

**DISEÑO DE MÓDULO DE CONTROL PARA EL SISTEMA DE ILUMINACION Y
MOVIMIENTO DE PERSONAJES DEL TEATRINO INTELIGENTE**

ROGER FABIAN SERNA LEVER

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO

FACULTAD DE INGENIERÍAS

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ENVIGADO

2011

**DISEÑO DE MÓDULO DE CONTROL PARA EL SISTEMA DE ILUMINACION Y
MOVIMIENTO DE PERSONAJES DEL TEATRINO INTELIGENTE**

ROGER FABIAN SERNA LEVER

Trabajo de práctica para optar el título de Ingeniero Electrónico

**Asesor
HÉCTOR FERNANDO VARGAS MONTOYA
Ingeniero de sistemas**

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA DE ENVIGADO

FACULTAD DE INGENIERÍA

INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ENVIGADO

2011

NOTA DE ACEPTACION

Firma del Presidente del jurado

Firma del Jurado

Firma del

DEDICATORIA

Quiero dedicar este trabajo a mi madre por el apoyo que me ha brindado durante todos estos años, por su esfuerzo y sacrificio.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios en primer lugar por llenar de tantas bendiciones a mi familia y a mi padre por estar conmigo durante estos cinco años dándome apoyo.

Además doy gracias mis compañeros de estudio los cuales hicieron cada día de estudio más ameno y alegre.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	17
1. INFORME ASPECTOS GENERALES LA DE PRÁCTICA EMPRESARIAL	18
1.1 ASPECTOS GENERALES DE LA PRÁCTICA	18
1.2 CENTRO DE PRÁCTICA	18
1.3 OBJETIVO DE LA PRÁCTICA	19
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA PRÁCTICA	19
2. ESPECIFICACIONES DE ACUERDO CON LA MODALIDAD DE PRACTICA	19
2.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
2.2 EQUIPO DE TRABAJO	20
2.3 METODOLOGÍA DE TRABAJO	21
2.4 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DEL PRACTICA	21
2.5 RESULTADOS ESPERADOS	22
3 SISTEMATIZACION DE LA INFORMACION DE ACUERDO CON LA MODALIDAD DE PRACTICA	22
3.1 DESARROLLO DE PROYECTOS	22
3.2 SEGUIMIENTO DE PROYECTOS	23
3.3 CCS PCWH COMPILER	23
3.4 CADSOFT EAGLE	23
4. PROYECTO DE PRACTICA PARA AGENCIA O CENTRO DE PRACTICA	23
4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	23

4.1.1	Formulación del problema	24
4.2	JUSTIFICACIÓN	24
4.3	OBJETIVOS	25
4.3.1	Objetivo General	25
4.3.2	Objetivos Específicos	25
4.4	DISEÑO METODOLÓGICO	25
4.4.1	Tipo de estudio	25
4.4.2	Modalidad del trabajo de grado	26
4.5	CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES	26
4.6	PRESUPUESTO	27
5.	DESARROLLO DEL PROYECTO DE PRACTICA	29
5.1	descripción del módulo de control	29
5.1.1	Etapa de alimentación	29
5.1.2	Etapa de control	30
5.1.3	Etapa de respuesta	33
5.2	Diagnostico del módulo de control	34
5.3	Variables y elementos a controlar dentro de los sistemas de Los sistemas de iluminación y movimiento	34
5.3.1	Posición	35
5.3.2	Iluminación	37
5.4	Elementos y dispositivos electrónicos necesarios para controlar los sistemas de iluminación y movimiento	40
5.5	Diseño	43
5.5.1	Diseño módulo de control para el sistema de movimiento	44

5.5.2	Diseño módulo de control para el sistema de iluminación	47
5.5.3	Diseño de circuitos impresos	48
5.5.4	Planos y circuitos impresos en CD	52
6.	INCOVENIENTES EN EL DESARROLLO DE LA PRACTICA	53
7.	CONCLUSIONES	54
8.	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFIA	56
	ANEXOS	57

LISTA DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1.	Diagrama de Gantt	26
Figura 2.	Diagrama de bloques módulo de control	29
Figura 3.	Esquema eléctrico etapa de alimentación	30
Figura 4.	Diagrama de pines PIC 16F877A	30
Figura 5.	Programador lugar P-prog 1.4	32
Figura 6.	Cable de transferencia de datos	32
Figura 7.	Motores del sistema de movimiento	33
Figura 8.	Diagrama de pines PIC 16F877A	33
Figura 9.	Motor paso a paso unipolar	35
Figura 10.	Motor paso a paso unipolar	37
Figura 11.	Ejemplos de posicionamiento de un servo motor	37
Figura 12.	Led's.	38
Figura 13.	Bombilla a 110V AC	39
Figura 14.	Bombilla halógena	39
Figura 15.	Diagramas de pines PIC 16F887.	41
Figura 16.	Ejemplo conexión motor con L293D.	42
Figura 17.	Conexión L293D variación de velocidad	42
Figura 18.	Conexión motor paso a paso unipolar con ULN2803.	43
Figura 19.	Fusibles	44
Figura 20.	Borneras	45

Figura 21.	Esquema eléctrico diseño etapa de alimentación	45
Figura 22.	Pin header	45
Figura 23.	Conexión del pin header	46
Figura 24.	Conexión transistores.	46
Figura 25.	Conexión señal PWM al L293D	47
Figura 26.	Conexión ULN2803 al PIC	47
Figura 27.	Conexión de iluminación a salidas de potencia.	48
Figura 28.	Vista posterior de las pistas del módulo control de movimiento.	48
Figura 29.	Vista anterior de pistas del módulo control de movimiento.	49
Figura 30.	Vista posición de elementos del módulo control de movimiento.	49
Figura 31.	Vista completa del circuito impreso del módulo control de movimiento.	50
Figura 32.	Vista posterior de pistas del módulo control de iluminación.	50
Figura 33.	Vista anterior de pistas del módulo control de iluminación	51
Figura 34.	Vista posición de elementos del módulo control de iluminación.	51
Figura 35.	Vista completa del circuito impreso del módulo control de iluminación	52

LISTA DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.	Aspectos generales de la practica	18
Tabla 2.	Presupuesto global del trabajo	27
Tabla 3.	Descripción de los gastos de personal	27
Tabla 4.	Descripción de materiales y suministros	27
Tabla 5.	Descripción de las salidas de campo	28
Tabla 6.	Descripción bibliografía	28
Tabla 7.	Descripción equipos	28
Tabla 8.	Descripción publicaciones	28
Tabla 9.	Secuencia paso completo motor paso a paso	36
Tabla 10.	Secuencia medio paso motor paso a paso	36

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo B. Artículo de Científico	57

GLOSARIO

AC: Se denomina corriente alterna (abreviada CA en español y AC en inglés, de *alternating current*) a la corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente. La forma de onda de la corriente alterna más comúnmente utilizada es la de una onda senoidal (figura 1), puesto que se consigue una transmisión más eficiente de la energía. Sin embargo, en ciertas aplicaciones se utilizan otras formas de ondas periódicas, tales como la triangular o la cuadrada.

CIRCUITO IMPRESO: un circuito impreso o PCB (del inglés *printed circuit board*), es un medio para sostener mecánicamente y conectar eléctricamente componentes electrónicos, a través de *rutas* o *pistas* de material conductor, grabados en hojas de cobre laminadas sobre un sustrato no conductor, comúnmente baquelita o fibra de vidrio.

CMOS: En la familia lógica MOS Complementaria, CMOS (Complementary Metal-Oxide Semiconductor), el término complementario se refiere a la utilización de dos tipos de transistores en el circuito de salida, en una configuración similar a la tótem-pole de la familia TTL. Se usan conjuntamente MOSFET (MOS Field-Effect transistor, transistor de efecto campo MOS) de canal n (NMOS) y de canal p (PMOS) en el mismo circuito, para obtener varias ventajas sobre las familias P-MOS y N-MOS. La tecnología CMOS es ahora la dominante debido a que es más rápida y consume aún menos potencia que las otras familias MOS. Estas ventajas son opacadas un poco por la elevada complejidad del proceso de fabricación del CI y una menor densidad de integración. De este modo, los CMOS todavía no pueden competir con MOS en aplicaciones que requieren lo último en LSI.

DC: La corriente continua (del inglés *Direct Current*) es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial. A diferencia de la corriente alterna (CA en español, AC en inglés), en la corriente continua las cargas eléctricas circulan siempre en la misma dirección (es decir, los terminales de mayor y de menor potencial son siempre los mismos). Aunque comúnmente se identifica la corriente continua con la corriente constante (por ejemplo la suministrada por una batería), es continua toda corriente que mantenga siempre la misma polaridad.

DRIVER: Se llama driver a la etapa excitadora de potencia de un circuito eléctrico.

MICROCONTROLADOR: Un microcontrolador es un circuito integrado que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: unidad central de procesamiento, memoria y periféricos de entrada y salida.

PROGRAMADOR: Un programador es una herramienta hardware que traduce información de un determinado lenguaje (hex, ASCII, etc) en información que

pueda interpretar el microcontrolador para el funcionamiento correcto de la placa que utilicemos.

PWM: La modulación por ancho de pulsos (también conocida como PWM, siglas en inglés de *pulse-width modulation*) de una señal o fuente de energía es una técnica en la que se modifica el ciclo de trabajo de una señal periódica (una senoidal o una cuadrada, por ejemplo), ya sea para transmitir información a través de un canal de comunicaciones o para controlar la cantidad de energía que se envía a una carga.

RECTIFICADOR: En electrónica, un rectificador es el elemento o circuito que permite convertir la corriente alterna en corriente continua.

REGULADOR: Un regulador de voltaje (también llamado estabilizador de voltaje o acondicionador de voltaje) es un equipo eléctrico que acepta una tensión eléctrica de voltaje variable a la entrada, dentro de un parámetro predeterminado y mantiene a la salida una tensión constante (regulada).

TRANSFORMADOR: Se denomina transformador o trafo (abreviatura), a un dispositivo eléctrico que permite aumentar o disminuir la tensión en un circuito eléctrico de corriente alterna, manteniendo la frecuencia. La potencia que ingresa al equipo, en el caso de un transformador ideal (esto es, sin pérdidas), es igual a la que se obtiene a la salida.

TTL: TTL es la sigla en inglés de *transistor-transistor logic*, es decir, "lógica transistor a transistor". Es una familia lógica o lo que es lo mismo, una tecnología de construcción de circuitos electrónico digitales. En los componentes fabricados con tecnología TTL los elementos de entrada y salida del dispositivo son transistores bipolares.

RESUMEN

Con la intención de promover una estrategia pedagógica mucho más eficaz, ingeniosa y creativa La Casa del Ingenio y La Creatividad presento una propuesta para despertar y aumentar el interés de los niños y jóvenes en determinados temas por medio de presentaciones teatrales montadas en el Teatrino Inteligente.

Se propone a La Casa del Ingenio y La Creatividad un diseño de módulos independientes de control que permitan mayor funcionalidad de dichos módulos en distintas presentaciones del Teatrino Inteligente, logrando incorporar nuevos circuitos y dispositivos electrónicos semiautomáticos para dar más vida a cada presentación.

ABSTRACT

With the intention of promoting more effective teaching strategy, inventive and creative La Casa del Ingenio y La Creatividad to present a proposal and raising the interest of children and young people on specific issues through theatrical presentations mounted on the Teatrino Inteligente.

It is proposed to La Casa del Ingenio y La Creatividad of independent modules designed to enable greater control functionality of those modules in different presentations of Teatrino Inteligente, Managed to incorporate new semi-electronic circuits and devices to give more life to each presentation.

INTRODUCCIÓN

La casa del ingenio y la creatividad con su metodología propia busca facultar a niños, jóvenes y adultos en competencias de ingenio, creatividad, innovación y empresarismo; buscando siempre nuevas formas de solucionar problemas de manera divertida, integrando disciplinas como el arte y la tecnología.

El presente proyecto se realiza como parte del proceso de formación en el campo laboral en la modalidad de práctica profesional para fortalecer competencias dentro de este sector, consolidando y aplicando los conocimientos adquiridos en todo el transcurso de la carrera de ingeniería electrónica.

En el primer capítulo se encuentran los aspectos generales del centro de práctica. En el segundo capítulo especificaciones de problemáticas a resolver dentro de la practica que dan origen a la propuesta del proyecto. En el tercer capítulo se especifican las actividades realizadas dentro de la empresa. En el cuarto capítulo se plantea la propuesta del proyecto a desarrollar. Y por último el desarrollo de la solución propuesta.

1. INFORME ASPECTOS GENERALES DE LA PRÁCTICA EMPRESARIAL

1.1 Aspectos generales de la práctica

Tabla 1. Aspectos generales de la práctica

Nombre de Estudiante	Roger Rabian Serna Lever
Programa Académico	Ingeniería Electrónica
Nombre de la AGENCIA O CENTRO DE PRÁCTICA	Casa del Ingenio y la Creatividad
NIT.	43026855-1
Dirección	cil 1 sur # 34 – 51
Teléfono	3124947
Dependencia o Área	Robótica
Nombre Completo del Jefe del estudiante	Gloria Estela Restrepo Lotero
Cargo	Gerente
Labor que desempeña el estudiante	Director de proyectos en el área de robótica.
Nombre del Asesor de práctica	Héctor Fernando Vargas Montoya
Fecha de inicio de la práctica	1 septiembre 2010
Fecha de finalización de la práctica	11 marzo 2011

1.2 Centro de práctica

LA CASA DEL INGENIO Y LA CREATIVIDAD

MISIÓN

Fue creada para satisfacer necesidades en la educación, la cual necesita personas ingeniosas, creativas, innovadoras y con un alto nivel de calidad humana y técnica. Para ello sus profesionales se empeñan en incentivar en los niños, jóvenes y adultos la capacidad creativa y de innovación, facilitando el desarrollo de su inteligencia y la proyección integral de sus potencialidades en ambientes de familia, empresa y sociedad. Así mismo el Instituto propende por el crecimiento económico y la mejora de la calidad técnica y humana de su personal a través de sus valores de respeto, innovación, compromiso y ética.

VISIÓN

Ser una empresa líder en Colombia en la formación de capital humano con fortalezas en el ingenio y la creatividad, para lo cual se basa en conocimientos científicos y vivenciales. Las labores son dirigidas a niños, jóvenes y adultos que mañana serán los nuevos hombres del país, y quienes generarán con sus conocimientos e iniciativas nuevas empresas e industrias para el desarrollo de la regiones. Cada aprendiz que pase por la institución tendrá la semilla que le facilitará su comportamiento social y lo proyectará con el desarrollo de su inteligencia a un mejor futuro.

1.3 Objetivo de la práctica empresarial

El objetivo de la práctica empresarial dentro de la casa del ingenio y la creatividad, es presentar diferentes propuestas para la implementación de dispositivos electrónicos, con los cuales los niños y jóvenes puedan mostrar un mayor interés en el área de la electrónica y la robótica promoviendo así, el desarrollo del ingenio y la creatividad. Además fortalecer la formación profesional en el campo laboral.

1.4 Justificación de la práctica empresarial

Al interior de la casa del ingenio y la creatividad se promueven talleres de electrónica y robótica con el fin de desarrollar y fortalecer la capacidad de ingenio, creatividad, innovación y empresarismo en niños, jóvenes y adultos. Para ello es necesario contar con tutores que puedan guiar al aprendiz a través del camino hacia el aprendizaje proponiendo e implementando proyectos de ingenio enfocados hacia la electrónica y la robótica.

2. ESPECIFICACIONES DE ACUERDO CON LA MODALIDAD (ÁMBITO) DE PRÁCTICA

2.1 Planteamiento del problema

La creatividad es un proceso en el que se conjugan elementos fisiológicos y psicológicos; conscientes e inconscientes. Estos permiten que el cerebro realice conexiones impredecibles que posibiliten ampliar el panorama de observación, relación, síntesis y análisis del individuo; permitiendo que pueda llegar a ser ingenioso, recursivo y talentoso. El ingenio exige además, que el individuo sea oportuno, aplique lo creado, le interese su relación con el entorno. El desarrollo de la creatividad comienza desde la concepción siendo los primeros años de vida una

etapa clave para su estímulo. El fortalecerla y potenciarla es la razón de ser de LA CASA DEL INGENIO Y LA CREATIVIDAD.

Las estrategias y elementos pedagógicos utilizados para la formación educativa en la actualidad suelen ser muy habituales, causando que la información que se desea transmitir no cause en el educando el impacto esperado y por consecuencia la pérdida del interés. Las metodologías habituales suelen ser el exceso de información en lapsos de tiempo extensos, no tener una interacción apropiada por parte del expositor con el auditorio o bien sea por falta de ingenio y creatividad a la hora de prepararse para transmitir un conocimiento. Cuando capturamos la atención de un público al exponer determinado tema utilizando metodologías con elementos ingeniosos y creativos, al exponer algún tema, podemos llevar a que una o varias personas presentes tengan un mayor interés por el tema expuesto y generar en ellos el impacto esperado.

Con la intención de promover una estrategia pedagógica mucho más eficaz, ingeniosa y creativa La Casa del Ingenio y la Creatividad desea presentar una propuesta para despertar y aumentar el interés de los niños y jóvenes que asisten a los talleres. Dicha propuesta está basada en la construcción innovadora de elementos tecnológicos que le permitan a niños y jóvenes conocer de una manera sencilla cómo se pueden potenciar diferentes elementos para alcanzar la creatividad.

De la misma forma, con la utilización de diversas disciplinas como la mecánica, la electrónica, el diseño, la informática y la ingeniería del control, se tiene la propuesta de diseñar e implementar un prototipo de un teatrino en el cual se puedan montar diferentes escenarios y con los cuales se pueda transmitir un mensaje claro al público y que cause gran impacto en ellos mediante la utilización de luces, sonidos y movimientos en el escenario. Cada uno de los efectos generados se realizará a través de elementos electrónicos, que a través de controles semi-automáticos le permitirá a los actores principales crear un ambiente robótico capaz de incautar y motivar cada vez más a niños y jóvenes sobre dichos talleres orientados a la innovación, con ello, apoyar de manera directa los objetivos estratégicos de la empresa.

2.2 Equipo de trabajo

❖ Gloria Estala Restrepo

Cargo: Gerente.

Funciones: asesora en el desarrollo de proyectos.

❖ Vivian Doria

Cargo: Estudiante de práctica (diseño industrial).

Funciones: directora área de diseño.

❖ **Roger Serna Lever**

Cargo: Estudiante de práctica (ingeniería electrónica).

Funciones: Director área de robótica.

2.3 Metodología de trabajo.

- Revisión documental:

En la revisión documental se buscará estudiar a profundidad los temas relacionados con la construcción del teatrino. Dentro de estos elementos investigativos están los antecedentes, la problemática y las posibles soluciones, con el fin de cumplir con cada uno de los objetivos a ser propuestos en este proyecto. De la misma manera, la búsqueda en internet acerca de demótica (conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda) y Cómo tomar parte de estos componentes.

- Salidas de campo:

Las salidas de campo consistirán en hacer diferentes visitas a teatros y espacios abiertos de expresión para analizar los escenarios, el manejo de los elementos y personajes, iluminación, ambientación, estudio de los gestos y captación de la atención, con el fin de hacer la automatización de cada una de estas etapas que conforman una obra teatral mediante el uso de la tecnología.

- Experimentación:

La experimentación consistirá en la utilización de diferentes materiales y elementos electrónicos en la construcción de mecanismos y dispositivos de control que permitan arrojar efectos realistas con el fin de establecer cuál de ellos es el más adecuado para ser implementado en el teatrino.

2.4 Descripción del proceso de práctica

Como estudiante y representante de la Institución Universitaria de Envigado en el campo laboral y ante las empresas, la participación dentro de La Casa del Ingenio y La Creatividad en calidad de practicante permite fortalecer las competencias

profesionales y al mismo tiempo poner en práctica todo el conocimiento adquirido en el transcurso de la formación académica y profesional, dejando en alto el nombre de la institución. Además con la participación activa en todas las propuestas de innovación de la empresa y el logro de los objetivos estratégicos, con las cuales se busca generar un alto impacto y marcar la diferencia en el mercado, permitirá adquirir mayor experiencia en el desempeño laboral.

Dentro de las funciones a desarrollar, con el fin de cumplir los objetivos de la empresa están:

- Dirigir proyectos investigación.
- Diseñar e implementar proyectos ingeniosos enfocados a la electrónica con el fin de incentivar a los aprendices.
- Brindar asesorías -en proyectos relacionados con electrónica y robótica.

2.5 Resultados esperados

Al mejorar el funcionamiento en todas las partes móviles del primer prototipo del Teatrino Inteligente propuesto por La Casa del Ingenio y La Creatividad, se espera obtener con exactitud el posicionamiento de cada elemento dentro del escenario, el control de la velocidad en los movimientos de estos elementos y el fácil manejo de la iluminación permitan generar efectos visuales que causen gran impacto en el público.

Además con la participación dentro de la empresa se busca dejar una buena imagen de los profesionales que están siendo formados en la Institución Universitaria de Envigado mediante el buen desempeño en la empresa evidenciando el compromiso, responsabilidad y el alto nivel de conocimiento en el área de la ingeniería.

3. SISTEMATIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN DE ACUERDO CON LA MODALIDAD DE LA PRÁCTICA

3.1 Desarrollo de proyectos

Durante el periodo de práctica en La Casa Del Ingenio y La Creatividad se realizaron diferentes actividades enfocadas en el desarrollo de proyectos en campos de la electrónica como el control y la robótica. Para el diseño de circuitos se utilizaron herramientas de software como Eagle y PROTEUS. Además se utilizó el software CCS PCWH en la programación de microcontroladores.

3.2 Seguimiento de proyectos

Se elabora un cronograma de actividades para cada proyecto a realizar con el fin de cumplir con el tiempo establecido para cada actividad. Además se realizan informes semanales donde se consignan los avances y problemáticas relacionadas en cada proyecto.

3.3 CCS PCWH Compiler

Es una herramienta muy útil para programar microcontroladores de las series PIC10, PIC12, PIC14, PIC16 y PIC18 de MICROCHIP, que nos permite escribir los programas en lenguaje C en vez de assembler, con lo que se logra un menor tiempo de desarrollo y mucha facilidad en la programación.

Este compilador puede aplicar de manera eficiente construcciones normales en C y operaciones de entrada o salida. Todos los datos normales de tipo C son compatibles con los punteros a las matrices constantes, punto decimal fijo, matrices de bits, Manejo de palabras de 8, 16 y 32 bits lo que evita múltiples declaraciones de variables y creación de rutinas por parte del programador para la manipulación de variables de más de 8 bits¹.

3.4 CADSOFT EAGLE

Es un software que permite el desarrollo de circuitos impresos. El programa tiene tres interfaces graficas, un diagramador, un Editor de esquemas y un Autorouter, Que permiten al diseñador realizar con facilidad planos electrónicos y al mismo tiempo generar un circuito impreso del mismo. El autorouter realiza de manera automática y ergonómica el cableado y conexiones de los circuitos automáticamente haciendo más eficiente el trabajo del diseñador. Eagle son las siglas de Easily Aplicable Graphical Layout Editor.

4. PROYECTO DE PRÁCTICA PARA EL CENTRO DE PRÁCTICAS

4.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La creatividad es un proceso en el que se conjugan elementos fisiológicos y psicológicos; conscientes e inconscientes. Estos permiten que el cerebro realice conexiones impredecibles que posibiliten ampliar el panorama de observación,

¹ Carlos Asencio Mera Joffre Alberto Yagual Castro. Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Focos Incandescentes en los Hogares por Medio de un Control Remoto Universal. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

relación, síntesis y análisis del individuo; permitiendo que pueda llegar a ser ingenioso, recursivo y talentoso. El ingenio exige además, que el individuo sea oportuno, aplique lo creado, le interese su relación con el entorno. El desarrollo de la creatividad comienza desde la concepción siendo los primeros años de vida una etapa clave para su estímulo. El fortalecerla y potenciarla es la razón de ser de LA CASA DEL INGENIO Y LA CREATIVIDAD².

Con la intención de promover una estrategia pedagógica mucho más eficaz, ingeniosa y creativa La Casa del Ingenio y la Creatividad presento una primera propuesta para despertar y aumentar el interés de los niños y jóvenes que asisten a los talleres, dicha propuesta estuvo basada en la construcción innovadora de un prototipo de teatrino en el cual todas los elementos del escenario como luces, personajes, sonido, etc. estaban programadas a priori utilizando mecanismos no muy eficaces en el movimiento de los personajes siendo estos movimientos laterales únicamente. En la iluminación se implementaron tres farolas fijas apuntando a una dirección específica sin cambio de colores ni de intensidad provocando que la presentación de la función se tornara un poco aburrida, sin vida y poco dinámicas. En este primer prototipo se construyo una estructura no modular impidiendo que se utilicen diferentes mecanismos para la presentación de distintas funciones impidiendo su multifuncionalidad.

En el primer prototipo del modulo de control del teatrino inteligente se evidenció la poca funcionalidad de este en el momento de programar presentaciones, debido a que en este modulo se descartaba la utilización de muchos puertos del microcontrolador, la implementación de PWM para la variación de velocidad en motores o la intensidad lumínica en el caso de diodos Led y la utilización de motores mucho más precisos como lo son los motores paso a paso.

4.1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo mejorar los sistemas de control de iluminación y movimiento del teatrino inteligente para brindar funciones más dinámicas?

4.2 JUSTIFICACIÓN

Con este proyecto se pretende mejorar los sistemas de control de iluminación y movimiento de los elementos que hacen parte del primer prototipo del teatrino inteligente mediante la utilización de nuevos dispositivos electrónicos con el fin de tener mayor control en los efectos de personajes, luces y demás variables dentro del escenario, que a través de controles semi-automáticos le permitirá a los

² Página oficial de La Casa del Ingenio y La Creatividad. [Disponible online]. [Citado: el 7 de octubre del 2010]. <http://www.insta.edu.co/CPIC/HTM/Somos.htm>

actores principales crear un ambiente robótico capaz de incautar y motivar cada vez más a niños y jóvenes en los diferentes talleres orientados a la innovación y con ello, apoyar de manera directa los objetivos estratégicos de la empresa.

Con el fin de ofrecer funciones más dinámicas y llamativas por parte del teatrino inteligente pretendemos que las luces jueguen un papel fundamental en la ambientación del escenario logrando que estas puedan moverse en cualquier dirección, que la intensidad lumínica pueda variar y que el color de la iluminación se modifique todo esto mediante programación.

4.3 OBJETIVOS

4.3.1 Objetivo General

- Diseñar módulos electrónicos de control independientes para el sistema de iluminación y movimiento de personajes del teatrino inteligente, que proporcionen mayor funcionalidad de estos en cada presentación.

4.3.2 Objetivos Específicos

- Diagnosticar los principales inconvenientes y limitaciones en el módulo de control actual de los sistemas de iluminación y movimiento de personajes.
- Definir las variables y elementos a controlar dentro de los sistemas de iluminación y movimiento.
- Establecer los elementos y dispositivos electrónicos necesarios para controlar los sistemas de iluminación y movimiento de acuerdo a las necesidades de cada presentación.
- Diseñar los esquemas eléctricos de control y circuitos impresos del sistema de iluminación y movimiento.

4.4 DISEÑO METODOLÓGICO

4.4.1 Tipo de Estudio

El tipo de investigación a realizar será de tipo descriptivo, ya que el objetivo de esta es realizar una descripción, análisis y una interpretación del sistema de iluminación y movimiento utilizado actualmente para luego ser mejorado.

El diseño metodológico consta de las siguientes etapas:

REVISIÓN DOCUMENTAL: Se estudiarán conceptos básicos sobre el teatro e iluminación escénica. Además se hará una recopilación de los distintos antecedentes a este proyecto.

ELEMENTOS TECNOLÓGICOS: Esta estrategia consistirá en estudiar los diferentes elementos electrónicos que podrían emplearse en el diseño de los sistemas de control del teatrino inteligente.

DISEÑO: la etapa de diseño constará del levantamiento de planos o esquemas eléctricos para luego plantear el diseño de los circuitos impresos.

4.4.2 Modalidad del Trabajo de Grado

Tipo de proyecto

Este es un proyecto de desarrollo tecnológico de enfoque cuantitativo, debido a que en este proyecto se hará mediciones y cálculos de las variables para mejorar el sistema de control de iluminación y movimiento de los personajes.

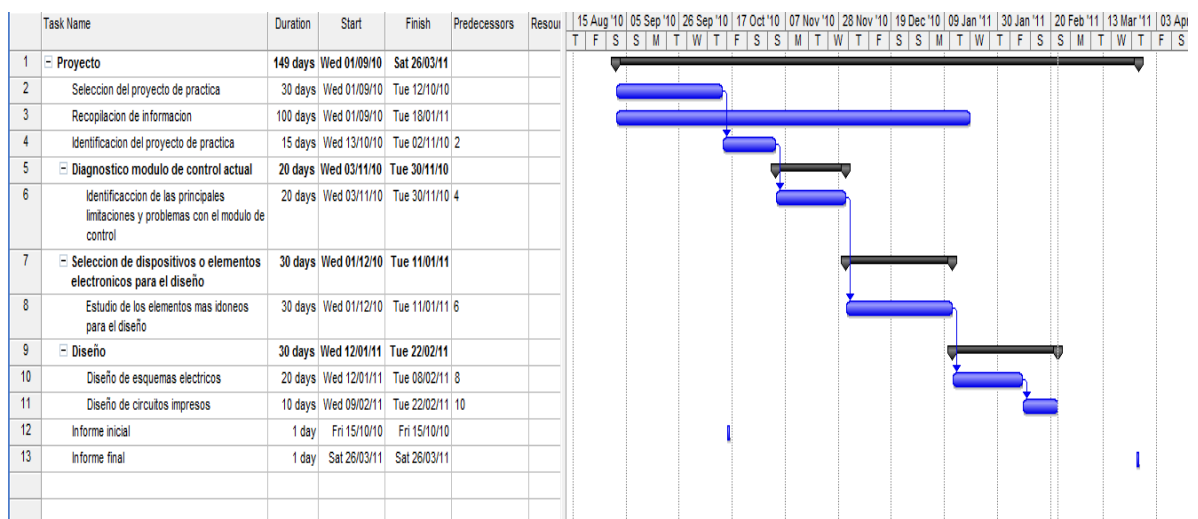
Método de Investigación Aplicado

El método de investigación aplicado en el desarrollo del presente proyecto es el deductivo, debido a que se parte de la necesidad de establecer nuevos elementos electrónicos para obtener un mayor control de las variables dentro del escenario y así mejorar las presentaciones del Teatrino Inteligente.

4.5 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En las figura 5 se presentan las actividades desarrolladas a lo largo de la elaboración del proyecto.

Figura 1. Diagram de a Gantt



4.6 PRESUPUESTO

A continuación se muestran una descripción de los recursos económicos y físicos utilizados para el proyecto:

Tabla 2. Presupuesto global del trabajo

PRESUPUESTO GLOBAL DEL TRABAJO DE GRADO				
RUBROS	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Personal	\$ 1.000.000	\$ 1.755.000	\$ 960.000	\$ 3.715.000
Material y suministros	\$ 20.000	\$ 0	\$ 150.000	\$ 170.000
Salidas de campo	\$ 20.000	\$ 0	\$ 140.000	\$ 160.000
Bibliografía	\$ 0	\$ 220.000	\$ 370.000	\$ 590.000
Equipos	\$ 0	\$ 0	\$ 2.170.000	\$ 2.170.000
Publicaciones	\$ 150.000	\$ 0	\$ 0	\$ 150.000
TOTAL	\$ 1.190.000	\$ 1.975.000	\$ 3.790.000	\$ 6.955.000
IMPREVISTOS	10 %			\$ 695.500
GRAN TOTAL				\$ 7.650.500

Tabla 3. Descripción de los gastos de personal

DESCRIPCIÓN DE LOS GASTOS DE PERSONAL						
Nombre de Estudiantes	FUNCIÓN en el trabajo	DEDICACIÓN horas/semana	FUENTES			TOTAL
			Estudiantes	IUE	Externa	
Estudiantes	Diseño	30 horas/sem	\$ 1.000.000	\$ 900.000	\$ 0	\$1.900.000
Profesor	Asesor	32 horas/sem	\$ 0	\$ 855.000	\$ 0	\$ 855.000
Diseñadora industrial	Asesor	3 horas/sem	\$ 0	\$ 0	\$ 960.000	\$ 960.000
TOTAL			\$ 1.000.000	\$1.755.000	\$ 960.000	\$3.715.000

Tabla 4. Descripción de materiales y suministros

DESCRIPCIÓN DEL MATERIALES Y SUMINISTROS				
Material	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Papelería	\$ 20.000	\$ 0	\$ 100.000	\$ 120.000
Cartucho de tinta	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000	\$ 50.000
TOTAL	\$ 20.000	\$ 0	\$ 150.000	\$ 170.000

Tabla 5. Descripción de las salidas de campo

DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS DE CAMPO				
DESCRIPCIÓN DE LAS SALIDAS DE CAMPO	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Viaje de Visita a escenarios teatrales.	\$ 20.000	\$ 0	\$ 40.000	\$ 60.000
Otras visitas	\$ 0	\$ 0	\$ 100.000	\$ 100.000
TOTAL	\$ 20.000	\$ 0	\$ 140.000	\$ 160.000

Tabla 6. Descripción bibliografía

DESCRIPCIÓN BIBLIOGRAFIA				
DESCRIPCIÓN BIBLIOGRAFIA	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Libros	\$ 0	\$ 170.000	\$ 150.000	\$ 320.000
Internet	\$ 0	\$ 50.000	\$ 220.000	\$ 270.000
TOTAL	\$ 0	\$ 220.000	\$ 370.000	\$ 590.000

Tabla 7. Descripción equipos

DESCRIPCIÓN EQUIPOS				
DESCRIPCIÓN EQUIPOS	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Computador	\$ 0	\$ 0	\$ 1.600.000	\$ 1.600.000
Impresora	\$ 0	\$ 0	\$ 270.000	\$ 270.000
Cámara digital	\$ 0	\$ 0	\$ 300.000	\$ 300.000
TOTAL	\$ 0	\$ 0	\$ 2.170.000	\$ 2.170.000

Tabla 8. Descripción publicaciones

DESCRIPCIÓN PUBLICACIONES				
DESCRIPCIÓN PUBLICACIONES	FUENTES			TOTAL
	Estudiantes	IUE	Externa	
Impresión y empastado del Trab	\$ 100.000	\$ 0	\$ 0	\$ 100.000
Fotocopias	\$ 50.000	\$ 0	\$ 0	\$ 50.000
TOTAL	\$ 150.000	\$ 0	\$ 0	\$ 150.000

5. DESARROLLO DEL PROYECTO DE PRÁCTICA

Para el diseño de los módulos de control en los sistemas de iluminación y movimiento de personajes del Teatrino Inteligente se efectuará un diagnóstico del módulo de control actual de dichos sistemas comenzando por una descripción del estado actual del módulo.

5.1 DESCRIPCION DEL MÓDULO DE CONTROL

Desde el módulo de control del teatrino inteligente se controla el sistema de movimiento de personajes y elementos dentro del escenario. Además, el sistema de iluminación del escenario también es controlado por este mismo módulo.

El módulo de control está compuesto por las siguientes etapas (ver figura 2):

Figura 2. Diagrama de bloques módulo de control



A continuación se hará una descripción de cada etapa para posteriormente establecer los principales inconvenientes y limitaciones de este modulo.

5.1.1 Etapa de alimentación

Para la etapa de alimentación se utilizó una fuente lineal la cual sigue el esquema común de este tipo de fuentes: transformador, rectificador, filtro, regulación y salida.

- **Transformador**

El transformador utilizado para la adaptación de tensión de 110V AC a 18V AC es el transformador TR-509 con conexión a 110V AC en el devanado primario y que proporciona dos niveles de tensión 6 y 9 voltios de corriente alterna en el devanado secundario.

- **Rectificador**

La etapa de rectificación consta de un puente rectificador de diodos no controlado de onda completa GW RS205.

- **Filtro**

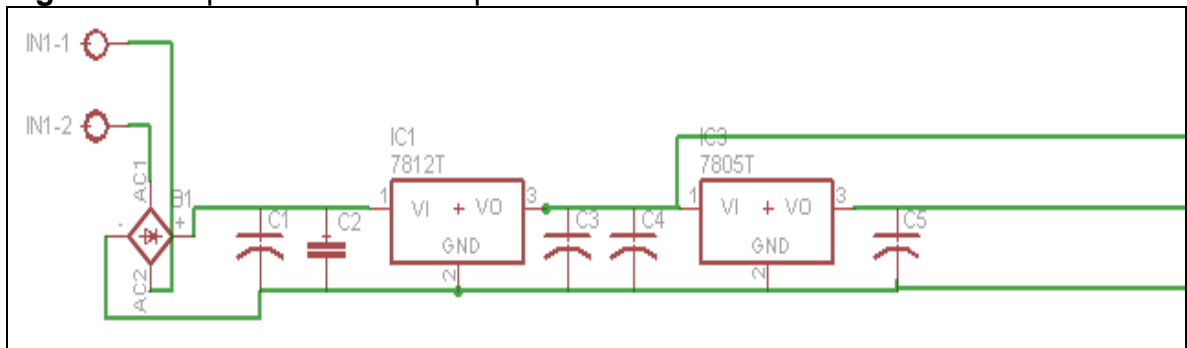
En la etapa de filtrado se utilizaron condensadores de C1 2200uF), C2 y C4 (0.1uF), C3 y C5 (10uF) (ver figura 4).

- **Regulación**

En este segmento se utilizaron dos tipos de reguladores de tensión para así obtener salidas de 5 voltios y 12 voltios de corriente directa, con las cuales energizar la etapa de control y la etapa de respuesta respectivamente, utilizando los reguladores de tensión LM7805 y LM7812.

El siguiente esquema eléctrico muestra el diseño final utilizado en la construcción de la etapa de alimentación para el módulo de control.

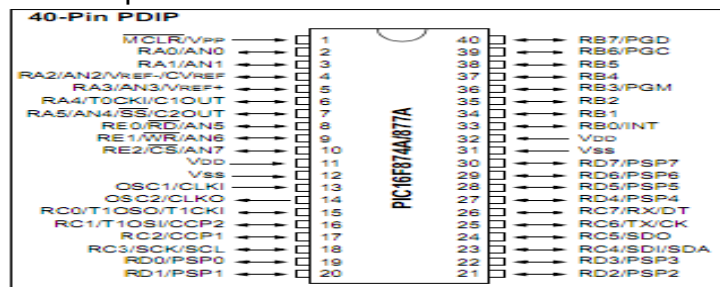
Figura 3. Esquema eléctrico etapa de alimentación



5.1.2 Etapa de control

La etapa de control se encarga de procesar las señales tanto de entrada como de salida para el control de cada elemento dentro del escenario, por medio de un microcontrolador de la gama microchip PIC 16F877A compuesto por cuarenta pines (ver figura 4).

Figura 4. Diagrama de pines PIC 16F877A



Estos cuarenta pines fueron dispuestos de la siguiente manera:

- PIN 1(Reset): Utilizado para reiniciar todo el sistema.
- PIN 2(RA0): Salida utilizada para encender las luces.
- PIN 3(RA1): Salida utilizada para encender la pista de reproducción de las voces.
- PIN 4(RA4): Botón de “Stop” el cual detiene todo el sistema.
- PIN 18(RC3): Botón de “Start” el cual inicia todo el sistema.
- PIN 19 Y 20(RD0, RD1): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 5 (personaje 5).
- PIN 21 Y 22(RD3, RD2): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 6(personaje 6).
- PIN 27 Y 28(RD4, RD5): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 7 (telón).
- PIN 29 Y 30 (RD6, RD7): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 8 (escenografía).
- PIN 33 Y 34 (RB0, RB1): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 1 (personaje 1).
- PIN 35 Y 36(RB2, RB3): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 2 (personaje 2).
- PIN 37 Y 38 (RB4, RB5): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 3 (personaje 3).
- PIN 30 Y 40(RB6, RB7): Salidas para el control de inversión de giro para el motor 4 (personaje 4)³.

La programación del microcontrolador se hace de acuerdo a las necesidades de cada presentación del teatrino inteligente, teniendo en cuenta la disposición de pines mencionada anteriormente.

Para la programación del microcontrolador se utiliza un programador con conexión a puerto paralelo de marca Lufgar modelo P-prog 1.4 el cual es necesario energizar mediante un adaptador de 16V DC (ver figura 5).

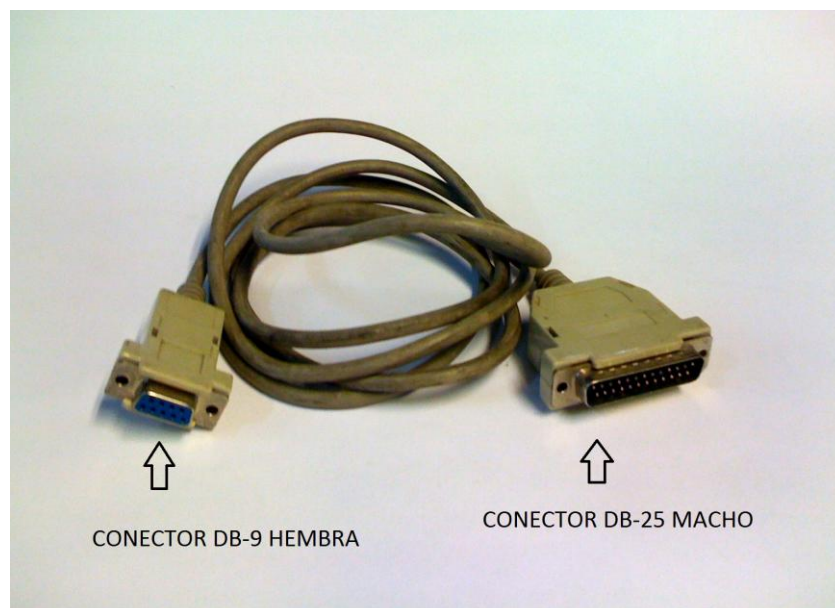
³ YENIFER OCHOA GIL. Proyecto de práctica profesional. Teatrino inteligente - página 37

Figura 5. Programador lugar P-prog 1.4



El cable de transferencia de datos tiene en uno de sus extremos un conector tipo DB-9 hembra para la conexión al programador y en su otro extremo tiene un conector tipo DB-25 macho, usado en la conexión del puerto paralelo de un ordenador (ver figura 6).

Figura 6. Cable de transferencia de datos



5.1.3 Etapa de respuesta

La etapa de respuesta está compuesta principalmente de cuatro drivers L293D para el control de la inversión de giro de los ocho motores que hacen parte del mecanismo de movimiento (ver figura 7). Cada driver L293d tiene la posibilidad de controlar hasta dos motores al tiempo. Para el control on-off de la iluminación y la reproducción de audio se dejaron dispuestos dos transistores de referencia 2n2222 configurados como switches para este fin. Para la conexión de los motores en el modulo de control se dejaron ocho borneras disponibles para su conexión y una bornera para la conexión de los led's en la parte de iluminación.

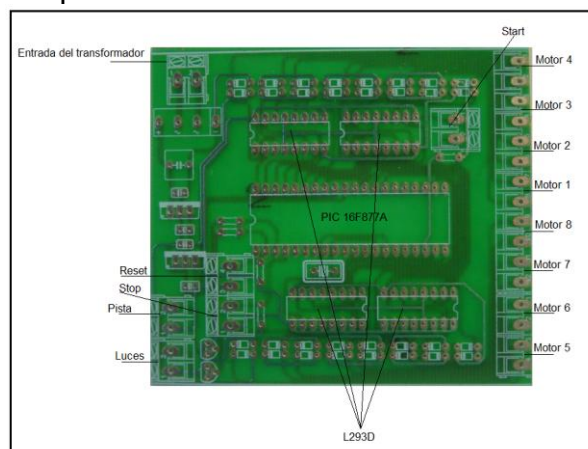
Los motores utilizados tienen un consumo de corriente de 100Ma sin carga a 12V DC y están instalados de la siguiente manera⁴ (ver figura 7):

Figura 7. Motores del sistema de movimiento



El circuito impreso del modulo de control del teatrino inteligente se puede apreciar en la siguiente imagen (ver figura 8):

Figura 8. Diagrama de pines PIC 16F877A



⁴ YENIFER OCHOA GIL. Proyecto de práctica profesional. Teatrino inteligente - página 37

5.2 DIAGNÓSTICO DEL MÓDULO DE CONTROL

En el módulo de control se encontraron distintas causas por las cuales no es funcional. Muchas de sus limitantes e inconvenientes se encuentran principalmente en el diseño. A continuación se identificaran dichos problemas:

- **Etapa de alimentación**
 - Esta etapa no tiene implementada una protección para sus dispositivos electrónicos contra sobrecarga de corriente eléctrica.
 - No tiene la opción de salidas de tensión de 5V ni 12V para la alimentación de otros circuitos que pudieran ser incorporados en el futuro.

- **Etapa de control**
 - En el circuito impreso del módulo de control se dejaron muchos pines del microcontrolador sin posible conexión (pines 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 15, 16, 17, 18, 35, 36, 37 y 38), desperdiciando puertos que podrían ser muy útiles en el procesamiento de señales tanto de entrada como salida.
 - No permite utilizar las salidas PWM (pines 16 y 17) del microcontrolador para el control de velocidad de motores o el control de la intensidad lumínica de led's en el sistema de iluminación.
 - Las entradas análogas y digitales no son posibles debido a que la forma en que se conectaron los pines del microcontrolador en el módulo no permite la incorporación de conexiones de señales externas al módulo.

- **Etapa de respuesta**
 - En esta etapa se nota el uso innecesario de componentes como lo son los diodos rueda libre en la conexión de cada driver L293D, ya que estos diodos están incluidos dentro de este circuito integrado.

5.3 VARIABLES Y ELEMENTOS A CONTROLAR DENTRO DE LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y MOVIMIENTO

Para obtener funciones mucho más llamativas y dinámicas se pretende incorporar en el diseño del módulo de control, elementos electrónicos que permitan controlar

variables que posibiliten al público experimentar sensaciones similares a las que se viven en una función a escala real. Seguidamente se expondrán elementos y variables a controlar con este diseño.

5.3.1 Posición

La posición es la variable a controlar más crítica dentro de los sistemas de movimiento e iluminación, debido a que es indispensable saber en todo momento la ubicación exacta de cada elemento dentro del escenario, como es el caso del desplazamiento de personajes y movimiento de las farolas en el sistema de iluminación. Para efectuar los movimientos tanto de personajes como de las farolas se podrían implementar nuevos elementos de precisión como lo son:

Motores paso a paso unipolar

Los motores paso a paso proporcionan un alto grado de control a comparación de los motores de corriente continua. El eje del motor paso a paso rota en intervalos de tiempo regulares en lugar de hacerlo continuamente como sucede en los motores DC, con la implementación de un microcontrolador el motor paso a paso puede ser usado para obtener posicionamientos precisos con un campo de aplicaciones amplio en sistemas automatizados.

Figura 9. Motor paso a paso unipolar



El motor paso a paso gira en función de una secuencia de pulsos aplicado en cada uno de sus devanados. El ángulo de giro del motor está determinado por cada pulso de entrada. Este incremento de ángulo tan preciso se denomina paso de allí se deriva el nombre motor paso a paso.

Cada incremento de rotación se mide en grados, un motor paso a paso puede girar un número de grados exactos en ambos sentidos, este número de grados por rotación lo especifica el fabricante y se encuentran desde 0.72 grados a 22.5 grados por rotación⁵.

⁵ Diseño de un sistema automático de control del proceso de grapado y corte trilateral en una máquina rosback. Por Baguirre, Roberto, p. Gualotuña Ingeniería Mecánica Tesis de Grado Universidad Politécnica Salesiana Ecuador.

SECUENCIAS PARA MANEJAR MOTORES PASO A PASO UNIPOLARES

Existen dos secuencias posibles para este tipo de motores, las cuales se detallan a continuación. Todas las secuencias comienzan nuevamente por el paso 1 una vez alcanzado el paso final (4 o 5). Para revertir el sentido de giro, simplemente se deben ejecutar las secuencias en modo inverso.

Paso completo

Las bobinas se van alimentando de dos en dos, siempre teniendo en cuenta, que no pueden estar alimentadas simultáneamente las dos partes de una misma bobina (A y B ó C y D). El paso en este caso equivale a 90°⁶.

Tabla 9. Secuencia paso completo motor paso a paso

<i>Paso</i>	COMÚN	A	B	C	D
1	masa	+V ó 1	0	+V ó 1	0
2	masa	0	+V ó 1	+V ó 1	0
3	masa	0	+V ó 1	0	+V ó 1
4	masa	+V ó 1	0	0	+V ó 1

Medio paso

Igual que con los motores bipolares, se puede conseguir una resolución mayor si entre paso y paso dejamos una bobina sin alimentar:

Tabla 10. Secuencia medio paso motor paso a paso

<i>Paso</i>	COMÚN	A	B	C	D
1	masa	+V ó 1	0	+V ó 1	0
	masa	0	0	+V ó 1	0
2	masa	0	+V ó 1	+V ó 1	0
	masa	0	+V ó 1	0	0
3	masa	0	+V ó 1	0	+V ó 1
	masa	0	0	0	+V ó 1
4	masa	+V ó 1	0	0	+V ó 1
	masa	+V ó 1	0	0	0
5	masa	+V ó 1	0	+V ó 1	0

Servo motores

Este dispositivo al igual que el motor paso a paso nos brinda gran precisión en cada movimiento debido al circuito de control en su interior. El servo es un potente

⁶Motores paso a paso. [Disponible online] [Citado: el 2 de noviembre del 2010]. http://www.sebyc.com/crr/descargas/motores_pap.pdf.

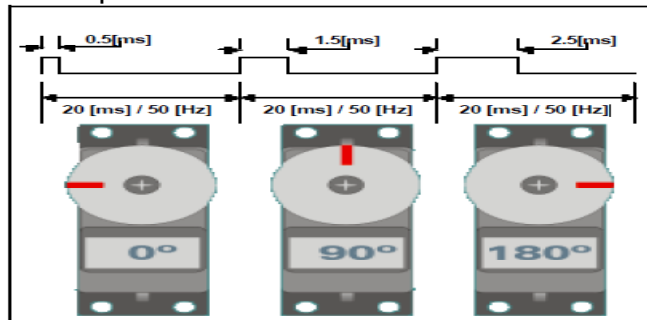
dispositivo que dispone en su interior de un pequeño motor con un reductor de velocidad y multiplicador de fuerza, también dispone de un circuito que controla el sistema. El ángulo de giro del eje es de 180° en la mayoría de ellos, pero puede ser fácilmente modificado para tener un giro libre de 360° , como un motor estándar. El motor servo es el encargado de dar movimientos precisos y su forma física es posible de apreciar en la figura 10.

Figura 10. Servo motor



Para controlar un servo se debe aplicar un pulso de duración y frecuencia específicas. Todos los servos disponen de tres cables, dos para alimentación Vcc y Gnd (4.8 a 6 [V]) y un tercero para aplicar el tren de pulsos de control, que hace que el circuito de control diferencial interno ponga el servo en la posición indicada, dependiendo del ancho del pulso. Es posible apreciar ejemplos del posicionamiento del eje del servo motor dependiendo del ancho del pulso, donde se logra 0° , 90° y 180° con anchos de pulso de 0.5, 1.5 y 2.5 [ms] respectivamente⁷ (ver figura 11).

Figura 11. Ejemplos de posicionamiento de un servo motor.



5.3.2 ILUMINACIÓN

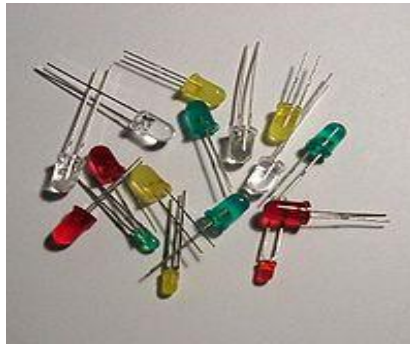
La iluminación es una variable fundamental para lograr diferentes efectos dentro del escenario y para este fin se buscara manejar varios niveles tensión en corriente alterna y corriente directa para la alimentación de diferentes tipos de iluminación que se verán a continuación:

⁷ Introducción a los servo motores. [Disponible online] [Citado: el 2 de noviembre del 2010]. <http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/servos.pdf>.

- **Iluminación led**

La iluminación led es la más recomendable para el teatrino inteligente debido a las ventajas que posee en cuanto a su fiabilidad, mayor eficiencia energética, su tamaño reducido, resistente a las vibraciones, menor disipación de energía, respuesta rápida, la capacidad de operar de forma intermitente y modo continuo, etc. Así mismo, con los led,s se pueden producir luces de diferentes colores con un rendimiento luminoso elevado, a diferencia de muchas de las lámparas utilizadas hasta ahora, que tienen filtros para lograr un efecto similar, lo que supone una reducción de su eficiencia energética (ver figura 12).

Figura 12. Led's



Para obtener una buena intensidad luminosa con el led es necesario garantizar una corriente de 10mA para led's de baja luminosidad y 20 mA para led's de alta luminosidad; un valor superior de corriente podría reducir su tiempo de vida.

En el mercado se pueden encontrar led's con mayor capacidad de corriente conocidos como led's de potencia que pueden ser usados con corrientes de 150, 350, 750 y hasta 1000 mA dependiendo de las características opto eléctricas dadas por el fabricante.

En el mercado podrían encontrarse led's de diferentes colores los cuales necesitan de una diferencia de potencial para su correcto funcionamiento entre ellos están:

- ✓ Rojo = 1,8 a 2,2 volt.
- ✓ Anaranjado = 2,1 a 2,2 volt.
- ✓ Amarillo = 2,1 a 2,4 volt.
- ✓ Verde = 2 a 3,5 volt.
- ✓ Azul = 3,5 a 3,8 volt.
- ✓ Blanco = 3,6 volt.

- **Iluminación con bombillas incandescentes o halógenas**

Para lograr diferentes tonos en la iluminación del escenario se podría implementar estos dos tipos de bombillas de corriente alterna para el control tipo on-off.

Bombillas incandescentes

Las bombillas incandescentes pueden ser una buena opción para la generación de tonos cálidos en la iluminación de escenarios, aunque su vida útil es muy baja entre las 1000 y 1200 horas de luz. Existen dos tipos de alimentación dependiendo del tipo de bombilla, que puede ser con 110v AC o 220v AC

Son las bombillas clásicas, las de toda la vida. Hay múltiples acabados y formas, aunque sus características son muy similares⁸.

Figura 13. Bombilla a 110V AC



Bombillas halógenas

Estas bombillas tienen una mayor durabilidad y potencia luminosa. Un aspecto a tener en cuenta es una la alta irradiación de calor. Su duración es sensiblemente superior a las incandescentes (entre 2.000 y 3.000 horas de funcionamiento).

Figura 14. Bombilla halógena



⁸Consumo consiente de bombillas. [Online]. [Citado: el 2 de noviembre del 2010]. Disponible en internet:

< <http://www.cprac.org/consumpediamed/sites/all/documents/24bombillas.pdf> >

Existen dos tipos de bombillas halógenas:

- ✓ A tensión de red: Funcionan con una conexión a la red de 220 V. Su potencia (entre 100 y 1.000 W) es tan alta que suelen ir equipadas con un regulador de intensidad.
- ✓ A baja tensión: Se usan mediante un transformador (de 12 o 24 V). Su potencia es muy inferior a las de tensión de red (sólo de entre 5 y 100 W). Suelen utilizarse para direccionar la luz a un solo punto.

5.4 ELEMENTOS Y DISPOSITIVOS ELECTRÓNICOS NECESARIOS PARA CONTROLAR LOS SISTEMAS DE ILUMINACIÓN Y MOVIMIENTO DE ACUERDO A LAS NECESIDADES DE CADA PRESENTACIÓN

El elemento principal en que estará basado el control de los módulos de movimiento e iluminación será de un microcontrolador PIC 16F887 de la MICROCHIP. Este microcontrolador posee una gran cantidad de puertos los cuales pueden ser utilizados para el procesamiento de señales TTL bien sean de entrada o de salida. También posee a diferencia con el PIC 16F877A en una salida adicional de PWM lo que significa que podríamos regular la velocidad a mas motores sin depender de una sola señal.

Este microcontrolador es la evolución del PIC16F877A.

Entre las ventajas principales nos ofrece:

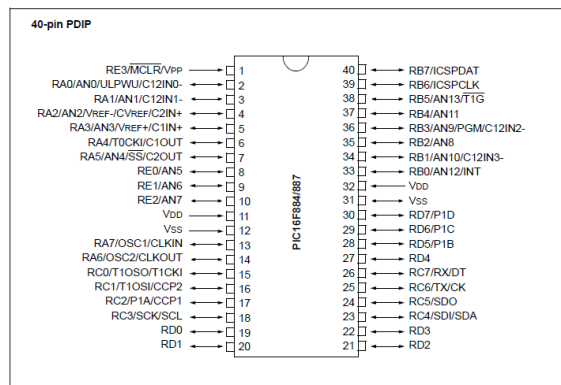
1. Oscilador interno seleccionable de 8 a 31MHz.
2. Hasta 36 pines de entrada/salida usando el oscilador interno.
3. 14 entradas A/D contra 8 del PIC16F877A.
4. Dos comparadores.
5. Más económico.

Características:

- DIP 40 pines.
- Memoria FLASH para programa: 14KB
- Memoria RAM para datos: 368 bytes.
- Memoria EEPROM para datos: 256 bytes.
- Capacidad de Interrupciones.
- Stack de 8 niveles.
- Oscilador interno de 8 a 31 MHz.
- Modos de direccionamiento directo, indirecto y relativo.
- Hasta 36 pines de entrada/salida.

- Covertidor A/D de 14 canales, 10 bit.
- Tres timers/counters (8, 16 y 8 bits).
- 1 Módulo CCP (capture, compare y PWM).
- EUSART/SCI.
- In circuit serial programming (ICSP).
- Power On Reset, Power Up Timer, Oscillator Start-up Timer.
- Watchdog Timer, Brown-out detect.
- Code protection.
- Modo SLEEP para ahorro de energía⁹.

Figura 15. Diagramas de pines PIC 16F887



En la etapa de respuesta se manejarán transistores 2n222 configurados en modo corte y saturación (switch) para el control de distintos dispositivos como diodos led y relevos. En el caso de los relevos se utilizarían para manejar niveles de tensión más altos, bien sea en corriente directa o alterna en el sistema de iluminación.

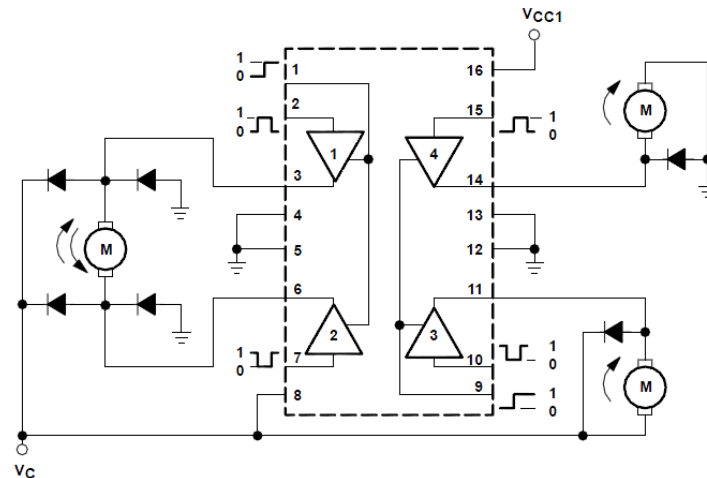
El driver I293d posee cuatro canales capaces de proporcionar una corriente de hasta 1A por canal y cada pareja de canales dispone de un pin (pin 1 y 9) de habilitación que desconecta la salida de los mismos se empleara para el control de los motores, tanto para la inversión de giro como para la variación de velocidad. Dentro de este circuito integrado están incluidos los diodos de salida o diodos rueda libre para la eliminación de efectos inductivos causados por los motores.

Dispone de un pin para la alimentación de las cargas que se están controlando, de manera que dicha alimentación es independiente de la lógica de control. Para la inversión de giro se necesitaran dos señales TTL provenientes del microcontrolador (M1a, M1b) las cuales determinaran el sentido de giro del motor mientras que para la variación de velocidad se necesitara una señal PWM

⁹ Datasheet MICROCHIP PIC 16F887. [Disponible online]. [Citado: el 8 de octubre del 2010]. <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291E.pdf>

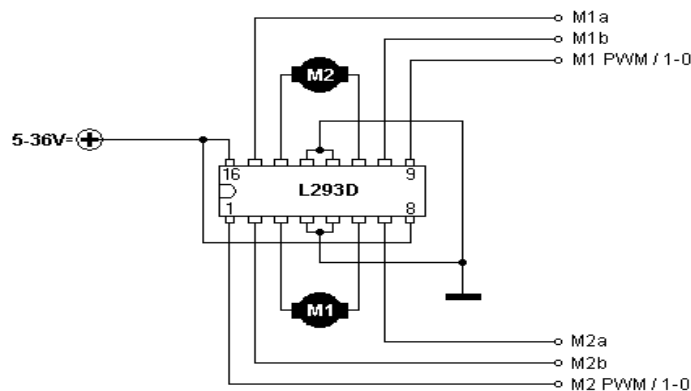
conectada en los pines de habilitación del circuito integrado L293D¹⁰ (ver figura 17)

Figura 16. Ejemplo conexión motor con L293D



En la siguiente figura se muestra la conexión que va a ser utilizada para el control de los motores:

Figura 17. Conexión L293D variación de velocidad



Para el control de los motores paso a paso unipolar se utilizará el driver ULN2803 que es un arreglo de transistores Darlington de alto voltaje. Este componente consiste en ocho Darlington que son transistores pares unidos por un colector común y el emisor del primero con la base del segundo.

¹⁰ Datasheet driver L293D. [Disponible online] [Citado: el 5 de noviembre del 2010]. <http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/l293d.pdf>

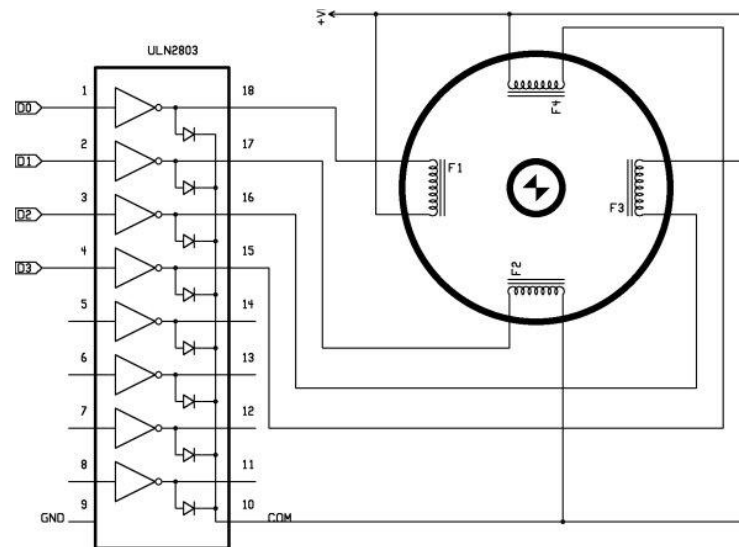
La corriente de colector es de 500mA de máxima y es el encargado de excitar las cuatro bobinas de los motores paso a paso. Este excitador de línea (line-driver) ha sido utilizado con el fin de obtener suficiente potencia a la hora de energizar cada devanado.

Es un circuito integrado ideal para ser empleado como interfaz entre las salidas de un PIC o cualquier integrante de las familias TTL o CMOS y dispositivos que necesiten una corriente más elevada para funcionar.

Todas sus salidas son a colector abierto y se dispone de un diodo para evitar las corrientes inversas. El modelo ULN2803 esta especialmente diseñado para ser compatible con entradas TTL, mientras que el modelo ULN2804 está optimizado para voltajes entre 6 y 15 volt, típicos de la familia CMOS¹¹.

Con implementación de dos circuitos integrados ULN2803 se pretende controlar cuatro motores paso a paso unipolares abarcando así el máximo de pines disponible en este.

Figura 18. Conexión motor paso a paso unipolar con ULN2803



5.5 DISEÑO

Para obtener mayor eficiencia en el control de las variables dentro del escenario y lograr que cada módulo sea mucho más funcional y versátil se opta por diseñar un

¹¹ Datasheet ULN2803. [Disponible online] [Citado: el 15 de noviembre del 2010]. http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/90/366828_DS.pdf

modulo independiente para el control de dichos sistemas, que cumplan con las características específica de funcionamiento de los elementos mencionados en el apartado anterior, sin descartar la interacción de nuevos dispositivos electrónicos con los módulos en el futuro.

Teniendo en cuenta las limitaciones e inconvenientes del módulo electrónico de control se diseñan nuevos circuitos, que dan solución a cada uno de los problemas encontrados en cada etapa.

5.5.1 DISEÑO MÓDULO DE CONTROL PARA EL SISTEMA DE MOVIMIENTO

Etapas de alimentación

Se utilizará un fusible de 2A (F1) de acción rápida para la protección contra sobre carga con las siguientes características:

Material: vidrio
Dimensión: 5mm x 20mm
Corriente: 2A
Voltaje: 250V.

Figura 19. Fusibles

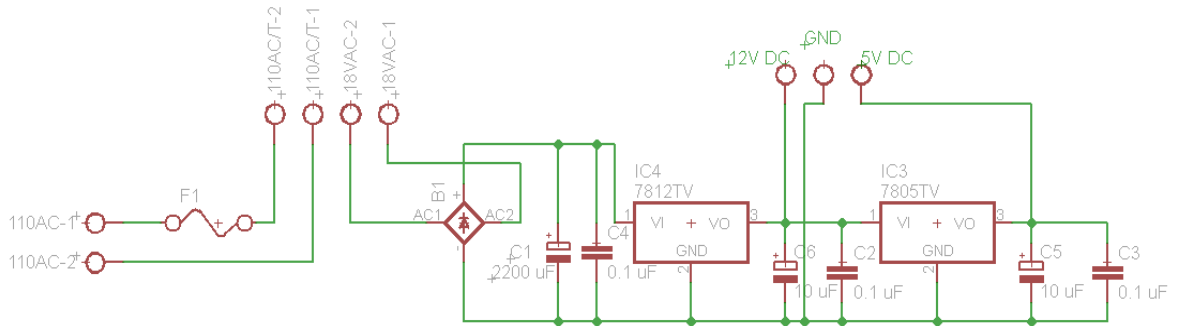


Se dispondrán de borneras para la conexión a 110V AC y para la conexión del transformador TR-509 en sus dos devanados, de este modo facilitaremos la instalación o desinstalación del transformador llegado el caso de prescindir de él. Además se ubicaran borneras para alimentar más circuitos de ser necesario, con niveles de tensión de GND, 12V y 5V DC como se muestra en el esquema (ver figura 21)

Figura 20. Borneras



Figura 21. Esquema eléctrico diseño etapa de alimentación



Etapa de control

En esta etapa se dejarán disponibles los pines no utilizados del microcontrolador como los pines del puerto B, los pines del puerto A (RA4 y RA5) y los pines del puerto E (RE0, RE1 y RE2) mediante la implementación de un pinheader la cual nos permite acceder a cada uno de los pines del PIC evitando así desperdiciar puertos. Además nos brinda la ventaja de utilizar dichos puertos como entrada o salida para el procesamiento de señales TTL externas o señales ya sean análogas o digitales, de acuerdo con las necesidades de la presentación.

Figura 22. Pin header

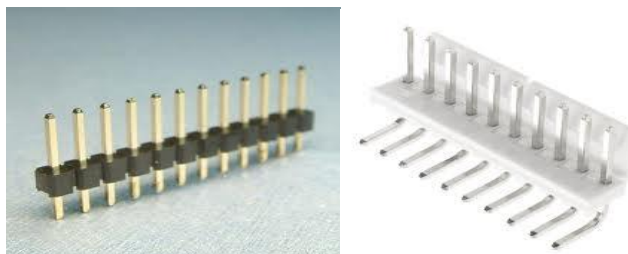
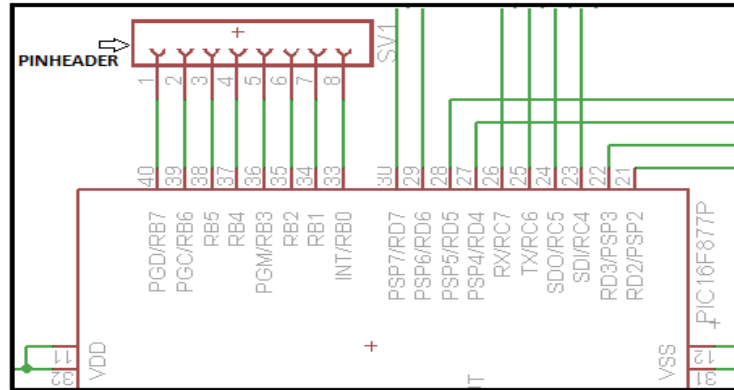
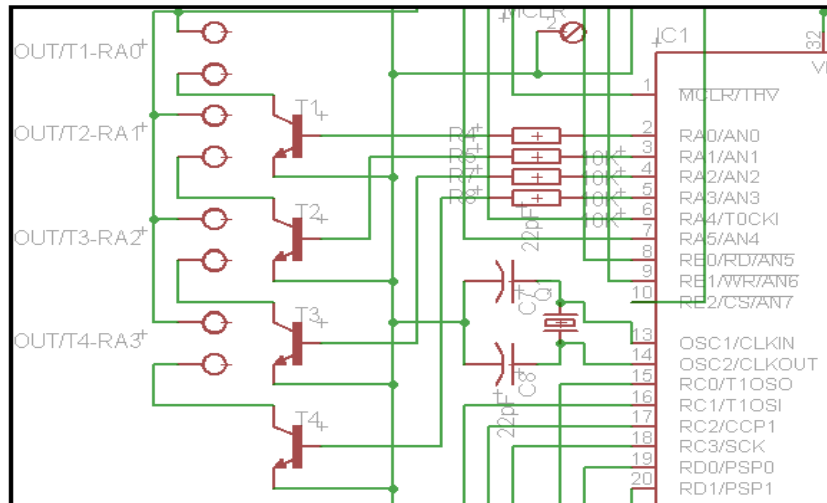


Figura 23. Conexión del pin header



Este módulo también contará con cuatro salidas a transistor 2n2222 conectados al puerto RA0, RA1, RA2 y RA3 como se muestra en la figura 24.

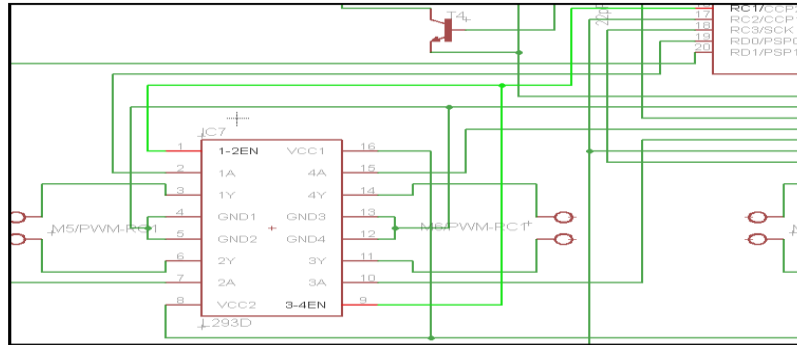
Figura 24. Conexión transistores



Etapa de respuesta

La etapa de respuesta contará con cuatro drivers L293D para el control de inversión de giro de los motores. Dos de ellos estarán conectados a las salidas CPP1 y CPP2 del microcontrolador para el control de velocidad mediante la aplicación de una señal PWM y que será conectada en los pines de “enable” en los drivers como se muestra en la figura 25.

Figura 25. Conexión señal PWM al L293D



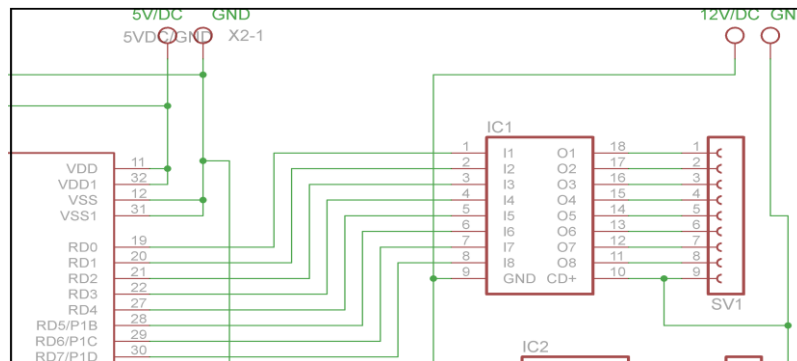
5.5.2 DISEÑO MÓDULO DE CONTROL PARA EL SISTEMA DE ILUMINACIÓN

El módulo de control para el sistema de iluminación está compuesto principalmente por tres integrados ULN2803, no solo para el control de los motores paso a paso, sino también para el control de la iluminación. Para energizar este módulo se dispondrán tres borneras (x1, x2 y x4) para alimentar el módulo con 5 voltios y 12 voltios DC respectivamente; ya sea conectándolas al módulo de control de movimiento o desde otra fuente de poder.

Dos drivers ULN2803 serán utilizados para el control de los motores paso a paso donde los pines de entrada I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, I8 del drivers IC1 estarán conectados al puerto D del microcontrolador mientras que los pines de entrada del driver Ic2 estarán conectados al puerto B. (ver figura 26)

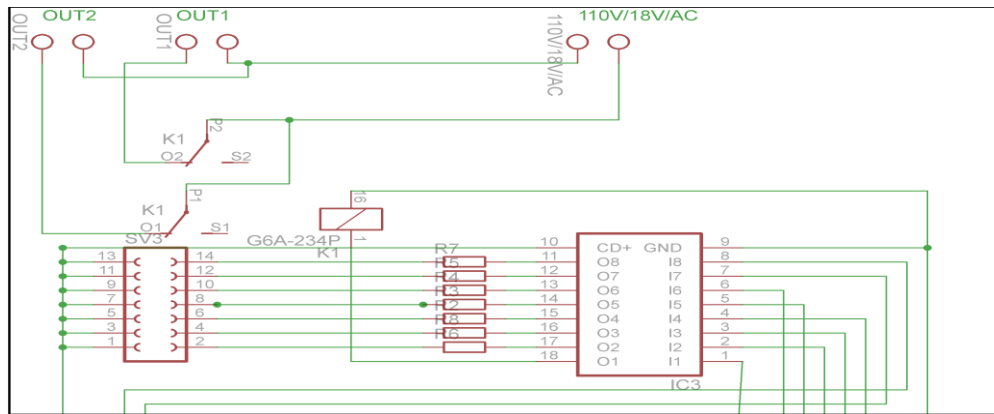
Con este módulo se podrán controlar hasta cuatro motores paso a paso. Para ello estarán dispuestos dos pin headers (conectores macho SV1 y SV2) de 9 pines en los cuales conectar dichos motores.

Figura 26. Conexión ULN2803 al PIC



El driver ic3 manejará las salidas de potencia para el control de la iluminación mediante un relevo de dos contactos, el cual permite la conexión de diferentes bombillas de hasta 220V AC y 28V DC por medio de las borneras out1 y out2. Además estarán disponibles 7 salidas mas para el control de led's, dos de estas salidas (O8 y O7 del circuito integrado Ic3) estarán conectados a las salidas CCP1 y CCP2 del microcontrolador para la variación de la intensidad lumínica de los led mediante PWM, para su conexión se deja dispuesto un conector female header (conector hembra SV3) como se muestra en la figura 27.

Figura 27. Conexión de iluminación a salidas de potencia



5.5.3 DISEÑO DE CIRCUITOS IMPRESOS (PCB)

El diseño de los circuitos impresos se elaboró en el software desarrollado por cadsoft, Eagle. A continuación se mostraran imágenes de el diseño final de cada módulo de control, mostrando cada una de sus capas.

Módulo de control del sistema de movimiento

Figura 28. Vista posterior de las pistas del módulo control de movimiento

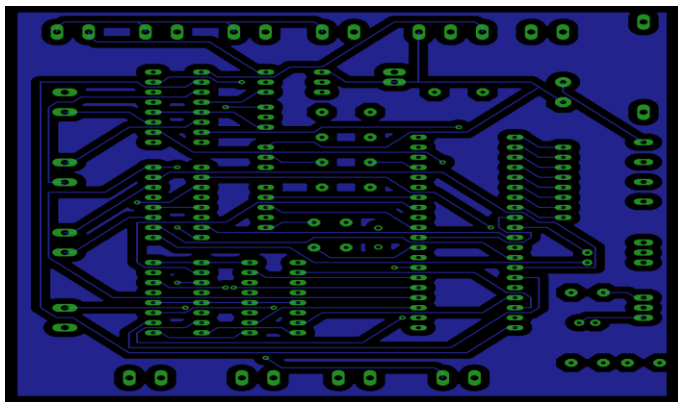


Figura 29. Vista anterior de pistas del módulo control de movimiento

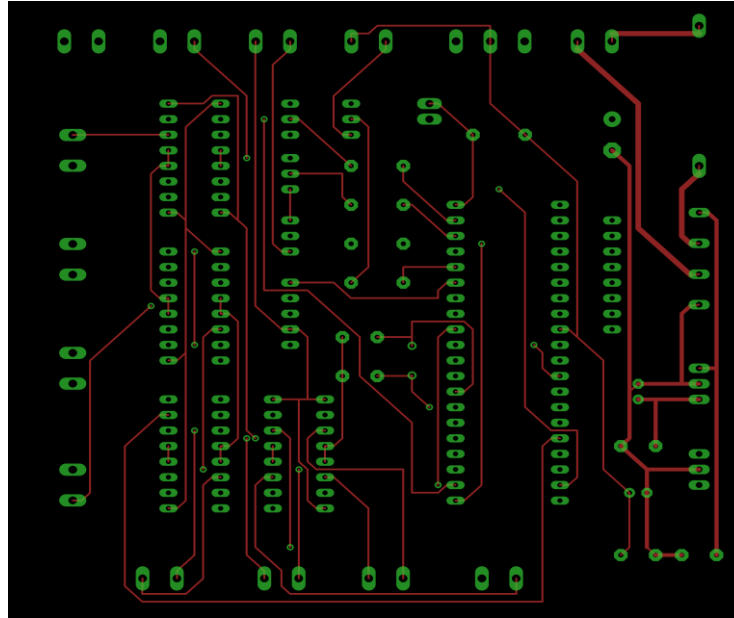


Figura 30. Vista posición de elementos del módulo control de movimiento

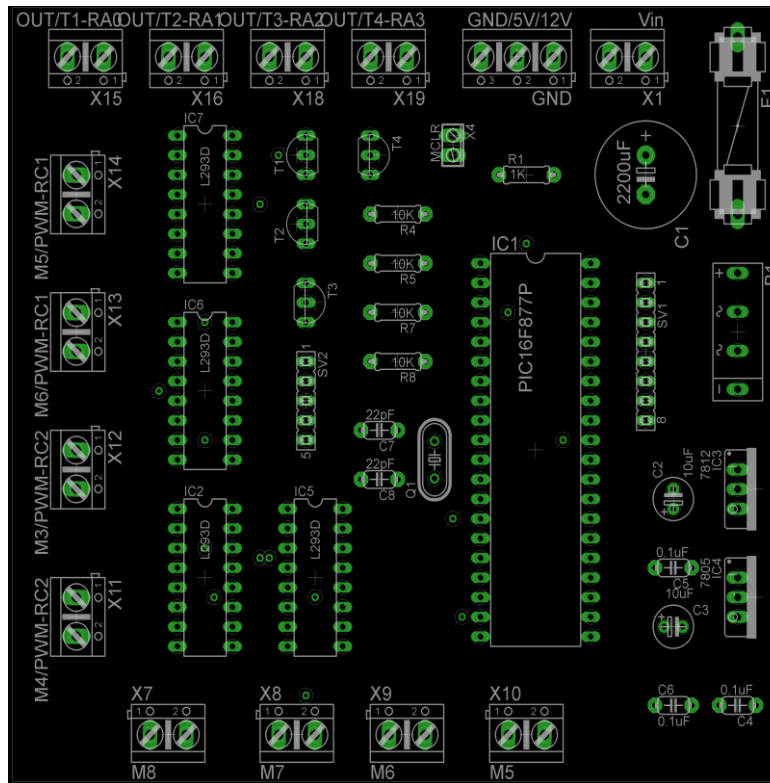
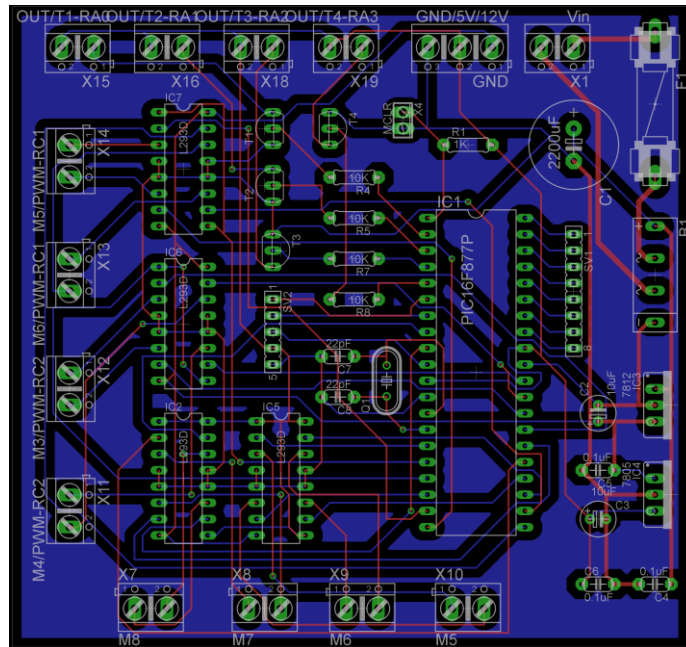


Figura 31. Vista completa del circuito impreso del módulo control de movimiento



Módulo de control del sistema de iluminación

Figura 32. Vista posterior de pistas del módulo control de iluminación

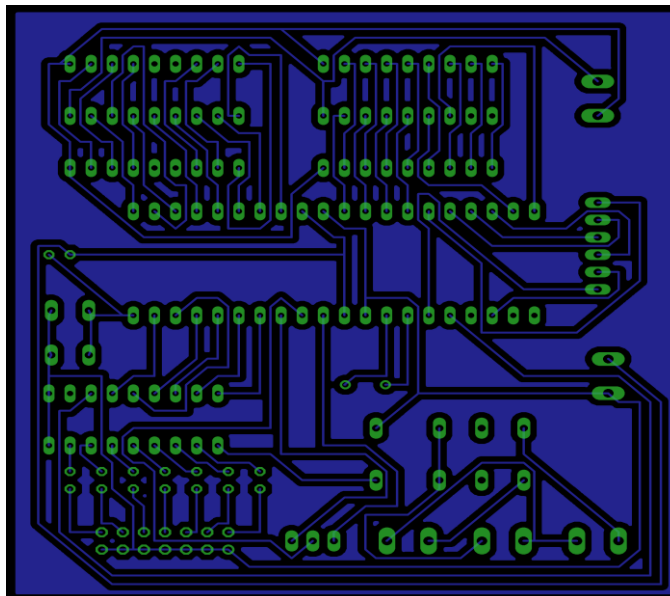


Figura 33. Vista anterior de pistas del módulo control de iluminación

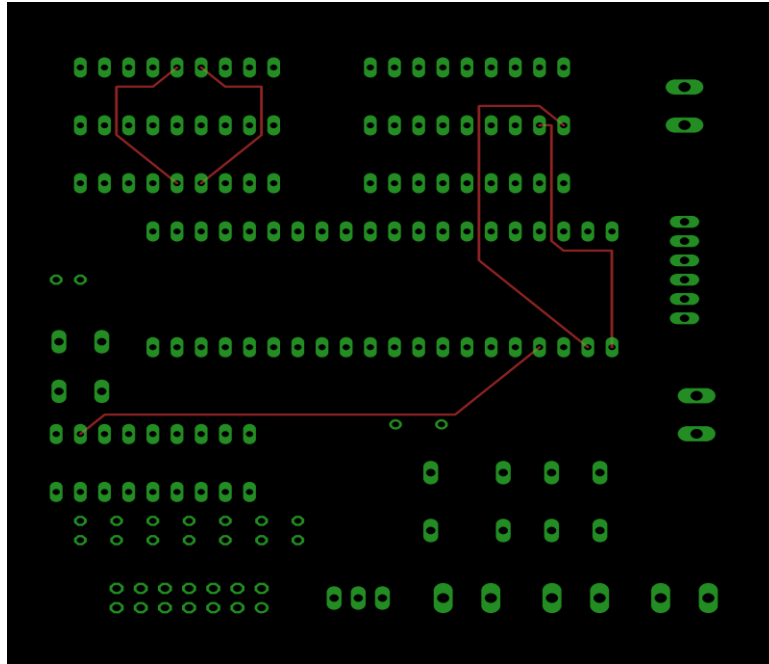


Figura 34. Vista posición de elementos del módulo control de iluminación

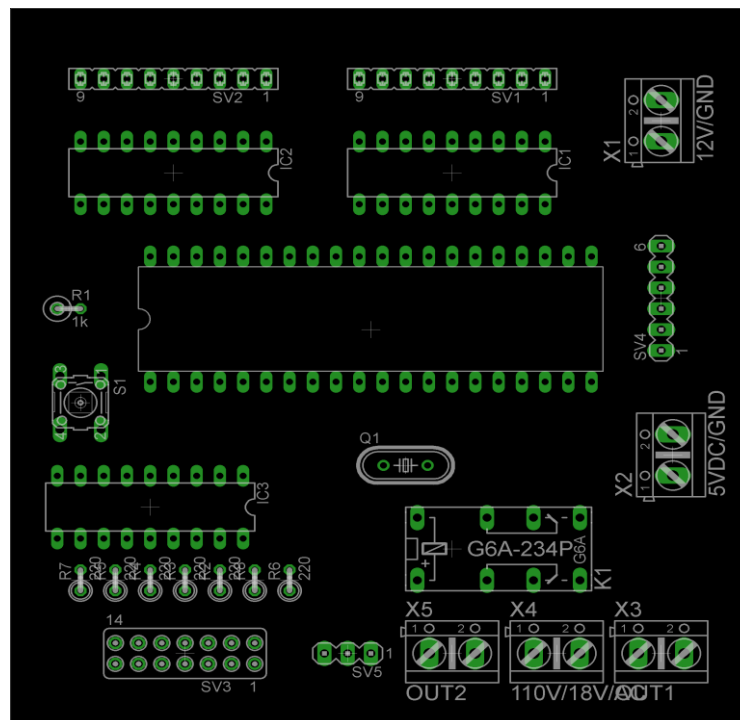
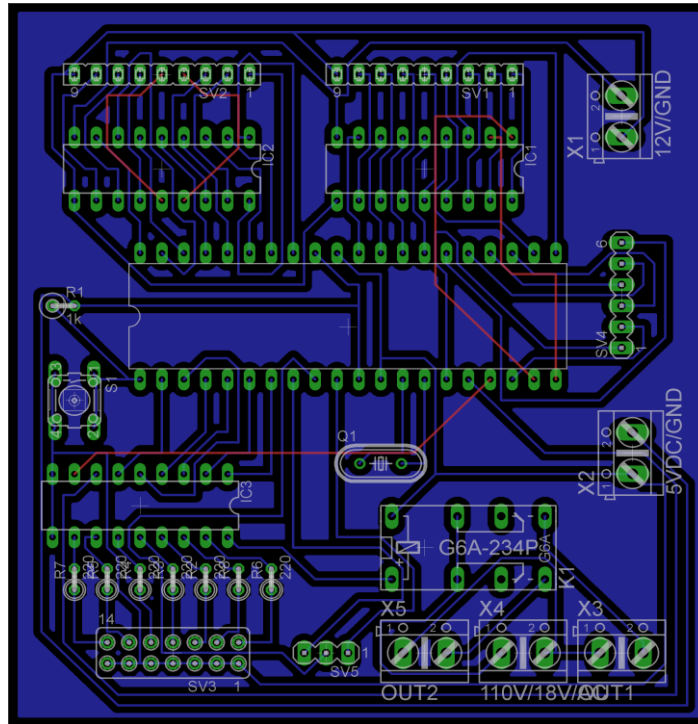


Figura 35. Vista completa del circuito impreso del módulo control de iluminación



5.5.4 PLANOS Y CIRCUITOS IMPRESOS EN CD

Se dejará a disposición de la casa del ingenio y la creatividad un CD que contiene el diseño de planos y circuitos impresos para una futura implementación.

6. INCONVENIENTES EN EL DESARROLLO DE LA PRÁCTICA

Para lograr cumplir con el requisito de presentar un proyecto en La Casa del Ingenio y La Creatividad, fue necesario cambiar el objetivo general del proyecto. El cual buscaba en un principio realizar una implementación de módulos de control para el sistema de iluminación y movimiento de personajes dentro del escenario del Teatrino Inteligente. El cambio del objetivo general de implementación a un diseño se debió a la falta de compromiso por parte de la empresa en la entrega de materiales a tiempo, retrasando mucha de las tareas programadas en el cronograma de actividades del proyecto.

7. CONCLUSIONES

- Con el diseño de estos módulos de control y de ser implementado, La casa del ingenio y la creatividad le abriría las puertas a nuevas presentaciones mucho más llamativas y dinámicas. Debido a ello se acepto este diseño por parte de la empresa.
- La implementación de dispositivos que permitan tener una mayor certeza de la posición de cada elemento dentro del escenario es de gran importancia para el control de su ubicación y desplazamiento.
- El saber utilizar diferentes herramientas de software para el desarrollo de las actividades laborales en el campo de la electrónica puede favorecer de forma directa las tareas, dando como resultado la eficiencia en la realización del trabajo.
- El principal inconveniente en el desarrollo de la práctica profesional se presento en la asignación del proyecto a realizar dentro de la practica debido a la demora por parte de la empresa en entregar los elementos o materiales pertinentes para la elaboración del el proyecto, dando como resultando gastos del tiempo presupuestado o hasta cambio del objetivo general del proyecto como lo es en este caso, donde en un principio se haría una implementación de los módulos de control.

8. RECOMENDACIONES

- Se recomienda la implementación de sensores ópticos como el sensor CNY 70 para determinar la posición de algunos elementos dentro del escenario.
- Para facilitar la programación del microcontrolador en cualquier lugar donde se vaya a realizar alguna presentación y con la ayuda de un computador portátil se recomienda a la casa del ingenio y la creatividad adquirir un programador USB.
- La implementación de motores con caja reductora puede ser de gran utilidad para movimientos que requieran mucha fuerza.

BIBLIOGRAFÍA

Datasheet MICROCHIP PIC 16F887. [Online]. [Citado: el 8 de octubre del 2010]. Disponible en internet: <<http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/41291E.pdf>>

Datasheet ULN2803. [Online]. [Citado: el 15 de noviembre del 2010]. Disponible en internet: <http://www.datasheetcatalog.org/datasheets/90/366828_DS.pdf>

Datasheet driver L293D. [Online]. [Citado: el 5 de noviembre del 2010]. Disponible en internet: <<http://www.datasheetcatalog.org/datasheet/texasinstruments/l293d.pdf>>

Introducción a los servo motores. [Online]. [Citado: el 2 de noviembre del 2010]. Disponible en internet: <<http://www2.elo.utfsm.cl/~mineducagv/docs/ListaDetalladadeModulos/servos.pdf>>

Motores paso a paso. [Online]. [Citado: el 2 de noviembre del 2010]. Disponible en internet: <http://www.sebyc.com/crr/descargas/motores_pap.pdf>

Consumo consiente de bombillas. [Online]. [Citado: el 2 de noviembre del 2010]. Disponible en internet: <<http://www.cprac.org/consumpediamed/sites/all/documents/24bombillas.pdf>>

Página oficial de La Casa del Ingenio y La Creatividad [Online]: [Citado: el 7 de octubre del 2010]. Disponible en internet: <<http://www.insta.edu.co/CPIC/HTM/Somos.htm>>

YENIFER OCHOA GIL. Teatrino inteligente. Proyecto de práctica profesional. Ingeniería electrónica. Institución universitaria de envigado.

BAGUIRRE, W ROBERTO, P GUALOTUÑA .Diseño de un sistema automatico de control del proceso de grapado y corte trilateral en una maquina rosbak. Ingeniería mecánica tesis de grado universidad politécnica salesiana ecuador.

CARLOS ASENCIO MERA JOFFRE ALBERTO YAGUAL CASTRO. Diseño e Implementación de un Sistema de Control de Focos Incandescentes en los Hogares por Medio de un Control Remoto Universal. ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

EL INFORME DEBE PRESENTARSE EN CD.

