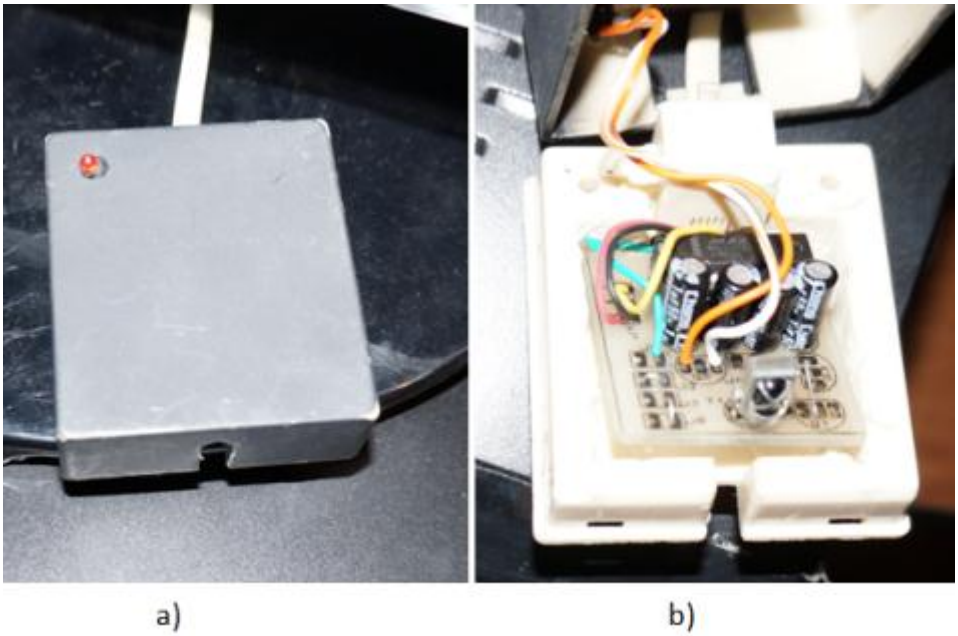



**Figura 2.17** a) Vista externa circuito receptor control remoto; b) Circuitería del receptor-control remoto

Si la señal que recibe el fototransistor infrarrojo, se enviara directamente al microcontrolador, existiría una pérdida de datos.

Tanto en el fototransistor infrarrojo, como para la comunicación con el ATMEGA 164P, se implementa un MAX232, para conservar los datos a distancias mayores. En este caso, se maneja una distancia de 3 a 4m.

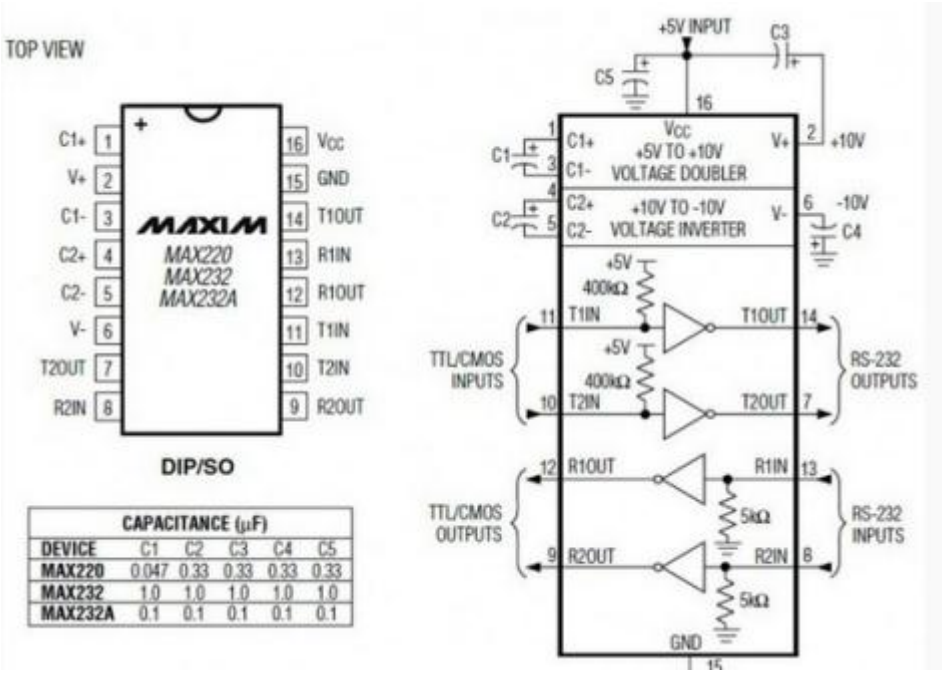



**Figura 2.18** MAX232: distribución de pines y conexión de capacitores[17]

(Ver ANEXO E9)

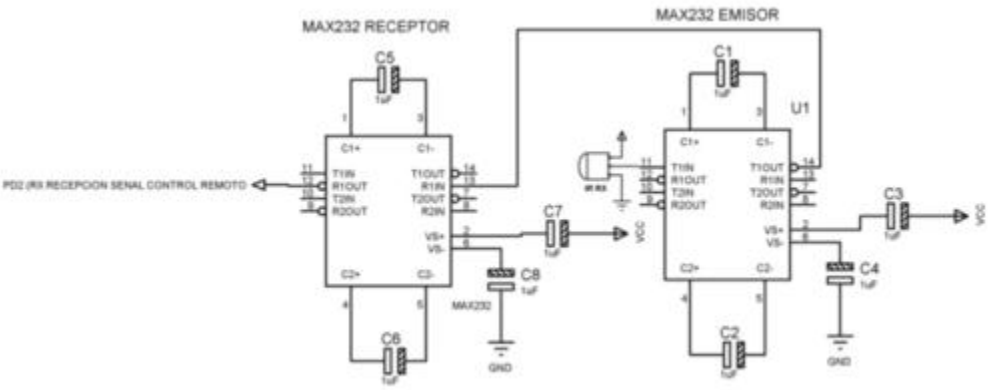



**Figura 2.19** Diagrama de Conexión Circuito Receptor

Para el diodo led, la resistencia que se selecciona, se la calcula de la siguiente manera:

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{diodo}}{I_{dido}}$$

$$R_1 = \frac{5V - 1.6V}{0{,}6mA}$$

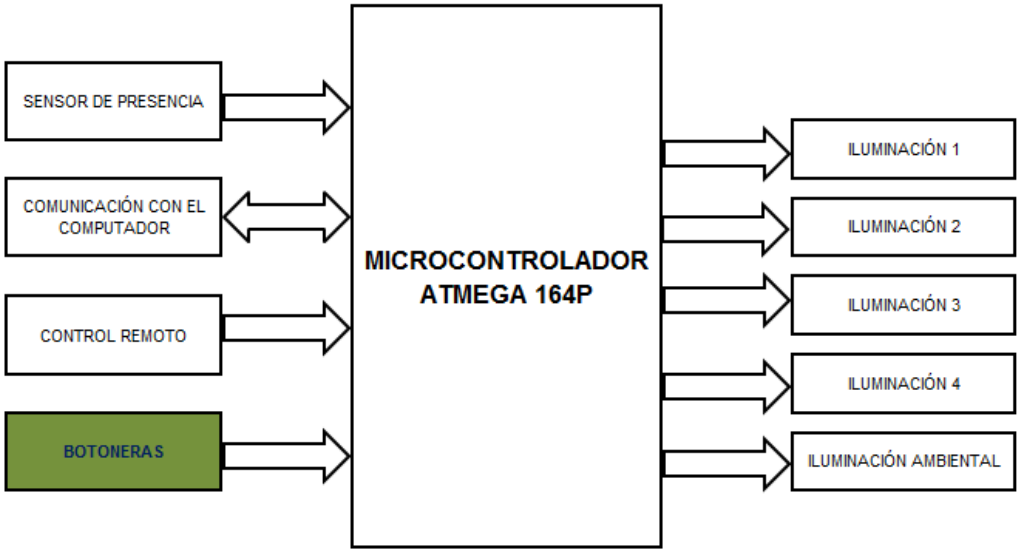
$$R_1 = \frac{5V - 1.6V}{0{,}6mA}$$

$$R_1 = 5666{,}6\Omega$$

Se selecciona una resistencia de 5,6k Ω.

Para los capacitores del MAX 232, el fabricante recomienda ubicarlos tal como se muestra en la figura:

#### 2.2.1.4 Diseño de la botonera




En el mercado existen una gran infinidad de botoneras, sin embargo, por la necesidad de ubicar botones “invisibles”, y evitar la incorrecta manipulación de los mismos, por los diferentes visitantes que ingresan al museo, se ha seleccionado un sensor capacitivo, el mismo que con cuatro electrodos, se ubican debajo de los gráficos especies que se encuentran en el tablero informativo del diorama.

Para el proyecto se ha seleccionado el integrado AT42QT1070 (QT1070), pues este dispositivo permite manejar 5 entradas y 5 salidas como máximo,

utilizando una sencilla conexión, además de una comunicación directa con el microcontrolador.

Al poder ubicar electrodos detrás de un panel acrílico, en este caso, los botones o teclas no pueden ser vistos ni sentidos por el usuario, evitando así que haya una mala manipulación del tablero.

El visitante puede presionar, sobre una de las especies donde está ubicado el electrodo, para poder ver el video existente en los archivos de la PC, y la luz dirigible se encienda sobre la especie que se ha seleccionado.

Este teclado guarda la estética de los tableros informativos de cada diorama, pues no se realiza ninguna perforación o modificación a los mismos; es de fácil montaje.

*2.2.1.4.1 Teclado capacitivo (touch)*

Los teclados capacitivos (touch) permiten al usuario interactuar con un circuito electrónico sin necesidad de un dispositivo mecánico o electromecánico como pulsadores, membranas, etc.

En la actualidad, muchas técnicas de detección utilizan principios capacitivos, los cuales se basan en los efectos que produce la variación de la capacitancia en un circuito.

Inicialmente, esta capacidad está constituida por la capacitancia parásita entre el electrodo sensor y tierra.

En el momento en que una persona apoya el dedo sobre dicho electrodo, se adicionará otra capacitancia debida al dedo de la persona respecto de tierra.

La detección del dedo se debe a la introducción de un capacitor, constituido por el elemento dieléctrico, el dedo y tierra, que tal como se puede apreciar en la figura 2.20, que queda en paralelo con las capacidades parásitas naturales del circuito, aumentando de este modo la capacidad total.

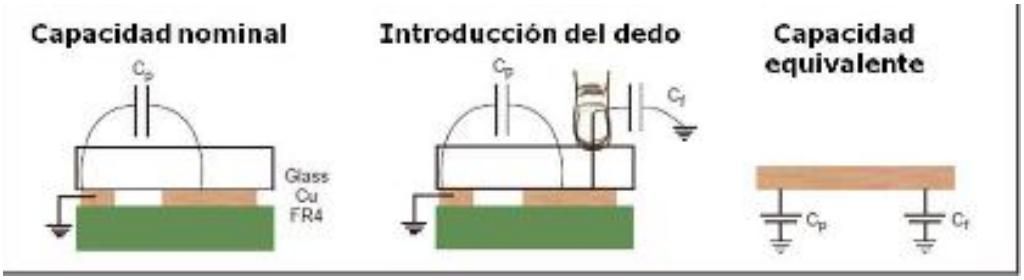



**Figura 2.20** Tecnología capacitiva TOUCH[18]

La presencia de un dedo implica un aumento en la capacidad total, que en definitiva será el cambio que se debe detectar.

El teclado implementado para este proyecto se basó en la tecnología de teclados capacitivos (touch). La figura 2.21 muestra la ubicación de los electrodos, y la circuitería montada detrás del tablero acrílico.

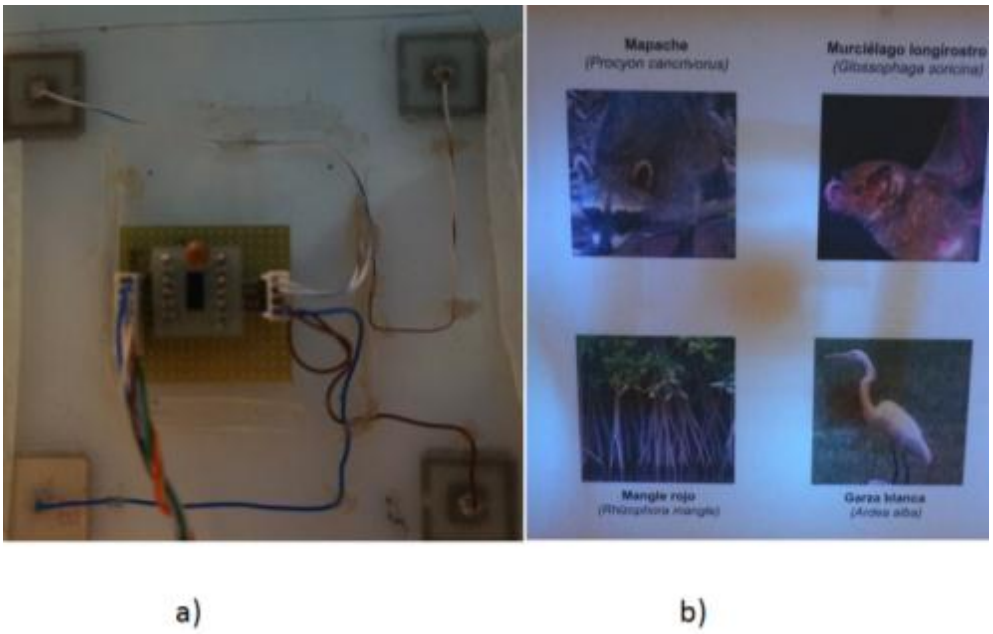



**Figura 2.21** Teclado capacitivo (touch): a) circuitería implementada, b) botonera touch, vista frontal.

*2.2.1.4.2 Circuito integrado (AT42QT1070)*

El integrado AT42QT1070 (QT1070) puede sensar de uno a cinco teclas, si se decide utilizar el modo stand alone (independiente), de acuerdo a lo que indica el manual de usuario de este integrado (ver ANEXO E10).

El QT1070 incluye todas las funciones de procesamiento de señales necesarias para proporcionar una detección estable. Adicionalmente el integrado suprime en gran medida los efectos de ruido, así como las emisiones de radiofrecuencia. El QT1070 utiliza un método de doble pulso de adquisición. Esto proporciona una mayor inmunidad al ruido y elimina la necesidad de condensadores de muestreo externos.

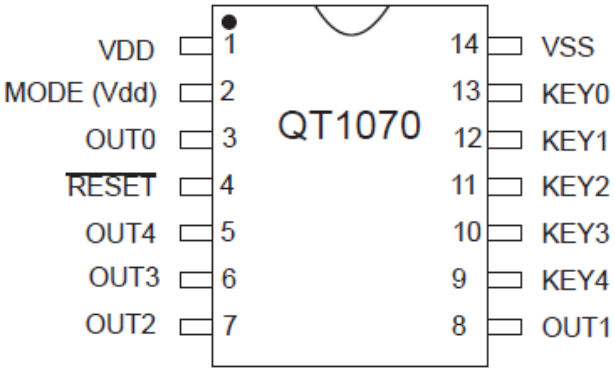



**Figura 2.22** Pines del integrado QT1070[19]

- **Modo independiente (stand alone)**

El QT1070 puede operar en un modo independiente donde no se requiere una interfaz I2C. Para entrar en el modo independiente, se conecta el pin “MODE” Vdd antes de encender el QT1070.

*2.2.1.4.3 Conexión de las teclas con el integrado QT1070.*

Este integrado se utilizó en modo Stand Alone, pues solamente se necesitan cuatro de las cinco entradas que dispone este integrado en este modo de trabajo.

Los pines a la salida del integrado (P1, P2, P3, P4) son conectados a los pines de entrada del microcontrolador, tal como se muestra en la figura 2.23.

Este diseño es recomendado por el fabricante del dispositivo, así como los valores de las resistencias, que variaron, de acuerdo a los ensayos realizados, para aumentar o disminuir la sensibilidad de las entradas del QT1070, según lo requerido para el funcionamiento del sistema.

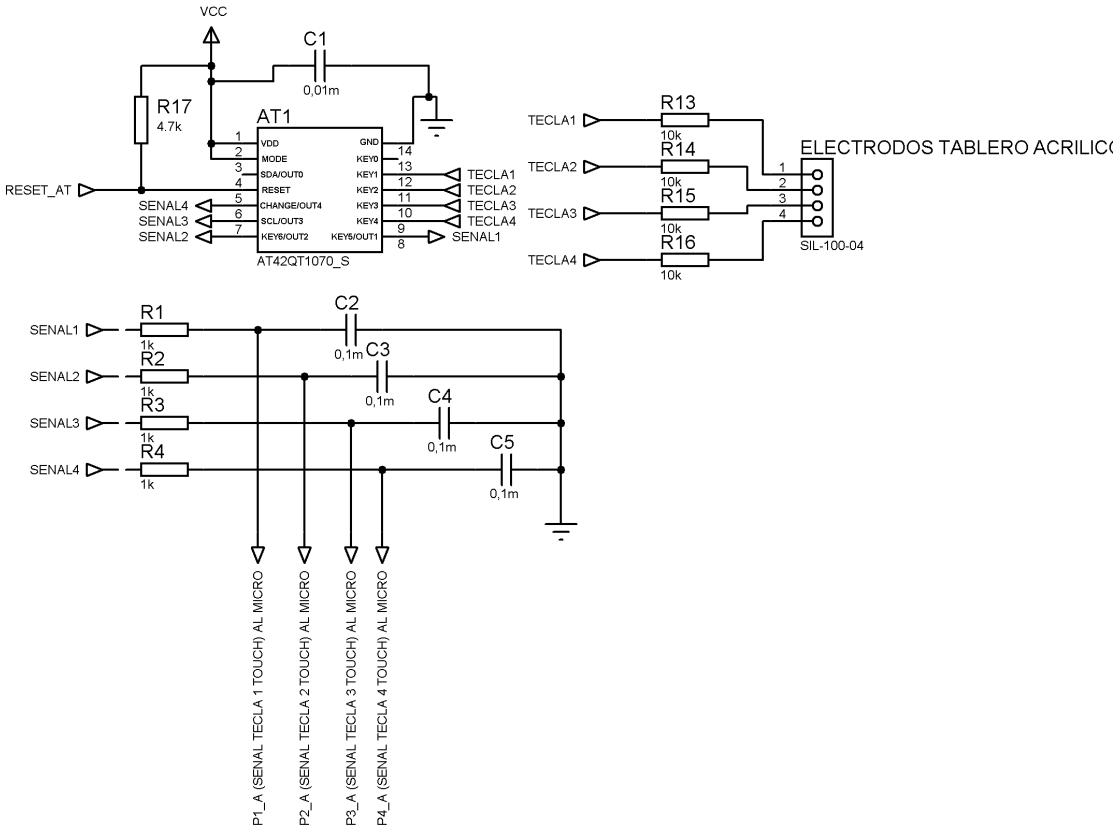
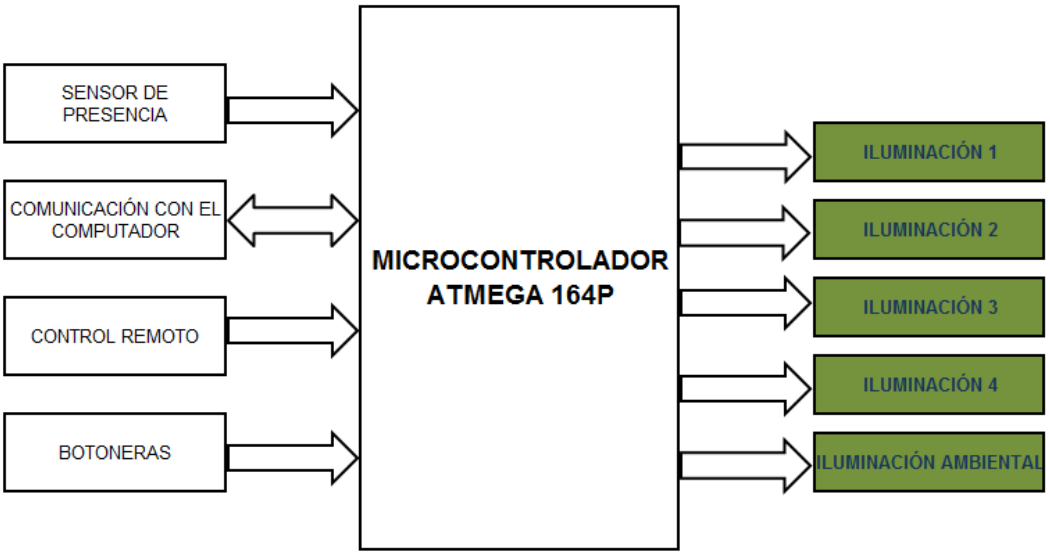



**Figura 2.23** Circuito final del integrado QT1070

### 2.2.1.5 Diseño de control de iluminación del sistema automático




Para el control de la iluminación, el microcontrolador ATMEGA 164P envía una señal al circuito de potencia, para el control de cada una de las luminarias, sea esta señal para controlar una luz dirigible, o la luz ambiental de cada diorama.

El circuito implementado en el microcontrolador se detalla en la figura a continuación.

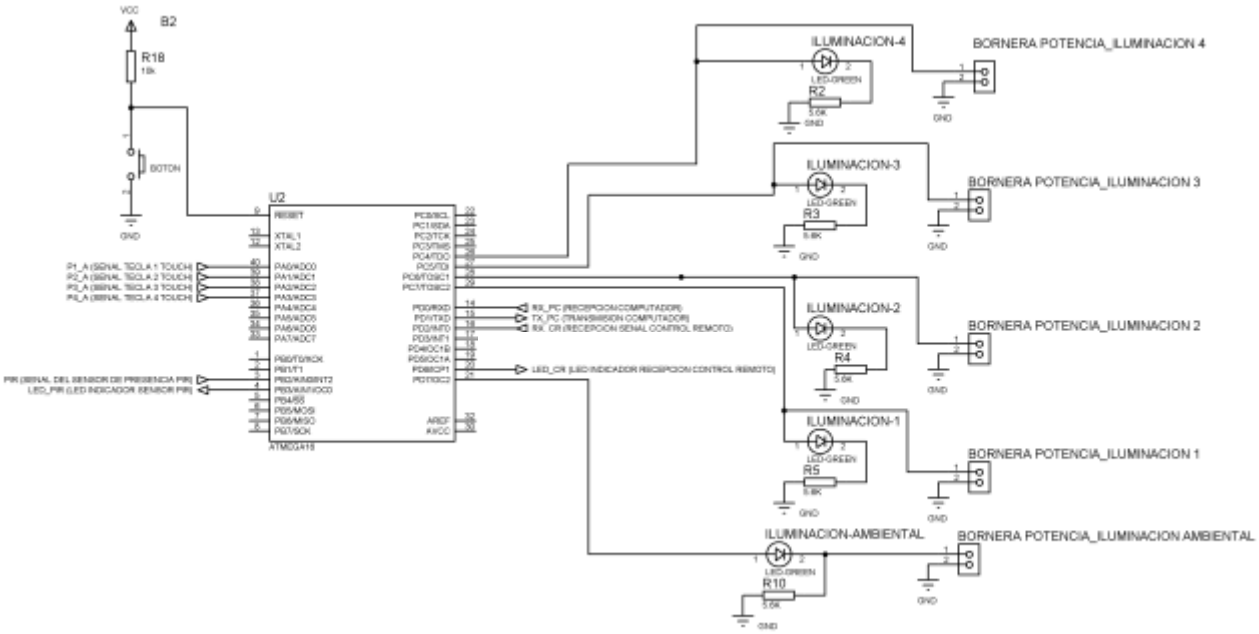


**Figura 2.24** Circuito implementado para el control de iluminación en el microcontrolador

En primera instancia, para saber qué señales son recibidas para encender las luces, se implementó una luz led para cada luz dirigible, así como para la luz ambiental.

Para calcular la resistencia que se utilizó en este circuito se consideró lo siguiente:

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_{diodo}}{I_{dido}}$$

$$R_1 = \frac{5V - 1.6V}{0{,}6mA}$$

$$R_1 = \frac{5V - 1.6V}{0{,}6mA}$$

$$R_1 = 5666{,}6\Omega$$

*R=5,6KΩ para asegurar el correcto funcionamiento del LED*

En la placa de potencia, dentro del módulo de control,  el circuito es el siguiente:

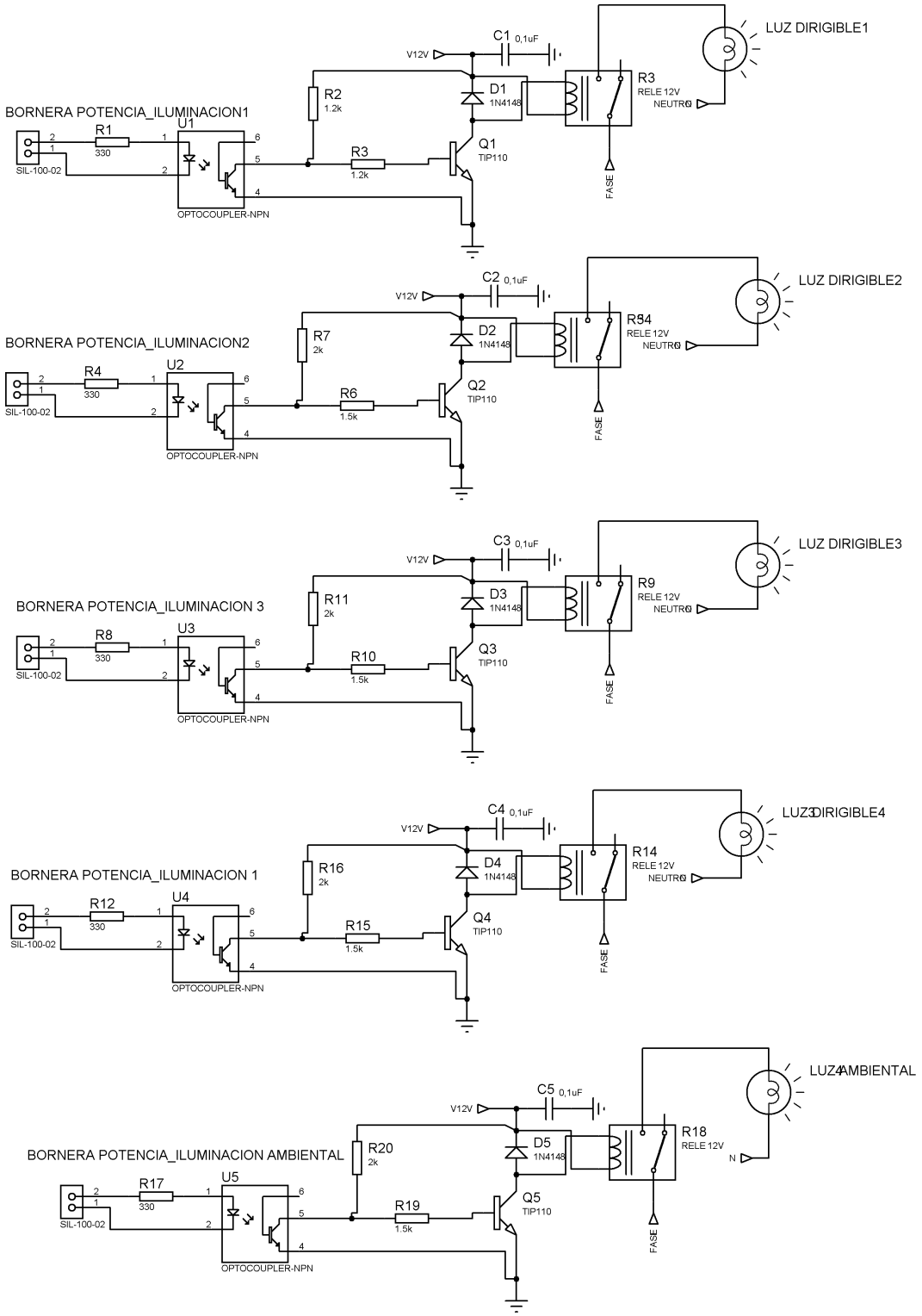



**Figura 2.25** Circuito de iluminación implementado, placa de potencia

Para el diseño de los elementos de este circuito, en la figura 2.27 se detalla más claramente el circuito de iluminación de la placa de potencia, el mismo que indica los elementos que se consideran para el diseño del circuito de iluminación.

La señal que envía el microcontrolador pasa por un optoacoplador, aislando el circuito de control del circuito de potencia.

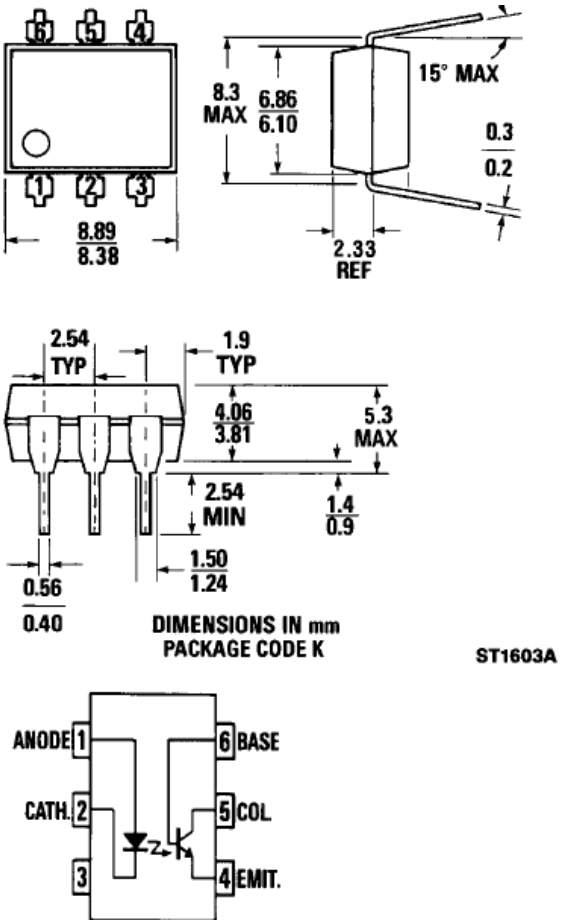



**Figura 2.26** Optoacoplador 4N35, esquema físico[20]

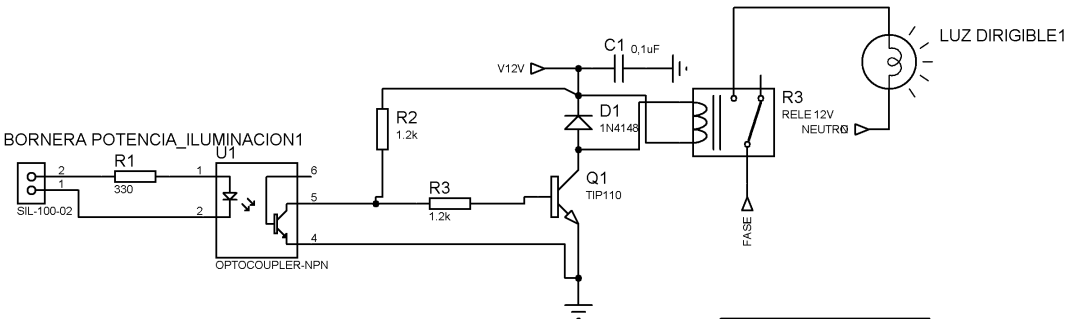



**Figura 2.27** Circuito para control de luminaria

Para seleccionar la resistencia de entrada al Optoacoplador 4N35, el fabricante indica las siguientes características: (mayor descripción, revisar ANEXO E3).

$$I_F = 10mA$$
$$V_{Fmáx} = 1{,}5V$$

La señal que sale del microcontrolador es de 5V, por lo tanto:

$$R_1 = \frac{V_{cc} - V_F}{I_F}$$
$$R_1 = \frac{5V - 1{,}5V}{10mA}$$
$$R_1 = 350\Omega$$

La resistencia seleccionada es de 330 Ω.

Para la salida del optoacoplador, se considera, según datos del fabricante:

$$I_{Fmáx} = 10mA$$
$$Tasa\ de\ transferencia\ de\ corriente\ (CTR) = 100\%$$

Entonces, la corriente de colector es igual a la corriente del led $I_F$, es decir 10mA, con este dato, calculamos la resistencia del colector:

$$R_3 = \frac{12V}{10mA}$$
$$R_3 = 1200\Omega$$

Por lo tanto R3 se selecciona con un valor de 1,2K **Ω.**

El uso del 4N35 produce que la señal en el colector sea invertida, por lo cual es necesario implementar una etapa para invertir la señal para que ésta ingrese a los relés que activan las luces del diorama.

Para esto se utilizan elementos existentes en el museo: TIP 110, si bien el elemento es sobredimensionado, la compra de nuevos elementos como el transistor 3904, no serían necesarios, pues el TIP 110 lo puede reemplazar sin problema.

Por lo tanto, según datos del fabricante (ANEXO E4) se tienen los datos básicos de diseño, indicados a continuación.

$$R_2 = \frac{V_{cc} - V_{BEsat}}{Ib}$$

$$R_2 = \frac{12V - 2{,}8V}{8mA}$$

$$\boldsymbol{R_2 = 1150\Omega}$$

Por lo tanto R2=1,2K $\boldsymbol{\Omega}$

La señal que envía el microcontrolador activa a los relés que energizan a las luces dirigibles.

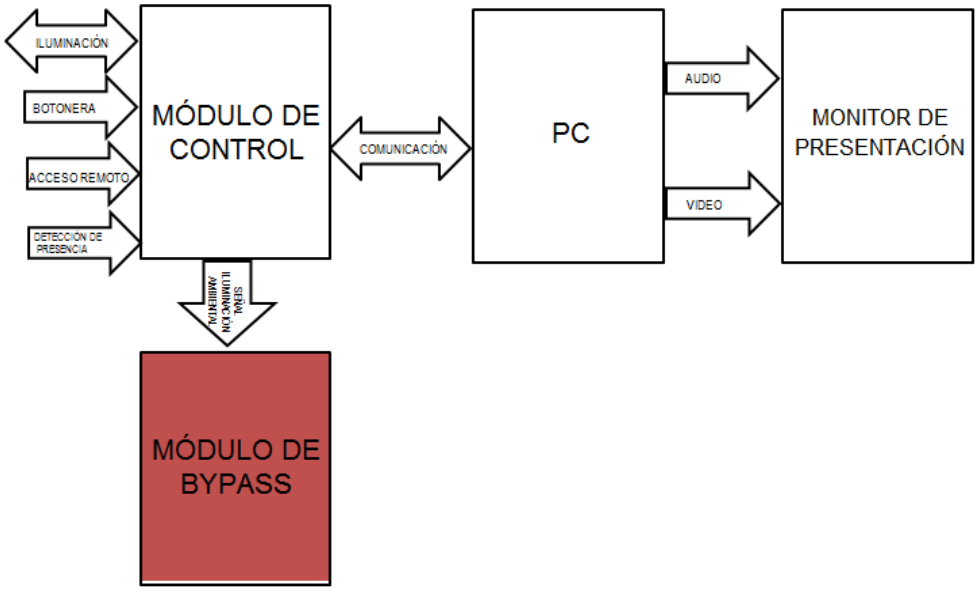
Los relés que se usan en este circuito son dispositivos que soportan una corriente en su bobina de 10A a 125Vac, y son alimentados con un Voltaje de 12Vdc. (Ver ANEXO E11)

**Figura 2.28** Relé para control de iluminación[21]

El uso de los relés para este circuito fue estandarizado, es decir, todos los relés son iguales para el control de la iluminación, pues en el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés, tanto las luces dirigibles, como las luces ambientales varían su consumo de corriente; las luces instaladas son diferentes en cada escenografía. Según la cantidad de luminarias para la luz ambiental, en cada diorama se puede consumir una corriente promedio de 5A, y en algunas luces directas implementadas para el sistema automático, el consumo está entre 20mA y 0,50A, dependiendo del tipo de lámpara que se utiliza. En el caso de que haya cambios de lámparas en las luces dirigidas, por bulbos de mayor consumo que tienen las luces instaladas actualmente, los relés podrán soportar los niveles de corriente sin problema.

El diodo 1N4148 en paralelo a la bobina del relé así como el capacitor, ayuda a eliminar los pequeños transitorios en el momento del encendido del transistor.

## 2.3 DISEÑO DEL SISTEMA BYPASS.




Este circuito tiene la finalidad de mantener la iluminación de cada diorama del Museo, en caso de existir alguna falla en la placa de control o en los sensores PIR que maneja el sistema.

En la figura 2.29 se detalla el circuito implementado.

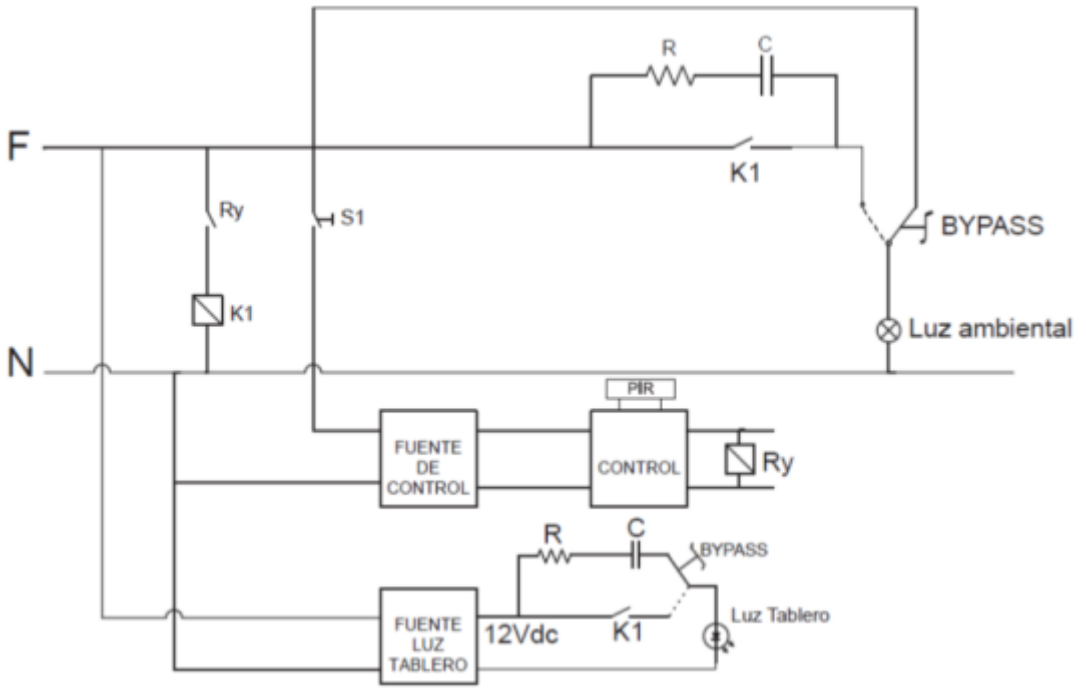



**Figura 2.29** Diseño del Sistema Bypass.

En la figura 2.30 se ilustra el circuito de Bypass, ya implementado en el sistema.

**Figura 2.30** Circuito de Bypass del sistema de Iluminación general del Diorama.

Los valores R y C, son valores estándar de una red snubber, pues las interferencias que se tienen en el Museo son desconocidas, y se debe conocer los parámetros R y C poder realizar un diseño de estos elementos.

Con una resistencia R=100Ω y 5W, así como un valor de C= 0.10 uF, se implementó la red Snubber en la circuitería principal del Bypass, mientras que son los mismos valores, pero con potencias menores en la resistencia, se implementó la activación de la fuente de alimentación de las luces del tablero acrílico.

Para la selección del relé industrial, se consideró la carga a manejar de al menos 5A del consumo de la luminaria ambiental de los dioramas.

En el Anexo B12, se puede revisar información más detallada de este elemento.

# CAPÍTULO III

# 3 DESARROLLO DEL PROGRAMA DE CONTROL

## 3.1 INTRODUCCIÓN

El sistema automático para la exhibición de videos de los tres dioramas seleccionados, trabajarán dependiendo de la necesidad del usuario principal: el guía.

El sistema implementado, luego de que el sensor de presencia (PIR), haya detectado presencia de visitantes, encenderá la luz ambiental.

Una vez detectada la señal del sensor el usuario mediante el control remoto puede elegir una opción de trabajo (MANUAL, AUTOMÁTICO).

Si el usuario elije la opción MANUAL, y presiona PLAY en el control remoto, se mostrará un video de presentación del diorama que está visitando. Posteriormente, podrá seleccionar, presionando un botón del CONTROL REMOTO, una de las cuatro especies determinadas, para la presentación del video explicativo de la misma (VIDEO 1, VIDEO 2, VIDEO 3, VIDEO 4), resaltando con una luminaria direccionada (ILUMINACIÓN 1, ILUMINACIÓN 2, ILUMINACIÓN 3, ILUMINACIÓN 4), la especie que ha elegido.

Si el usuario elije la opción AUTOMÁTICO, luego de 4 segundos que el sensor haya detectado la presencia de público, se mostrará un video de presentación del ambiente que está visitando.

Posteriormente, podrá seleccionar, presionando un botón ubicado en el tablero acrílico, una de las cuatro especies determinadas, para la presentación del video

explicativo de la misma, resaltando con una luminaria direccionada, la especie que ha elegido.

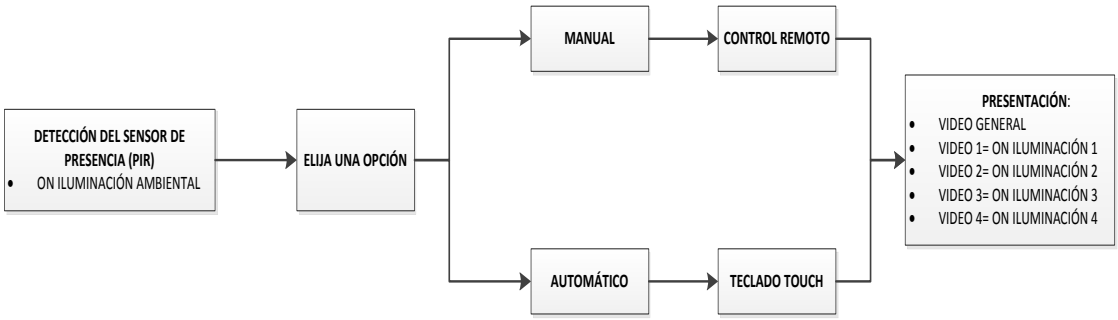



**Figura 3.1** Diagrama de bloques presentación de los videos

En el encendido de la PC, el sistema por default, arrancará en MODO MANUAL.

## 3.2 DIAGRAMAS DE FLUJO DEL SISTEMA AUTOMÁTICO INTERACTIVO PARA LA PRESENTACIÓN DE VIDEOS EN LOS DIORAMAS

En los siguientes diagramas de flujo, se describen gráficamente las subrutinas de control correspondientes al sistema automático interactivo para la presentación de escenografías o videos.

### 3.2.1 SUBRUTINA PRINCIPAL

El microcontrolador consta de una subrutina del programa principal en el cual se encuentra las siguientes subrutinas:

- Sensor (PIR).
- Control Remoto.

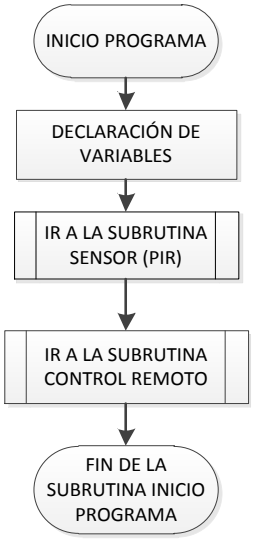



**Figura 3.2** Diagrama de flujo Subrutina Programa Principal

#### 3.2.1.1 SUBRUTINA SENSOR (PIR)

La subrutina sensor (PIR) se encarga de detectar la presencia del usuario para seguir con el proceso de presentación de escenografías. Si se detecta la señal del sensor de presencia (PIR) en el pin del microcontrolador, éste envía una señal para la activación de la ILUMINACIÓN AMBIENTAL, caso contrario no se activa la ILUMINACIÓN AMBIENTAL.

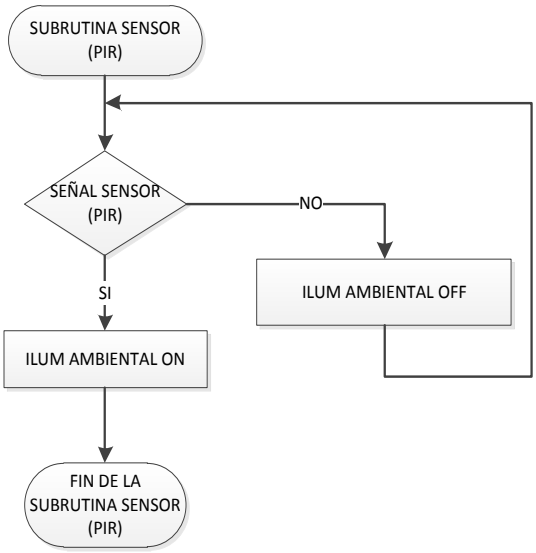



**Figura 3.3** Diagrama de flujo Subrutina Sensor (PIR).

#### 3.2.1.2 SUBRUTINA CONTROL REMOTO

El control remoto consta de las siguientes botoneras:

- Control remoto botón MANUAL.
- Control remoto botón AUTOMÁTICO.
- Control remoto botón PLAY.
- Control remoto botón PAUSE.
- Control remoto botón STOP.
- Control remoto botón 1.
- Control remoto botón 2.
- Control remoto botón 3.
- Control remoto botón 4.

Cuando se presionan los botones mencionados anteriormente, estos provocan señales que ingresan a uno de los puertos del microcontrolador.

Una vez activado la señales del botón MANUAL y el botón PLAY, desde el control remoto, el microcontrolador por medio del puerto UART envía un comando (INTO) al computador por medio de un HMI cuyo comando activa la presentación del VIDEO GENERAL en el monitor.

Si el usuario activa la señal botón PAUSE, el microcontrolador envía un comando (PAUS), este comando permite detener el video que se esté presentando en ese instante.

Si el usuario activa la señal botón STOP, el microcontrolador envía un comando (STOP), este comando permite finalizar el video que se esté presentando en ese instante en el monitor.

Si el usuario desea reanudar la presentación de los videos, el usuario debe activar la señal (PLAY).

La señales (PAUSE, STOP) son utilizadas para todos los videos (VIDEO GENERAL, VIDEO 1, VIDEO 2, VIDEO 3, VIDEO 4).

En modo **MANUA**L tiene la opción de activar las señales de los botones del control remoto.

Si el usuario activa la señal botón 1 del control remoto, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 1 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 1 ON) y también envía un comando (BOT1), este comando permite visualizar el VIDEO 1 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (ST) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal a la placa de potencia, para desactivar la iluminación dirigible 1 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 1 OFF).

Si el usuario activa la señal botón 2 del control remoto, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 2 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 2 ON) y también envía un comando (BOT2), este comando permite visualizar el VIDEO 2 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (ST) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 2 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 2 OFF).

Si el usuario activa la señal botón 3 del control remoto, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 3 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 3 ON) y también envía un comando (BOT3), este comando permite visualizar el VIDEO 3 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (ST) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 3 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 3 OFF).

Si el usuario activa la señal botón 4 del control remoto, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 4 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 4 ON) y también envía un comando (BOT4), este comando permite visualizar el VIDEO 4 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (ST) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 4 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 4 OFF).

Si el usuario activa la señal botón **AUTOMÁTICO**, el microcontrolador testea la señal del sensor PIR, una vez detectada la señal del PIR, el microcontrolador envía el comando (INTO) al computador, que proyecta el video general en el monitor. Si la presentación del video general ha finalizado, entonces el computador envía el comando (ST) al microcontrolador para proceder con la siguiente subrutina teclado touch.

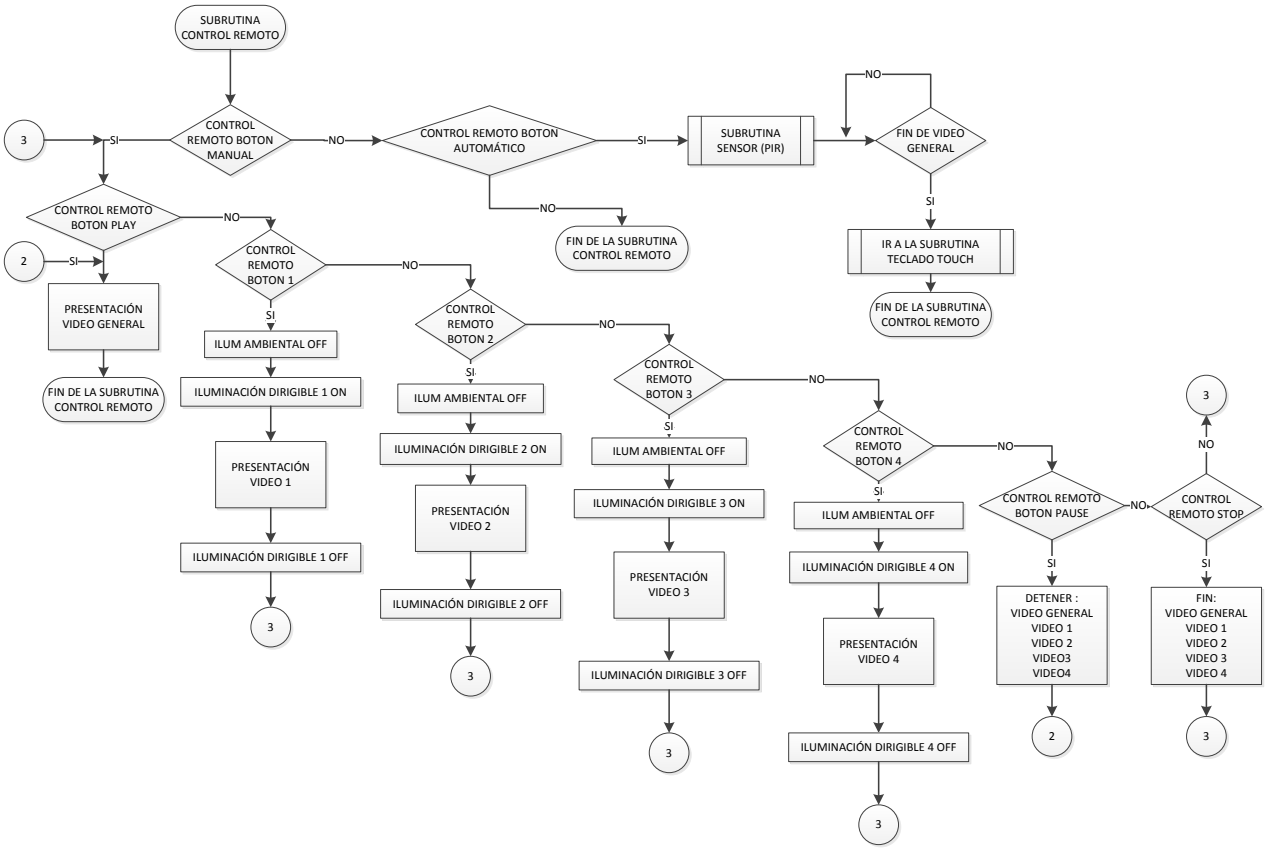



**Figura 3.4** Diagrama de flujo Control Remoto.

### 3.2.1.3 SUBRUTINA TECLADO TOUCH

Si el usuario activa la señal botón 1 del teclado touch, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 1 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 1 ON) y también envía un comando (BOT1), este comando permite visualizar el VIDEO 1 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (RET) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 1 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 1 OFF).

Si el usuario activa la señal botón 2 del teclado touch, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 2 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 2

ON) y también envía un comando (BOT2), este comando permite visualizar el VIDEO 2 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (RET) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 2 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 2 OFF).

Si el usuario activa la señal botón 3 del teclado touch, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 3 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 3 ON) y también envía un comando (BOT3), este comando permite visualizar el VIDEO 3 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (RET) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 3 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 3 OFF).

Si el usuario activa la señal botón 4 del teclado touch, el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación ambiental (ILUM AMBIENTAL OFF), una señal para la activación de la iluminación dirigible 4 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 4 ON) y también envía un comando (BOT4), este comando permite visualizar el VIDEO 4 en el monitor. Una vez finalizada la presentación del video el computador envía un comando (RET) hacia el microcontrolador, a su vez el microcontrolador envía una señal para desactivar la iluminación dirigible 4 (ILUMINACIÓN DIRIGIBLE 4 OFF).

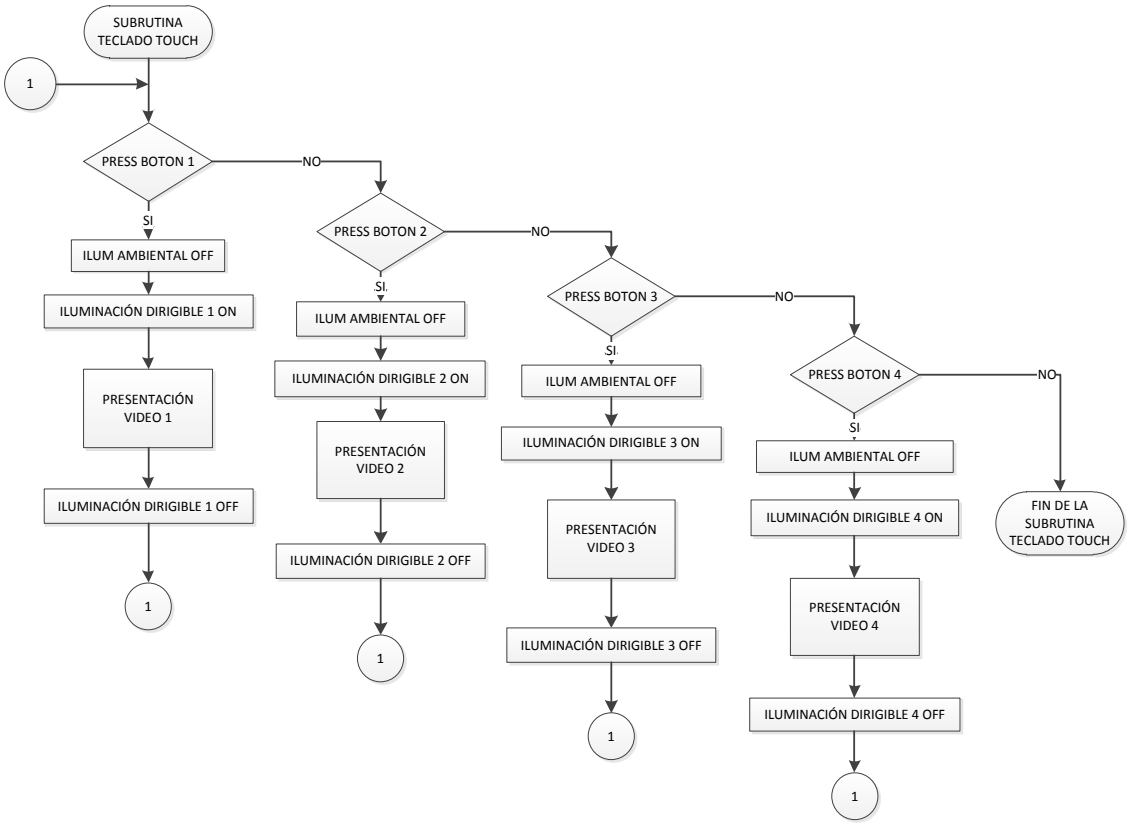



**Figura 3.5** Diagrama de flujo Teclado Touch.

## 3.3 DISEÑO DEL HMI (VISUAL BASIC)

El diseño del HMI tiene como objetivo tener un software que permita la comunicación entre el microcontrolador y el puerto de comunicación de la PC.

Para el diseño del HMI se consideraron aspectos importantes en la PC donde se instaló el software. Este computador utiliza como sistema Operativo el Windows 7, y debe contar con un puerto libre para la conexión USB.

La pantalla principal de la interfaz consta de las siguientes partes:

Pantalla de configuración inicial
Pantalla para configuración de videos
Pantalla para configuración de puertos
Pantalla principal

### 3.3.1 PANTALLA PARA CONFIGURACIÓN INICIAL

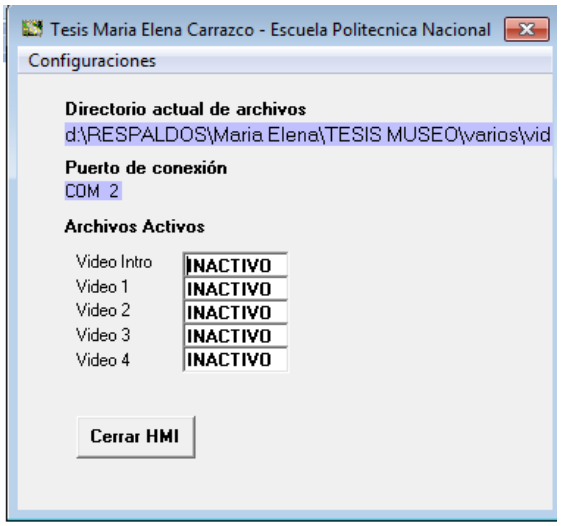



**Figura 3.6** Ventana de configuración inicial

Esta ventana permite visualizar la ruta actual de los archivos de video, el puerto de conexión entre la PC y el sistema, así como los videos activos, que se presentarán en el diorama específico.

Así también, esta ventana tiene un menú de configuración que permite realizar los cambios de los parámetros mencionados en el párrafo anterior.

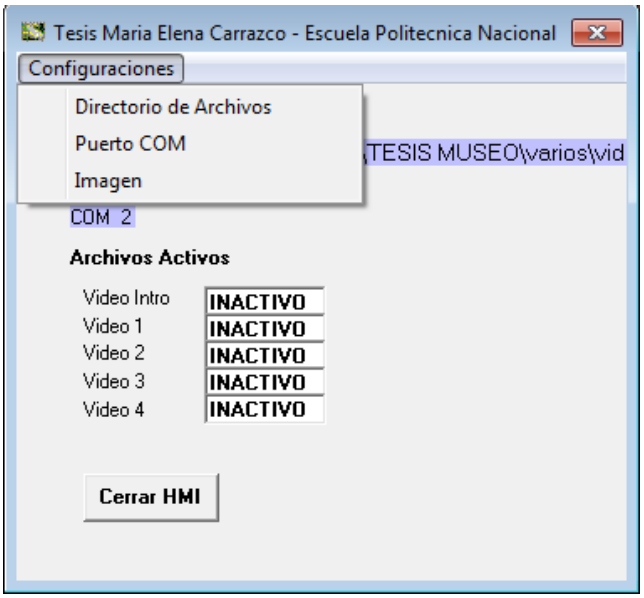



**Figura 3.7** Menú de la ventana de configuración inicial

### 3.3.2 PANTALLA PARA CONFIGURACIÓN DE VIDEOS

Dentro de esta pantalla, se puede definir el directorio donde el usuario decida guardar los archivos de video en la PC.

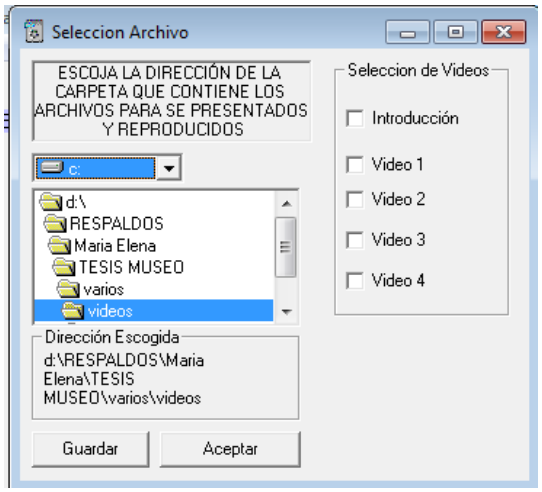



**Figura 3.8** Ventana de configuración de video

Seleccionando la unidad de disco (a:, c:, d:, etc.), y posteriormente el directorio de la nueva ubicación de los archivos multimedia, donde están ubicados los videos, se cambia la ruta de acceso que el sistema reconocerá. El usuario debe conocer la ubicación de los archivos para realizar esta operación.

Luego de la configuración de la ruta de acceso para los videos, es importante configurar qué videos están disponibles en cada diorama, haciendo click en “Selección de Videos”. En algunos casos únicamente está el video de presentación del diorama, y en otros casos, la presentación y el video de las cuatro especies seleccionadas previamente por el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V.

### 3.3.3 PANTALLA PARA CONFIGURACIÓN DEL PUERTO DE COMUNICACIÓN

En esta ventana, el usuario configura con qué puerto, el sistema se ha conectado con la PC.

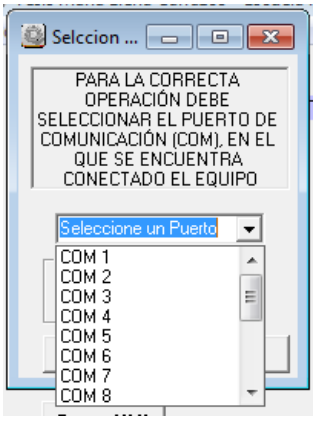



**Figura 3.9** Ventana de configuración de puertos

Una vez que se ha realizado la configuración del HMI, dicha configuración se guardará, y los cambios que se desea, se deben realizar siguiendo los pasos que se indican en el Manual de Usuario (ANEXO A). Esta configuración se realiza cuando el sistema está conectado a la PC, pues en el caso del puerto COM, si la conexión del puerto es cambiado por otro puerto en la PC, el número del puerto COM cambiará, y se debe realizar el cambio del nuevo puerto.

### 3.3.4 PANTALLA PRINCIPAL

Esta pantalla se desplegará cada vez que se encienda el computador, se presione STOP en el control remoto si se está presentando un video (MODO MANUAL), o finalice cualquier video (MODO MANUAL O MODO AUTOMÁTICO).

**Figura 3.10** Pantalla Principal del HMI, detectando conexión con el Sistema

En la parte inferior derecha de la pantalla, existe un mensaje que indica qué modo de trabajo se ha seleccionado: MODO MANUAL- CONECTADO o MODO AUTOMÁTICO-CONECTADO.

El sistema, por default, iniciará en MODO MANUAL.

## 3.4 DIAGRAMA DE FLUJO DEL SOFTWARE (HMI).

El siguiente diagrama de flujo explica el funcionamiento del software (HMI) desarrollado para el envío y recepción de comandos del estado del sistema automático interactivo para la presentación de videos en el monitor de la PC.

Para implementar el HMI que permita el control de los videos de las escenografías, se escoge el software VISUAL BASIC, por poseer herramientas de trabajo importantes para el desarrollo del proyecto. Una de las herramientas que contiene el VISUAL BASIC es la interacción con Windows Media Player. El cual permite la reproducción de los videos que se desean visualizar, por lo tanto cada uno de los comandos enviados desde el microcontrolador son interpretados por el software VISUAL BASIC y éste a su vez también por Windows Media Player.

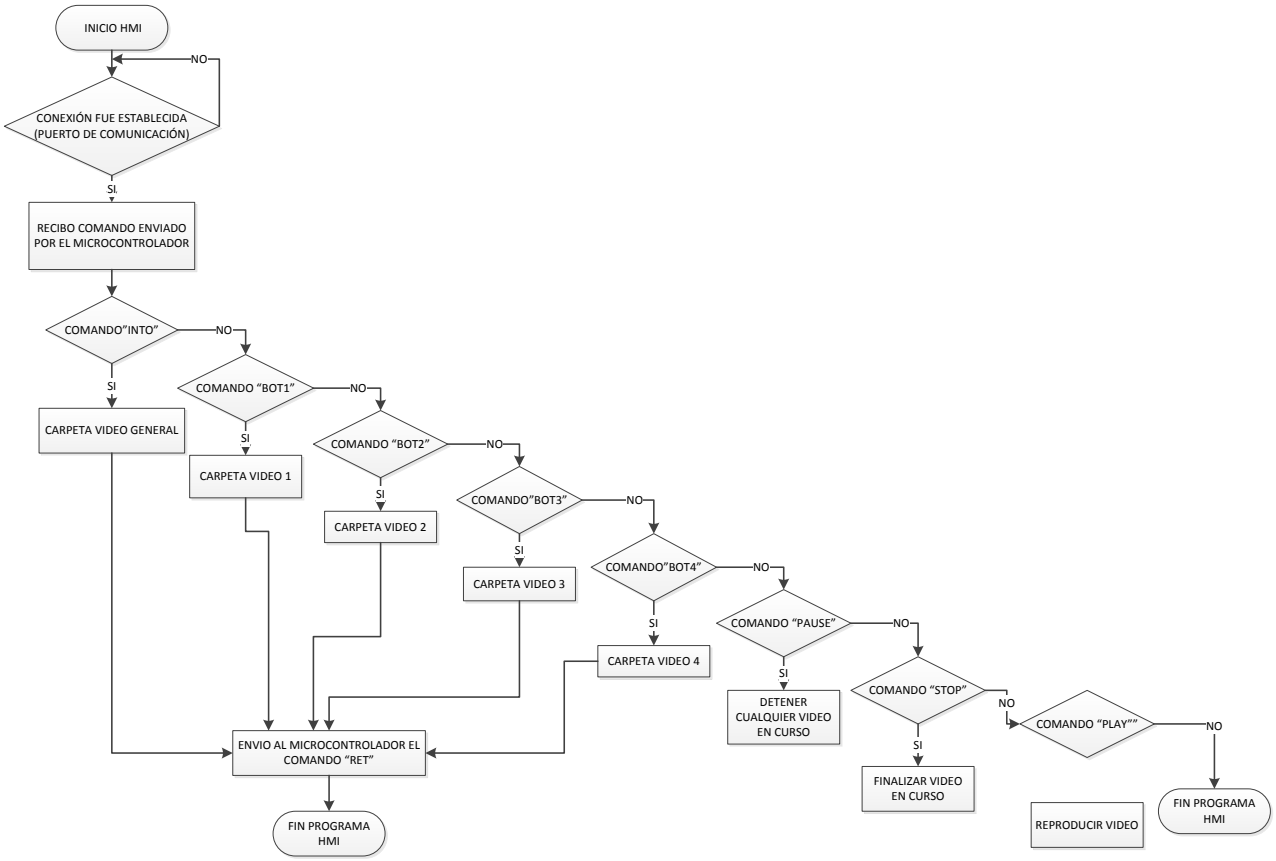



**Figura 3.11** Diagrama de flujo HMI

# CAPÍTULO IV

# 4 PRUEBAS Y RESULTADOS DEL PROYECTO

El presente capítulo describe las pruebas realizadas del sistema instalado en el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés, con el fin de verificar su correcto funcionamiento, de acuerdo a las necesidades del Museo.

Inicialmente, se realizaron pruebas de funcionamiento del teclado touch y posteriormente se verificó la comunicación entre el sistema y la PC, así como el trabajo adecuado del control remoto.

El resultado del correcto funcionamiento del sistema se lo realizó, sumando a las pruebas iniciales, el funcionamiento en MODO AUTOMÁTICO, tanto sin presencia de visitantes, como con público presente, en el Museo.

**Figura 4.1** Sistema Instalado en el Diorama Bosque Seco de la Costa: Don Juan

## 4.1 FUNCIONAMIENTO DEL TECLADO TOUCH

Las pruebas iniciales se realizaron fuera del Museo, utilizando una placa pequeña de acrílico, donde se colocaron los electrodos para la botonera

Inicialmente, el usuario seleccionó las especies del acrílico, y sin lograr el contacto con el tablero, el teclado trabajó; por lo tanto, se disminuyó la sensibilidad del sensor, aumentando los valores de las resistencias, tal como recomienda el fabricante del AT42QT1070, pues al hacerlo muy sensible, la posibilidad de detectar señales falsas es alta.

Para verificar el funcionamiento de la botonera, se colocaron leds indicadores que se encienden cuando el usuario seleccione una especie determinada.

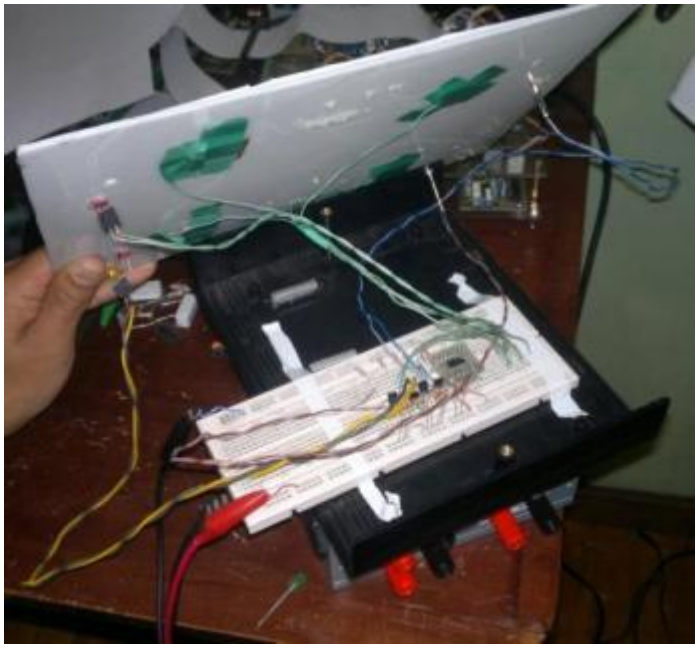


**Figura 4.2** Pruebas iniciales con la botonera touch

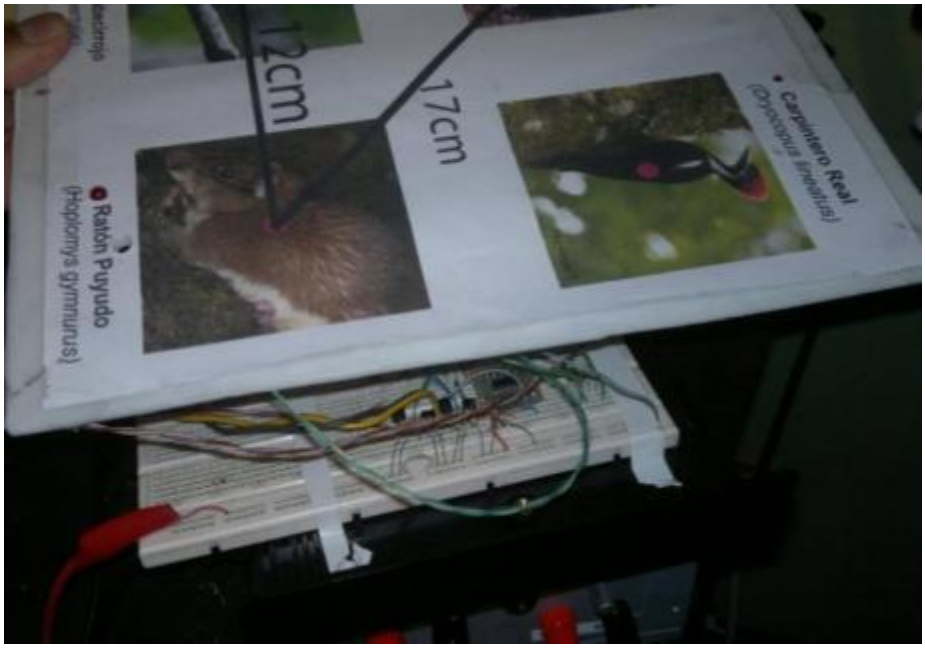



**Figura 4.3** Teclado touch con leds indicadores

En estas pruebas, con la reducción de la sensibilidad del Sensor, la botonera trabajó satisfactoriamente.

a) b)

**Figura 4.4** Pruebas finales del teclado touch

## 4.2 COMUNICACIÓN ENTRE EL SISTEMA Y LA PC

La instalación y el funcionamiento del HMI del sistema, con el sistema operativo Windows 7, fue exitoso.

**Figura 4.5** Instalación del HMI en las PC's del Museo de Historia Natural Dr.Gustavo Orcés

**Figura 4.6** Ventana principal del HMI, PC conectada al sistema. MODO MANUAL-CONECTADO

Durante esta fase de pruebas ya en el Museo, la comunicación se vio afectada por los armónicos producidos al momento que las luces ambientales se encendieron, luego de la presentación de cualquier video de especies seleccionado.

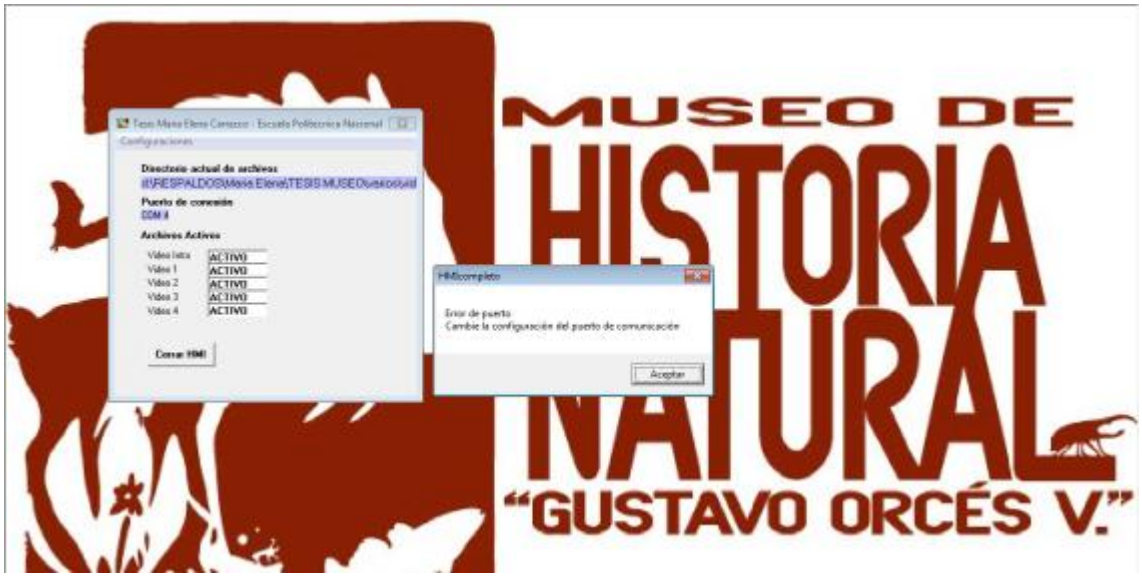



**Figura 4.7** Error presentado en las pruebas de comunicación

Se determinó la existencia de armónicos, pues luego de varias revisiones de fuentes de alimentación, cables de comunicación utilizados, entre otros, se observó el mal estado del cableado de la iluminación ambiental.

Se realizó un recableado de estas luces, y nuevamente se procedió a las pruebas de funcionamiento, finalmente pudiendo observar que la comunicación entre el sistema y la PC fue exitosa.

## 4.3 MANDO REMOTO

Durante las pruebas de comunicación, el sistema trabajó en modo manual, aprovechando para verificar el correcto funcionamiento del control remoto.

Dado el ambiente en el que se manejaría el control remoto, se procuró realizar un diseño para evitar interferencias, como la luz directa que cae sobre la ubicación del receptor del control remoto, así como otros ruidos en el interior del Museo, dando como resultados tener una distancia aceptable para la ubicación del usuario con el control remoto, y el receptor del mismo.

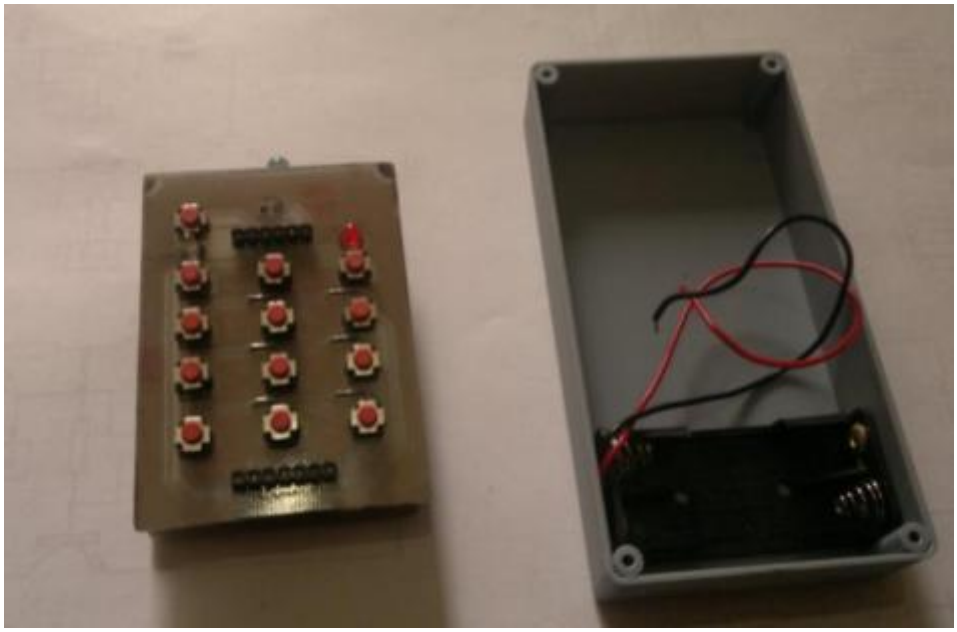


**Figura 4.8** Vista frontal del control remoto, antes de su ensamblaje

Inicialmente, no se pudo asegurar que el receptor reciba la señal del emisor, por lo que se optó por ubicar una luz led en la caja del receptor.

**Figura 4.9** Pruebas del uso del control remoto dentro del Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés

## 4.4 SISTEMA COMPLETO DENTRO DEL MUSEO

Luego de haber probado los elementos más críticos por separado, fuera y dentro del museo, constatando el correcto funcionamiento de cada elemento y módulo, se realizaron las pruebas en campo, en conjunto, en el Diorama Manglar San Lorenzo. Una vez resueltas las dudas, e inconveniente que surgieron durante las pruebas, el sistema fue instalado en los Dioramas Chocó y Bosque Seco.

De acuerdo a las necesidades del Museo, el sistema arranca para que el usuario pueda decidir si se mantiene en MODO MANUAL o, utilizando el control remoto, cambiarlo a MODO AUTOMÁTICO.

El funcionamiento en modo manual fue todo un éxito, sin tener novedades con la comunicación entre la PC y el sistema, ni el control remoto.

El Sensor infrarrojo detecta presencia de público y enciende las luces ambientales, el sistema se prepara para recibir la señal de trabajar en modo manual o en modo automático.

**Figura 4.10** pruebas generales del sistema instalado, diorama: San Lorenzo.

Se realizó pruebas en modo manual, es decir, utilizando el control remoto, y de este modo seleccionar los videos, de acuerdo al requerimiento del usuario.

Luego de encender el sistema y la PC, el sistema inició automáticamente en MODO MANUAL.

El sensor PIR inmediatamente de encendido el sistema, detecta presencia de público y enciende las luces ambientales.

**Figura 4.11** Sensor PIR, ubicado en la parte superior del Diorama San Lorenzo

**Figura 4.12** Encendido de luces ambientales en Diorama San Lorenzo

El usuario tiene la libertad de elegir cualquier video del control remoto. En el modo manual, el teclado touch deja está inhabilitado para el usuario, para evitar que el video que está siendo presentado, sea interrumpido por selecciones no deseadas.

El objetivo de utilizar el mando remoto, es evitar que visitantes grupales manipulen el sistema de manera incorrecta, provocando distracciones al grupo que observa el diorama, y posibles daños al tablero acrílico.

**Figura 4.13** Algunas de las luminarias dirigibles; se encienden de acuerdo a la especie que el usuario selecciona

En las pruebas, se utilizó el mando remoto para la emisión de cinco videos, utilizando los botones que seleccionan cada especie, el botón PLAY para la proyección del video principal, y los botones STOP y PAUSA, de acuerdo a las necesidades de la visita, y de la explicación que se desee dar al grupo, de la especie que se presente.

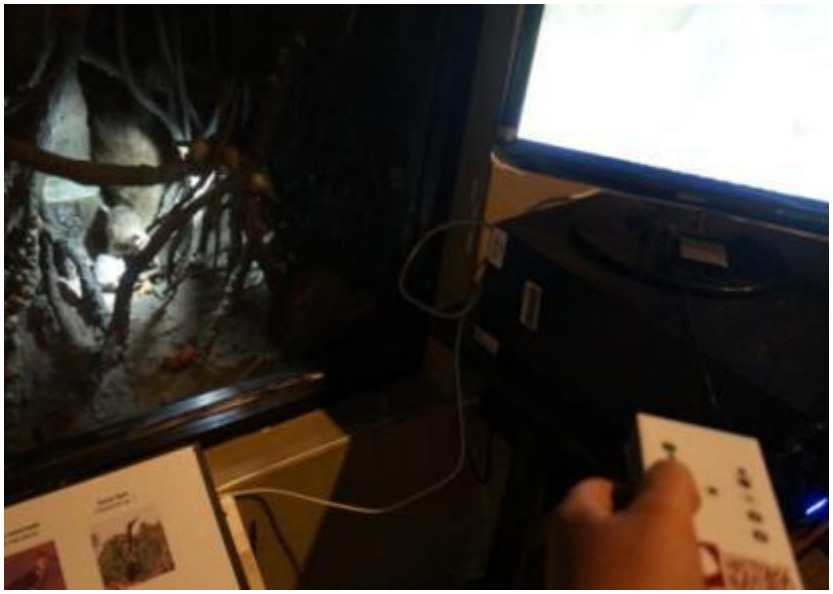


**Figura 4.14** Selección del botón 1: Mapache, proyección de video, apagado de luz ambiental, y encendido de luz dirigida.

Al finalizar las pruebas con el control remoto, verificando la correcta comunicación entre la PC y el sistema, así como el encendido y apagado de las luces, tanto ambientales, como dirigidas, en el modo manual, el usuario cambia el sistema, usando el control remoto, a modo automático.

**Figura 4.15** Pantalla principal, indica modo de trabajo: AUTOMÁTICO-CONECTADO

Luego de cambiar el modo de trabajo a “AUTOMÁTICO”, y el PIR, al haber aún estado detectando público, el video de presentación se exhibirá a los 4 segundos de haber cambiado el modo.

Las luces ambientales permanecen encendidas, y el video inicial se proyecta.

**Figura 4.16** Presentación del video principal, en modo automático

Mientras hay proyección de video en modo automático, el teclado touch, así como el control remoto quedan inhabilitados, es decir, los videos no pueden ser detenidos por cualquier señal.

**Figura 4.17** Utilización del teclado touch, selección de especie: Murciélago

Las pruebas iniciales, con el sistema completo, en modo automático, con el uso de la botonera touch, tuvo muchos inconvenientes, pues el ambiente donde está instalado el sistema, está rodeado de mucho ruido.

Los cables de las luces led, que se instalaron en las pruebas iniciales, fueron antena para captar señales falsas, y el sistema no funcionó de manera

adecuada, haciendo que haya una selección de especie involuntaria, encendiendo y apagando las luces dirigidas y ambientales de manera inconsistente.

Así mismo, estas luces fueron motivo de atención de los pequeños visitantes, quienes empezaron a jugar con el tablero. Por estas razones, las luces se retiraron.

Las tarjetas del sistema, se montaron en la caja del tablero acrílico, donde están ubicadas las luces que iluminan dicho tablero.

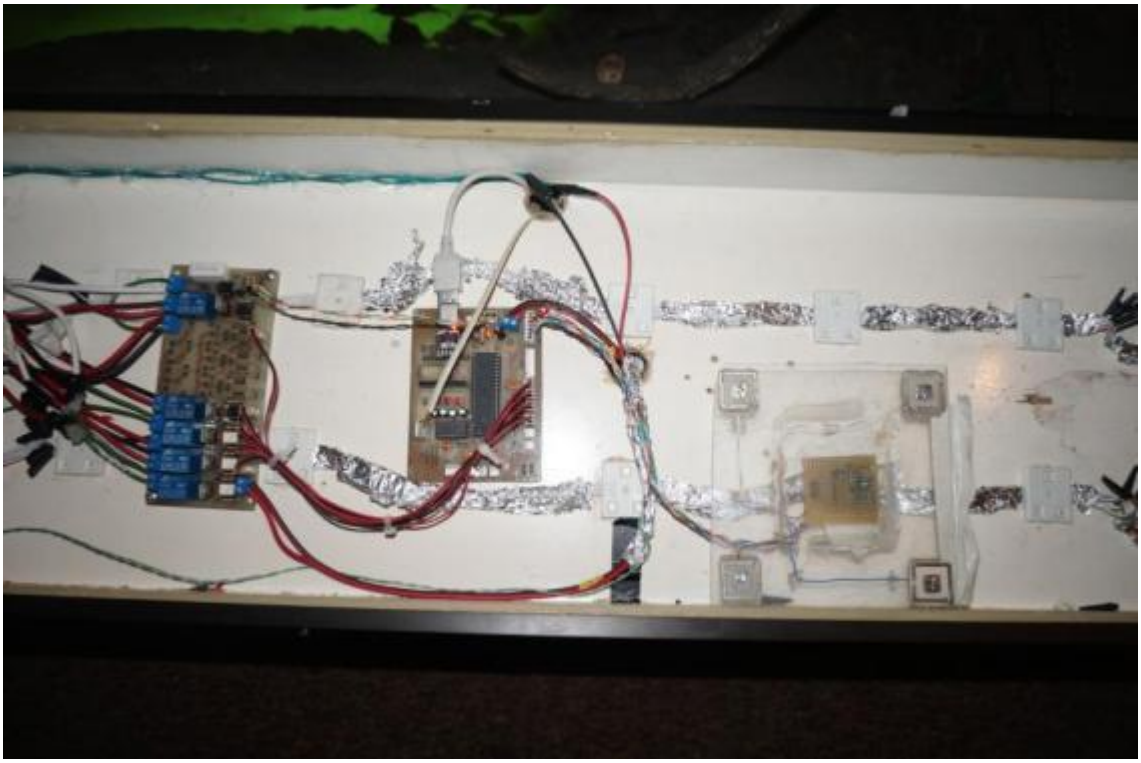


**Figura 4.18** Montaje de los módulos del sistema en la caja del tablero

Para aislar el posible ruido que podían causar las señales que alimentan estas luces, se cubrió este cableado con papel aluminio, y en la alimentación se conectaron capacitores.

**Figura 4.19** Montaje del dispositivo AT42QT1070 y luces led del tablero acrílico, cables de alimentación de luces, protegido

Cabe indicar, que el encendido y apagado de las luces ambientales, comprende también las luces del tablero.

Inicialmente, el sistema apagaba y encendía la fuente con la que están alimentadas estas luces.

Luego de una serie de pruebas, se cambió la conexión para que esta fuente switching se mantenga encendida siempre, mientras el sistema esté trabajando, así como la conexión de una red snubber; pues al encender la fuente, se generaba armónicos, señales que eran detectadas por el teclado touch, haciendo que el sistema no funcione adecuadamente.

**Figura 4.20** Fuentes switching, utilizadas, tanto para la alimentación del sistema, como para la alimentación de las luces del tablero.

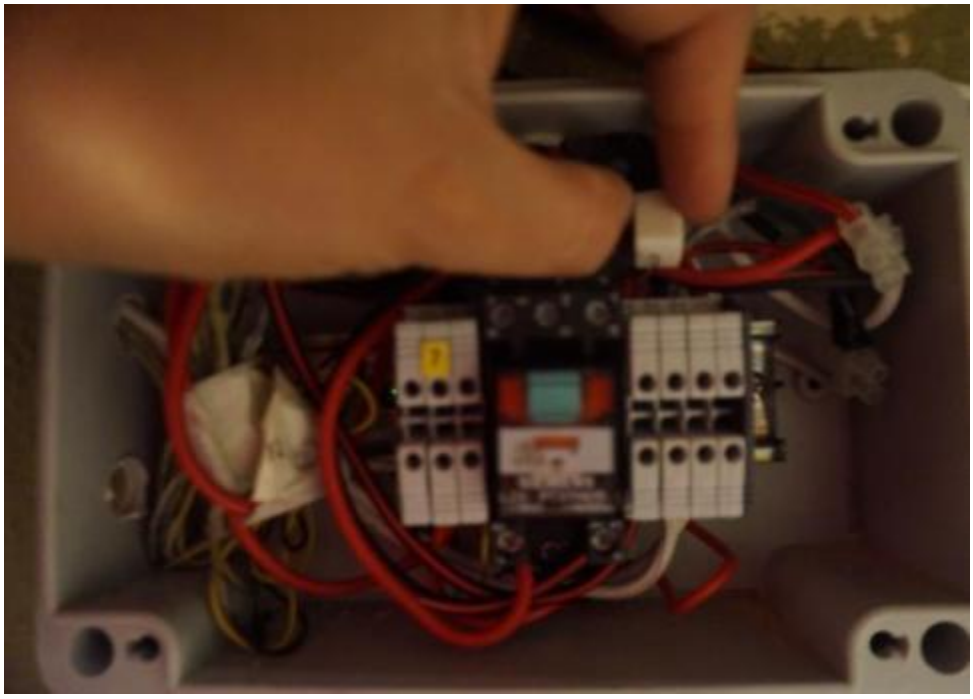


**Figura 4.21** Instalación de Red Snubber en el circuito de bypass

Durante los cambios de cableado, pruebas, etc. se vio la necesidad de desenergizar todo el diorama, para evitar algún daño en general, por lo que, junto a la caja de bypass se añadió un switch, el mismo que desconecta la alimentación 110V, para cualquier mantenimiento dentro del cableado de este voltaje.

**Figura 4.22** Caja del circuito de bypass, con el switch para la alimentación 110V

# CAPÍTULO V

# 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

## 5.1 CONCLUSIONES

El presente proyecto cumple con el objetivo principal propuesto, el mismo que consiste en diseñar y construir un sistema interactivo automático para la presentación de escenografías en el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V. Su funcionamiento adecuado fue demostrado en todas las pruebas y resultados del sistema implementado, descrito en el Capítulo IV. Las pruebas realizadas fueron desarrolladas en presencia de la Dra. Jhanira Regalado, quien fue la persona encargada de supervisar el presente proyecto en el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V., durante el montaje y pruebas realizadas; indicando que el mismo fue recibido a satisfacción. Estas pruebas fueron realizadas durante dos semanas, con el público que visita el Museo diariamente.

El diseño y construcción del sistema automático cumplió con los requerimientos del Museo, se trabajó con botones invisibles al usuario, así como la proyección de videos, de acuerdo a la selección del visitante.

El software de control implementado permitió que el sistema trabaje acorde al proyecto propuesto inicialmente en el Museo: encendido y apagado de luces, tanto ambientales como dirigibles, proyección de videos según la selección del usuario, el bloqueo del teclado capacitivo (touch) mientras se utiliza el control remoto.

El HMI implementado es amigable con el usuario, de fácil uso, instalación y adquisición.

En el funcionamiento del sistema en modo automático, el sensor de movimiento de cada diorama juega un papel importante, pues éste da la señal de arranque del funcionamiento del guía automático, iniciando con la proyección del video general, permitiendo así que el visitante se interese más por la escenografía que está observando.

El sistema inicialmente fue diseñado para 7 especies, sin embargo, el Museo analizó el tiempo que demoran los videos de los mismos, y se decidió únicamente implementar 4 videos, de esta manera se evita el desvío de atención de los visitantes, al tener demasiada información por tiempos prolongados.

En las placas implementadas en el tablero de cada diorama, se podrán ubicar los elementos correspondientes para completar la proyección de la propuesta inicial en cada diorama, pues las pistas de estas placas no necesitan ser modificadas, ya que el diseño se lo hizo con el propósito de que el proyecto pueda expandirse hasta completar dicha propuesta.

El sistema implementado en los dioramas logró llamar la atención de los visitantes, motivando a que hayan más visitas y se llegue a más público. De esta manera, el aprendizaje es más ameno e interactivo, garantizando que quienes visiten el Museo, adquieren los conocimientos que se busca dejar en cada una de las personas que ingresen a conocer lo que el Museo ofrece.

## 5.2 RECOMENDACIONES

En cada sistema electrónico implementado, es importante considerar el uso de filtros capacitivos, redes snubber, ferritas, etc, que minimizan el ingreso de ruido al sistema, para evitar el incorrecto funcionamiento del mismo.

Luego de las pruebas con el público, la Dra Jhanira Regalado recomienda retirar los monitores, y únicamente trabajar con el audio que describa tanto la

escenografía, como las especies de los dioramas, es una buena opción para captar más atención hacia el diorama que se visita.

En circuitos de comunicación infrarroja, como en el caso del receptor del control remoto, se recomienda utilizar dispositivos con filtros incluidos, para tener no sólo una circuitería reducida, sino el mejoramiento de recepción de señales con un sólo elemento.

El uso de teclados capacitivos en este tipo de espacios presentan una mejor estética en su instalación; no se necesita la adecuación física para su instalación (perforaciones), así como una mayor vida útil en su uso, pues no existen problemas mecánicos, y se evita el uso inadecuado de los usuarios que, por curiosidad, manipulan incorrectamente los botones mecánicos, dañando no sólo dichos botones, sino también los materiales donde están montados los mismos.

# REFERENCIAS BIBIOGRÁFICAS

[1] **Definiciones de Museos, Universidad de Castilla – La Mancha UCLM, Isabel Rodrigo Villena** [En línea]
http://www.uclm.es/PROFESORADO/irodrigo/DEFINICIONES%20DE%20%20MUSEOS.pdf

[2 ] **ticketsflorencia** [En línea]
Tomado de http://www.ticketsflorencia.com/

[3]**UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA URUGUAY** [en línea]
http://www.ccee.edu.uy/investigacion/cultura/sistemas_de_museos.pd%20f.pdf

[4]**Universidad del País Vasco** [En línea]
http://www.ehu.es/netart/alum0506/Ines_Albuquerque/Interactividad.htm

[5]**Fotografía Andes Quito** [En línea]
http://www.andes.info.ec/es/cultura/2495.html

[6]**Asociación Benelista de Biskaia**[En línea]
http://abelenbizkaia.com/fotos/2011-3/

[7] **Fotografía tomada de la publicación de la entrevista realizada por el Sr. Rodrigo Villacís Molina, foto: Judy de Bustamante, para "Revista Diners" al Dr. Gustavo Orcés en el Museo de Historia Natural que lleva su nombre, en Febrero de 1994**[En línea]
http://mdarena.blogspot.com/2013/08/gustavo-orces-de-la-especie-de-los.html

[8] **Escuela Politécnica Nacional** [En línea]
http://www.epn.edu.ec/index.php?option=com_content&view=article&id=1870&Itemid=519

[9] **Blogspot Museo Gustavo Orcés** [En línea]
http://museogustavoorces.blogspot.com/p/dioramas_9.html

[10]**Fotografía Andes Quito** [En línea]
http://www.andes.info.ec/es/cultura/2495.html

[11] **Shop Solar-Wind** [En línea]
http://www.shop.solar-wind.co.uk/acatalog/12v_pir_detector_motion_sensor.html

[12]**datasheet CP2102** [En línea]
http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/201067/SILABS/CP2102.html

[13] **Eyesdealextremegadgets** [En línea]
http://eyesdealextremegadgets.wordpress.com/2014/08/05/usb-to-ttl-cp2102-serial-module-red-309988/

[14] **INSTITUTO TÉCNICO DE MORELIA** [en línea]
http://antares.itmorelia.edu.mx/~talfaro/Materias/prope/Curso%20Microcontroladores.pdf

[15] **Datasheet TLN 110** [En línea]
http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/216629/TOSHIBA/TLN110_07.html

[16] **Circuitos Electrónicos FOTOTRANSISTOR** [En línea]
www.circuitoselectronicos.org%2F2010%2F05%2Fsensor-de-infrarrojos-emisor-y-receptor.html&h=397&w=318&tbnid=uicWfSFfTGDAZM%3A&zoom=1&docid=r8uMV2mOzruFqM&ei=1i36U-6xKaPgsASb-

4GQDw&tbm=isch&ved=0CF8QMyg-MD4&iact=rc&uact=3&dur=1242&page=4&start=61&ndsp=22

[17] **Electrónicos Caldas** [En línea]
http://www.electronicoscaldas.com/datasheet/MAX220-to-MAX249.pdf

[18] **Departamento de Ingeniería e investigación Tecnológica Universidad Nacional de la Matanza. Buenos Aires, Argentina - Congreso de Microelectrónica Aplicada 2010** [En línea]
http://www.lacie-unlam.org/uea2010/trabajos/uea2010_submission_13.pdf

[19] **Atmel** [En línea]
http://www.atmel.com/Images/Atmel-9596-AT42-QTouch-BSW-AT42QT1070_Datasheet.pdf

[20] **Datasheetcatalog** [En línea]
http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/fairchild/4N35.pdf

[21] **Aliexpress** [En línea]
http://www.aliexpress.com/item-img/50pcs-12V-DC-SONGLE-Power-Relay-SRD-12VDC-SL-C-PCB-5-pins/707737606.html

[22] **MUSEO DE HISTORIA NATURAL** [En línea]
http://cienciasbiologicas.epn.edu.ec/index.php/museo
http://museogustavoorces.blogspot.com/p/historia_4.html

[23] **Wikipedia** [En línea]
http://es.wikipedia.org/wiki/Intel_4004
http://es.wikipedia.org/wiki/Reduced_instruction_set_computing
http://es.wikipedia.org/wiki/Optoacoplador
http://es.wikipedia.org/wiki/Control_remoto
http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_capacitivo

http://es.wikipedia.org/wiki/Diorama

[24] **Universidad de la República – Uruguay, Facultad de Ingeniería** [en línea]
http://www.fing.edu.uy/tecnoinf/mvd/cursos/arqcomp/material/teorico/arq-teorico05.pdf

[25] **Instituto tecnológico de La Laguna-México** [en línea]
http://www.itlalaguna.edu.mx/Academico/Carreras/electronica/opteca/OPTOPDF2_archivos/UNIDAD2TEMA4.PDF

[26] **Universidad de Guadalajara** [en línea]
http://proton.ucting.udg.mx/~cruval/sensores100.pdf

[27] **PICTRONICO** [en línea]
http://pictronico.com/sensores/PIR.pdf

[28] **TECNOSEGURO** [en línea]
http://www.tecnoseguro.com/faqs/alarma/que-es-un-detector-de-movimiento-pasivo-o-pir.html

[29] **CIRCUITOS ELECTRÓNICOS** [en línea]
http://www.circuitoselectronicos.org/2010/05/sensor-de-infrarrojos-emisor-y-receptor.html

[30] **Universidad Técnica Federico Santa María, Dpto. de Electrónica** [en línea]
http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/Tutorial_TX-IR.pdf

[31] **VILLACÍS, Paulina; ANGULO, Ronald "Guía automática para el Museo de Historia Natural Gustavo Orces V. de la Escuela Politécnica Nacional"**

[32] **Guachimboza Dávalos, Jorge Ismael; Tayo Pazmiño, Hugo Mauricio** "Diseño e implementación de un módulo didáctico y software de simulación para visualizar la curva característica de celdas y paneles solares", Escuela Politécnica Nacional, 2011

[33] **García de Jalón Javier**, "Aprenda Visual Basic 6.0", Escuela Superior de Ingenieros Industriales de San Sebastián, Universidad de Navarra

[34] **Datasheet Atmega 164P** [en línea]
http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/174977/ATMEL/ATMEGA164P.html

[35] **Datasheet Atmega 48 [en línea]**
http://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/83740/ATMEL/ATMEGA48.html

[36] **Datasheet diodo infrarrojo** [en línea]
http://www.farnell.com/datasheets/48181.pdf

[37] **Datasheet AT42QT1070** [en línea]
http://www.atmel.com/images/atmel-9596-at42-qtouch-bsw-at42qt1070_datasheet.pdf

[38] **Datasheet MAX 232** [en línea]
http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/27224/TI/MAX232I.html

[39] **Datasheet 4N35** [en línea**]**
http://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/QT/4N37.pdf

[40] **Datasheet TIP 110** [en línea]
http://www.alldatasheet.com/datasheet-pdf/pdf/2767/MOSPEC/TIP110.html

[41] **Datasheet diodo de bajo consumo** [en línea]
Http://www.tme.eu/es/Document/ba2b1fe4a1dfcce4c5300a564d5e3f1e/l-934lgd.pdf

[42] **Universidad de Castilla – La Mancha UCLM, Isabel Rodrigo Villena,** [En línea]
http://www.uclm.es/PROFESORADO/irodrigo/DEFINICIONES%20DE%20%20MUSEOS.pdf

[43] **Universidad del País Vasco, Estudiante Inés Albuquerque** [en línea],
http://www.ehu.es/netart/alum0506/Ines_Albuquerque/Interactividad.htm
http://www.ehowenespanol.com/funcionan-diodos-detectores-infrarrojos-sobre_134099/

[44] **Slideshare** [en línea]
http://es.slideshare.net/benjapreller/sensor-de-movimiento-pir

# ANEXOS

# ANEXO A

# MANUAL DE USUARIO

## A.1 INTRODUCCIÓN

Este manual de usuario explica desde el proceso de instalación, el funcionamiento, y el mantenimiento del Sistema Automático Interactivo Para La Presentación De Escenografías En El Museo De Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V.

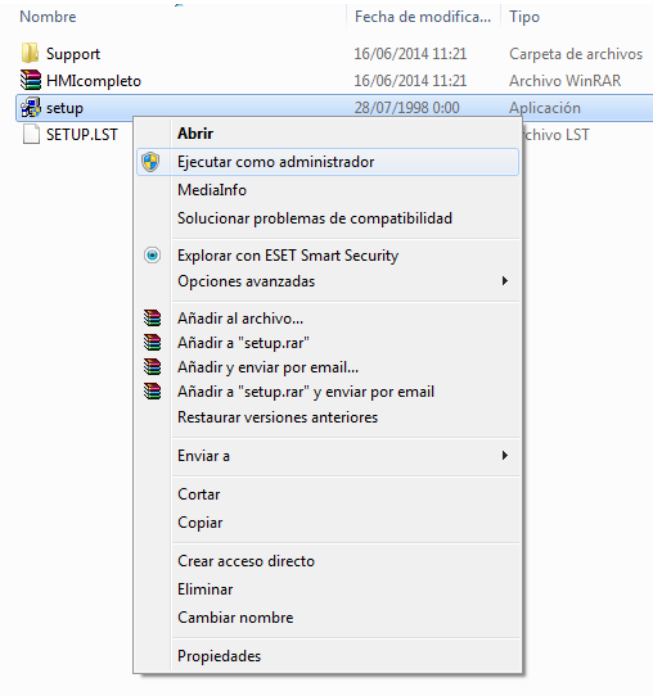
## A.1 INSTALACIÓN DE SOFTWARE Y CONFIGURACIONES INICIALES

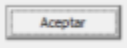
En primera instancia, es importante que la PC de cada Diorama cuente con los siguientes componentes:

1. Sistema Operativo Windows 7, de 64 bits
2. Puerto USB
3. Parlantes externos
4. Pantalla

### A.1.1. PROCEDIMIENTO

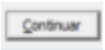
1. En el CD de instalación, buscar la carpeta “INSTALADOR MUSEO”
2. Dentro de esta carpeta, ubicar el archivo ejecutable “SETUP.exe”.
3. Hacer click con el botón derecho del mouse y escoger la opción “Ejecutar como administrador”.

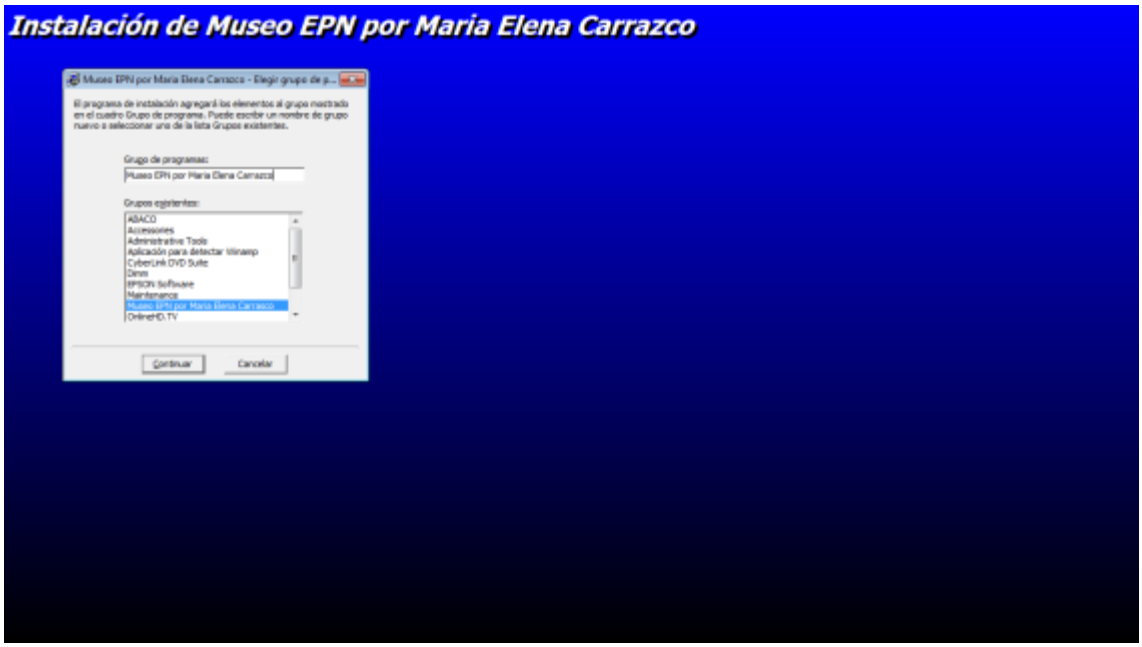


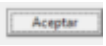

4. Aparecerá una pantalla azul con un cuadro de diálogo, tal como se muestra en la figura que sigue, hacer click en 

.

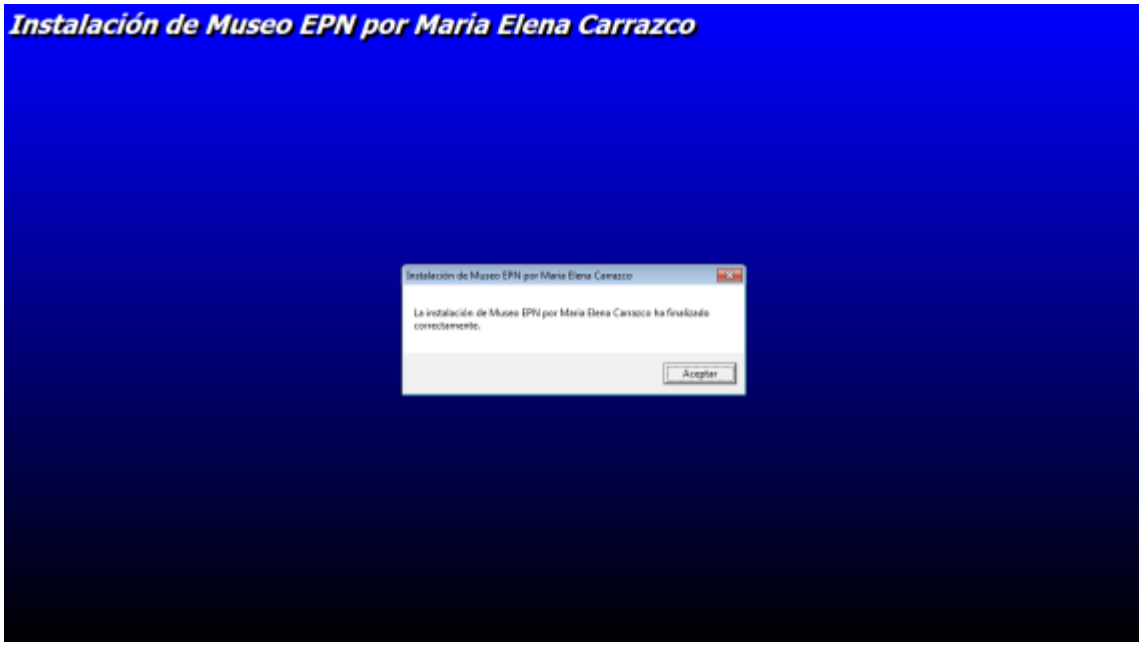
5. Posteriormente, en el siguiente cuadro de diálogo, haga click e
ícono

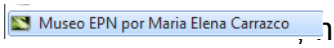
6. Aparecerá un nuevo cuadro de diálogo que le indica el nombre de la carpeta y en el grupo donde se instalará el programa. Si desea cambiar el nombre de la carpeta, hágalo en la línea “Grupo de Programas”, caso contrario, únicamente haga click en 

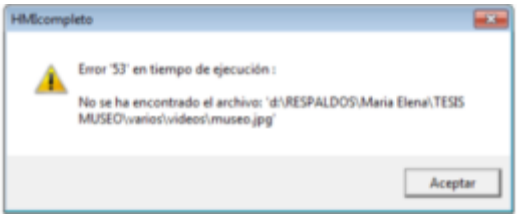
7. Finalmente, aparecerá el último cuadro de diálogo, que le indicará que la instalación ha sido exitosa, y le solicitará que haga click en 

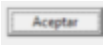
.



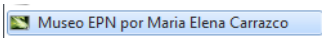

8. En el menú INICIO, buscar el ícono 

, hacer click, y el programa arrancará con el mensaje inicial:



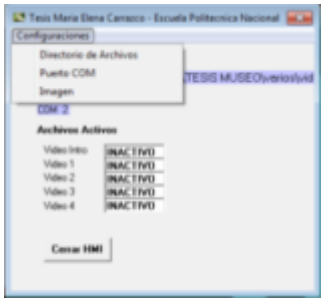

9. Verificar la ruta de acceso del mensaje y haga click en 

, y proceder a copiar la carpeta VIDEOS que está en el CD de instalación, a la ruta de acceso que se indica en la ventana. Inicialmente, la ruta que se configura será C:\media

10. Nuevamente vaya al menú INICIO y haga click en el ícono 

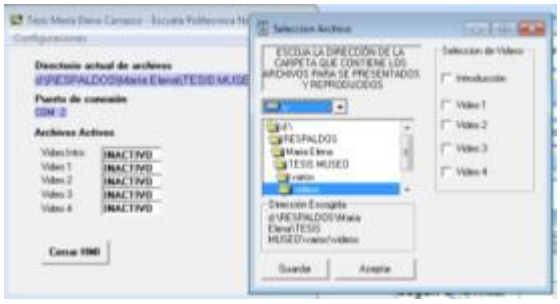
11. Si la carpeta del CD fue copiada en el directorio correcto, la ventana que le aparecerá será la siguiente:

12. En la barra de herramientas de esta ventana, está el menú Configuraciones, haga Click en este menú, y encontrará las opciones Directorio de Archivos, Puerto COM, Imagen, tal como que se muestra en la imagen a continuación:

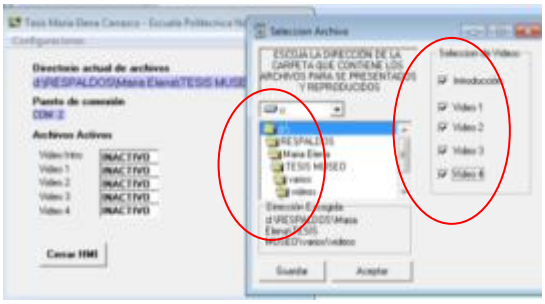



13. Si desea seleccionar una nueva ubicación (directorio) de los archivos multimedia, y de la imagen inicial, haga click en Directorio de Archivos . (Usted pudo haber guardado la carpeta de videos e imagen en cualquier otro destino, según su criterio).

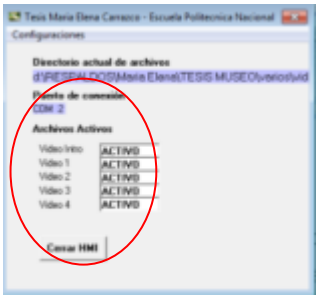
14. A continuación se le desplegará una ventana, la misma que le pide seleccionar la dirección en donde están guardados sus archivos multimedia (carpeta VIDEO).



Seleccione la unidad de disco (a:, c:, d:, etc.), y posteriormente el directorio de la nueva ubicación de los archivos multimedia. Para finalizar, indique qué archivos están disponibles para el Diorama. En algunos casos únicamente está la presentación del diorama, y en otros casos, la presentación y el video de las cuatro especies seleccionadas previamente por el Museo de Historia Natural Dr. Gustavo Orcés V. Haga click en Guardar y Aceptar. Cierre la ventana



Una vez seleccionados los videos que se reproducirán, la ventana de configuración aparecerá con la observación: Video X ACTIVO, tal como se muestra en el gráfico a continuación.



15. Como siguiente paso, se configurará el puerto de comunicación entre el sistema y la PC.

Conecte el cable USB del sistema, en algún puerto disponible de la PC. Si el puerto no es reconocido, por favor, siga el siguiente numeral, caso contrario, pase al numeral 17.

16. Si no reconoce el driver del sistema, en la carpeta INSTALADOR ubique la carpeta con el nombre CDM 2.08.30 WHQL Certified, dentro de ella haga click derecho en el ícono CDM v2.08.30 WHQL Certified y ejecute como administrador.

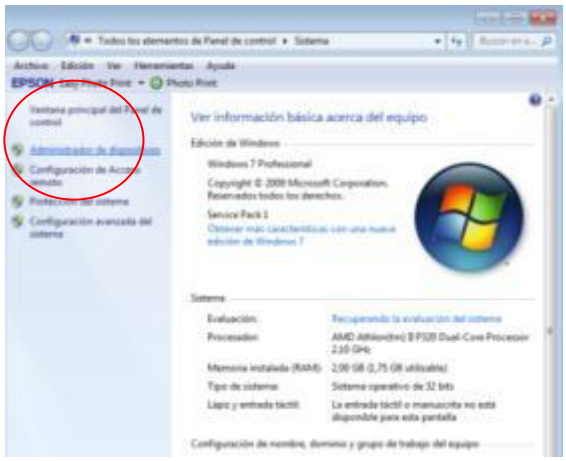
    Le aparecerá una ventana que se indica a continuación, haga click en Extract.

Al finalizar el proceso anterior, aparecerá la ventana para iniciar la instalación

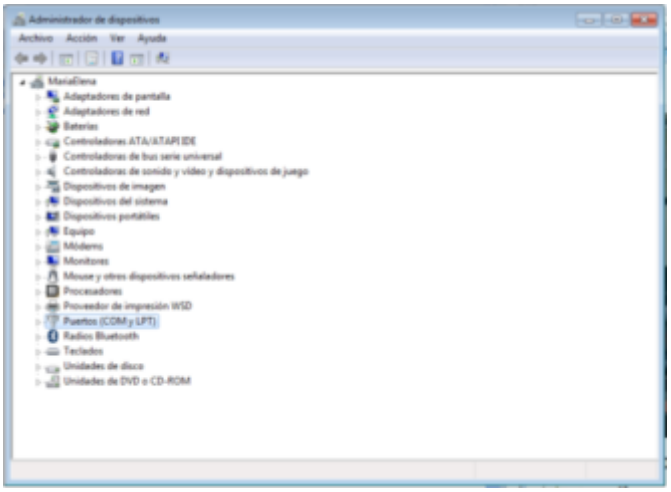
Haga click en Siguiente >

Finalmente, luego del proceso de instalación, aparecerá la ventana con el mensaje de que ha finalizado dicho proceso. Haga click en Finalizar.

17. Para conocer en qué puerto USB está conectado el sistema, haga click derecho en el ícono de su escritorio, y escoja la opción "PROPIEDADES".
18. A la derecha de la ventana que se le despliega, busque la opción Administrador de dispositivos, y haga click en ella.

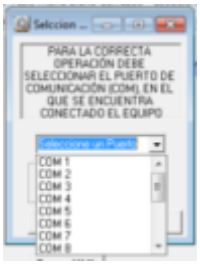



19. Busque la opción Puertos (COM y LPT), y despliegue el menú de esta opción haciendo click. Aquí podrá ver el puerto en el que el sistema está conectado (COM1, COM2, COM3, etc.).




20. Cierre la ventana desplegada, y vuelva a la ventana del HMI de configuración del sistema.

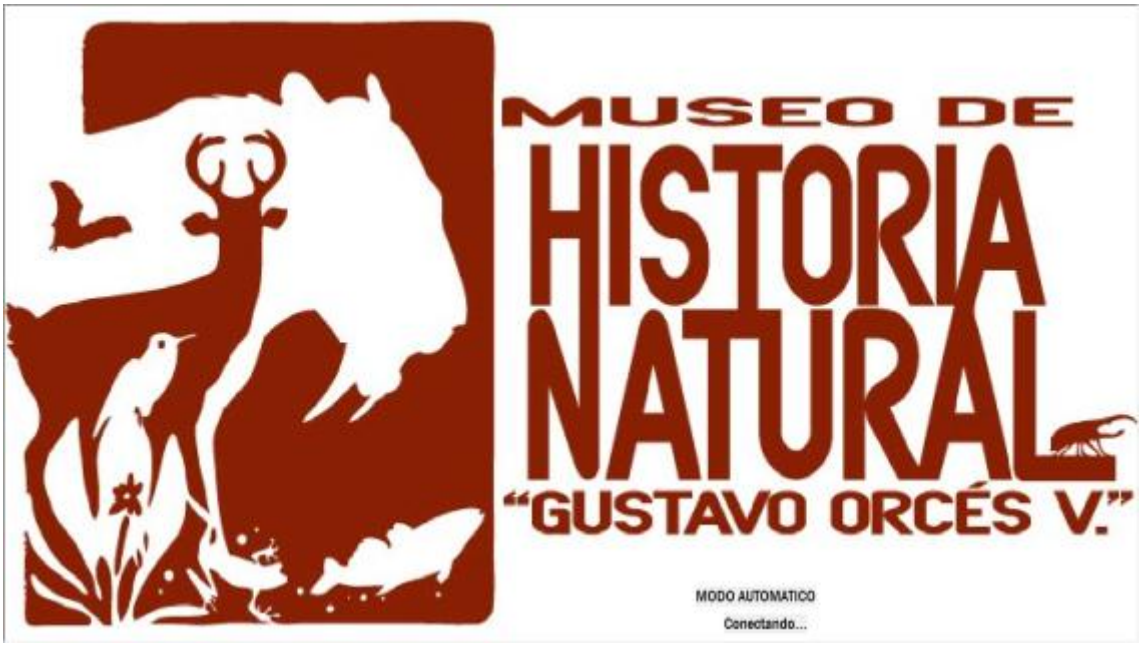
    En el menú configuraciones, escoja Puerto COM. Aparecerá una ventana donde indica los puertos disponibles. Elija el puerto que su PC reconoció en el numeral 19.



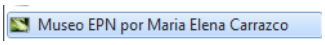

    Para guardar esta selección, haga click en Guardar y posteriormente Aceptar.

    Si llegara a desconectar el USB de la PC, y lo conecta en un puerto diferente al inicial, por favor, inicie el proceso de búsqueda del puerto USB, desde siguiendo los pasos a partir del numeral 17.

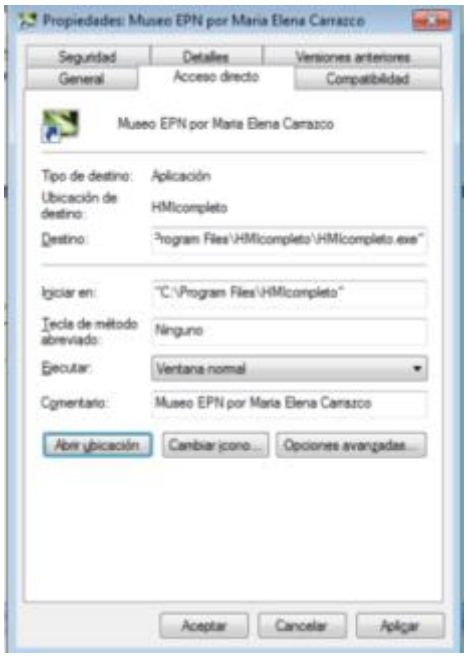
21. Finalmente, para iniciar el sistema, minimice la ventana de configuración, y permita que se visualice la ventana de inicio.




Una vez que ha finalizado el proceso correctamente, en la ventana de presentación aparecerá MODO MANUAL Conectado.

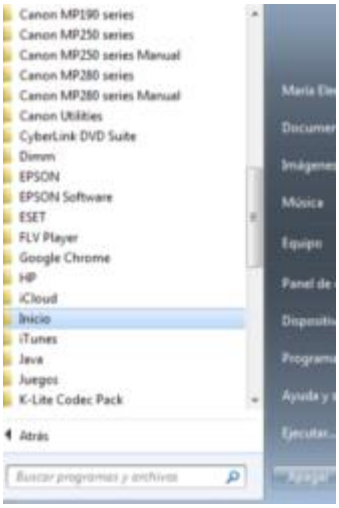
22. Vaya al menú inicio, y haga click derecho en el ícono 

y elija la opción "PROPIEDADES".



Seleccione la opción “Abrir ubicación”, y en la ventana que se despliegue, seleccione el ícono HMIcompleto. Usando Ctrl+C, copie este ícono.

En el menú inicio, busque la carpeta INICIO, y ábrala




Dentro de esta carpeta, copie el ícono HMIcompleto, presionando Ctrl+V.

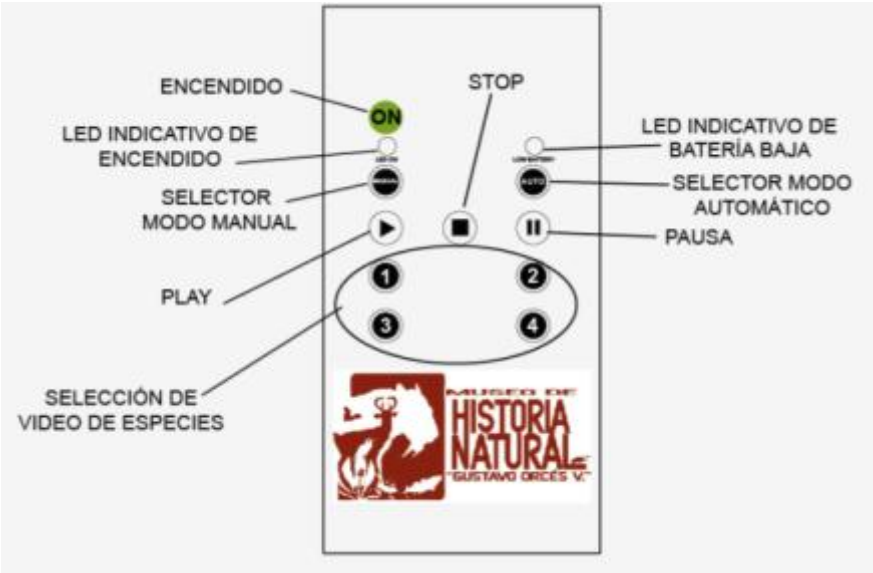
De este modo, el sistema arrancará automáticamente cada vez que encienda la PC.

## A.2 FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

El momento que encienda la PC, el sistema siempre arrancará en MODO MANUAL.

### A.2.1. DESCRIPCIÓN DEL MANDO REMOTO

El control remoto tiene la siguiente distribución:




En el arranque del computador, el sistema se conectará directamente en MODO MANUAL, lo que significa que únicamente quien tenga el mando remoto, puede usar el sistema.

Para ahorro de energía, el control remoto se apagará automáticamente cada 10 segundos luego de encendido el mismo. Para continuar con su uso, presione el botón de ENCENDIDO , y el led indicativo se encenderá.

**BATERÍAS**

El control remoto utiliza dos (2) baterías AAA. Por favor, reemplácelas cuando el led rojo indicativo se encienda.

Se sugiere utilizar las dos baterías completamente nuevas.

## A.2.2. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MODO MANUAL

1. Para elegir el video de presentación del diorama, presione el botón PLAY .

2. Si desea detener definitivamente el video, presione STOP . De esta manera regresará a la pantalla de presentación.

3. Si desea detener parcialmente el video, presione PAUSE / para continuar, presione . .

4. Para observar los videos de cada especie, seleccione una de las opciones 1 ó 2 ó 3 ó 4 .

.

Para detener o pausar, siga los pasos 2 y 3.

En el modo manual, el tablero acrílico queda inactivo completamente.

## A.2.3. FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA MODO AUTOMÁTICO

1. Para cambiar a modo automático, seleccione en el mando remoto el botón AUTO .
2. Usted podrá conocer que el sistema está trabajando en modo automático, cuando en la pantalla principal, aparezca el diálogo MODO AUTOMÁTICO Conectado
3. El sistema presentará el video inicial del diorama cuando haya presencia de público.

   No se podrá observar ningún video de especies, mientras el video inicial no se haya presentado, es decir, desde que las luces ambientales se hayan encendido con presencia de público.

4. Para observar uno de los videos de las especies, el usuario elegirá del tablero acrílico, presionando sobre la imagen deseada.

   El tablero se desactiva mientras el video seleccionado esté siendo proyectado.

EN EL MODO AUTOMÁTICO, EL CONTROL REMOTO NO TRABAJARÁ PARA DETENER VIDEOS, NI SELECCIONAR ESPECIES. LOS VIDEOS SE DETENDRÁN ÚNICAMENTE CUANDO SE PRESIONE EL BOTÓN **MANUAL** DEL CONTROL REMOTO, Y A CONTINUACIÓN EL BOTÓN STOP Y/O PAUSA. EN ESTE MOOMENTO, EL SISTEMA NUEVAMENTE INICIARÁ SU TRABAJO EN MODO MANUAL

## A.3. RECOMENDACIONES PARA EL MANTENIMIENTO DEL SISTEMA

Para realizar el mantenimiento del sistema, el usuario puede desconectar el mismo, utilizando el modo BYPASS, cambiando de posición el switch ubicado detrás del tablero acrílico.

Mientras dura el mantenimiento del sistema automático, se recomienda conservar la posición del modo BYPASS, activado.

Si desea realizar cambio de cableado, o revisar el módulo de potencia, junto a la caja, ubicada debajo del tablero acrílico, está un switch que desenergiza todo el sistema que trabaja con 110V.

Se recomienda apagar las fuentes de alimentación del sistema y del tablero, diariamente para aumentar la vida útil de las mismas. Los switch están ubicados detrás del tablero, claramente identificados.

Realizar una revisión periódica de los sensores de presencia, fuentes de alimentación y baterías del control remoto, para constatar su correcto funcionamiento. Esta revisión se la puede dar cada tres o seis meses.

# B. DIAGRAMA DE MONTAJE

## B.1 PLACA DE CONTROL

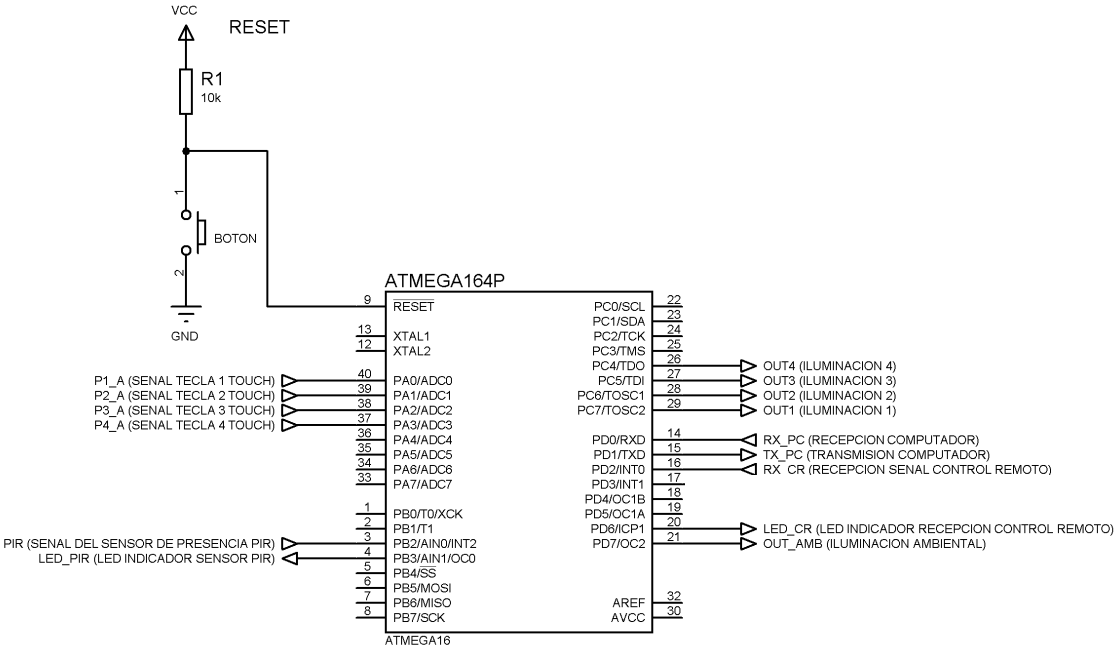
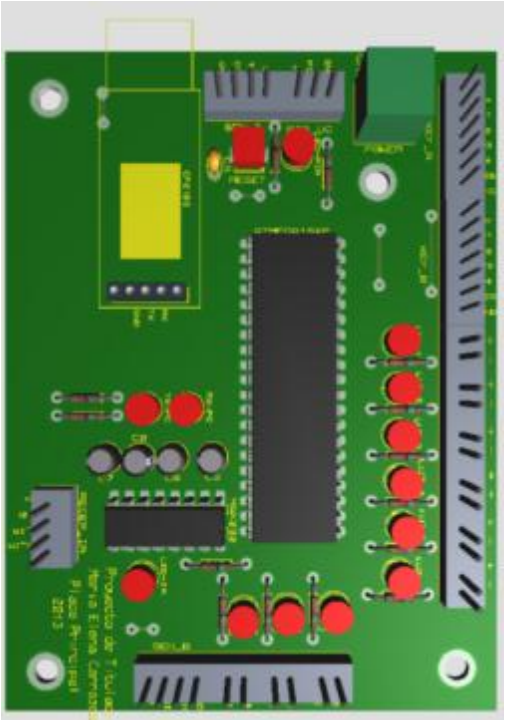


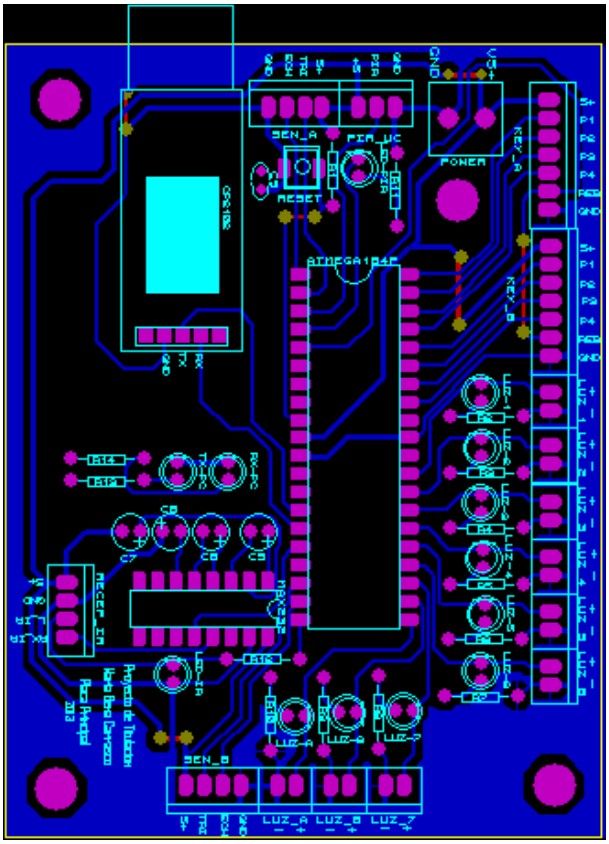

Tabla de Costos

| PLACA DE CONTROL PRINCIPAL | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÍTEM | ELEMENTO | DETALLE | CANT. | PRECIO UNIT. | PRECIO T. |
| 1 | Resistencia | 10k | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 2 | Resistencia | 5.6K | 11 | $ 0,01 | $ 0,15 |
| 3 | Capacitor | 1uF | 4 | $ 0,10 | $ 0,40 |
| 4 | Microcontrolador | ATMEGA164P | 1 | $ 5,52 | $ 5,52 |
| 5 | Conector | SIL-100-07 | 12 | $ 0,61 | $ 7,32 |
| 6 | Led | Rojo | 11 | $ 0,15 | $ 1,65 |
| 7 | Max232 | | 1 | $ 1,60 | $ 1,60 |
| 8 | BORNERA | TBLOCK-I2 | 1 | $ 0,61 | $ 0,61 |
| 9 | Boton | Pulsador | 1 | $ 0,12 | $ 0,12 |
| 10 | Integrado Com. | CP2102 | 1 | $ 6,48 | $ 6,48 |

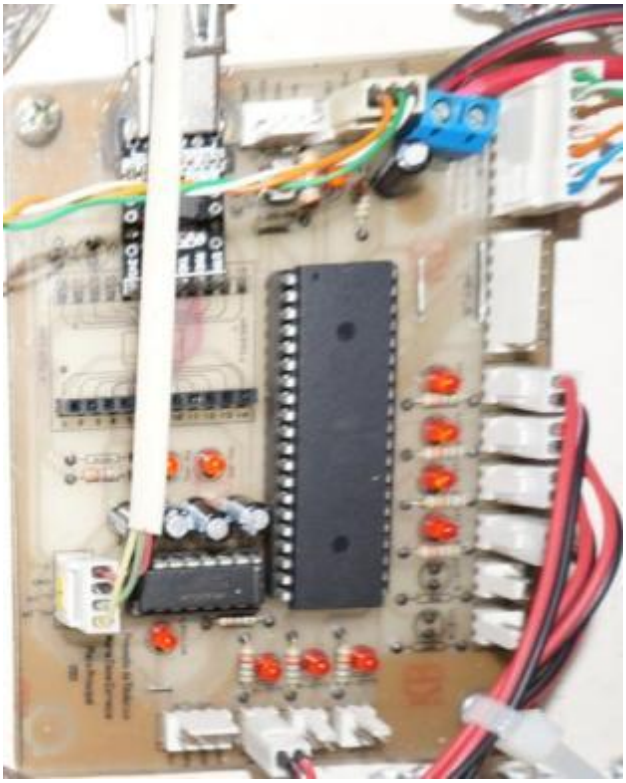
Vista 3D placa de control



Circuito impreso placa de control



Circuito implementado placa de control



## B.2 CIRCUITO CONTROL REMOTO-RECEPTOR

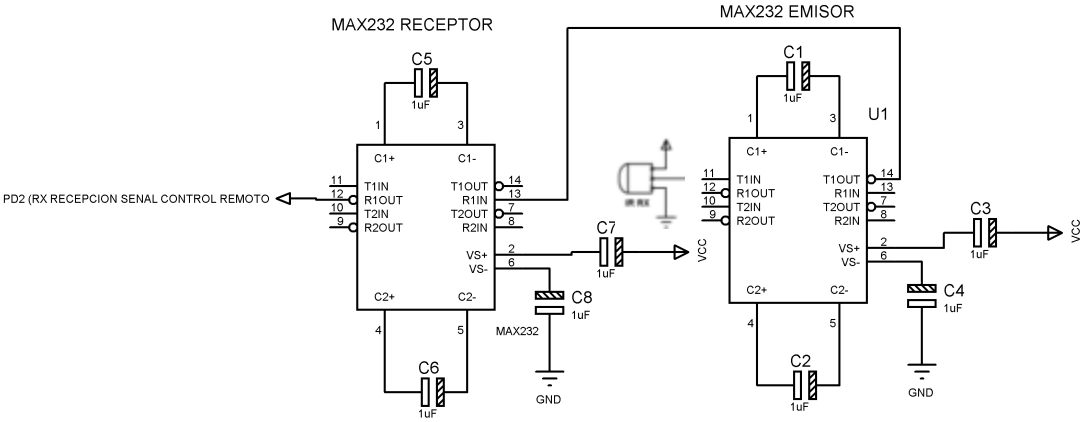
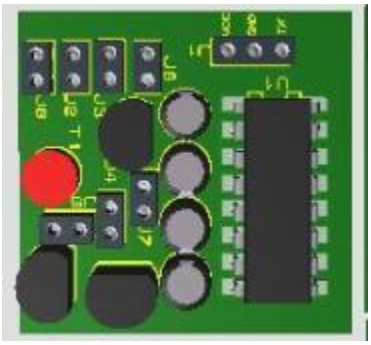


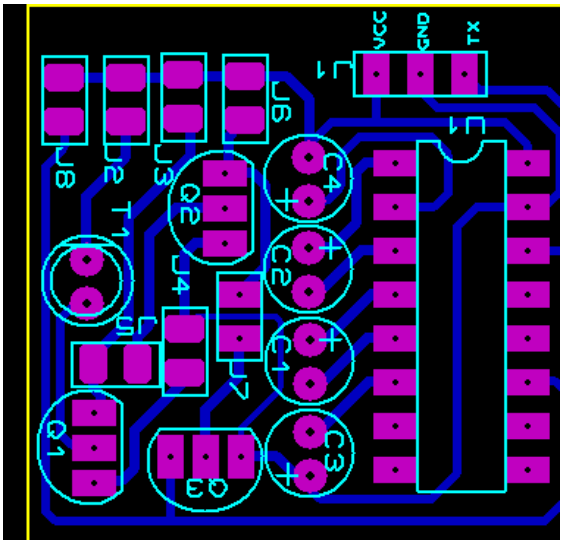
Tabla de Costos

| PLACA RECEPTOR IR | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÍTEM | ELEMENTO | DETALLE | CANT. | PRECIO UNIT. | PRECIO T. |
| 1 | Resistencia | 10k | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 2 | Capacitor | 1uF | 4 | $ 0,10 | $ 0,40 |
| 3 | MAX232 | | 1 | $ 1,60 | $ 1,60 |
| 4 | LED | ROJO | 1 | $ 0,15 | $ 0,93 |
| 5 | Fototransistor | | 1 | $ 0,93 | $ 0,61 |
| 6 | Conector | Telefónico | 1 | $ 0,61 | $ 0,20 |

Vista 3D circuito receptor



Circuito impreso



Circuito implementado

**NOTA:**

Es importante mencionar que el MAX232 receptor que se indica en el esquemático, está en la placa de control

## B.3 CIRCUITO CONTROL REMOTO – EMISOR

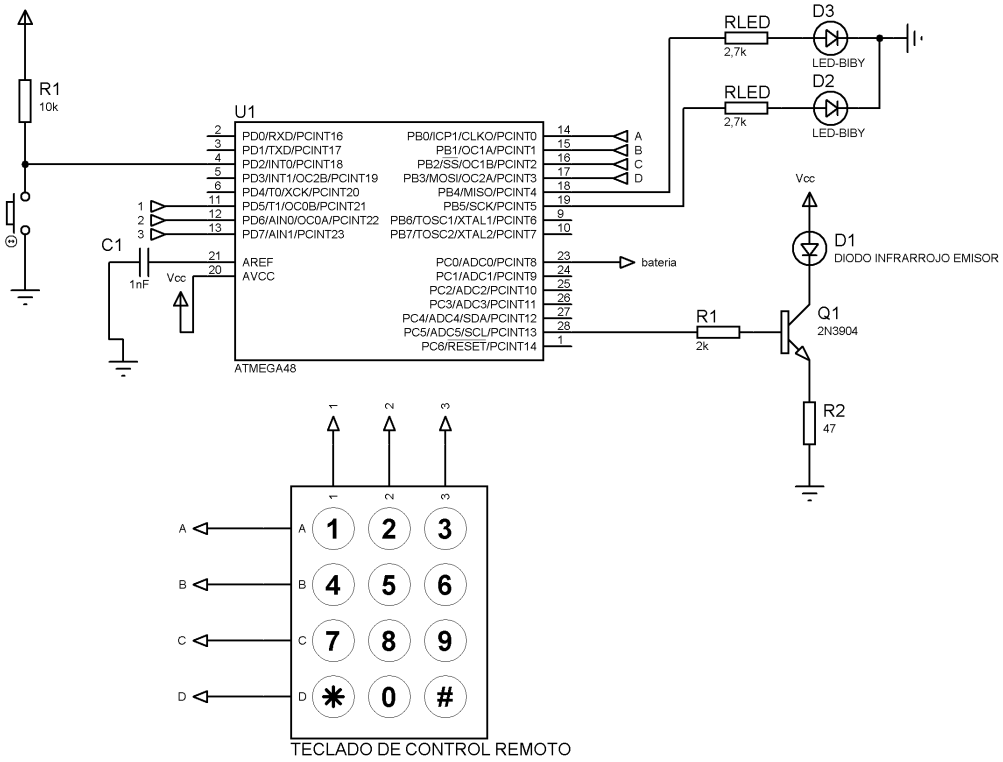
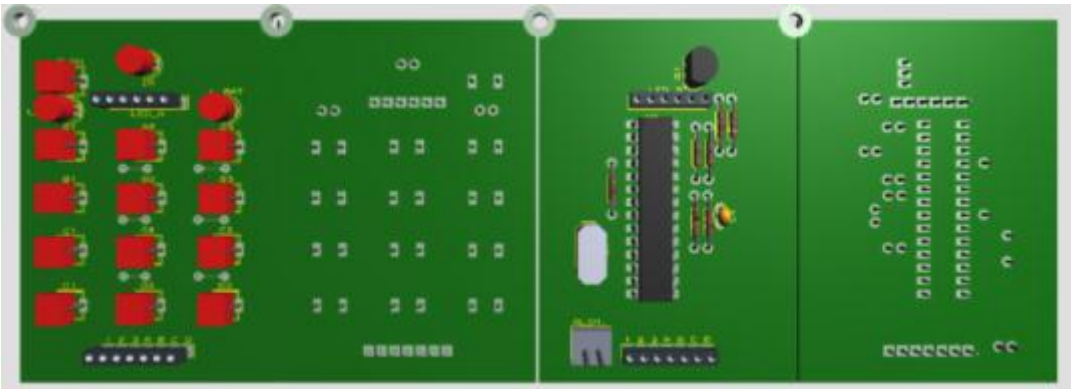


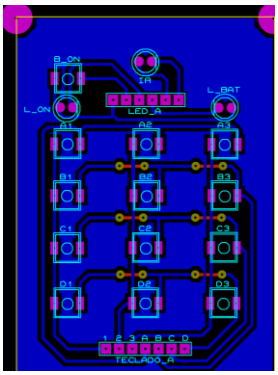
Tabla de Costos

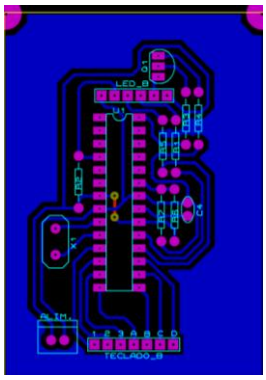
| PLACA DE CONTROL REMOTO | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÍTEM | ELEMENTO | DETALLE | CANT. | PRECIO UNIT. | PRECIO T. |
| 1 | Resistencia | 5k6 | 2 | $ 0,01 | $ 0,03 |
| 2 | Resistencia | 10k | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 3 | Resistencia | 1k | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 4 | Resistencia | 47 | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 5 | Resistencia | 100k | 2 | $ 0,01 | $ 0,03 |
| 6 | Capacitor | 1UF | 3 | $ 0,10 | $ 0,30 |
| 7 | Capacitor | 0.1UF | 1 | $ 0,10 | $ 0,10 |
| 8 | Microcontrolador | Atmega48 | 1 | $ 4,81 | $ 4,81 |
| 9 | Transistor | 3904 | 1 | $ 0,07 | $ 0,07 |
| 10 | BOTON | PULSADOR | 7 | $ 0,12 | $ 0,85 |
| 11 | LED | | 3 | $ 0,35 | $ 1,05 |
| 12 | CONECTOR | CONECTOR | 5 | $ 0,61 | $ 3,05 |
| 13 | CRYSTAL | | 1 | $ 0,40 | $ 0,40 |

Vista 3D placa de control remoto: botones y Atmega 48:

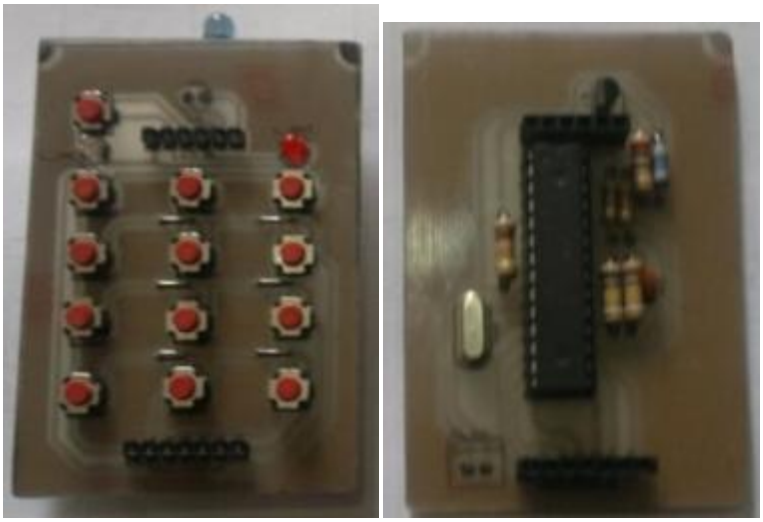


Circuito impreso



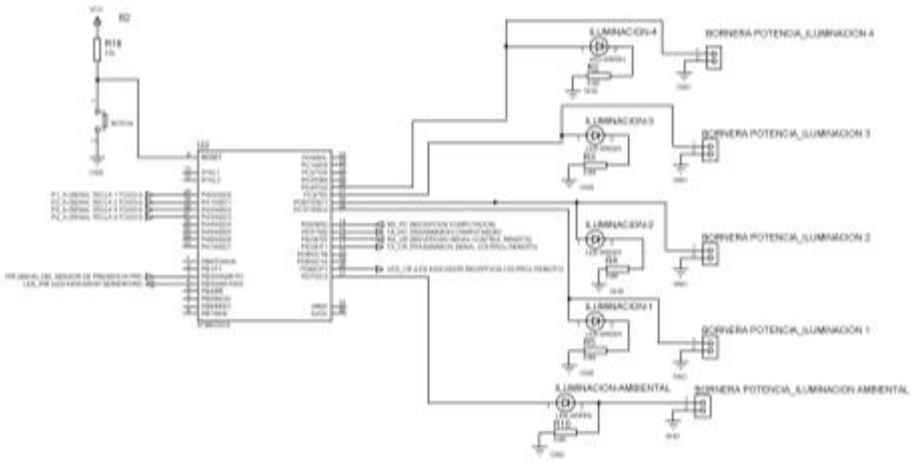


Circuito final implementado

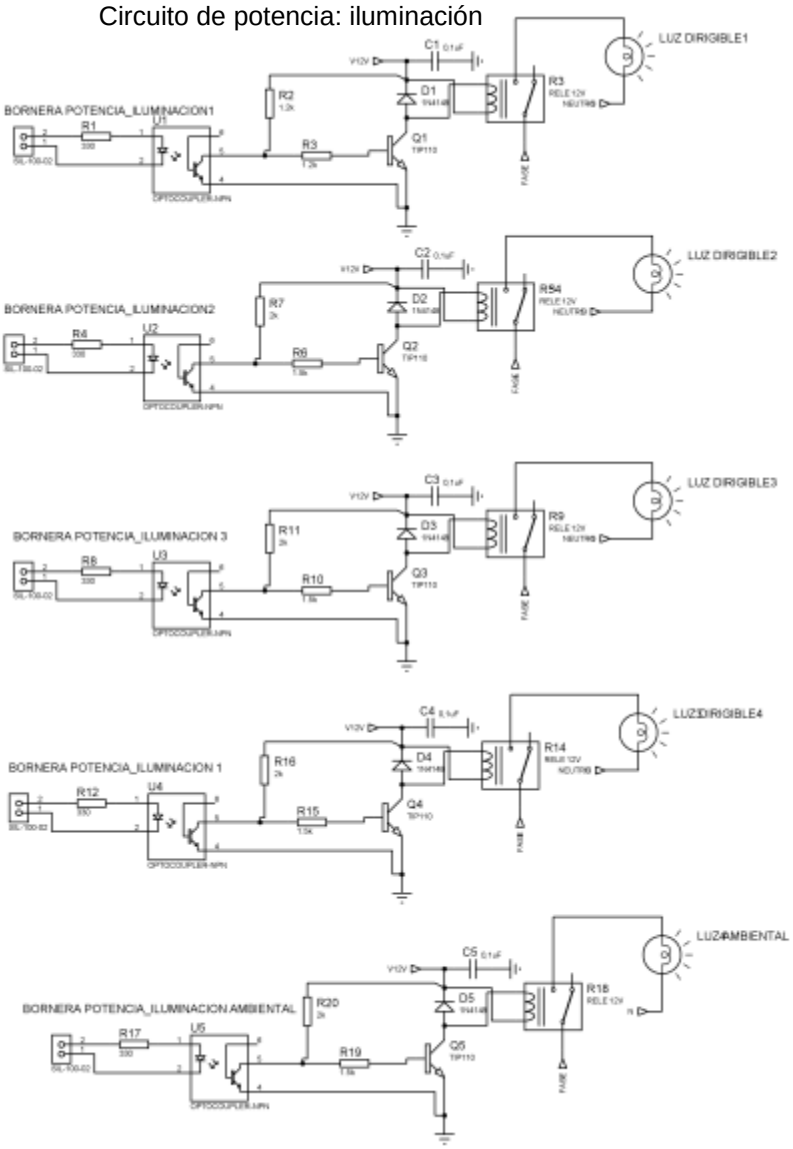


## B.4 PLACA DE POTENCIA

Circuito de potencia: conexión con el microcontrolador ATMEGA 164P



Circuito de potencia: iluminación




Circuito de potencia: acondicionamiento señal PIR

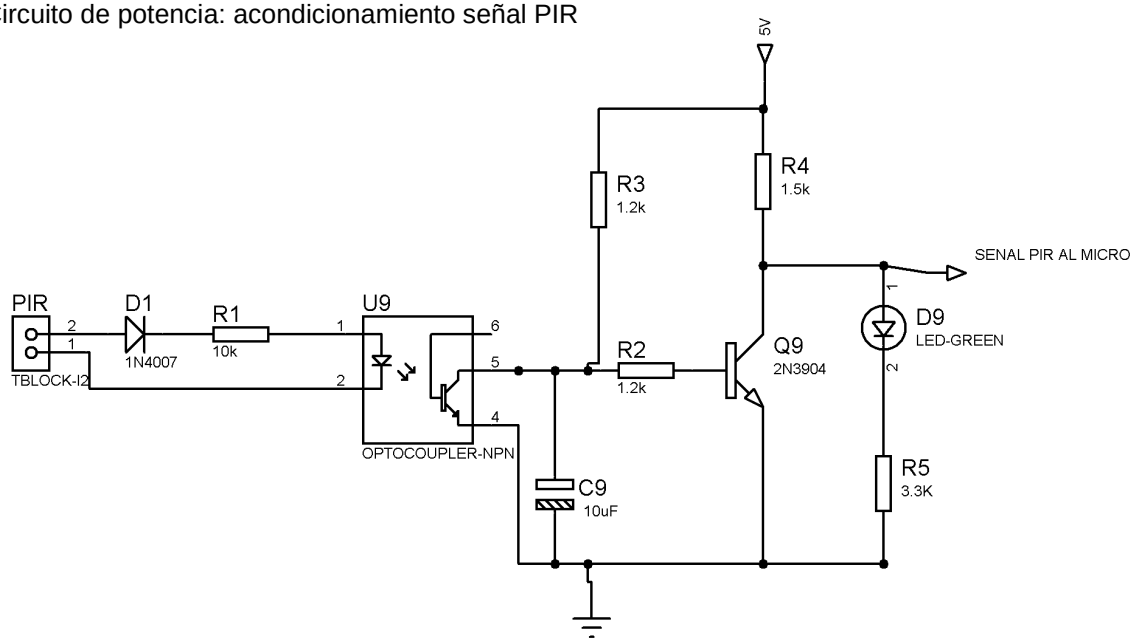
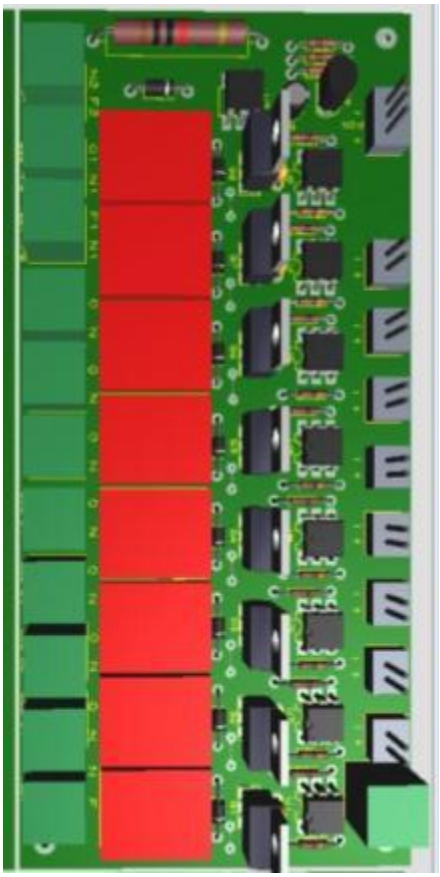


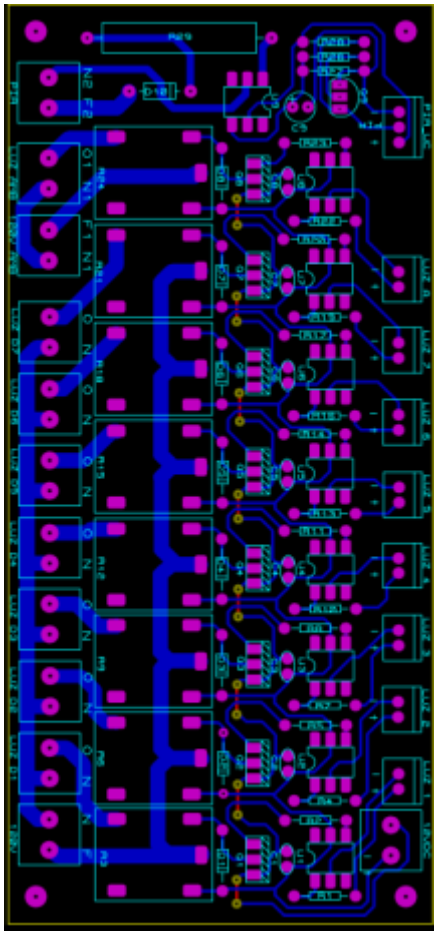
Tabla de costos

| PLACA DE POTENCIA | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÍTEM | ELEMENTO | DETALLE | CANT. | PRECIO UNIT. | PRECIO T. |
| 1 | Resistencia | 330 | 9 | $ 0,01 | $ 0,13 |
| 2 | Resistencia | 1k | 10 | $ 0,01 | $ 0,14 |
| 3 | Relé | 12V | 8 | $ 0,77 | $ 6,16 |
| 4 | Resistencia | 1,5k | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 5 | Resistencia | 10k, W10K | 1 | $ 0,70 | $ 0,70 |
| 6 | Capacitor | 0,1uF | 8 | $ 0,10 | $ 0,80 |
| 7 | Capacitor | 10uF | 1 | $ 0,10 | $ 0,10 |
| 8 | Optoacoplador | 4N35 | 9 | $ 0,25 | $ 2,25 |
| 9 | Transistor | TIP122 | 8 | $ 0,59 | $ 4,72 |
| 10 | Transistor | 2N3904 | 1 | $ 0,10 | $ 0,10 |
| 11 | Diodo | 1N4148 | 8 | $ 0,10 | $ 0,80 |
| 12 | LED | ROJO | 2 | $ 0,15 | $ 0,30 |
| 13 | Diodo | 1N4007 | 1 | $ 0,15 | $ 0,15 |
| 14 | Borneras | TBLOCK-I2 | 11 | $ 0,61 | $ 6,71 |
| 15 | Conector | | 10 | $ 0,61 | $ 6,10 |
| 16 | SENSOR | PIR | 1 | $ 8,08 | $ 8,08 |

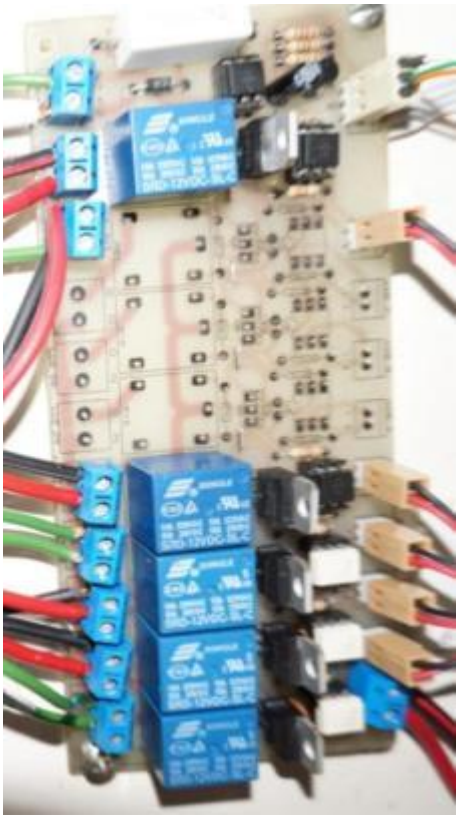
Vista 3D placa de potencia



Circuito impreso placa de potencia



Circuito implementado



## B.5 PLACA TECLADO TOUCH

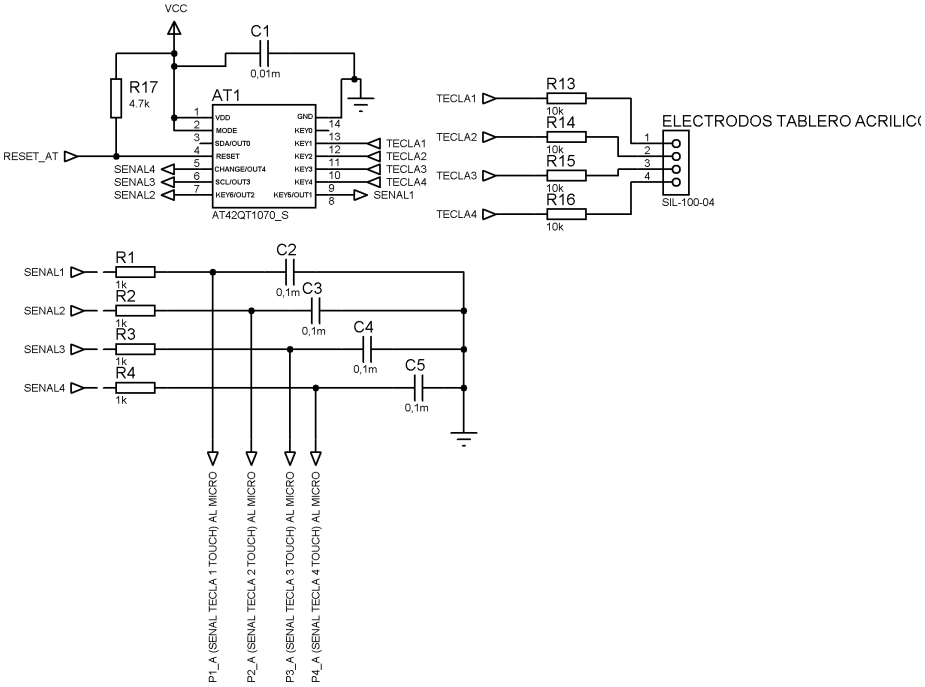
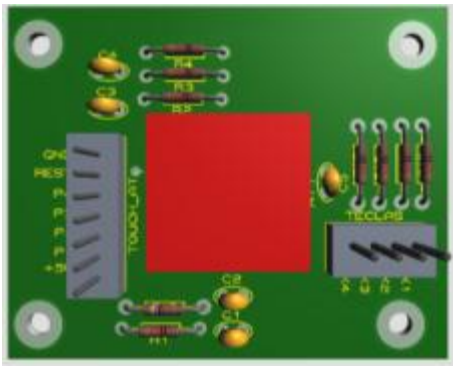


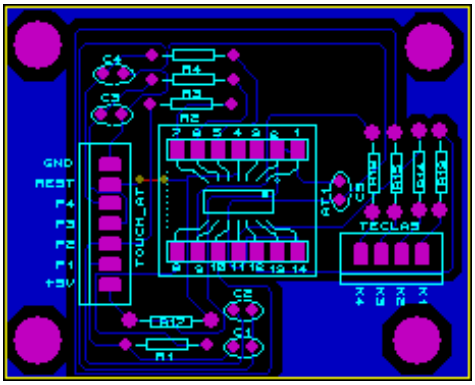

Tabla de costos

| PLACA DE TECLADO CAPACITIVO (TOUCH) | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| ÍTEM | ELEMENTO | DETALLE | CANT. | PRECIO UNIT. | PRECIO T. |
| 1 | Resistencia | 10k | 8 | $ 0,01 | $ 0,11 |
| 2 | Resistencia | 4.7k | 1 | $ 0,01 | $ 0,01 |
| 3 | Capacitores | 1nF | 5 | $ 0,10 | $ 0,50 |
| 4 | Conectores | | 2 | $ 0,61 | $ 1,22 |
| 5 | Integrado | AT42QT1070 | 1 | $ 3,25 | $ 3,25 |

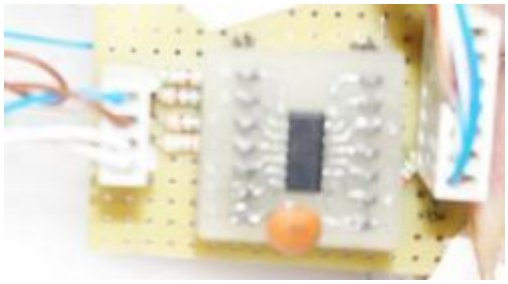
Vista 3D AT42QT1070



Circuito impreso AT42QT1070

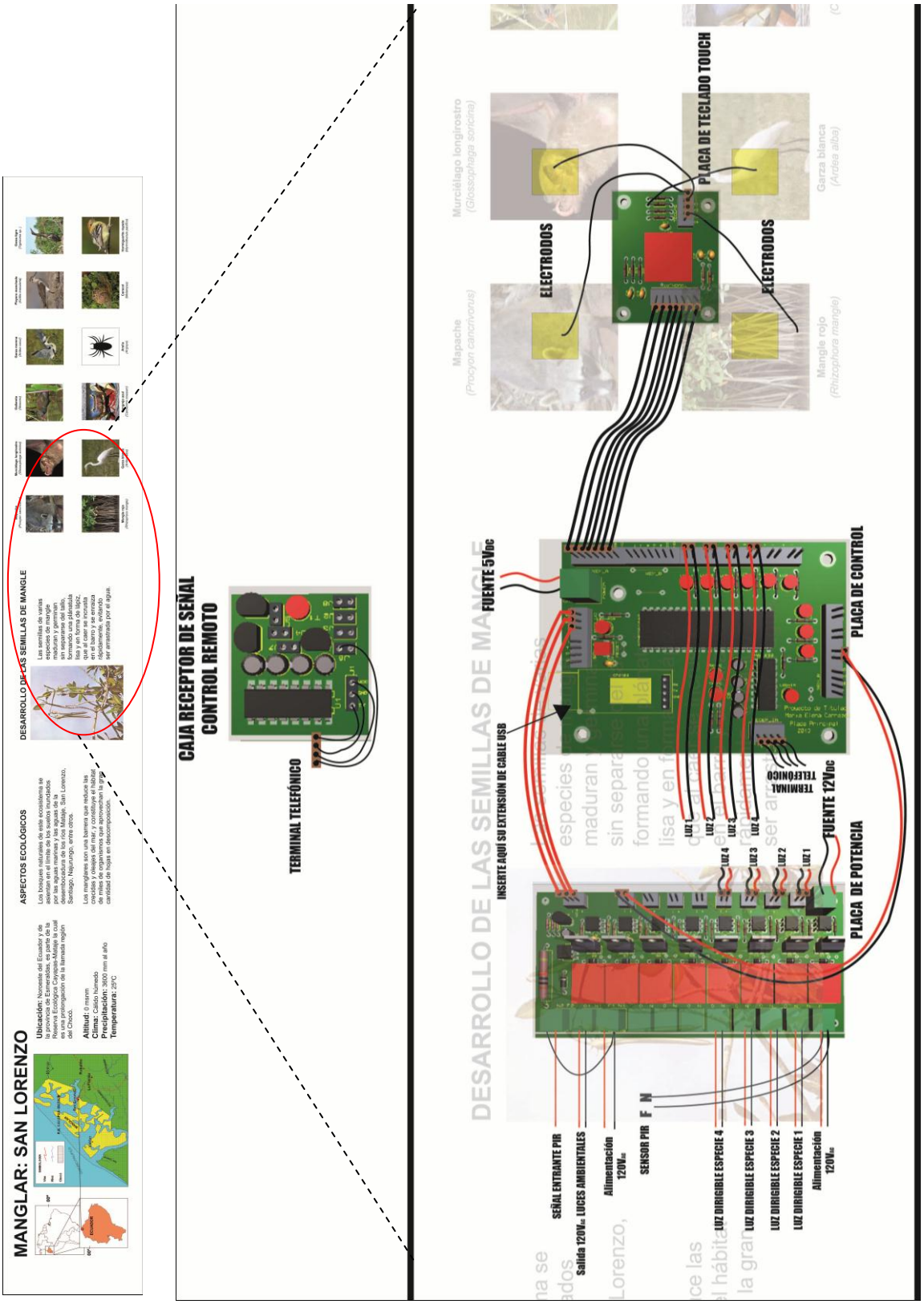



Circuito implementado AT42QT1070



# ANEXO C

## DIAGRAMA DE CONEXIÓN

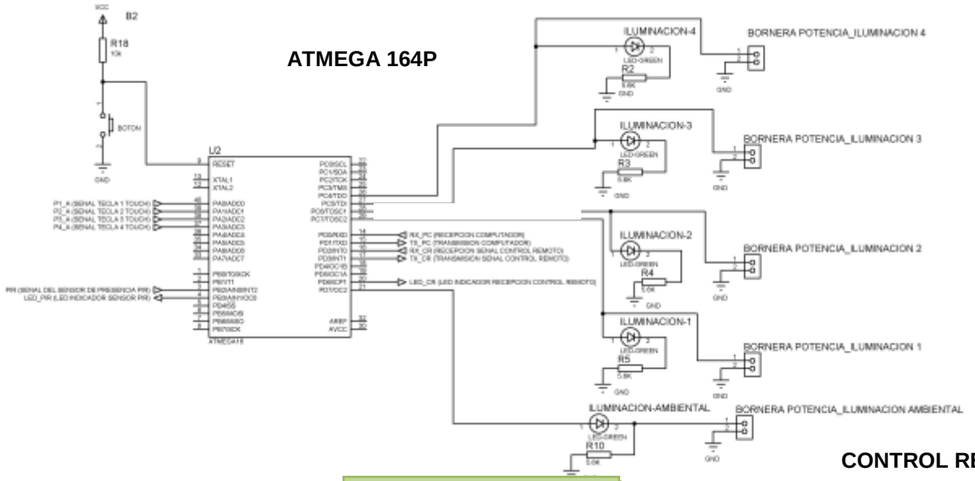


# ANEXO D

## DIAGRAMAS COMPLETOS DEL SISTEMA AUTOMÁTICO INTERACTIVO PARA LA PRESENTACIÓN DE ESCENOGRAFÍAS EN EL MUSEO DE HISTORIA NATURAL DR. GUSTAVO ORCÉS V.

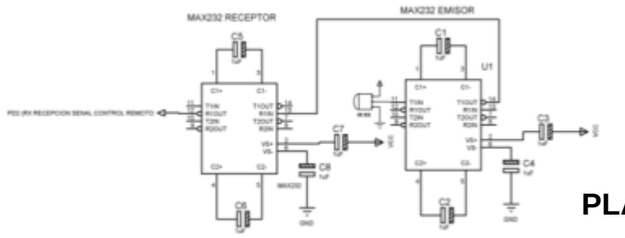
# PLACA DE CONTROL

## ATMEGA 164P

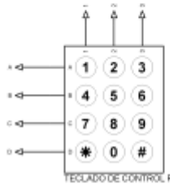



**FUENTE**
**5VDC – 12VDC**
**(EXISTENTE EN EL MUSEO)**

## RECEPTOR CONTROL REMOTO

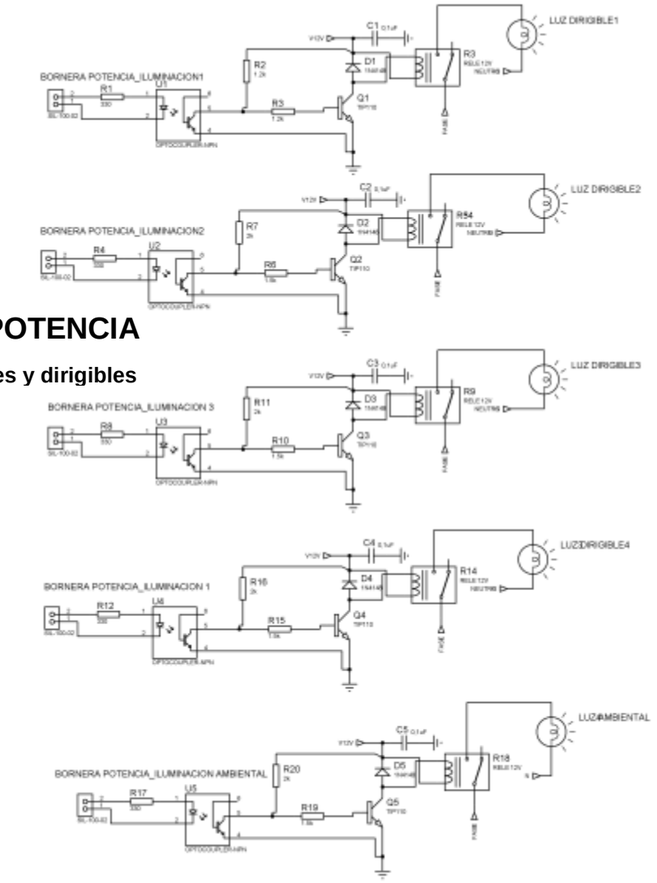



## CONTROL REMOTO

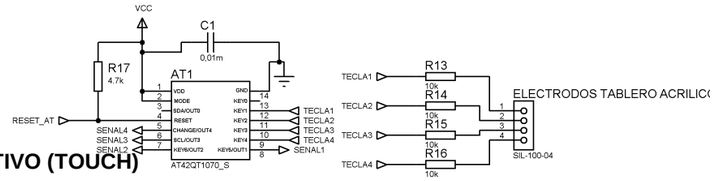



# PLACA DE POTENCIA

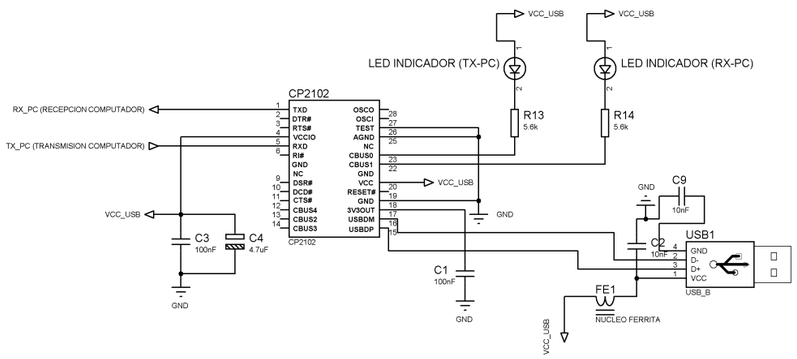
**Luces ambientales y dirigibles**

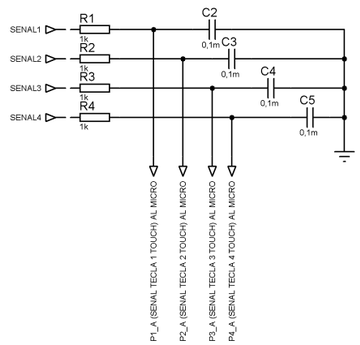



## TECLADO CAPACITIVO (TOUCH)

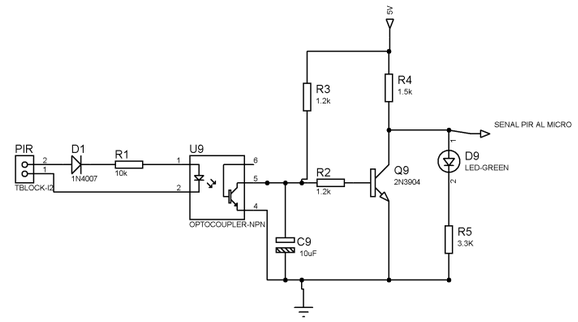



## INTEGRADO CP2102

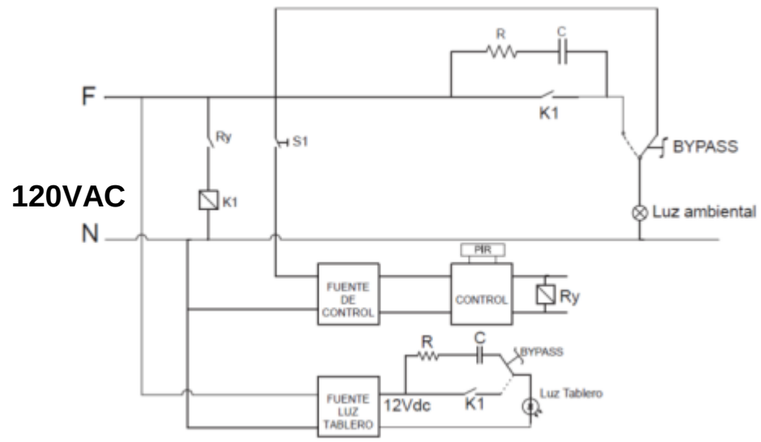


## Acondicionamiento señal PIR




## BYPASS



# ANEXO E

## HOJAS TÉCNICAS DE INTEGRADOS UTILIZADOS

E. 1 MICROCONTROLADOR ATMEGA 164P
E. 2 DIODO 1N4007
E. 3 OPTOACOPLADOR 4N35
E. 4 TRANSISTOR TIP 110
E. 5 INTEGRADO DE COMUNICACIÓN CP2012
E. 6 MICROCONTROLADOR ATMEGA 48
E. 7 DIODO INFRARROJO
E. 8 LED DE BAJO CONSUMO
E. 9 MAX 232
E. 10 INTEGRADO AT42QT1070 (TECLADO CAPACITIVO)
E. 11 RELÉ 12V
E. 12 RELÉ INDUSTRIAL MINIATURA
E. 13 FOTOTRANSISTOR INFRARROJO