



REPÚBLICA DEL ECUADOR  
**Escuela Politécnica Nacional**

"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**

**DESARROLLO DE UN SISTEMA VISUAL E INTERACTIVO PARA EL  
MUSEO DE HISTORIA NATURAL “GUSTAVO ORCÉS V.”**

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

**Arcos Delgado Aída Liliana  
liliarcosdelgado@hotmail.com**

**Guerrero Chicaiza Andrés Ricardo  
andresguerrero2485@hotmail.es**

**DIRECTOR: Oswaldo Buitrón  
oswaldo.buitron@epn.edu.ec**

**Quito, mayo 2012**

## **DECLARACIÓN**

Nosotros, Aida Liliana Arcos Delgado, Andrés Ricardo Guerrero Chicaiza, declaramos bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de nuestra autoría; que no ha sido previamente presentada para ningún grado o calificación profesional; y, que hemos consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedemos nuestros 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.

---

**Aida Liliana Arcos Delgado**

---

**Andrés Ricardo Guerrero Chicaiza**

## **CERTIFICACIÓN**

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Aida Liliana Arcos Delgado, Andrés Ricardo Guerrero Chicaiza, bajo mi supervisión.

---

**Ing. Oswaldo Buitrón**  
**DIRECTOR DEL PROYECTO**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, a nuestros padres y familiares por brindarnos su comprensión y apoyo incondicional en cada momento de nuestra vida.

Al Ing. Oswaldo Buitrón por ser guía, respaldo y apoyo durante todo este tiempo para la realización de este proyecto.

Al Doc. Luis Albuja y Doc. Freddy Trujillo por su colaboración en el desarrollo de este proyecto.

A todos nuestros compañeros por brindarnos su apoyo y amistad sincera durante todo el transcurso de nuestra etapa estudiantil.

Y a todas aquellas personas que de alguna manera nos han apoyado directa o indirectamente para poder culminar este proyecto

Aída Arcos, Andrés Guerrero

## DEDICATORIA

A Dios por darme la fuerza y sabiduría para poder seguir adelante en cada etapa de mi vida y por darme la dicha de tener junto a mi unos padres grandiosos Sonia y René.

A mi Madre que siempre estuvo presente en cada momento de mi vida dándome su amor y apoyo incondicional, me enseñó que todo es posible con sacrificio y esfuerzo y una cada caída es una oportunidad para levantarse y seguir luchando por la meta propuesta.

A mi padre por sus consejos, paciencia y afecto que me ha dado día a día y me enseñó que con constancia y paciencia es posible convertir un sueño en realidad, gracias por haber confiado en mí.

Leandro P. por ser apoyo y guía durante todo el transcurso de mi carrera estudiantil, me enseñó que todo es posible con paciencia, optimismo, sacrificio y fe siempre que Dios esté presente.

Rodrigo B. Por el apoyo y amistad en los momentos buenos y malos y Vinicio M. por su apoyo para poder culminar el proyecto.

A mis profesores que me han dado las bases para que mi proyecto se vuelva realidad.

Compañeros y mis amigos que siempre estuvieron presentes a lo largo de mi carrera universitaria brindándome palabras de aliento y apoyo incondicional.

Aída Liliana Arcos Delgado

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos por ser mis guías y brindarme su apoyo constante aun en los momentos más difíciles, a Dios de mi entendimiento que fortaleció mi corazón y a dos personas especiales que me acompañaron durante mi vida en la universidad, una por brindarme su apoyo incondicional y la segunda por enseñarme tenacidad.  
Gracias

Andrés Ricardo Guerrero Chicaiza

## CONTENIDO

<b>CONTENIDO .....</b>	<b>I</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>VI</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>IX</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>X</b>
<b>PRESENTACIÓN .....</b>	<b>XII</b>
<b>CAPÍTULO 1 .....</b>	<b>1</b>
<b>ASPECTOS GENERALES.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA .....</b>	<b>1</b>
<b>1.2. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>2</b>
1.2.1. COMUNICACIÓN DIGITAL .....	2
1.2.1.1. Código de dato.....	2
1.2.1.2. Comunicación paralela .....	4
1.2.1.3. Comunicación serial .....	5
1.2.1.3.1. Consideraciones en las comunicaciones seriales .....	5
1.2.1.3.2. Líneas o canales de comunicación .....	6
1.2.1.3.3. Comunicación asíncrona .....	7
1.2.1.3.4. Comunicación síncrona .....	8
1.2.1.3.5. Velocidad de transmisión.....	9
1.2.1.3.6. La norma RS-232 .....	10
1.2.1.3.7. Descripción de los terminales la norma RS-232 .....	11
1.2.1.3.8. Conector serie DB9 .....	12
1.2.1.3.9. UART .....	13
1.2.1.3.10. Conexión de un microcontrolador al puerto serie de PC .....	14
1.2.1.3.11. La norma RS-422 .....	15
<b>1.3. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS.....</b>	<b>17</b>
1.3.1. CARACTERÍSTICAS .....	18
1.3.1.1. Objeto .....	18
1.3.1.2. Abstracción .....	19
1.3.1.3. Polimorfismo .....	19
1.3.1.4. Encapsulamiento.....	19
1.3.1.5. Herencia.....	20

1.3.2. INTRODUCCIÓN A VISUAL BASIC .....	20
1.3.2.1. Ventajas de Visual Basic .....	21
1.3.2.2. Desventajas de Visual Basic .....	21
1.3.3. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS CON VISUAL BASIC .....	22
1.3.3.1. Mecanismos Básicos de la POO .....	22
<b>1.4. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS INTERACTIVOS .....</b>	<b>25</b>
1.4.1. SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN .....	28
1.4.2. SISTEMAS DE SONIDO .....	28
1.4.3. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN .....	29
1.4.3.1. Lámparas Fluorescentes .....	30
1.4.3.2. Lámparas Led .....	31
<b>1.5. SOLUCIÓN AL PROBLEMA .....</b>	<b>32</b>
<b><u>CAPÍTULO 2 .....</u></b>	<b><u>33</u></b>
<b>2.1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>33</b>
2.1.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA VISUAL E INTERACTIVO .....	33
<b>2.2. DISEÑO DEL HARDWARE .....</b>	<b>34</b>
2.2.1. PARÁMETROS ESPECÍFICOS PARA EL DISEÑO. ....	34
2.2.1.1. Ahorro energético.....	35
2.2.1.2. Estructura topológica.....	35
2.2.1.3. Módulos descentralizados .....	35
2.2.1.4. Protocolos de comunicación.....	36
2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL HARDWARE .....	36
2.2.2.1. Circuito de interface entre el Microcontrolador Maestro y el Esclavo, comunicación RS-422.....	38
2.2.3. DISEÑO DE CADA UNA DE LAS ETAPAS.....	38
2.2.3.1. Diagrama de bloques, Circuito de Control, Descripción y Funcionamiento .....	39
2.2.3.1.1. Líneas de proceso del bloque microcontrolador Maestro .....	44
2.2.3.1.2. Líneas de proceso Diagrama de bloques Microcontrolador Esclavo .....	46
2.2.3.2. Diagrama Unifilar Entradas y Salidas del Microcontrolador .....	51
2.2.3.3. Distribución de pines de los Microcontroladores Atmega8 y Atmega164p .....	52
2.2.3.4. El dimensionamiento de los elementos de la tarjeta de Adquisición de Datos .....	56
2.2.3.5. Conversor a RS-422.....	61
2.2.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA.....	62

<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>64</b>
<b>DISEÑO DEL SISTEMA</b> .....	<b>64</b>
<b>3.1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>64</b>
<b>3.2. PROGRAMACIÓN MÓDULO MAESTRO Y MÓDULOS DESCENTRALIZADOS</b> .....	<b>64</b>
3.2.1. PROGRAMACIÓN MÓDULO MAESTRO .....	64
3.2.2. DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS DEL MÓDULO MAESTRO .....	66
3.2.2.1. Programa principal .....	66
3.2.2.2. Barrido.- .....	66
3.2.2.3. Comprobador.- Indicador de comunicación .....	66
3.2.2.4. Contador.- Indicador de funcionamiento normal .....	66
3.2.2.5. Comunicación.- Interrupción de comunicación .....	67
3.2.3. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL MÓDULO MAESTRO .....	67
3.2.4. PROGRAMA DE LOS MÓDULOS DESCENTRALIZADOS .....	69
3.2.5. DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS DE LOS MÓDULOS DESCENTRALIZADOS .....	70
3.2.5.1. Programa Principal .....	70
3.2.5.2. Comunicación.- Interrupción por comunicación .....	70
3.2.6. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL MÓDULO DESCENTRALIZADO .....	71
<b>3.3. DESARROLLO DEL SISTEMA INTERACTIVO</b> .....	<b>73</b>
3.3.1. PLATAFORMAS DE DESARROLLO .....	73
3.3.1.1. Microsoft Windows XP .....	73
3.3.1.2. Visual Basic 6.0 .....	73
3.3.1.2.1. Manejo y empleo de controles estándar .....	73
3.3.1.2.2. Procedimientos .....	74
3.3.1.2.3. Variables .....	74
3.3.1.2.4. Variables y funciones de ámbito local .....	75
3.3.1.2.5. Manejo y empleo de formularios .....	75
3.3.2.1. Condiciones de diseño .....	76
3.3.2.2. Descripción de las pantallas utilizadas .....	76
3.3.2.2.1. Pantalla de Presentación .....	76
3.3.2.2.2. Diagrama de Flujo .....	77
3.3.2.2.3. Pantalla de Introducción .....	79
3.3.2.2.4. Diagrama de Flujo .....	79
3.3.2.2.5. Pantallas de las Trivias .....	81

3.3.2.2.6. Diagrama de Flujo .....	82
3.3.2.2.7. Pantallas de los Juegos.....	85
3.3.2.2.8. Juego1 .....	85
3.3.2.2.9. Diagrama de Flujo .....	86
3.3.2.2.10. Juego 2.....	87
3.3.2.2.11. Diagrama de Flujo .....	88
3.3.2.2.12. Juego 3.....	89
3.3.2.2.13. Diagrama de Flujo .....	90
3.3.2.2.14. Juego 4.....	91
3.3.2.2.15. Diagrama de Flujo .....	92
3.3.2.2.16. Comunicación Microprocesador Master - PC.....	94
3.3.2.2.17. Reproducción de Videos y Audio .....	95
3.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO GLOBAL .....	95
<b><u>CAPÍTULO 4 .....</u></b>	<b>98</b>
<b><u>PRUEBAS Y RESULTADOS .....</u></b>	<b>98</b>
<b>4.1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>98</b>
<b>4.2. ASIGNACIÓN DE TAREAS DE ACUERDO A LOS MÓDULOS .....</b>	<b>99</b>
4.2.1. VARIABLES UTILIZADAS POR EL MÓDULO MAESTRO.....	99
4.2.1.1. Lectura de datos dentro del medio RS-422 .....	99
4.2.1.2. Comunicación de datos a través de la interface RS-422 .....	100
4.2.1.3. Descripción de variables en la comunicación en la norma RS-232 (PC –Tarjeta maestra). .....	100
4.2.2. VARIABLES UTILIZADAS POR LOS MÓDULOS ESCLAVOS .....	101
4.2.2.1. Respuesta de los módulos esclavos a la Comunicación iniciada por el módulo maestro a través de la interface RS-422.....	101
<b>4.3. MONITOREO Y RESPUESTA DEL PC Y TARJETA PRINCIPAL .....</b>	<b>101</b>
<b>4.4. MONITOREO Y RESPUESTA DE LOS MÓDULOS DESCENTRALIZADOS .....</b>	<b>101</b>
<b>4.5. RESPUESTA POR LOS USUARIOS .....</b>	<b>103</b>
<b>4.6. FOTOS DEL SISTEMA IMPLEMENTADO .....</b>	<b>104</b>
<b>4.7. RESULTADOS.....</b>	<b>106</b>
<b>4.8. PRUEBAS Y RESULTADO DE COMUNICACIÓN MICROPROCESADOR – PC .....</b>	<b>107</b>
<b>4.10. PRUEBA Y RESULTADO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INTERACTIVO.....</b>	<b>109</b>

<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>111</b>
<b>5.1. CONCLUSIONES</b> .....	<b>111</b>
<b>5.2. RECOMENDACIONES</b> .....	<b>113</b>

## **ANEXOS**

ANEXO A

**MANUAL DE USUARIO**

ANEXO B

**COSTOS DEL PROYECTO**

ANEXO C

**CIRCUITOS ESQUEMÁTICOS**

ANEXO D

**HOJAS DE DATOS**

## ÍNDICE DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1

FIGURA 1. 1 SEÑAL BINARIA.....	2
FIGURA 1. 2 TRANSFERENCIA DE DATOS EN PARALELOS DE LA LETRA F EN CÓDIGO ASCII ..	4
FIGURA 1. 3 TRANSMISIÓN ASINCRÓNICA CON LOS BITS DE INICIO Y DE PARO .....	8
FIGURA 1. 4 TRANSMISIÓN DE DATOS SINCRÓNICA .....	8
FIGURA 1. 5 SISTEMA DE CUATRO SÍMBOLOS, CON CUATRO NIVELES DE VOLTAJE DIFERENTES .....	9
FIGURA 1. 6 LA VELOCIDAD EN BITS PUEDE SER MAYOR QUE LA VELOCIDAD EN BAUDIOS CUANDO CADA SÍMBOLO REPRESENTA DOS O MÁS BITS.....	10
FIGURA 1. 7 DIAGRAMA GENERAL DE BLOQUES DE UN UART .....	14
FIGURA 1. 8 MAX 232.....	15
FIGURA 1. 9 COMUNICACIÓN MAESTRO – ESCLAVO .....	17
FIGURA 1. 10 REPRESENTACIÓN VISUAL DE UN OBJETO.....	18
FIGURA 1. 11 LÁMPARAS FLUORESCENTES .....	31
FIGURA 1. 12 LÁMPARAS LED.....	32

### CAPÍTULO 2

FIGURA 2. 1 DIAGRAMA DE BLOQUES ARQUITECTURA “DESARROLLO DE UN SISTEMA VISUAL EN INTERACTIVO PARA EL MUSEO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS DE LA ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL” .....	34
FIGURA 2. 2 LONGITUD DE CABLE VERSUS VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN, OBTENIDO EN SELCO POR JORDI MAYNÉ GRAU.....	37
FIGURA 2. 3 INTERFACE NORMA RS-422.....	38
FIGURA 2. 4 DIAGRAMA DE BLOQUES MICROCONTROLADOR ESCLAVO .....	40
FIGURA 2. 5 FUENTE DE ALIMENTACIÓN DISPOSITIVO DE CONTROL. ....	41
FIGURA 2. 6 CONEXIÓN ATMEGA164P Y ENTRADAS DIGITALES .....	42
FIGURA 2. 7 SALIDAS DEL MICRONCONTRADOR A TRAVÉS DE UN TRANSISTOR. ....	42
FIGURA 2. 8 INTEGRADO DE COMUNICACIÓN RS-232 .....	43

FIGURA 2. 9 LCD16X2 EXTENSIÓN DE SISTEMA.....	43
FIGURA 2. 10 DIAGRAMA DE BLOQUES MICROCONTROLADOR MAESTRO .....	47
FIGURA 2. 11 FUENTE DE ALIMENTACIÓN DISPOSITIVO DE CONTROL. ....	48
FIGURA 2. 12 CONEXIÓN ATMEGA164P.....	49
FIGURA 2. 13 ENTRADAS CON PULL-UP EXTERNOS.....	49
FIGURA 2. 14 SALIDAS DEL MICRONCONTRADOR A TRAVÉS DE UN TRANSISTOR.....	50
FIGURA 2. 15 INTEGRADO DE COMUNICACIÓN RS-232 .....	50
FIGURA 2. 16 INTEGRADOS DE COMUNICACIÓN RS-422.....	51
FIGURA 2. 17 LCD16X2 EXTENSIÓN DE SISTEMA.....	51
FIGURA 2. 18 MICROCONTROLADOR ATEMEGA8.....	52
FIGURA 2. 19 MICROCONTROLADOR ATEMEGA164P.....	55
FIGURA 2. 20 PULL UP EXTERNO.....	58
FIGURA 2. 21 MUESTRA EL DISEÑO FINAL PARA LAS SALIDAS A TRAVÉS DE TRANSISTOR. ...	60
FIGURA 2. 22 CONEXIÓN RS-422 .....	62
FIGURA 2. 23 DISEÑO DE PISTAS TARJETA ESCLAVO.....	63
FIGURA 2. 24 DISEÑO DE PISTA TARJETA MAESTRA .....	63

### CAPÍTULO 3

FIGURA 3. 1 SE PRESENTA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INTERRUPCIÓN GENERADA POR UNA ENTRADA SERIAL A TRAVÉS DEL PRIMER PUERTO SERIAL. PARTE A.....	67
FIGURA 3. 2 SE PRESENTA EL DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INTERRUPCIÓN GENERADA POR UNA ENTRADA SERIAL A TRAVÉS DEL PRIMER PUERTO SERIAL. PARTE B.....	68
FIGURA 3. 3 DIAGRAMA DE FLUJO DE LA INTERRUPCIÓN MÓDULO MAESTRO .....	69
FIGURA 3. 4 DIAGRAMA DE FLUJO MÓDULOS DESCENTRALIZADOS PROGRAMA PRINCIPAL .	71
FIGURA 3. 5 DIAGRAMA DE FLUJO MÓDULOS DESCENTRALIZADOS INTERRUPCIÓN POR COMUNICACIÓN.....	72
FIGURA 3. 6 PANTALLA DE PRESENTACIÓN .....	77
FIGURA 3. 7 DIAGRAMA DE FLUJO FORMULARIO DE PRESENTACIÓN .....	78
FIGURA 3. 8 PANTALLA INTRODUCCIÓN .....	79
FIGURA 3. 9 DIAGRAMA DE FLUJO FORMULARIO DE INTRODUCCIÓN .....	80

FIGURA 3. 10 PANTALLA EN LA QUE SE ESCOGE LA PREGUNTA ALEATORIAMENTE .....	82
FIGURA 3. 11 PANTALLA QUE CONTIENE LA PREGUNTA ESCOGIDA ALEATORIAMENTE.....	82
FIGURA 3. 12 DIAGRAMA DE FLUJO TRIVIAS PARTE 1 .....	83
FIGURA 3. 13 DIAGRAMA DE FLUJO TRIVIAS PARTE 2 .....	84
FIGURA 3. 14 PANTALLA JUEGO BIGBANG.....	85
FIGURA 3. 15 DIAGRAMA DE FLUJO JUEGO BIG BING .....	86
FIGURA 3. 16 PANTALLA JUEGO VÍA LÁCTEA .....	87
FIGURA 3. 17 DIAGRAMA DE FLUJO JUEGO VÍA LÁCTEA .....	88
FIGURA 3. 18 PANTALLA JUEGO PREGUNTAS MÚLTIPLES.....	89
FIGURA 3. 19 DIAGRAMA DE FLUJO JUEGO PREGUNTAS MÚLTIPLES .....	90
FIGURA 3. 20 PANTALLA JUEGO PLACAS TECTÓNICAS.....	91
FIGURA 3. 21 PANTALLA DE INFORMACIÓN ADICIONAL .....	92
FIGURA 3. 22 DIAGRAMA DE FLUJO JUEGO PLACAS TECTÓNICAS PARTE1.....	92
FIGURA 3. 23 DIAGRAMA DE FLUJO JUEGO PLACAS TECTÓNICAS PARTE2 .....	93
FIGURA 3. 24 OBJETO PARA EL MANEJO DEL PUERTO SERIAL .....	94
FIGURA 3. 25 DIAGRAMA DE FLUJO FORMULARIO PRINCIPAL PARTE 1 .....	95
FIGURA 3. 26 DIAGRAMA DE FLUJO FORMULARIO PRINCIPAL PARTE 2 .....	96
FIGURA 3. 27 DIAGRAMA DE FLUJO FORMULARIO PRINCIPAL PARTE 3 .....	97

## CAPÍTULO 4

FIGURA 4. 1 TABLERO DE CONTROL DE ILUMINACIÓN .....	99
FIGURA 4. 2 BASE PRINCIPAL DENTRO DEL GABINETE SE ENCUENTRA EL MÓDULO MAESTRO Y EL COMPUTADOR PERSONAL.....	105
FIGURA 4. 3 MUESTRAN LOS PEDESTALES, EN LA PARTE SUPERIOR SE ENCUENTRA LOS DISPOSITIVOS ESCLAVOS QUE TOMAN LOS DATOS DEL SISTEMA.....	105
FIGURA 4. 4 TABLERO DE CONTROL, CONTIENE LOS RELÉS QUE MANEJAN EL CONTROL DE LUCES.....	106
FIGURA 4. 5 PANTALLA DE APAGADO DEL SISTEMA.....	108
FIGURA 4. 6 VENTANA DE APAGADO DEL SISTEMA CON SHUTDOWN .....	109
FIGURA 4. 7 PANTALLA PRINCIPAL .....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

### CAPÍTULO 1

TABLA 1. 1 CÓDIGO ASCII .....	3
TABLA 1. 2 TERMINALES DEL CONECTOR DB9 .....	12
TABLA 1. 3 ESPECIFICACIONES RS- 422.....	16

### CAPÍTULO 2

TABLA 2. 1 RESUMEN DE ESTÁNDARES DE COMUNICACIÓN, OBTENIDO EN SEI-SELCO POR JORDI MAYNÉ GRAU .....	37
TABLA 2. 2 DESCRIPCIÓN ENTRADAS SALIDAS PEDESTALES .....	52
TABLA 2. 3 DESCRIPCIÓN POR PINES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA8.....	54
TABLA 2. 4 DESCRIPCIÓN ENTRADAS SALIDAS TABLERO DE CONTROL Y PEDESTALES.....	55
TABLA 2. 5 DESCRIPCIÓN POR PINES DEL MICROCONTROLADOR ATMEGA8.....	56
TABLA 2. 6 CARACTERÍSTICA ELÉCTRICAS, RANGOS MÁXIMOS ABSOLUTOS.....	57
TABLA 2. 7 CÁLCULO DE RESISTENCIA EXTERNA .....	58
TABLA 2. 8 CÁLCULO DE RESISTENCIA EXTERNA .....	59
TABLA 2. 9 PARÁMETROS ELÉCTRICOS MK2P-I.....	59
TABLA 2. 10 TABLA CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS 1N4007.....	60
TABLA 2. 11 TABLA DE FUNCIONES INTEGRADO SN75176.....	61

### CAPÍTULO 4

TABLA 4. 1 DATOS ENVIADOS DESDE VISUAL BASIC AL MICROPROCESADOR.....	107
--	-----

### ANEXOS

## **RESUMEN**

Con la ayuda del presente proyecto se consigue la edición de videos y trivias controlando su respectiva iluminación. El principal objetivo de este trabajo es contribuir con un sistema de visualización al museo de la Escuela Politécnica Nacional, para que el mismo presente en forma didáctica y entretenida sus recursos especialmente a los visitantes menores de edad; es necesario recalcar que solo se sincronizará videos, los mismos que serán proporcionados por el museo.

El proyecto se lo ha implementado al ingreso del museo, que cuenta con un área donde se explica distintos aspectos relacionados con la visita, son éstos especialmente los que se desea que se presenten en forma más amigable, de manera que las imágenes cuenten con movimiento y sean interactivas, presentando aplicaciones de video en una pantalla LCD, acompañado de sonido.

El sistema de control se fundamenta en dispositivos microcontrolados, un principal que coordinará las funciones de mayor importancia y esclavos para las extensiones lejanas al PC, el usuario escoge mediante pulsantes, la edición del video o trivia. El programa de visualización se desarrolló en una PC usando Visual Basic.

El microcontrolador principal es el encargado de recibir y enviar información a los periféricos como: computador, pulsantes e iluminación. La comunicación con la PC es serial, la cual edita los videos y trivias de acuerdo con la información obtenida de la comunicación.

El proyecto para enfrentar la solución al problema se lo ha desarrollado, en una fase de investigación, aplicación, práctica, su uso y pruebas de funcionamiento.

Los resultados generados del trabajo de desarrollo se presentan de la siguiente manera:

En el Capítulo 1 se desarrolla el marco teórico el cual describe, aplicaciones de software, modos de comunicación, e importancia de los sistemas interactivos de forma técnica.

En el Capítulo 2 se presenta el diseño y construcción del sistema de la parte física del prototipo funcional, mostrando de forma resumida, diseños finales, así con una descripción del funcionamiento del mismo, además una descripción de los principales elementos que se utilizaron para su implementación con sus respectivas simulaciones.

En el Capítulo 3, se presenta el Diseño del software del sistema y los diferentes diagramas de flujo de los programas realizados tanto de microcontroladores como de la programación que fue realizada en cada uno de los formularios en Visual Basic, con una breve explicación sobre el funcionamiento de cada una de ellos.

En el Capítulo 4, se presentan los resultados de las pruebas realizadas para verificar su total operatividad, sometiendo el sistema total a pruebas, tanto de los que presentamos el proyecto, como un público final.

En el Capítulo 5, se presentan conclusiones y recomendaciones.

En los anexos se encontrarán manuales de usuario de los elementos más importantes utilizados para el desarrollo del trabajo.

## **PRESENTACIÓN**

En la actualidad los museos enfocan sus esfuerzos no solo en la enseñanza, sino también a entretener a los visitantes, con el objetivo de captar nuevo público y hacer que éste forme parte del ambiente expuesto, para conseguir un fácil aprendizaje, que se fundamente en el uso de tecnología para lograr dicho fin.

En síntesis, el programa realiza el control de la iluminación que va conjuntamente sincronizado con los videos, para la fácil comprensión de los recursos del museo. El prototipo de control microprocesado más el computador realiza la automatización, que permita usar intuitivamente al usuario final.

# CAPÍTULO 1

## ASPECTOS GENERALES

### 1.1. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

El proyecto surge de la necesidad de modernizar al museo de Historia Natural “Gustavo Orcés V.”, aprovechando las tecnologías actuales para presentar en forma sencilla y clara al público los recursos de que dispone el museo, tales como la creación del universo con técnicas didácticas que faciliten la comprensión, entre otros. Cabe destacar que actualmente en el ingreso al museo se cuenta con un área donde se explica distintos aspectos relacionados a la visita, son éstos especialmente los que se desea que se presenten en forma más amigable, de manera que las imágenes cuenten con movimiento y sean más interactivas presentando aplicaciones de video y sonido en una pantalla LCD. Muchos museos en Quito poseen lugares interactivos y éste le permite atender a una cantidad mayor de personas, sin el aumento de personal.

Es importante destacar que el área no cuenta con una amplia información, para que el visitante entienda fácilmente sin la presencia de un guía y el área se torna cansada y no llama la atención de los visitantes.

Lo que se intenta es que el usuario interactúe con el sistema mediante trivias para aprovechar los recursos que dispone el museo, además este sistema ayuda a que las personas no solo aprendan, sino que disfruten de la visita.

## 1.2. MARCO TEÓRICO

### 1.2.1. COMUNICACIÓN DIGITAL

Al introducir el concepto de comunicación digital, se explica con un ejemplo cotidiano, cuando una persona se encuentra con alguien, para iniciar una conversación debe llamar su atención con un saludo, luego expresar una idea mediante palabras y terminar con una despedida para finalizar, es así que se define la comunicación, como un proceso de transmitir información, de una entidad a otra.

La comunicación de datos consiste en la transmisión de información digital o binaria de un punto a otro, permitiendo la transferencia de información entre computadoras y la operación remota de una computadora desde un terminal. [2]

Las señales digitales son pulsos binarios que tienen dos estados, representado cada uno por un nivel de voltaje. Los pulsos cambian con rapidez entre estos dos niveles. Uno se denomina 0 binario o nivel bajo y el otro, 1 binario o nivel alto. La Figura 1.1 muestra una señal digital o binaria típica. El nivel 0 binario podría ser 0 V o la referencia del circuito y el nivel 1 binario, +5 V o la fuente de polarización requerida por el circuito. También podría usarse cualquier otro par de voltajes. [2]

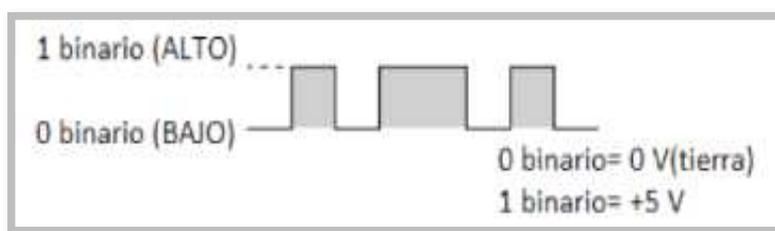


Figura 1. 1 Señal Binaria

#### 1.2.1.1. Código de dato

Es una representación a través de un arreglo de dígitos binarios que sirve para representar un valor numérico, una letra de alfabeto o algún símbolo, significado o

mensaje especial que tiene una interpretación. Los circuitos lógicos digitales procesan estos datos de diferentes maneras. [2]

El código de comunicación de mayor uso es llamado código estándar americano para intercambio de información (ASCII (Tabla 1.1), American Standard Code for Information Interchange), que es un código binario de 7 bits capaz de representar 128 números, letras, marcas de puntuación y otros símbolos, cuya mayor ventaja es que tiene un número suficiente de combinaciones para representar las letras mayúsculas y minúsculas. [2]

Byte	Cod	Char	Byte	Cod	Char	Byte	Cod	Char	Byte	Cod	Char
00000000	0	Null	00100000	32	Spc	01000000	64	@	01100000	96	~
00000001	1	Start of heading	00100001	33	!	01000001	65	A	01100001	97	a
00000010	2	Start of text	00100010	34	"	01000010	66	B	01100010	98	b
00000011	3	End of text	00100011	35	#	01000011	67	C	01100011	99	c
00000100	4	End of transmit	00100100	36	\$	01000100	68	D	01100100	100	d
00000101	5	Enquiry	00100101	37	%	01000101	69	E	01100101	101	e
00000110	6	Acknowledge	00100110	38	&	01000110	70	F	01100110	102	f
00000111	7	Audible bell	00100111	39	'	01000111	71	G	01100111	103	g
00001000	8	Backspace	00101000	40	(	01001000	72	H	01101000	104	h
00001001	9	Horizontal tab	00101001	41	)	01001001	73	I	01101001	105	i
00001010	10	Line feed	00101010	42	*	01001010	74	J	01101010	106	j
00001011	11	Vertical tab	00101011	43	+	01001011	75	K	01101011	107	k
00001100	12	Form Feed	00101100	44	,	01001100	76	L	01101100	108	l
00001101	13	Carriage return	00101101	45	-	01001101	77	M	01101101	109	m
00001110	14	Shift out	00101110	46	.	01001110	78	N	01101110	110	n
00001111	15	Shift in	00101111	47	/	01001111	79	O	01101111	111	o
00010000	16	Data link escape	00110000	48	0	01010000	80	P	01110000	112	p
00010001	17	Device control 1	00110001	49	1	01010001	81	Q	01110001	113	q
00010010	18	Device control 2	00110010	50	2	01010010	82	R	01110010	114	r
00010011	19	Device control 3	00110011	51	3	01010011	83	S	01110011	115	s
00010100	20	Device control 4	00110100	52	4	01010100	84	T	01110100	116	t
00010101	21	Neg. acknowledge	00110101	53	5	01010101	85	U	01110101	117	u
00010110	22	Synchronous idle	00110110	54	6	01010110	86	V	01110110	118	v
00010111	23	End trans. block	00110111	55	7	01010111	87	W	01110111	119	w
00011000	24	Cancel	00111000	56	8	01011000	88	X	01111000	120	x
00011001	25	End of medium	00111001	57	9	01011001	89	Y	01111001	121	y
00011010	26	Substitution	00111010	58	:	01011010	90	Z	01111010	122	z
00011011	27	Escape	00111011	59	;	01011011	91	[	01111011	123	{
00011100	28	File separator	00111100	60	<	01011100	92	\	01111100	124	
00011101	29	Group separator	00111101	61	=	01011101	93	]	01111101	125	}
00011110	30	Record Separator	00111110	62	>	01011110	94	^	01111110	126	~
00011111	31	Unit separator	00111111	63	?	01011111	95	_	01111111	127	Del

Tabla 1. 1 Código ASCII

En comunicación existen dos formas para transmitir información binaria de un lugar a otro, paralelo y serial.

### 1.2.1.2. Comunicación paralela

“En la transferencia de datos en paralelo, todos los bits de una palabra codificada se transfieren de manera simultánea, como se describe en la figura 1.2.” [2] En la transmisión de datos en paralelo hay un conductor para cada bit de información por transmitir, lo que significa que debe usarse un cable con múltiples conductores. La transmisión de datos en paralelo es rápida, ya que todos los bits de palabra de información se transfieren de manera simultánea.

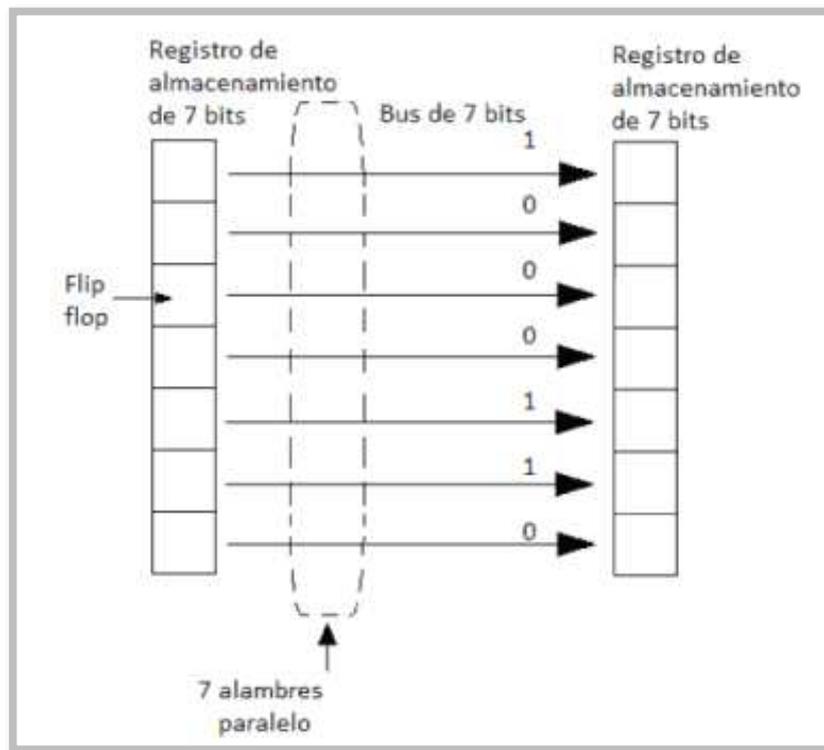


Figura 1. 2 Transferencia de datos en paralelos de la letra F en código ASCII

### 1.2.1.3. Comunicación serial

Para la comunicación serial se cuenta con protocolos para la interconexión entre dos dispositivos que se incluye en computadores y varios dispositivos para instrumentación.

El concepto de comunicación serial es sencillo. El puerto serial envía y recibe bytes de información, un bit a la vez. Aun cuando es mucho más lento que la comunicación paralela, debido a que transmite bit por bit, la ventaja es que necesita menor cantidad de hilos y alcanza mayor distancia, por ejemplo en la norma RS-232 la distancia entre dispositivos es de 15 mts, en la norma RS-422/485 hasta 1200 mts y con la utilización de un modem conectado al internet a cualquier parte de mundo.

#### 1.2.1.3.1. Consideraciones en las comunicaciones seriales

Para resolver los problemas de transmisión hay que utilizar parámetros de codificación, éstos son:

**Sincronización de bit:** el receptor necesita saber dónde comienza y dónde termina cada bit en la señal recibida, para efectuar el muestreo de la misma, la referencia se toma en el centro del intervalo de cada símbolo (bit para señales binarias).

**Sincronización del caracter:** La información serie se transmite por definición bit a bit, pero la misma tiene sentido en palabras o bytes, las transferencias de información en la capa de enlace es necesario identificar los bits y saber qué posición les corresponde en cada caracter dentro de una serie de bits recibidos.

Esta función de sincronización comprende los procesos necesarios para adquirir, mantener y recuperar la sincronización de caracter. Es decir, poner en fase los mecanismos de codificación del emisor con los mecanismos de decodificación del receptor.

Sincronización del mensaje: Los mensajes proporcionan una solución al problema de la concurrencia de procesos que integra la sincronización y la comunicación entre ellos y resulta adecuado, tanto para sistemas centralizados como distribuidos.

En la comunicación por mensajes requiere que se establezca un enlace entre el receptor y el emisor. Aspectos importantes a tener en cuenta en los enlaces son: cómo y cuántos enlaces se pueden establecer entre los procesos, la capacidad de mensajes del enlace y tipo de los mensajes.

Las acciones de transmisión de información y de sincronización se ven como actividades inseparables, enviar mensaje y recibir mensaje.

Su implementación varía dependiendo de tres aspectos:

- 1- El modo de nombrar los procesos.
- 2- El modelo de sincronización.
- 3- Almacenamiento y estructura del mensaje.

#### *1.2.1.3.2. Líneas o canales de comunicación*

Los modos de transmisión de datos se dividen en cuatro tipos:

Simplex: Hace referencia a la transmisión que puede ocurrir en un solo sentido, sea para recibir o solo para transmitir información. Una ubicación puede ser un transmisor o un receptor, pero no ambos a la vez, un ejemplo claro es la radiodifusión, en donde la estación es el transmisor y los radios son los receptores.

[1]

Half-duplex: Se refiere a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos pero no al mismo tiempo, en donde una ubicación puede ser un transmisor y un receptor, pero no los dos al mismo tiempo, un ejemplo son los llamados radios WALKING TALKING, en donde un operador presiona el botón y habla, luego suelta el botón y el otro usuario presiona el botón para contestar. [1]

Full-duplex: Se dice a la transmisión que puede ocurrir en ambos sentidos al mismo tiempo, también se los conoce con el nombre de doble sentido, una ubicación puede transmitir y recibir simultáneamente, siempre y cuando la estación a la que está transmitiendo sea la estación de la cual está recibiendo, un ejemplo es la telefonía móvil.[1]

Full/full-duplex: Con este modo, es posible transmitir y recibir simultáneamente, pero no necesariamente entre las dos ubicaciones, es decir una estación puede transmitir a una segunda estación y recibir de una tercera estación al mismo tiempo. Este modo se utiliza exclusivamente con circuitos de comunicación de datos.[1]

#### 1.2.1.3.3. *Comunicación asíncronica*

Existen dos formas básicas de transmitir datos binarios seriales: asincrónica y sincrónica. En las comunicaciones asíncronas, cada palabra de datos se acompaña un bit de inicio (start) y un bit de parada (stop), que identifican el principio y el final de la palabra. Cada palabra de código binario y transmitida representa un carácter.[2]

La principal desventaja de las comunicaciones asincrónicas, es que los bits adicionales de inicio y de parada de hecho desaceleran la transmisión de datos, lo cual no constituye un problema en aplicaciones de baja velocidad, con un volumen reducido de datos, pero cuando deben transmitirse volúmenes enormes de información, los bits de inicio y de paro representan una carga significativa. [2]

La mayoría de datos se comunican a baja velocidad, considerando baja hasta 115 kilobaudios, la transmisión se ilustra en la Figura1.3.

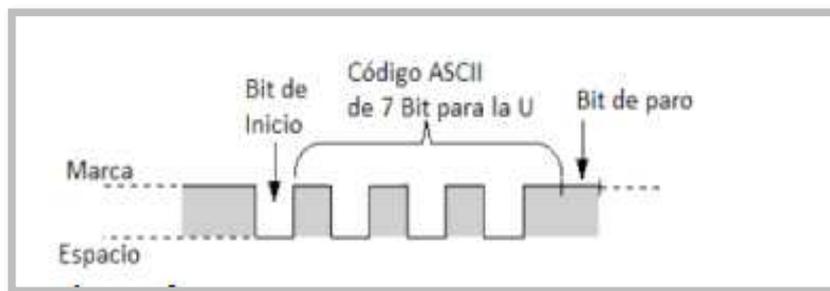


Figura 1.3 Transmisión asincrónica con los bits de inicio y de paro

#### 1.2.1.3.4. Comunicación síncrona

La técnica de transmitir cada palabra de datos, una después de otra, sin bits de inicio y de parada, se conoce como comunicación de datos síncronos. Por lo general, los datos se transmiten en bloques de varias palabras. Para mantener la sincronización entre el transmisor y el receptor, se coloca un grupo de bits de sincronización al principio y al fin del bloque.[2]

Cada bloque representa cientos o miles de caracteres, al inicio de bloque se coloca una serie única de bits que identifica el principio de bloque, en la Figura 1.4, dos códigos de sincronización (SYN), de 8 bits señalan el principio de transmisión, al fin un código especial (ETX), que señala el fin de transmisión. En comparación de la comunicación asincrónica, el número de bits utilizado para fines de sincronización es mínimo.

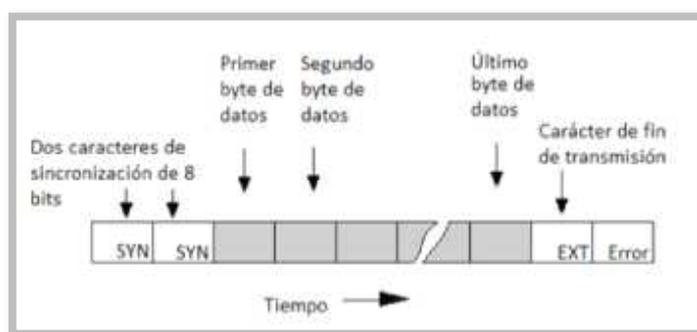


Figura 1.4 Transmisión de datos síncrona

### 1.2.1.3.5. *Velocidad de transmisión*

La velocidad de transmisión de datos se expresa en bits por segundo o baudios. El baudio es un concepto más general que bit por segundo. El primero queda definido como el número de estados de la señal por segundo, si solo existen dos estados entonces baudio equivale a bit por segundo. Baudio y bit por segundo se diferencian cuando es necesario más de un bit, para representar más de dos estados de señal. [3]

Para diferenciar este concepto, suponga un sistema que representa 2 bits de datos con niveles de voltaje diferentes, tiene cuatro combinaciones posibles de los 2 bits. En la Figura 1.5 que asigna un valor de voltaje a cada combinación.

00	01	10	11
0V	1V	2V	3V

Figura 1. 5 Sistema de cuatro símbolos, con cuatro niveles de voltaje diferentes

En vez de transmitir una señal binaria con solo dos niveles, se transmite uno de los cuatro niveles de voltaje o símbolos, suponga que se desea transmitir el número 201, cuya representación binaria es el número de 8 bits: 11001001. Este número binario podría transmitirse en forma serial como una secuencia de ocho pulsos con el mismo espacio tiempo. Como muestra la Figura 1.6. [2]

Si cada intervalo de bits es de 1ms por ejemplo, entonces la velocidad en bit es 1000 bps. La velocidad en baudios también es de 1000 baudios. Con cuatro niveles, la palabra podría dividirse en grupos de 2 bits y transmitir el nivel de voltaje apropiado, si la transmisión es de 1ms al igual que en el primer ejemplo la velocidad sigue siendo de 1000 baudios y la de transmisión en bit es de 2000 bps, como se ilustra en Figura 1.6.

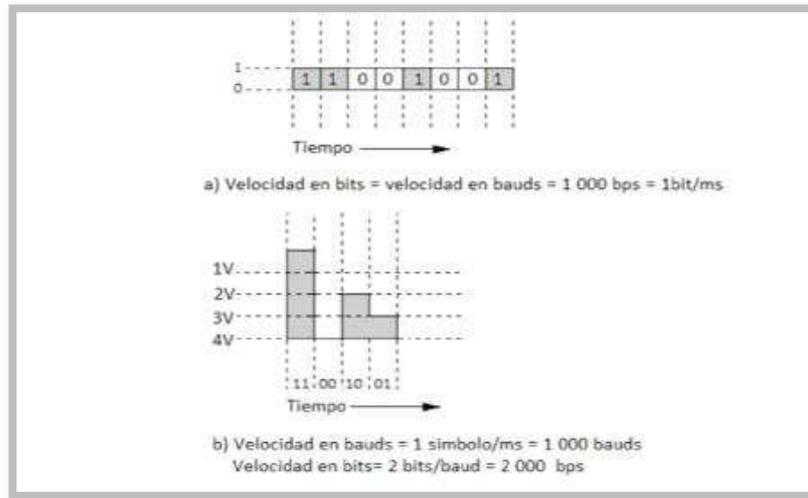


Figura 1. 6 La velocidad en bits puede ser mayor que la velocidad en baudios cuando cada símbolo representa dos o más bits

#### 1.2.1.3.6. La norma RS-232

La norma RS-232, es una de las más utilizadas en la comunicación en serie, que se utiliza ampliamente en los computadores, se desarrolló en la década de los años 60, para contar con un estándar la interconexión de terminales y Modem.

La norma RS-232 se establece para resolver aspectos en la comunicación entre el Equipo Terminal de Datos (DTE), por ejemplo un PC y el Equipo de transmisión de datos (DCE), por ejemplo un ratón.

**Características de señal:** la norma establece que la longitud máxima entre el DTE y el DCE no debe ser superior a los 15 mts y la velocidad máxima de trasmisión es de 19200 bps. Los niveles lógicos compatibles TTL, considerado:

1 lógico entre -3V y -15V

0 lógico entre +3V y +15V

**Características mecánicas de los conectores:** Se utiliza conector 25 terminales, DB 25 o de 9 terminales, DB9 donde el conector macho identifica al DTE y el conector hembra al DCE.

**Descripción funcional de las señales usadas:** Divididas en dos grupos:

Señales primarias, que son normalmente utilizadas para transmitir datos.

Señales secundarias, utilizadas para el control de la información que será transferida.

**Velocidad:** La velocidad está estandarizada según la norma RS 232C en baudios: 75, 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 19200.

#### *1.2.1.3.7. Descripción de los terminales según la norma RS-232*

- TXD (Transmit Data, transmisión de datos, salida): Terminal de salida de datos que se transmiten del DTE al DCE. En principio, los datos no se pueden transmitir si alguno de los terminales RTS, CTS, DSR o DTR están desactivados.
- RXD (Receive Data, recepción de datos, entrada): Terminal de entrada de datos transmitidos desde el DCE al DTE.
- DTR (Data Terminal Ready, terminal de datos preparado, salida): Señal del DTE que indica que está conectado, generalmente en "0" indica que el DTE está listo para transmitir o recibir.
- DSR (Data Set Ready, dispositivo preparado, entrada): Señal del DCE que indica que el dispositivo está en modo de transmisión de datos.
- RTS (Request To Send, petición de envío, salida, pat. 4): Señal del DTE al DCE, notifica al DCE que el DTE dispone de datos para enviar. Se emplea en líneas semiduplex para controlar la dirección de transmisión. Una transición de 1 a 0 avisa al DCE que tome las medidas necesarias para prepararse para la transmisión.
- CTS (Clear To Send, preparado para transmitir, entrada): Señal del DCE al DTE indicando que puede transmitirle datos.
- CD (Carrier Detect, detección de portadora, entrada): Señal del DCE que ha detectado la señal portadora enviado por un modem remoto o que la línea telefónica está abierta.

- RI (Ring Indicator, timbre o indicador de llamada entrante, entrada): Señal del DCE indicando que está recibiendo una llamada por un canal conmutado.
- ISG (GND) (System Ground ó Signal Ground, masa de señal): Referencia común para todas las líneas.
- I FG (GND) (Shield ó Protective Ground, tierra de protección): El conductor esta eléctricamente conectado al equipo.

#### 1.2.1.3.8. Conector serie DB9

En la tabla 1.2, se presenta un resumen de los terminales del conector DB9

Pat.	Nombre	RS232	V.24	Dir	Descripción
1	CD	CF	109	←	Carrier Detect, detección de portadora
2	RxD	BB	104	←	Receive Data, recepción de datos
3	TxD	BA	103	→	Transmit Data, transmisión de datos
4	DTR	CD	108.2	→	Data Terminal Ready, terminal de datos preparado
5	GND	AB	102	—	System Ground ó Signal Ground, tierra de señal
6	DSR	CC	107	←	Data Set Ready, dispositivo preparado
7	RTS	CA	105	→	Request to Send, petición de envío
8	CTS	CB	106	←	Clear to Send, preparado para transmitir
9	RI	CE	125	←	Ring Indicator, indicador de llamada entrante

Conector DB9 macho  
Conector del PC



Conector DB9 hembra



La dirección (Dir) es DTE (PC) relativa a DCE (Dispositivo).

- DTE (PC) ← DCE (Dispositivo), entrada en el DTE (PC).
- DTE (PC) → DCE (Dispositivo), salida en el DTE (PC).

Tabla 1. 2 Terminales del conector DB9

#### 1.2.1.3.9. *UART*

UART, Universal Asynchronous Receiver Transmitter, es un circuito integrado digital (CI digital), que sirve para efectuar conversiones de la información de paralelo a serie y de serie a paralelo. La mayor parte de las conversiones y operaciones de datos en la computadora son en paralelo, sin embargo, es importante tener en cuenta que en las comunicaciones se usan datos binarios seriales.

Los datos, en general palabras en paralelo de 8 bits, se colocan en el bus interno de datos. Antes de transmitir, los datos se guardan primero en un registro de almacenamiento separador y se envían a un registro de desplazamiento, una señal de reloj desplaza en forma serial de datos, 1 bit a la vez. Observe que la circuitería interna agrega bits de inicio y parada. [2]

La parte inferior del diagrama de la Figura 1.7 describe la sección receptora del UART. Los datos seriales se recorren dentro de un registro de desplazamiento, donde separan los bits de inicio, de parada y paridad. [2]

El reloj y el circuito lógico de control del UART controlan todas las operaciones de desplazamiento y transferencia de datos dirigidos por señales de control de la computadora. [2]

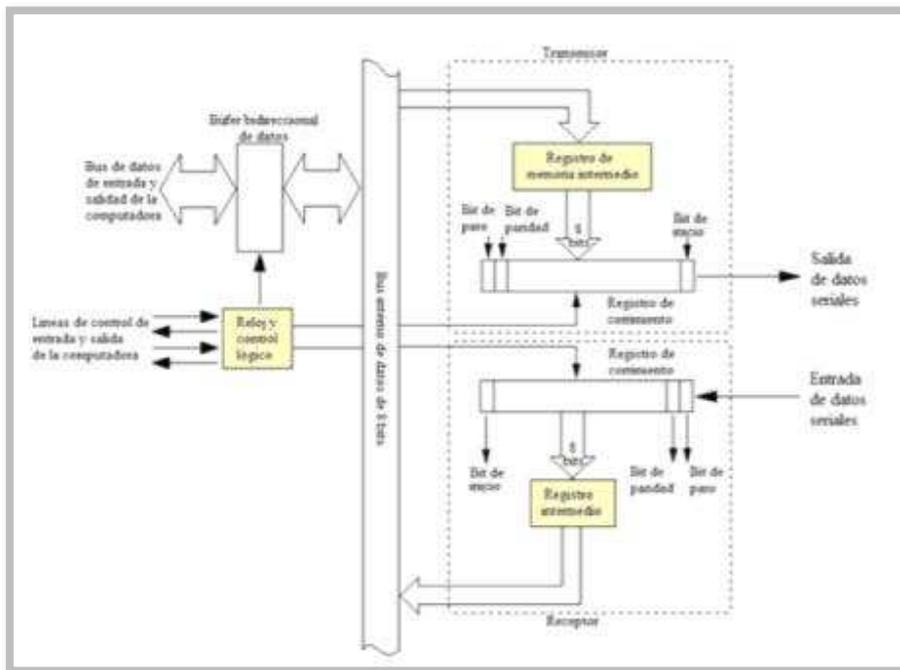


Figura 1. 7 Diagrama general de bloques de un UART

#### 1.2.1.3.10. Conexión de un microcontrolador al puerto serie de PC

Para conectar la PC a un microcontrolador por el puerto serie, se utiliza las señales Txd, Rxd, Gnd. El computador utiliza la norma RS-232, por los niveles en los pines comprendidos entre +15 y -15 voltios. Para los microcontroladores usualmente trabajan con niveles TTL (0-5V). Por lo que se utiliza circuitos que adapten el voltaje a los niveles requeridos, uno de los más comunes es el MAX232 para mayor información, ver datasheet (Anexo D). El modo de conexión es el de la Figura 1.8.

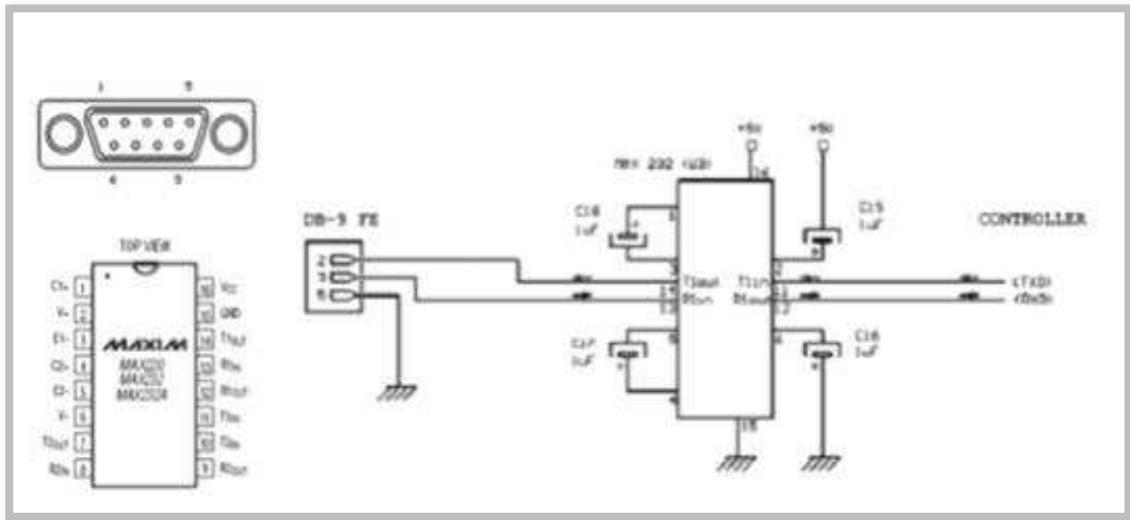


Figura 1. 8 Max 232

#### 1.2.1.3.11. La norma RS-422

La norma RS-422 usa señales eléctricas diferenciales, en comparación con señales referenciadas a tierra como en RS-232. La transmisión diferencial utiliza dos líneas para transmitir y recibir cada una, tiene la ventaja que es más inmune al ruido y puede lograr mayores distancias que RS-232. La inmunidad al ruido y la distancia son dos puntos clave para ambientes y aplicaciones industriales.

A continuación se presenta Tabla 1.3 que resume las especificaciones:

**EIA RS-422 Specification Summary.**

Parameter	Conditions	Min	Max	Units
Driver Output Voltage Open Circuit			10 -10	V V
Driver Output Voltage Loaded	RT = 100 $\Omega$	2 -2		V V
Driver Output Resistance	A to B		100	$\Omega$
Driver Output Short-Circuit Current	Per output to common		$\pm 150$	mA
Driver Output Rise Time	RT = 100 $\Omega$		10	% of Bit Width
Driver Common Mode Voltage	RT = 100 $\Omega$		$\pm 3$	V
Receiver Sensitivity	Vcm $\leq \pm 7$		$\pm 200$	mV
Receiver Common-Mode Voltage Range		-7	+7	V
Receiver Input Resistance		4000		$\Omega$
Differential Receiver Voltage	Operational: Withstand:		$\pm 10$ $\pm 12$	V V

Tabla 1. 3 Especificaciones RS- 422

Si se incrementa tanto la separación física como la tasa de bits, entonces se opta por la definición de señal alternativa RS-422, que se basa en el empleo de un cable de par trenzado y un par de circuitos transmisores y receptores diferenciales, también conocidos como balanceados o de extremo doble.

Un transmisor diferencial produce señales gemelas de polaridad igual y opuesta para cada señal de 1 a 0 binario que se va a transmitir. Como el receptor diferencial solo detecta la diferencia entre ambas señales en sus dos entradas, el ruido captado por ambos alambres no afectará el funcionamiento del receptor. Por ello se dice que receptores diferenciales tiene la adecuada propiedad de rechazo de modo común. RS-422 es apropiada cuando se utiliza cable de par trenzado a distancias físicas de hasta 10m con 10 Mbps y de 1 Mbps, Figura 1.9. [10]

Un parámetro importante de toda línea de transmisión es su impedancia característica, porque un receptor solo absorberá la totalidad de la señal recibida, si la línea termina con un resistor igual a la impedancia característica. Si no es este el caso, habrá reflexiones de señal que distorsionan aún más la señal recibida. Por

tanto, en general las líneas terminan con una impedancia igual a la impedancia característica, con valores comunes de 50 a 200 ohmios. [10]

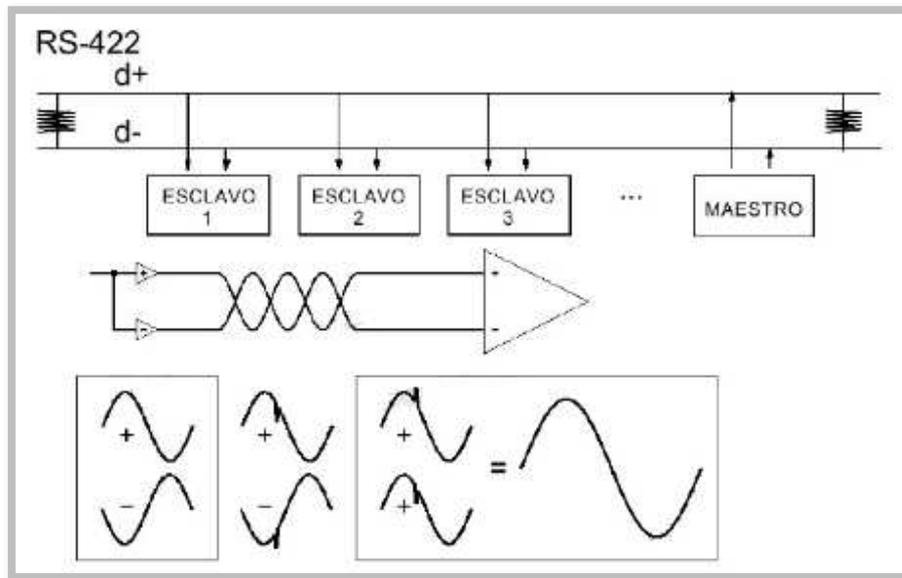


Figura 1. 9 Comunicación Maestro – Esclavo

### 1.3. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La programación orientada a objetos o también POO, expresa un programa como un conjunto de estos objetos que realizan tareas. Durante años, los programadores se han dedicado a construir aplicaciones muy parecidas que resolvían una y otra vez los mismos problemas. La falta de portabilidad del código y reusabilidad, código difícil de modificar, ciclos de desarrollo largos y técnicas de codificación no intuitiva, son problemas que han existido desde el comienzo en el desarrollo de software. Para facilitar el trabajo se creó POO, siendo sus principales ventajas la reusabilidad y la extensibilidad, que se basan en una serie de normas para que otras personas puedan utilizarlas y adelantar su trabajo, tiene que ensamblar a partir de componentes previamente escritos con el mínimo esfuerzo y el sistema ensamblado será fácil de ampliar sin necesidad de

retocar los componentes reutilizados. “Ello implica que los objetos definidos en un programa pueden ser extraídos del mismo e implantados en otro sin tener que

realizar modificaciones importantes en el código del objeto. El objeto final es que el programador construya una librería de objetos que le permita realizar programas basándose en la técnica de cortar y pegar”[13].

POO debe soportar objetos con característica fundamental, ya que está basado en clases y debe ser capaz de tener herencia de clases.

### 1.3.1. CARACTERÍSTICAS

#### 1.3.1.1. Objeto

Se define como un conjunto complejo de datos y programas (métodos) que poseen estructura y que están relacionados entre sí, formando parte de una organización, es decir que es conformado por un cierto número de componentes bien estructurados el cual no está aislado sino que forma parte de una organización jerárquica [13]. La Figura 1.10, muestra una representación visual de un objeto.

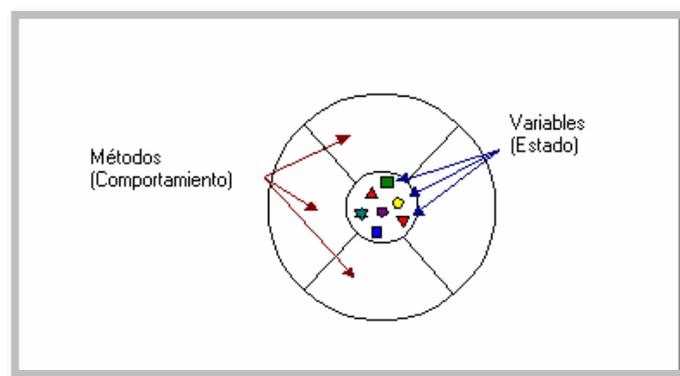


Figura 1. 10 Representación visual de un objeto

El objeto está conformado por tres partes totalmente independientes: relaciones, propiedades y métodos.

**Relaciones:** Le permiten al objeto insertarse en la organización relacionándose con otros dentro de la misma, están conformadas por punteros y objetos.

**Propiedades:** Ayuda a identificarlo y definirlo frente a otros objetos pertenecientes a otras clases, incluso de la misma clase, ya que tiene valores bien diferenciados en sus atributos. En POO corresponden a variables de programación estructurada, que pueden tener un valor único o un conjunto de valores (listas, vectores, matrices, etc).

**Métodos:** Son mecanismos de interacción que favorecen la comunicación entre objetos de una misma clase o distintas, lo que implica el cambio de estado en los propios objetos. Se define como procedimiento, función o rutina, escrito en cualquier lenguaje asociado a un objeto determinado, normalmente en forma de código cuya ejecución solo puede desencadenarse a través de un mensaje recibido por éste o por sus descendientes.

#### **1.3.1.2. Abstracción**

Es la capacidad de un objeto de cumplir las funciones sin importar el ámbito en el cual se lo haya creado, en el que siempre expondrá sus mismas propiedades y dará los mismos resultados a través de sus eventos.

#### **1.3.1.3. Polimorfismo**

Se define la capacidad de que más de un objeto puede crearse usando la misma clase de base para lograr dos conceptos de objetos diferentes. Además se pueden construir varios métodos con el mismo nombre, con relación a la clase a la que pertenece cada uno, con comportamientos diferentes.

#### **1.3.1.4. Encapsulamiento**

El encapsular al objeto facilita, la reusabilidad de programas siempre que esté bien construido, sus métodos seguirán funcionando y puede ser transportado a otro punto de la organización, incluso a otra organización totalmente diferente.

### 1.3.1.5. Herencia

Es la característica para la creación de los objetos, que se basa en una clase de base, heredando todas sus propiedades, métodos y eventos; los cuales pueden ser o no ser implantados y / o modificados. [13]

La herencia proporciona las siguientes ventajas:

Las clases derivadas o subclases proporcionan comportamientos especializados a partir de los elementos comunes que hereda de la clase base, que pueden ser reutilizados dichos códigos.

Las clases abstractas sirven de modelo base para la creación de otras clases derivadas, cuya implantación depende de las características particulares de cada una de ellas. [21]

## 1.3.2. INTRODUCCIÓN A VISUAL BASIC

Visual Basic es un lenguaje de programación desarrollado por Microsoft, orientado a eventos, diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en un entorno gráfico, el cual tiene una interfaz gráfica de usuario para crear aplicaciones para Windows basado en el lenguaje Basic y en la programación orientada a objetos. Este lenguaje facilita el trabajo de programación, ya que permite colocar objetos prefabricados en donde sean requeridos, en lugar de escribir numerosas líneas de código para implementar un interfaz.

Visual Basic constituye un IDE (entorno de desarrollo integrado), que ha sido empaquetado como un programa de aplicación, es decir, consiste en un editor de código (programa donde se escribe el código fuente), un depurador (programa que corrige errores en el código fuente para que pueda ser bien compilado), un compilador (programa que traduce el código fuente a lenguaje de máquina) y un

constructor de interfaz gráfica o GUI (es una forma de programar en la que no es necesario escribir el código para la parte gráfica del programa, sino que se puede hacer de forma visual). [9]

#### **1.3.2.1. Ventajas de Visual Basic**

- La ventaja más importante de Visual Basic es que ha sido diseñado para aumentar la productividad en su trabajo de desarrollo diario, especialmente si tiene que utilizar información de bases de datos o crear soluciones para internet.
- Al familiarizarse con Visual Basic se puede utilizar las mismas herramientas para escribir programas Microsoft Visual C++, Microsoft Visual C#, Microsoft Visual Web Developer entre otras herramientas y compiladores de terceros, además integra el diseño e implementación de formularios de Windows.
- Es un lenguaje estructurado, lo que permite crear programas modularmente, mediante subrutinas y módulos, capaz de crear programas ya competitivos con lenguajes de alto nivel.
- Permite crear aplicaciones para Windows en muy poco tiempo, de manera eficaz y con menor inversión de tiempo y dinero.
- Permite generar librerías dinámicas de forma activa, mediante la reconfiguración en su proceso de colección o codificación.
- Es un lenguaje RAD, o un ambiente para aplicaciones bajo el sistema operativo Microsoft Windows.

#### **1.3.2.2. Desventajas de Visual Basic**

- Visual Basic, no distingue entre mayúsculas y minúsculas como hace en C++.
- No se puede exportar el código a plataformas diferentes a Windows, sin embargo se pueden usar emuladores e intérpretes para correrlos en otras plataformas.

- No permite programación de bajo nivel ni incrustar secciones de código en ASM.
- Es un lenguaje basado en objetos y no orientado a objetos.
- No maneja muy bien los apuntadores de memoria.
- No incluye operadores de desplazamiento de bits como parte del lenguaje.
- No avisa de ciertos errores o advertencias, pero se puede configurar el compilador para generar ejecutables sin los controladores de desbordamiento de enteros o las comprobaciones de límites en matrices entre otros, dejando así más de la mano del programador la tarea de controlar dichos errores.

### **1.3.3. PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS CON VISUAL BASIC**

En Visual Basic se realiza la programación orientada a Objetos (POO), utilizando objetos ligados mediante mensajes, para la solución de problemas, en la que se puede considerar como una extensión natural de programación estructurada en un intento de potenciar los conceptos de modularidad y reutilización de código. [7]

#### **1.3.3.1. Mecanismos Básicos de la POO**

Los mecanismos básicos de la programación orientada a objetos son: Objetos, Mensajes, Métodos, Propiedades y Eventos.

#### **Objetos**

Un programa tradicional se compone de procedimientos y datos. Un programa orientado a objetos se compone solo de objetos y un objeto es una encapsulación genérica de datos y de procedimientos para manipularlos. Un objeto tiene atributos particulares, propiedades y unas formas de operar sobre ellas, los métodos. Por lo tanto un objeto contiene, por una parte, operaciones que definen su comportamiento y por otra, variables manipuladas por esas operaciones que definen su estado.

## Mensajes

Cuando se ejecuta un programa orientado a objetos, los objetos están recibiendo, interpretando y respondiendo a mensajes de otros objetos [7]. En Visual Basic el mensaje está asociado con un procedimiento, de tal manera que cuando un objeto recibe un mensaje la respuesta es ejecutar el procedimiento asociado, al cual se le denomina método.

## Métodos

Es una instrucción especial que realiza una acción o un servicio para un objeto concreto en un programa. En un código de programa, la nota para utilizar un método es:

Object.Method (Value)

Object es el nombre del objeto con el que se quiere trabajar, Method es la acción que quiere realizar y Value es un argumento opcional que utilizará el método. [8]

## Propiedades

Las propiedades de un objeto define la manera en que dicho objeto se ve y se comporta, dicho de otra forma es un valor o una característica que tiene un objeto.

En Visual Basic, las propiedades se configuran en el momento del diseño, utilizando la ventana PROPIEDADES o durante la ejecución utilizando instrucciones en el código del programa, en dicho código el formato para configurar una propiedad es:

Object.Property = Value

Donde Object es el nombre del objeto que está personalizando, Property es la característica que requiere cambiar y Value es la nueva configuración de propiedad. [8]

## Eventos

Visual Basic es un lenguaje de programación controlado por eventos. Esto significa que el código que se ejecutará en respuesta a algo que ocurre, para ello existe un

procedimiento de eventos, que es un bloque de código que se ejecuta cuando un objeto es manipulado en un programa, generalmente estos evalúan y configuran las propiedades y usan otras instrucciones de programa para realizar el trabajo de programa.

### **Instrucción de programa**

Es una línea de código, una instrucción independiente ejecutada por un compilador de Visual Basic que realiza un trabajo útil dentro de la aplicación. Una instrucción de programa puede variar en longitud, pero deben seguir reglas sintácticas definidas e impuestas por el compilador además se puede componer de palabras clave, propiedades, nombres de objeto, variables, números, símbolos especiales y otros valores. [8]

### **Palabra clave**

Una palabra clave es una palabra reservada dentro del lenguaje Visual Basic, reconocida por el compilador y que realiza un trabajo útil. Las palabras clave son uno de los bloques de construcción básicos de instrucciones de programa; funcionan conjuntamente con objetos, propiedades, variables y otros valores para formar líneas de código completas y por tanto, instrucciones para el compilador y el sistema operativo.

### **Variable**

Es un contenedor especial para contener datos temporalmente en un programa. El programador crea variables utilizando la instrucción Dim y después, utiliza esas variables para almacenar los resultados de un cálculo, los nombres de archivo, la entrada, etc. [8]

## **Control**

Es una herramienta que se utiliza para crear objetos (dentro de un formulario), en un programa de Visual Basic. Selecciona controles desde el cuadro de herramientas y los utiliza para dibujar objetos con el ratón en el formulario, utiliza la mayoría de los controles para crear elementos de interfaz de usuario, como botones, cuadros de imagen y cuadros de lista. [8]

## **Clase**

Es un proyecto, una plantilla, para uno o más objetos que define lo que hace. Por lo tanto una clase define lo que puede ser un objeto, pero no al objeto en sí, en Visual Basic puede utilizar clases existentes como por ejemplo: System.Match y System.Windows.Forms.Form y puede crear sus propias clases y propiedades “inherentes”, métodos y eventos a partir de ellos. [8]

## **Espacio de nombre**

Un espacio de nombre es una biblioteca de clase jerárquica organizada bajo un único nombre, como System.Windows o System.Diagnostics. Para acceder a las clases y objetos subyacentes dentro de un espacio de nombre, coloca una instrucción Imports en la parte superior del programa. En otras palabras se refiere a bibliotecas de objetos o de clases en libros y documentación en Visual Basic.[8]

## **1.4. IMPORTANCIA DE LOS SISTEMAS INTERACTIVOS**

En los sistemas interactivos su software debe ser programado, considerando la aplicación de procesos de Diseño Centrados en el Usuario (DCU), ya que esto es un componente fundamental para garantizar su usabilidad.

Los sistemas se basan fundamentalmente en la tecnología disponible y en la relación errónea que los desarrolladores han establecido entre usabilidad y

aparición de la interfaz de usuario en cuanto a sus características estéticas. Es importante tener en cuenta que la usabilidad de un sistema, no solo está ligada a la apariencia de la interfaz de usuario sino principalmente al modo en el que el usuario pueda utilizar el sistema, es decir la interacción con el mismo y por tanto está relacionada con la estructura general del sistema y con la lógica de lo requerido. [10] Los sistemas interactivos con el usuario se basan en normas como la ISO 9241:11 “explica que los beneficios de usabilidad de los sistemas se miden fundamentalmente por el grado de consecución de los objetivos previstos en cuanto a utilización (efectividad), por los recursos empleados para alcanzar esos objetivos (eficiencia) y por el grado de aceptación del producto por parte de usuario (satisfacción)” [10], los sistemas deben ser efectivos, eficientes y satisfactorios al usuario para su fácil comprensión, apoyándose de la tecnología visual, auditiva etc.

Con el desarrollo y evolución de la tecnología se ha desarrollado ampliamente un conjunto de aplicaciones denominadas aplicaciones multimedia interactivas, que permite interactuar con un ordenador utilizando diferentes códigos en la presentación de la información como : texto, imagen, sonido, etc. Estas aplicaciones son utilizadas en la educación.

Este tipo de aplicaciones o programas tienen dos características básicas:

- *Multimedia*: Se utiliza múltiples tipos de información como texto, gráficos, animaciones, videos, etc. Integrados coherentemente. [11]
- *Hipertextual*: Interactividad basada en los sistemas de hipertexto, que permiten decidir y seleccionar la tarea que se desea realizar, rompiendo la estructura lineal de la información. [11]

La utilidad y funcionalidad de un programa también se determina por los diferentes códigos o medios en los que se presenta la información y los diferentes medios de comunicación – auditivo, visual que ayuda al aprendizaje, que se adapta en mayor medida a los sujetos, a sus características y capacidades.

Las diferentes maneras de representar la información pueden ser las siguientes:

## **TEXTO**

El texto en las aplicaciones multimedia permite desarrollar la comprensión lectora, discriminación visual, fluidez verbal, vocabulario, etc. El texto permite aclarar la información gráfica o icónica y para reforzar el componente visual del texto, se lo puede hacer mediante modificaciones en su formato, resaltando la información más relevante y añadiendo claridad al mensaje escrito.

## **SONIDOS**

Los sonidos se incorporan en las aplicaciones principalmente para facilitar la comprensión de la información, clarificándola. Dichos sonidos pueden ser locuciones orientadas a completar el significado de las imágenes, música y efectos sonoros para conseguir captar la atención del usuario.

## **GRÁFICOS E ICONOS**

Los elementos iconográficos permiten la representación de palabras, conceptos, ideas mediante dibujos e imágenes con el objetivo de transmitir una idea. El carácter visual de una imagen o de un icono es dirigido para comunicar ideas o conceptos a múltiples personas que pueden hablar diferentes idiomas o con distintos niveles de desarrollo del lenguaje.

## **IMÁGENES ESTÁTICAS**

Las imágenes estáticas tienen como finalidad ilustrar y facilitar la comprensión de la información que se desea transmitir.

## **IMÁGENES DINÁMICAS**

Las imágenes en movimiento, transmiten de forma visual secuencias completas de contenido, ilustrando un apartado de contenido en sentido propio. Mediante ellas, en ocasiones pueden simularse eventos difíciles de conocer u observar de forma real. Pueden ser videos o animaciones. [11]

### **1.4.1. SISTEMAS DE VISUALIZACIÓN**

Es la formación de imágenes visuales, en la cual existe un mapeo de datos que pueden ser visuales, auditivos, táctiles, etc. o una combinación de estos, en representaciones que pueden ser percibidas.

La tecnología de visualización es una integración de las áreas gráficas, procesamiento de imágenes, visión computacional, modelado geométrico, diseño asistido por computadora, psicología perceptual, estudios de interfaces de usuarios, etc. Los sistemas de visualización se encargan personas que tienen conocimientos en áreas como diseño gráfico, ciencias, matemáticas, gráficos por computador y animación. [12]

### **1.4.2. SISTEMAS DE SONIDO**

El sonido es una vibración que se propaga en un medio elástico, al referirse al sonido audible por el oído humano, se define como una sensación percibida en el órgano del oído, producida por la vibración que se propaga en un medio elástico en forma de ondas. [5]

Para reproducir un sonido existen sistemas de reproducción que deben cumplir con condiciones fundamentales como:

- En los componentes audibles de los diferentes sonidos a reproducir debe contener todo el rango de frecuencias.

- El rango de volumen debe ser tal que emita sin ruido ni distorsión, la reproducción de todo el rango de intensidad asociado con los sonidos.
- El patrón espacial del sonido original, debe ser preservado en el sonido reproducido.

### 1.4.3. SISTEMAS DE ILUMINACIÓN

Los sistemas de iluminación se conforman principalmente de una o un conjunto de lámparas, que en sí se denominan luminarias, que se utiliza para focalizar la luz y evitar que ésta se desperdicie.

Para seleccionar el tipo de luminaria adecuada se debe tener en cuenta los siguientes aspectos:

- Alta eficiencia: Las luminarias deben tener un buen rendimiento y una distribución luminosa acorde a lo requerido, lo cual implica menor consumo.
- Buen rendimiento: Luminarias con altos rendimientos en eficiencia luminosa, darán como respuesta, una menor cantidad de lámparas para lograr el mismo nivel de iluminación, consecuentemente menor consumo. En este parámetro se debe considerar el lugar que se requiere iluminar para realizar los cálculos respectivos.

Larga vida útil: La vida útil prolongada de las luminarias implica que serán reemplazadas con menor frecuencia y por lo tanto menor costo de mantenimiento.

Uno de los requerimientos principales, al momento de elegir una lámpara es que contribuya al ahorro energético, para lo cual se debe tener las siguientes consideraciones:

- Adecuar el nivel de iluminación al recomendado, en función de las necesidades.
- Limpiar las lámparas y sustituir aquellas en las que el flujo se haya reducido hasta condiciones no adecuadas. La acumulación de polvo en los sistemas de alumbrado hace que se pierda hasta un 10% en iluminación.

- La duración de los tubos fluorescentes se especifica para una instalación en la que estarán en funcionamiento tres horas. Si se realizan conexiones cada poco tiempo, la duración de la lámpara se acorta.
- Usar colores claros en las paredes, muros y techos, porque los colores oscuros absorben gran cantidad de luz y obligan a utilizar más lámparas.
- Aprovechar la entrada de luz natural, utilizando protecciones móviles, claraboyas y lucernarios que permitan su entrada, si le permite el lugar de aplicación.
- En áreas que precisen distintos niveles de iluminación con periodicidad variable, resulta aconsejable instalar reguladores de intensidad luminosa.
- Sectorizar los circuitos de iluminación, de modo que se puedan conectar solamente las lámparas necesarias en la zona de trabajo. [14]

Se debe utilizar equipos de control y regulación, como en el caso de alumbrado interior, se puede utilizar: pulsadores temporizados, detectores de presencia, célula fotosensible, Dimmer.

Existen lámparas que contribuyen al ahorro energético que son:

- Lámparas fluorescentes
- Lámparas led

#### **1.4.3.1. Lámparas Fluorescentes**

Las lámparas fluorescentes “se basan en la emisión de radiaciones ultravioleta producida por el vapor de mercurio, que al chocar contra las sustancias fluorescentes se transforma en energía luminosa visible” [15].

Tienen mayor rendimiento que las lámparas incandescentes, pero son más caras y algunas requieren un dispositivo complementario, el cual se encarga de limitar la corriente y desencadenar el proceso de generación de arco eléctrico entre los dos electrodos que da lugar a la radiación visible, su vida útil es mayor.

Las lámparas fluorescentes proporcionan una luz más dispersa que las fuentes “puntuales”, esta cualidad junto con su alta eficiencia energética, las hacen especialmente apropiadas para iluminar extensas áreas, pero una desventaja principal es que baja el factor de potencia, además no tiene mucha variedad de colores.

Como colores decorativos se tiene: rojo, verde, naranja, azul y rosa, para iluminación exterior amarilla y para efectos especiales se tiene luz negra, como se puede ver en la Figura 1. 11



Figura 1. 11 Lámparas Fluorescentes

#### 1.4.3.2. Lámparas Led

Estas lámparas son a base de leds y sirven para interiores como para exteriores, esta tecnología genera baja temperatura y mínimo mantenimiento, es una tecnología superior a las lámparas de filamento convencional, ofreciendo cambio de color, la vida útil es mayor que las antiguas lámparas ahorradoras, un importante ahorro más del 50% hasta un 80% de energía, es más resistente a golpes y a vibraciones.

Estas lámparas ofrecen una mayor gama de colores como se muestran en la Figura 1.12



Figura 1. 12 Lámparas led

## 1.5. SOLUCIÓN AL PROBLEMA

En el ingreso al museo se contaba con un área, donde se explica distintos aspectos relacionados con la creación del universo, los recursos en exposición eran cuadros en los que se encontraban imágenes alusivas al tema, con sus respectivas explicaciones textualmente impresas, por este motivo requería que esté constantemente un guía para los visitantes, debido a que el área sin un expositor se tornaba cansada con largas lecturas que no destacaban del resto del entorno, especialmente en el caso de los niños, donde se requiere de un ambiente más dinámico. Pensando en ellos, para facilitar su comprensión, surge la necesidad implementar un sistema interactivo, que presente de una forma didáctica y facilite el aprendizaje, ayudando al proceso educativo. La ventaja de este tipo de sistemas es mejorar su utilidad y funcionalidad, captando la concentración por diferentes medios como: auditivo y visual mediante la reproducción de videos que llama la atención de los visitantes apoyándose en la tecnología disponible y en la apariencia de la interfaz de usuario.

Esto demuestra que es posible usar la tecnología al servicio de todos, dotando un entorno visual amigable, dinámico, aplicando video en una pantalla LCD y sonido.

En síntesis, los sistemas deben ser: efectivos, eficientes y satisfactorios al usuario para su fácil comprensión.

## **CAPÍTULO 2**

### **DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA**

#### **2.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta el diseño y construcción de los dispositivos requeridos para el “Desarrollo de un sistema Visual e Interactivo para el Museo de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional”.

Para el desarrollo de este proyecto se parte de un diagrama de bloques, diseño de las placas de control y el diagrama de flujo para la comunicación entre equipos.

##### **2.1.1. DIAGRAMA DE BLOQUES DEL SISTEMA VISUAL E INTERACTIVO**

En la Figura 2.1, se presenta el diagrama de bloque que describe la arquitectura general del sistema diseñado, que incluye la comunicación entre dispositivos.

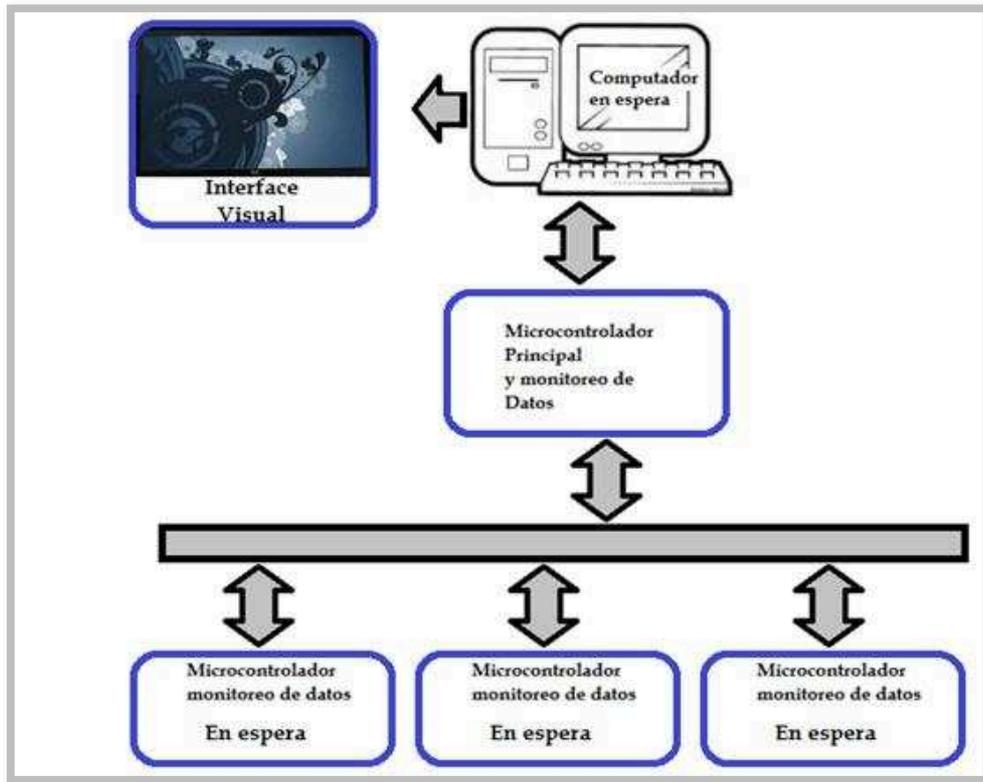


Figura 2. 1 Diagrama de Bloques arquitectura “Desarrollo de un sistema Visual en Interactivo para el museo de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional”

## 2.2. DISEÑO DEL HARDWARE

### 2.2.1. PARÁMETROS ESPECÍFICOS PARA EL DISEÑO.

Para el desarrollo del trabajo de acuerdo con su aplicación, se toma en cuenta las siguientes consideraciones:

- El sistema se debe adaptar con facilidad a diferentes tipos de aplicaciones.
- Capacidad de acoplar más módulos al sistema.
- Ahorro energético y control adaptado de acuerdo a los requerimientos propuestos por el museo, tomado en cuenta la ubicación, instalaciones ya existentes y la distribución de nuevos equipos requeridos para la aplicación.

### **2.2.1.1. Ahorro energético**

Es un concepto que en muchos casos no siempre es la sustitución de aparatos existentes por otros de menor consumo, sino una gestión eficiente de aquellos que forman el sistema, esto se logra con la racionalización de carga de equipos menos prioritarios.

### **2.2.1.2. Estructura topológica**

Para la conexión de los dispositivos existen diferentes topologías que podrían aplicarse, como: Estrella, Árbol y Bus. En el proyecto utiliza la topología Bus, para la conexión de los módulos descentralizados que se requiere para los pedestales, debido a la distancia que existe entre módulos y la topología estrella para conectar el computador directamente al microcontrolador maestro, obteniendo comunicación constante entre el microcontrolador y la interface gráfica<sup>1</sup> con datos simples que se envían a través de una interface de norma RS 232 por facilidad de comunicación, resultando una topología mixta.

### **2.2.1.3. Módulos descentralizados**

La capacidad de un dispositivo para asociarse a otros componentes que tienen el mismo protocolo de comunicación es lo que se conoce como modularidad. Un ejemplo muy frecuente a nivel industrial ocurre cuando el control está colocado a una distancia tal, que el llevar todos los cables de las entradas y salidas hasta los dispositivos de control y accionamiento de la máquina exigen una gran cantidad de cables de proporciones elevadas, con los problemas de tendido de los mismos, espacio, pérdidas de señal y su costo. La solución de los fabricantes de PLCs que

---

<sup>1</sup> “La interfaz gráfica de usuario, es un programa Informático que actúa de interfaz de usuario, utilizando un conjunto de imágenes y objetos gráficos para representar la información y acciones disponibles en la interfaz.”[12]

proporciona a los usuarios, dentro de su gama de productos, la posibilidad de enlazar el PLC y los elementos de la máquina mediante un bus de datos, el cual con solo dos o cuatro hilos transmite la información de forma rápida y eficaz, siendo esta la solución para los problemas que conllevan el tendido de cables. Tomando como ejemplo dos marcas Vipa con su módulo descentralizado Slio y en Mitsubishi con su módulo descentralizado Melsectst, la idea de módulos descentralizados es de la cual se parte para el diseño final del prototipo de control.

#### **2.2.1.4. Protocolos de comunicación**

Cuando se produce un intercambio de datos entre equipos, a través de un sistema de bus, es preciso definir el sistema de transmisión y el método de acceso. En aplicaciones multipunto un computador central se puede comunicar con varias UTR (Unidad Terminal Remota). Existen dos metodologías para aplicaciones multipunto, una denominada "polling" (Interrogación - respuesta) en la cual la computadora central envía el mensaje y solamente la UTR que reconoce su dirección responde, otra metodología denominada "reporte instantáneo" en la cual la UTR inicia la comunicación y envía su bloque de datos, únicamente cuando ocurra un evento. Para el desarrollo de este proyecto en la programación del microcontrolador se elige el protocolo "polling".

#### **2.2.2. DIMENSIONAMIENTO DEL HARDWARE**

El diseño del prototipo toma en cuenta la distribución de equipos con los que ya cuenta el museo, en la lámina 1 (Anexo C), se muestra las distancias medidas para la elección del medio de transmisión de datos seriales.

La lámina 2 (Anexo C) presenta la redistribución de los equipos, se selecciona el medio de transmisión RS-422, en la Tabla 2.1 compara entre distancia y velocidad de transmisión, donde RS-422 utiliza un medio diferencial, para evitar interferencias en la comunicación, un alcance de 1200m a 100kb/s, siendo ésta una relación inversa

entre distancia y velocidad, como se puede ver en la Figura 2.2, donde a la velocidad de 9600 baudios, a la distancia máxima de 20 metros entre tarjetas. En la Tabla 2.1 se observa que la velocidad de comunicación se supera con facilidad, sin pérdida de datos o ruido con estos parámetros.

Resumen de estándares de comunicación				
Estándar	RS-232	RS423	RS-422	RS485
Modo de trabajo	Asimétrica	Asimétrica	Diferencial	Diferencial
Drivers	1 driver	1 driver	1 driver	32 drivers
Carga por Driver	1 receiver	10 receivers	10 receivers	32 receiver
Longitud max. cable	15m	1200m	1200m	1200m
Velocidad max.	20 kb/s	100 kb/s	10 Mb/s	10 Mb/s
Rango tensión de entrada en receptor	+15 / -15 V	-12 / +12 V	-7 / +7 V	-7 a 12 V
Sensibilidad del receptor	+3 / -3 V	-200 / +200 mV	-200 / +200 mV	-200 / +200 mV

Tabla 2. 1 Resumen de estándares de comunicación, obtenido en SEI-Selco por Jordi Mayné Grau

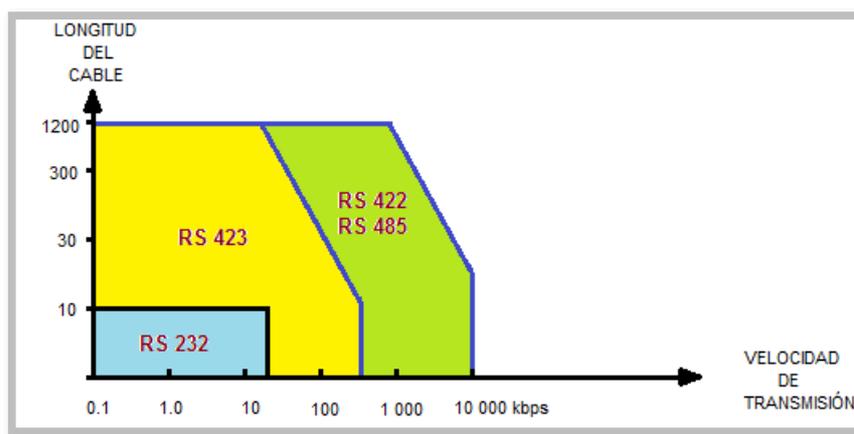


Figura 2. 2 Longitud de Cable versus Velocidad de transmisión, obtenido en SEI-Selco por Jordi Mayné Grau

### 2.2.2.1. Circuito de interface entre el Microcontrolador Maestro y el Esclavo, comunicación RS-422

La interface más simple de conexión en modo diferencial es RS-422, ya que posee un canal exclusivo para la transmisión de datos y otro para la recepción de datos, dando como resultado una comunicación full dúplex. Para la construcción del circuito se utiliza el integrado SN75176, ver Anexo D. Este integrado se encarga de convertir los voltajes TTL a señales diferenciales de forma simple y eficaz. En el mercado existen dispositivos que pueden trabajar a mayor velocidad que el circuito mencionado, aún así se define como tiempo real al proceso en el que el usuario no percibe el tiempo empleado en su ejecución; en la Figura 2.3, se presenta la estructura del cable para la comunicación entre la interface con norma RS-422.

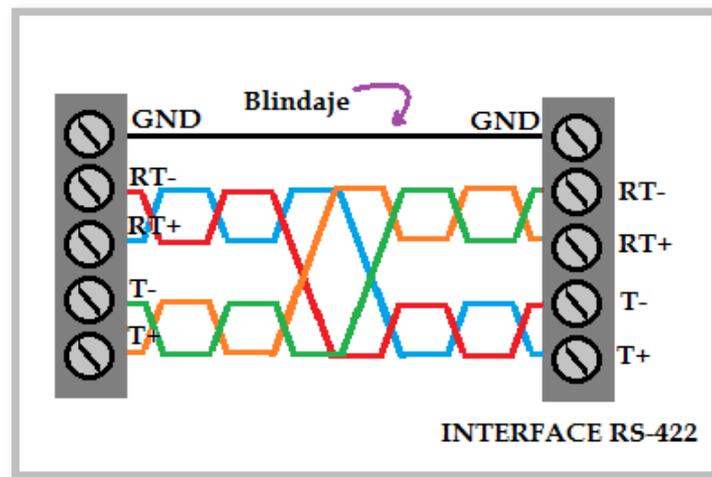


Figura 2. 3 Interface Norma RS-422

### 2.2.3. DISEÑO DE CADA UNA DE LAS ETAPAS

Para el diseño de las etapas se realiza un análisis de las entradas y salidas necesarias para el sistema y se decide utilizar módulos descentralizados que se fundamentan en un mismo diseño para los esclavos que van en los pedestales y tablero de control, mientras que el módulo maestro utiliza otro diseño que contiene el programa principal y la mayoría de entradas del sistema.

### 2.2.3.1. Diagrama de bloques, Circuito de Control, Descripción y Funcionamiento

En la figura 2.4, presenta el diagrama de bloques de un módulo esclavo, ya que como se indicó los módulos esclavo se basan en un diseño similar.

Los dispositivos utilizados son los siguientes:

- a. Microncontrolador Atmega 8. Maneja la información y comunicación.
- b. Integrado SN 75176 A. Realiza el cambio del medio de comunicación.
- c. Patalla LCD 16x2. Presenta información al usuario.
- d. Leds de aviso. Permiten observar el funcionamiento del microcontrolador de forma visual, cada tarjeta tiene dos indicadores, el primer led muestra si la tarjeta está comunicada y el segundo presenta el funcionamiento normal.
- e. Salidas y Entradas digitales. Permiten realizar acciones físicas en los procesos.
- f. Bus de Datos Maestro RS-422.

El diagrama de la figura 2.4 muestra un esquema que permite dimensionar la cantidad de variables necesarias del sistema.

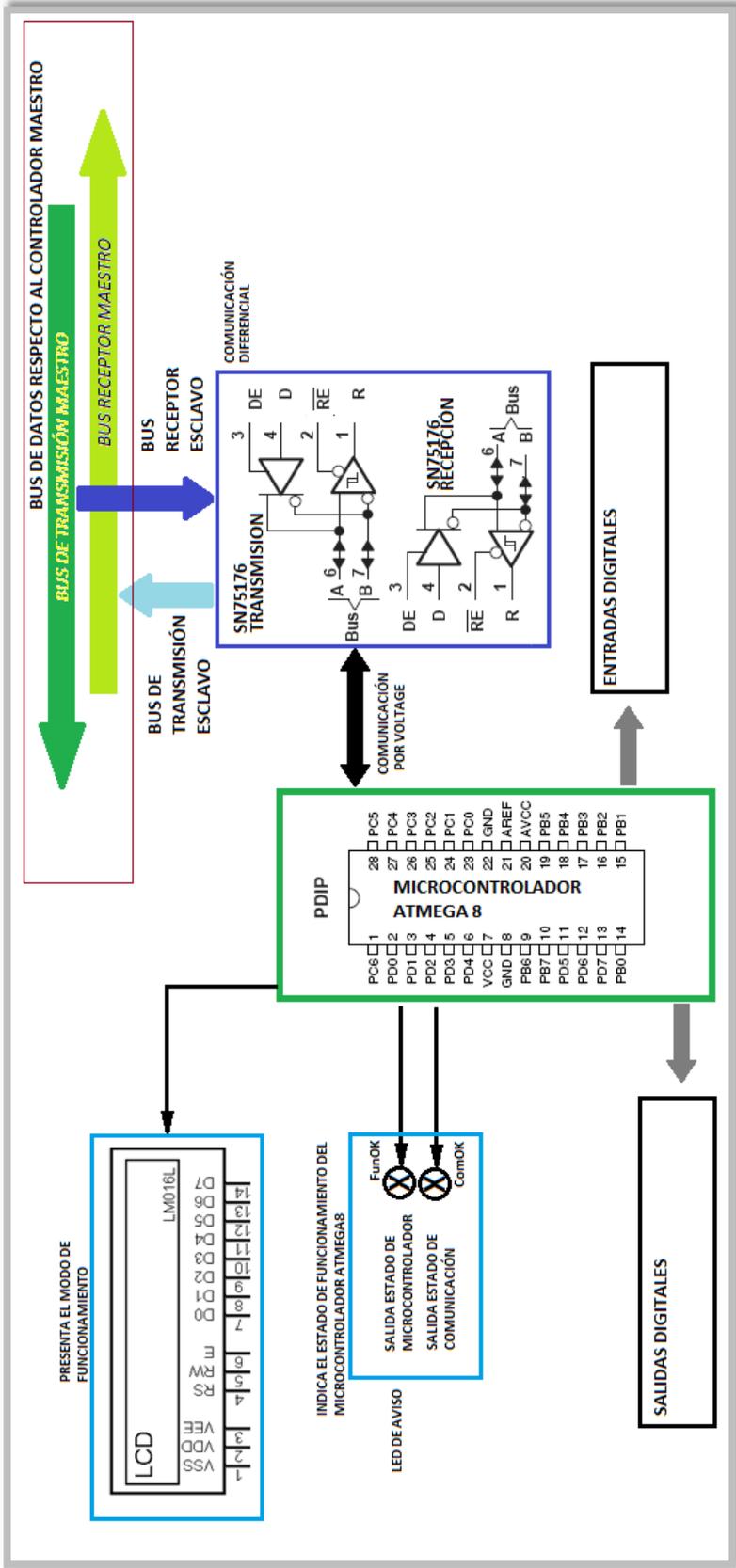


Figura 2. 4 Diagrama de bloques Microcontrolador Esclavo

A continuación se presenta los circuitos implementados, necesarios para el desarrollado para la tarjeta que contiene el microcontrolador Esclavo.

Fuente: Regulador de voltaje a 5 V usando el Integrado 7805 y una resistencia 220 Ohmios que limita la corriente. El circuito implementado se presenta en Figura 2.5.

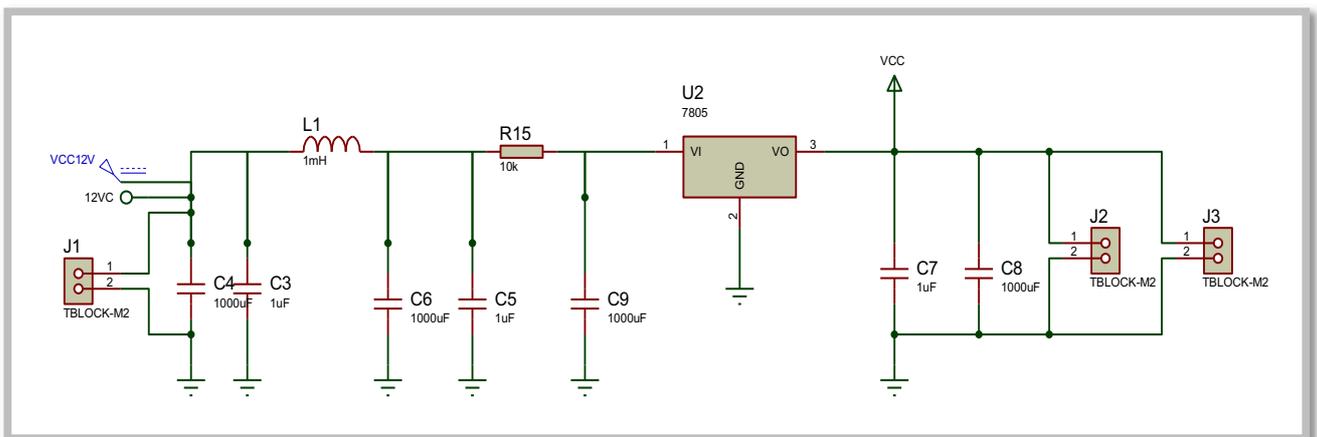


Figura 2. 5 Fuente de alimentación dispositivo de control.

### Conexión y distribución de pines Atmega8:

En las Figuras 2.6, 2.7, 2.8, 2.9, se presenta el circuito total y conexiones para la integración de la tarjeta del controlador esclavo, el circuito se divide para visualizar de forma clara en bloques, mostrados a continuación.

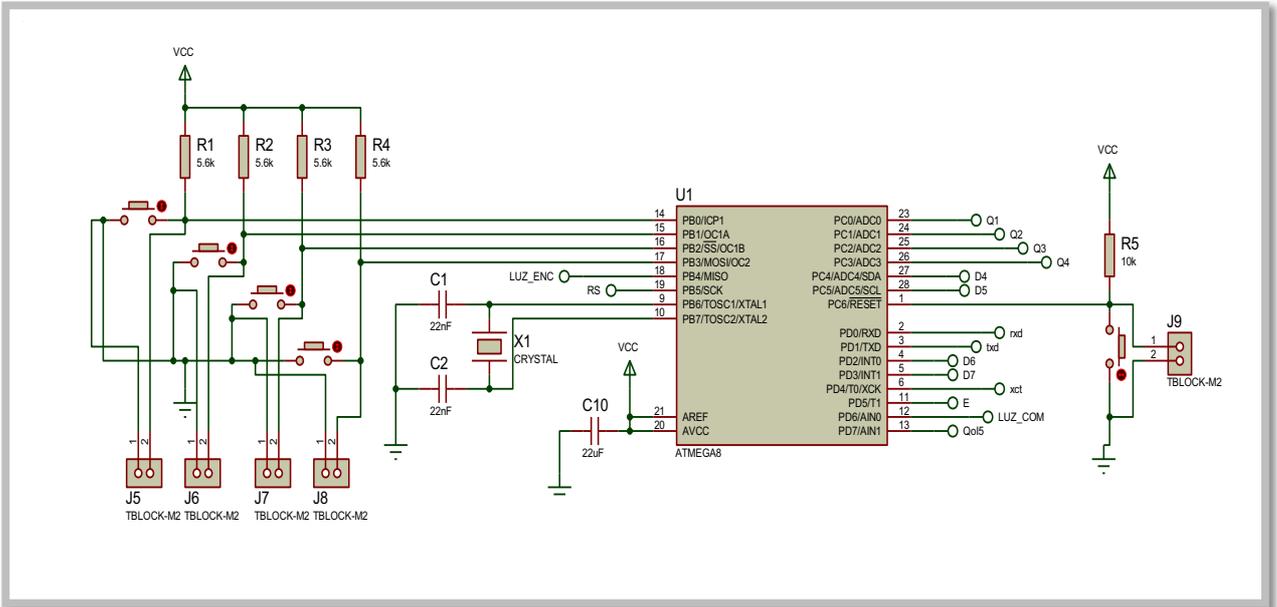


Figura 2. 6 Conexión Atmega164p y entradas digitales

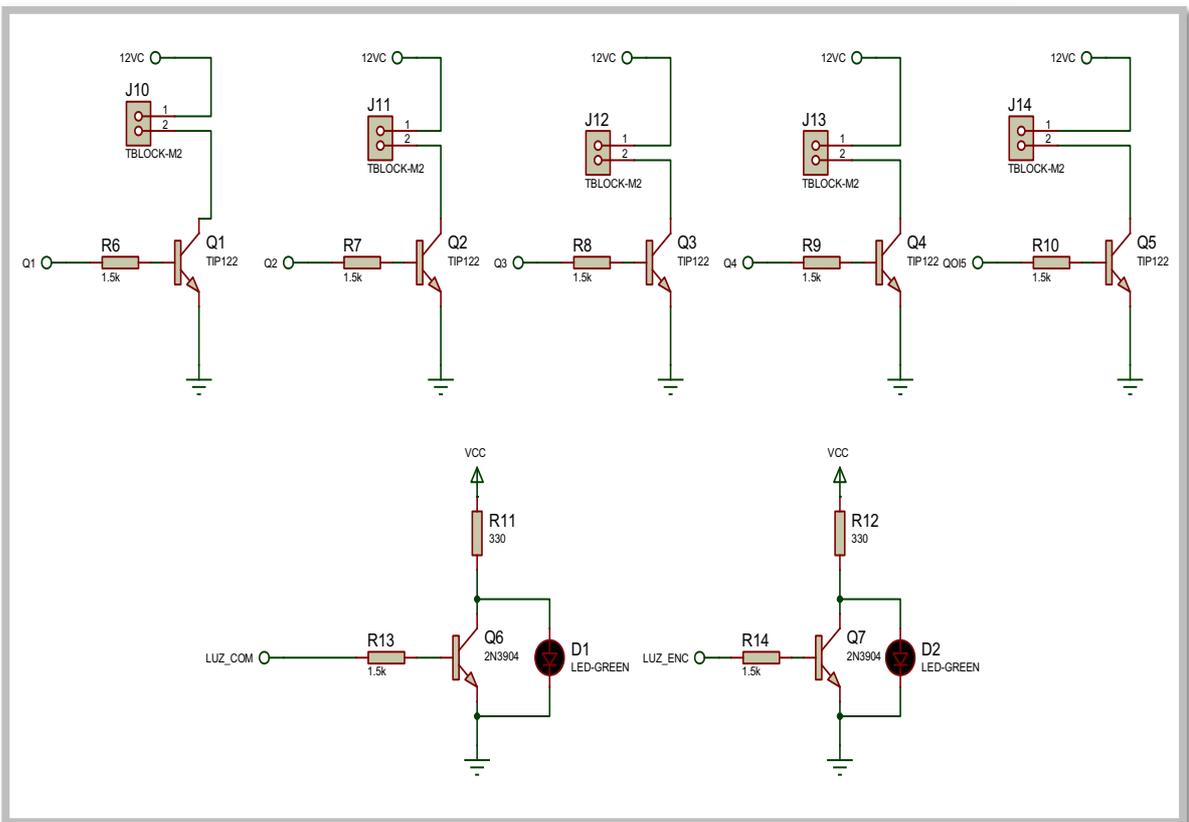


Figura 2. 7 Salidas del Microcontrador a través de un transistor.

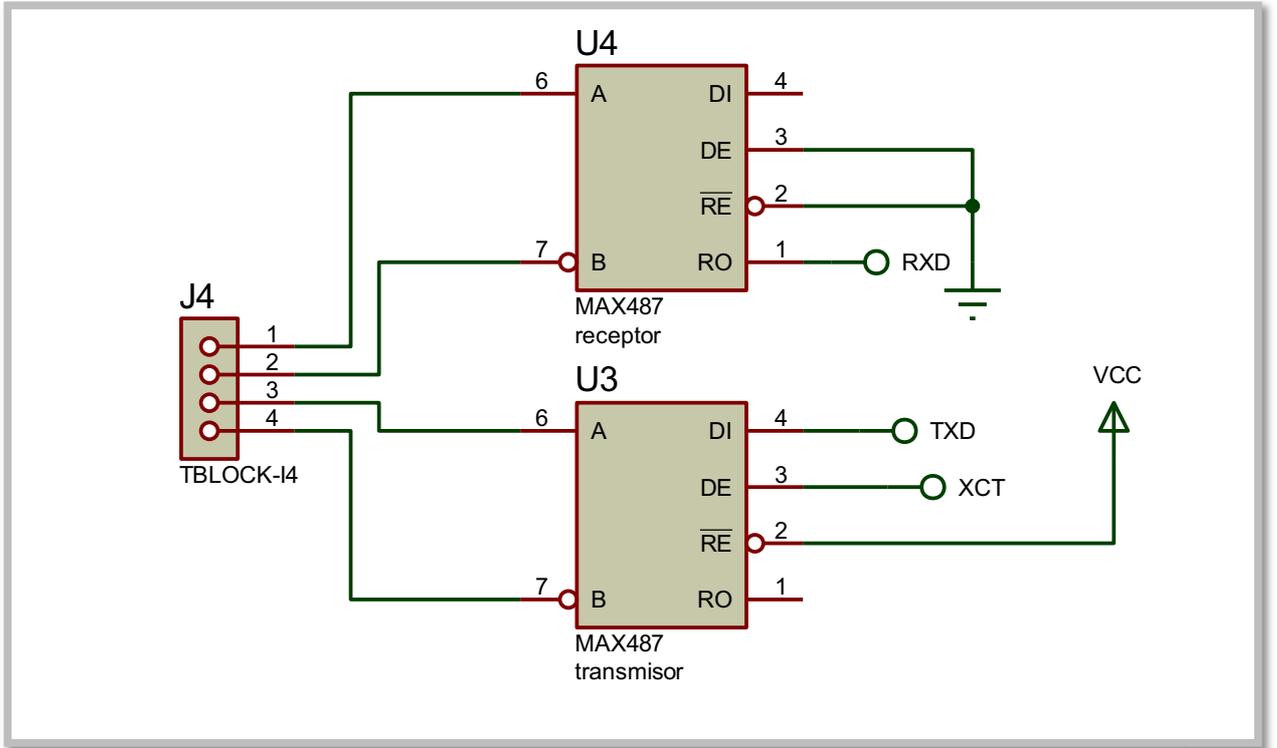


Figura 2. 8 Integrado de comunicación RS-232

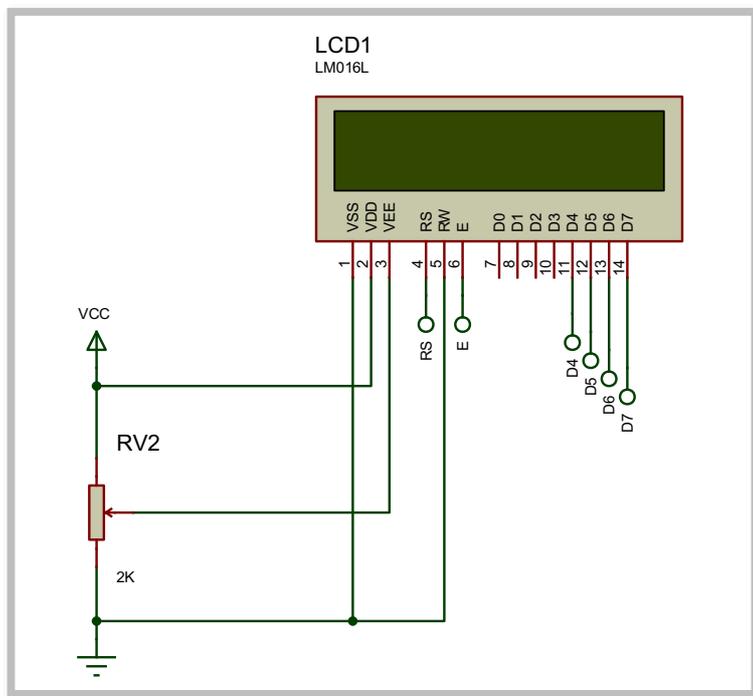


Figura 2. 9 LCD16X2 Extensión de sistema.

#### 2.2.3.1.1. *Líneas de proceso del bloque microcontrolador Maestro*

La comunicación usa la metodología de Polling, el dispositivo maestro tiene la velocidad suficiente para hacer que las entradas del dispositivo esclavo sean transparentes, al momento del barrido de módulos, esta extensión maneja datos que están a distancias relativamente lejanas a través del bus de datos. La Interface de norma RS-422 maneja diferentes canales para transmisión y recepción con lo que se logra evitar colisión de datos y aumentar la velocidad de respuesta.

- a. El microcontrolador posee un programa que le permite, por medio de una interrupción por comunicación, verificar las entradas del dispositivo, esto quiere decir que en el momento de envío de pregunta no se encuentra datos en las entradas y no realiza ninguna acción, se decide no mantener datos, debido que podría darse el caso que una entrada en otra localidad lejana con prioridad sea leída, si se almacenara algún dato, éste podría realizar una acción cuando el usuario no lo desee, por estar mantenida en memoria del dispositivo esclavo afectando el funcionamiento total, por este motivo la velocidad de comunicación debe barrer todos los dispositivos en el menor tiempo posible.
- b. El circuito integrado (SN75176) permite la transmisión de datos en un medio diferencial (Ver Anexo D).
- c. Se presenta en la pantalla LCD de 16x2, información básica, como: el sistema está en modo automático, manual o apagado. Además por ser una aplicación extensible esta pantalla en otros procesos similares podría dar mayor información, permitiendo por programación diferentes funciones adaptadas a diferentes aplicaciones.
- d. Cada módulo tiene dos leds de aviso con la siguiente funcionalidad:

FunOK: Cuando se encuentra el sistema en correcto funcionamiento el led se enciende y apaga en forma sucesiva en tiempos iguales, si esto no ocurre existe falla en el dispositivo.

ComOK: Si el dispositivo está comunicado el led se encuentra encendido, si el led se encuentra apagado significa que no existe comunicación.

Esto permite que se verifique visualmente, el correcto funcionamiento de cada tarjeta cuando todo el sistema esté operando.

- e. El sistema posee en cada módulo salidas y entradas digitales. Por las configuraciones de los elementos en el dispositivo, los pines del microcontrolador son definidos solo como entradas o solo como salidas.
- f. Bus de datos maestro, como se vió en la configuración con interface RS-422, para la metodología de polling, solo se puede tener un maestro y 10 esclavos en la red para evitar retardos. Es por ello que en la Figura 2.4 este bus de datos está orientado respecto al dispositivo maestro.

En la figura 2.10, presenta el diagrama de bloques del módulo maestro, los dispositivos utilizados son los siguientes:

- a. Microcontrolador Atmega164p. Maneja la información de comunicación y realiza acciones de Control del sistema.
- b. Integrado SN 75176 A. Realiza el cambio del medio de comunicación.
- c. Pantalla LCD 16x2. Adicional para futuras extensiones del sistema.
- d. Led de aviso. Permite observar el funcionamiento del microcontrolador de forma visual.
- e. Salidas y Entradas digitales: Permiten realizar acciones físicas en los procesos.
- f. Bus de Datos Maestro RS – 422.
- g. Bus de Datos Maestro hacia el PC RS-232

#### 2.2.3.1.2. *Líneas de proceso Diagrama de bloques Microcontrolador Esclavo*

La comunicación RS-422, se explicó en el dispositivo esclavo. Un adicional que presenta el diseño del dispositivo Maestro es su conexión directamente con el computador, lo que permite que la comunicación sea punto a punto, aprovechando la conexión RS 232 del PC, esto evita tener protocolos extensos que retarden las acciones de control.

**a.** El microcontrolador maestro contiene el Software y Hardware requerido para el control de los diferentes dispositivos, se decide un diseño distinto por la cantidad de entradas digitales que presenta el dispositivo.

Los ítems b, c, d, e, f ya fueron explicados en el dispositivo esclavo en la sección anterior.

**g.** El integrado RS 232, realiza una interface entre los voltajes TTL, a los voltajes que maneja la comunicación RS 232, lo que permite conectar el computador al microcontrolador.

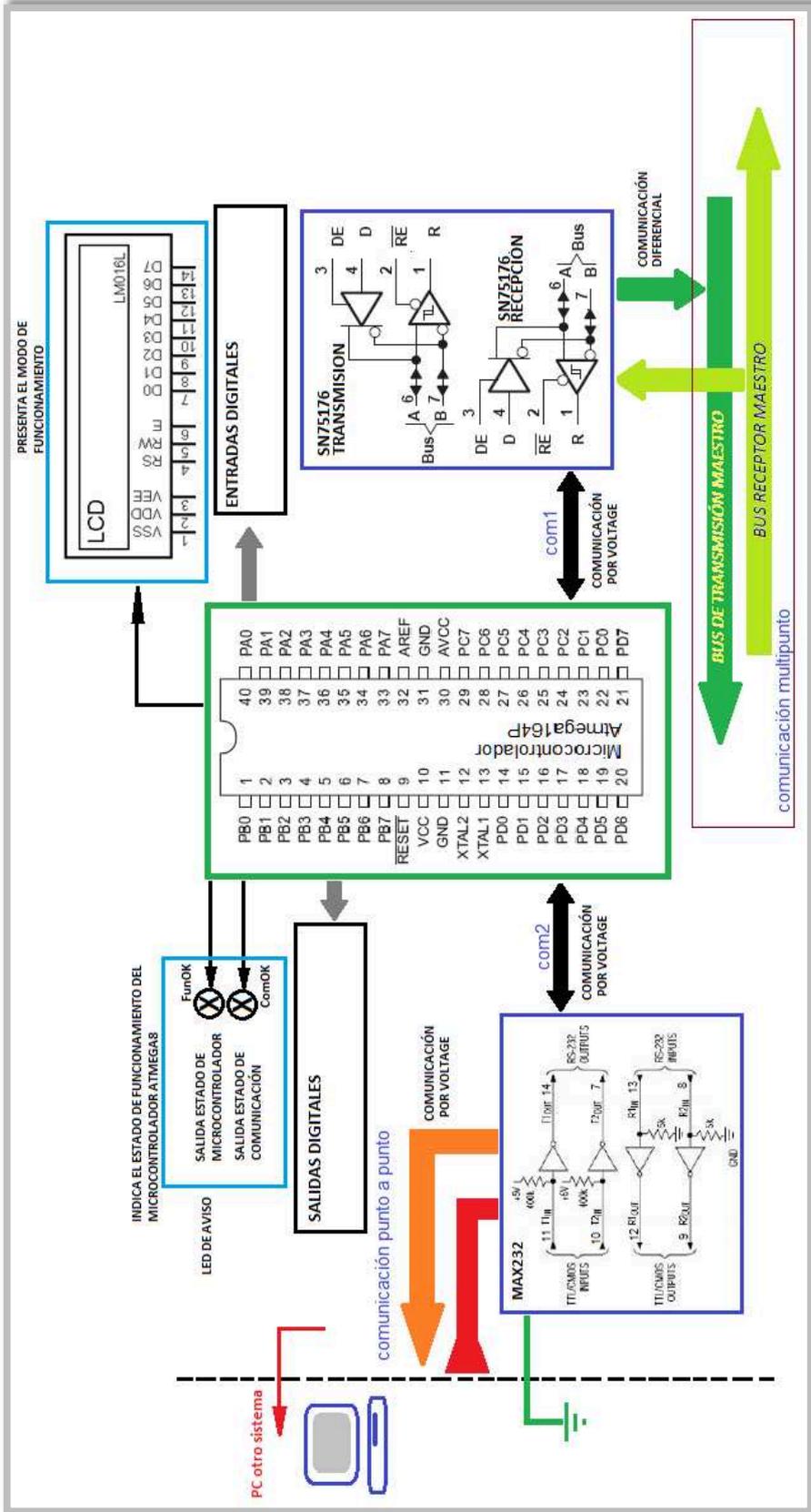


Figura 2. 10 Diagrama de bloques Microcontrolador Maestro

A continuación se presenta los circuitos implementados que son necesarios para el desarrollo de la tarjeta que contiene el microcontrolador maestro.

Fuente: Está formada por un regulador de voltaje a 5 V (Integrado 7805) y una resistencia 220 Ohmios que limita la corriente. El circuito implementado se presenta en Figura 2.11.

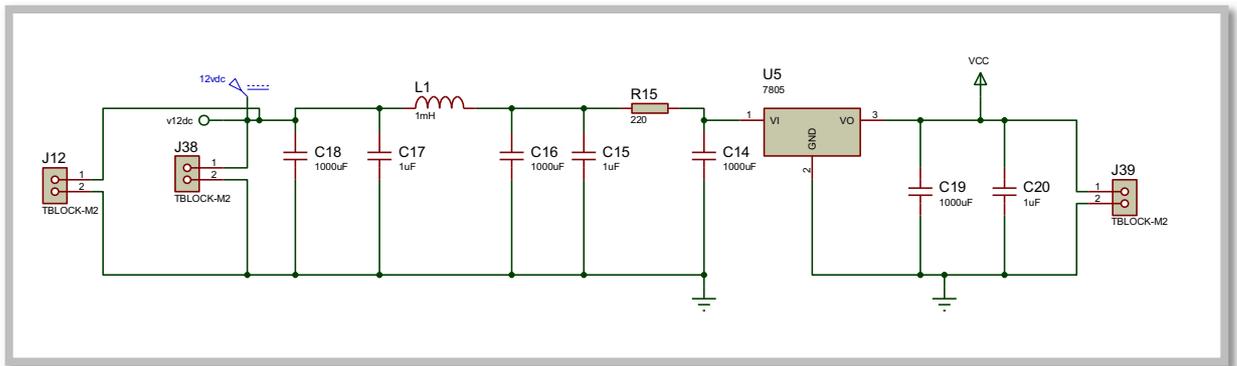


Figura 2. 11 Fuente de alimentación dispositivo de control.

Conexión y distribución de pines Atmega164p:

En las Figuras 2.12, 2.13, 2.14, 2.15, 2.16, 2.17, se presenta el circuito total y conexiones para la integración de la tarjeta del controlador maestro, el circuito se divide en bloques para visualizar de forma clara, como se muestra a continuación:

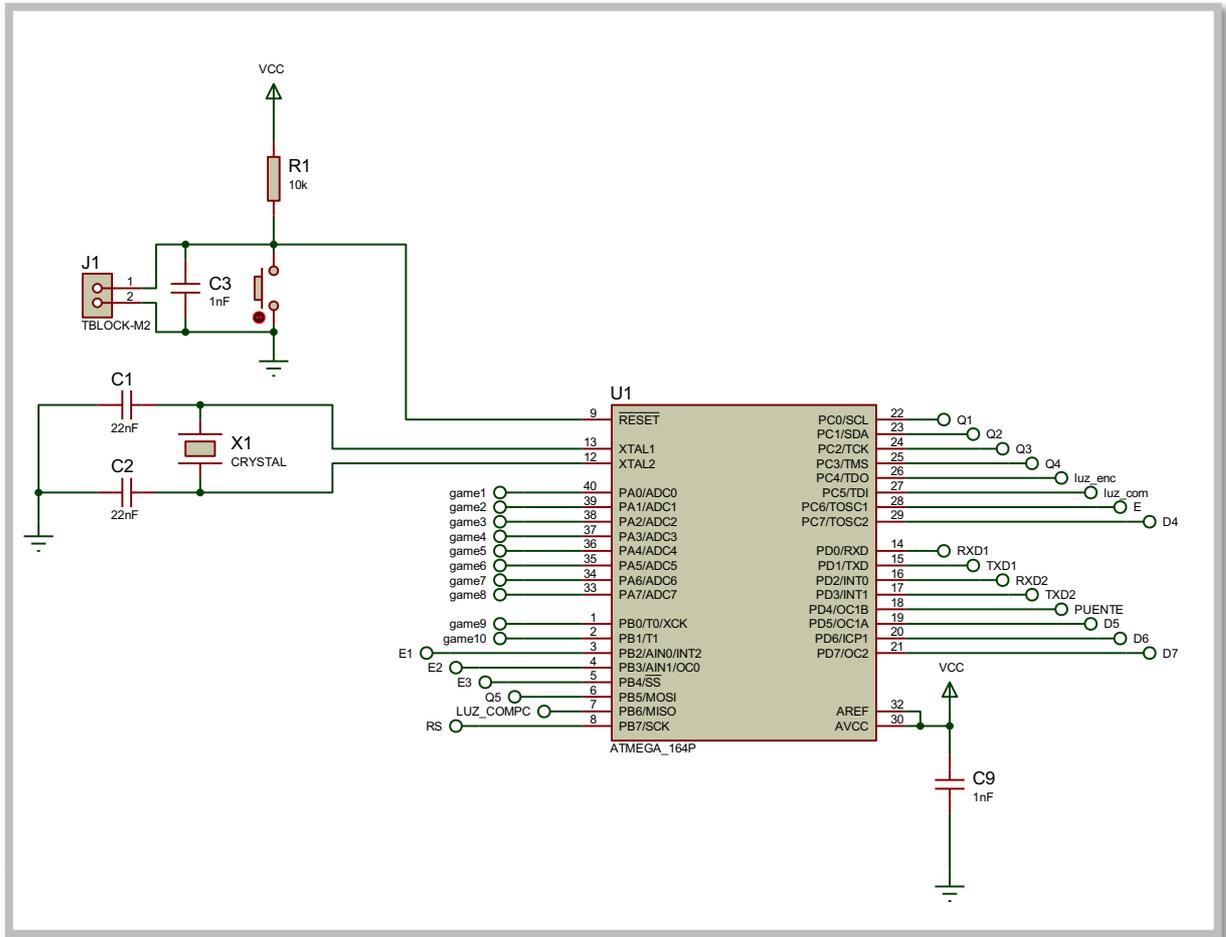


Figura 2. 12 Conexión Atmega164p.

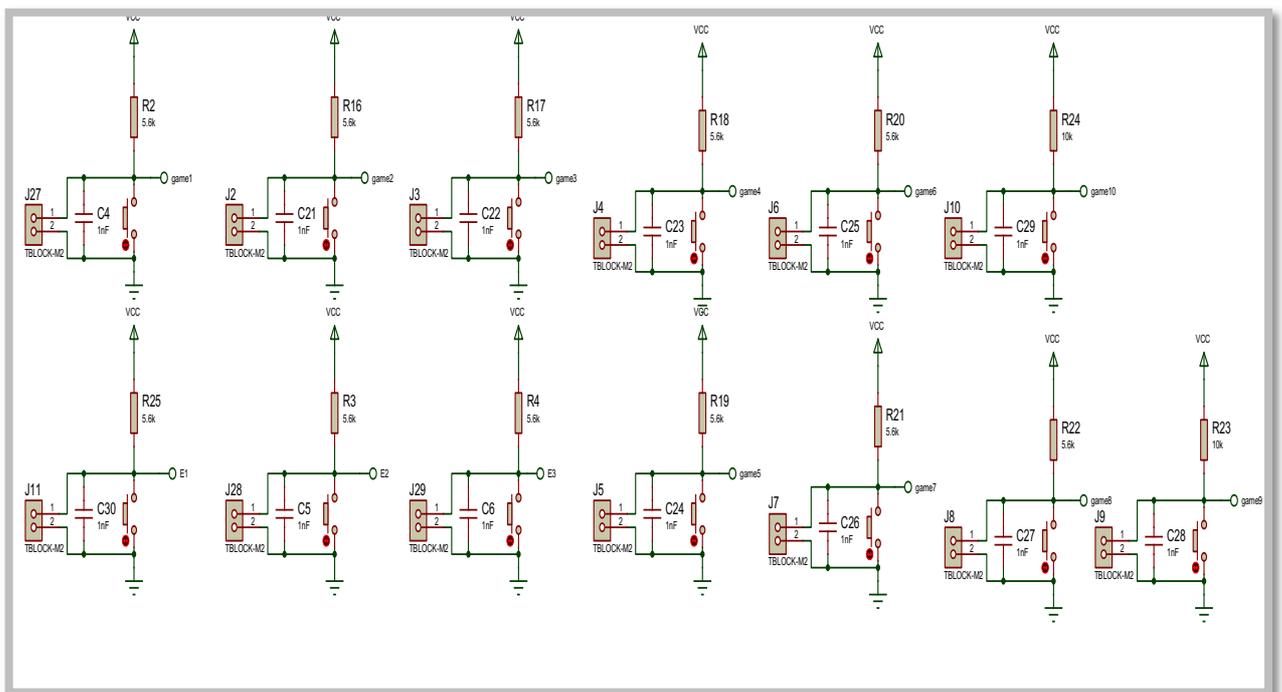


Figura 2. 13 Entradas con pull-up externos.

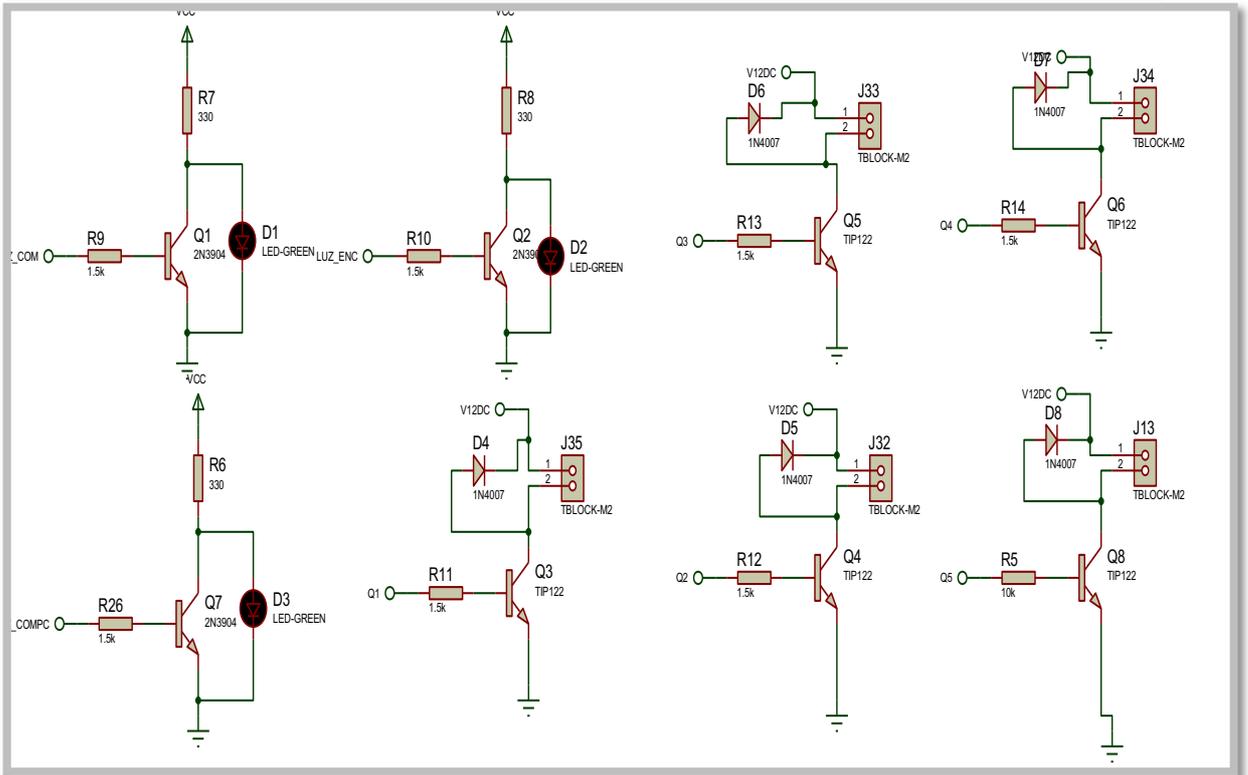


Figura 2. 14 Salidas del Microcontrador a través de un transistor.

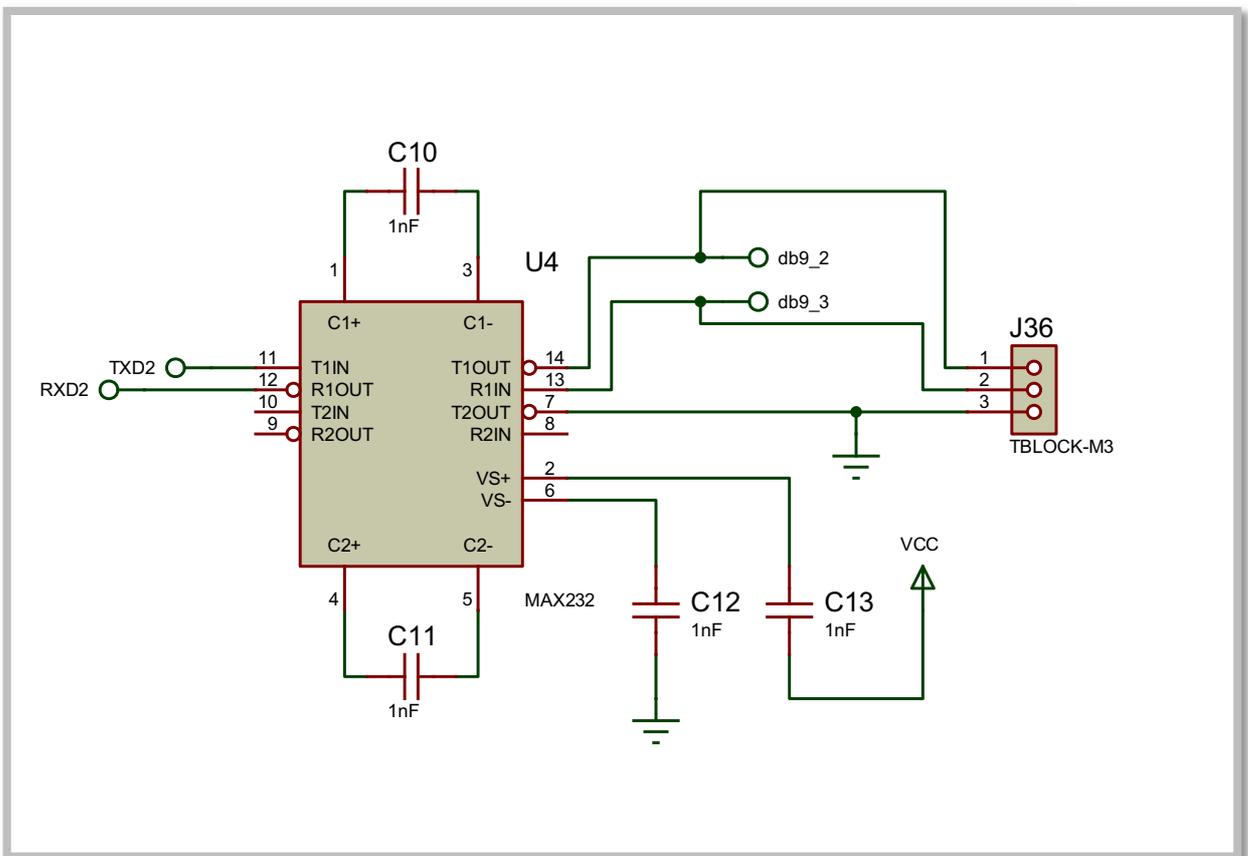


Figura 2. 15 Integrado de comunicación RS-232

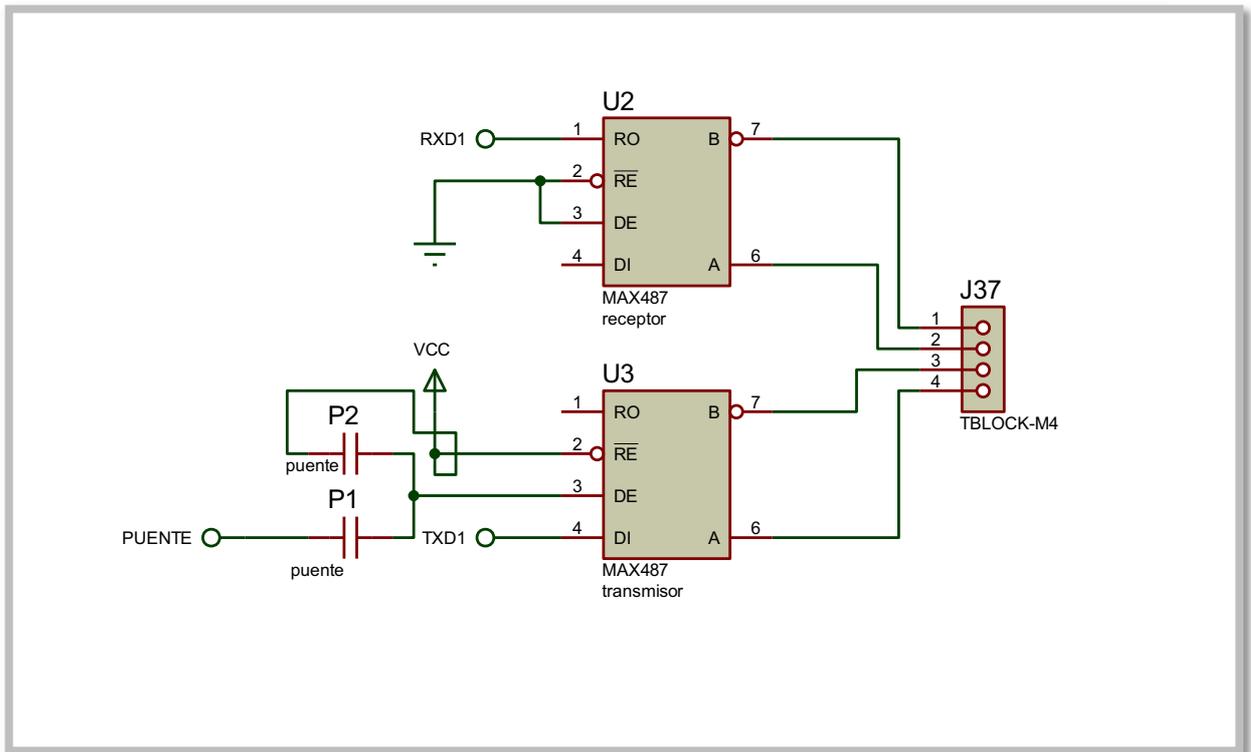


Figura 2. 16 Integrados de comunicación RS-422

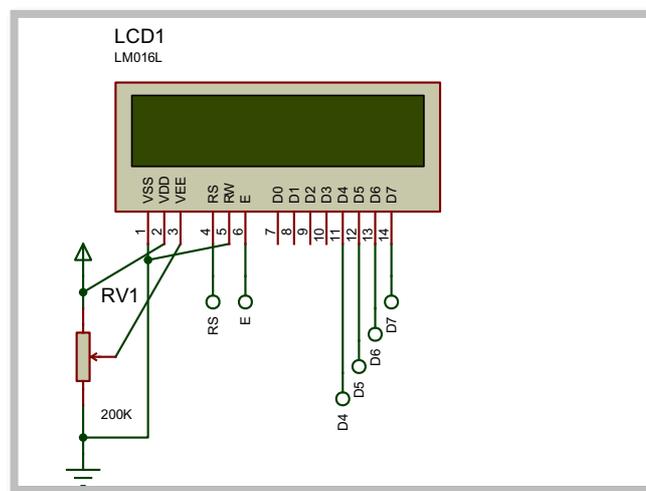


Figura 2. 17 LCD16X2 Extensión de sistema.

### 2.2.3.2. Diagrama Unifilar Entradas y Salidas del Microcontrolador

Para el diseño se considera el Diagrama Unifilar con la mayor cantidad de entradas y salidas que podría tener el dispositivo, además tendrá una reserva prudente para ampliaciones. Por otra parte el diagrama unifilar permitirá una guía para la programación del sistema que es parte del siguiente capítulo. El diagrama se encuentra en la lámina 3 (Anexo C) de forma detallada.

### 2.2.3.3. Distribución de pines de los Microcontroladores Atmega8 y Atmega164p

En la tabla 2.2 y 2.3 y en Figura 2.18, se presenta la distribución de pines del microcontrolador Atmega 8 para el diseño de una tarjeta modular, en la tabla 2.4 y 2.5 y Figura 2.19 muestra la distribución de pines del microcontrolador Atmega 164P.

### Módulos pedestales (Microcontrolador ATMEGA8)

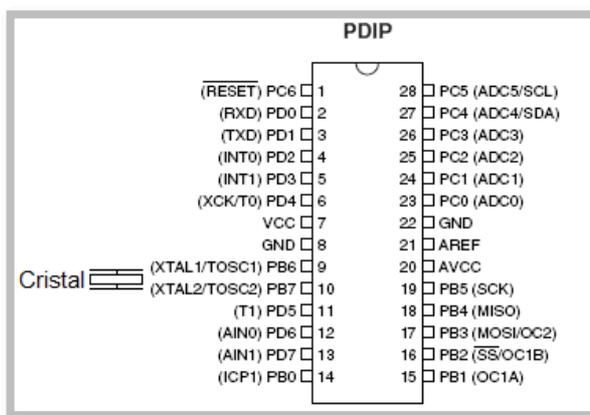


Figura 2. 18 Microcontrolador Atemega8

Análisis de entradas y salidas (ATMEGA8)								
Puertos B	PB0	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7
Función	I01	I02	I03	I04	I05	lcd1	XT3	XT3
Puertos C	PC0	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Función	Q01	Q02	Q03	Q04	lcd2	lcd3	Rst	NE
Puertos D	PD0	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7
Función	rxd	txd	lcd4	lcd5	xct	lcd6	Q05	RS
Descripción								
Q##	Q salida ## numero de pin							
I##	I entrada ## numero de pin							
NE	No existe Pin en el modelo del Microcontrolador							
XT#	XT1 yXT2 Pin cristal							
rxd	Read							
txd	Transmit							
xct	Habilita transmisor							
lcd	Pines de lcd							
Rst	Reset							

Tabla 2. 2 Descripción entradas salidas pedestales

Descripción por Pin (ATMEGA8)	
Tag: nombre de elemento	
Descripción: Pines para pedestal/pines para tablero de control	
Tag	Descripción
I01	Entrada digital control 1 / Dato 1
I02	Entrada digital control 2 / Dato 2
I03	Entrada digital control 3/ Dato 3
I04	Entrada digital control 4/ Dato 4
I05	Entrada digital control 5/ Dato 5
Q01	Led indica encendido, se enciende y apaga en secuencia repetitiva cada 2 segundos aproximadamente
Q02	Led indica comunicación entre micros, led encendido se encuentra comunicado, led apaga, no existe comunicación
Q03	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Q04	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Q05	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Rst	Reset del microcontrolador
rx	Lectura comunicación serial
tx	Transmisor comunicación serial
crt	Control de datos comunicación serial
Posible extensión	
lcd1	Pin Enable
lcd2	Pin RS
lcd3	Pin Db7
lcd4	Pin Db6
lcd5	Pin Db5
lcd6	Pin Db4
Descripción de cada una de las entradas individuales	

Tabla 2. 3 Descripción por pines del Microcontrolador Atmega8

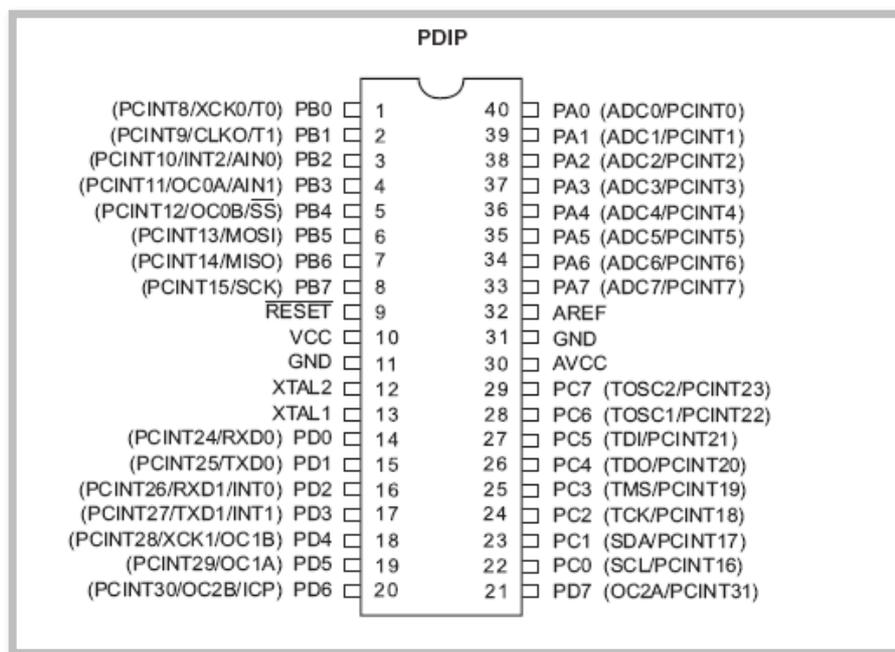


Figura 2. 19 Microcontrolador Atemega164P

## Módulos Principal y Tablero de Control

Análisis de entradas y salidas (ATMEGA164P)								
Puertos A	PA0	PA1	PA2	PA3	PA4	PA5	PA6	PA7
Función	I01	I02	I03	I04	I05	I06	I07	I08
Puertos B	PB0	PB1	PB2	PB3	PB4	PB5	PB6	PB7
Función	I09	I10	I11	I12	I13	I14	I15	lcd1
Puertos C	PC0	PC1	PC2	PC3	PC4	PC5	PC6	PC7
Función	Q01	Q02	Q03	Q04	Q05	Q06	lcd2	lcd3
Puertos D	PD0	PD1	PD2	PD3	PD4	PD5	PD6	PD7
Función	rx1	tx1	rx2	tx2	xct2	lcd5	lcd4	lcd5
Descripción (ATMEGA164P)								
Q##	Q salida ## número de pin							
I##	I entrada ## número de pin							
XT#	XT1 yXT2 Pin cristal							
rx	Read							
tx	Transmit							
xct	Habilita transmisor							
lcd	Pines de lcd							
Rst	Reset							

Tabla 2. 4 Descripción entradas salidas Tablero de Control y Pedestales

Descripción por Pin	
Tag: nombre de elemento	
Descripción: Pines para pedestal/pines para tablero de control	
Tag	Descripción
I01	Entrada digital control 1 / Dato 1
I02	Entrada digital control 2 / Dato 2
I03	Entrada digital control 3/ Dato 3
I04	Entrada digital control 4/ Dato 4
I05	Entrada digital control 5/ Dato 5
I06	Entrada digital control 6 / Dato 6
I07	Entrada digital control 7 / Dato 7
I08	Entrada digital control 8/ Dato 8
I09	Entrada digital control 9/ Dato 9
I10	Entrada digital control 10/ Dato 10
I11	Entrada digital control 11/ Dato 11
I12	Entrada digital control 13/ Dato 13
I13	Entrada digital control 14/ Dato 14
I14	Entrada digital control 15 / Dato 15
I15	Entrada digital control 16 / Dato 16
Q01	Led indica encendido, se enciende y apaga en secuencia repetitiva cada 2 segundos aproximadamente
Q02	Led indica comunicación entre micros, led encendido se encuentra comunicado, led apaga, no existe comunicación
Q03	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Q04	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Q05	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Q05	Salida transistorizada 12 voltios/reserva
Rst	Reset del microcontrolador
rxd1	Lectura comunicación serial
txd1	Transmisor comunicación serial
rxd2	Lectura comunicación serial
txd2	Transmisor comunicación serial
crt2	Control de datos comunicación serial
Posible extensión	
lcd1	Pin Enable
lcd2	Pin RS
lcd3	Pin Db7
lcd4	Pin Db6
lcd5	Pin Db5
lcd6	Pin Db4
Descripción de cada una de las entradas individuales	

Tabla 2. 5 Descripción por pines del Microcontrolador Atmega8

#### 2.2.3.4. El dimensionamiento de los elementos de la tarjeta de Adquisición de Datos

Los dos microcontroladores Atmel son Atmega 8 y Atmega 164p utilizados en las tarjetas de adquisición de datos, se escogen por el número de entradas y

salidas requeridas para satisfacer el sistema. Además son elementos de fácil adquisición en el mercado nacional con bajo costo y características eléctricas similares que permitirán un mismo diseño en sus circuitos eléctricos.

El diseño se realiza con los parámetros eléctricos del modelo Atmega164P, que mantiene estrecha relación con el microcontrolador Atmega8. Ver Tabla 2.6

Temperatura de Operación.....	-55°C a +125°C
Temperatura de Almacén.....	-65°C a +150°C
Voltaje en cualquier Pin excepto RESET	
Respecto a Tierra.....	-0.5V a Vcc+0.5V
Voltaje en RESET con respecto a Tierra	-0.5 a +13.0 V
Máximo voltaje de operación.....	6.0 V
Corriente DC por Pin I/O.....	40.0 mA
Corriente DC Pin Vcc y GND.....	200.0

Tabla 2. 6 Característica Eléctricas, Rangos máximos absolutos

Nota: Ir más allá de la tensión de la lista “Rangos máximos absolutos” podría causar daño permanente al dispositivo. Este es el único rango de operación funcional del dispositivo, a otras condiciones más allá de las indicadas en la sección de operación especificada, es no implícita. Exponer a condiciones máximos absolutos por periodos extensos podría afectar la fiabilidad del dispositivo. [3]

Se dimensiona las entradas con pull up externas para limitar la corriente de entrada a un valor específico, permitiendo que las entradas relativamente lejanas tomen la corriente del pull up externo sin comprometer la corriente interna del microcontrolador, esto ocurre cuando el pull up es interno la corriente que alimenta el circuito pasa a través del microcontrolador. Un ejemplo son las entradas digitales provenientes de los sensores de presencia lejanos (ubicadas a 8 metros) que toman la corriente del pull up externo que es limitada a la corriente de diseño. Ver Figura 2.20 y tabla 2.7.

Dimensionamiento de resistencias Pull-up

Pull-up	Datos	Cálculo	Resultados	Dimensionamiento
I <sub>max</sub> de salida	40.0 mA			
I escogida	1ma			
$R > V / i_{max}$		$R > (5V / 1ma)$	5000	
R dimensionada				5.6 kΩ

Tabla 2. 7 Cálculo de resistencia externa

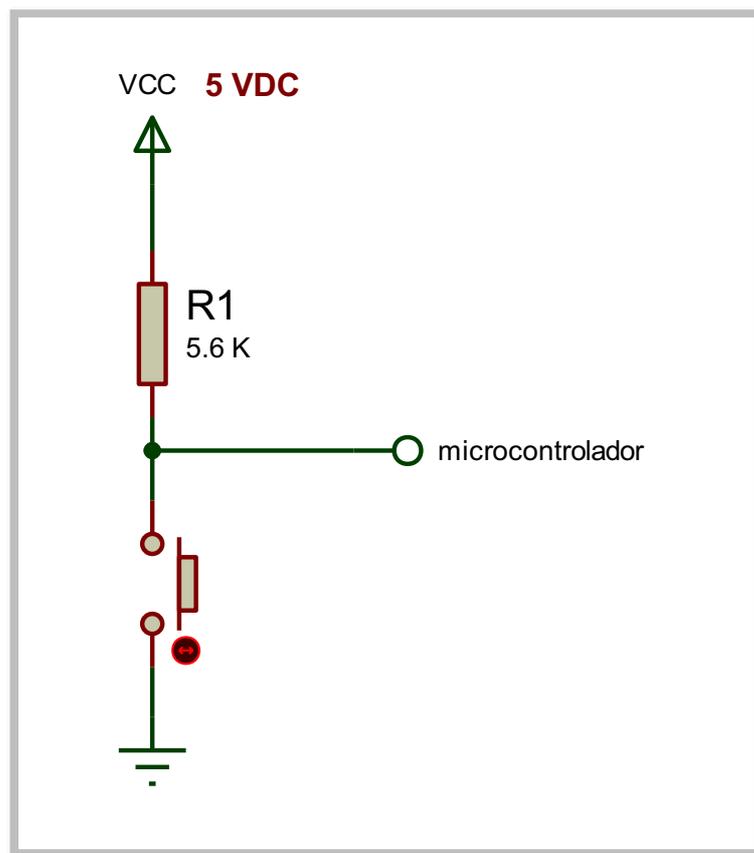


Figura 2. 20 Pull up Externo

Se coloca en las salidas que accionan los relés, transistores que cumplen la función de switch por la corriente que consume la bobina del relé al ser accionada, la corriente de base del transistor debe consumir menos que la corriente de salida del pin del microcontrolador, además la suma de todas las salidas no debe ser superior a la corriente de entrada máxima. Para el diseño se escoge una carga menor al 20 %, para garantizar la vida útil y fiabilidad de los circuitos implementados, protegiendo al microcontrolador. Ver Tabla 2.8

## Dimensionamiento de salida en base a transistor

Tipo de transistor	Tip 122	Cálculo	Resultados	Dimensionamiento
hfe	1000			
Icmax	5A			
Vce	3V			
Ib	$I_b = V_{ce}/h_{fe}$	$I_b = 3V/1000$	0.003 A	
Rb	$(V - V_{be})/I_b$	$(5V - 0.7V)/0.003$	1433 ohmios	aprox 1.5 k $\Omega$

Tabla 2. 8 Cálculo de resistencia externa

El diodo D1 de la Figura 2.9 se escoge de acuerdo al parámetro de máxima corriente consumida por la bobina del relé, en este diseño se toma en cuenta que la corriente máxima que pasa por el diodo es la corriente al momento de corte por el transistor Q1. En el Tablero de Control de Luces lámina 4 (Anexo C) se utiliza el relé Camsco MK2P-I, en la Tabla 2.9, el consumo de corriente para la bobina de 12 Voltios en DC es 0.126 mA, para el dimensionamiento se supone el doble de corriente, para tener la opción de trabajar con otro tipo de relés.

DC								
Rated voltage (VDC)	Rated current (mA) (at 60 Hz)	Coil resistance ( $\Omega$ )	Coil inductance (Ref. value) (H)		Pick-up voltage	Dropout voltage	Maximum voltage	Power consumption (mW)
			Armature OFF	Armature ON				
6	255	23.5	0.206	0.106	80% max. Approx. 2.7 VA	15% min.	110% max.	Approx. 1.5 W
12	126	95	0.963	0.449				
24	56	430	4.915	2.478				
48	29.5	1630	16.685	10.487				
110	15.1	7300	80.2	42.6				

Tabla 2. 9 Parámetros eléctricos MK2P-I

Observar la Tabla 2.10 que muestra que la corriente  $I_o$  (Average rectified forward current) del diodo 1N4007 es de un amperio y el Voltaje  $V_r$  (Reverse Voltage) es 700 voltios en voltaje inverso, si el voltaje manejado por el sistema es 12 voltios y la corriente es 0.252 mA, el Diodo 1N4007 opera adecuadamente

la carga aún si usa otro relé de mayor consumo de corriente. Por tanto D1 es el diodo 1N4007 que cumple con los requerimientos del diseño. Ver Figura 2.21

MAXIMUM RATINGS									
Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
*Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	$V_{RRM}$ $V_{RWM}$ $V_R$	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
*Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz)	$V_{RSM}$	60	120	240	480	720	1000	1200	Volts
*RMS Reverse Voltage	$V_{R(RMS)}$	35	70	140	280	420	560	700	Volts
*Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 8, $T_A = 75^\circ\text{C}$ )	$I_O$	1.0							Amp
*Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	$I_{FSM}$	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	$T_J$ $T_{stg}$	- 65 to +175							$^\circ\text{C}$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS*				
Rating	Symbol	Typ	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop ( $I_F = 1.0$ Amp, $T_J = 25^\circ\text{C}$ ) Figure 1	$v_F$	0.93	1.1	Volts
Maximum Full-Cycle Average Forward Voltage Drop ( $I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$ , 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	—	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) ( $T_J = 25^\circ\text{C}$ ) ( $T_J = 100^\circ\text{C}$ )	$I_R$	0.05 1.0	10 50	$\mu\text{A}$
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current ( $I_O = 1.0$ Amp, $T_L = 75^\circ\text{C}$ , 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	—	30	$\mu\text{A}$

\*Indicates JEDEC Registered Data

Tabla 2. 10 Tabla Características eléctricas 1N4007

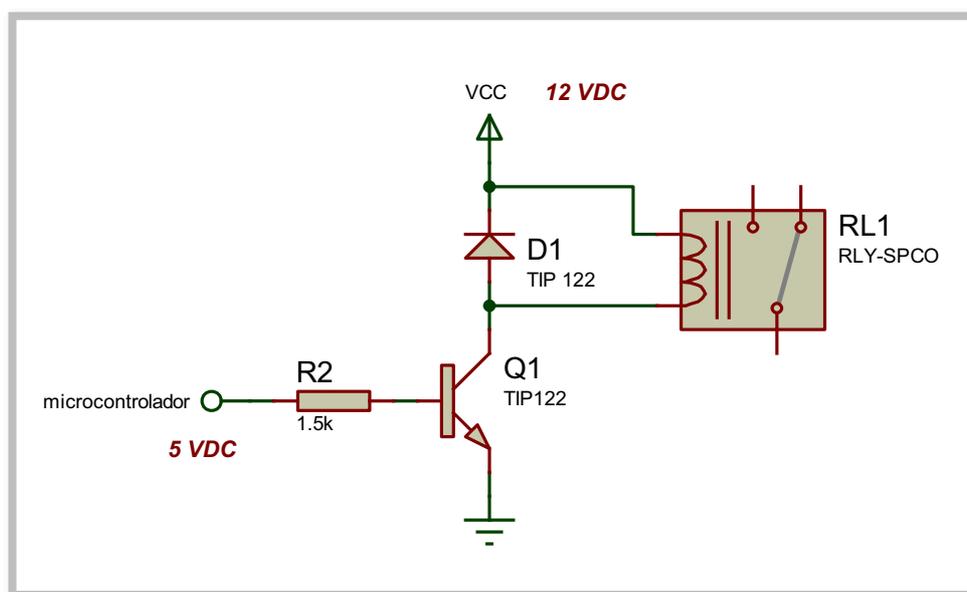


Figura 2. 21 Muestra el diseño final para las salidas a través de transistor.

### 2.2.3.5. Conversor a RS-422

El diseño se obtiene de acuerdo a la hoja de datos del integrado SN75176, que permite adaptar los voltajes TTL a voltajes diferenciales, en la tabla de manejo de funciones Tabla 2.11, el integrado se configura como Driver o Transmisor si el pin DE está en 1 lógico, permite la escritura en el modo diferencial (transmisión), por medio de los pines A y B.

El integrado se configura como receptor si los pines DE y RE están en 0 lógico, los pines A y B están en alta impedancia, para recibir la transmisión del dispositivo maestro, donde todos los esclavos deben estar en alta impedancia permitiendo la lectura (receptor).

Una explicación más detallada del funcionamiento se puede encontrar en el Anexo D. El circuito implementado se observa en la Figura 2.22

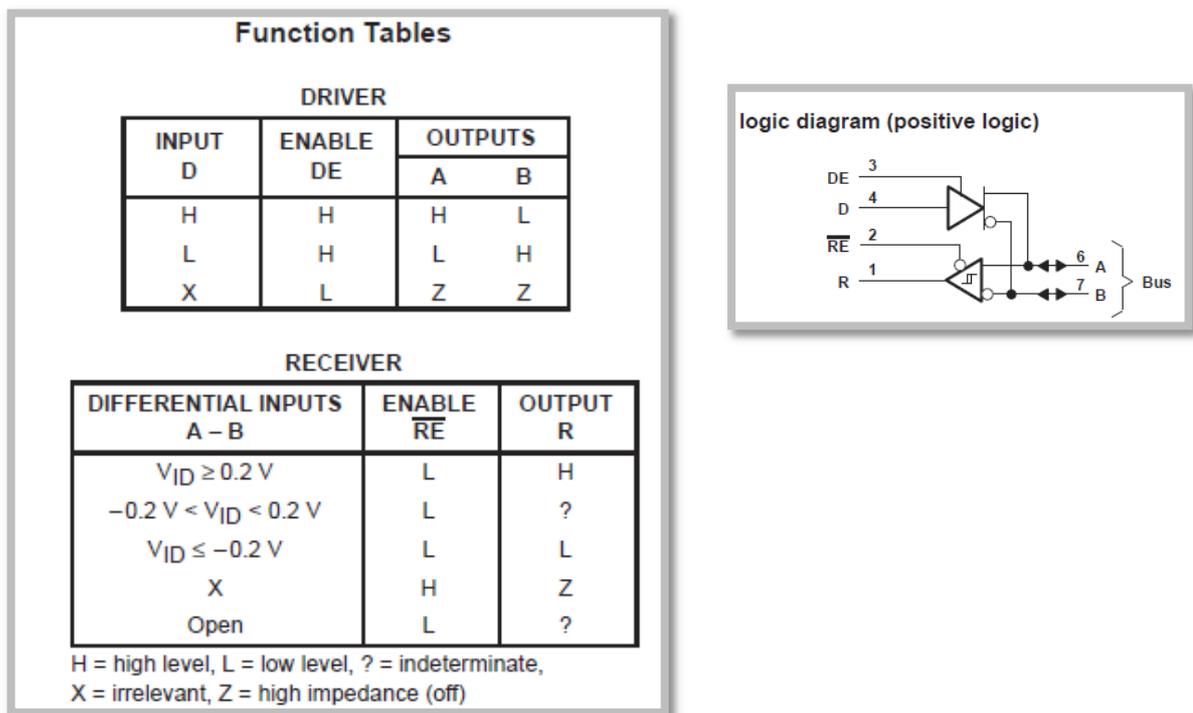


Tabla 2. 11 Tabla de funciones integrado SN75176

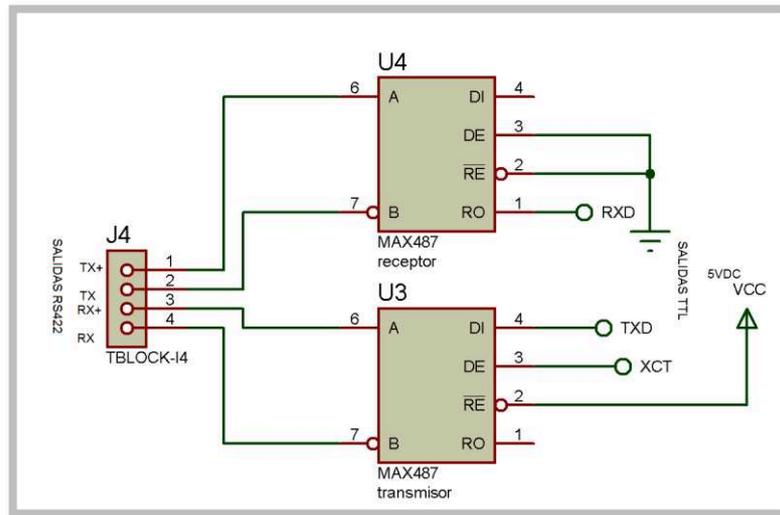


Figura 2. 22 Conexión RS-422

#### 2.2.4. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA

En la construcción del sistema se parte por el diseño de Distribución de equipos, ver lámina 2 (Anexo C). La distribución de elementos dentro del tablero de iluminación que se encuentra, ver lámina 4 (Anexo C) y descripción de elementos utilizados para realizar una configuración de acuerdo a la Figura 2.1 que hace referencia al inicio del presente capítulo. Los equipos utilizados son:

- Fuente de 12 Amperios de marca Speebmina, se sabe que las condiciones de trabajo máximo son 10 dispositivos a 40 mA (consumo por microcontrolador) y la carga máxima de 30 relés a 0.250 mA, con un total de consumo de 11,5 Amperios condiciones de carga máxima, por tanto la fuente alimenta con facilidad al sistema con un 100 porciento de expansión.
- Relés Camsco MK2I-P que soportan una corriente máxima en contactos de 10 amperios para el control de luces.
- Computador Core I3, Tarjeta gráfica de 512 Mb en memoria gráfica y 4 Gb en memoria Ram, que se usa para un adecuado manejo de la programación Visual que es parte del siguiente capítulo. Además la comunicación a pantalla es por el puerto HDMI, que permite no solo transmitir video sino audio a la vez.

- Pantalla LCD Panasonic 40 Pulgadas, que sirve para observar videos y juegos.
- Placa de control Esclavos ver figura 2.23. Usados para lectura y escritura.
- Placa de control Maestro ver figura 2.24. Permite el control del sistema a través de sincronizar Videos y Trivias.

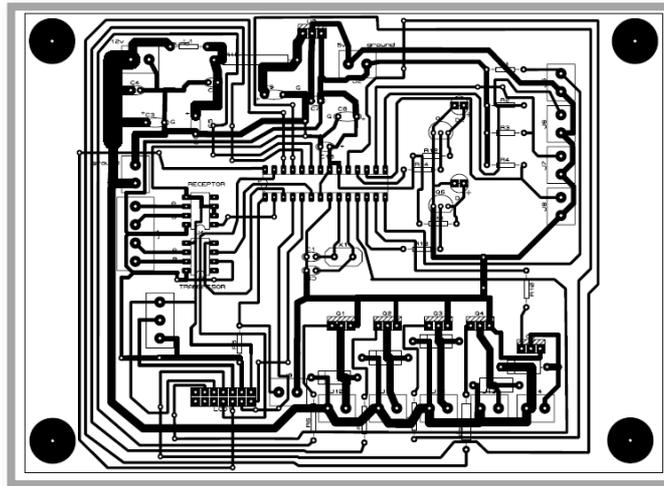


Figura 2. 23 Diseño de pistas Tarjeta Esclavo

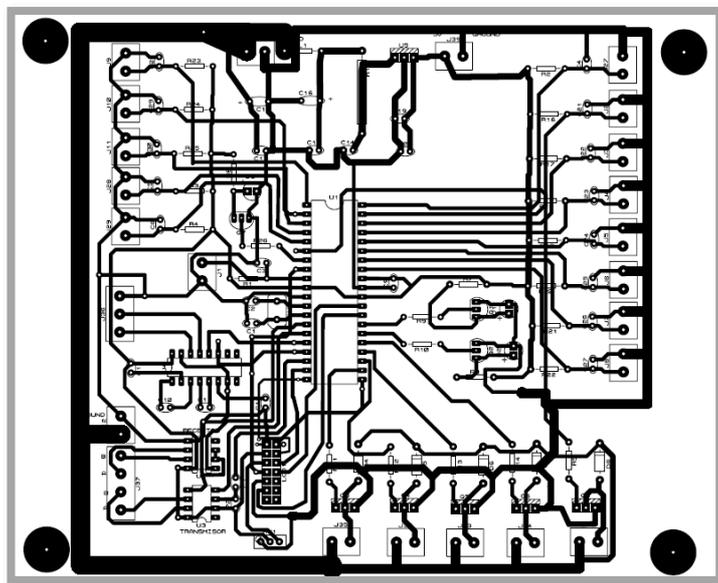


Figura 2. 24 Diseño de pista Tarjeta Maestra

## **CAPÍTULO 3**

### **DISEÑO DEL SISTEMA**

#### **3.1. INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se presenta los diagramas de flujo del programa para el “Desarrollo de un sistema Visual e Interactivo para el Museo de Ciencias Biológicas de la Escuela Politécnica Nacional”.

También se presenta una explicación del funcionamiento de las rutinas del microcontrolador, seguido de una breve explicación de conceptos y aplicación de la programación por objetos realizada en Visual Basic, con la descripción de los formularios efectuados para la presentación de Trivias y Juegos.

#### **3.2. PROGRAMACIÓN MÓDULO MAESTRO Y MÓDULOS DESCENTRALIZADOS**

De acuerdo al Diagrama Unifilar de Entradas lámina 3 (Anexos C), se observa en forma esquemática como es la disposición de los equipos utilizados, ésta es la fundamentación con la cual se desarrolla el software para el control y monitoreo del sistema.

##### **3.2.1. PROGRAMACIÓN MÓDULO MAESTRO**

La programación del módulo se la ha dividido en cinco etapas: Inicialización, monitoreo, escaneo de módulos, interrupción y respuesta.

En la primera etapa de inicialización del programa se configura entradas, salidas, interrupción por comunicación, parámetros de comunicación y se define memorias internas y temporizadores de control de datos para

comprobación del estado del microcontrolador. Esta acción solo se realiza una vez al encender el microcontrolador o inicializar el mismo.

La segunda etapa de monitoreo se encuentra dentro del lazo cerrado, donde el microcontrolador lee todas las entradas y maneja las salidas dentro de su propio hardware. Entre las salidas principales está el indicador de función normal y el indicador de entrada de datos seriales.

La tercera etapa, escanea los módulos, envía un carácter serial a través del bus de datos que maneja la interface RS-422 a todos los módulos esclavos, a través del primer puerto USART del microcontrolador, que realiza la comunicación por Hardware indicando la lectura de cada uno de los módulos.

En la cuarta etapa está la interrupción por comunicación que se produce cuando existe una respuesta por parte de los módulos esclavos, durante el periodo de escaneo de módulos realizada por el dispositivo maestro y lee datos únicamente durante este periodo de pregunta y respuesta, los módulos esclavos no almacenan datos por lo que la lectura es transparente.

En la quinta etapa, es la acción que toma el dispositivo maestro de acuerdo a dos parámetros:

- Si existe algún dato en los módulos descentralizados.
- Si existe respuesta del Computador Personal (PC).

Si tiene un dato dentro de los módulos de control, repite el mismo valor enviándolo al computador, luego espera su respuesta al abrir el formulario y toma una acción en función del formulario abierto. Los formularios son rutinas realizadas dentro del programa Visual Basic que ejecuta pantallas visuales por cada carácter ASCII, asignado a la subrutina del formulario principal, que contiene la comunicación entre el microcontrolador y computador. La programación de cada uno de los formularios se encuentra descrita mediante diagramas de flujo, conjuntamente con una breve explicación de su funcionamiento. Todo lo anteriormente descrito se encuentra más adelante dentro de este capítulo.

### **3.2.2. DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS DEL MÓDULO MAESTRO**

#### **3.2.2.1. Programa principal**

Es un lazo que se repite de forma secuencial, dentro del Programa Principal se realiza el llamado a todas las subrutinas con excepción de la de Comunicación, dado que ésta se da solo si existe interrupción por comunicación a través del primer puerto USART, la función de lectura del Computador se realiza por medio de su segundo puerto serial USART, el Computador le indica qué formulario se encuentra abierto en tiempo real, esta acción a diferencia de la lectura de datos de los módulos descentralizados se almacena dentro del microcontrolador, a menos que el PC cierre el formulario dentro del entorno de Visual Basic.

#### **3.2.2.2. Barrido**

Permite la lectura de los datos existentes dentro del propio hardware del módulo maestro, si en el barrido encuentra un cambio de estado a cero lógico realiza la acción de enviar un dato serial al Computador Personal.

#### **3.2.2.3. Comprobador Indicador de comunicación**

Para este propósito se utiliza uno de los temporizadores internos el cual permite realizar la comparación entre el tiempo de comunicación y otra, si el tiempo excede a un valor fijado lo reporta a través de un led como falla de comunicación.

#### **3.2.2.4. Contador Indicador de funcionamiento normal**

Para este propósito se utiliza un temporizador interno y un contador que permite realizar la acción de indicador de funcionamiento normal del microcontrolador, éste cambia de estado lógico en función del tiempo acumulado en periodos iguales.

### 3.2.2.5. Comunicación Interrupción de comunicación

Para la comunicación entre dispositivos esclavos se realiza por interrupción, que permite la lectura de datos de forma rápida en cualquier periodo, que realiza el control de datos dentro del bus de comunicación interface RS-422, porque a partir de la interrupción los demás microcontroladores esclavos no enviarán datos, durante este periodo de espera relativamente corto el controlador maestro verificará el siguiente dispositivo hasta llegar nuevamente a barrer a todos en periodos cíclicos.

### 3.2.3. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL MÓDULO MAESTRO

En las Figuras 3.1 y 3.2, se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa principal del módulo maestro.

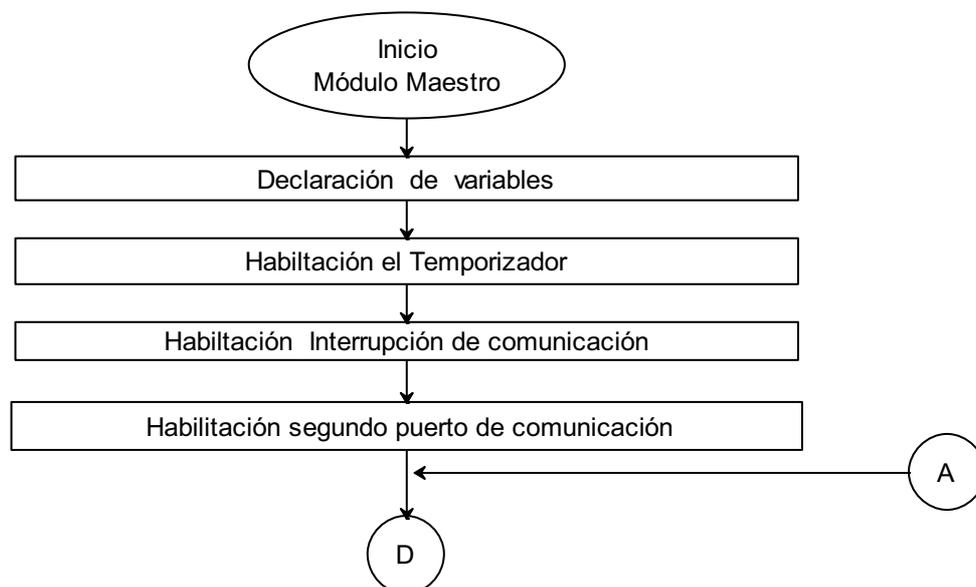


Figura 3. 1 Se presenta el diagrama de flujo de la interrupción generada por una entrada serial a través del primer puerto serial. Parte A

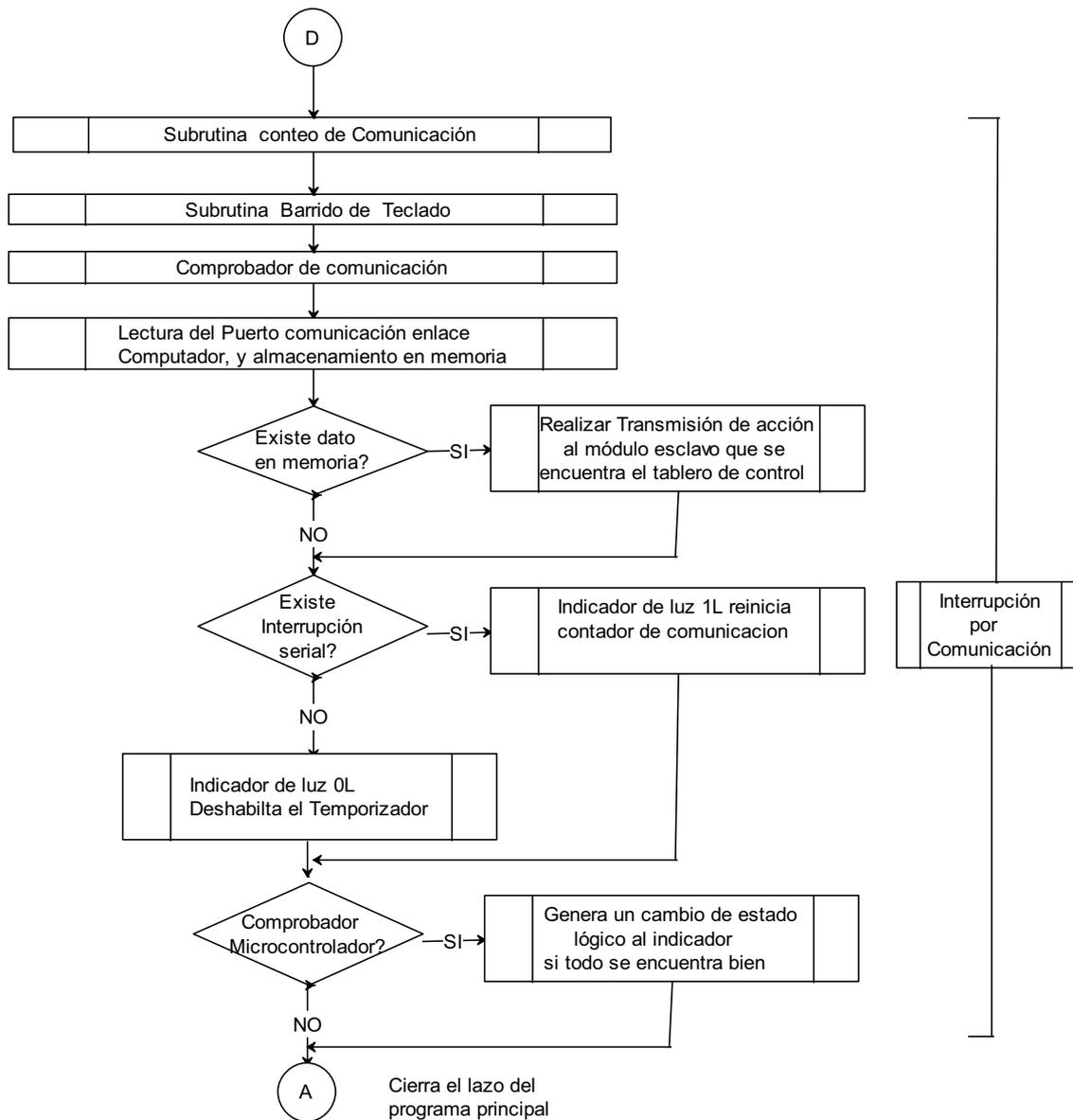


Figura 3. 2 Se presenta el diagrama de flujo de la interrupción generada por una entrada serial a través del primer puerto serial. Parte B

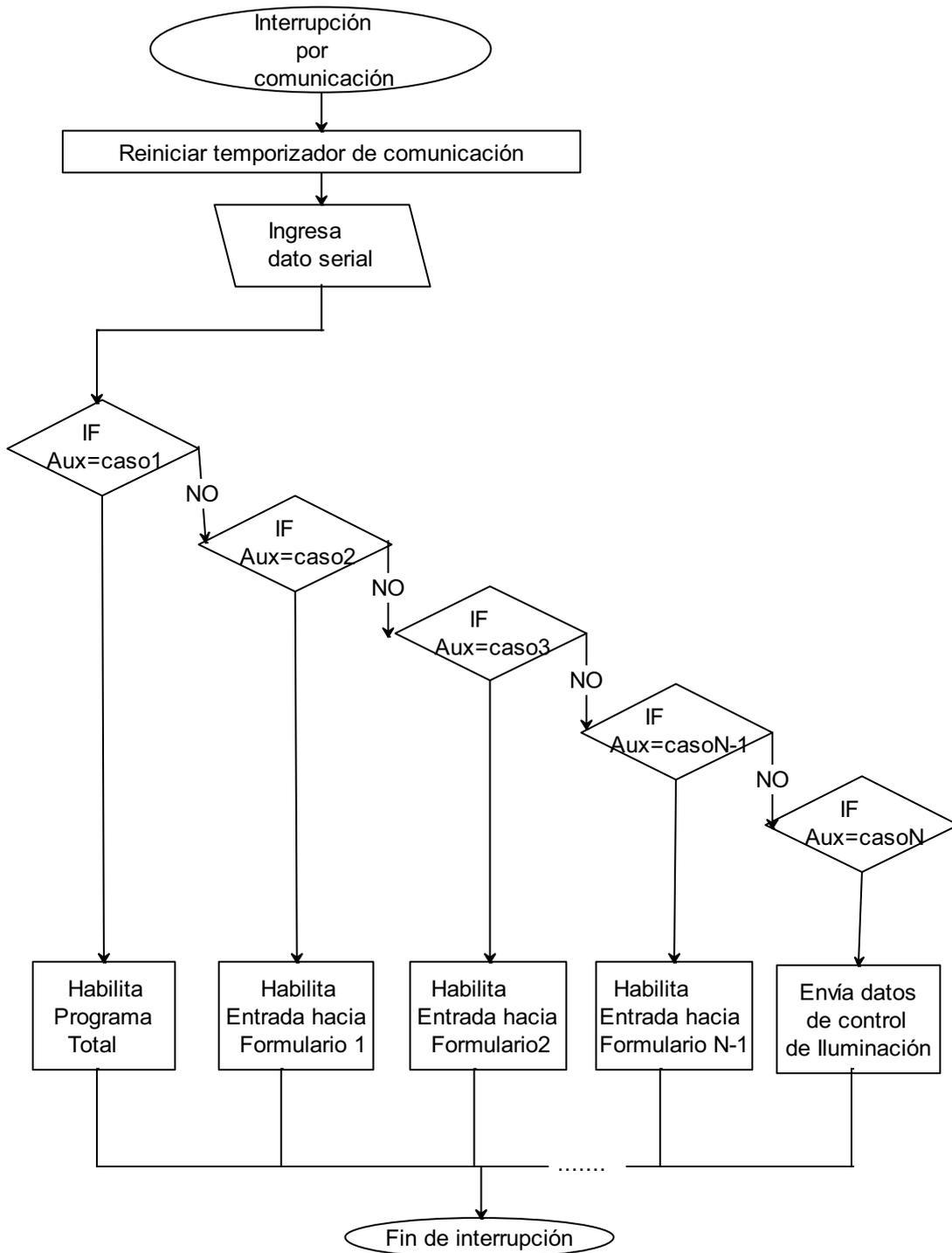


Figura 3. 3 Diagrama de flujo de la interrupción Módulo Maestro

### 3.2.4. PROGRAMA DE LOS MÓDULOS DESCENTRALIZADOS

A diferencia del anterior dispositivo, el módulo esclavo solo tiene cuatro etapas: inicialización, monitoreo, interrupción y respuesta.

En la primera etapa de inicialización se habilita interrupciones, entradas digitales, salidas digitales y variables propias de control de los equipos, que se repite una sola vez al inicializar el microcontrolador por una instrucción de reset.

En la segunda etapa, monitoreo del microcontrolador que genera las salidas para el manejo de leds, que permiten al usuario identificar si el dispositivo está funcionando normalmente, según el estado del led.

En la tercera etapa una interrupción es generada por un dato serial proveniente del módulo maestro, esta interrupción habilita el barrido del teclado o habilita un relé, dependiendo de la instrucción del módulo maestro.

En la cuarta etapa como respuesta del microcontrolador envía un dato serial en forma de respuesta afirmativa si alguna entrada está habilitada, caso contrario vuelve al estado de espera.

### **3.2.5. DESCRIPCIÓN DE SUBROUTINAS DE LOS MÓDULOS DESCENTRALIZADOS**

#### **3.2.5.1. Programa Principal**

Se lo desarrolla generando un lazo cerrado, comprobando el estado de la comunicación y estado del microcontrolador.

#### **3.2.5.2. Comunicación Interrupción por comunicación**

Ésta es la tarea principal del módulo descentralizado, en esta sección se genera el barrido de las entradas, solo sí se encuentra una respuesta afirmativa envía un dato al módulo maestro, caso contrario sale de la interrupción y el microcontrolador se encuentra en espera.

Las rutinas de Conteo, Comprobador y Barrido son las mismas especificadas en el módulo maestro.

### 3.2.6. DIAGRAMAS DE FLUJO DEL MÓDULO DESCENTRALIZADO

Los módulos descentralizados o esclavos tienen un diagrama de flujo similar al módulo maestro para el control de sus actividades. En la lámina 3 (Anexo C) se observa la distribución de los módulos descentralizados y la conexión a un bus.

En la figura 3.4 se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa principal de los módulos descentralizados.

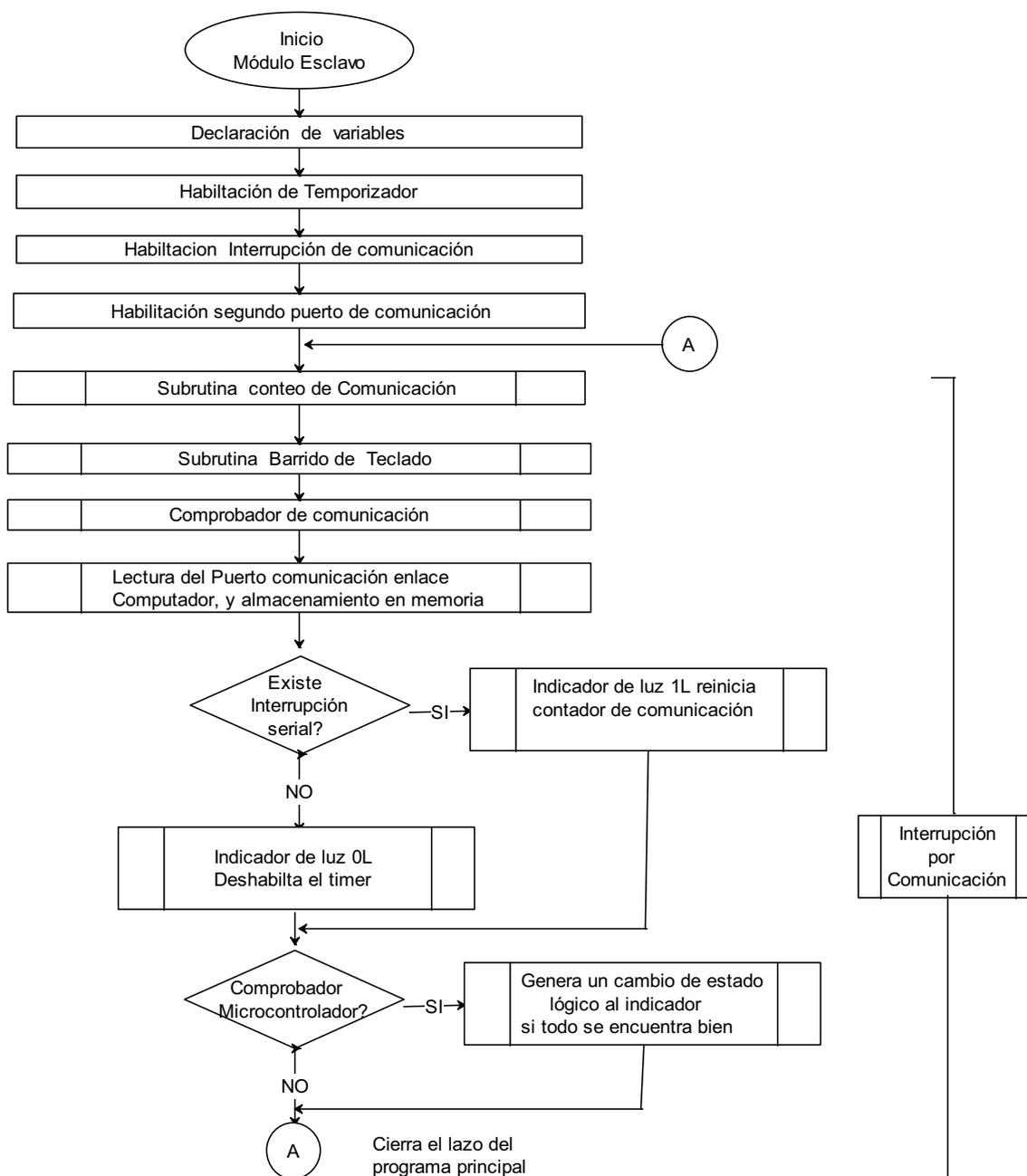


Figura 3. 4 Diagrama de flujo Módulos Descentralizados Programa Principal

En la figura 3.5 se presenta el diagrama de flujo que corresponde a la Interrupción de los módulos descentralizados.

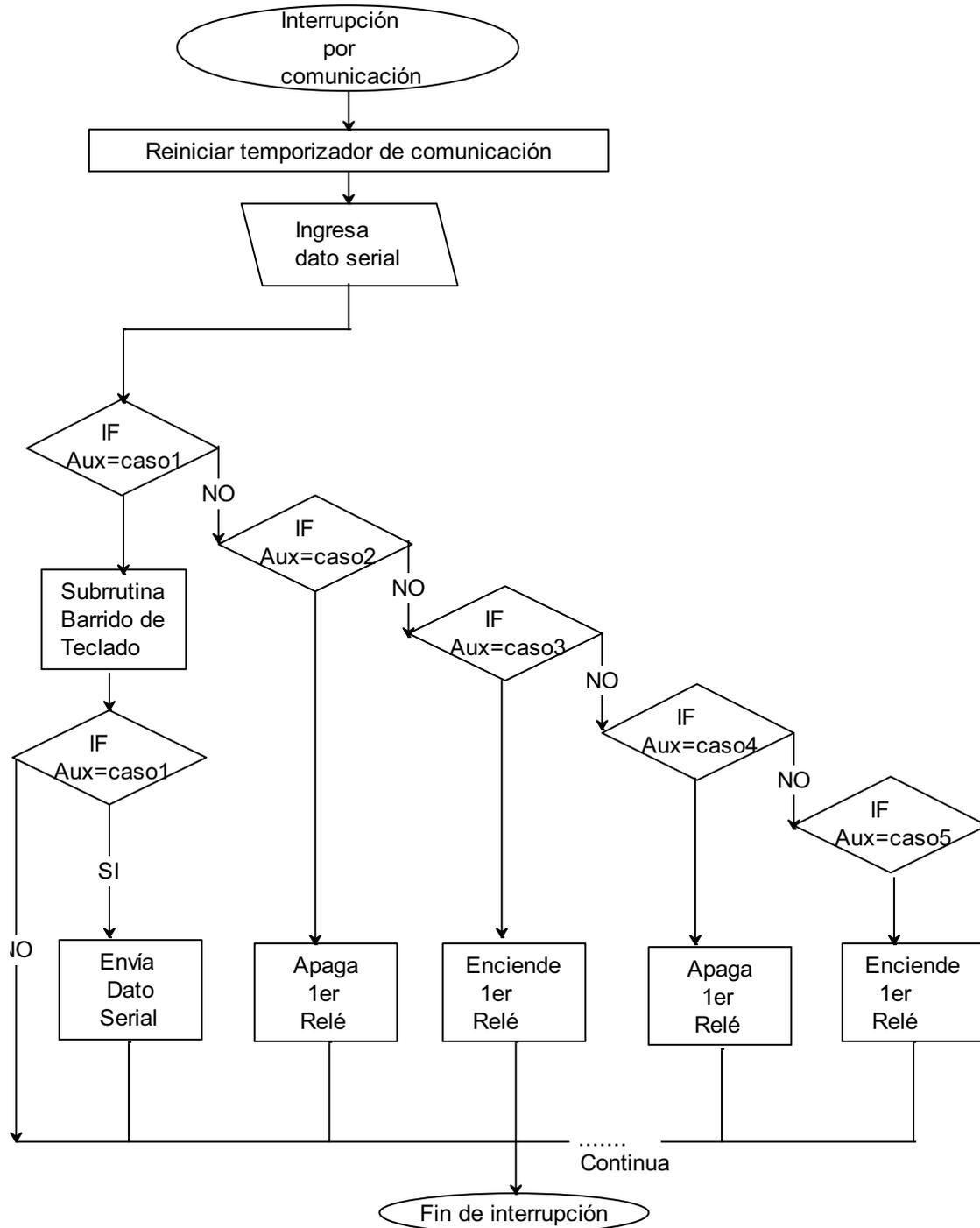


Figura 3. 5 Diagrama de Flujo Módulos Descentralizados Interrupción por comunicación

### **3.3. DESARROLLO DEL SISTEMA INTERACTIVO**

#### **3.3.1. PLATAFORMAS DE DESARROLLO**

##### **3.3.1.1. Microsoft Windows XP**

Se decide utilizar este sistema operativo por su versatilidad y además por la compatibilidad con Visual Basic 6.0, para que de esta manera no exista ningún conflicto en la programación y al utilizar los diferentes Ocx en el correspondiente programa.

##### **3.3.1.2. Visual Basic 6.0**

Visual Basic es un software para visualización, diseñado para facilitar el desarrollo de aplicaciones en un entorno gráfico, con una interfaz gráfica de usuario para crear aplicaciones para Windows basado en el lenguaje Basic y en la programación, orientada a objetos. Este lenguaje facilita el trabajo de programación, ya que permite colocar objetos prefabricados donde es requerido, en lugar de escribir numerosas líneas de código para implementar una interfaz.

Mediante este software se desarrolla juegos y trivias interactivos que están correctamente sincronizados con audio y gifs animados que proporcionan una información más amplia, también se puede visualizar videos en esta aplicación, sobre el origen del universo.

##### *3.3.1.2.1. Manejo y empleo de controles estándar*

Los controles son objetos que disponen de propiedades y métodos, que facilitan el desarrollo de las aplicaciones.

Los controles tienen ciertas características generales como:

- Propiedades: todo control dispone de una serie de propiedades las cuales se puede cambiar dependiendo de lo que requiera la aplicación.
- Métodos: "Todo procedimiento es asociado a cada control, es decir rutinas ya establecidas que se puede invocar desde ciertas aplicaciones para que realice alguna operación sobre el control". [8]
- Eventos: "Es una acción que es reconocida por el objeto. Un evento ocurre como resultado de la interacción del usuario con el objeto. También puede activarse debido a la ejecución de código (sentencias) o como resultado de la interacción del objeto con el control poseedor del evento". [8]

#### 3.3.1.2.2. *Procedimientos*

Es un conjunto de instrucciones que se ejecutan en un cierto orden para lograr un objetivo, que tienen un principio y un final, para ello se utilizan palabras claves reservadas. Cumplen con un formato al que se le denomina sintaxis, como se detalla a continuación:

```
Private sub nombre – del – procedimiento
Instrucciones a ejecutar
End sub
```

La palabra Sub es precedida por las siguientes palabras reservadas Private o Public, acompañado por el nombre del objeto junto con el tipo de acción.

#### 3.3.1.2.3. *Variables*

En la memoria es almacenado un dato temporalmente, que puede ser tomado, modificado y ser guardado para cuando sea requerido.

Para declarar las variables se lo hace de la siguiente manera:

Dim: Indica que la variable es local al ámbito que se declara dentro de un procedimiento o de un formulario.

Public: Las variables declaradas son públicas y serán accesibles desde todos los formularios de aplicación.

#### 3.3.1.2.4. *Variables y funciones de ámbito local*

Un módulo puede contener variables y procedimientos públicos y privados.

##### **Públicos**

Se los utiliza en la aplicación para que se pueda acceder libremente desde cualquier punto del proyecto. Es necesario preceder al nombre de la variable, procedimiento o función de la palabra: PUBLIC

##### **Privada**

No es accesible desde ningún otro módulo distinto de aquel en el que se haya declarado. Se llama variable LOCAL a una variable definida dentro de un procedimiento o función. Estas variables se las declara mediante Static o Dim dependiendo de lo que requiera la programación. [4]

#### 3.3.1.2.5. *Manejo y empleo de formularios*

Para un manejo y empleo adecuado de formularios se dispone de las siguientes cuatro formas principales:

- Método show: Permite abrir a un segundo formulario.
- Método hide: Permite ocultar un formulario pero no lo descarga.
- Sentencia load: La sentencia Load seguida del nombre del formulario provoca que se cargue el formulario en la memoria pero sin visualizarse, ya que la propiedad visible está en False.
- Sentencia unload: Permite descargar un formulario de la memoria. En la sintaxis va junto al nombre del formulario que se vaya a descargar. En una aplicación con varios formularios se usa esta sentencia para liberar espacio de memoria, para que los otros formularios la puedan aprovechar.

### **3.3.2. DESARROLLO DE SISTEMA INTERACTIVO**

#### **3.3.2.1. Condiciones de diseño**

Los requerimientos que debe cumplir el sistema interactivo son los siguientes:

- Reproducir videos
- Reproducir audio en las diferentes trivias y juegos.
- Establecer una comunicación entre el microcontrolador maestro y el computador para de esta manera poder identificar qué video, juego o trivia, abrir y saber qué formulario se encuentra activo y en qué momento se cierra, así encender o apagar luces dependiendo del formulario que se encuentre abierto.
- Enlazar todos los formularios con el principal.
- Evitar que cualquier formulario de trivias o juegos quede abierto en ausencia de un visitante y siempre retorne al formulario principal de visualización después de un cierto tiempo.
- Colocar el audio adecuado dependiendo de la información visualizada en el formulario que se encuentra abierto.

#### **3.3.2.2. Descripción de las pantallas utilizadas**

A continuación se detalla la funcionalidad de cada una de las pantallas desarrolladas.

##### *3.3.2.2.1. Pantalla de Presentación*

En el formulario de presentación siempre se encuentra desplegando diferentes fotografías del museo como la mostrada en la Figura 3.6, mientras el visitante no requiera abrir un video, juego o trivia.



Figura 3. 6 Pantalla de presentación

Existen dos maneras de retorno a la pantalla de introducción, la primera detecta si existe movimiento del mouse y la segunda es por medio de un temporizador, después que haya transcurrido media hora retorna a la pantalla de introducción.

#### 3.3.2.2.2. *Diagrama de Flujo*

En la Figura 3.7 se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa presentación.

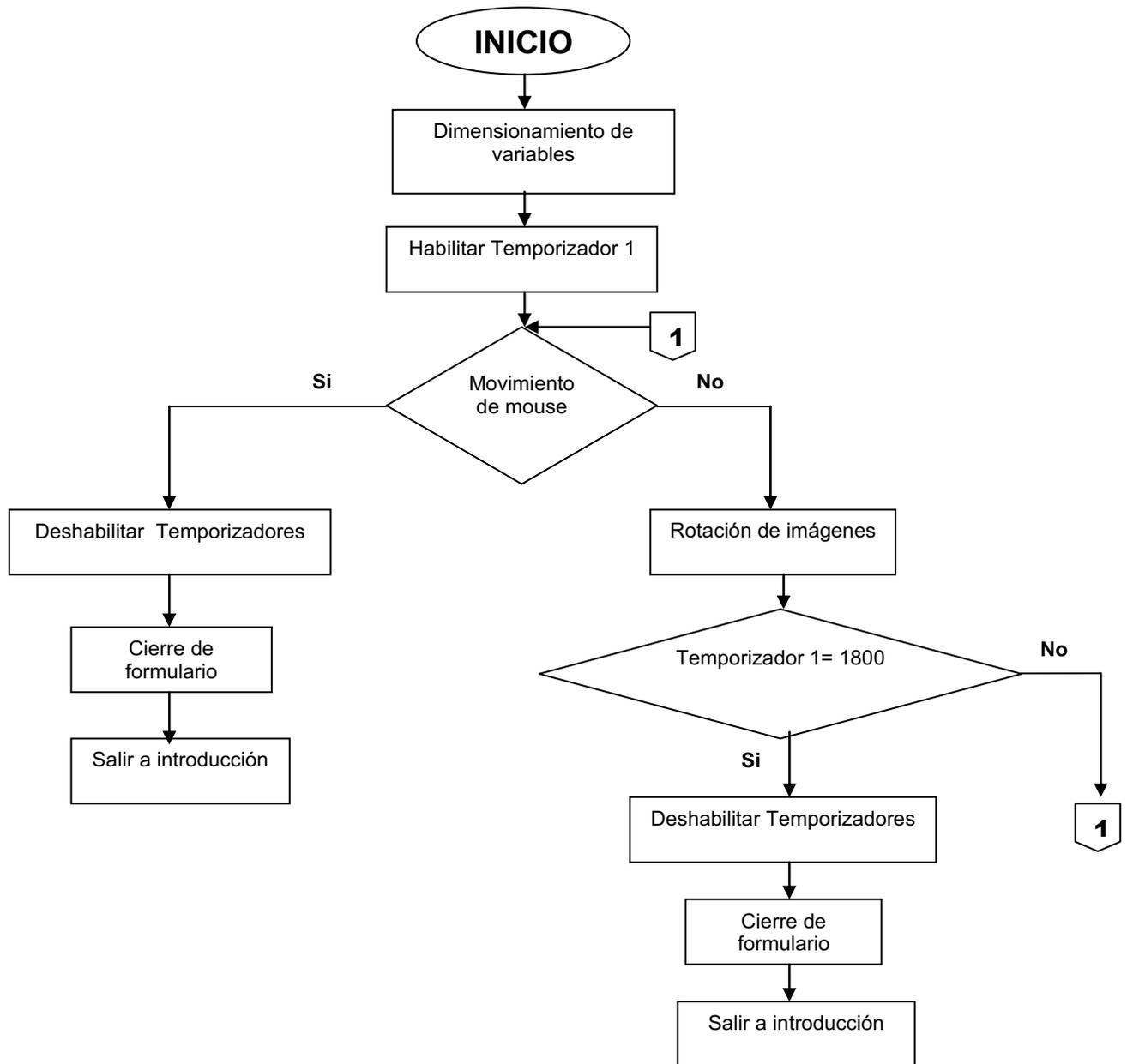


Figura 3. 7 Diagrama de flujo formulario de presentación

### 3.3.2.2.3. *Pantalla de Introducción*

La pantalla de introducción (ver la Figura 3.8) se encuentra desplegada durante una hora, pasado este tiempo se cierra el formulario y visualiza la pantalla de presentación, mientras el visitante no requiera abrir cualquier video, juego o trivia.

Esta pantalla es el medio de enlace con los otros formularios. En caso que algún formulario de las otras aplicaciones quede abierto, después de un cierto tiempo retornan a la pantalla de introducción



Figura 3. 8 Pantalla Introducción

### 3.3.2.2.4. *Diagrama de Flujo*

En la Figura 3.9 se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa introducción.

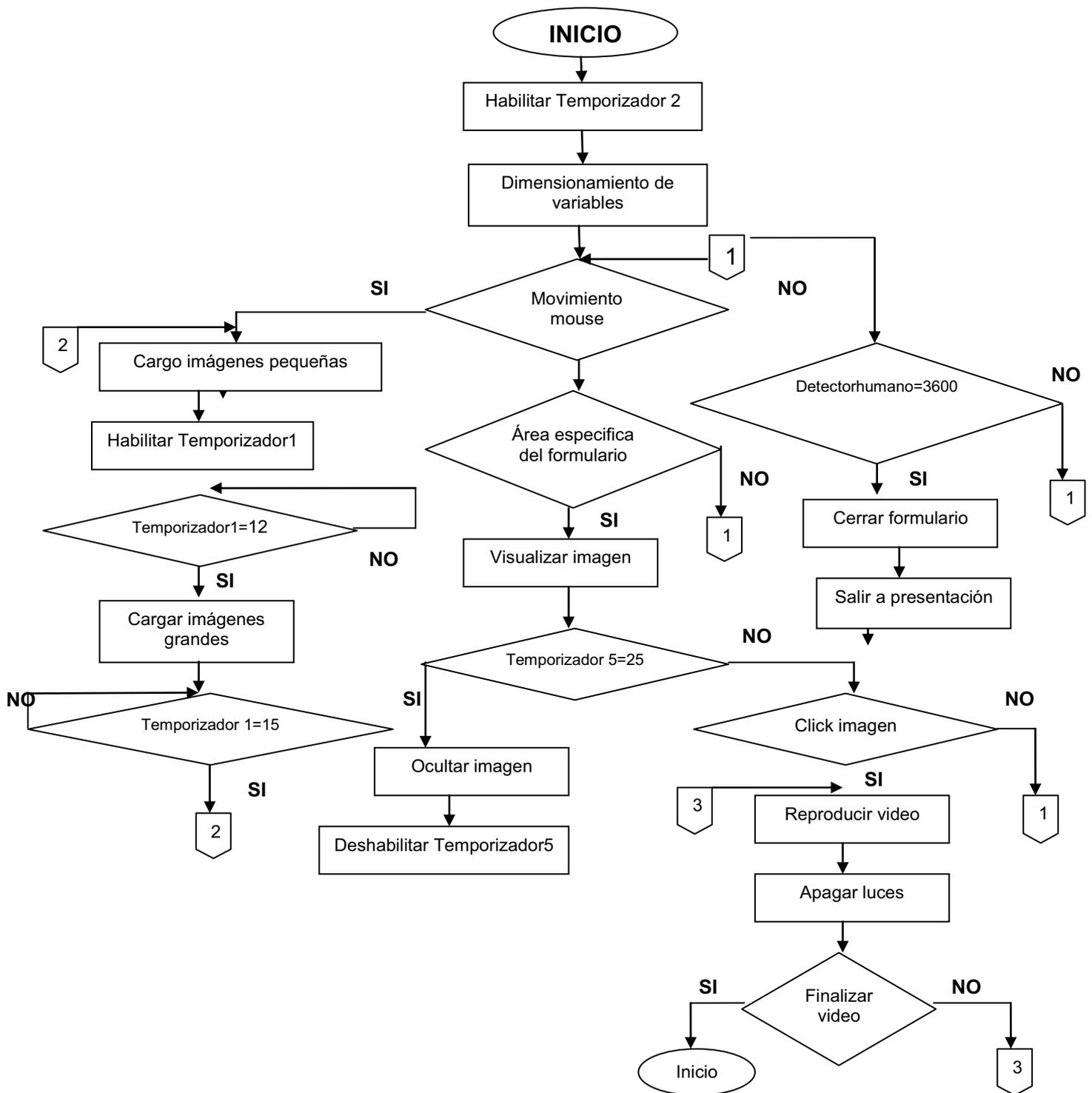


Figura 3. 9 Diagrama de flujo formulario de introducción

### 3.3.2.2.5. *Pantallas de las Trivias*

Cuando el visitante entra a cualquier trivía pulsando un botón se despliega un formulario1 como se observa en la Figura 3.10, en el que tiene que dar un clic con el mouse en la imagen de dados para que se escoja aleatoriamente una de seis preguntas, luego se abre un formulario 2 como se observa en la Figura 3.11, el que contiene la pregunta tanto textualmente como en audio y tiene tres opciones de respuesta a las que el visitante puede acceder dando un clic sobre cualquiera de ellas (A, B, C), para obtener la respuesta se le asigna un cierto tiempo en el que debe contestar, en caso que termine el tiempo señalado se sale de la trivía para volver al formulario de introducción, caso contrario si la respuesta es correcta se marca con un visto y el cuadro de texto se pone de color verde y si es incorrecta se marca con una X y el cuadro de texto se pone de color rojo, en señal de equivocación. Después de cierto tiempo se vuelve a desplegar en la pantalla el formulario1 en la que aparece una animación que indica en audio, que para seguir con la trivía vuelva a pulsar los dados, así se escogerá aleatoriamente una de las preguntas restantes para volver a repetir el proceso anterior.

Cada trivía consta de seis preguntas en la que el visitante tiene la opción de contestar todas o salir, si contesta todas las preguntas al final de la trivía aparece el resultado de las que contestó correctamente, si las respuestas son mayor a tres aparece una animación de felicitaciones para luego de cierto tiempo desplegar el formulario de introducción.

En caso de que el formulario1 quede abierto, en un minuto sino detecta el movimiento de mouse en el formulario, retorna a la pantalla de introducción.

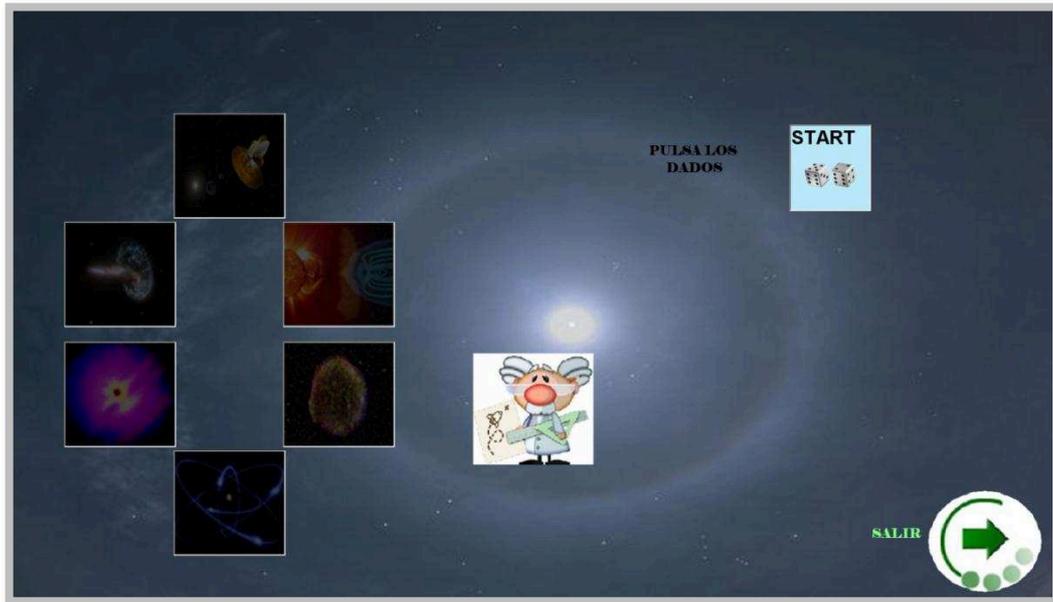


Figura 3. 10 Pantalla en la que se escoge la pregunta aleatoriamente

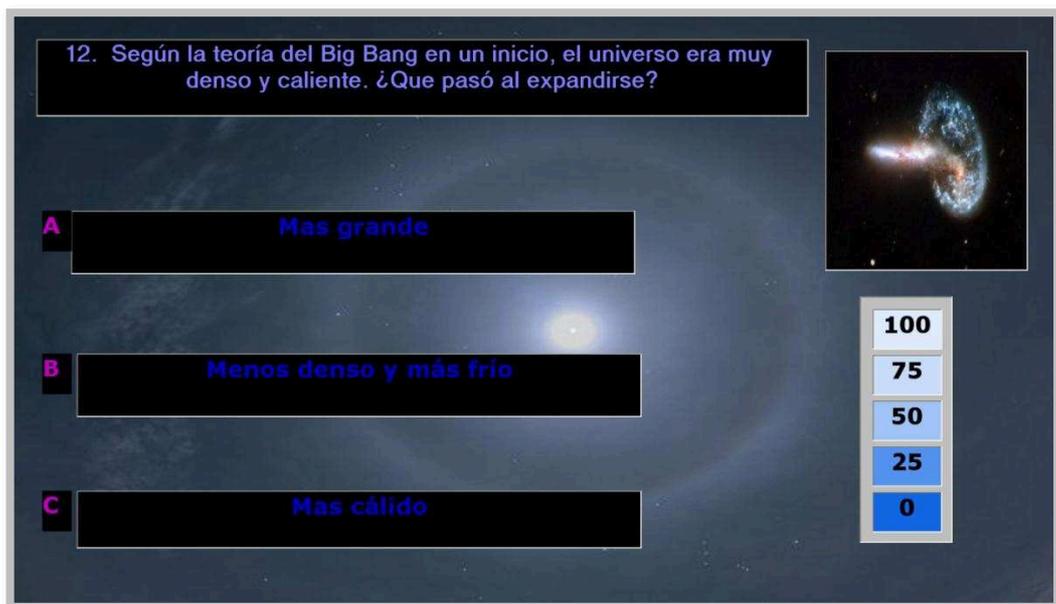


Figura 3. 11 Pantalla que contiene la pregunta escogida aleatoriamente

### 3.3.2.2.6. Diagrama de Flujo

En las Figuras 3.12 y 3.13, se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa que permite el manejo de trivias.

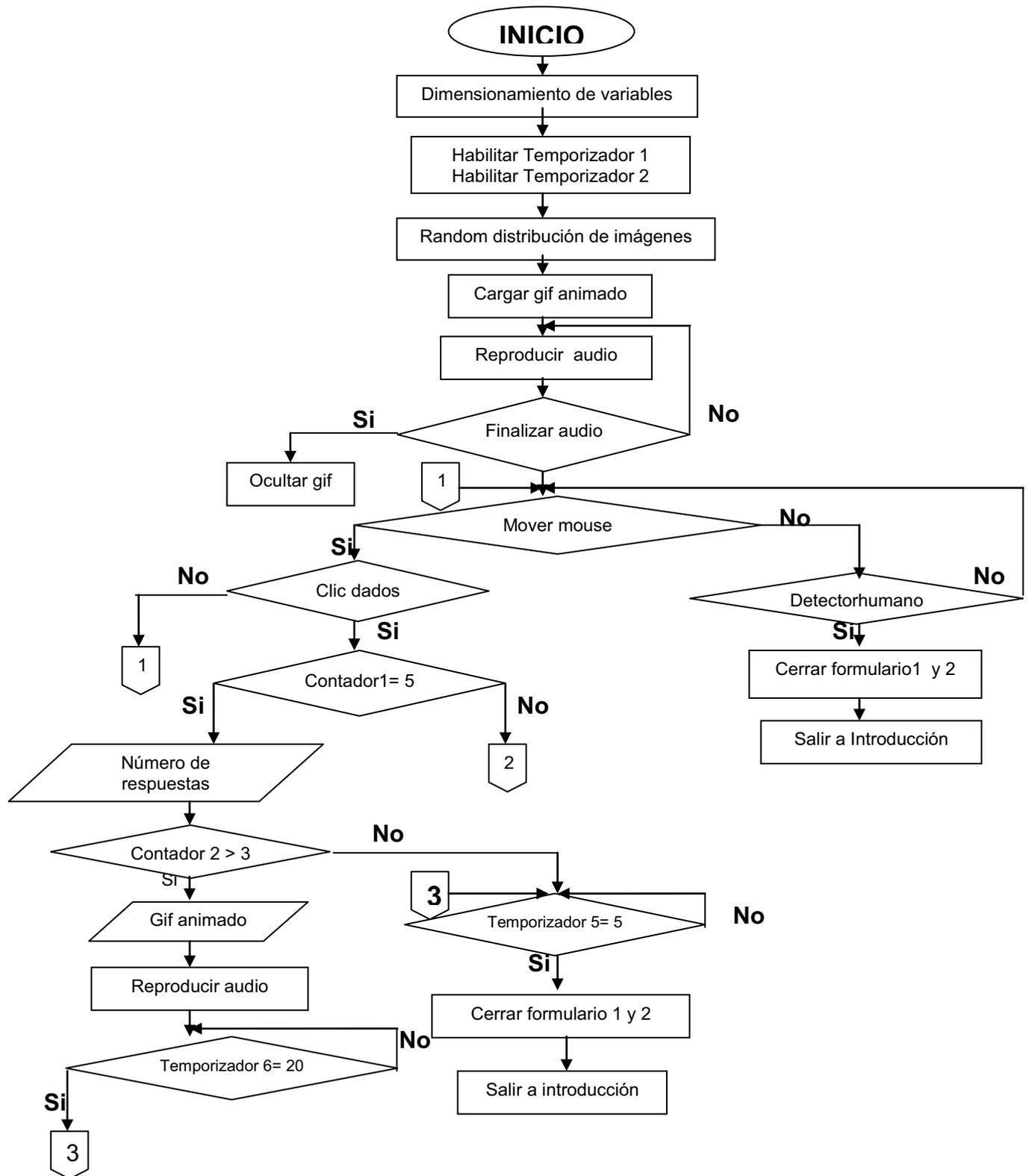


Figura 3. 12 Diagrama de flujo trivias parte 1

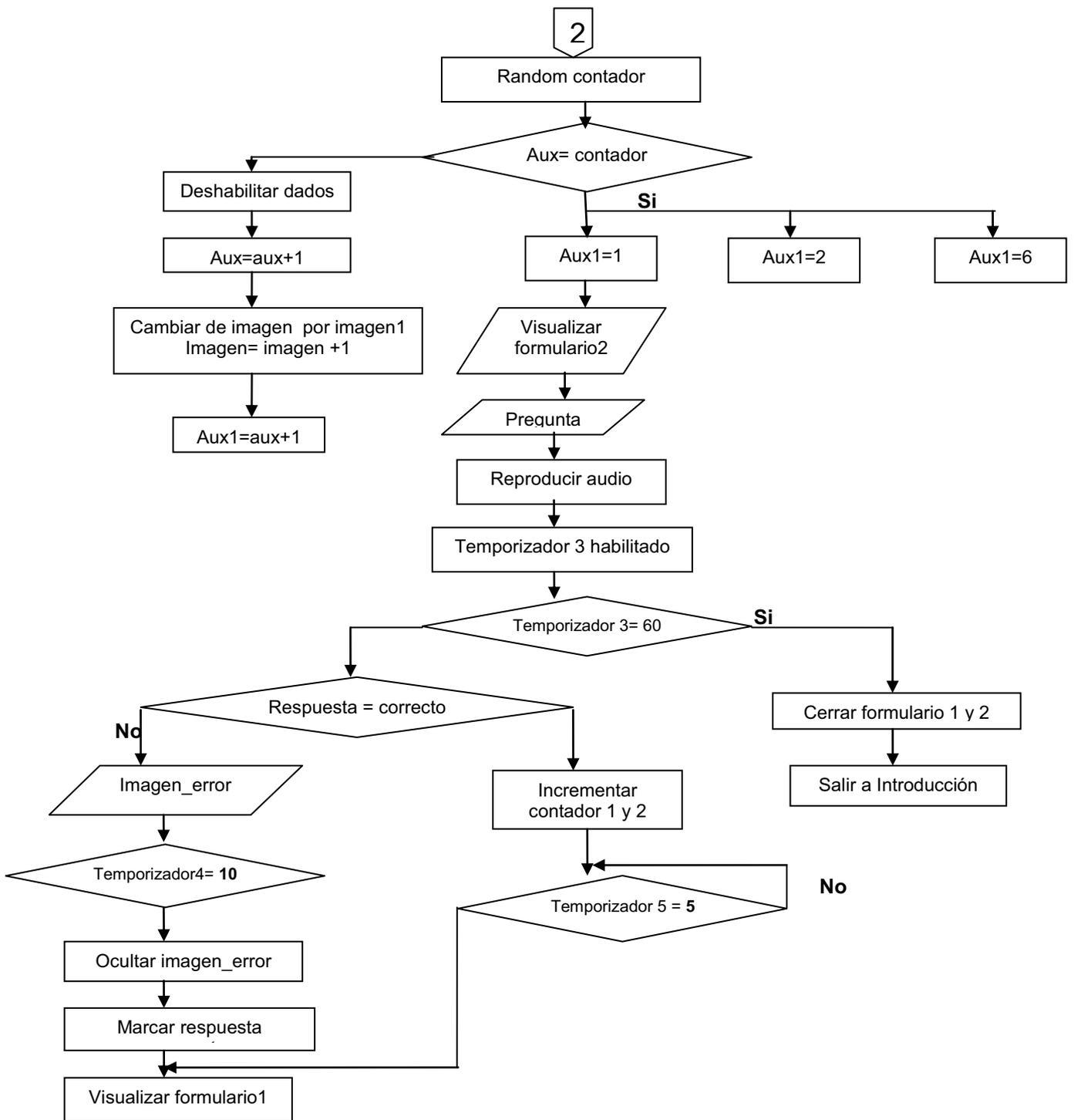


Figura 3. 13 Diagrama de flujo trivias parte 2

### 3.3.2.2.7. Pantallas de los Juegos

Cada formulario de juegos contiene su audio y animaciones con su respectiva iluminación de la sala en el momento que lo requiera. Para poder desplegar los diferentes formularios de juegos se tendrá que pulsar los botones correspondientes.

### 3.3.2.2.8. Juego1

Al desplegar el formulario como se muestra en la Figura 3.14, en la pantalla de este juego existe una pregunta que está en un cuadro de texto y también en audio, cuya respuesta consta de cuatro elementos que pueden ser elegidos de ocho opciones, que se colocan aleatoriamente cada vez que se abre el formulario.

Para obtener la respuesta tiene tres oportunidades para equivocarse, además se le asigna un determinado tiempo en el que debe contestar, en caso de que se termine el tiempo o sus oportunidades y no haya completado las cuatro respuestas, aparece la información en un cuadro de texto con su respectivo audio y después de un tiempo retorna al formulario de introducción. Si completa las cuatro repuestas se apaga la iluminación de la sala y se reproduce un video sobre la teoría del big bang que se trató en el juego y al terminar se enciende la iluminación.



Figura 3. 14 Pantalla Juego BigBang

### 3.3.2.2.9. Diagrama de Flujo

En la Figura 3.15, se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa del Juego1.

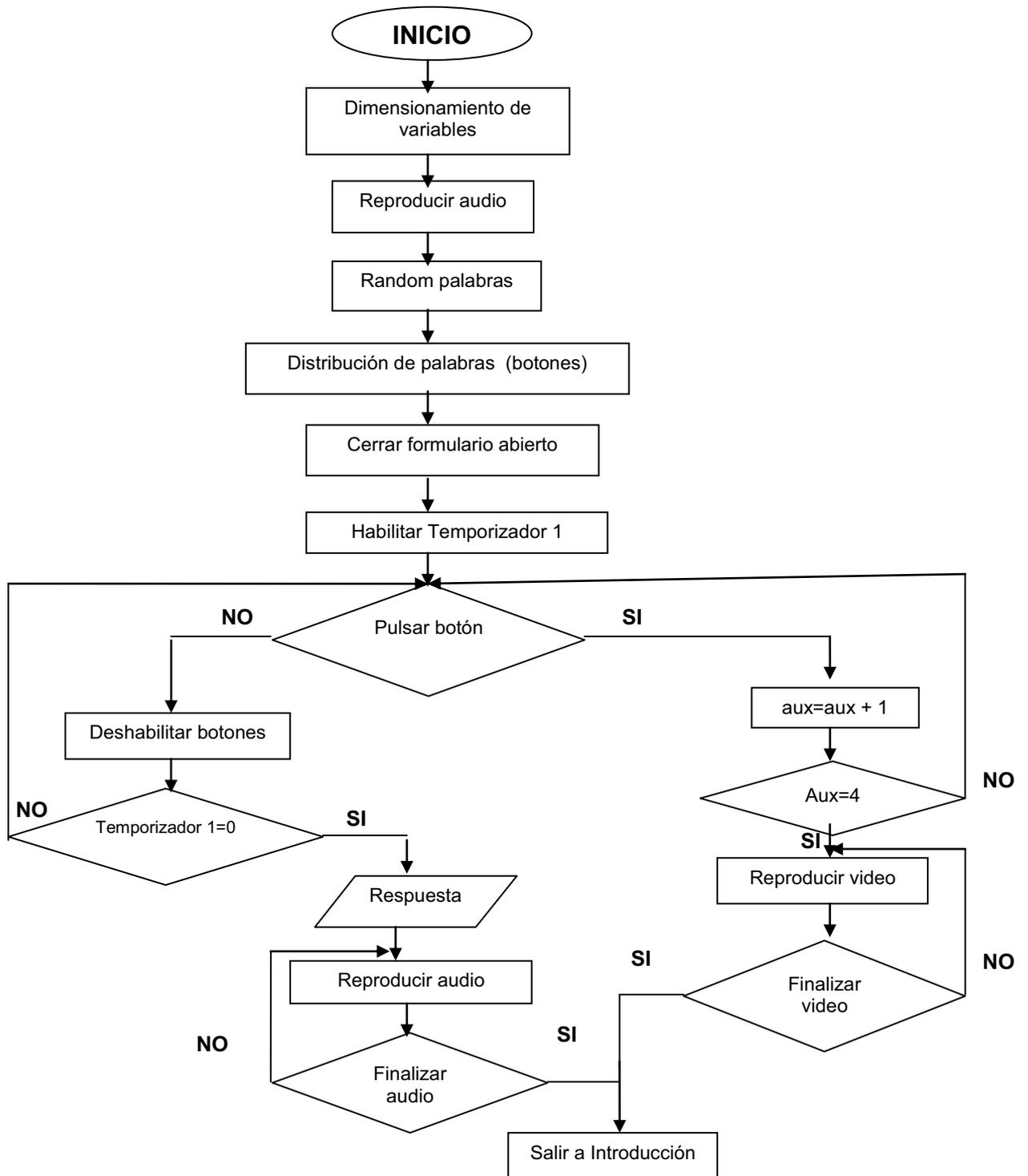


Figura 3. 15 Diagrama de flujo Juego Big Bing

### 3.3.2.2.10. Juego 2

Al visualizar el formulario del juego contiene una pregunta y para obtener su respuesta tiene tres opciones que están marcadas con ciertos dibujos fácilmente apreciables, como se observa en la Figura 3.16, para escoger cualquiera de ellos se necesita dar un clic con el mouse sobre el área indicada, el resultado se muestra dentro de una nube de forma textual si es correcto o incorrecto.

Cuando la respuesta es correcta aparece un gráfico de un viejito animado que se encuentra sincronizado con el audio para simular que está leyendo la información más amplia, que se encuentra dentro de un cuadro de texto.

En caso de que el juego se quede abierto el programa detecta que no existe movimiento de mouse y retorna a la pantalla de introducción.



Figura 3. 16 Pantalla Juego Vía Láctea

### 3.3.2.2.11. Diagrama de Flujo

En la Figura 3.17 se puede observar el diagrama de flujo que corresponde al programa del Juego2.

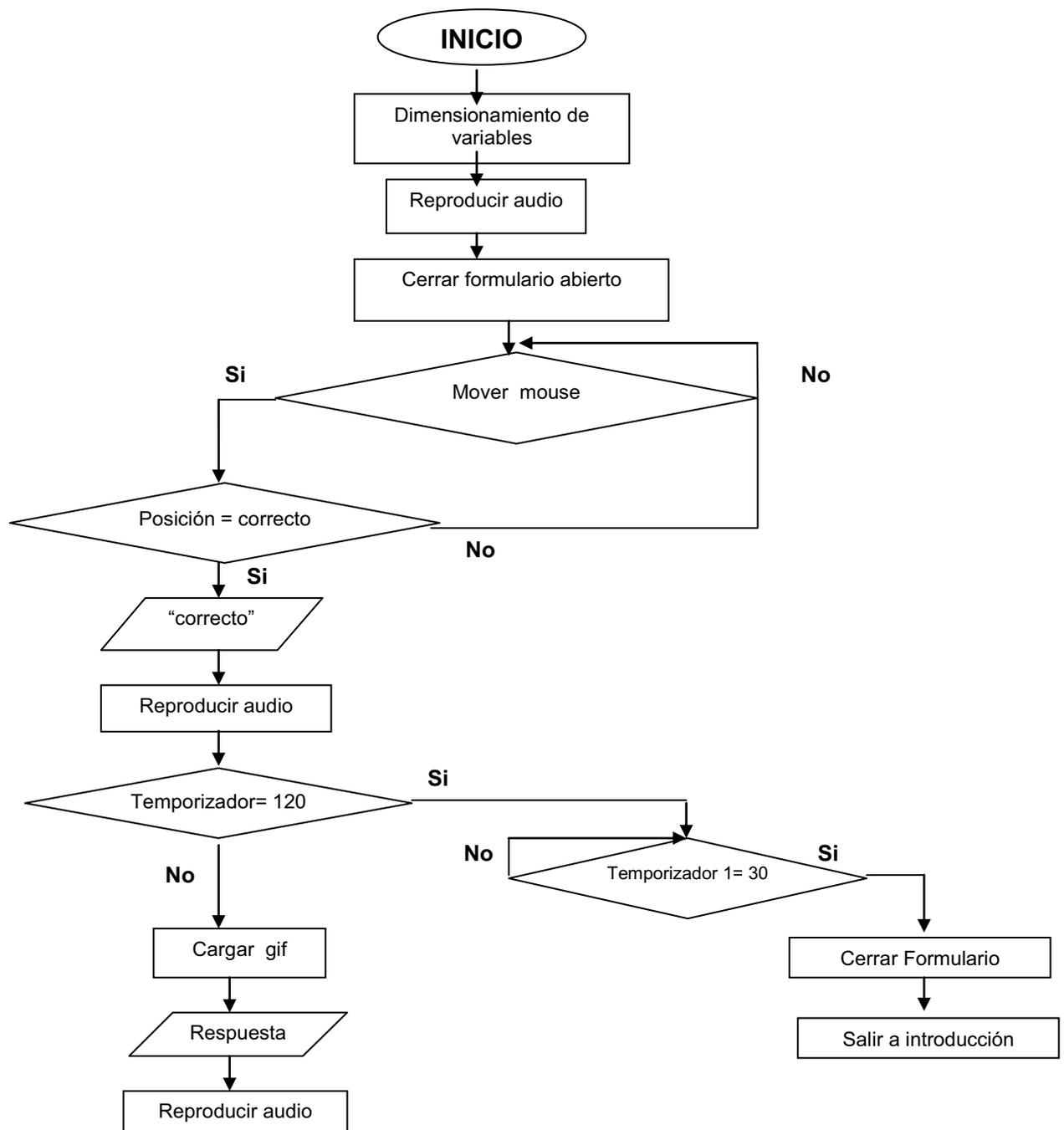


Figura 3. 17 Diagrama de flujo Juego Vía Láctea

### 3.3.2.2.12. Juego 3

Al desplegarse el formulario, éste contiene una de veinte preguntas que se escoge internamente por el programa de manera aleatoria, como se puede observar en la Figura 3.18, cada una de ellas se encuentran en texto y en audio, la respuesta es una sola palabra y cada letra que la conforma está remplazada por guiones, para que el usuario las encuentre mediante botones que contienen cada una de las letras del abecedario y el usuario tendrá que pulsar las que requiera para hallar la palabra correcta. Para encontrar la palabra tiene ocho oportunidades, por cada letra que se equivoque la caricatura animada se desplazará hasta caer a la bañera cuando termina con las oportunidades, finalmente se obtiene la respuesta y en algunas de ellas tienen cierta información adicional en audio, al terminar la información de audio aparece dos botones, uno para seguir con una nueva pregunta y el otro para salir al formulario de introducción.

En caso de que el juego se quede abierto el programa detecta que no existe movimiento de mouse y retorna al programa de introducción.

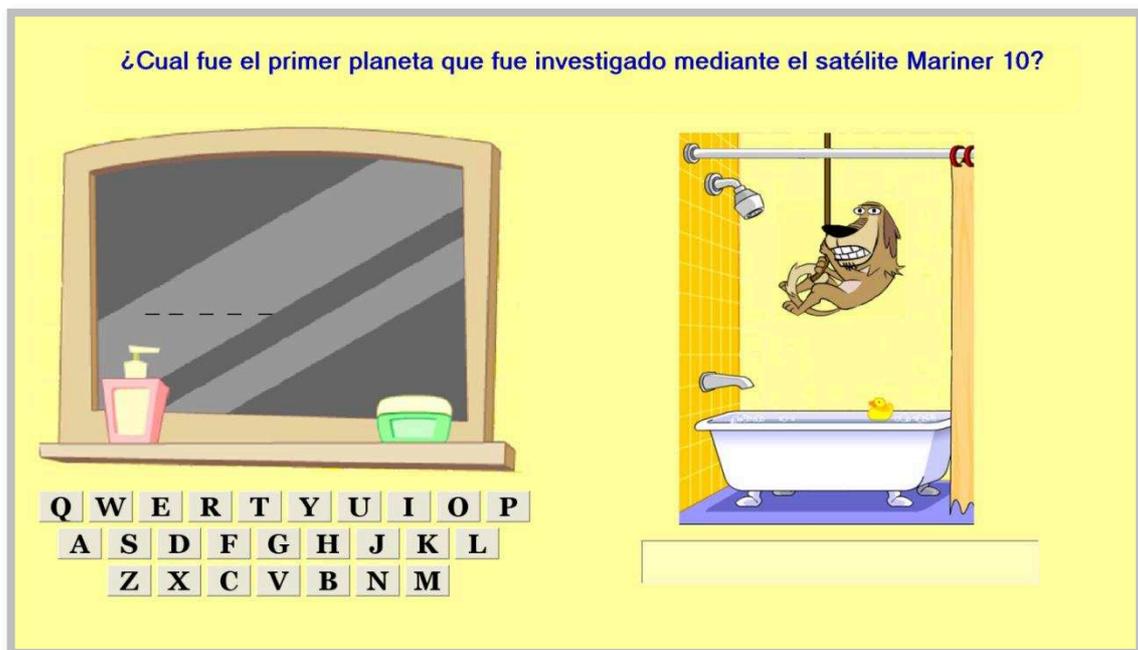


Figura 3. 18 Pantalla juego preguntas múltiples

## 3.3.2.2.13. Diagrama de Flujo

En la Figura 3.19, se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa del Juego3.

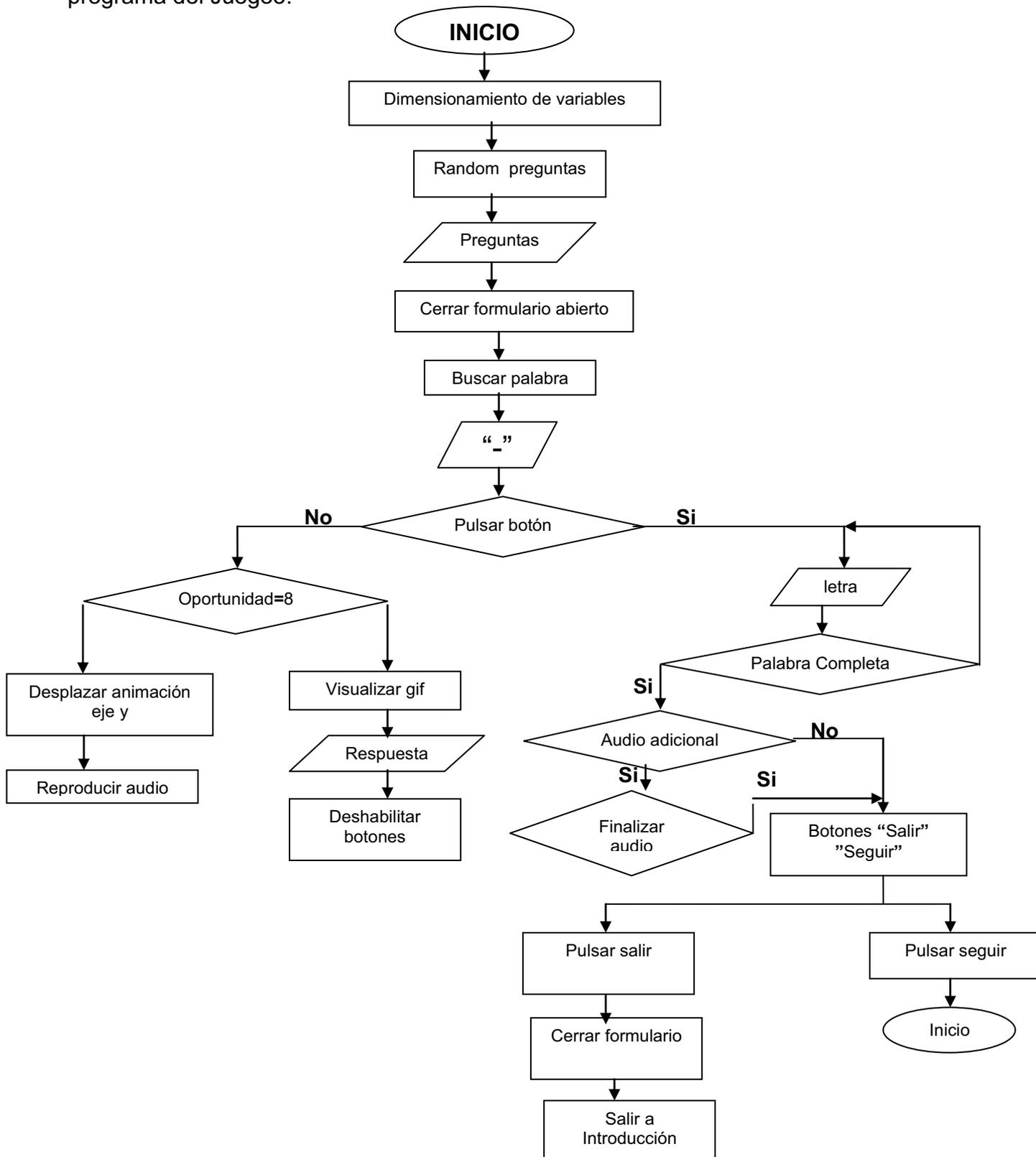


Figura 3. 19 Diagrama de flujo Juego preguntas múltiples

3.3.2.2.14. *Juego 4*

El juego de placas tectónicas, como se visualiza en la Figura 3.20, consiste en arrastrar con el mouse a los animales y ubicarlos sobre la época que corresponda, en caso de que uno de ellos no esté ubicado correctamente se quedará en su lugar y cuando sea ubicado en el lugar que corresponde aparece el animal con movimiento en uno de los lugares que habitaron. Cuando ya se ubican todos los animales en la época correspondiente se reproduce un audio con cierta información, al terminar se cierra el formulario y abre otro, como se muestra en la Figura 3.21, en el que aparecen dos animales escogidos de forma aleatoria y se obtiene el nombre del animal con su respectiva información en texto y también en audio, al terminar de reproducir toda la información se cierra y sale a la pantalla de introducción.

En caso de que el juego se quede abierto el programa detecta que no existe movimiento de mouse y retorna al programa de introducción.



Figura 3. 20 Pantalla juego Placas Tectónicas

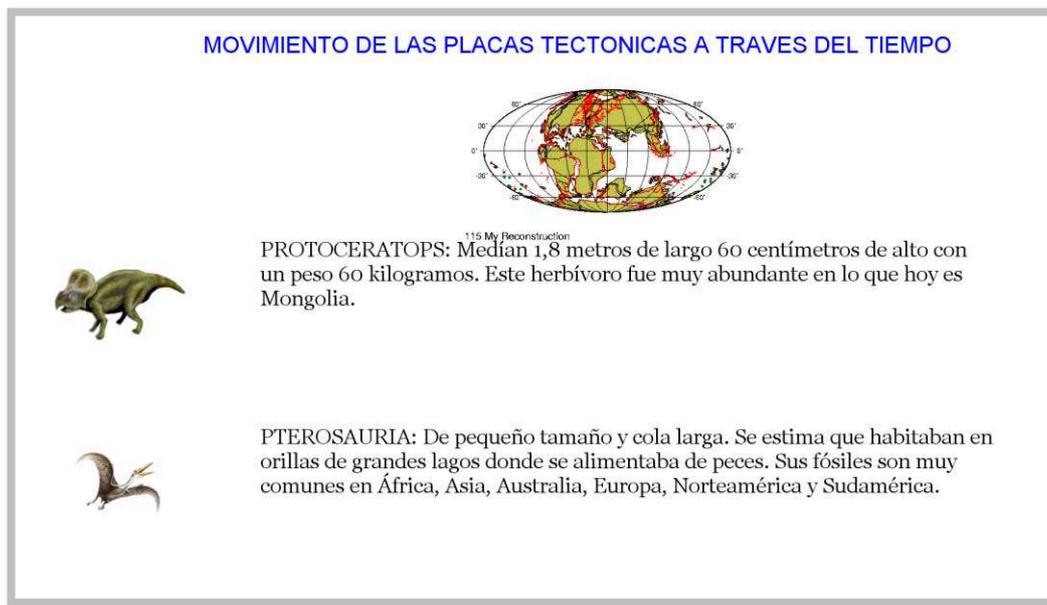


Figura 3. 21 Pantalla de información adicional

### 3.3.2.2.15. Diagrama de Flujo

En las Figuras 3.21 y 3.22, se presenta el diagrama de flujo que corresponde al programa del Juego4.

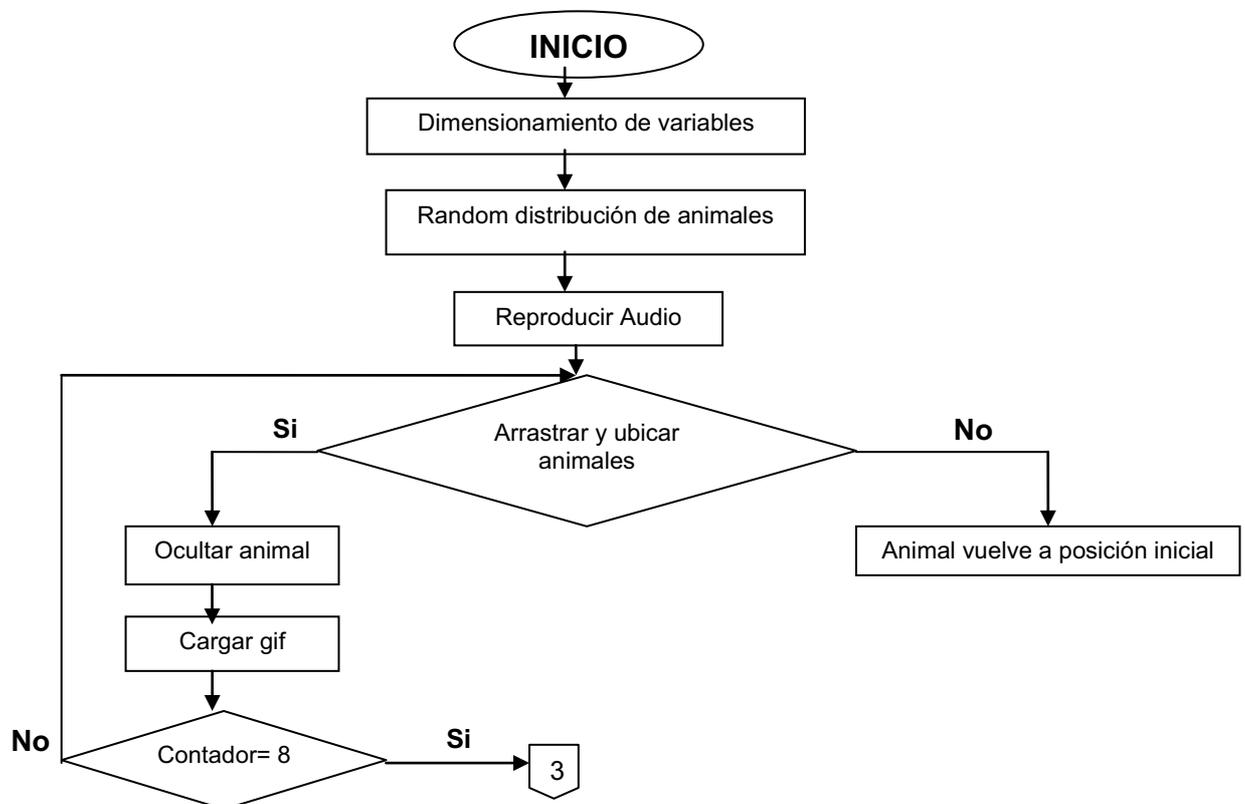


Figura 3. 22 Diagrama de flujo juego placas tectónicas parte1

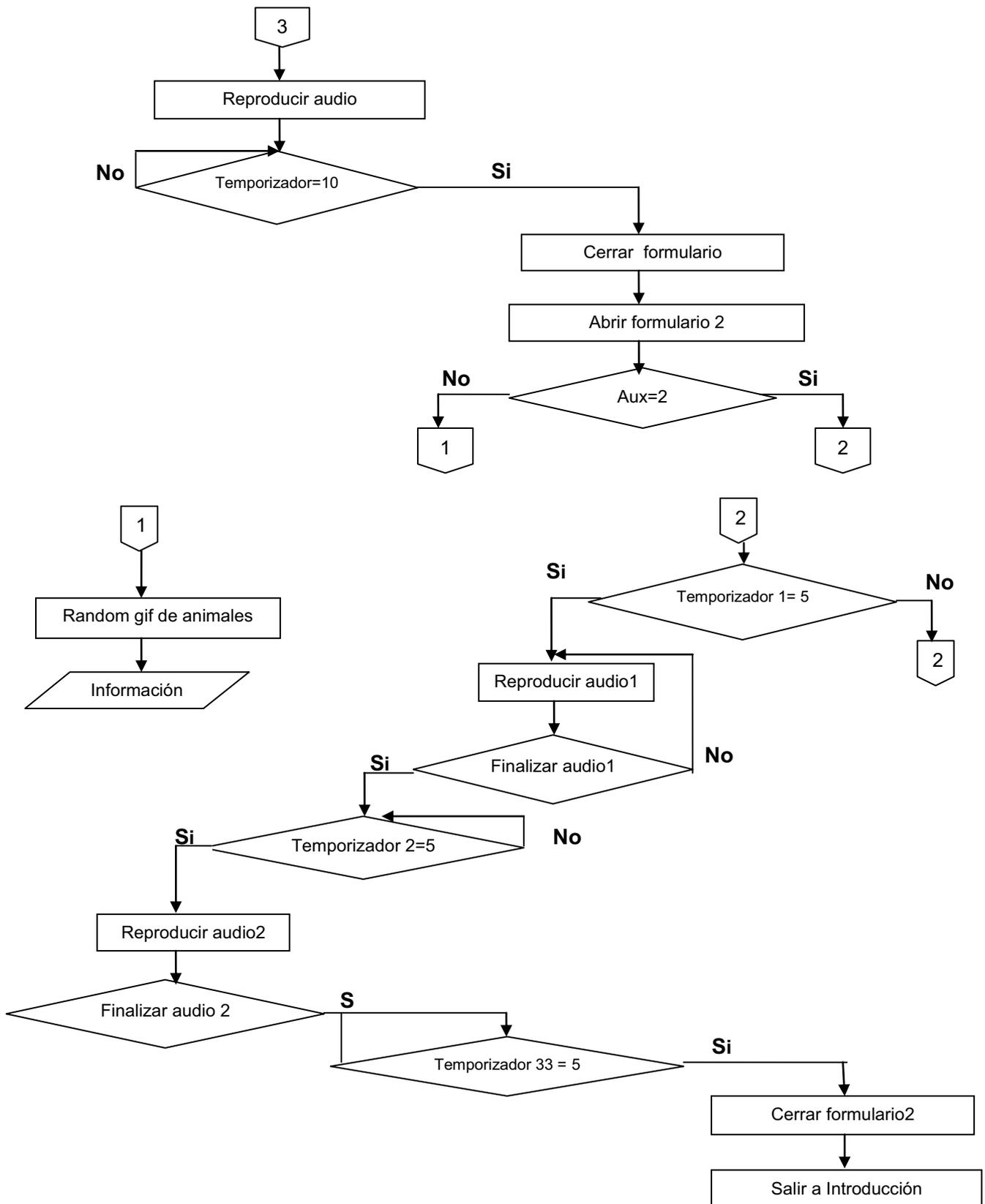


Figura 3. 23 Diagrama de flujo juego placas tectónicas parte2

### 3.3.2.2.16. Comunicación Microprocesador Master - PC

La comunicación entre el microprocesador y el computador se realiza por medio del puerto serial que está dirigido a la comunicación en Visual Basic aprovechando el control. De manera sencilla se puede cerrar y abrir el puerto serial desde la interface.

Para la comunicación se requiere la librería Microsoft Comm Control 6.0 y ésta llamará al control que tiene forma de teléfono, como el de la Figura 3.24 en el cuadro de herramientas.

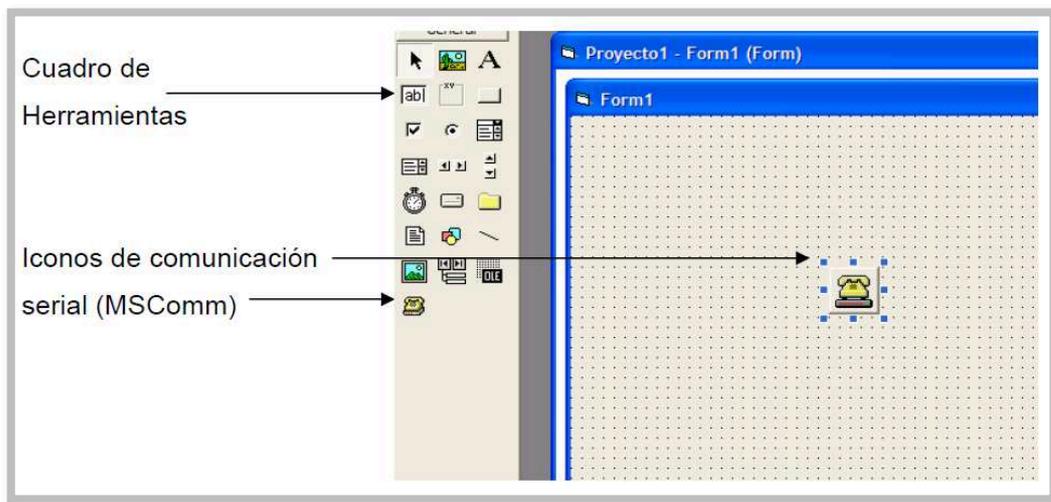


Figura 3. 24 Objeto para el manejo del puerto serial

Para realizar las acciones de este control se necesita abrir y cerrar el puerto para transmitir o leer datos, que serán enviados o recibidos por el microcontrolador. A continuación se muestra el código utilizado para que funcione el puerto serial:

1. Abrir puerto
  - If serial.PortOpen = false then
  - Serial.PortOpen = True
  - End if
2. Cerrar puerto
3. Enviar dato

Serial.Output = "a"

4. Recibir dato
5. Dato= serial.input

Donde "serial" es el nombre del objeto de control, en el envío y recepción de datos, el dato se encuentra dentro de comillas y se está tomando como un dato ASCII.

### 3.3.2.2.17. Reproducción de Videos y Audio

La reproducción de los videos se realiza con un objeto insertable de Visual Basic llamado Windows media player que es un control active x.

Para la reproducción de audio se realiza con Microsoft multimedia, mediante este control se reproduce audio y ejecuta ciertas funciones con código en el que se debe especificar el tipo de archivo y especificar la ruta.

### 3.3.3. DIAGRAMA DE FLUJO GLOBAL

A continuación en la Figura 3.25, se presenta el diagrama de flujo global en el que contiene la comunicación

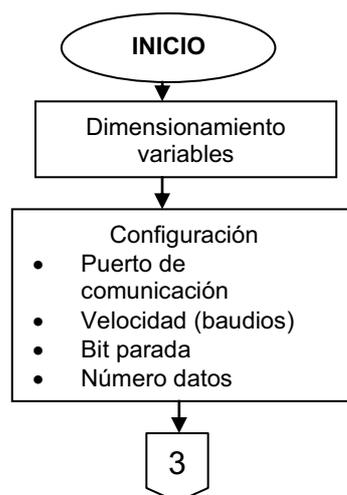


Figura 3. 25 Diagrama de flujo Formulario principal parte 1

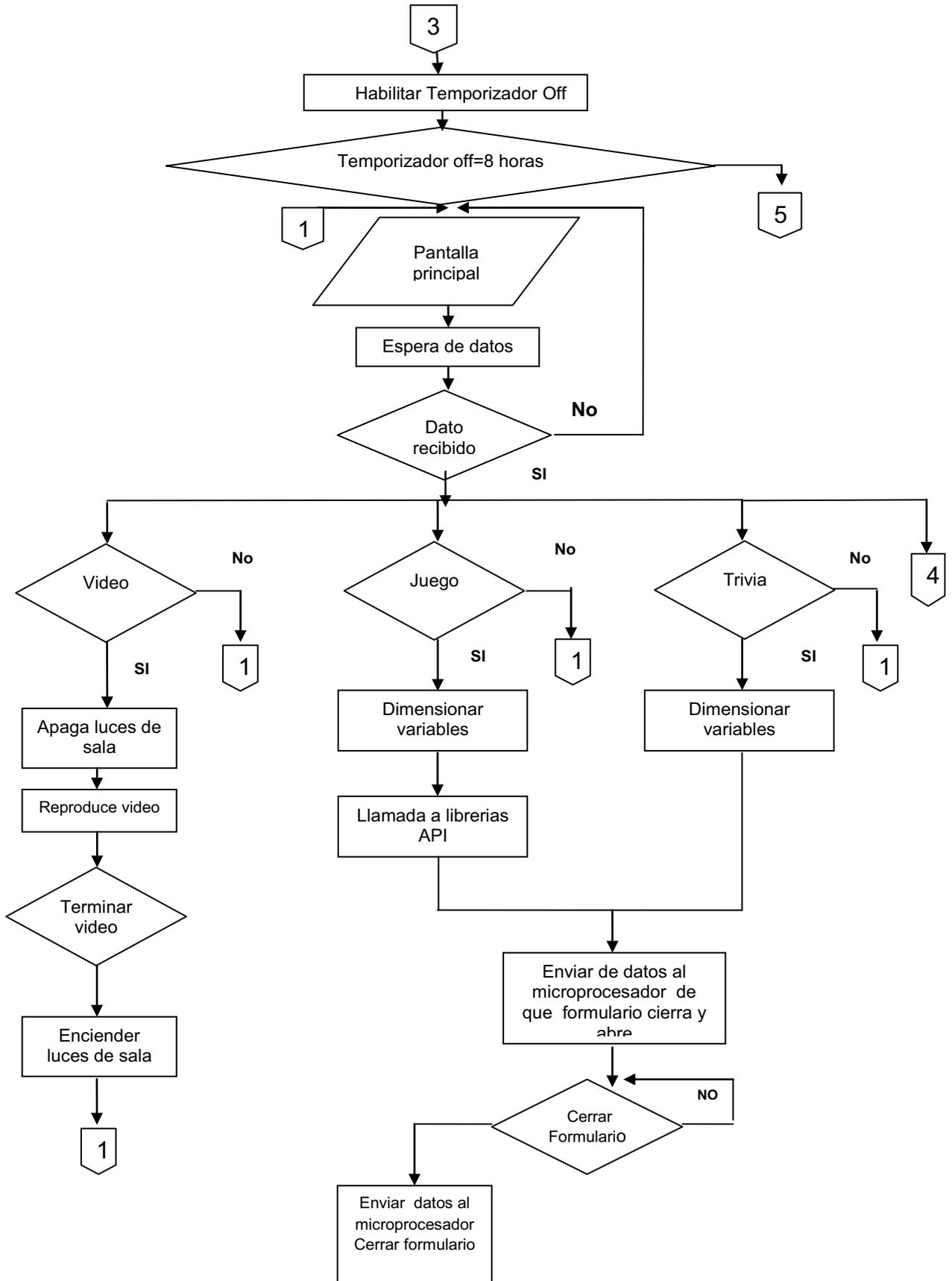


Figura 3. 26 Diagrama de flujo Formulario principal parte 2

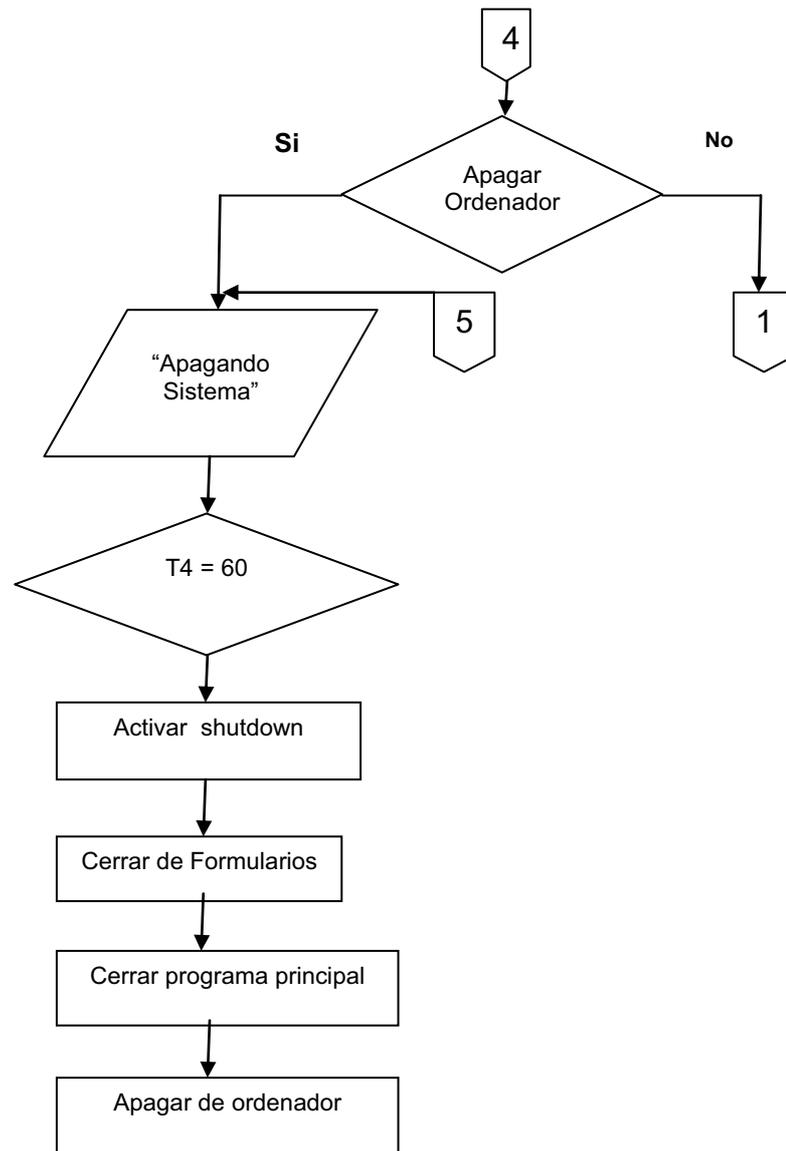


Figura 3. 27 Diagrama de flujo Formulario principal parte 3

## CAPÍTULO 4

### PRUEBAS Y RESULTADOS

#### 4.1. INTRODUCCIÓN

La fiabilidad en la transmisión debe garantizarse con una buena inmunidad al ruido y protocolos adecuados en caso de errores. El sistema debe ser determinista de forma que se garantice un tiempo máximo de espera en los accesos a cualquier elemento de la red como los módulos esclavos, el Computador Personal y el módulo maestro. El diseño está realizado de forma que el sistema sea inmune a cualquier fallo de este tipo, como errores transitorios producidos por EMI (interferencias electromagnéticas) o permanentes en las transmisiones por daño del cableado. De ésta forma se realiza el estudio del sistema en las comunicaciones y respuesta Visual.

Es necesario explicar que la comunicación utiliza directamente las variables ASCII, tomando en cuenta que la cantidad de equipos y de variables remotas del sistema supone usar menos de 255 caracteres, conociendo esto se usa un bite que representa directamente la instrucción por un carácter ASCII, esto acorta el tiempo de respuesta de los dispositivos esclavos, además de mantener simple la comunicación entre equipos remotos. En La Figura 4.1 se muestra el dispositivo esclavo que controla la iluminación en la sala automatizada.



Figura 4. 1 Tablero de Control de Iluminación

Cada símbolo ASCII representa una acción dentro de la programación del microcontrolador, la comunicación entre el computador y el dispositivo maestro se lo realiza con variables de tipo ASCII, los números representan una actividad dentro de cada formulario con respuesta del PC en ASCII que valida el control de luces.

## **4.2. ASIGNACIÓN DE TAREAS DE ACUERDO A LOS MÓDULOS**

Para las actividades dentro del programa de operación se controlan por medio de variables descritas a continuación:

### **4.2.1. VARIABLES UTILIZADAS POR EL MÓDULO MAESTRO**

#### **4.2.1.1. Lectura de datos dentro del medio RS-422**

Con los caracteres ASCII F, G, H, P, se permite la lectura de los pedestales, se entiende por un pedestal a una dispositivo esclavo montado dentro un soporte

ubicado en sitios estratégicos donde se dispone de un bus de datos, alimentación y entradas de control, correspondientes a las variables del sistema, esto quiere decir que cada pedestal tiene asignada una letra que le permitirá responder dentro de un barrido al dispositivo maestro. La respuesta también dependerá de la velocidad de transmisión, la cantidad de equipos y el número de variables enviadas, en el caso de tener un protocolo de comunicación más complejo siendo este último un factor determinante, ya que para aplicaciones con mayor número de variables se debe disponer de un protocolo similar a modbus como un ejemplo de protocolo libre, situación que hace perder velocidad de respuesta entre los equipos, para la aplicación actual se prefiere enviar un solo ASCII por la necesidad de contar con menores tiempos de respuesta, para lo cual no se debe elevar velocidad en baudios de transmisión.

#### **4.2.1.2. Comunicación de datos a través de la interface RS-422**

Con los caracteres ASCII E, A, se permite la escritura del dato de accionamiento de los relés que controlan la iluminación del escenario, esto permitirá al microcontrolador encender luces (E), o apagar luces (A). Dentro de las pruebas se observa la pérdida de datos de encendido o apagado por lo que la solución es repetir estos comandos dos veces, dentro de un tiempo establecido de forma práctica.

#### **4.2.1.3. Descripción de variables en la comunicación en la norma RS-232 (PC – Tarjeta maestra)**

Con los caracteres ASCII 1, 2, 3, 4, c, e, 9, l, k, o, s, w, d, f, 0, j, i, p, t, x, corresponden a los comandos de comunicación con el Pc y la tarjeta de control maestra, proporcionan al módulo maestro información de control y estado del computador, esta definición se realiza para independizar las comunicaciones entre los dispositivos esclavos con el módulo maestro y realizar otro entre el módulo maestro y el Computador Personal, estos funcionan en conjunto pero ambos realizan acciones de control dentro de su ámbito específico, estas

acciones permitirán utilizar comunicación uno a uno sin pérdidas de datos entre el Computador Personal y el Dispositivo Maestro con tiempos cortos de respuesta.

#### **4.2.2. VARIABLES UTILIZADAS POR LOS MÓDULOS ESCLAVOS**

##### **4.2.2.1. Respuesta de los módulos esclavos a la Comunicación iniciada por el módulo maestro a través de la interface RS-422.**

Cuando el módulo maestro inicia la comunicación con los módulos esclavos, identificado con un carácter ASCII, el módulo esclavo que identifica su dirección responde con el carácter ASCII r,l,f,g,h,i, que representa un comando que le permite, a la tarjeta principal, la lectura de las variables del módulo esclavo a través de bus de datos RS-422 y tomar acción respecto a ésta. Siendo este proceso, total de la metodología “polling”, pregunta y respuesta.

#### **4.3. MONITOREO Y RESPUESTA DEL PC Y TARJETA PRINCIPAL**

En las pruebas se observa mediante el terminal de Bascom los datos enviados a través de la comunicación serial, tomando esto en cuenta se observa que los formularios se iniciaban antes de terminar de cerrar el formulario que le precede, al enviar un dato de formulario principal abierto genera error, por este motivo se decide quitar el dato de apagado y encendido de formulario principal y realizar el control de flujo de datos en los formularios propios de los juegos, con lo que se logra corregir el error de sincronización.

#### **4.4. MONITOREO Y RESPUESTA DE LOS MÓDULOS DESCENTRALIZADOS**

Para las pruebas con los módulos descentralizados se toma el módulo maestro como repetidor de datos de los módulos esclavos, para medir la fiabilidad de

tiempos de respuesta, se observa mediante el terminal de Bascom, los caracteres de respuesta en la pantalla del PC. La representación ASCII que retorna de los módulos esclavos, ingresaba con un código "enter" adicional obteniendo de los módulos descentralizados otro valor, esto se debía que al repetir el dato a través del puerto del módulo maestro este añade el carácter de "enter", por lo que dentro del programa del microcontrolador maestro se decide tomar el dato, comparar y enviar el dato correspondiente a la instrucción, esto corrige los problemas en el buffer del computador que recibe un dato adicional.

Las pruebas de comunicación determina que al tener poco tiempo entre instrucciones de lectura, la respuesta de los módulos descentralizados colisiona dentro del bus de datos, se evita la colisión sincronizando entre una respuesta y otra, siendo éste el tiempo de espera entre una comunicación y otra. El tiempo de sincronización entre uno y otro solo debe ser el suficiente para evitar que retarden la comunicación entre todos los dispositivos.

Ya que los sensores de presencia llegan al tablero de control, que tiene en su interior un módulo descentralizados, se observa que la respuesta se ajusta al momento de enviar el dato de encendido al resto de pedestales que encienden los tableros de control, además la comunicación al momento de presentar videos es adecuada, permitiendo apagar las luces del escenario sin reaccionar los sensores de presencia durante la proyección.

Se debe tomar en cuenta que la comunicación serial que presenta el computador y el dispositivo maestro, a diferencia de los módulos descentralizados que usa la interrupción, es por el estado de buffer de comunicación, cuando llega un dato al buffer, éste almacena un 1 lógico, el programa principal realiza una comparación si el buffer se encuentra en estado lógico apropiado, éste lee la variable almacena en el segundo puerto USART que posee el microcontrolador Atmega164P y envía el ASCII correspondiente al computador, la comunicación puede ocurrir en cualquier periodo dentro del barrido del Microcontrolador, esto supone que la comunicación será más lenta

que la que presenta entre pedestales, las pruebas comprueban que la comunicación es adecuada para la aplicación realizada en el museo.

Se observa que al perder comunicación entre el Computador Personal y el dispositivo maestro, los microcontroladores quedan bloqueados hasta el próximo encendido, excepto el botón que permite apagar el sistema operativo de Windows, el botón de apagado solo funciona dentro del entorno del programa de juegos y trivias realizado en Visual Basic para el presente proyecto, ya que la función de apagado es una subrutina del programa principal, que permite cerrar el programa adecuadamente.

#### **4.5. RESPUESTA POR LOS USUARIOS**

Cuando el usuario ingresa al área en la que se implementa el sistema interactivo, presta atención a la iluminación de pedestales, tablero de juegos y trivias y principalmente lo que se visualiza en la pantalla introducción principal. Cuando interactúa con los juegos, trivias y videos el área se torna entretenida por el audio y las animaciones que conforman cada pantalla que van con su respectiva iluminación de la sala.

El usuario entra a cualquier juego o trivía, al prolongarse demasiado éste pierde interés, por lo que es necesario cambiar de actividad, por este motivo se añade un icono de salir a la pantalla principal, resultando un sistema interactivo que se acomoda a la necesidad del usuario sin tornarla aburrida.

Se observa en el modo automático del tablero de control de luces, que durante la reproducción de videos, cuando la iluminación permanece apagada, ayuda al visitante a prestar atención a la pantalla de visualización, este modo se aplica cuando no existe un guía y son grupos reducidos.

El modo manual del tablero de control de luces, se aplica para las visitas guiadas, por cuanto es necesario mantener las luces encendidas ya que el guía requiere dar explicación de los cuadros y pinturas presentes en la sala.

Los dos modos de trabajo se los usa de acuerdo al número de personas que visite el museo. Logrando que el sistema sea flexible para el personal que trabaja.

Se usa el cable de comunicación HDMI (interfaz multimedia de alta definición), es una norma de audio y vídeo digital cifrado sin compresión, al usar los parlantes del Televisor con este puerto se detecta que al iniciar los videos con audio los primeros segundos no se reproducen, la primera hipótesis fue tener un error dentro del programa, partiendo de esto se decide comprobar con parlantes externos, se comprueba que el uso del puerto HDMI pierde parte del audio, conociendo que los juegos y trivias tienen audio de corta duración se procede a utilizar parlantes que no usen al puerto HDMI, con lo que se concluye que es mejor el uso de la tarjeta de audio del PC que presenta mejor calidad que la transmitida por el cable HDMI.

#### **4.6. FOTOS DEL SISTEMA IMPLEMENTADO**

En las Figuras 4.2, 4.3, 4.4 se pueden ver las fotografías de los sistemas implementados en el presente proyecto.

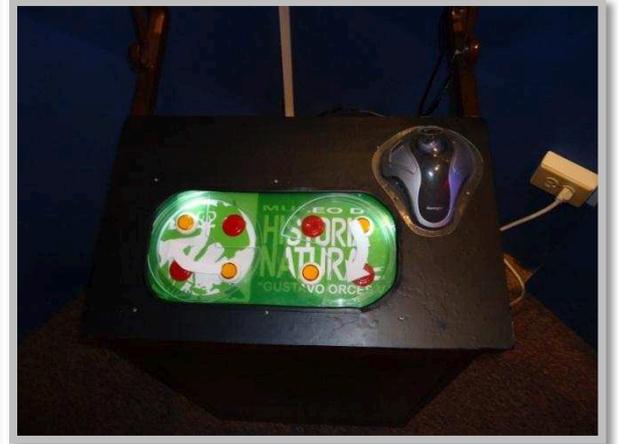


Figura 4. 2 Base principal dentro del gabinete se encuentra el módulo maestro y el Computador personal.



Figura 4. 3 Muestran los pedestales, en la parte superior se encuentra los dispositivos esclavos que toman los datos del sistema

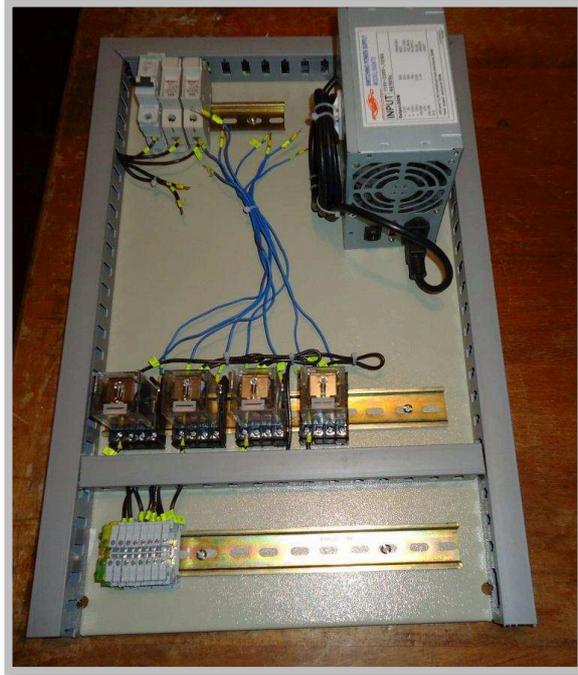


Figura 4. 4 Tablero de Control, Contiene los relés que manejan el control de luces.

#### 4.7. RESULTADOS

Los resultados de las pruebas con usuarios del sistema identifica:

Los equipos se comunican adecuadamente dentro de un margen de tolerancia al momento de la lectura de pedestales, recordando que esto depende también de la información que se encuentre en el bus de datos del mismo.

Las pruebas más importantes son las que realiza con visitantes del museo a través de ellas se determina los cambios de acuerdo a la necesidad del usuario, sin dejar ninguna posibilidad para que el usuario pueda manipular las propiedades del programa visual.

La versión final presenta los cambios significativos del sistema, se realiza las correcciones que se presentan durante las pruebas, entre ellas los lazos dentro del programa del computador, producto del desbordamiento de memoria y el estado de luces durante la exposición de los videos.

#### 4.8. PRUEBAS Y RESULTADO DE COMUNICACIÓN MICROPROCESADOR – PC

El puerto que se utiliza para esta aplicación es el tres. El código que maneja esta opción es el siguiente:

```
Serial.CommPort = 3
```

En la aplicación hay un formulario principal que contiene la subrutina de comunicación que enlaza el PC con la tarjeta principal de control, éste se ejecuta internamente de forma oculta.

La comunicación envía datos a través del microprocesador para abrir ciertos videos, juegos y trivias, además el computador necesita enviar un dato para informar al microprocesador qué formulario se abre o se cierra, para que este tome las acciones adecuadas. Ciertos datos enviados desde el computador al microprocesador se toman mediante el hyperterminal como se muestra en la tabla 4.1.

Acción tomada (computador)	Envía dato abre formulario (computador )	Envía dato cierra formulario ( computador)
Video1	"22"	" 44"
Juego1	"c"	"d"
Trivia1	"k"	"l"
Trivia 2	"o"	"p"
Juego2	"g"	"0"

Tabla 4. 1 Datos enviados desde Visual Basic al microprocesador

Como se observa en la tabla 4.1 los datos recibidos y enviados son de tipo ASCII y a cada formulario se asigna un valor que sea enviado para informar cuando un formulario se abre o se cierra.

En esta prueba se concluye que los datos enviados son los adecuados para el microcontrolador.

#### **4.9. PRUEBA Y RESULTADO DE APAGADO DE EQUIPO**

Después de 10 horas el computador se apaga automáticamente, cierra todos los formularios abiertos y aparece una pantalla que informa que el sistema se apaga, como se observa en la Figura 4.5, ésto se encuentra visible por 30 segundos y al terminar se cierra toda la aplicación de Visual Basic y aparece un mensaje como se observa en la Figura 4.6, cumpliendo con los alcances del proyecto.



Figura 4. 5 Pantalla de apagado del sistema



Figura 4. 6 Ventana de apagado del sistema con Shutdown

#### **4.10. PRUEBA Y RESULTADO DEL FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA INTERACTIVO**

Al encender el computador el programa se ejecuta automáticamente, abre el formulario de introducción como se observa en la Figura 4.7 y se encuentra en un estado de espera durante una hora, si en ese tiempo nadie abre un juego, trivía o un video se abre otro formulario en el que rotan diferentes fotografías durante media hora y si nadie requiere abrir algún otro formulario vuelve a la pantalla de introducción.

El resultado de funcionamiento del sistema interactivo es satisfactorio porque el área es más entretenida y atractiva para el visitante.



Figura 4. 7 Pantalla principal

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- Se realiza un sistema de tarjetas modulares que permita manejar una mayor cantidad de variables digitales de las que puede manejar una sola tarjeta principal, además esto permite que el control se pueda distribuir, con la ventaja de poder obtener datos que estén en otra ubicación a través de la comunicación serial y la interface RS-422 sin extender un cable por cada variable que se desee tomar, reduciendo costos por tendido, fácil mantenimiento por la poca cantidad de cables y la capacidad de poder implementar más equipos.
- El uso de pequeñas placas permite controlar de forma parcial entradas y salidas, que permite un manejo más eficiente, utilizando microcontroladores de escala media.
- Se utiliza en la placa principal el microcontrolador Atmega 164p ya que posee dos pórtricos seriales UARTS, esto quiere decir que poseen hardware para realizar esta función, en un principio se ve la posibilidad de usar el Atmega 16 y usar puertos virtuales con la desventaja de no tener la capacidad de interrupción y las banderas de comunicación que comprobaban el estado del microcontrolador limitando la programación, esto motiva el uso del Atmega 164 p.
- Como resultado de las pruebas, durante las visitas al museo se comprueba que el uso de caracteres ASCII es adecuado para el presente proyecto, porque los tiempos de espera en la comunicación no son apreciados por los visitantes.

- El uso del puerto HDMI permite tener una visualización de mayor calidad, éste también transmite sonido, a través de él pero se pierde parte del audio, concluyendo que es mejor el uso de la tarjeta de audio del PC que presenta mejor calidad que la transmitida por el cable HDMI.
- Se observa que existen pérdidas de datos en la transmisión, de cada 10 datos se pierde 1, éste es evidente en el momento de accionar el control de luces cuando no ejecuta el comando enviado, por lo tanto se repite los datos dos veces uno tras de otro con un periodo de tiempo de retraso, las pruebas con este cambio presenta una respuesta afirmativa en todos los casos, la pérdida en la transmisión se debe a los rebotes de las ondas en los equipos más lejanos.
- Se cumplieron los alcances del proyecto y además el sistema puede ser usado en aplicaciones distintas que manejen una mayor cantidad de datos, en este caso es necesario implementar protocolos que permita el manejo adecuado de datos, que garantice la seguridad de los mismos sin un cambio de hardware.
- La información sobre astronomía proporcionada por el museo en la realización e implementación del sistema restringe la información en juegos y videos sobre la creación del universo.
- Todos los juegos y trivias tienen un tiempo de espera en el que si permanece inactivo el mouse, sale a la pantalla principal en espera de un nuevo visitante.
- Existen aspectos fundamentales que el sistema entrega al usuario, como el control de iluminación que sirve en ciertos casos para atraer la atención del visitante mientras se reproduce el video, debido a que puede existir múltiples factores de distracción.

- El sistema interactivo desarrollado tiene imágenes, audio y video que facilitan el entendimiento y comprensión, haciendo que el visitante use los sentidos de visión y oído.
- La programación de juegos y trivias se realiza de manera que sea flexible, permita realizar cambios y pueda salir en cualquier momento para comodidad tanto del visitante como para introducir un espacio para la intervención de un guía (personal del museo), además cuando se está reproduciendo un video puede ser interrumpido en cualquier momento por otro sin necesidad que éste termine.
- El uso de Visual Basic para el desarrollo del software permite realizar una programación sencilla y ordenada y posibilita realizar una interfaz de fácil uso, atractiva y amigable con los usuarios.
- El sistema es diseñado de manera que en el apagado sea fácil y para ello existe dos modos, uno que consiste en pulsar un botón y otro es automático después de cierto tiempo, esto se lo hace debido que por olvido se quede el computador encendido y exista un desperdicio de energía.

## 5.2. RECOMENDACIONES

- Se debe realizar pruebas con el computador directamente para leer los puertos seriales, para verificar los datos reales que llegan o salen al computador, esto permitirá de forma visual entender su funcionamiento. Facilitando el manejo de los datos seriales en los lenguajes de programación sea el caso particular Bascom o Visual Basic, usados para el presente proyecto. En este proyecto para leer los datos de los módulos descentralizados se usa al dispositivo maestro como repetidor de datos, con lo que se observa que éste envía el dato con un “enter” en exceso, por lo que se realiza dentro del microcontrolador un programa

que asignara el valor directamente a la lectura para transmitir el dato sin repeticiones, evitando así problemas con la interface gráfica.

- El uso de módulos esclavos permitirá que el sistema sea más flexible, lo que significa la posibilidad de añadir más terminales. como recomendación un máximo 10 dispositivos esclavos para la interface RS-422 y permitir realizar un cambio de una tarjeta si ésta sufriera daño sin involucrar el resto del sistema, siendo fácil detectar error por pérdida de respuesta.
- Se debe tomar en cuenta al usuario y el tipo de aplicación manteniendo la simplicidad en los controles de configuración, ya que demasiadas opciones solo indispondrá al operador del sistema.
- Se debe siempre evitar que los puertos seriales del Computador Personal se saturen por una gran cantidad de datos, durante la programación de los microcontroladores, éstos deben discriminar cuando un dato, es el mismo que el anterior y enviar solo una vez cada dato, permitiendo así una ejecución en menos tiempo, esto facilitará la programación visual que siempre será más compleja.
- Se debe dimensionar los equipos siempre con la posibilidad de poder extender el sistema a una mayor cantidad de carga, es gracias a esta característica que al momento de realizar la instalación se observa la falta de un sensor adicional, aun así existe reserva para afrontar este cambio sin la necesidad de implementar más Hardware.
- Se debe comprobar la carga de los equipos para dimensionar adecuadamente los elementos de control del circuito de fuerza, el dimensionamiento adecuado da como resultado un tiempo de vida extenso al equipo, antes de realizar un mantenimiento y remplazo de éstos, además se debe usar elementos de fácil acceso en el mercado.

- Por la ubicación inaccesible de los parlantes, al apagar el computador los éstos quedan encendidos amplificando el ruido del ambiente, esto incomoda al personal. La solución es ocupar un relé que se alimenta de la Fuente de 12 VDC del tablero de control encendiéndose a través de él, se demuestra que es necesario adaptar el sistema sin incurrir en cambios drásticos.
- Se recomienda revisar la resolución de pantalla antes de programar la parte visual, esto ayudará a tener todas las pantallas a una misma resolución.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Libros y manuales**

[1] **REYES, Carlos A**, Microcontroladores PIC, 2da edición, lugar de publicación, editorial, año de publicación, Frezel. p. 127-159.

[2] **ANÓNIMO**, Electrónica aplicada a los sistemas de las comunicaciones, 3ra edición, lugar de publicación, año de publicación. p.347-356,371-379.

[3] ATmega164p guide, Atmel

[4] **VILLA Fermi** , Visual Basic, Visual Basic 6

[5] **HALVORSON Michael**, Visual Basic 2008 paso a paso, Ediciones Anaya Multimedia, pag 118.

[6] **PAUCAS**, Arnulfo ,VISUAL BASIC 6.0

- **Libros y manuales**

[7] **ING. MARQUINA Raymond**, Visual Basic 6, Disponible en :

<http://www.hacienda.go.cr/cifh/sidovih/uploads/Curso/Visual%20Basic%206.0-Guia.pdf>

[8] **ANÓNIMO**, Visual Basic 6.0, Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos33/visual-basic/visual-basic.shtml>

[9] **ANÓNIMO**, Comunicación Serial: Conceptos Generales; [paginas 3], Disponible en:

<http://digital.ni.com/public.nsf/allkb/039001258CEF8FB686256E0F005888D1>.

Consultado Abril 24, 2011

[10] **ANÓNIMO**, Comunicaciones industriales, Disponible en:

[http://www.alciro.org/alciro/RS-485\\_16/EIA-RS-422-especificaciones-norma\\_327.htm](http://www.alciro.org/alciro/RS-485_16/EIA-RS-422-especificaciones-norma_327.htm). Consultado Julio 21, 2011

[11] **ANÓNIMO**, La comunicación serie; [páginas 14]. Disponible en:

[http://perso.wanadoo.es/pictob/comserie.htm#transmision\\_modulada\\_en\\_amplitud](http://perso.wanadoo.es/pictob/comserie.htm#transmision_modulada_en_amplitud) Consultado Abril 20, 2011.

[12] **ANÓNIMO**, Puerto serie, Disponible en:

[http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto\\_serie](http://es.wikipedia.org/wiki/Puerto_serie). Consultado Noviembre 12, 2011.

- [13] **MG. ING. MARTÍNEZ ,Fátima del C.**, ANEXO: INTRODUCCIÓN A VISUAL BASIC. Disponible en :  
<http://www.herrera.unt.edu.ar/labo2/apuntes/Introduccion.pdf> .
- [14] **ANÓNIMO**, Visual Basic. Disponible en:  
<http://www.CONSULTA%20VISUAL%20BASIC/Visual-Basic%202008.htm>
- [15] **HURTADO Nuria, RUIZ Mercedes, TORRES Jesús**, Aplicación del Modelado y Simulación de Sistemas Dinámicos al Proceso de Diseño Centrado en el Usuario. Disponible en :  
<http://www.sc.ehu.es/jiwdocoj/remis/docs/HurtadoAdis04.pdf>
- [16] **ORTÍ BELLOCH**, Consuelo, Aplicaciones Multimedia Interactivas. Disponible en: <http://www.uv.es/bellochc/pdf/pwtic3.pdf>
- [17] **SUAREZ**, Visual Basic (capítulo 4), disponible en:  
[http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lis/suarezpk/capítulo4.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lis/suarezpk/capítulo4.pdf)
- [18] **ANÓNIMO**, Sonido. Disponible en:  
[http://web.mac.com/jsanleon/Web\\_deJulioLeon/portada\\_files/sonido.pdf](http://web.mac.com/jsanleon/Web_deJulioLeon/portada_files/sonido.pdf)
- [19] **ANÓNIMO**, Iluminación Exterior con Lámparas de LED de Alta Intensidad. Disponible en: [http://www.pantallasled.com.mx/productos/iluminacion\\_exterior](http://www.pantallasled.com.mx/productos/iluminacion_exterior)
- [20] **ANÓNIMO**, DISEÑO LAS LÁMPARAS. Disponible en:  
<http://html.rincondelvago.com/tipos-de-lamparas.html>
- [21] **IZQUIERDO Luis R**, Introducción a la Programación Orientada a Objetos. Disponible en :<http://luis.izqui.org/resources/ProgOrientadaObjetos.pdf>

# ANEXOS

## ANEXO A

### MANUAL DE USUARIO

#### A.1. INTRODUCCIÓN

En este manual se explica de forma resumida, el funcionamiento y el manejo del tablero y software del Sistema Visual e Interactivo del Museo de Historia Natural “Gustavo Orcés V”.

#### A.2. INSTALACIÓN DEL MÓDULO MAESTRO Y MÓDULOS DESCENTRALIZADOS.

El módulo Maestro y los módulos Descentralizados se deben alimentar a través de una fuente de 12 voltios en cualquiera de las borneras (12 V Gnd marcado en la tarjeta), de acuerdo a lo indicado en la Figuras A.1 y A.2. La tarjeta proporciona salidas digitales de 12V DC y entradas digitales de 5V. Las entradas y salidas solo se deben conectar por personal capacitado.

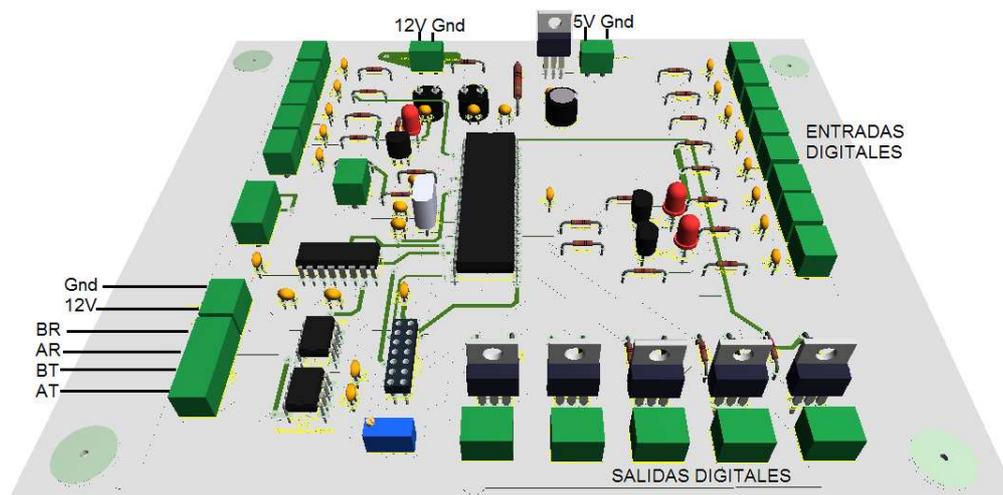


Figura A. 1. Tarjeta Maestra

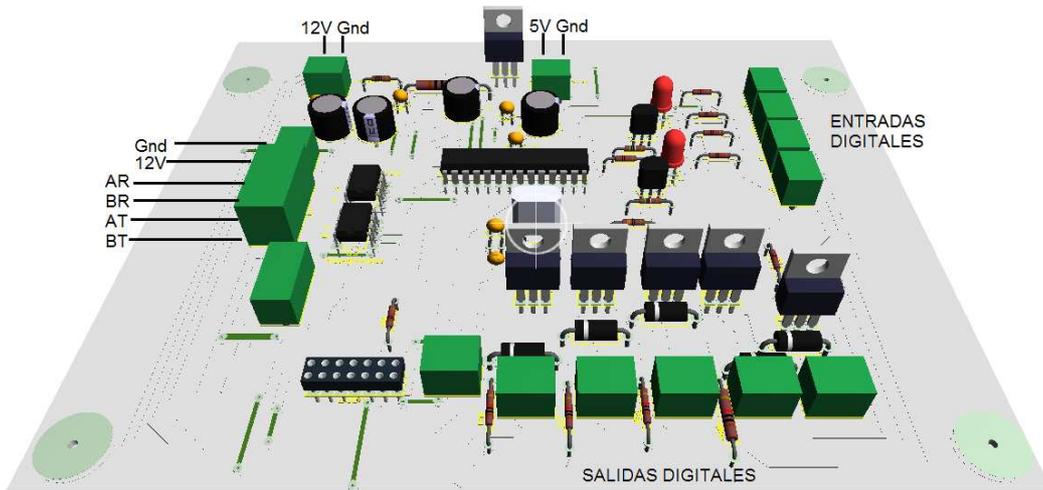


Figura A. 2. Tarjeta Descentralizada (Esclavo)

### A.3. CONEXIÓN DE MÓDULOS A TRAVÉS DE LA INTERFACE RS-422.

Como se ve en las Figuras A.3 y A.4 la conexión de los dispositivos se los debe hacer de acuerdo al tipo de módulo, si es Maestro o Descentralizado. En las Figuras A.1 y A.2, muestra las borneras como AR, BR para el receptor y AT, BT para el transmisor, en las Figuras A.3 y A.4, muestra los colores de cables y forma de conexión para el funcionamiento de comunicación entre los módulos para la Interface RS-422.

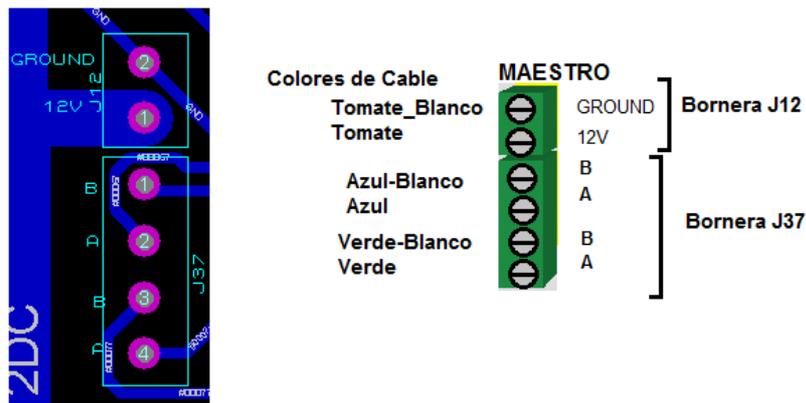


Figura A. 3. Modo de conexión Dispositivo Maestro RS-422

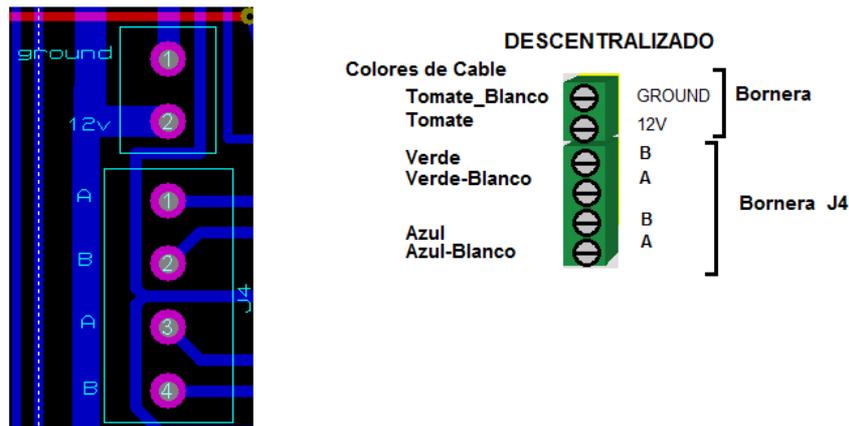


Figura A. 4. Modo de conexión Módulo Descentralizado RS-422

### A.4. CONEXIÓN DEL MÓDULO MAESTRO CON EL COMPUTADOR PERSONAL

La conexión se lo realiza por medio de la Interface RS-232, observe la bornera J36, donde se definen los pines con relación al conector DB9 del computador. Revisar los pines del conector DB9 y conectar de acuerdo al esquema proporcionado en la Figura A.5 que permite la conexión entre el módulo maestro y el PC.

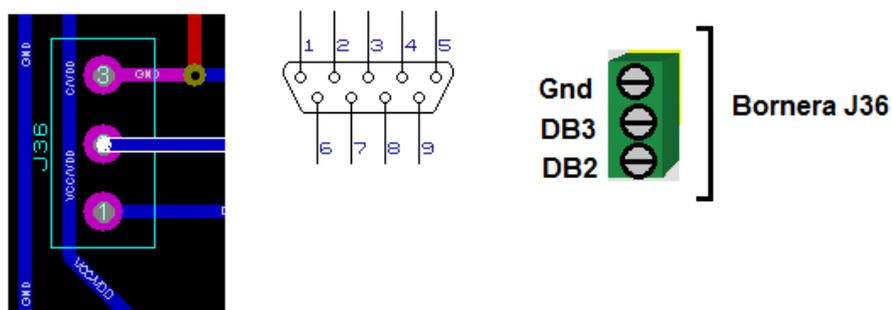


Figura A. 5. Modo de conexión Módulo Maestro RS-232. Conexión del PC con la tarjeta maestra

## **A.5. REQUERIMIENTOS PARA LA INSTALACIÓN DEL SOFTWARE**

### **A.5.1 CARACTERÍSTICAS DEL COMPUTADOR**

Antes de utilizar el sistema interactivo se debe instalar la aplicación desarrollada en visual Basic 6.0, por lo que se necesita los siguientes requerimientos:

- Sistema Operativo Windows XP.
- Memoria RAM de 2Gb o más.
- Puerto HDMI
- Puerto serial DB9 o adaptador USB a DB9
- Tarjeta de video 512Mb
- Parlantes externos

### **A.5.2 CARACTERÍSTICAS DE LA PANTALLA LCD**

Tamaño de la pantalla 42 pulg.

Salida HDMI

Resolución de 1280j x 768 pixeles.

## **A.6. INSTALACIÓN DEL SOFTWARE**

Antes de la instalación del software del sistema interactivo el computador debe estar en la resolución de 1280j x 768 pixeles.

### **A.6.1. OPCIÓN 1 (Recomendable)**

Para que el programa se ejecute automáticamente cuando el computador se encienda, se necesita seguir los siguientes pasos:

- En el CD de instalación abrir la capeta "SISTEMA INTERACTIVO MUSEO GUSTAVO ORCES".
- Buscar el archivo "TESIS.exe".

- Dar clic derecho sobre el archivo y enviar un acceso directo al escritorio (crear acceso directo).
- Una vez creado el acceso directo del archivo en el escritorio, hacer clic derecho sobre él y se selecciona “cortar”.
- Ir a inicio, entrar en equipo, disco C → abrir carpeta “documents and settings” → abrir carpeta “usuario” → abrir la carpeta “programas” → abrir la carpeta “inicio”, en esta última, pegar el archivo que se corto.
- Una vez que se haya copiado el acceso directo de “TESIS.exe” el software está listo para que se ejecute, solo cada vez que el computador se encienda.

### A.6.2. OPCIÓN 2

Una vez cumplido los requerimientos, se coloca el CD de instalación para continuar los siguientes pasos:

- Abrir la carpeta “Paquete”
- Ejecutar el archivo de instalación “setup.exe”
- Dar click “aceptar” y despliega la siguiente pantalla, como se observa en la figura A.6.

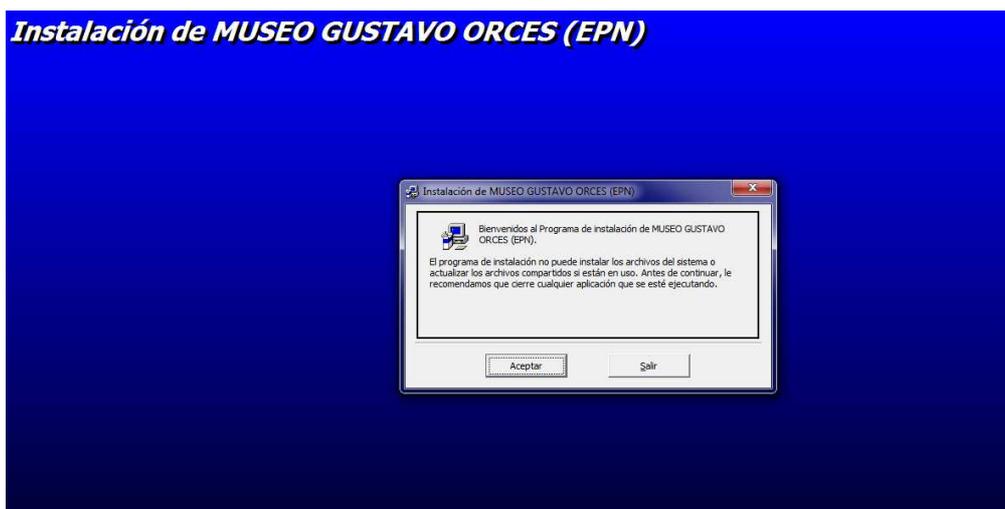


Figura A. 6. Pantalla de inicio de instalación

- Dar clic en el botón de instalación (ver figura A.7.).

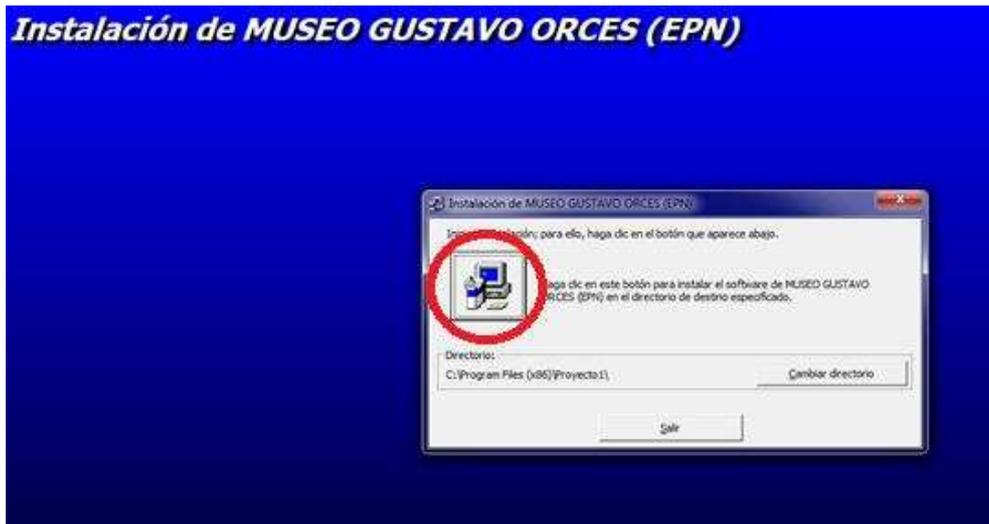


Figura A. 7. Botón de inicio de instalación

- Elegir el grupo del programa (por defecto el programa se instala en el grupo de TESIS) y hacer clic “continuar” para empezar la instalación, como se observa en la figura A.8.

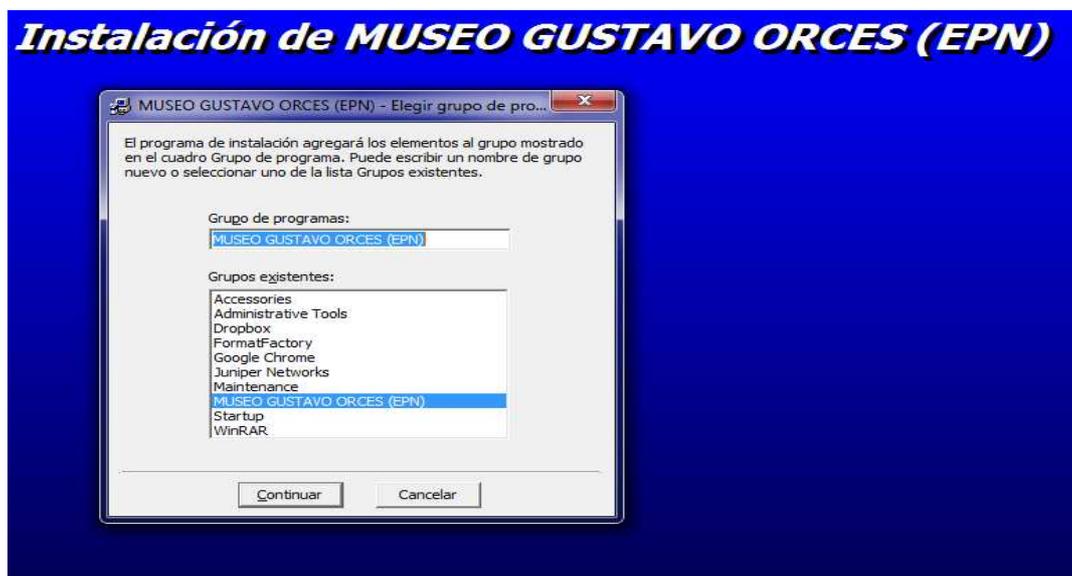


Figura A. 8. Grupo del programa

Finalmente hacer clic en “Aceptar” para terminar la instalación.

## A.7. DISTRIBUCIÓN EN EL TABLERO DE CONTROL

El tablero está provisto de un módulo descentralizado y los controles en la parte frontal y se detallan a continuación:

- 1.- Selector tres posiciones, permite escoger el modo de trabajo.
- 2.- Selector dos posiciones, permite encender o apagar el sistema de control.
- 3.- Botón que enciende la pantalla LCD 16x2, permite observar el modo seleccionado.
- 4.- LCD 16x2, visualización del modo de trabajo.
- 5.- Llave plástica, permite el acceso al tablero de control.

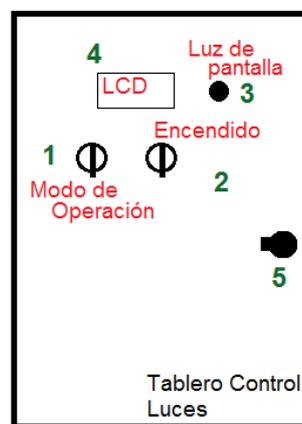


Figura A. 9. Distribución de controles Tablero Control Luces

### A.7.1. ENCENDIDO DEL SISTEMA DE CONTROL

Para encender el sistema, el operador se debe ubicar en el selector marcado como 2 y girar a la posición de Encendido, el equipo reconoce inmediatamente el modo de operación, este selector permite inicializar todos los microcontroladores a la vez. Ver la Figura A.10.

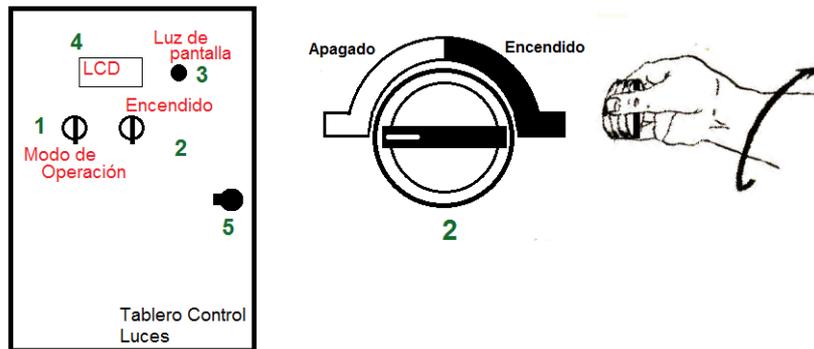


Figura A. 10. Selector de dos Posiciones. Permite el encendido o apagado del sistema de control.

### A.7.2. SELECCIÓN DEL MODO DE CONTROL

El selector 1 contiene los modos de trabajo que permiten realizar las acciones de control de acuerdo a la opción escogida. Ver Figura A.11.

Los modos de trabajo son los siguientes:

Automático.- Realiza el control de luces de acuerdo a los escenarios proyectados en la pantalla LCD de visualización en el área 1. El Computador Personal mantiene la prioridad en la iluminación de la sala.

Modo 1.- Realiza un Bypass con el Sistema de Iluminación y Sonido que dispone el museo.

Manual.- Mantiene encendidas todas las luces independiente del control propuesto por el computador y sensores de presencia.

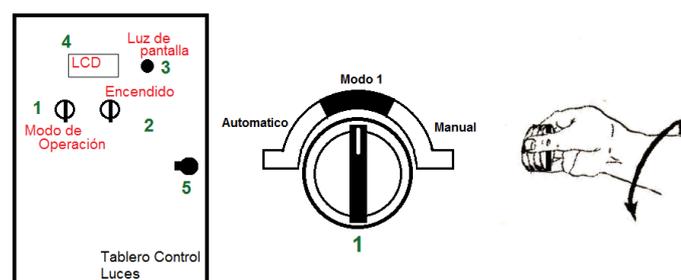


Figura A. 11. Selector de tres Posiciones. Permite seleccionar el modo de trabajo.

### A.7.3. ENCENDIDO DE LCD 16X2

La LCD se ilumina, mientras esté presionado el botón. Ver Figura A.12.

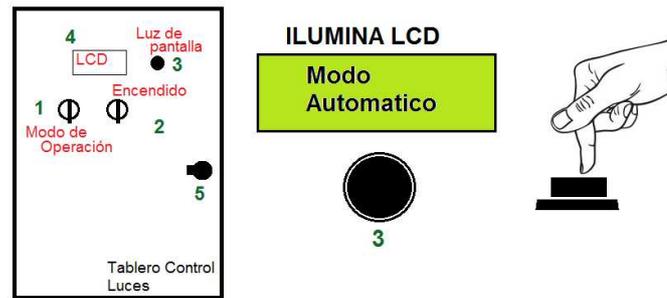


Figura A. 12. Pulsador. Ilumina Pantalla de la pantalla LCD.

## A.8. MODO DE ENCENDIDO DEL COMPUTADOR

Para el encendido del computador primero se debe habilitar el sistema desde el tablero “ENCENDIDO”, luego se debe encender el computador con un botón que se encuentra en la parte trasera de la caja en la que están los juegos y trivias, como se observa en la figura A.13. Se debe encender el televisor LCD.

## A.9. MODO DE APAGADO DEL COMPUTADOR

Para apagar el sistema existen dos formas:

Modo Manual: Presionar el botón de apagado, como se observa en la figura A.13.

Modo Automático: Después de 8 horas cierra automáticamente las pantallas que se encuentran activas y apaga el sistema operativo del computador.



Figura A. 13. Encendido y Apagado del Computador Personal.

## A.10. SELECCIÓN DE JUEGOS, TRIVIAS Y VIDEOS.

Para ingresar a cualquier juego, trivia o video se lo hace con su respectivo botón como se observa las figuras A.14 y A.15. Recuerde que los juegos solo están habilitados si no hay una presentación previa en la pantalla principal.

Al reproducir un video se puede interrumpir en cualquier momento para que empiece otro, mientras todos los botones de juegos y trivias se encuentran bloqueados hasta que termine el video. Cuando está activo cualquier video permanece sin iluminación en el área.

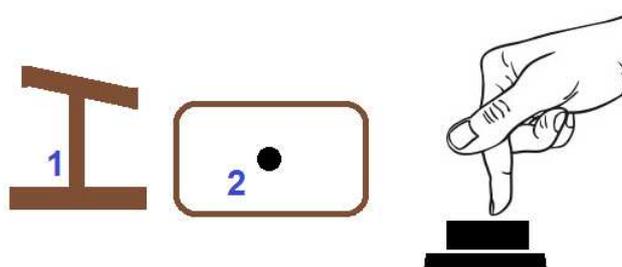


Figura A. 14. Pedestal. Control de Videos, permite el manejo de video a una distancia considerablemente lejana.

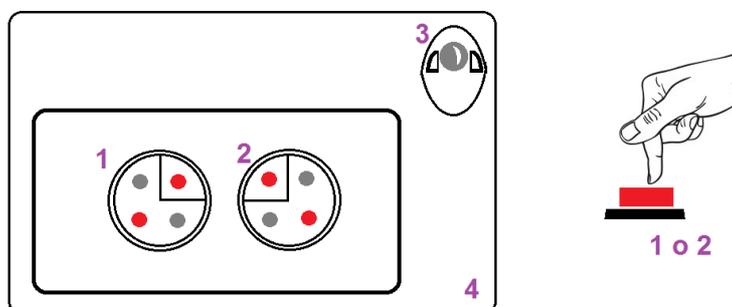


Figura A. 15. Tablero de Juegos y Trivias, Botoneras 1 y 2 permiten ingresar a los juegos de Control.

## A.11. MANIOBRA DENTRO DE LOS JUEGOS Y TRIVIAS

Para maniobrar dentro de cada Juego se dispone de un mouse que solo tiene habilitado el botón izquierdo que permite escoger, aceptar o pulsar botones dentro de los juegos y trivias, además hay una esfera que permite el movimiento del mouse dentro de cada pantalla. Ver figura A.16.

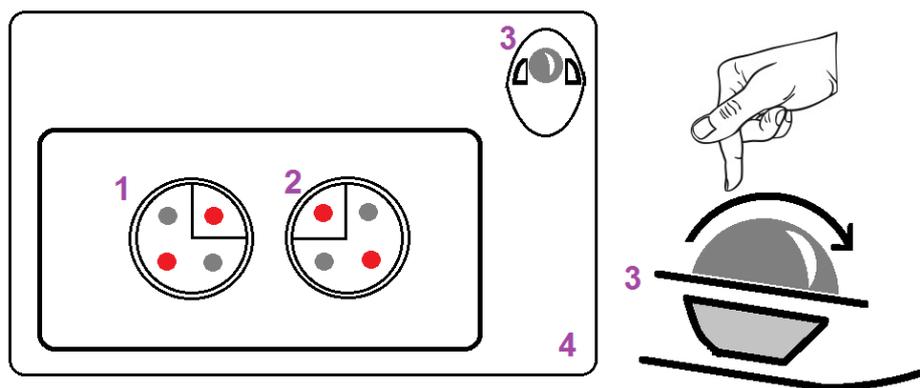


Figura A. 16. Tablero de Juegos y Trivias, 3 Mouse que permite el manejo de los juegos.

## A.12. MANEJO DEL SOFTWARE DE JUEGOS Y TRIVIAS

### A.12.1. MODO DE SALIDA DE LAS PANTALLAS



**SALIR**

- Estas imágenes se encuentran en algunas pantallas, al hacer clic sobre estas se puede salir a la pantalla principal de presentación.

- Cuando el mouse permanece inactivo durante un minuto automáticamente retorna a la pantalla principal de presentación.

### A.12.2. ICONOS OCULTOS

Los iconos ocultos se encuentran en la parte inferior derecha de la pantalla, estos son visibles al pasar el mouse sobre el área por la que se encuentran ubicados, a continuación se describe cada uno con su respectiva función.



Controla el audio de los videos de los pedestales.



Reproduce un video destinado para el área de niños. Este video puede ser manipulado por el guía (pausado, puede controlar el

volumen, etc.). Dando doble clic sobre el video aparece o se oculta la barra de opciones del reproductor.

### A.12.3. MODO DE OPERACIÓN DE CADA FORMULARIO

#### A.13.3.1. Trivias

Al abrir las trivias se visualiza dos tipos de pantallas con su respectiva secuencia, en las que aparecen las siguientes imágenes que se encuentran encerrados dentro de círculos de diferentes colores, como se observa en las figuras A.17 y A18, los cuales serán descritos a continuación en la tabla A.1.

Amarillo	Es el tiempo que se da al usuario para que pueda responder la pregunta, cuando este termine sale de la trivía y retorna a la pantalla principal de presentación.
Blanco	Son las opciones que puede escoger el usuario mediante un clic en cualquiera de ellas.
Rojo	Sobre los dados se da un clic para que se escoja aleatoriamente una pregunta.
Verde	Son seis gráficos que representan una pregunta, una de ellas será escogida aleatoriamente al dar clic en los dados.

Tabla A. 1 Funcionamiento de trivias



Figura A. 17. Pantalla 1

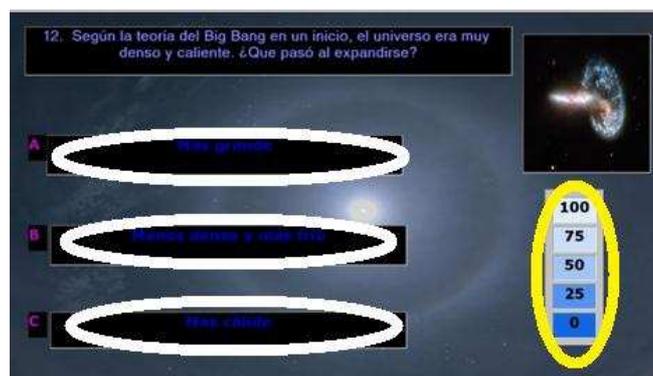


Figura A. 18. Pantalla 2

### A.13.3.2. Juegos

#### A.13.3.2.1. Big bang

En este juego aparecen los siguientes iconos que se encuentran encerrados dentro de círculos de diferentes colores, como se observa en la figura A.19 y su función será descrita en la tabla A.2.

Amarillo	Son oportunidades que tiene el usuario para equivocarse.
Azul	Detrás de estas figuras se encuentran ocultas la respuesta y serán descubiertas a medida que el usuario acierte
Verde	Es el tiempo que se da al usuario para que pueda responder.
Rojo	Son las opciones de respuesta que el usuario puede elegir.

Tabla A. 2. Funcionamiento Juego1



Figura A. 19. Juego 1

### A.13.3.2.2. Galaxias

En la figura A.20 se observa encerrado en círculos las tres opciones de respuesta de este juego.

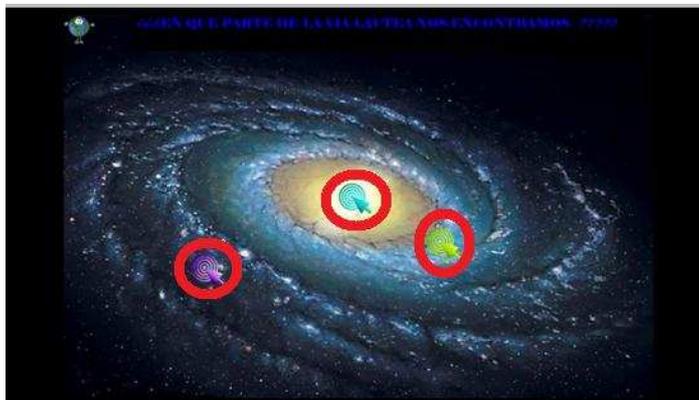


Figura A. 20. Juego 2

### A.13.3.2.3. Sistema solar

Al visualizar el juego aparecen los siguientes imágenes que se encuentran encerrados dentro de círculos de diferentes colores, como se observa en la figura A.21 y su función será descrita en la tabla A.3.

Azul	Cada una de las letras pueden ser escogidas dando un clic sobre ellas para encontrar la respuesta.
Rojo	El número de guiones representan la cantidad de letras de la respuesta.
Negro	La imagen se desplazará por cada letra que se equivoque el usuario y se termina sus oportunidades al caer la caricatura a la bañera.
Verde	Muestra las letras seleccionadas por el usuario.

Tabla A. 3. Funcionamiento Juego3



Figura A. 21. Juego 3

A.13.3.2.4. Placas tectónicas

En el juego aparecen imágenes que se encuentran marcadas dentro de círculos de diferente color, como se observa en la figura A.22 para poder describir su funcionamiento que se encuentra en la tabla A.4.

Rojo	Son dos épocas en las que deben ser ubicados cada uno de los animales.
Negro	Animales que deben ser ubicados en su correspondiente época.

Tabla A. 4. Funcionamiento Juego4



Figura A. 22. Juego 4

### **A.13. MANTENIMIENTO PREVENTIVO DE DISPOSITIVOS Y EQUIPOS.**

Antes de cualquier mantenimiento apagar el equipo para evitar daños en las tarjetas y al operador.

Hacer la limpieza del tablero de control y Tablero de Juegos una vez por año, con el fin de eliminar la acumulación de partículas de polvo que podrían causar problemas a la tarjeta de control. Emplear para la limpieza una brocha pequeña suave. No emplear elementos húmedos con ningún tipo de sustancia líquida como por ejemplo: alcohol, thiñer, agua jabonosa, etc.

Realizar la limpieza de los lentes de los sensores de forma trimestral con un paño seco y limpio. No emplear elementos húmedos con ningún tipo de sustancia líquida como por ejemplo: alcohol, thiñer, agua jabonosa, etc.

Verificar que las conexiones, tanto de la etapa de potencia (relés), como de la etapa de control (tarjeta de control) estén ajustadas, a fin de garantizar un buen contacto y evitar el recalentamiento de terminales y conductores por chispazos.

Se observa que el sitio de instalación presenta humedad en el ambiente, verificar con regularidad que los contactos, borneras y equipos no estén oxidados o en mal estado.

Sustituir los relés montados en el tablero de control cada dos años aun cuando no presenten anomalías, para garantizar así la adecuada activación de los circuitos de iluminación, puesto que por el funcionamiento dentro de un periodo de tiempo, fatiga los equipos mecánicos que podrían determinar problemas en su activación. Sustituir los transistores de disparo de la tarjeta montada en el tablero cada dos años, con el fin de garantizar la correcta activación de los relés.

Remplazar los sensores instalados alrededor de la sala por lo menos cada tres años aun cuando los equipos presenten un buen estado.

Realizar en el computador el mantenimiento de limpieza cada 2 años para evitar fallas por la acumulación de polvo dentro del mismo, el sistema instalado no requiere actualización por lo que se recomienda no ingresar USB, aun cuando no presenten virus. Instalar aplicaciones fuera de las del proyecto podría ser causa de daños dentro de la programación Visual.

Limitar la manipulación del sistema a un número reducido de personas, el equipo debe permanecer con llave y no debe instalarse nuevas aplicaciones dentro del mismo. Los operadores deben haber leído el manual antes de cualquier operación de mantenimiento.

#### **A.14. MANTENIMIENTO POR AVERÍA**

Solo debe ser realizado por una persona calificada no intente reparar usted mismo, esto podría ser causa de lesiones, causadas por electrocución.

## ANEXO B COSTOS DEL PROYECTO

### B.1. INTRODUCCIÓN

Durante el Desarrollo del Sistema Visual e Interactivo para el Museo de Historia Natural “Gustavo Orces V”, se presentaron diversos gastos, en cada etapa de ejecución del proyecto.

Los gastos provienen de: materiales, mano de obra, dispositivos y diseño.

Además se toma en cuenta los costos de la programación del Sistema.

### B.2. COSTOS DE MATERIALES

Los costos de los materiales son de elementos electrónicos usados en el desarrollo del proyecto que se detallan a continuación:

LISTA DE ELEMENTOS Y COSTOS			
DESCRIPCIÓN CANTIDAD VALOR TOTAL			
MATERIALES	Cantidad	Precio por unidad	Costo
Atmega 8	4	3,7	14,8
Atmega 164P	1	7,8	7,8
Cristal Osilador 8000 MHz	5	0,53	2,65
Borneras 2 pines soldadas	86	0,23	19,78
Potenciometro 1k ohmios	5	0,24	1,2
NTE123AP NPN	12	0,08	0,96
Diode rect 1n4007	25	0,04	1
Led	14	0,07	0,98
Capacitor ceramico 22Pf	50	0,07	3,5
Capacitro electrolitico 1000uF	24	0,23	5,52
Zocalo 28 pines	6	0,15	0,9
Resistencias 1/4 W	92	0,02	1,84
Zocalo 40 pines	1	0,25	0,25
Zocalo para IC 8 Pines Sencillo	12	0,04	0,48

DESCRIPCIÓN CANTIDAD VALOR TOTAL			
MATERIALES	Cantidad	Precio por unidad	Costo
Inductancia 300mA	6	0,52	3,12
Resistencia 270 5W	6	0,17	1,02
Portafusibles finos	6	0,19	1,14
Nte960 IC-POS	3	0,37	1,11
Disipador	5	0,53	2,65
Reles Camsco	5	7,8	39
Fuente de poder	1	45	45
Portafusibles riel din	2	12	24
Brealer Riel dim	1	18	18
Riel dim	1	9	9
Cable 18	125	0,34	42,5
Cable 14	40	0,67	26,8
Cable UTP	60	0,62	37,2
Tablero eléctrico	1	168	168
Canaletas eléctricas	2	4,1	8,2
Canaletas 3 x 1,5 cm	8	4,5	36
Canaletas 1,5 x 1,5	8	3,5	28
Selectores	2	3,9	7,8
Borneras de campo	20	0,87	17,4
LCD	1	8,3	8,3
Tip 122	26	1,1	28,6
Placas de control	5	40	200
<b>SUBTOTAL</b>			<b>814,5</b>

### B.3. COSTOS DE DISEÑO EN PROGRAMACIÓN

Los costos de diseño se toman de acuerdo a los parámetros de tiempo y complejidad. Los costos de programación son altos, ya que estos requieren diseño gráfico y audio.

<b>MANO DE OBRA</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo</b>
Diseño de pistas	2	100	200
Soldado de tarjetas	5	10	50
Programación	1	3600	3600
<b>SUBTOTAL</b>			<b>3850</b>

#### **B.4. COSTOS DE DISEÑO EN INSTALACIÓN ELÉCTRICA**

Los costos de diseño en Instalación Eléctrica son de acuerdo al número de planos realizados en el proyecto, además de la verificación del calibre que previamente ya se encontraba instalado.

<b>DISEÑOS</b>			
<b>Descripción</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio por unidad</b>	<b>Costo</b>
Diseño Cableado	1	300	300
Videos y Audios	1	500	500
<b>SUBTOTAL</b>			<b>800</b>

#### **B.5. COSTO TOTAL DEL PROYECTO**

<b>En resumen se presentaron los siguientes costos en cada rubro:</b>	
<b>Descripción</b>	<b>Costo</b>
MATERIALES	814,5
MANO DE OBRA	3850
DISPOSITIVOS	2311
DISEÑOS	800
<b>TOTAL PROYECTO</b>	<b>7975,5</b>

El costo total del proyecto en base a los criterios de diseño, programación, mano de obra y materiales llegan al valor de 7975,5 dólares americanos.

**ANEXO C**  
**CIRCUITOS ESQUEMÁTICOS**

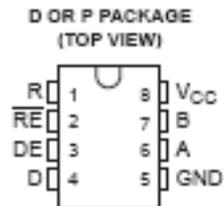
## ANEXO D

### HOJAS DE DATOS

#### SN75176A DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVER

SLLS100A – JUNE 1984 – REVISED MAY 1995

- Bidirectional Transceiver
- Meets or Exceeds the Requirements of ANSI Standards EIA/TIA-422-B and ITU Recommendation V.11
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Driver and Receiver Outputs
- Individual Driver and Receiver Enables
- Wide Positive and Negative Input/Output Bus Voltage Ranges
- Driver Output Capability . . .  $\pm 60$  mA Max
- Thermal-Shutdown Protection
- Driver Positive- and Negative-Current Limiting
- Receiver Input Impedance . . .  $12\text{ k}\Omega$  Min
- Receiver Input Sensitivity . . .  $\pm 200$  mV
- Receiver Input Hysteresis . . .  $50$  mV Typ
- Operates From Single 5-V Supply
- Low Power Requirements



#### description

The SN75176A differential bus transceiver is a monolithic integrated circuit designed for bidirectional data communication on multipoint bus-transmission lines. It is designed for balanced transmission lines and meets ANSI Standard EIA/TIA-422-B and ITU Recommendation V.11.

The SN75176A combines a 3-state differential line driver and a differential input line receiver, both of which operate from a single 5-V power supply. The driver and receiver have active-high and active-low enables, respectively, that can be externally connected together to function as a direction control. The driver differential outputs and the receiver differential inputs are connected internally to form differential input/output (I/O) bus ports that are designed to offer minimum loading to the bus whenever the driver is disabled or  $V_{CC} = 0$ . These ports feature wide positive and negative common-mode voltage ranges making the device suitable for party-line applications.

The driver is designed to handle loads up to 60 mA of sink or source current. The driver features positive- and negative-current limiting and thermal shutdown for protection from line fault conditions. Thermal shutdown is designed to occur at a junction temperature of approximately  $150^{\circ}\text{C}$ . The receiver features a minimum input impedance of  $12\text{ k}\Omega$ , an input sensitivity of  $\pm 200$  mV, and a typical input hysteresis of 50 mV.

The SN75176A can be used in transmission-line applications employing the SN75172 and SN75174 quadruple differential line drivers and SN75173 and SN75175 quadruple differential line receivers.

The SN75176A is characterized for operation from  $0^{\circ}\text{C}$  to  $70^{\circ}\text{C}$ .

## SN75176A DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVER

SLLS100A – JUNE 1984 – REVISED MAY 1995

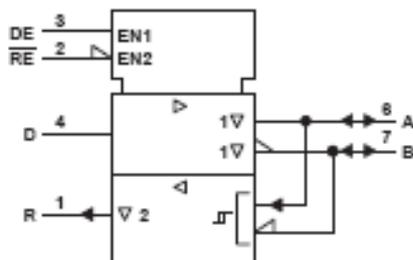
### Function Tables

DRIVER			
INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS	
		A	B
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

RECEIVER		
DIFFERENTIAL INPUTS A – B	ENABLE RE	OUTPUT R
$V_{ID} \geq 0.2 \text{ V}$	L	H
$-0.2 \text{ V} < V_{ID} < 0.2 \text{ V}$	L	?
$V_{ID} \leq -0.2 \text{ V}$	L	L
X	H	Z
Open	L	?

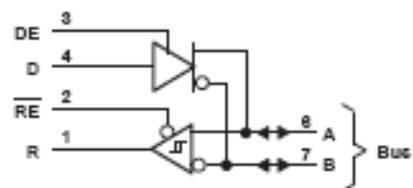
H = high level, L = low level, ? = indeterminate,  
X = irrelevant, Z = high impedance (off)

### logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

### logic diagram (positive logic)

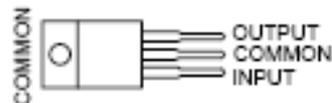


## μA7800 SERIES POSITIVE-VOLTAGE REGULATORS

SLVS056J – MAY 1978 – REVISED MAY 2008

- 3-Terminal Regulators
  - Output Current up to 1.5 A
  - Internal Thermal-Overload Protection
- High Power-Dissipation Capability
  - Internal Short-Circuit Current Limiting
  - Output Transistor Safe-Area Compensation

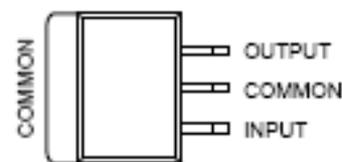
KC (TO-220) PACKAGE  
(TOP VIEW)



KCS (TO-220) PACKAGE  
(TOP VIEW)



KTE PACKAGE  
(TOP VIEW)



### description/ordering information

This series of fixed-voltage integrated-circuit voltage regulators is designed for a wide range of applications. These applications include on-card regulation for elimination of noise and distribution problems associated with single-point regulation. Each of these regulators can deliver up to 1.5 A of output current. The internal current-limiting and thermal-shutdown features of these regulators essentially make them immune to overload. In addition to use as fixed-voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable output voltages and currents, and also can be used as the power-pass element in precision regulators.

### ORDERING INFORMATION

$T_J$	$V_{O(NOM)}$ (V)	PACKAGE†		ORDERABLE PART NUMBER	TOP-SIDE MARKING
0°C to 125°C	5	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7805CKTER	μA7805C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7805CKC	μA7805C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7805CKCS	
	8	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7808CKTER	μA7808C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7808CKC	μA7808C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7808CKCS	
	10	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7810CKTER	μA7810C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7810CKC	μA7810C
	12	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7812CKTER	μA7812C
		TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7812CKC	μA7812C
		TO-220, short shoulder (KCS)	Tube of 20	μA7812CKCS	
	15	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7815CKTER	μA7815C
TO-220 (KC)		Tube of 50	μA7815CKC	μA7815C	
TO-220, short shoulder (KCS)		Tube of 20	μA7815CKCS		
24	POWER-FLEX (KTE)	Reel of 2000	μA7824CKTER	μA7824C	
	TO-220 (KC)	Tube of 50	μA7824CKC	μA7824C	

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at [www.ti.com/sc/package](http://www.ti.com/sc/package).

### NPN General Purpose Amplifier (continued)

#### Electrical Characteristics T<sub>a</sub> = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
--------	-----------	-----------------	-----	-----	-------

#### OFF CHARACTERISTICS

V <sub>BRCEO</sub>	Collector-Emitter Breakdown Voltage	I <sub>C</sub> = 1.0 mA, I <sub>B</sub> = 0	40		V
V <sub>BRCEO</sub>	Collector-Base Breakdown Voltage	I <sub>C</sub> = 10 μA, I <sub>B</sub> = 0	60		V
V <sub>BRCEO</sub>	Emitter-Base Breakdown Voltage	I <sub>E</sub> = 10 μA, I <sub>C</sub> = 0	6.0		V
I <sub>BE</sub>	Base Cutoff Current	V <sub>CE</sub> = 30 V, V <sub>BE</sub> = 3V		50	nA
I <sub>CEX</sub>	Collector Cutoff Current	V <sub>CE</sub> = 30 V, V <sub>BE</sub> = 3V		50	nA

#### ON CHARACTERISTICS\*

h <sub>FE</sub>	DC Current Gain	I <sub>C</sub> = 0.1 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	40		
		I <sub>C</sub> = 1.0 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	70		
		I <sub>C</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	100	300	
		I <sub>C</sub> = 50 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	60		
		I <sub>C</sub> = 100 mA, V <sub>CE</sub> = 1.0 V	30		
V <sub>CE(sat)</sub>	Collector-Emitter Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 10 mA, I <sub>B</sub> = 1.0 mA		0.2	V
		I <sub>C</sub> = 50 mA, I <sub>B</sub> = 5.0 mA		0.3	V
V <sub>BE(sat)</sub>	Base-Emitter Saturation Voltage	I <sub>C</sub> = 10 mA, I <sub>B</sub> = 1.0 mA	0.65	0.85	V
		I <sub>C</sub> = 50 mA, I <sub>B</sub> = 5.0 mA		0.95	V

#### SMALL SIGNAL CHARACTERISTICS

f <sub>T</sub>	Current Gain - Bandwidth Product	I <sub>C</sub> = 10 mA, V <sub>CE</sub> = 20 V, f = 100 MHz	300		MHz
C <sub>ob</sub>	Output Capacitance	V <sub>CE</sub> = 5.0 V, I <sub>B</sub> = 0, f = 1.0 MHz		4.0	pF
C <sub>ib</sub>	Input Capacitance	V <sub>BE</sub> = 0.5 V, I <sub>C</sub> = 0, f = 1.0 MHz		8.0	pF
NF	Noise Figure	I <sub>C</sub> = 100 μA, V <sub>CE</sub> = 5.0 V, R <sub>S</sub> = 1.0kΩ, f = 10 Hz to 15.7kHz		5.0	dB

#### SWITCHING CHARACTERISTICS

t <sub>d</sub>	Delay Time	V <sub>CE</sub> = 3.0 V, V <sub>BE</sub> = 0.5 V,		35	ns
t <sub>r</sub>	Rise Time	I <sub>C</sub> = 10 mA, I <sub>BE</sub> = 1.0 mA		35	ns
t <sub>s</sub>	Storage Time	V <sub>CE</sub> = 3.0 V, I <sub>C</sub> = 10mA		200	ns
t <sub>f</sub>	Fall Time	I <sub>BE</sub> = I <sub>BB</sub> = 1.0 mA		50	ns

\* Pulse Test: Pulse Width ≤ 300 μs, Duty Cycle ≤ 2.0%

#### Spice Model

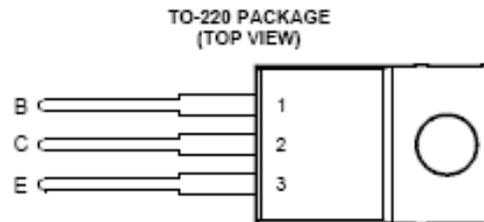
NPN (Is=6.734f Xb=3 Eg=1.11 Vaf=74.03 Bf=416.4 Ne=1.259 Ise=6.734 Ixf=66.78m Xtb=1.5 Br=7371 Nc=2 Isc=0 Ikr=0 Rc=1 Cjc=3.638p Mjc=3.085 Vjc=.75 Fc=.5 Cje=4.493p Mje=.2593 Vje=.75 Tr=239.5n Tf=301.2p If=.4 Vb=4 Xff=2 Rb=10)

## TIP120, TIP121, TIP122 NPN SILICON POWER DARLINGTONS

Copyright © 1997, Power Innovations Limited, UK

DECEMBER 1971 - REVISED MARCH 1997

- Designed for Complementary Use with TIP125, TIP126 and TIP127
- 65 W at 25°C Case Temperature
- 5 A Continuous Collector Current
- Minimum  $h_{FE}$  of 1000 at 3 V, 3 A



Pin 2 is in electrical contact with the mounting base.

MDTRACA

### absolute maximum ratings at 25°C case temperature (unless otherwise noted)

RATING		SYMBOL	VALUE	UNIT
Collector-base voltage ( $I_E = 0$ )	TIP120	$V_{CBO}$	60	V
	TIP121		80	
	TIP122		100	
Collector-emitter voltage ( $I_B = 0$ )	TIP120	$V_{CEO}$	60	V
	TIP121		80	
	TIP122		100	
Emitter-base voltage		$V_{EBO}$	5	V
Continuous collector current		$I_C$	5	A
Peak collector current (see Note 1)		$I_{CM}$	8	A
Continuous base current		$I_B$	0.1	A
Continuous device dissipation at (or below) 25°C case temperature (see Note 2)		$P_{tot}$	65	W
Continuous device dissipation at (or below) 25°C free air temperature (see Note 3)		$P_{tot}$	2	W
Unclamped inductive load energy (see Note 4)		$\frac{1}{2}LI_C^2$	50	mJ
Operating junction temperature range		$T_j$	-65 to +150	°C
Storage temperature range		$T_{stg}$	-65 to +150	°C
Lead temperature 3.2 mm from case for 10 seconds		$T_L$	260	°C

- NOTES: 1. This value applies for  $t_p \leq 0.3$  ms, duty cycle  $\leq 10\%$ .  
 2. Derate linearly to 150°C case temperature at the rate of 0.52 W/°C.  
 3. Derate linearly to 150°C free air temperature at the rate of 16 mW/°C.  
 4. This rating is based on the capability of the transistor to operate safely in a circuit of:  $L = 20$  mH,  $I_{B(on)}$  = 5 mA,  $R_{BE} = 100 \Omega$ ,  $V_{BE(on)} = 0$ ,  $R_S = 0.1 \Omega$ ,  $V_{CC} = 20$  V.

## Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 131 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 20 MIPS Throughput at 20 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 16/32/64K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512B/1K/2K Bytes EEPROM
  - 1/2/4K Bytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/ 100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - In-System Programming by On-chip Boot Program
    - True Read-While-Write Operation
    - Programming Lock for Software Security
- JTAG (IEEE std. 1149.1 Compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuses, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescalers and Compare Modes
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Six PWM Channels
  - 8-channel, 10-bit ADC
    - Differential mode with selectable gain at 1x, 10x or 200x
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Two Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 32 Programmable I/O Lines
  - 40-pin PDIP, 44-lead TQFP, and 44-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 1.8 - 5.5V for ATmega164P/324P/644P/V
  - 2.7 - 5.5V for ATmega164P/324P/644P
- Speed Grades
  - ATmega164P/324P/644P/V: 0 - 4MHz @ 1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V
  - ATmega164P/324P/644P: 0 - 10MHz @ 2.7 - 5.5V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1 MHz, 1.8V, 25°C for ATmega164P/324P/644P
  - Active: 0.4 mA
  - Power-down Mode: 0.1µA
  - Power-save Mode: 0.6µA (Including 32 kHz RTC)



**8-bit AVR<sup>®</sup>  
Microcontroller  
with 16/32/64K  
Bytes In-System  
Programmable  
Flash**

**ATmega164P/V  
ATmega324P/V  
ATmega644P/V**

**Preliminary**



## Features

- High-performance, Low-power AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
  - 32 x 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16 MHz
  - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
  - 8K Bytes of In-System Self-programmable Flash program memory
  - 512 Bytes EEPROM
  - 1K Byte Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C(1)
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
  - In-System Programming by On-chip Boot Program
  - True Read-While-Write Operation
  - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
  - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Three PWM Channels
  - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
    - Eight Channels 10-bit Accuracy
  - 6-channel ADC in PDIP package
    - Six Channels 10-bit Accuracy
  - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
  - Programmable Serial USART
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated RC Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
  - 23 Programmable I/O Lines
  - 28-Lead PDIP, 32-Lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
  - 2.7 - 5.5V (ATmega8L)
  - 4.5 - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
  - 0 - 8 MHz (ATmega8L)
  - 0 - 16 MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4 MHz, 3V, 25°C
  - Active: 3.6 mA
  - Idle Mode: 1.0 mA
  - Power-down Mode: 0.5 µA



8-bit AVR®  
with 8K Bytes  
In-System  
Programmable  
Flash

ATmega8  
ATmega8L



## Pin Configurations

