

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO PARA LA
ASIGNATURA DE MECATRÓNICA**

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Brs. Godoy S., Carlos

Mari A., Byron

Para optar por el Título de

Ingeniero Mecánico

Caracas, 2009

TRABAJO ESPECIAL DE GRADO

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO PARA LA
ASIGNATURA DE MECATRÓNICA**

TUTOR ACADÉMICO: Prof. Jorge Rodríguez

Presentado ante la Ilustre
Universidad Central de Venezuela

Por los Brs. Godoy S., Carlos

Mari A., Byron

Para optar por el Título de

Ingeniero Mecánico

Caracas, 2009

Caracas, 17 de abril de 2.009

ACTA

Los abajo firmantes, miembros del jurado por el Consejo de Escuela de Ingeniería Mecánica, para evaluar el Trabajo Especial de Grado presentado por los bachilleres:

GODOY CARLOS y MARI A. BYRON

Título:

"DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE MECATRONICA"

Consideran que el mismo cumple con los requisitos exigidos por el plan de estudio conducente al Título de Ingeniero Mecánico.


Prof. José Barriola
Jurado




Prof. Arturo Gil
Jurado


Prof. Jorge Rodríguez
Tutor

"NÚCLEO DE INGENIERIA "ARMANDO MENDOZA" HACIA EL 30º ANIVERSARIO"

DEDICATORIA

*A mi madre y mi padre.
A mis hermanos.
A mi novia y compañera.
A toda mi familia.
A mis amigos.
Byron*

*A mi madre, Mercedes.
A mi padre, Carlos Luis.
A mis Hermanos, Ariana y Mauricio.
A mis Primos y Primas, Tíos y Tías, Abuelos y Abuelas.
A mis Amigos.
Carlos Enrique*

AGRADECIMIENTOS

A Dios

A la Universidad Central de Venezuela

A nuestro Tutor Académico,

Prof. Ing. Jorge Rodríguez

Al Prof. César Ferrer

Al Prof. Pedro Lecue

Al Prof. José Balbino León

GODOY S. CARLOS, MARÍ A. BYRON

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL LABORATORIO PARA LA
ASIGNATURA DE MECATRÓNICA**

Tutor Académico: Jorge Rodríguez

**Caracas, U. C. V. Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Mecánica.
2009.**

Palabras Claves: Mecatrónica, Electrónica, Automatización,
Microcontroladores, Filtros R-C, Transistores, Servomotores.

La creación de la propuesta de laboratorio de Mecatrónica se basó en la selección y adquisición de los equipos necesarios para la realización y el desarrollo de las prácticas necesarias para reforzar los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas de la asignatura, y permitir a los alumnos tener conocimientos sólidos sobre sistemas de control y automatización.

Las nueve prácticas que integran el laboratorio se crearon para complementar asignaturas previas como Controles Automáticos y Controles Lógicos Programables, ya que sus contenidos, que varían entre Filtros R-C, Transistores y Servomotores, refuerzan las bases de sistemas de control lazo abierto y lazo cerrado, y de los sistemas PID (Proporcional-Integral-Derivativo), y establecen comparaciones entre los microcontroladores y los PLC. Así mismo, se abrieron puertas fundamentales para la enseñanza y comprensión de la Robótica, y se reforzaron áreas como programación y electrónica, en las que los estudiantes de ingeniería mecánica no poseen los conocimientos suficientes para desarrollar actividades con un nivel de destreza que en otras asignaturas propias de la carrera realizarían con facilidad.

GODOY S. CARLOS, MARÍ A. BYRON

**DESIGN AND IMPLEMENTATION OF THE LABORATORY FOR
THE SUBJECT OF MECHATRONICS**

Academic Tutor: Jorge Rodríguez

**Caracas, U.C.V. Faculty of Engineering, School of Mechanical
Engineering, 2009.**

**Keywords: Mechatronics, Electronics, Automation, Microcontrollers, R-C
Filters, Transistors, Servomotors.**

The creation of the Mechatronics Laboratory proposal it was based on selection and acquisition of the equipment necessary for the realization and development of the practices necessary in order to reinforce the knowledge acquired in theoretical sessions of the course, and to allow the students to have solids knowledge in control systems and automation.

The nine practices that integer the laboratory were created to complement previous courses like Automatic Controllers and Programmable Logic Controllers, since their contents, which vary among R-C Filters, Transistors and Servomotors, reinforce the bases for control systems, both opened and closed loop, and PID systems (Proportional-Integral-Derivative), and establish comparisons between microcontrollers and PLC's. Besides, it opened doors that are fundamental to teaching and understanding of Robotics, and established reinforcements in areas like programming and basic electronics that mechanical engineering students does not have the necessary knowledge to develop activities with a level of skill that in other proper career courses they would do with facility.

INDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN.....	14
CAPITULO I EL PROBLEMA	
Planteamiento del problema.....	16
Objetivo general.....	17
Objetivos especificos	17
Justificación	18
Alcances y limitaciones	20
CAPITULO II MARCO REFERENCIAL	
Consideraciones generales.....	22
Antecedentes	22
Marco Legal	24
Ley Orgánica de Ciencia Tecnología e Información.....	24
Aspectos teóricos	26
Mecatrónica.....	26
Controles	32
Mecanismos.....	32
Sensores	33
Actuadores	34
Controlador Lógico Programable	36
Relé.....	40

Microcontrolador.....	42
Tiristor y TRIAC.....	45
Filtros RC.....	47
Compuertas Lógicas.....	49
Conversión Análogo Digital.....	61
Señal Analógica.....	61
Señal Digital.....	62
Conversión Analoga-Digital.....	63
Transistores.....	70
Diodo LED.....	74
Display 7 Segmentos.....	75
Circuitos de Potencia.....	77
Control con Rele.....	78
Control con Relé Miniatura en Capsula Dil:.....	79
Control de potencia con Triac:.....	80
Motor Paso a Paso.....	82
Servomotores.....	89
 CAPITULO III MARCO METODOLOGICO	
Consideraciones Generales.....	92
Tipo de Investigación.....	94
Diseño de la Investigación.....	94
Diagnostico.....	95
Formulación de la Propuesta.....	96
Población y muestra.....	97

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	97
Análisis de Resultados	98
CAPITULO IV LA PROPUESTA	
PRACTICA #1 Filtro Pasa Baja RC	103
PRACTICA #2 Compuertas logicas	104
PRACTICA #3 Conversion analogica digital	105
PRACTICA #4 Transistores	105
PRACTICA #5 Encender y apagar Led's.....	106
PRACTICA #6 Display 7 segmentos.....	106
PRACTICA #7 Motor Paso a Paso.....	107
PRACTICA #8 Circuitos de potencia.....	108
PRÁCTICA #9 Servomotores	109
CONCLUSIONES.....	110
RECOMENDACIONES.....	112
APENDICES.....	114
GLOSARIO DE TERMINOS.....	213
BIBLIOGRAFIA.....	217

LISTA DE TABLAS

LISTA DE TABLAS

Tabla N°1:	Tabla de la verdad para una compuerta OR.....	Pág. 51
Tabla N°2	Tabla de la verdad de una compuerta AND.....	Pág. 52
Tabla N°3	Tabla de la verdad de una compuerta NAND.....	Pág. 55
Tabla N°4	Tabla de la verdad de una compuerta NOR.....	Pág. 56
Tabla N°5	Tabla de la Verdad de una compuerta XOR	Pág. 57
Tabla N°6	Tabla de la Verdad de una compuerta XNOR	Pág. 58
Tabla N°7	Tipos de Circuitos TTL	Pág. 60
Tabla N°8	Estados de cuantización para una señal de 8 bits	Pág. 69
Tabla N° 9	Secuencias en los bobinados en un motor Paso a Paso	Pág. 84

LISTA DE IMÁGENES

<i>Figura N° 1: Origen de la Mecatrónica</i>	27
<i>Figura N° 2: Esquema de un electroimán</i>	40
<i>Figuras N° 3 y 4: Símbolos de la resistencia y la batería (fuente de tensión) en corriente directa</i>	41
<i>Figura N° 5: Circuito Integrado o Chip</i>	42
<i>Figura N° 6: Arquitectura Von Newmann</i>	43
<i>Figura N° 7: Arquitectura Harvard</i>	43
<i>Figura N° 8: Símbolo de circuito de un tiristor</i>	46
<i>Figura N° 9: Diagrama de capas de un tiristor</i>	46
<i>Figura N° 10: Símbolo del TRIAC</i>	47
<i>Figura N° 11: Símbolo de un filtro Pasa Bajas</i>	48
<i>Figura N° 12: Símbolo de una compuerta OR</i>	51
<i>Figura N° 13: Símbolo de una compuerta AND de dos y tres entradas</i>	52
<i>Figura N° 14: Símbolo de un inversor o compuerta NOT</i>	54
<i>Figura N° 15: Símbolo de una compuerta NAND, y concatenación de una compuerta AND seguida de una compuerta NOT</i>	54
<i>Figura N° 16: Símbolo de una compuerta NOR</i>	55
<i>Figura N° 17: Símbolo de una compuerta XOR</i>	56
<i>Figura N° 18: Combinación de compuertas OR, AND y NOT para formar una XOR</i>	57
<i>Figura N° 19: Símbolo de una compuerta XNOR</i>	58

INTRODUCCIÓN

<i>Figura N° 20: Símbolo de in circuito integrado TTL (Transistor-Transistor Logic)</i>	60
<i>Figura N° 21: Gráfica V vs t para una señal analógica</i>	62
<i>Figura N° 22: Gráfica V vs t para una señal digital</i>	62
<i>Figura N° 23: Gráfica de digitalización de una señal de 8 bits</i>	67
<i>Figura N° 24: Gráfica de digitalización de una señal de 16 bits</i>	67
<i>Figura N° 25: Símbolo de un transistor BJT NPN</i>	72
<i>Figura N° 26: Símbolo de un transistor BJT PNP</i>	73
<i>Figura N° 27: Arquitectura de un Display de Cátodo Común</i>	75
<i>Figura N° 28: Arquitectura de un Display de Ánodo Común</i>	76
<i>Figura N° 29: Diagrama de un control de potencia con relé</i>	77
<i>Figura N° 30: Diagrama de un control de potencia con un relé de capsula DIL</i>	79
<i>Figura N° 31: Diagrama de un control de potencia con TRIAC</i>	80
<i>Figura N° 32: Motor Paso a Paso</i>	81
<i>Figura N° 33: Tipos de motores Paso a Paso</i>	83
<i>Figura N° 34: Secuencia de paso simple</i>	85
<i>Figura N° 35: Secuencia de paso doble</i>	86
<i>Figura N° 36: Secuencia de Medio Paso</i>	87
<i>Figura N° 37: Diagrama de Ancho de Pulso para 0°, 90° y 180°</i>	89
<i>Figura N° 38: Modulación de Ancho de Pulso para el servomotor</i>	90

INTRODUCCIÓN

La asignatura de Mecatrónica dictada en la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela abarca un área extensa que tiene como propósito general el de permitir al estudiante de Ingeniería Mecánica manejar los conceptos básicos y las técnicas de Ingeniería para desarrollar su actividad profesional en aspectos tales como los sistemas de control, instrumentación y automatización de procesos industriales donde la integración de la Ingeniería Electrónica, la Ingeniería Mecánica, la Ingeniería de Control y la Computación son cada vez más frecuentes en el diseño, fabricación y mantenimiento de una gran cantidad de procesos de Ingeniería en el país.

Es muy importante que el alumno que curse la asignatura de Mecatrónica obtenga una preparación de primer nivel en el tema, porque en la actualidad es un área de gran demanda a nivel nacional, ya que representa una alternativa en los sistemas de automatización de procesos muchas veces más económicos y viables que los utilizados tradicionalmente; por ello se plantea la elaboración de un laboratorio para la asignatura, que le permita a los estudiantes tener la posibilidad de realizar sesiones prácticas que involucren lo visto en la materia, contribuyendo así a cumplir los objetivos de la asignatura y dándole cabida al desarrollo de la creatividad y mayor interés a los alumnos en el área.

INTRODUCCIÓN

La finalidad de este trabajo es realizar el diseño e implementación de un laboratorio para la asignatura de Mecatrónica, para ello se procedió en primer lugar al planteamiento de la situación, donde se evidenció la necesidad de crear el laboratorio y se presentaron algunas limitaciones para la creación de mismo, luego se describieron los aspectos teóricos importantes en el tema, así como algunos antecedentes encontrados y un basamento legal que permitiría la financiación del laboratorio, para posteriormente realizar la propuesta del mismo, estructurado en nueve sesiones de prácticas, se presentaron una serie de conclusiones y recomendaciones importantes y por último se anexaron las prácticas que cursarán los alumnos como apéndices.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Hoy en día la gerencia de las empresas invierten muchos recursos en automatizar los procesos industriales, por diferentes motivos como lo son la reducción de costos, resguardo de la seguridad humana, aumento de la calidad y producción entre otros, esta automatización lleva implícita varias ramas del saber como la mecánica, la informática, la electrónica, entre otras, interactuando entre sí generando un área común denominada Mecatrónica que es justamente la superposición de ellas en un conocimiento aplicado al control de variables mediante un microcontrolador, esta área es objeto de estudio en nuestra escuela por la asignatura de pre-grado Mecatrónica.

Dentro de la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela se ha incrementado el interés por el área de Automática, la cual ha ido ganando fuerza a nivel laboral en la última década. Al cursar la materia electiva Mecatrónica ofrecida por el departamento de Automatización de la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela se realizaron una serie de prácticas simuladas por computador lo que despertó la curiosidad de experimentar de forma directa con microcontroladores, LEDS, motores paso a paso, servomotores, y otros dispositivos vistos en la teoría. Ello conlleva a la necesidad de diseño e implementación del laboratorio para la asignatura de Mecatrónica ya que así los

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

alumnos podrán realizar el montaje y experimentar con variables que en la computadora no se aprecian.

OBJETIVO GENERAL

Diseñar e implementar un laboratorio para la asignatura de Mecatrónica del Departamento de Automática de la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar las prácticas necesarias para cubrir los objetivos de la asignatura.
- Seleccionar los equipos necesarios para las prácticas señaladas.
- Documentar las prácticas.
- Ejecutar el montaje de las prácticas cuyos equipos estén disponibles.

JUSTIFICACIÓN

La asignatura Mecatrónica que se dicta en la Escuela de Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, tiene como propósito general el de permitir al estudiante de Ingeniería Mecánica manejar los conceptos básicos y las técnicas de Ingeniería para desarrollar su actividad profesional en aspectos tales como los sistemas de control, instrumentación y automatización de procesos industriales donde la integración de la Ingeniería Electrónica, la Ingeniería Mecánica y la Ingeniería de Control y la Computación son cada vez más frecuentes en el diseño, fabricación y mantenimiento de una gran cantidad de procesos de Ingeniería en el País.

Para que el estudiante pueda aplicar apropiadamente dichos conceptos, es de suma importancia el realizar prácticas donde el estudiante pueda aplicar las técnicas aprendidas para realizar el montaje de la circuitería necesaria para tal fin.

Así mismo; el hecho de que se le permita al estudiante el realizar dichas prácticas utilizando los diversos dispositivos electrónicos, le dará la oportunidad de conocer los mismos y podrá despertarle mayor curiosidad por la asignatura.

Además el plan de evaluación de la materia cuenta con un proyecto final, el cual hasta ahora se desarrolla únicamente en simulación, por lo tanto

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

sólo se puede practicar el aspecto de programación, sin que el alumno participe efectivamente en el proceso de la instalación de los circuitos y las conexiones.

Para cumplir con los objetivos de la asignatura sería una herramienta muy efectiva la incorporación activa de los estudiantes en el montaje de los sistemas de control, permitiéndoles visualizar cómo funcionan los mismos, mediante el uso del micro-controlador.

También es necesario que el estudiante conozca la arquitectura y configuración de los microcontroladores y adquiera las herramientas necesarias para su programación, ya que debe conocer sus características y capacidades para saber cuáles son sus aplicaciones reales en la industria, proporcionándole una herramienta que puede aprovechar de manera ventajosa durante su ejercicio profesional.

Esto realza la importancia de este proyecto, con su consecución, se le brindará al estudiante de Ingeniería Mecánica la posibilidad de ampliar sus opciones de cara al campo laboral, y le permitirá formar parte de una generación vanguardista de ingenieros orientada a elevar a la nación a nuevos niveles de desarrollo tecnológico.

ALCANCES Y LIMITACIONES

Por razones de disponibilidad del mercado no se tiene el hardware original de para realizar la programación de los microcontroladores utilizados, el cual naturalmente ofrece ventajas respecto al genérico utilizado en las prácticas.

El espacio físico destinado al laboratorio es compartido con otras asignaturas, lo que retrasa las practicas, porque en la planificación del tiempo hay que dedicarle una parte a retirar los equipos del estante, instalarlos para comenzar las actividades y al finalizar la sesión desinstalarlos y guardarlos nuevamente.

No se dispone de un compartimiento ideal para guardar los pequeños componentes, como los Microcontroladores, Relés, Resistencia, Diodos, etc., los mismos se encuentran en bolsas, ello podría ocasionar deterioro o extravíos de los mismos.

Debido a la duración del semestre, se planteo realizar un máximo de nueve prácticas, las cuales se podrán dictar en el tiempo justo.

Se dispone de cuatro estaciones de trabajo en general (a excepción de las prácticas donde se requiere uso del osciloscopio), por lo tanto se estima la realización de las mismas en 8 alumnos por sesión, integrando cuatro parejas por sesión.

CAPÍTULO I EL PROBLEMA

Solo se dispone de un osciloscopio, por ello en las prácticas que se requiere la utilización del mismo se debe realizar en grupos de máximo cuatro personas.

No se dispone de un preparador para la asignatura, por lo tanto las horas de práctica deben distribuirse en conjunto con las horas de teoría dictadas por el profesor o algún auxiliar docente disponible.

Por razones didácticas se considera que en una misma sesión de laboratorio un máximo de ocho estudiantes.

CAPÍTULO II

MARCO REFERENCIAL

CONSIDERACIONES GENERALES

Después de definir los objetivos del proyecto del Trabajo Especial de Grado, es necesario presentar los fundamentos teóricos que sustentan el proyecto realizado. De tal manera se introducen conceptos que serán empleados para desarrollar el proyecto en cuestión. Se tratarán los fundamentos básicos de electrónica y más específicamente de la Mecatrónica, así como también los componentes principales de este tipo de sistemas. Además se abordaran conceptos referentes a los controladores lógicos programables, microcontroladores, sensores y actuadores.

ANTECEDENTES

En la Escuela de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, se creó el Departamento de Automática con la finalidad de fomentar el intercambio y generación de conocimiento en la comunidad de la Escuela sobre la Automatización de Procesos, la Electrónica,

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

la Computación y la Informática, su función y aplicación en la Ingeniería Mecánica.

La asignatura de Controles Automáticos, crea la inquietud de conocimientos más específicos o especializados en el tema, los cuales se dictan en las asignaturas como PLC, Automatización Industrial y Mecatrónica.

En el departamento de Automática existen un grupo de asignaturas con prácticas que se dictan en laboratorios, los cuales están organizados de manera tal que existe una correspondencia entre los conceptos teóricos dictados en clase y el desarrollo práctico ligado a los mismos. La creación del Laboratorio de Mecatrónica obedece a dicha premisa, debido a la continuidad de los conocimientos adquiridos en la asignatura, y a la necesidad de aplicar dichos conceptos en prácticas de laboratorio que permitan la fácil comprensión y retención de los mismos.

En el semestre uno del dos mil siete se inician los estudios de Mecatrónica en la escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad Central de Venezuela.

La aplicación de la Ley Orgánica de Ciencia Tecnología e Información (LOCTI), crea las bases legales y necesidad de financiación para estimular y promover los programas de formación necesarios para el desarrollo científico y tecnológico del país, impulsando el fortalecimiento de una infraestructura adecuada y el equipamiento para servicios de apoyo a las instituciones de investigación y desarrollo y de innovación tecnológica.

MARCO LEGAL

La instalación del laboratorio lleva naturalmente un inversión económica, para lograr conseguir los recursos necesarios se utilizo la financiación mediante la Ley Orgánica de Ciencia y Tecnología e Información, en la cual se crea una opción para la financiación de este proyecto, a continuación se citan los artículos que detallan sobre proyectos para la investigación y capacitación de mano de obra.

LEY ORGÁNICA DE CIENCIA TECNOLOGÍA E INFORMACIÓN

Artículo 3. Forman parte del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación, las instituciones públicas o privadas que generen y desarrollen conocimientos

científicos y tecnológicos, como procesos de innovación, y las personas que se dediquen a la planificación, administración, ejecución y aplicación de actividades que posibiliten la vinculación efectiva entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. A tal efecto, los sujetos que forman parte del Sistema son:

2. Las instituciones de educación superior y de formación técnica, academias nacionales, colegios profesionales, sociedades científicas, laboratorios y centros de investigación y desarrollo, tanto públicos como privados.

Artículo 4. De acuerdo con esta Ley, las acciones en materia de ciencia, tecnología, innovación y sus aplicaciones, estarán dirigidas a:

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

2. Estimular y promover los programas de formación necesarios para el desarrollo científico y tecnológico del país.

6. Impulsar el fortalecimiento de una infraestructura adecuada y el equipamiento para servicios de apoyo a las instituciones de investigación y desarrollo y de innovación tecnológica.

7. Estimular la capacidad de innovación tecnológica del sector productivo, empresarial y académico, tanto público como privado.

9. Desarrollar programas de valoración de la investigación a fin de facilitar la transferencia e innovación tecnológica.

11. Promover mecanismos para la divulgación, difusión e intercambio de los resultados de investigación y desarrollo y de innovación tecnológica generados en el país.

14. Estimular la participación del sector privado, a través de mecanismos que permitan la inversión de recursos financieros para el desarrollo de las actividades científicas, tecnológicas, de innovación y sus aplicaciones.

ASPECTOS TEÓRICOS

MECATRÓNICA

CONCEPTO DE MECATRONICA

La Mecatrónica es una disciplina nueva y aún no hay total acuerdo sobre su definición. Existen multitud de interpretaciones de lo que es la disciplina y correspondientes variantes en el perfil del Ingeniero en Mecatrónica. Para ir precisando lo que es Mecatrónica y un Ingeniero en Mecatrónica, exhibiremos algunas definiciones que nos parecen acercar al concepto deseado:

- Mecatrónica es un enfoque transdisciplinario, basado en sistemas de comunicación abiertos y prácticas concurrentes, para el diseño de mejores productos de ingeniería.
- Mecatrónica es una disciplina integradora que utiliza las tecnologías de la mecánica, electrónica y tecnología de información para proveernos de productos, procesos y sistemas mejorados.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL



Figura N° 1: Origen de la Mecatrónica.

<http://www.uniopportunidades.com.mx/images/mecatronica-grafica1.gif>, 09/02/2009

En particular, la UNESCO define a la Mecatrónica como: *"La integración sinérgica de la ingeniería mecánica con la electrónica y el control inteligente por computadora en el diseño y manufactura de productos y procesos"*. Sin embargo, una manera más interesante de definir la Mecatrónica es posible por: *"Diseño y construcción de sistemas mecánicos inteligentes"*.

Un sistema mecatrónico se compone principalmente de mecanismos, actuadores, control y sensores. Tradicionalmente la Mecánica se ha ocupado solo de los mecanismos y los actuadores, y opcionalmente puede incorporar control. La Mecatrónica integra obligatoriamente el control en lazo cerrado y por lo tanto también a los sensores.

HISTORIA DE LA MECATRÓNICA

La aparición de la Mecatrónica como rama de la ingeniería deriva de numerosos años de investigación y desarrollo en sistemas como las máquinas de control numérico y los autómatas programables. Desde que se inventó el término en 1969 por el ingeniero japonés Tetsuro Mori, esta ha ido tomando forma gracias a lo que muchos llaman una combinación sinérgica de las ingenierías mecánica, eléctrica y de control con la computación, formando así un conjunto de ideas y mecanismos capaces de realizar infinidad de tareas con una alta eficiencia y una confiabilidad digna de ser contemplada.

Carryer (1999), explica que la convicción de un curso de Mecatrónica es la de "...aplicar la tecnología y que los cursos de Mecatrónica deben dar a los estudiantes amplias oportunidades de aplicar lo que están aprendiendo." En este mismo tratado, dice Carryer que "... este curso junta los sistemas electrónicos, de computación, de software y mecánicos de una manera en la que se enfatizan las interacciones."

Igualmente, Carryer considera la realización de tres prácticas, acompañadas de una práctica de introducción a los equipos de laboratorio y circuitos RC. Explica acerca de la práctica 'cero' "... el contenido se enfoca en explorar el comportamiento de los circuitos RC como filtros pasa-bajos, pasa-altos y pasa-altos con compensación." También plantea que "la meta del laboratorio introductorio es que los estudiantes sean capaces de reconocer un circuito RC y su configuración examinando la respuesta del sistema".

Según Alciatore y Hystand (2001), una de las dificultades de introducir un curso de Mecatrónica en la carrera de Ingeniería Mecánica, radica en "...la necesidad de desarrollar laboratorios que son necesarios para asegurar que la

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

enseñanza y el aprendizaje cumplan con los nuevos objetivos de la estructura propuesta”. Aunque, después aseguran que “...la Mecatrónica es una disciplina importante que provee de muchas oportunidades de empleo...”, y que “... el tema permite una mejor asociación e integración de tópicos normalmente ‘compartimentalizados’”.

Hargrove (2002), explica que “...la Mecatrónica es una filosofía de ingeniería que no sólo busca incorporar estrategias (para la integración de las tecnologías de muestreo, actuación y control), sino que también busca optimizar la funcionalidad de un aparato en la etapa de diseño”.

Minor y Meek (2002), aseguran que la llamada combinación ‘sinérgica’ “... facilita el estudio de materias tradicionales mientras provee una motivación práctica para el entendimiento de los beneficios y la aplicabilidad de los métodos de automatización modernos.” Aparte establecen que “... El proyecto es extremadamente importante en el curso de Mecatrónica. Las clases teóricas y el laboratorio proveen de un buen entendimiento del material, pero no proveen de la experiencia creativa del proyecto”.

Wild, Surgenor y Sak (2002), consideran que “... el curso de Mecatrónica y su popularidad no son temas aislados, y siguen una tendencia internacional de crecimiento a través de la inclusión de los cursos de Mecatrónica en los currículos tradicionales de ingeniería mecánica.” Ellos también proponen “... una secuencia de seis laboratorios que culminen con un aparato que involucre a un microprocesador controlando la flotación controlada de una pelota de ping pong.” También se encontró que “... el aparato es un suplemento invaluable para la teoría enseñada en clase y en particular en las áreas de programación y entrelazado de microprocesadores, áreas que son tradicionalmente extrañas para los estudiantes de ingeniería mecánica.”

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

En mes de marzo del 2007 se iniciaron los estudios de Mecatrónica en la escuela de mecánica, dando así un paso importantísimo en la formación de Ingenieros Mecánicos con conocimientos fundamentales acerca de la materia.

De acuerdo con lo dicho anteriormente, es necesario otorgar al estudiante de Mecatrónica con una base de conocimientos lo suficientemente sólida en las materias que conforman la sinergia, pero manteniendo el enfoque característico de la escuela de Ingeniería Mecánica, hacia aquellas ramas de la industria donde su aplicación e influencia sea notable, es decir, aplicar dichos conocimientos en campos donde la funcionalidad, la rapidez y la economía sean de útil aplicación.

APLICACIÓN DE LA MECATRÓNICA EN INGENIERÍA

En cuanto a aplicaciones, los rubros más importantes son robótica, sistemas de transporte, sistemas de manufactura, máquinas de control numérico, nanomáquinas y biomecatrónica.

La robótica es la parte de la técnica de diseño y construcción de autómatas flexibles y re-programables, capaces de realizar diversas funciones. Es el nivel de automatización más flexible y en mucho indica las tendencias futuras del resto de la Mecatrónica. Las líneas de investigación más desarrolladas son: síntesis de manipuladores y herramientas, manipuladores de cadena cinemática cerradas, robots autónomos, robots cooperativos, control y tele-operación asincrónicas (por medio de conexiones TCP/IP), estimación del ambiente, comportamiento inteligente, interfaces hápticas, navegación y locomoción.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

La aplicación de la Mecatrónica en el transporte se desarrolla en el diseño de mecanismos activos (ejemplo: suspensiones activas), control de vibraciones, estabilización de mecanismos y navegación autónoma.

En la manufactura, la Mecatrónica se ha servido de los modelos de sistemas a eventos discretos, y los ha aplicado para el diseño óptimo de líneas de producción así como la optimización de procesos ya existente. También ha ayudado a automatizar las líneas de producción y generar el concepto de manufactura flexible.

Antecedentes de la Mecatrónica son las máquinas de control numérico. En este tema los desarrollos más recientes son: análisis, detección y control de vibraciones, y temperatura, en las herramientas de corte, diagnóstico de las herramientas de corte y prototipaje rápido, electro-erosionado y síntesis por láser.

Las nanomáquinas son un área que se han beneficiado de los desarrollos de la Mecatrónica. Un ejemplo muy evidente es el desarrollo del disco duro. Las líneas de investigación más manejadas son: micro manejo, micro actuadores y micro maquinado.

La biomecatrónica es la aplicación de la Mecatrónica para resolver problemas de sistemas biológicos, en particular el desarrollo de nuevos tipos de prótesis, simuladores quirúrgicos, control de posición de instrumental médico (por ejemplo catéteres), sillas de ruedas y teleoperación quirúrgica.

Para comprender mejor lo que es la Mecatrónica es necesario tener presente los siguientes conceptos

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

CONTROLES

Un área muy desarrollada en la Mecatrónica es el control. Se tienen dos tendencias importantes: el uso de las técnicas más modernas de la teoría de control automático y el desarrollo de controles inteligentes, que busca mejorar la percepción del medio ambiente y obtener una mejor autonomía. Algunos de los avances más importantes en la rama del control automático son: redes neuronales, modos deslizantes, control de sistemas a eventos discretos, control adaptable, lógica difusa y control robusto.

MECANISMOS

Mecanismo es un sistema de elementos dispuestos para transmitir movimiento en un modo predeterminado. Ejemplos: sacapuntas de manivela, obturador de cámara fotográfica, reloj analógico, silla plegadiza, lámpara ajustable de escritorio y sombrilla.

En el área de mecanismos, los principales problemas son reducción de complejidad, eliminación y/o síntesis de elementos mecatrónicos.

La reducción de la complejidad se refiere a reducir el número de elementos del mecanismo, mediante el uso de control inteligente. La eliminación del mecanismo implica el uso directo de actuadores y de controles más sofisticados. La síntesis de mecanismos mecatrónicos consiste en utilizar actuadores directamente en el mecanismo para mejorar su movimiento; un ejemplo de síntesis es el desarrollo de rodamientos con actuación magnética

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

para eliminar la fricción. Se caracteriza por una mejor caracterización del mecanismo y el diseño por computadora.

SENSORES

Un Sensor es un dispositivo capaz de transformar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, en magnitudes eléctricas. Las variables de instrumentación dependen del tipo de sensor y pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, pH, etc.

Los sensores son dispositivos que permiten medir el estado del mecanismo o del medio ambiente. La incorporación de sensores a los mecanismos es el resultado de utilizar controles de lazo cerrado. Un ejemplo muy desarrollado es el uso de la visión artificial, la cual se usa para determinar la posición y la orientación del mecanismo, del ambiente o de las herramientas, sin embargo, no siempre es posible medir directamente alguna variable se estima su valor por medio de observadores del estado y filtros.

Transductor: es un dispositivo capaz de transformar o convertir un determinado tipo de energía de entrada, en otra de diferente a la salida. El nombre del transductor ya nos indica cual es la transformación que realiza (por ejemplo. electromecánica, transforma una señal eléctrica en mecánica o viceversa), aunque no necesariamente la dirección de la misma. Es un dispositivo usado principalmente en la industria, en la medicina, en la agricultura, en robótica, en aeronáutica, etc. para obtener la información de entornos físicos y químicos y conseguir (a partir de esta información) señales o

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

impulsos eléctricos o viceversa. Los transductores siempre consumen algo de energía por lo que la señal medida resulta debilitada.

Un sensor se diferencia de un transductor en que el sensor está siempre en contacto con la variable a medir o a controlar. Hay sensores que no solo sirven para medir la variable, sino también para convertirla mediante circuitos electrónicos en una señal estándar (4 a 20 mA, o 1 a 5 VDC) para tener una relación lineal con los cambios de la variable censada dentro de un rango, para fines de control de dicha variable en un proceso.

ACTUADORES

Los actuadores son dispositivos capaces de generar una fuerza a partir de líquidos, de energía eléctrica y gaseosa. El actuador recibe la orden de un regulador o controlador y da una salida necesaria para activar a un elemento final de control como lo son las válvulas.

Todo mecanismo requiere de una fuente de potencia para operar. Inicialmente esta fuente de potencia fue de origen animal, posteriormente se aprovechó la fuerza generada por el flujo de aire o agua, pasando luego a la generación de potencia con vapor, por combustión interna y actualmente con electricidad. Si esta fuente de potencia es modulable o controlable, se tiene un actuador. Los principales desarrollos de los actuadores en la Mecatrónica son: manejo directo, eliminando mecanismos, utilizando actuadores electromagnéticos, piezoeléctricos y ultrasónicos. También deben considerarse los actuadores neumáticos u oleo-hidráulicos. Un tipo de actuadores muy utilizados son los motores eléctricos; se han desarrollado investigaciones en

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

nuevos modelos matemáticos, nuevos tipos de manejadores y en nuevos tipos de control. Un tipo de actuador que se ha utilizado mucho en nano maquinaria son los actuadores electrostáticos.

TIPOS DE ACTUADORES

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots. Los servomotores CA sin escobillas se utilizaran en el futuro como actuadores de posicionamiento preciso debido a la demanda de funcionamiento sin tantas horas de mantenimiento.

CONTROLADOR LÓGICO PROGRAMABLE

CONCEPTO

Un Controlador Lógico Programable (PLC) también conocido como autómatas es un dispositivo electrónico programable por el usuario que se utiliza para controlar, dentro de un entorno industrial, máquinas o procesos lógicos y/o secuenciales

Hasta no hace mucho tiempo el control de procesos industriales se venía haciendo de forma cableada por medio de contactores y relés. Al operario que se encontraba a cargo de este tipo de instalaciones, se le exigía tener altos conocimientos técnicos para poder realizarlas y posteriormente mantenerlas. Además cualquier variación en el proceso suponía modificar físicamente gran parte de las conexiones de los montajes, siendo necesario para ello un gran esfuerzo técnico y un mayor desembolso económico.

En la actualidad no se puede entender un proceso complejo de alto nivel desarrollado por técnicas cableadas. El ordenador y los autómatas programables han intervenido de forma considerable para que este tipo de instalaciones se hayan visto sustituidas por otras controladas de forma programada.

El Autómata Programable Industrial (API) nació como solución al control de circuitos complejos de automatización. Por lo tanto se puede decir que un API no es más que un aparato electrónico que sustituye los circuitos auxiliares o de mando de los sistemas automáticos. A él se conectan los

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

captadores (finales de carrera, pulsadores, etc.) o sensores como entrada por una parte, y los actuadores (bobinas de contactores, lámparas, pequeños receptores, etc.) por otra como salida.

CAMPOS DE APLICACIÓN

Un PLC suele emplearse en procesos industriales que tengan una o varias de las siguientes necesidades:

- Espacio reducido.
- Procesos de producción periódicamente cambiantes.
- Procesos secuenciales.
- Maquinaria de procesos variables.
- Instalaciones de procesos complejos y amplios.
- Chequeo de programación centralizada de las partes del proceso.

APLICACIONES GENERALES:

- Maniobra de máquinas.
- Maniobra de instalaciones.
- Señalización y control.

Tal y como se dijo anteriormente, esto se refiere a los autómatas programables industriales, dejando de lado los pequeños autómatas para uso

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

más personal (que se pueden emplear, incluso, para automatizar procesos en el hogar, como la puerta de un cochera o las luces de la casa).

VENTAJAS E INCONVENIENTES DEL PLC

Entre las ventajas tenemos:

- Menor tiempo de elaboración de proyectos.
- Posibilidad de añadir modificaciones sin costo añadido en otros componentes.
- Mínimo espacio de ocupación.
- Menor costo de mano de obra.
- Mantenimiento económico.
- Posibilidad de gobernar varias máquinas con el mismo autómata.
- Menor tiempo de puesta en funcionamiento.
- Si el autómata queda pequeño para el proceso industrial puede seguir siendo de utilidad en otras máquinas o sistemas de producción.

Y entre los inconvenientes:

- Adiestramiento de técnicos.
- Costo.

A día de hoy los inconvenientes se han reducido considerablemente, ya que varias de las carreras de ingeniería incluyen la automatización como una

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

de sus asignaturas. En cuanto al costo igualmente se ha reducido el problema, ya que hay autómatas para la mayoría de las necesidades y a precios ajustados.

Los PLC's se introdujeron por primera vez en la industria en 1960 aproximadamente. La razón principal de tal hecho fue la necesidad de eliminar el gran costo que se producía al reemplazar el complejo sistema de control basado en relés y contactores. Bedford Associates propuso algo denominado Controlador Digital Modular (MODICON, Modular Digital Controller) a un gran fabricante de coches. Otras compañías propusieron a la vez esquemas basados en ordenador, uno de los cuales estaba basado en el PDP-8. El MODICON 084 resultó ser el primer PLC del mundo en ser producido comercialmente.

El problema de los relés era que cuando los requerimientos de producción cambiaban también lo hacía el sistema de control. Esto comenzó a resultar bastante caro cuando los cambios fueron frecuentes. Dado que los relés son dispositivos mecánicos y poseen una vida limitada se requería una estricta mantención planificada. Por otra parte, a veces se debían realizar conexiones entre cientos o miles de relés, lo que implicaba un enorme esfuerzo de diseño y mantenimiento.

RELÉ

CONCEPTO

El Relé es un interruptor operado magnéticamente. Este se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del Relé) es energizado (le damos tensión para que funcione).

Esta operación causa que exista conexión o no, entre dos o más terminales del dispositivo (el Relé).

Esta conexión se logra con la atracción o repulsión de un pequeño brazo, llamado armadura, por el electroimán. Este pequeño brazo conecta o desconecta los terminales antes mencionados.

FUNCIONAMIENTO:

Si el electroimán está activo jala el brazo (armadura) y conecta los puntos **C** y **D**. Si el electroimán se desactiva, conecta los puntos **D** y **E**.

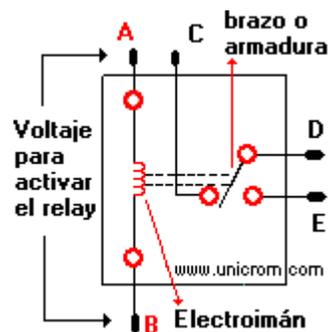


Figura N° 2: Esquema de un electroimán

http://www.unicrom.com/Tut_relay.asp, 09/02/2009

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

De esta manera se puede conectar algo, cuando el electroimán está activo, y otra cosa conectada, cuando está inactivo.

Es importante saber cuál es la resistencia del bobinado del electroimán (lo que está entre los terminales **A** y **B**) que activa el relé y con cuanto voltaje este se activa.



Figuras Nº 3 y 4: Símbolos de la resistencia y la batería en corriente. directa

http://www.unicrom.com/Tut_resistencia.asp http://www.unicrom.com/Tut_voltaje.asp,
09/02/2009

Este voltaje y esta resistencia nos informan que magnitud debe de tener la señal que activará el relé y cuanta corriente se debe suministrar a éste.

La corriente se obtiene con ayuda de la Ley de Ohm: $I = V / R$, donde:

- **I** es la corriente necesaria para activar el relé
- **V** es el voltaje para activar el relé
- **R** es la resistencia del bobinado del relé.

RELÉ DE ESTADO SÓLIDO

Un relé de estado sólido, es un dispositivo que utiliza un interruptor de estado sólido (por ejemplo un transistor o un tiristor), en lugar de contactos mecánicos (como los de los relés normales), para conmutar cargas de potencia a partir de señales de control de bajo nivel. Estas últimas pueden provenir, por ejemplo, de circuitos digitales y estar dirigidas a motores, lámparas, solenoides,

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

calefactores, etc. El aislamiento entre la circuitería de control y la etapa de potencia lo proporciona generalmente un optoacoplador. La conmutación propiamente dicha puede ser realizada por transistores bipolares, MOSFETs de potencia, triacs, SCR, etc.

Un relé de estado sólido ofrece varias ventajas notables respecto a los tradicionales relés y contactores electromecánicos: son más rápidos, silenciosos, livianos y confiables, no se desgastan, son inmunes a los choques y a las vibraciones, pueden conmutar altas corrientes y altos voltajes sin producir arcos ni ionizar el aire circundante, generan muy poca interferencia, proporcionan varios kilovoltios de aislamiento entre la entrada y la salida, etc.

MICROCONTROLADOR

Un **microcontrolador** es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S, es decir, se trata de un computador completo en un solo circuito integrado

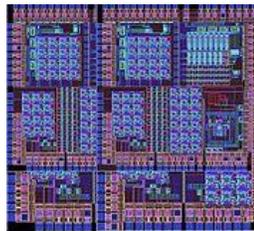


Figura N° 5: Circuito Integrado o Chip.

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

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

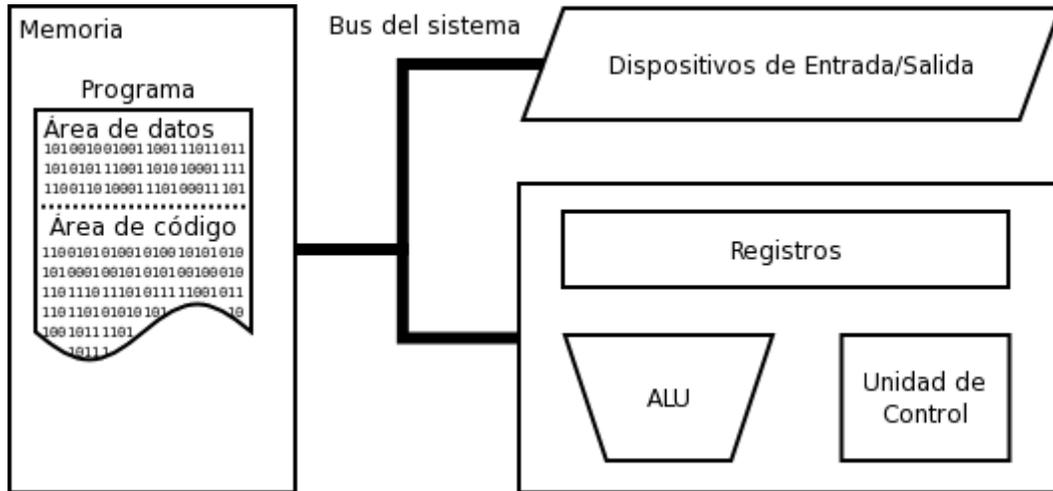


Figura Nº 6: Arquitectura Von Neumann.

Fuente: <http://www.scribd.com/doc/6190163/Arquitectura-de-Von-Neumann> h 09/02/2009

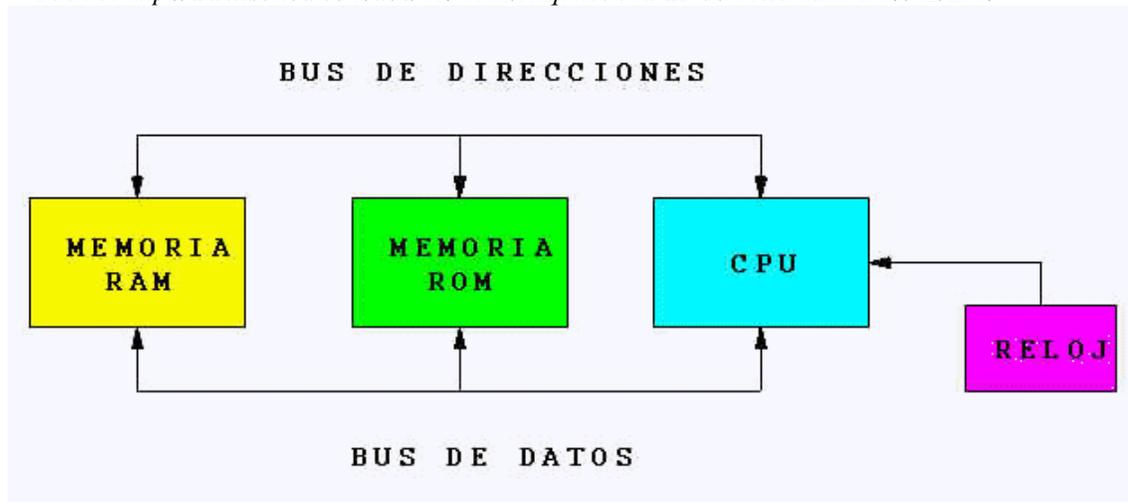


Figura Nº 7: Arquitectura Harvard.

Fuente: [http://www.terra.es/personal/fremiro/arquitectura.htm#Arquitectura Harvard,](http://www.terra.es/personal/fremiro/arquitectura.htm#Arquitectura%20Harvard)

09/02/2009

Son diseñados para disminuir el costo económico y el consumo de energía de un sistema en particular. Por eso el tamaño de la CPU, la cantidad de

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

memoria y los periféricos incluidos dependerán de la aplicación. El control de un electrodoméstico sencillo como una batidora, utilizará un procesador muy pequeño (4 u 8 bit) por que sustituirá a un autómata finito. En cambio un reproductor de música y/o vídeo digital (mp3 o mp4) requerirá de un procesador de 32 bit o de 64 bit y de uno o más Códec de señal digital (audio y/o vídeo). El control de un sistema de frenos ABS (Antilock Brake System) se basa normalmente en un microcontrolador de 16 bit, al igual que el sistema de control electrónico del motor en un automóvil.

Los microcontroladores representan la inmensa mayoría de los chips de computadoras vendidos, sobre un 50% son controladores "simples" y el restante corresponde a Procesadores de Señales Digitales (DSP) más especializados. Pueden encontrarse en casi cualquier dispositivo electrónico como automóviles, lavadoras, hornos microondas, teléfonos, etc.

Por ejemplo, un microcontrolador típico tendrá un generador de reloj integrado y una pequeña cantidad de memoria RAM y ROM/EPROM/EEPROM/FLASH, significando que para hacerlo funcionar, lo que se necesita son unos pocos programas de control y un cristal de sincronización. Los microcontroladores disponen generalmente también de una gran variedad de dispositivos de entrada/salida, como convertidores de analógico a digital, temporizadores, UART y buses de interfaz serie especializados, como I²C y CAN. Frecuentemente, estos dispositivos integrados pueden ser controlados por instrucciones de procesadores especializados.

Los microcontroladores negocian la velocidad y la flexibilidad para facilitar su uso. Debido a que se utiliza bastante sitio en el chip para incluir

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

funcionalidad, como los dispositivos de entrada/salida o la memoria que incluye el microcontrolador, se ha de prescindir de cualquier otra circuitería.

Los microcontroladores son muy utilizados también para el control de potencias elevadas. Como no son capaces de soportar las grandes cargas generadas, se desarrollan circuitos especiales para el manejo de dichas potencias, para lo cual se utilizan tiristores y triacs.

TIRISTOR Y TRIAC

Un SCR o TIRISTOR es un componente electrónico de estado sólido de tres terminales: ánodo (A), cátodo (K) y un electrodo de control denominado puerta (G, gate), desarrollado por la General Electric (U.S.A.) en 1957 10 años después de la invención del transistor.

Es un dispositivo unidireccional, que deja circular la corriente eléctrica en un solo sentido como un diodo rectificador semiconductor, pero además del estado ON (conduciendo) del diodo común, tiene un segundo estado estable: OFF (cortado, sin conducir). Si el voltaje es el adecuado, conduce. Su nombre SCR (*silicon controlled rectifier*) proviene de ser como un rectificador de silicio, pero controlado a través de la puerta. Es la versión en estado sólido de los antiguos tubos *tiratrones*, y de ahí su nombre: *thyristor*, *thyatron* y transistor.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

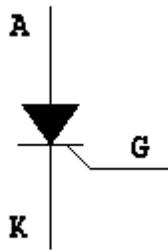


Figura N° 8: Símbolo de circuito de un tiristor.

<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-tiristor.php>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Thyristor>; 09/02/2009

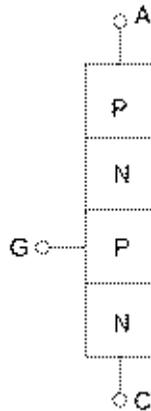


Figura N° 9: Diagrama de capas de un tiristor.

<http://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-tiristor.php>
<http://en.wikipedia.org/wiki/Thyristor>, 09/02/2009

Mientras que el tiristor es un diodo controlado y por lo tanto, en general se utiliza en circuitos de control de corriente continua (DC), el TRIAC es como un tiristor bidireccional, para utilizar en circuitos de corriente alterna (AC, *altern current*). Sus terminales se denominan *Terminal Principal 1* (MT1) y *Terminal Principal 2* (MT2). El electrodo de control se denomina *puerta*, G, como en el tiristor. Si el voltaje es suficientemente positivo, en el primer semi

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

ciclo AC conduce desde MT2 hacia MT1 (como lo haría un tiristor). Pero en el otro semi ciclo, si el voltaje es suficientemente negativo, conduce desde MT1 hacia MT2.



Figura Nº 10: Símbolo del TRIAC.

http://www.unicrom.com/Tut_triac.asp, 09/02/2009

FILTROS RC

En los sistemas de comunicaciones, se emplean filtros para permitir el paso de las frecuencias que contienen la información deseada y rechazar las restantes. En los sistemas estéreo, se usan filtros para aislar bandas de frecuencia particulares con mayor o menor énfasis, mediante el sistema acústico de salida (amplificador, altavoz, etc.). Los filtros se emplean para eliminar las frecuencias no deseadas, comúnmente conocidas como ruido, debido a las características no lineales de algunos dispositivos electrónicos o señales captadas del medio circundante. Cualquier combinación de los elementos pasivos (R, L y C) y/o activos (transistores o amplificadores operacionales) diseñados para rechazar una banda de frecuencia se denomina un filtro.

FILTRO R-C PASA BAJAS

El filtro R-C, con un diseño increíblemente simple, se usa como un filtro pasa bajas o pasa altas. Si la salida se toma del capacitor, como se observa en la figura, responderá como un filtro pasa bajas. Si se intercambian las posiciones entre el resistor y el capacitor y la salida proviene del resistor, la respuesta será la de un filtro pasa altas.

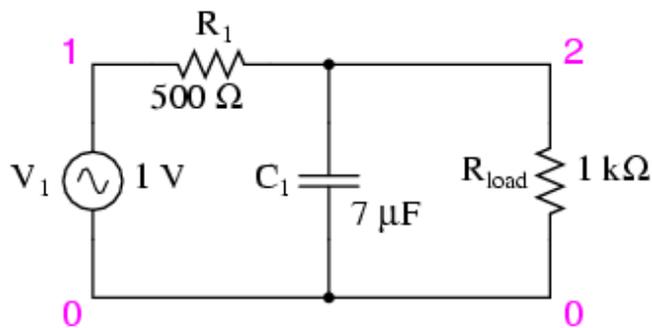


Figura N° 11: Símbolo de un Filtro Pasa Bajas Capacitivo.

Fuente: http://www.allaboutcircuits.com/vol_2/chpt_8/2.html, 09/02/2009

Primero examinemos la red en los extremos de la frecuencia de $f = 0$ Hz y en frecuencias muy altas para probar la respuesta del circuito.

En $f = 0$ Hz,

$$X_C = \frac{1}{2 * \Pi * f * c} = \infty$$

y el equivalente del circuito abierto se sustituye por el capacitor, como se aprecia en la figura, lo cual produce $V_a = V_i$,

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

En frecuencias muy altas, la reactancia es:

$$X_c = \frac{1}{2 * \pi * f * c} = 0$$

y el equivalente de cortocircuito se sustituye por el capacitor, como se observa en la figura, lo cual produce $V_a = 0 \text{ V}$.

La frecuencia de corte es aquella donde la amplitud de la señal entrante cae hasta un 70.7 % de su valor máximo. Y esto ocurre cuando $X_C = R$. (reactancia capacitiva = resistencia)

Si $X_C = R$, la frecuencia de corte será:

$$F_c = \frac{1}{2 * \pi * R * C}$$

La banda de frecuencias por debajo de la frecuencia de corte se llama Banda de paso, y la banda de frecuencias por encima de F_c se llama Banda de atenuación.

COMPUERTAS LÓGICAS

Los circuitos digitales (lógicos) operan en modo binario donde cada voltaje de entrada y de salida es un 0 y un 1; las designaciones 0 y 1 representan intervalos predefinidos de voltaje. Esta característica de los circuitos lógicos nos permite utilizar el *álgebra booleana* como herramienta de para el análisis y diseño de sistemas digitales.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

El álgebra booleana difiere de manera importante del álgebra ordinaria en que las constantes y variables booleanas sólo pueden tener dos valores posibles, 0 ó 1. Una variable booleana es una cantidad que puede, en diferentes ocasiones, ser igual a 0 ó a 1. Las variables booleanas se emplean con frecuencia para representar el nivel de voltaje presente en un alambre o en las terminales de entrada y de salida de un circuito.

Así pues, el 0 y el 1 booleanos no representan números sino que en su lugar representan el estado de una variable de voltaje o bien lo que se conoce como su nivel lógico. Se dice que un voltaje digital en un circuito digital de encuentra en nivel lógico 0 ó en el 1, según su valor numérico real.

En el álgebra booleana no hay fracciones, decimales, números negativos, raíces cuadradas, logaritmos, números imaginarios, etc. De hecho en el álgebra booleana sólo existen tres operaciones básicas. *OR*, *AND* y *NOT*.

Estas operaciones básicas se llaman *operaciones lógicas*. Es posible construir digitales llamados *compuertas lógicas* que con diodos, transistores y resistencias conectados de cierta manera hacen que la salida del circuito sea el resultado de una operación lógica básica (*AND*, *OR*, *NOT*) sobre la entrada.

COMPUERTA OR

Suponiendo que *A* y *B* representan dos variables lógicas independientes. Cuando *A* y *B* se combinan con la operación OR, el resultado, *x*, se puede expresar como: $Y = A + B$ en esta expresión el signo + no representa la adición ordinaria; en su lugar denota la operación OR cuyas reglas se dan en la tabla de la verdad mostrada a continuación:

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

Tabla N° 1: Tabla de la verdad para una compuerta OR.

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

www.unicrom.com

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaor.asp, 09/02/2009

Al observar la tabla de la verdad se advertirá que excepto en el caso donde la operación OR es la misma que la suma ordinaria, el resultado es 1. Sin embargo, para la suma OR es 1 (no 2 como en la adición ordinaria). Esto resulta fácil de recordar si observamos que sólo 0 y 1 son los valores posibles en el álgebra booleana, de modo que el máximo valor que se puede obtener es 1.

En un circuito digital la *compuerta OR* es un circuito que tiene dos o más entradas y cuya salida es igual a la suma OR de las entradas, El símbolo correspondiente a una compuerta OR de dos entradas es el de la figura siguiente:

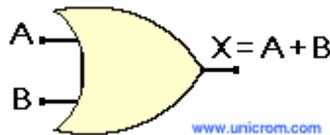


Figura N° 12: Símbolo de una compuerta OR

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaor.asp, 09/02/2009

Las entradas A y B son niveles de voltaje lógicos y la salida Y es un valor de voltaje lógico cuyo valor es el resultado de la operación OR de A y B.

Un chip comúnmente utilizado OR es el SN54/74LS32.

COMPUERTA AND

Si dos variables lógicas A y B se combinan mediante la expresión AND, el resultado x , se puede expresar como:

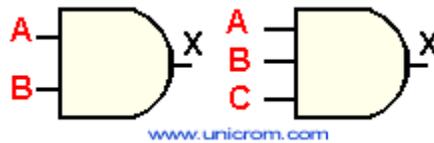


Figura N° 13: Símbolo de una compuerta AND de dos y tres entradas.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaand.asp, 09/02/2009

Tabla N° 2; Tabla de la Verdad de una Compuerta AND.

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaand.asp, 09/02/2009

En esta expresión el signo " representa la operación booleana de AND, cuyas reglas se dan en la tabla de verdad mostrada anteriormente.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

Al observar la tabla, se advierte que la operación AND es *exactamente* igual que la multiplicación ordinaria. Siempre que A o B sean cero, su producto será cero; cuando A y B sean 1, su producto será 1.

Por tanto, podemos decir que en la operación AND el resultado será 1 sólo si todas las entradas son 1; en los demás casos el resultado será 0.

La expresión se lee x es igual a A AND B . El signo de multiplicación por lo general se omite como en el álgebra ordinaria, de modo que la expresión se transforma en AB .

Un Chip que se usa como compuerta AND es el SN54/74LS08, bastante popular y de bajo costo.

COMPUERTA NOT O INVERSORA

La operación NOT difiere de las operaciones OR y AND en que ésta puede efectuarse con una sola variable de entrada. Por ejemplo, si la variable A se somete a la operación NOT, el resultado x se puede expresar como:

$$A \bar{=} A$$

Donde la barra sobrepuesta representa la operación NOT. Esta expresión se lee x es igual a NO A o x es igual a la inversa de A , o también x es igual al *complemento* de A . Cada una de éstas se utiliza frecuentemente y todas indican que el valor lógico de *es opuesto al* valor lógico de A . Un chip comúnmente utilizado NOT es el SN54/74LS04.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL



Figura N° 14: Símbolo de un inversor o compuerta NOT.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuerta_not.asp, 09/02/2009

COMPUERTA NAND (NEGATIVE AND)

Una compuerta NAND es un dispositivo lógico que opera en forma exactamente contraria a una compuerta AND, entregando una salida baja cuando sus entradas son altas y una salida alta mientras exista una entrada baja entre estas.

El símbolo NAND es un símbolo AND con un círculo a la salida, semejante al símbolo NOT. La tabla de la verdad muestra la operación de la compuerta, donde se puede observar que las salidas son inversas a las entradas.

Un CHIP comúnmente utilizado es el SN54/74LS00 el cual está disponible en el laboratorio.

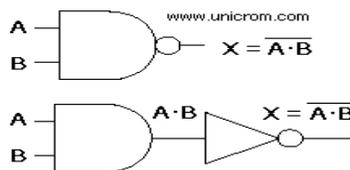


Figura N° 15: Símbolo de una compuerta NAND, y concatenación de una compuerta AND seguida de una compuerta NOT.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertanand.asp, 09/02/2009

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

Tabla N° 3: Tabla de la verdad de una compuerta NAND.

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Compuerta NAND
de 2 entradas

www.unicrom.com

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertanand.asp, 09/02/2009

COMPUERTA NOR

La compuerta NOR trabaja de forma inversa al operador OR, es decir, incluye un inversor que complementa la salida de la operación booleana. Al símbolo se la ha agregado un círculo inversor. Un Chip común OR es el SN54/74LS02.

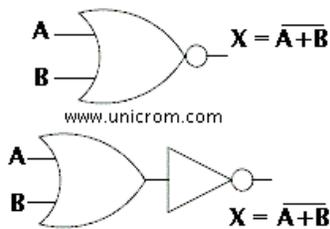


Figura N° 16: Símbolo de una compuerta NOR.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertanor.asp; 09/02/2009

Al igual que el dispositivo NAND, la compuerta NOR entrega salidas altas cuando recibe entradas bajas, y viceversa, entrega salidas bajas al tiempo que tiene entradas altas.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

La tabla de la verdad muestra la lógica de la operación NOR. En esta se detalla que en donde la operación OR coloca un 1, la compuerta NOR coloca un 0, y viceversa.

Tabla N° 4: Tabla de la verdad de una compuerta NOR.

A	B	X=A+B
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertanor.asp, 09/02/2009

COMPUERTA XOR (OR EXCLUSIVO)

La compuerta OR-exclusiva u OR comparadora exclusiva a veces se denota por XOR. En la tabla de la verdad se muestra, en un examen detallado, que la tabla de la compuerta XOR, es similar a la de la compuesta OR, con la excepción de que cuando ambas entradas son 1, la salida del XOR es un 0. Un Chip común con este comportamiento es el SN54/74LS86.

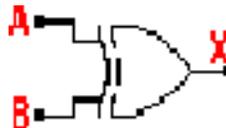


Figura N° 17: Símbolo de una compuerta XOR.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaorExcl.asp, 09/02/2009

Tabla N° 5: Tabla de la Verdad de una compuerta XOR.

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaorExcl.asp, 09/02/2009

Esta expresión booleana puede obtenerse de la combinación de compuertas AND, OR y NOT.

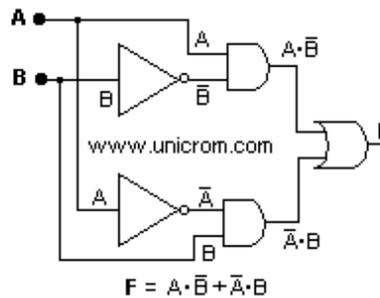


Figura N° 18: Combinación de compuertas OR, AND y NOT para formar una XOR.

Fuente: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaorExcl.asp, 09/02/2009

COMPUERTA XNOR (O NOR EXCLUSIVO)

Una compuerta NOR exclusiva o XNOR, opera de forma contraria a la compuerta XOR, entregando salidas bajas cuando recibe una entrada baja y otra alta y salidas altas cuando ambas entradas son bajas o altas. Esta característica

la hace ideal para su utilización como verificador de igual comparadores y otros circuitos aritméticos.

Un Chip común es el 74LS2266N.



Figura N° 19: Símbolo de una compuerta XNOR.

Fuente: TOCCI, R.(2003) *Sistemas Digitales*. 8ª Ed. Pág. 135. Edit. Pearson Education.

La tabla de la verdad indica lo expresado anteriormente. Si una de las entradas es 0 y la otra es 1, la salida es un 0. Por el contrario, si ambas entradas son iguales sean 0 ó 1, entonces la salida será un 1.

Tabla N° 6: Tabla de la Verdad de una compuerta XNOR.

A	B	x
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Fuente: TOCCI, R.(2003) *Sistemas Digitales*. 8ª Ed. Pág. 135. Edit. Pearson Education

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

COMPUERTAS TTL (TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIC)

Acrónimo de transistor-transistor logic, o lógica transistor-transistor, es una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales, en los que los elementos de entrada y de salida del dispositivo son transistores.

Las compuertas lógicas son bloques de construcción básica de los sistemas digitales; operan con números binarios, por lo que se les denomina puertas lógicas binarias.

Sus características son las siguientes:

- Su tensión de alimentación es de 5V, con $V_{\text{mín}}=4,75\text{V}$ y $V_{\text{máx}}=5,25\text{V}$.
- Su fabricación es con transistores bipolares multi emisores.
- La velocidad de transmisión entre los estados lógicos es su mayor ventaja, esta característica hace aumentar su consumo.
- Tiene como compuerta básica la NAND

FUNCIONAMIENTO DE UN CIRCUITO INTEGRADO TTL

1 - Si E1 o E2 están a un nivel de voltaje de 0 voltios, entonces el transistor conduce, y $Z = 0$ Voltios

2 - Si E1 y E2 están a un nivel de voltaje de 5 voltios, entonces el transistor no conduce, y $Z = 5$ Voltios.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

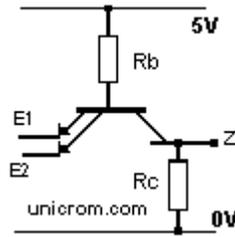


Figura N° 20: Símbolo de in circuito integrado TTL (Transistor-Transistor Logic).

Fuente: http://www.unicrom.com/Dig_Familia_TTL.asp, 09/02/2009

Tabla N° 7: Tipos de Circuitos TTL.

Tipos de circuitos TTL según su número de serie y tipo	
N° de Serie – Tipo	
7400	Compuertas NAND
7403	Compuertas NAND open collector
7408	Compuertas AND
7432	Compuertas OR
7486	Compuertas EXOR
Series Especiales	
74 LS XX	Schottky de bajo consumo
74 S XX	Alta velocidad
74 HC XX	Alta velocidad, Tipo C-MOS

Fuente: http://www.unicrom.com/Dig_Familia_TTL.asp, 09/02/2009

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

CONVERSIÓN ANÁLOGO DIGITAL

Definición: Muchos equipos y dispositivos modernos requieren procesar las señales analógicas que reciben y convertirlas en señales digitales para poder funcionar. Una conversión analógica-digital (CAD) (o ADC) consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante (la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

SEÑAL ANALOGICA

Es aquélla que puede tomar una infinidad de valores (frecuencia y amplitud) dentro de un límite superior e inferior. El término analógico proviene de análogo. Por ejemplo, si se observa en un osciloscopio, la forma de la señal eléctrica en que convierte un micrófono el sonido que capta, ésta sería similar a la onda sonora que la originó.

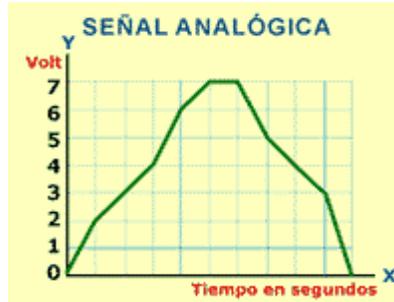


Figura Nº 21: Gráfica V vs t para una señal analógica

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_5.htm, 09/02/2009

SEÑAL DIGITAL

Una señal digital es aquella cuyas dimensiones (tiempo y amplitud) no son continuas sino discretas, lo que significa que la señal necesariamente ha de tomar unos determinados valores fijos predeterminados en momentos también discretos. Estos valores fijos se toman del sistema binario, lo que significa que la señal va a quedar convertida en una combinación de ceros y unos, que ya no se parece en nada a la señal original.

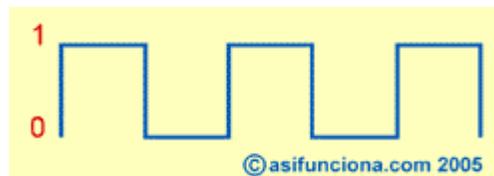


Figura Nº 22: Gráfica V vs. t para una señal digital

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_4.htm, 09/02/2009

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

El término **ANALÓGICO** en la industria de las telecomunicaciones y el cómputo significa todo aquel proceso entrada/salida cuyos valores son continuos. Algo continuo es todo aquello de donde se puede tomar una infinidad de valores dentro de un cierto límite, superior e inferior.

El término **DIGITAL** de la misma manera involucra valores de entrada/salida discretos. Algo discreto es algo que puede tomar valores fijos. En el caso de las comunicaciones digitales y el cómputo, esos valores son el CERO (0) o el UNO (1) o Bits (BInary DigiTs).

CONVERSIÓN ANALOGA-DIGITAL

Una vez aclaradas las diferencias básicas entre la tecnología analógica y la digital, veamos ahora cómo se efectúa el proceso de conversión de una tecnología a otra.

Para realizar esa tarea, el conversor ADC (Analog-to-Digital Converter - Conversor Analógico Digital) tiene que efectuar los siguientes procesos:

- 1.-**Muestreo** de la señal analógica.
- 2.-**Cuantización** de la propia señal.
- 3.-**Codificación** del resultado de la Cuantización, en código binario.

MUESTREO

Toda la tecnología está basada en la técnica de muestreo (sampling en inglés). En música, cuando una grabadora digital toma una muestra, básicamente toma una fotografía fija de la forma de onda y la convierte en bits, los cuales pueden ser almacenados y procesados. Comparado con la grabación analógica, la cual está basada en registros de voltaje como patrones de magnetización en las partículas de óxido de la cinta magnética. El muestreo digital convierte el voltaje en números (0s y 1s) los cuales pueden ser fácilmente representados y vueltos nuevamente a su forma original.

RAZÓN DE MUESTREO: La frecuencia de muestreo de una señal en un segundo es conocida como razón de muestreo medida en Hertz (Hz).

La razón de muestreo determina el rango de frecuencias de un sistema. A mayores razones de muestreo, habrá más calidad o precisión.

Por ejemplo en audio digital se usan las siguientes razones de muestreo:

24.000 = 24kHz – 24.000 muestras por segundo. Una muestra cada 1/24,000 de segundo.

30.000 = 30kHz – 30.000 muestras por segundo. Una muestra cada 1/30,000 de segundo.

44.100 = 44,1kHz – 44.100 muestras por segundo. Una muestra cada 1/44,100 de segundo.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

48.000 = 48kHz – 48.000 muestras por segundo. Una muestra cada 1/48,000 de segundo.

Una señal de audio muestreada a 48KHz tiene una mejor calidad [el doble], que una señal muestreada a 24KHz. Pero, una señal muestreada a 48KHz, ocuparía el doble del ancho de banda que la de 24KHz. Por lo que si queremos mayor calidad, lo perdemos en ancho de banda. Cuando bajan archivos en Internet MP3 por ejemplo, éstos tienen diferentes calidades, un archivo MP3 de mejor calidad, ocupará mayor espacio en disco.

La calidad de un disco compacto [CD] equivale un muestreo de 44.1KHz a 16 bits, éste es el estándar. Si decimos que los archivos MP3 tienen calidad de CD, es que están muestreados a 44.1KHz a 16 bits.

CONDICION DE NYQUIST

“La frecuencia de muestreo mínima requerida para realizar una grabación digital de calidad, debe ser igual al doble de la frecuencia... de la señal analógica que se pretenda digitalizar y grabar.” Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_5.htm, 09/02/09.

Este teorema, formulado por el ingeniero sueco Harry Nyquist, indica que la tasa de muestreo que debe realizarse debe ser al menos del doble de la frecuencia de los sonidos más agudos que puede captar el oído humano, que es de 20 kHz. Por ese motivo se escoge la frecuencia de 44100 Hz (44,1 kHz), como tasa de muestreo de la señal, con el motivo de obtener “calidad de CD”,

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

ya que al ser más del doble de los 20 kHz, incluye las frecuencias más altas que el sentido del oído puede captar.

CUANTIZACIÓN

Cuantización: Es el proceso de convertir valores continuos (como voltajes) en series de valores discretos. En otras palabras, mientras que el muestreo mide el tiempo (por instancia 44,100 muestras por segundo), la Cuantización es la técnica donde un evento analógico es medido dado un valor numérico.

Para hacer esto, la amplitud de la señal es representada en una serie de pasos discretos. Cada paso está dado entonces por un número en código binario que digitalmente codifica el nivel de la señal.

El bit de resolución de un sistema define el rango dinámico del sistema. 6 dB es ganado por cada bit.

Por ejemplo:

8 bits equivale a **256 estados** = 48 dB (decibeles)

16 bits equivalen a **65.536 estados** = 96 dB.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

Existen 4 métodos para realizar la cuantización de señales análogo-digitales:

1. **Cuantización Uniforme:** también llamada lineal, es el proceso más simple, en el cual se utiliza un bit rate (o niveles de cuantización) constante, y en donde a cada muestra se le asigna un valor de los que permite otorgar el códec (codificador-decodificador) correspondiente, en caso contrario, se otorga el valor inferior mas próximo independiente del valor de las muestras adyacentes.
2. **Cuantización No Uniforme:** se utiliza cuando se procesan señales no homogéneas que son sensibles a una determinada banda de frecuencias. Se estudia el nivel de entropía de la señal y se asigna un bit rate variable, con la finalidad de asignar un mayor número de niveles a los márgenes donde la amplitud de tensión varía de manera más rápida, o en aquellos donde existe mayor densidad de información. En este proceso tanto la codificación como la decodificación deben ser no lineales para recomponer la señal correctamente.
3. **Cuantización Logarítmica:** también conocida como escalar, en donde se utiliza un bit rate constante en una señal que se ha pasado previamente por un compresor logarítmico. Se utiliza para disminuir la posibilidad de ruido de cuantificación, pero se pierde resolución al usarse en señales de gran amplitud. Para recomponer la señal se debe usar un expansor logarítmico para su reproducción. A este proceso de compresión y expansión logarítmica se le conoce como companding, y para esto se utilizan los algoritmos Ley Mu y Ley A.
4. **Cuantización Vectorial:** en este proceso se cuantifica la señal por bloques de muestras en lugar de muestras individuales, pero puede utilizar niveles

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

de cuantización tanto constantes como variables. Debe su nombre al hecho de que los bloques de muestras son tratados como vectores. Aunque es el más eficiente para reducir los niveles de ruido de cuantificación, es el más propenso a sufrir de errores de transmisión, y aparte, es el que posee los procesos informáticos de codificación más complejos.



Figura Nº 23: Gráfica de digitalización de una señal de 8 bits.

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_6.htm, 09/02/2009



Figura Nº 24: Gráfica de digitalización de una señal de 16 bits.

Fuente: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_6.htm, 09/02/2009

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

CODIFICACIÓN

La codificación es la representación numérica de la Cuantización utilizando códigos ya establecidos y estándares. El código más utilizado es el código binario, pero también existen otros tipos de códigos que son empleados.

A continuación se presenta una tabla donde se representan los números del 0 al 7 con su respectivo código binario. Como se ve, con 3 bits, podemos representar ocho estados o niveles de cuantización.

En general:

$2^{(n)}$ = Niveles o estados de cuantización, donde n es el número de bits.

Tabla Nº 8: Estados de cuantización para una señal de 8 bits.

Número	Código binario
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

*Fuente: Elaboración propia, con datos extraídos de
http://www.asifunciona.com/informatica/af_bits/af_bits_5.htm, 18/02/09*

TRANSISTORES

Un transistor es un elemento o dispositivo electrónico semiconductor que tiene como funciones amplificar, oscilar, conmutar o rectificar una señal eléctrica. El término “transistor” es una contracción de *transfer resistor* o resistencia de transferencia. Fue inventado en 1947 por los Laboratorios Bell, con la finalidad de sustituir al tríodo o válvula termoiónica de tres electrodos. El transistor está formado por un sustrato generalmente de silicio y tres elementos “dopados” o modificados de manera artificial que forman dos uniones bipolares. El primer elemento es el emisor que envía portadores, el segundo es el colector que recibe portadores y el tercero es la base que regula el paso de dichos portadores. El transistor se diferencia de una válvula en que el transistor es controlado por corriente y de él se obtiene corriente amplificada. Son considerados elementos activos, a diferencia de los condensadores, resistencias e inductores.

Actualmente se los encuentra prácticamente en todos los enseres domésticos de uso diario: radios, televisores, grabadoras, reproductores de audio y vídeo, hornos de microondas, lavadoras, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, celulares, etc.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO

La corriente que circula por el colector es una función amplificada de la que recibe el emisor, pero el transistor solo regula la corriente que circula en él, si la base es alimentada por una fuente de corriente continua que permite la circulación de dicha corriente hacia el colector, dependiendo el tipo de circuito a utilizar.

GANANCIAS DE CORRIENTE EN EL TRANSISTOR:

GANANCIAS DE CORRIENTE DE BASE COMÚN

Se representa como alfa (α) del transistor y se define como la ganancia de corriente desde emisor a colector en la región activa directa y generalmente tiene un valor cercano a la unidad. Esta ganancia se determina como $\alpha = I_{Cn}/I_E$

GANANCIAS DE CORRIENTE DE EMISOR COMÚN

Está representada como beta (β) del transistor y se define como la tasa de corriente continua de colector a la corriente continua de base en la región activa directa y generalmente es mayor a 100. Esta ganancia está determinada por la relación $\beta = \alpha/(1 - \alpha)$

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

TRANSISTORES BJT

“Bipolar Joint Transistor”, o Transistor de unión bipolar consiste en un dispositivo de estado sólido basado en dos uniones PN. Dichas uniones PN o NP se basan en dos elementos, uno cargado con elementos donantes de electrones (cargas negativas), denominado elemento N; y otro cargado con elementos receptores de electrones (cargas positivas), llamado elemento P. La unión de elementos PN o NP da como resultado transistores PNP o NPN, en las cuales la letra intermedia corresponde a la característica de la base y las otras 2 a las del emisor y del colector. Generalmente, el emisor y el colector poseen elementos distintos, y el emisor posee una mayor concentración de elementos donantes que el colector.

TIPOS DE TRANSISTORES BJT:

TRANSISTORES NPN

Es uno de los dos tipos de transistores bipolares, en el cual N y P se refieren a los portadores de carga dentro de las regiones del transistor. La gran mayoría de los transistores usados hoy en día son NPN debido a que la movilidad de los electrones entre los elementos semiconductores es mayor, permitiendo mayores corrientes y velocidades de operación. Consisten en una capa de material P (base) entre 2 capas de material N (colector-emisor), la corriente que ingresa a la base en configuración emisor-común, se amplifica a

la salida del colector. La flecha en el símbolo del transistor NPN indica el sentido de la corriente cuando el transistor funciona en modo activo.

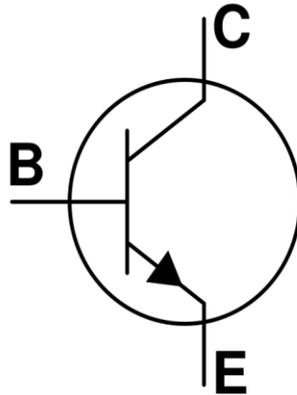
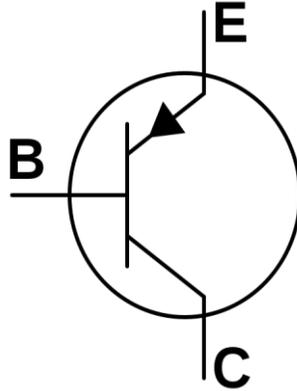


Figura Nº 25: Símbolo de un transistor BJT NPN.
<http://www.unicrom.com/imagenes/transiNPN.gif>, 18/02/09

TRANSISTORES PNP:

Es uno de los dos tipos de transistores bipolares, en el cual N y P se refieren a los portadores de carga dentro de las regiones del transistor. Son pocos los transistores PNP usados hoy en día, debido a que los NPN tienen mejor desempeño en la mayoría de las aplicaciones. Consisten en una capa de material N (base) entre dos capas de material P (colector-emisor), la corriente que ingresa a la base en configuración emisor-común, se amplifica a la salida del colector.

La flecha en el símbolo del transistor PNP indica el sentido de la corriente cuando el transistor funciona en modo activo.



*Figura N° 26: Símbolo de un transistor BJT PNP.
<http://www.unicrom.com/imagenes/transiPNP.gif>, 18/02/09*

DIODO LED

El diodo LED es un dispositivo que permite comprobar el funcionamiento de los circuitos de forma cómoda mediante la emisión de luz. Es económico y fácil de conectar a la salida de un microcontrolador. Se polariza en directo con una tensión en extremos entre 1,2 y 2,2 V, dependiendo del modelo del LED y solo requieren de 5 a 30 mA para su encendido.

EL PIC16F84 es capaz de encender directamente los diodos LED de dos maneras distintas:

- Conectando el cátodo del diodo a la salida del microcontrolador y el ánodo al positivo de la alimentación a través de una resistencia limitadora. En este caso el LED se ilumina con un nivel bajo de salida 0V.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

- Conectando el ánodo del diodo a la salida del microcontrolador a través de una resistencia limitadora y el cátodo a tierra. En este caso, el LED se ilumina con un nivel alto de salida (5V).

La resistencia limita el valor de la corriente a un valor adecuado para iluminar el LED. Debe tener un valor comprendido entre 220 y 330 Ω . En la mayoría de las aplicaciones, se elige 330 Ω para limitar la corriente a unos 10mA y proporcionar una luminosidad suficiente. Si se necesita la emisión de la luz, se reduce la corriente a 220mA.

DISPLAY 7 SEGMENTOS

La aparición del display 7 segmentos es producto de la necesidad de implementar instrumentos que permitan la visualización y adquisición de información, o como parte de sistemas de monitoreo, control y notificación, tanto en aplicaciones residenciales y comerciales, así como en aplicaciones industriales. El principio de funcionamiento de un display 7 segmentos se basa en el encendido y/o apagado de LEDs que responden a señales emitidas por un mecanismo de control, que en el caso de nuestro laboratorio, se trata de un microcontrolador que envía señales eléctricas en forma de ceros (0) o unos (1) lógicos, que se traducen en encender-apagar LEDs, de acuerdo con su principio de funcionamiento.

ARQUITECTURA DE UN DISPLAY 7 SEGMENTOS

De acuerdo con su principio de funcionamiento, se pueden dividir en 2 grupos:

- Display de cátodo común: Se denominan así debido a que en su estructura interna, todos los LEDs tienen en común la conexión a la fuente de alimentación, es decir, comparten la misma entrada de tensión.

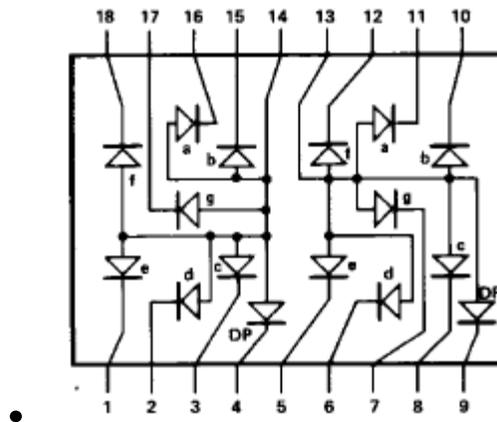


Figura N° 27: Arquitectura de un Display de Cátodo Común.

Fuente: HDSP 5621 Data Sheet, Pág. 4. Elaborado por Agilent Technologies Inc.(2002)

- Display de ánodo común: Denominados así debido a que todos los LEDs tienen la misma conexión a tierra, es decir, comparten la misma salida de tensión.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

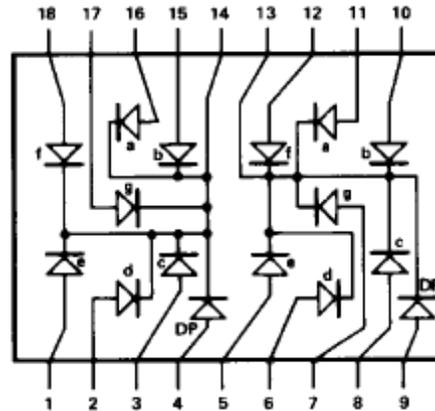


Figura N° 28: Arquitectura de un Display de Ánodo Común. Fuente: HDSP 5621 Data Sheet, Pág. 4. Elaborado por Agilent Technologies Inc.(2002)

CIRCUITOS DE POTENCIA

Existen un gran número de elementos como motores, resistencias eléctricas, bombillos, etc., que manejan cantidades de corriente superiores a 25mA que es capaz de manejar un micro controlador, para ello se utiliza el montaje de los conocidos circuitos de potencia, que permiten mediante el uso de microcontroladores encender motores de corriente eléctrica, resistencias y otros de forma sencilla.

Es importante advertir al estudiante que en esta práctica se trabajara con voltajes de la red eléctrica local, alrededor de 110V, por lo tanto se debe tener especial cuidado y revisar bien el montaje para evitar accidentes y daños.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

Los circuitos más utilizados donde el PIC16F84a controla una carga alimentada de la red eléctrica 110V, se explican brevemente a continuación:

CONTROL CON RELÉ

La utilización de un relé es una de las formas más sencillas de gobernar dispositivos a partir de una salida del puerto, como se muestra a continuación con un par de transistores Darlington son necesarios para controlar el relé.

El transistor Darlington es un tipo especial de transistor que tiene una alta ganancia de corriente. Está compuesto internamente por dos transistores bipolares que se conectan en cascada.

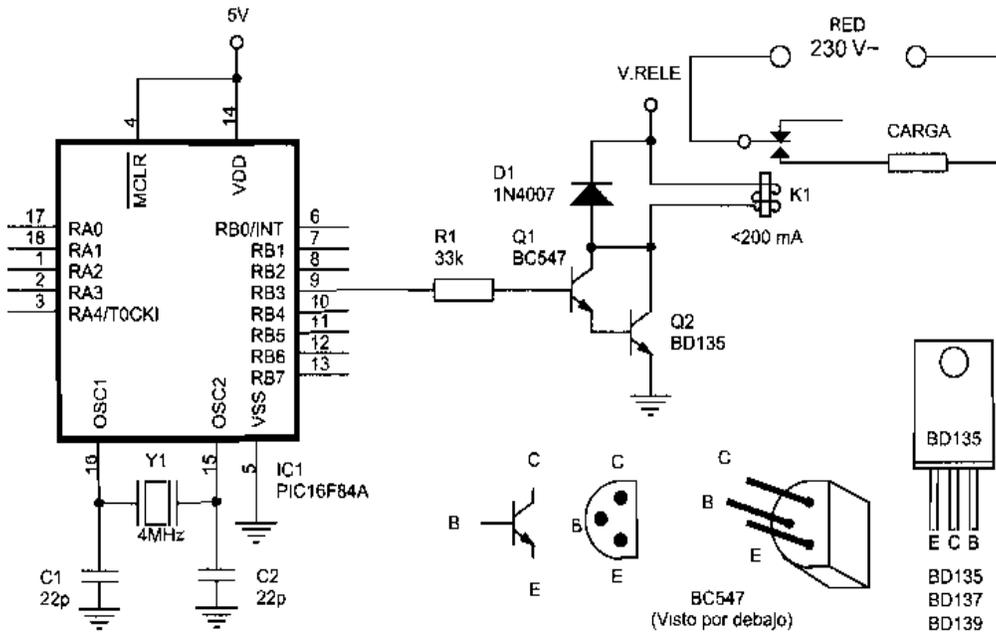


Figura Nº 29: Diagrama de un control de potencia con relé.

Fuente: PALACIOS, E.; REMIRO F. y LÓPEZ L. Microcontrolador PIC 16F84, Desarrollo de Proyectos. Pág. 14. Ed. Alfaomega Ra-Ma

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

El diodo es un dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor. De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un cortocircuito con muy pequeña resistencia eléctrica.

Es indispensable conectar un diodo en paralelo con la bobina del relé, tal como se observo en la figura anterior, como protección a los picos de fuerza electromotriz producidos por la carga inductiva de la bobina en el momento de la conmutación.

CONTROL CON RELÉ MINIATURA EN CAPSULA DIL:

Para cargas de hasta 10W es mejor utilizar relés de láminas encapsuladas en DIL que necesitan una menor intensidad de activación, aunque sus contactos no permiten activar cargas grandes. Normalmente estos relés llevan incorporados dentro de la capsula el diodo de protección, como se puede apreciar en la figura, para los modelos que no lo llevan incorporado es necesario conectarlo al circuito en paralelo a la bobina del relé. A continuación se muestra el circuito:

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

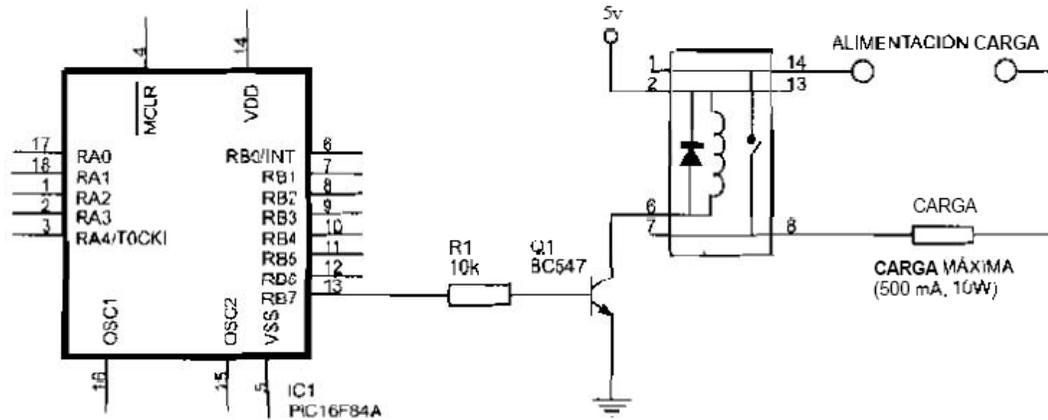


Figura N° 30: Diagrama de un control de potencia con un relé de capsula DIL.

Fuente: PALACIOS, E.; REMIRO F. y LÓPEZ L. Microcontrolador PIC 16F84, Desarrollo de Proyectos. Pág. 16. Ed. Alfaomega Ra-Ma

CONTROL DE POTENCIA CON TRIAC

A continuación se muestra un circuito típico de control de potencia con triac, donde la carga es conmutada mediante el triac Q1 (TIC226S), cuyo funcionamiento es similar al de un interruptor pero controlada por la corriente que circula por su entrada G. A su vez, esta entrada es controlada por el fototriac modelos MOC 3041 o TLP 3041. Este circuito puede controlar cargas con potencias entre 10 y 1500 W o aun mayores si se varia el triac.

Cuando el fototriac del MOC3041 entra en conducción drena la corriente suficiente a través del terminal de gobierno Q1 como para conseguir que éste entre en conducción. La Resistencia R2 de 360Ω limita la corriente que pasa por el fototriac para evitar que supere su valor máximo de 100mA.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

El triac TIC226S utilizado en esta práctica permite manejar tensiones de hasta 700 V y corrientes de hasta 8A rms.

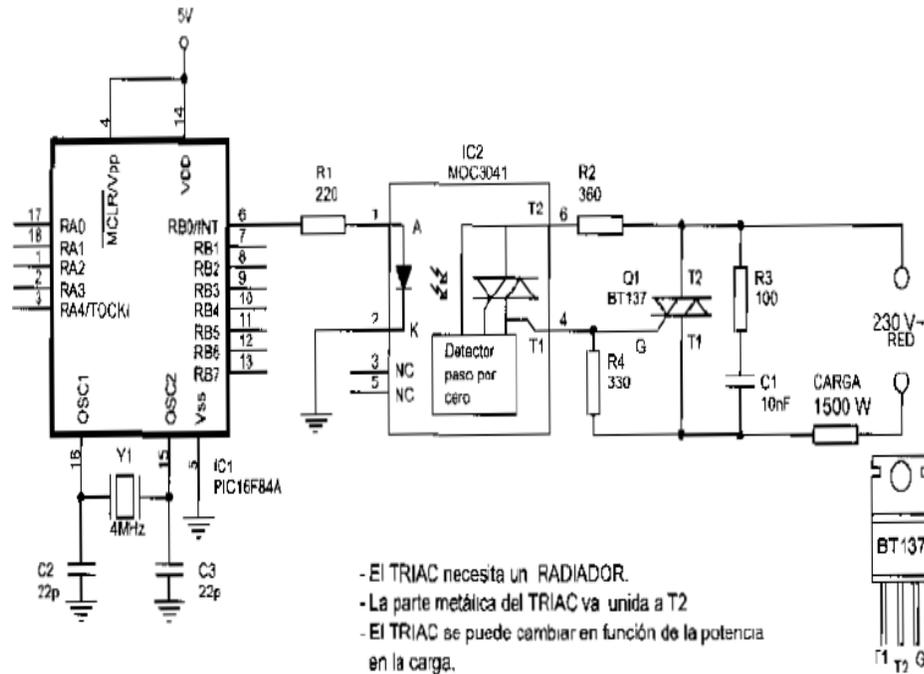


Figura Nº 31: Diagrama de un control de potencia con TRIAC.

Fuente: PALACIOS, E.; REMIRO F. y LÓPEZ L. Microcontrolador PIC 16F84, Desarrollo de Proyectos. Pág. 18. Ed. Alfaomega Ra-Ma

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

MOTOR PASO A PASO

Es un dispositivo electromecánico que convierte impulsos eléctricos en un movimiento rotacional constante y finito dependiendo de las características propias del motor.



Figura N° 32: Motor Paso a Paso.

*Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>,
18/02/09*

Los motores paso a paso o PAP son muy utilizados en los dispositivos controlados por sistemas digitales, por ejemplo los mecanismos que arrastran el papel de una impresora, los que mueven el brazo de un robot o los que hacen girar la disquetera de un ordenador dependen de motores PAP para su funcionamiento; se observa en estas situaciones que se requiere de un control preciso de la trayectoria a seguir por el eje del motor.

Los motores PAP proporcionan una considerable ventaja sobre los motores de corriente continua o DC. El eje de un motor PAP gira a intervalos regulares en lugar de hacerlo continuamente, como ocurre con los motores de corriente continua, Bajo el control de un microcontrolador, los motores PAP pueden ser usados para posicionamientos precisos dentro de una amplia gama de aplicaciones, incluyendo robótica, automatización de procesos y control de

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

posicionamiento. La velocidad de un motor de DC viene expresada en revoluciones por minuto (rpm) y es función de la tensión aplicada, la corriente y la carga mecánica de mismo, es por ello que un posicionamiento preciso de un motor DC no es posible por medios sencillos.

En contraste un motor PAP gira en función de una secuencia de pulsos aplicados a sus devanados. El eje del motor gira un determinado ángulo por cada impulso de entrada. Cada pulso provoca la rotación del rotor del motor en un incremento de ángulo preciso, denominado paso. El resultado de este movimiento, fijo repetible, es un posicionamiento preciso y fiable. Los incrementos de pasos de la rotación del rotor se traducen en un alto grado de control de posicionamiento.

Los incrementos de rotación o pasos se miden en grados y el parámetro fundamental de un motor PAP. También se puede expresar en números de pasos por revolución de 360 grados. Un motor paso a paso puede girar un número exacto de grados en ambos sentidos. El principal problema que presentan los motores PAP es su limitada potencia. Sin embargo este problema está siendo resuelto por los nuevos diseños, son los que se han logrado potencias superiores a 1 CV.

TIPOS

Tipos de motores Paso a Paso: Los motores PAP pueden ser de dos tipos, según se muestra en la siguiente imagen:

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

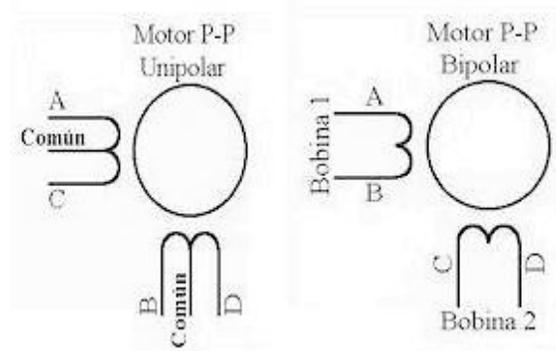


Figura N° 33: Tipos de motores Paso a Paso.

Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>, 18/02/09

Este tipo de motor lleva dos bobinados independientes el uno del otro, para controlar este motor se necesita invertir la polaridad de cada una de las bobinas en la secuencia adecuada, para esto necesitaremos usar un puente en "H" o driver tipo L293b para cada bobina y de este modo tendremos una tabla de secuencias como la siguiente:

Tabla N° 9: Secuencias en los bobinados en un motor Paso a Paso

PASO	TERMINALES			
	A	B	C	D
1	+V	-V	+V	-V
2	+V	-V	-V	+V
3	-V	+V	-V	+V
4	-V	+V	+V	-V

Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>, 18/02/09

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

Cada inversión en la polaridad provoca el movimiento del eje, avanzando este un paso, la dirección de giro se corresponde con la dirección de la secuencia de pasos, por ejemplo para avanzar el sentido horario la secuencia seria 1-2-3-4,1-2-3-4.... y para sentido anti-horario seria; 4-3-2-1,-4-3-2-1...

El motor unipolar normalmente dispone de 5 o 6 cables dependiendo si el común esta unido internamente o no, para controlar este tipo de motores existen tres métodos con sus correspondientes secuencias de encendido de bobinas, el común irá conectado a +Vcc o masa según el circuito de control usado y luego tan solo tendremos que alimentar la bobina correcta para que avance o retroceda el motor según avancemos o retrocedamos en la secuencia.

Las secuencias son las siguientes:

PASO SIMPLE

Esta secuencia de pasos es la más simple de todas y consiste en activar cada bobina una a una y por separado, con esta secuencia de encendido de bobinas no se obtiene mucha fuerza ya que solo es una bobina cada vez la que arrastra y sujeta el rotor del eje del motor.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

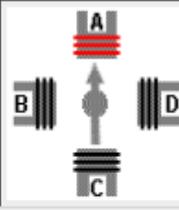
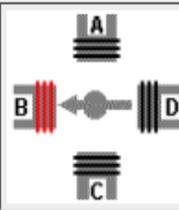
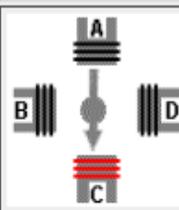
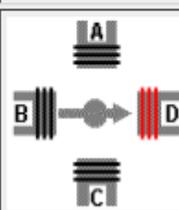
PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	OFF	ON	OFF	OFF	
3	OFF	OFF	ON	OFF	
4	OFF	OFF	OFF	ON	

Figura N° 34: Secuencia de paso simple.

Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>, 18/02/09

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

PASO DOBLE:

Con el paso doble activamos las bobinas de dos en dos con lo que hacemos un campo magnético más potente que atraerá con mas fuerza y retendrá el rotor del motor en el sitio. Los pasos también serán algo mas bruscos debidos a que la acción del campo magnético es más poderosa que en la secuencia anterior.

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	ON	OFF	OFF	
2	OFF	ON	ON	OFF	
3	OFF	OFF	ON	ON	
4	ON	OFF	OFF	ON	

Figura N° 35: Secuencia de paso doble.

Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>, 18/02/09

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

MEDIO PASO

Combinando los dos tipos de secuencias anteriores podemos hacer moverse al motor en pasos más pequeños y precisos y así pues tenemos el doble de pasos de movimiento para el recorrido total de 360° del motor.

PASO	Bobina A	Bobina B	Bobina C	Bobina D	
1	ON	OFF	OFF	OFF	
2	ON	ON	OFF	OFF	
3	OFF	ON	OFF	OFF	
4	OFF	ON	ON	OFF	
5	OFF	OFF	ON	OFF	
6	OFF	OFF	ON	ON	
7	OFF	OFF	OFF	ON	
8	ON	OFF	OFF	ON	

Figura N° 36: Secuencia de Medio Paso.

Fuente: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm>, 18/02/09

SERVOMOTORES

Un servomotor es un dispositivo actuador que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y de mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor de corriente continua, una caja reductora y un circuito de control.

ESTRUCTURA INTERNA Y FUNCIONAMIENTO

El componente principal de un servomotor es un motor de corriente continua, que realiza la función de actuador en el dispositivo: al aplicarse un voltaje entre sus dos terminales, el motor gira en un sentido a alta velocidad, pero produciendo un bajo par. Para aumentar el par del motor, se utiliza una caja reductora, que transforma gran parte de la velocidad de giro en torsión.

La modulación por anchura de pulso, PWM (*Pulse Width Modulation*), es una de los sistemas más empleados para el control de servos. Este sistema consiste en generar una onda cuadrada en la que se varía el tiempo que el pulso está a nivel alto, manteniendo el mismo período (normalmente), con el objetivo de modificar la posición del servo según se desee.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL

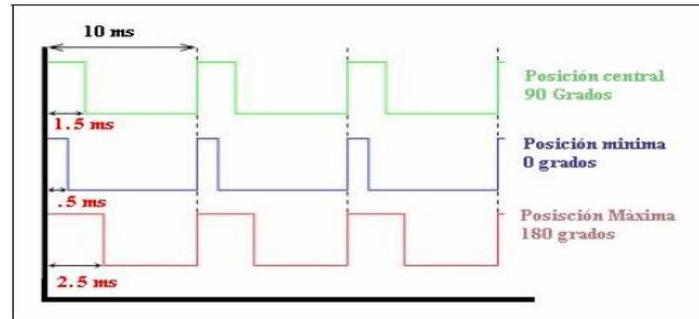


Figura N° 37: Diagrama de Ancho de Pulso para 0°, 90° y 180°.

Fuente: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/bracho_m_ea/capitulo6.pdf,
19/02/09

El sistema de control de un servo se limita a indicar en qué posición se debe situar. Esto se lleva a cabo mediante una serie de pulsos tal que la duración del pulso indica el ángulo de giro del motor.

Cada servomotor tiene sus márgenes de operación, que se corresponden con el ancho del pulso máximo y mínimo que el servo entiende. Los valores mínimos y máximos emitidos por el sistema de control son análogos a las posiciones de 0° y 180° respectivamente, mientras que valores intermedios corresponden a los ángulos comprendidos entre estos.

Sin embargo, pueden conseguirse ángulos superiores a 180° emitiendo señales con un ancho de banda superior al máximo permitido. De ocurrir esto, el servomotor emitirá un zumbido indicando que se han excedido los límites establecidos.

CAPÍTULO II MARCO REFERENCIAL



Figura N° 38: Modulación de Ancho de Pulso para el servomotor.

*Fuente: <http://www.monografias.com/trabajos60/servo-motores/Image26923.gif>,
19/02/09*

Para bloquear el servomotor en una posición, es necesario enviarle continuamente una señal con la posición deseada. De esta forma el servo conservará su posición y se resistirá a fuerzas externas que intenten cambiarlo de posición. Si los pulsos no se envían, el servomotor queda liberado, y cualquier fuerza externa puede cambiarlo de posición fácilmente.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

CONSIDERACIONES GENERALES

En este capítulo se presenta la metodología que permite desarrollar el presente Trabajo Especial de Grado. Se muestran aspectos como el tipo de investigación, las técnicas y procedimientos que fueron utilizados para llevar a cabo dicha investigación.

En toda investigación científica, se hace necesario, que los hechos estudiados, los resultados obtenidos y las evidencias significativas encontradas en relación al problema investigado, reúnan las condiciones de confiabilidad, objetividad y validez; para lo cual, se requiere definir los métodos, técnicas y procedimientos metodológicos, a través de los cuales se intenta dar respuestas a las interrogantes objeto de investigación.

El Marco Metodológico, de la presente investigación donde se propone un Plan para el Diseño e Implementación del Laboratorio para la asignatura de Mecatrónica del departamento de Automática de la escuela de Mecánica de la facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela; indica el

CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO

conjunto de métodos, técnicas y procedimientos que se emplearán en el proceso de recolección de los datos requeridos en la investigación propuesta.

En atención a las características que presenta esta investigación y los objetivos que perseguirá, la misma es considerada un Proyecto Factible. Al respecto la Universidad Experimental Libertador (1998) manifiesta que: “El proyecto factible consiste en la elaboración de una propuesta de un modelo operativo viable, o una solución posible a un problema de tipo práctico para satisfacer necesidades de una institución o grupo social.”

En tal sentido, se desarrollaran importantes aspectos relativos al tipo de estudio y a su diseño de investigación, incorporados en relación a los objetivos establecidos.

En éste sentido, se desarrollarán los siguientes aspectos:

- Tipo de Investigación.
- Diseño de la Investigación.
- Población y Muestra Estudiada.
- Técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Con la finalidad de cumplir con los objetivos de este proyecto se procedió a la verificación de la existencia de fondos en la facultad de Ingeniería, para luego realizar una preselección de los equipos y presentar un primer presupuesto, el cual se encuentra entre los archivos anexos; luego de aprobado el mismo se procedió a la compra de los equipos, posteriormente se realizo el diseño y selección de las practicas necesarias para cumplir con los objetivos de la asignatura de Mecatrónica, culminando con el montaje de las mismas.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

De acuerdo al problema planteado en la asignatura de Mecatrónica del Departamento de Automática, y en función de sus objetivos se incorpora el tipo de investigación denominada Proyecto Factible. La misma consiste en la proposición de un Laboratorio bajo un Modelo Operativo factible, orientado a resolver el problema planteado dentro de la asignatura. En atención a esta modalidad de investigación se introducirán dos grandes fases en el estudio a fin de cumplir con los requisitos involucrados en un proyecto factible. En la primera de ellas inicialmente se desarrollara un diagnostico de la situación existente en la realidad objeto de estudio, a fin de determinar las necesidades de la asignatura de Mecatrónica. En la segunda fase del proyecto y atendiendo a los resultados del diagnostico, se formulara el modelo operativo propuesto referido a la instalación de un laboratorio para la asignatura; donde se intenta resolver el problema planteado en la escuela de mecánica de la Universidad Central de Venezuela.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En el caso que nos ocupa, la investigación planteada, cuyo objetivo central está referido al diseño e implementación de un laboratorio para la asignatura de Mecatrónica, se aplicara un diseño de campo no experimental denominado proyecto factible, este proyecto factible se apoyará en una investigación de campo, ya que la información se obtendrá en el sitio donde se

CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO

estudia el proceso, la ventaja de este tipo de investigación, según a un proyecto de campo es que facilita asegurarse de las verdaderas condiciones en que se han obtenido los datos, posibilitando su revisión o modificación, en caso de que se suscitasen dudas en cuanto a ellos, en este sentido, cabe destacar que los datos serán recolectados en el sitio donde ocurren los hechos, es decir la escuela de Mecánica de la facultad de Ingeniería de la Universidad Central de Venezuela, ubicada en Caracas.

Para la elaboración del proyecto factible se desarrollaron las dos siguientes grandes fases:

DIAGNOSTICO

- Observación de la situación actual de la asignatura.
- Revisión de la documentación referente al caso de estudio, en este momento se realizara una revisión de las publicaciones científicas ya existentes sobre el tema como antecedentes del mismo.
- Recolección y Análisis de la documentación, en este espacio se procederá a la recolección de la información se considere pertinente y al análisis de la misma tomando los aportes de los diferentes autores.
- Selección de las técnicas e instrumentos para recolección de datos que se adapte al tipo de investigación.

CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO

FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA

- Planteamiento y fundamentación teórica de la propuesta, aquí estudiaremos el diseño e implementación de la propuesta, examinaremos el numero de prácticas requerías para cumplir con los objetivos de la asignatura.
- Actividades y recursos necesarios para la ejecución de la propuesta, en esta sección se procede a la verificación de los recursos disponibles para la ejecución de la propuesta dentro de la facultad, se selecciona los equipos necesarios, se realiza la petición de los recursos antes la autoridades correspondiente y luego se procede a la compra de los equipos.
- Análisis y conclusiones sobre la viabilidad y realización del proyecto
- Ejecución de la propuesta y la evaluación tanto del proceso como sus resultados, se procede al montaje de las prácticas cuyos equipos estén disponibles.
- Conclusiones y Recomendaciones.

POBLACIÓN Y MUESTRA

Población: La población que sirvió como objeto de investigación fueron los estudiantes y profesores de la asignatura de Mecatrónica del departamento de controles, de los últimos tres semestres.

La asignatura en los últimos tres semestres ha sido cursada por 20 alumnos, dato obtenido de las listas de alumnos disponibles en el departamento.

TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

Para el desarrollo de esta investigación fue necesario utilizar herramientas que permitieron recolectar el mayor número de información necesaria, con el fin de obtener un conocimiento más amplio de la realidad de la problemática.

Por naturaleza del estudio se requirió la recopilación documental, que se trata del acopio de los antecedentes relacionados con la investigación. Para tal fin se consultaron documentos escritos, formales e informales.

Además se aplicó observación directa, debe mencionarse que la observación fue de tipo participante debido a que los investigadores forman parte de la comunidad objeto de estudio. La observación aplicada en este trabajo de grado permitió la búsqueda de los datos necesarios que conllevaron a resolver la situación planteada.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Luego de realizarse un análisis detallado, de los resultados obtenidos en la aplicación de los instrumentos de recolección de información, se procedió a agrupar las conclusiones en torno a las áreas de diagnóstico contemplados en los objetivos de la investigación, como son; evidenciar la necesidad de creación de un laboratorio para la asignatura, la estimación del tipo y numero de prácticas que contribuyan al cumplimiento de los objetivos de la asignatura, la selección de los equipos necesarios para la realización de las practicas que se planteen.

Quedo constancia de la inexistencia de sesiones de práctica directas en la asignatura y la inquietud del alumnado por conocer e interactuar con los diferentes equipos vistos en la asignatura.

Se evidencia, por parte del alumnado que cursa y ha cursado la asignatura la necesidad de crear un laboratorio para Mecatrónica que permita la interacción directa del alumnado y profesor con los diferentes dispositivos estudiados en la teoría, para así cumplir de una mejor manera con los objetivos de la asignatura.

Por parte del profesor que imparte la asignatura, quedó constancia de su interés en la creación de un laboratorio, y su opinión de indispensable la creación del mismo para poder cumplir de la mejor forma posible con los objetivos de la asignatura.

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

Se estimó la necesidad de crear nueve prácticas de laboratorio con la finalidad de contribuir a cubrir los temas dictados en la asignatura según el programa vigente de la misma y así lograr los objetivos de la misma.

Se escogió el microcontrolador PIC 16F84A-04P, fabricado por Microchip Inc., debido a que entre sus características se encuentra la capacidad para ser utilizado en múltiples aplicaciones con gran versatilidad; la facilidad de programación, ya que el programa necesario para realizar dicha operación se encuentra de manera gratuita en la página web del fabricante y la posibilidad de programarlo utilizando lenguaje C++ en lugar de ensamblador, entre otras.

Además, el PIC16F84A es de fácil adquisición en los locales especializados en artículos de electrónica, lo que garantiza la realización de los diversos proyectos en el laboratorio.

En comparación con otros microcontroladores de otros fabricantes, como Motorola-Freescale, y Texas Instruments, encontramos que el PIC16F84A se adapta a la mayoría de las necesidades del laboratorio al no poseer arquitecturas complejas que dificulten la realización de las prácticas, es decir, su estructura interna posee una gran flexibilidad en comparación a otros microcontroladores a pesar de no contar con diversos implementos o aditamentos internos existentes en otros modelos, no sólo de otros fabricantes, sino también de la misma Microchip.

Sin embargo, esto no significa que en las prácticas a desarrollar no puedan ser utilizados otros modelos de microcontroladores, sino que se busca todo lo contrario, realizar actividades en estructuras sencillas para luego empezar a desarrollarlas utilizando componentes más complejos que permitan la adición de una nueva cantidad de unidades prácticas que ayuden a los

CAPÍTULO III MARCO METODOLOGICO

estudiantes a adquirir y mejorar habilidades y que permitan al Laboratorio de Mecatrónica a cumplir la función de reforzar los conocimientos impartidos en las sesiones teóricas de la materia.

CAPITULO IV

PROPUESTA

La asignatura Mecatrónica tiene como objetivo general: “Permitir al estudiante de Ingeniería Mecánica manejar los conceptos básicos y las técnicas de Ingeniería para desarrollar su actividad profesional en aspectos tales como los sistemas de control, la instrumentación y automatización de procesos industriales donde la integración de la Ingeniería Electrónica, la Ingeniería Mecánica y la Ingeniería de Control son cada vez más frecuentes en el diseño, fabricación y mantenimiento de una gran cantidad de procesos de Ingeniería en el País.” Planteándose como objetivos específicos que al final del curso, el estudiante debe haber adquirido los conocimientos básicos referentes a:

- Conceptos básicos y modelado de sistemas de control.
- Sensores, transductores y acondicionamiento de señales.
- Elementos para la visualización de datos.
- Sistemas de actuación eléctrica, mecánica, neumática e hidráulica.
- Microcontroladores y el Lenguaje C.
- Controladores Lógicos Programables.
- Diseño, operación y mantenimiento de sistemas integrales de control.
- Robótica.

CAPÍTULO IV PROPUESTA

Igualmente la asignatura de Mecatrónica se plantea el siguiente contenido temático:

Tema 1: Introducción.

¿Qué es Mecatrónica? Relación entre profesionales involucrados en un proceso de Mecatrónica. Elementos de un sistema de control. Enfoque de la Mecatrónica. Sistemas híbridos.

Tema 2: Sistemas de Control.

Conceptos básicos de un sistema de control. Modelado de sistemas. Respuestas dinámicas de sistemas. Funciones de transferencia de sistemas. Respuesta en frecuencia.

Tema 3: Medición y acondicionamiento de variables físicas.

Concepto de señal. Tipos de señales. Tipos de sensores y transductores. Adquisición y presentación de datos. Convertidores Análogo-Digital, Digital-Análogo. Acondicionamiento de señales.

Tema 4: Sistemas de actuación.

Sistemas neumáticos e hidráulicos. Válvulas. Sistemas mecánicos. Sistemas Eléctricos. Sistemas híbridos.

Tema 5: Software de Control.

Autómatas Programables y su programación. Controladores utilizando Computadoras Personales (PC) y el Lenguaje C. Lógica Digital. Microprocesadores y el Lenguaje Ensamblador.

CAPÍTULO IV PROPUESTA

Tema 6: Diseño y Mecatrónica.

Posibles soluciones de diseño. Estudios de casos de sistemas de Mecatrónica. Localización de fallas. Simulación.

Tema 7: Robótica.

Introducción a la robótica industrial. Fabricación. Embalaje. Soldadura.

Para cumplir con los objetivos de la asignatura y complementar el contenido que se dicta en la misma se propone la creación de un laboratorio para la misma con nueve prácticas, descritas a continuación:

PRACTICA #1 FILTRO PASA BAJA RC

Cuyo objetivo general será: Observar las características de funcionamiento de condensadores y resistencias en función de la frecuencia de la señal eléctrica que se hace circular por ellos, como filtros de señales pasa bajo para aplicaciones de Mecatrónica. Y sus objetivos específicos serán:

- Conocer el funcionamiento de los filtros RC pasa baja.
- Diseñar los filtros RC pasa baja para distintas frecuencias.
- Conocer la utilidad de los filtros RC en aplicaciones de Mecatrónica.
- Realizar el montaje de filtros RC pasa baja y verificarlos en el osciloscopio.

Esta práctica se concibe con la intención de contribuir al conocimiento del estudiante en cuanto a acondicionamiento de señales, que forma parte de los

CAPÍTULO IV PROPUESTA

objetivos de la asignatura. De igual forma va familiarizando al estudiante con los diferentes elementos para la visualización de datos, en este caso el osciloscopio y el Multímetro digital.

PRACTICA #2 COMPUERTAS LOGICAS

Cuyo objetivo general es: conocer el uso de las compuertas lógicas como una herramienta en la electrónica y específicamente en la Mecatrónica. Y sus objetivos específicos serán:

- Analizar el circuito inversor.
- Describir la operación de las tablas de la verdad para las compuertas AND, NAND, OR, NOR y construirlas.
- Escribir la expresión booleana para las compuertas lógicas y las combinaciones de compuertas lógicas.
- Analizar los resultados experimentales.
- Formar una capacidad de análisis crítica, para interpretar de una manera óptima los resultados obtenidos, de una forma lógica como analítica.

Esta práctica se plantea para que el estudiante comprenda la utilidad de los microcontroladores, que son capaces de sustituir en gran medida este tipo de compuertas y así pueda ser capaz de realizar críticas al uso de las estructuras cableadas y comprar la forma en que se simplifican tanto con el uso de los microcontroladores y los controladores lógicos programables.

PRACTICA #3 CONVERSION ANALOGICA DIGITAL

Tiene como objetivo general, transcribir señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento en microchips (microcontroladores). Esta práctica está concebida básicamente para que el alumno se relacione con el acondicionamiento de señales y el modelado de sistemas digitales.

PRACTICA #4 TRANSISTORES

Su objetivo general es: Verificar los principios de funcionamiento de un transistor BJT, a través de la realización de un circuito electrónico que demuestre su utilidad en aplicaciones de Mecatrónica. Sus objetivos específicos son:

- Conocer el funcionamiento de un transistor BJT.
- Diseñar un circuito que permita la implementación de los transistores BJT.
- Conocer la utilidad de los transistores BJT en Mecatrónica.
- Realizar el montaje del circuito y verificar su correcto funcionamiento.

Esta práctica contribuirá al estudiante a su formación (objetivo específico)

PRACTICA #5 ENCENDER Y APAGAR LEDS

Su objetivo general es el de Encender y apagar LEDS por medio de un microchip PIC16F84A. Con los siguientes objetivos específicos:

- Definir puertos del microchip como entradas.
- Definir puertos del microchip como salidas.
- Encender y apagar LEDS.
- Analizar los resultados experimentales.

Esta práctica es la primera planteada ya con los microcontroladores y permite a los alumnos un primer acercamiento con los PIC's, mediante el encendido y apagado de led's se puede extrapolar a muchas aplicaciones, esta práctica contribuye al conocimiento de los microcontroladores y que es el principio de funcionamiento de muchos de los robots en la actualidad.

PRACTICA #6 DISPLAY 7 SEGMENTOS

Se plantea con el objetivo general de Diseñar un sistema basado en la utilización de un display 7 segmentos manejado por un microcontrolador basado en aplicaciones de Mecatrónica y con los objetivos específicos de:

- Conocer el funcionamiento de los Display 7 segmentos.

CAPÍTULO IV PROPUESTA

- Diseñar el circuito para la implementación del sistema PIC-Display 7 segmentos.
- Conocer la utilidad de los display 7 segmentos en aplicaciones de Mecatrónica.
- Realizar la escritura del código de programación y la correspondiente programación del microcontrolador.

Esta práctica es la segunda con microcontroladores y es con la intención de reforzar la programación de los mismos y a la vez que el estudiante se familiarice con los diferentes instrumentos para la visualización de datos, los display y aspectos fundamentales del diseño de sistemas integrales de control.

PRACTICA #7 MOTOR PASO A PASO

Está planteada con el objetivo general de: Observar el funcionamiento de un microcontrolador como sistema de control para el encendido de un motor paso a paso. Como objetivos específicos se plantearon:

- Conocer el modo de funcionamiento de los motores paso a paso.
- Utilizar un microcontrolador como sistema de control para un motor paso a paso.
- Variar la velocidad de giro del motor paso a paso mediante el uso de un micro.
- Conocer la utilidad de los microcontroladores para el control de motores paso a paso.

CAPÍTULO IV PROPUESTA

Esta práctica fue concebida ya que los motores paso a paso son utilizados en innumerables aplicaciones de robótica, sistemas de actuación mecánica y forman parte en diferentes ocasiones del Diseño, operación y mantenimiento de sistemas integrales de control.

PRACTICA #8 CIRCUITOS DE POTENCIA

En esta práctica se planteo como objetivo especifico: Observar el funcionamiento de un microcontrolador como sistema de control para el encendido de un motor de corriente alterna. Con los siguientes objetivos específicos:

- Conocer el funcionamiento de los microcontroladores como sistema de control de potencia.
- Practicar el montaje de un circuito de potencia con el uso de un microcontrolador.
- Conocer la utilidad de los Triac y tiristores así como su aplicación en los circuitos de potencia.

Esta práctica permite al alumno mediante el uso de un microcontrolador encender un motor eléctrico o cualquier otro elemento eléctrico mediante el montaje de un circuito de potencia, lo que le permite extrapolar esto a otro tipo de elementos mecánicos.

PRÁCTICA #9 SERVOMOTORES

Se plantea con el objetivo de “Diseñar un sistema basado en la utilización de un servomotor manejado por un microcontrolador basado en aplicaciones de Mecatrónica” y con los objetivos específicos de:

- Conocer el principio de funcionamiento de los servomotores.
- Diseñar el circuito para la implementación del sistema PIC-Servomotor
- Conocer la utilidad de los servomotores en aplicaciones de Mecatrónica.
- Realizar la escritura del código de programación y la correspondiente programación del microcontrolador
- Realizar el montaje del circuito y verificar su correcto funcionamiento.

Esta práctica igualmente contribuirá a que el alumno se familiarice aun más con el lenguaje ensamblador, o el lenguaje C, la utilización de los servomotores dentro de las aplicaciones de robótica, como en brazos mecánicos.

CONCLUSIONES

- Los estudiantes deben realizar las prácticas para aprovechar los conocimientos adquiridos en las sesiones teóricas, así como para desarrollar habilidades que les permitan desenvolverse en el campo laboral, debido a que la tendencia a nivel mundial en este momento, es desarrollar al área de automatización y sistemas de control para aplicarla a funciones industriales, obteniendo así una oportunidad más a la hora de buscar empleo en las diferentes ramas de la ingeniería.
- Los estudiantes deben llegar al curso con conocimientos básicos en electrónica e instrumentación, así como tener una base de programación en lenguaje de máquina, conocido como Ensamblador. Dichos conocimientos permitirán un mejor entendimiento del contenido teórico de la asignatura, y a la vez, desarrollarán destrezas que facilitarán su desenvolvimiento en las sesiones prácticas de la misma.
- La asignatura se presenta como un importante refuerzo del contenido programático de la asignatura Controles Automáticos, también dictada por el Departamento de Automática, debido a que en el contenido de Mecatrónica se alojan diversos temas previamente desarrollados en Controles Automáticos, lo que le permitirá a los estudiantes que cursen

CAPÍTULO V CONCLUSIONES

Mecatrónica reforzar y ampliar los conocimientos obtenidos en Controles Automáticos.

- Así mismo, Mecatrónica es un complemento a las Asignaturas Controles Lógicos Programables o PLC, y Automatización Industrial, y se destaca la similitud de los objetivos planteados en dichas asignaturas, en función de los sistemas desarrollados en cada una de éstas. Dicha similitud radica en lograr el objetivo común entre las tres asignaturas de llevar los procesos industriales a un nivel de automatización, donde se aumenten los niveles de seguridad y confiabilidad operacional de la industria, y en donde Mecatrónica se adhiere a ambas como una nueva posibilidad en el mercado de lograr dicho objetivo.
- La asignatura Mecatrónica abre las puertas en la Escuela de Ingeniería Mecánica a un conjunto de enseñanzas necesarias para el desarrollo de la Robótica y la Domótica, tanto a niveles domésticos como industriales. Dicho planteamiento se basa en el hecho de que los conocimientos adquiridos en Mecatrónica forman parte fundamental de los procesos de ambas disciplinas, y en especial de la Robótica, por la alta afinidad que ésta posee en relación a los contenidos que forman parte de la Mecatrónica, como el manejo de servomotores y la arquitectura y programación de los sistemas de control.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los alumnos que cursen la asignatura de Mecatrónica ya tengan conocimientos básicos de electrónica, especialmente de circuitería básica, uso de diferentes dispositivos como multímetros, osciloscopios, etc., los cuales se adquieren en parte en la asignatura de laboratorio especial de física.
- Los alumnos que quieran cursar la asignatura deberían tener conocimientos previos en cuanto a la programación.
- Los alumnos que cursan la asignatura de Mecatrónica deberían haber cursado ya la asignatura de Instrumentación y tener un interés en el área.
- Ofrecer una especialidad dentro de la carrera de ingeniería mecánica en Mecatrónica o automatización de procesos.
- Crear un proyecto final para la culminación del laboratorio de Mecatrónica que integre la mayor cantidad de conocimientos impartidos en la asignatura como en el resto de la carrera.
- La realización de una práctica de PLC, donde se realice una comparación entre PLC y microcontroladores.
- Rediseñar las practicas presentadas para ser cursadas por alumnos de otras escuelas e instituciones.

CAPÍTULO VI RECOMENDACIONES

- Replantear nuevamente el plan de evaluación de la asignatura incluyendo una ponderación a las sesiones de práctica.
- Se puede agregar como objetivo de la asignatura una introducción al lenguaje Ensamblador.
- Integrar al contenido programático de la asignatura Ingeniería Eléctrica I, dictada en el departamento de Automática, un capítulo dedicado al estudio de motores especiales como motores paso a paso y servomotores, para dar al estudiante el contenido teórico necesario para entender el principio de funcionamiento de dichos elementos.

APENDICES

APENDICE A LISTA DE EQUIPOS Y MATERIALES

APÉNDICES

1. Microchip PIC kit Starter Development Tool
2. Osciladores de Cristal de Cuarzo de 4 MHz
3. LEDs 5 mm Rojo, Verde y Amarillo
4. Osciloscopio Análogo “MINIPA” 10 MHz
5. Generador de Señales “MINIPA” 2 MHz
6. Fuente Variable “VOLT”
7. Multímetro Digital MINIPA ET 1600
8. Protoboard 4 filas “WISH”
9. Display 7 segmentos Cátodo Común HDSP 5621 Doble Dígito
10. Relé KS2EMD5 5 VDC 2 A, 12 VDC
11. Microcontrolador Microchip PIC 16F84A-04P
12. Resistencias varias (entre 100 Ω y 10 k Ω)
13. Condensadores varios (entre 22pF y 1 μ F)
14. Diodos 1N4148
15. Diodos Zener de 5.1 V y 8.2 V
16. Potenciómetros de 1 k Ω y 2 k Ω
17. Optocouplers TLP 3041
18. Triacs TIC 226 S
19. Relé KS2EMDC 5 5 VDC 2 A, 120 VAC – 24 VDC
20. Compuerta NOT LS 74 SN 04 Motorola
21. Compuerta NOR LS 74 SN 02 Motorola
22. Compuerta NAND LS 74 SN 00 Motorola
23. Compuerta AND LS 74 SN 08 Motorola
24. Compuerta OR LS 74 SN 32 Motorola
25. Compuerta XOR LS 74 SN 86 Motorola

APENDICE B PRÁCTICAS

APENDICES

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #1 FILTRO PASA BAJA RC

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

OBJETIVO GENERAL:

Observar las características de funcionamiento de condensadores y resistencias en función de la frecuencia de la señal eléctrica que se hace circular por ellos, como filtros de señales pasa bajo para aplicaciones de Mecatrónica.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer el funcionamiento de los filtros RC pasa baja.
- Diseñar los filtros RC pasa baja para distintas frecuencias.
- Conocer la utilidad de los filtros RC en aplicaciones de Mecatrónica.
- Realizar el montaje de filtros RC pasa baja y verificarlos en el osciloscopio.

2. MATERIAL PARA LA PRACTICA:

- Osciloscopio Análogo "MINIPA" 10 MHz.
- Generador de Señales "MINIPA" 2 MHz
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600
- Protoboard 4 filas "WISH"
- Resistencias varias (entre 100 Ω y 10 k Ω)
- Condensadores varios (entre 22pF y 1 μ F)
- Cables de conexión

3. TEORIA.

3.1 INTRODUCCION: En los sistemas de comunicaciones, se emplean filtros para permitir el paso de las frecuencias que contienen la información deseada y rechazar las restantes. En los sistemas estéreo, se usan filtros para aislar bandas de frecuencia particulares con mayor o menor énfasis, mediante el sistema acústico de salida (amplificador, altavoz, etc.). Los filtros se emplean para eliminar las frecuencias no deseadas, comúnmente conocidas como ruido, debido a las características no lineales de algunos dispositivos electrónicos o señales captadas del medio circundante. Cualquier combinación de los elementos pasivos (R, L y C) y/o activos (transistores o amplificadores operacionales) diseñados para rechazar una banda de frecuencia se denomina un filtro.

3.2 FILTRO R-C PASA BAJAS

El filtro *R-C*, con un diseño increíblemente simple, se usa como un filtro pasa bajas o pasa altas. Si la salida se toma del capacitor, como se observa en la figura, responderá como un filtro pasa bajas. Si se intercambian las posiciones entre el resistor y el capacitor y la salida proviene del resistor, la respuesta será la de un filtro pasa altas.

APENDICES

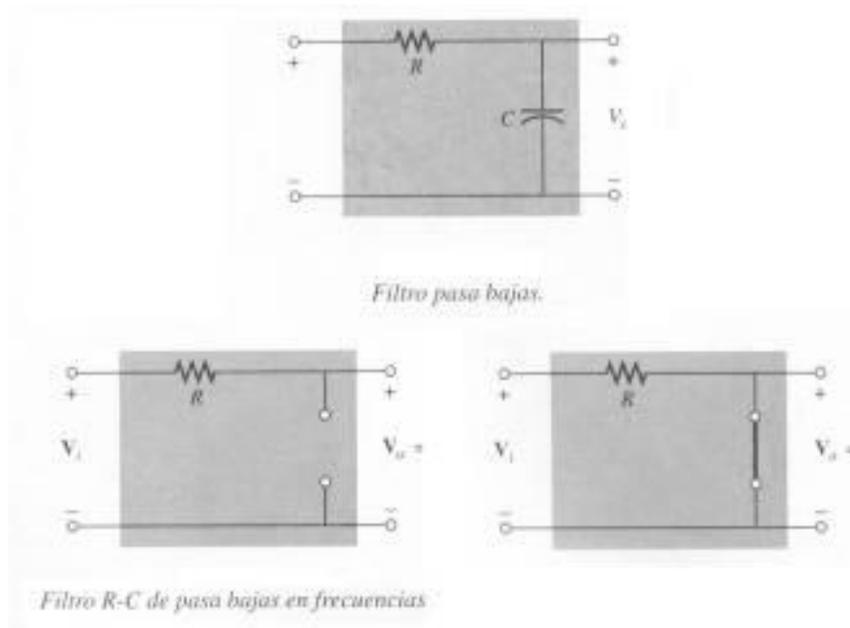


FIGURA 1: FILTRO RC

Primero examinemos la red en los extremos de la frecuencia de $f = 0$ Hz y en frecuencias muy altas para probar la respuesta del circuito.

En $f = 0$ Hz,

$$X_c = \frac{1}{2 * \Pi * f * c} = \infty$$

y el equivalente del circuito abierto se sustituye por el capacitor, como se aprecia en la figura, lo cual produce $V_a = V_i$,

En frecuencias muy altas, la reactancia es:

$$X_c = \frac{1}{2 * \Pi * f * c} = 0$$

APENDICES

y el equivalente de cortocircuito se sustituye por el capacitor, como se observa en la figura, lo cual produce $V_a = 0 \text{ V}$.

La frecuencia de corte es aquella donde la amplitud de la señal entrante cae hasta un 70.7 % de su valor máximo. Y esto ocurre cuando $X_C = R$. (reactancia capacitiva = resistencia)

Si $X_C = R$, la frecuencia de corte será:

$$F_c = \frac{1}{2 * \pi * R * C}$$

La banda de frecuencias por debajo de la frecuencia de corte se llama **Banda de paso**, y la banda de frecuencias por encima de F_c se llama **Banda de atenuación**.

4. METODO EXPERIMENTAL

4.1. Montar el circuito de la figura.

4.2. Conectar el generador de señales a la entrada del circuito.

4.3. Seleccionar la tensión de salida.

4.4. Seleccionar una frecuencia en torno a 100KHz.

4.5. Medir la tensión de entrada y de salida con el osciloscopio.

4.6. Repetir los pasos anteriores cambiando la frecuencia a intervalos que sean aproximadamente regulares en una escala logarítmica (ejemplo 100, 200, 300, 1000 KHz).

4.7. Repetir todo lo anterior intercalando valores de resistencias y condensadores.

5. ACTIVIDADES

Para cada caso representar Voltaje de salida entre voltaje de entrada frente a la frecuencia en papel logarítmico.

Determinar sobre la grafica las frecuencias de corte para los filtros y comparar los valores con los calculados a partir de los nominales de los componentes.

Hacer un análisis crítico de los resultados.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #2

COMPUERTAS LOGICAS (AND, OR Y NOT) y

CIRCUITOS INTEGRADOS DIGITALES TTL

1. OBJETIVO DE LA PRACTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Conocer el uso de las compuertas lógicas como una herramienta en la electrónica y específicamente en la Mecatrónica.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1.2.1 Analizar el circuito inversor.

1.2.2 Describir la operación de las tablas de la verdad para las compuertas AND, NAND, OR, NOR y construirlas.

1.2.3 Escribir la expresión booleana para las compuertas lógicas y las combinaciones de compuertas lógicas.

1.2.4 Analizar los resultados experimentales.

1.2.5 Formar una capacidad de análisis crítica, para interpretar de una manera óptima los resultados obtenidos, de una forma lógica como analítica.

2. MATERIAL PARA LA PRÁCTICA

- Osciloscopio Análogo “MINIPA” 10 MHz.
- Generador de Señales “MINIPA” 2 MHz

- Multímetro Digital MINIPA ET 1600
- Protoboard 4 filas “WISH”
- Resistencias varias (entre 100 Ω y 10 k Ω)
- Condensadores varios (entre 22pF y 1 μ F)
- LEDS 5 mm Rojo, Verde y Amarillo
- Compuerta NOT LS 74 SN 04 Motorola
- Compuerta NOR LS 74 SN 02 Motorola
- Compuerta NAND LS 74 SN 00 Motorola
- Compuerta AND LS 74 SN 08 Motorola
- Compuerta OR LS 74 SN 32 Motorola
- Compuerta XOR LS 74 SN 86 Motorola
- Cables de conexión

3. TEORÍA:

3.1 INTRODUCCIÓN

Los circuitos digitales (lógicos) operan en modo binario donde cada voltaje de entrada y de salida es un 0 y un 1; las designaciones 0 y 1 representan intervalos predefinidos de voltaje. Esta característica de los circuitos lógicos nos permite utilizar el *álgebra booleana* como herramienta de para el análisis y diseño de sistemas digitales.

El álgebra booleana difiere de manera importante del álgebra ordinaria en que las constantes y variables booleanas sólo pueden tener dos valores posibles, 0 ó 1. Una variable booleana es una cantidad que puede, en diferentes ocasiones, ser igual a 0 ó a 1. Las variables booleanas se emplean

con frecuencia para representar el nivel de voltaje presente en un alambre o en las terminales de entrada y de salida de un circuito.

Así pues, el 0 y el 1 booleanos no representan números sino que en su lugar representan el estado de una variable de voltaje o bien lo que se conoce como su nivel lógico. Se dice que un voltaje digital en un circuito digital de encuentra en nivel lógico 0 ó en el 1, según su valor numérico real.

En el álgebra booleana no hay fracciones, decimales, números negativos, raíces cuadradas, logaritmos, números imaginarios, etc. De hecho en el álgebra booleana sólo existen tres operaciones básicas. *OR*, *AND* y *NOT*.

Estas operaciones básicas se llaman *operaciones lógicas*. Es posible construir digitales llamados *compuertas lógicas* que con diodos, transistores y resistencias conectados de cierta manera hacen que la salida del circuito sea el resultado de una operación lógica básica (*AND*, *OR*, *NOT*) sobre la entrada.

3.2 COMPUERTA OR

Suponiendo que *A* y *B* representan dos variables lógicas independientes. Cuando *A* y *B* se combinan con la operación OR, el resultado, *x*, se puede expresar como: $Y = A + B$ en esta expresión el signo + no representa la adición ordinaria; en su lugar denota la operación OR cuyas reglas se dan en la tabla de la verdad mostrada a continuación:

TABLA 1: TABLA DE LA VERDAD DE LA COMPUERTA OR

Tabla de verdad puerta OR		
Entrada A	Entrada B	Salida A + B
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

Al observar la tabla de la verdad se advertirá que excepto en el caso donde la operación OR es la misma que la suma ordinaria. Sin embargo, para la suma OR es 1 (no 2 como en la adición ordinaria). Esto resulta fácil de recordar si observamos que sólo 0 y 1 son los valores posibles en el álgebra booleana, de modo que el máximo valor que se puede obtener es 1.

En un circuito digital la *compuerta OR* es un circuito que tiene dos o más entradas y cuya salida es igual a la suma OR de las entradas, El símbolo correspondiente a una compuerta OR de dos entradas es el de la figura siguiente:

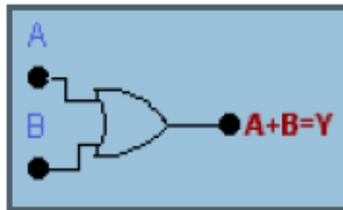


FIGURA 1: COMPUERTA OR

Las entradas A y B son niveles de voltaje lógicos y la salida Y es un valor de voltaje lógico cuyo valor es el resultado de la operación OR de A y B.

Un chip comúnmente utilizado OR es el SN54/74LS32.

A continuación se muestra un circuito eléctrico que representa la compuerta OR, para ilustrar mejor su funcionamiento:

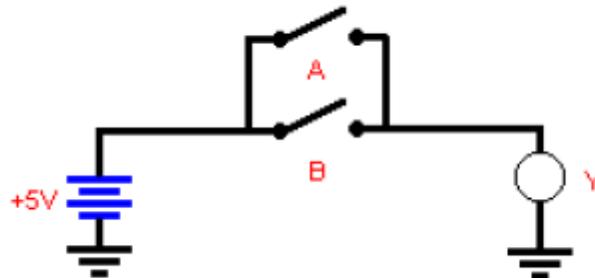


FIGURA 2: CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA COMPUERTA OR

El gráfico de la figura nos da la idea del funcionamiento de la compuerta OR, donde la bombilla enciende si se activa cualquiera de los dos interruptores A o B, e incluso ambos.

3.3 COMPUERTA AND

Si dos variables lógicas A y B se combinan mediante la expresión AND, el resultado x , se puede expresar como:

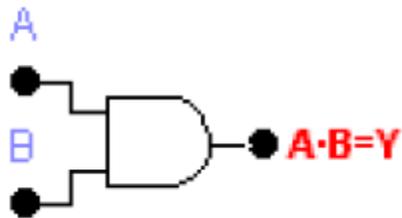


FIGURA 3: COMPUERTA AND

TABLA 2: TABLA DE LA VERDAD DE LA COMPUERTA AND

Tabla de verdad puerta AND		
Entrada A	Entrada B	Salida AB
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

En esta expresión el signo " representa la operación booleana de AND, cuyas reglas se dan en la tabla de verdad mostrada anteriormente.

Al observar la tabla, se advierte que la operación AND es *exactamente* igual que la multiplicación ordinaria. Siempre que A o B sean cero, su producto será cero; cuando A y B sean 1, su producto será 1.

Por tanto, podemos decir que en la operación AND el resultado será 1 sólo si todas las entradas son 1; en los demás casos el resultado será 0.

La expresión se lee x es igual a A AND B . El signo de multiplicación por lo general se omite como en el álgebra ordinaria, de modo que la expresión se transforma en AB .

Un Chip que se usa como compuerta AND es el SN54/74LS08, bastante popular y de bajo costo.

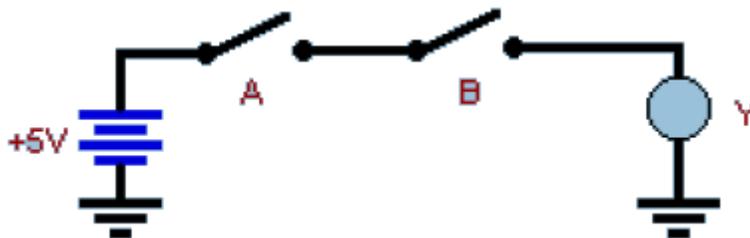


FIGURA 4: CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA COMPUERTA AND

El esquema de la figura, da una idea del funcionamiento de la puerta AND. Examinando de cerca el circuito, notamos que la lámpara encenderá solo si ambos interruptores se cierran o activan simultáneamente. Si uno de los interruptores está abierto, el circuito se interrumpe y la lámpara no se enciende.

3.4 COMPUERTA NOT O INVERSORA

La operación NOT difiere de las operaciones OR y AND en que ésta puede efectuarse con una sola variable de entrada. Por ejemplo, si la variable A se somete a la operación NOT, el resultado x se puede expresar como:

$$x = \overline{A}$$

Donde la barra sobrepuesta representa la operación NOT. Esta expresión se lee x es igual a NO A o x es igual a la inversa de A, o también x es igual al *complemento* de A. Cada una de éstas se utiliza frecuentemente y todas indican que el valor lógico de *x* es *opuesto al* valor lógico de A. Un chip comúnmente utilizado NOT es el SN54/74LS04.

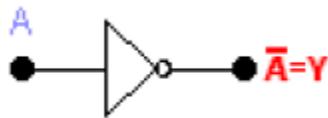


FIGURA 5: COMPUERTA NOT

3.5 COMPUERTA NAND (NEGATIVE AND)

Una compuerta NAND es un dispositivo lógico que opera en forma exactamente contraria a una compuerta AND, entregando una salida baja cuando sus entradas son altas y una salida alta mientras exista una entrada baja entre estas.

El símbolo NAND es un símbolo AND con un círculo a la salida, semejante al símbolo NOT. La tabla de la verdad muestra la operación de la compuerta, donde se puede observar que las salidas son inversas a las entradas.

Un CHIP comúnmente utilizado es el SN54/74LS00 el cual esta disponible en el laboratorio.

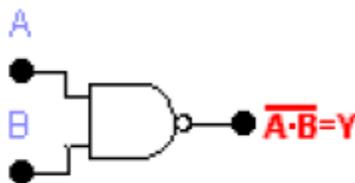


FIGURA 6: COMPUERTA NAND

TABLA 3: TABLA DE LA VERDAD DE UNA COMPUERTA NAND

A	B	NAND	AND
0	0	1	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

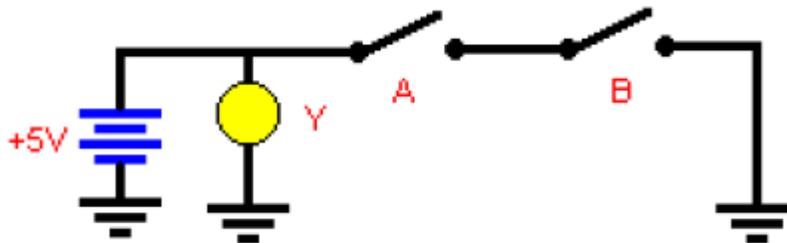


FIGURA 7: CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA COMPUERTA NAND

Debido a que los interruptores se encuentran dispuestos en serie entre sí, y en paralelo con la lámpara, esta solo se apaga cuando ambos interruptores permanecen cerrados, y permanece encendida cuando uno de los interruptores, o ambos inclusive, esté abierto.

3.6 COMPUERTA NOR

La compuerta NOR trabaja de forma inversa al operador OR, es decir, incluye un inversor que complementa la salida de la operación booleana. Al símbolo se la ha agregado un círculo inversor. Un Chip común OR es el SN54/74LS02.

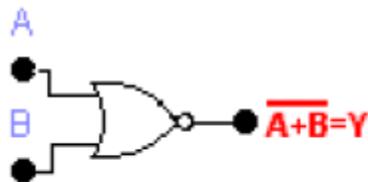


FIGURA 8: COMPUERTA NOR

Al igual que el dispositivo NAND, la compuerta NOR entrega salidas altas cuando recibe entradas bajas, y viceversa, entrega salidas bajas al tiempo que tiene entradas altas.

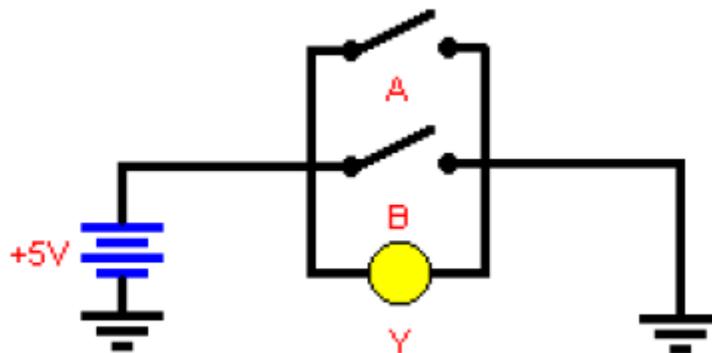


FIGURA 9: CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA COMPUERTA NOR

APENDICES – PRÁCTICA #2 COMPUERTAS LOGICAS

El funcionamiento de la compuerta NOR es análogo al del circuito eléctrico mostrado en la figura, con los interruptores A y B en paralelo con la lámpara. Si ambos interruptores permanecen abiertos, la lámpara estará encendida. Si alguno de los interruptores, o ambos son cerrados, la lámpara se apagará.

La tabla de la verdad muestra la lógica de la operación NOR. En esta se detalla que en donde la operación OR coloca un 1, la compuerta NOR coloca un 0, y viceversa.

TABLA 4: TABLA DE LA VERDAD DE UNA COMPUERTA NOR

A	B	NOR	OR
0	0	1	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	0	1

3.7 COMPUERTA XOR (OR EXCLUSIVO)

La compuerta OR-exclusiva u OR comparadora exclusiva a veces se denota por XOR. En la tabla de la verdad se muestra, en un examen detallado, que la tabla de la compuerta XOR, es similar a la de la compuesta OR, con la excepción de que cuando ambas entradas son 1, la salida del XOR es un 0. Un Chip común con este comportamiento es el SN54/74LS86.

TABLA 5: TABLA DE LA VERDAD DE UNA COMPUERTA XOR

A	B	OR	XOR
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	1
1	1	1	0

La operación de la compuerta XOR es similar a la del circuito eléctrico de la figura.

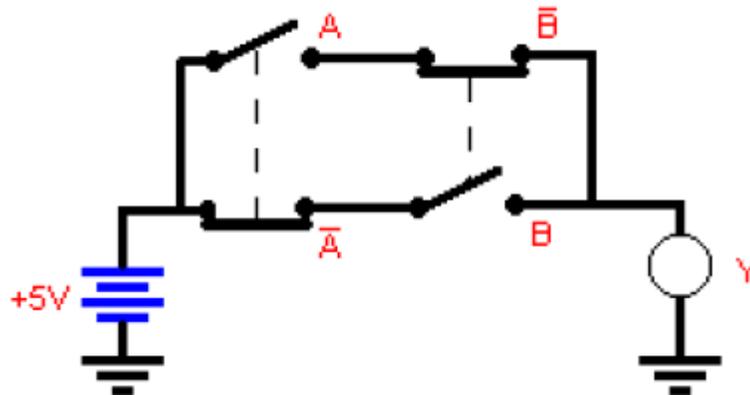


FIGURA 10: CIRCUITO EQUIVALENTE DE UNA COMPUERTA XOR

Los interruptores A y B, están mecánicamente acoplados a los interruptores \bar{A} y \bar{B} , de modo que cuando se abre A, se cierra \bar{A} , y viceversa. Lo mismo ocurre con B y \bar{B} , de manera que la única forma de encender la lámpara es abrir los 2 interruptores que se encuentran en serie, es decir, o A y \bar{B} , o \bar{A} y B.

Esta expresión booleana puede obtenerse de la combinación de compuertas AND, OR y NOT.

3.8 COMPUERTA XNOR (O NOR EXCLUSIVO)

Una compuerta NOR exclusiva o XNOR, opera de forma contraria a la compuerta XOR, entregando salidas bajas cuando recibe una entrada baja y otra alta y salidas altas cuando ambas entradas son bajas o altas. Esta

característica la hace ideal para su utilización como verificador de igual comparadores y otros circuitos aritméticos.

Un Chip común es el 74LS2266N.

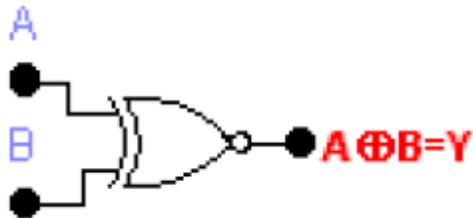


FIGURA 11: COMPUERTA XNOR

La tabla de la verdad indica lo expresado anteriormente. Si una de las entradas es 0 y la otra es 1, la salida es un 0. Por el contrario, si ambas entradas son iguales sean 0 ó 1, entonces la salida será un 1.

TABLA 6: TABLA DE LA VERDAD DE LA COMPUERTA XNOR

A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

3.9 COMPUERTAS TTL (TRANSISTOR-TRANSISTOR LOGIC)

Acrónimo de transistor-transistor logic, o lógica transistor-transistor, es una tecnología de construcción de circuitos electrónicos digitales, en los que los elementos de entrada y de salida del dispositivo son transistores.

Las compuertas lógicas son bloques de construcción básica de los sistemas digitales; operan con números binarios, por lo que se les denomina puertas lógicas binarias.

Sus características son las siguientes:

- Su tensión de alimentación es de 5V, con $V_{\text{mín}}=4,75\text{V}$ y $V_{\text{máx}}=5,25\text{V}$.
- Su fabricación es con transistores bipolares multi emisores.
- La velocidad de transmisión entre los estados lógicos es su mayor ventaja, esta característica hace aumentar su consumo.
- Tiene como compuerta básica la NAND

3.10 FUNCIONAMIENTO DE UN CIRCUITO INTEGRADO TTL

- 1 - Si E1 o E2 están a un nivel de voltaje de 0 voltios, entonces el transistor conduce, y Z = 0 Voltios
- 2 - Si E1 y E2 están a un nivel de voltaje de 5 voltios, entonces el transistor no conduce, y Z = 5 Voltios.

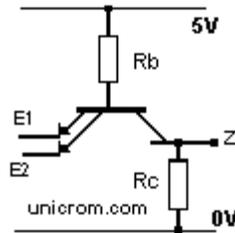


FIGURA 12: CIRCUITO INTEGRADO TTL

3.11 TIPOS DE CIRCUITOS TTL:

TABLA 7: TIPOS DE CIRCUITOS INTEGRADOS TTL

Tipos de circuitos TTL según su número de serie y tipo	
N° de Serie – Tipo	
7400	Compuertas NAND
7404	Compuertas NOT
7408	Compuertas AND
7432	Compuertas OR
7486	Compuertas EXOR
Series Especiales	
74 LS XX	Low power Schottky (de bajo consumo)
74 S XX	High Speed (alta velocidad)
74 HC XX	High Speed (alta velocidad, Tipo C-MOS)

Actividades

4.1.- Energizando los circuitos integrados

4.1.1.- Energizar en el protoboard los circuitos 7400, 7404, 7408, 7432 y 7486, esto es conectar su pin 7 al negativo de la batería y el pin 14 al positivo de la batería. Al hacer esto, estamos energizando las compuertas de cada circuito integrado.

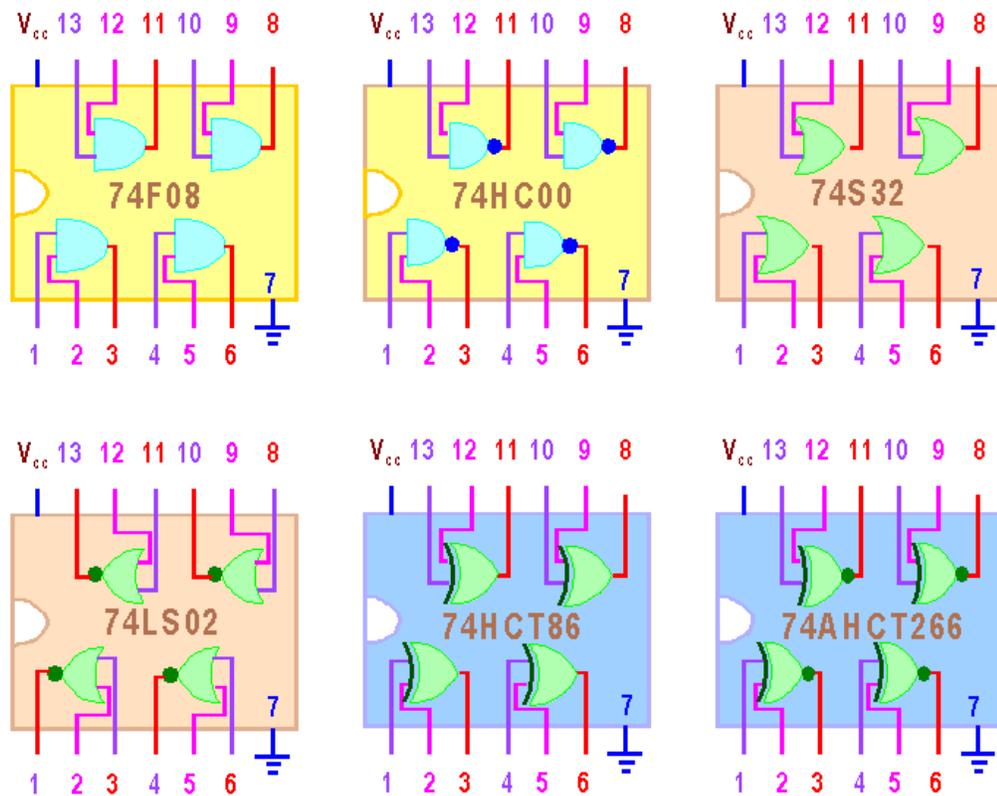


FIGURA 12: CIRCUITOS INTEGRADOS TTL

4.2.- Para comprobar la salida de la compuerta, vamos a utilizar un LED (Ligth Emitting Diode), véase la Figura 2, qué, para nuestros fines, funciona como una lámpara. El led tiene 2 pines: el ánodo y el cátodo. En la siguiente figura se muestra un led. El pin más largo es el ánodo y el más corto es el cátodo. Para usar el diodo para determinar el estado de la salida de una compuerta, lo conectamos como se muestra en la Figura siguiente.

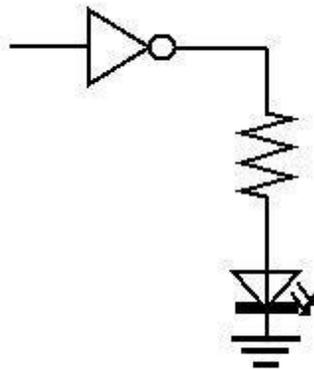


FIGURA 13: CONEXIÓN DEL LED

Si el LED enciende, entonces la salida de la compuerta está en nivel H (High, alto) y si el LED permanece apagado, entonces la salida de la compuerta está en nivel L (Low, bajo).

2.- Comprobación de las Tablas de Verdad de las compuertas básicas.

2.1- Compuerta NOT (7404)

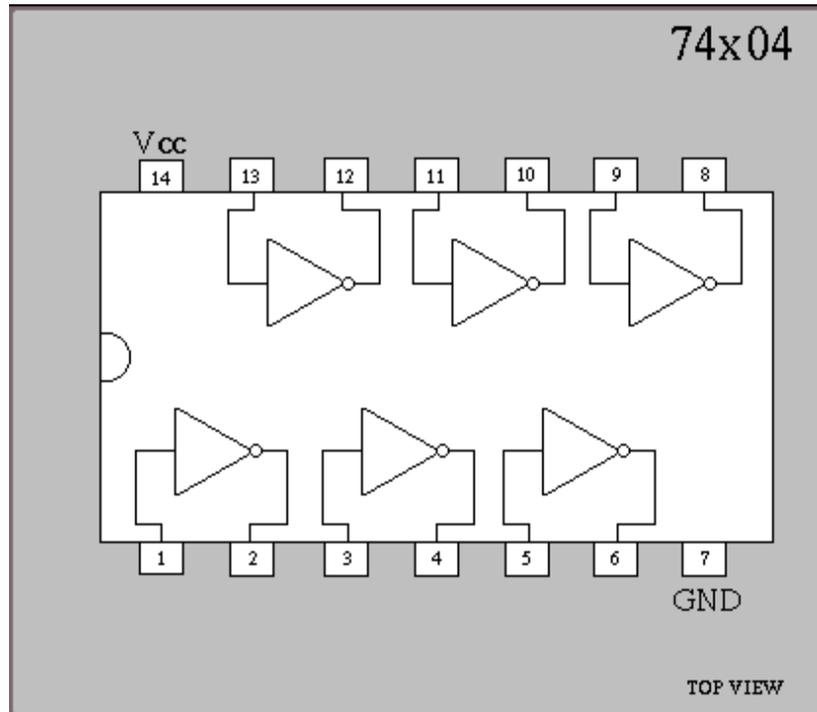
Primero vamos a comprobar la Tabla de Verdad de la compuerta NOT (el circuito 7404). Cómo vemos en la Figura 14, este circuito tiene 6 compuertas NOT.

Vamos a llamar G1 a la compuerta con entrada en el pin 1 y salida en el pin 2, por tanto, conectamos un LED al pin 2 del 7404. Para colocar la entrada en nivel H, conectamos el pin 1 al positivo de la batería, para colocar la entrada en nivel L, conectamos el pin 1 al negativo de la batería.

Vamos a comprobar la Tabla de Verdad de la compuerta NOT, llenando la tabla siguiente:

Nivel de Entrada Nivel de Salida

PIN 1	PIN 2
L	
H	



.FIGURA 14: CIRCUITO 7404

2.2.- Compuerta AND (7408)

El circuito 7408 tiene 4 compuertas AND (Vea la Figura 12). Vamos a llamar G1 a la compuerta con entradas en los pines 1 y 2 y salida en el pin 3. Para comprobar la tabla de verdad de la compuerta AND, debemos comprobar la salida de la compuerta para cada una de las 4 posibles combinaciones de sus 2 entradas, llenando la tabla siguiente:

Nivel de Entrada Nivel de salida

PIN 1	PIN 2	PIN 3
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

2.3.- Compuerta OR (7432)

El circuito 7432 tiene 4 compuertas OR (Vea la Figura 12). Vamos a llamar G1 a la compuerta con entradas en los pines 1 y 2 y salida en el pin 3. Para comprobar la tabla de verdad de la compuerta OR, debemos comprobar la salida de la compuerta para cada una de las 4 posibles combinaciones de sus 2 entradas, llenando la tabla siguiente:

Nivel de Entrada Nivel de salida

PIN 1	PIN 2	PIN 3
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

2.4.- Compuerta NAND (7400)

El circuito 7400 tiene 4 compuertas NAND (Vea la Figura 12). Vamos a llamar G1 a la compuerta con entradas en los pines 1 y 2 y salida en el pin 3. Para comprobar la tabla de verdad de la compuerta NAND, debemos comprobar la salida de la compuerta para cada una de las 4 posibles combinaciones de sus 2 entradas, llenando la tabla siguiente:

Nivel de Entrada Nivel de salida

PIN 1	PIN 2	PIN 3
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

2.5.- Compuerta XOR (7486)

El circuito 7486 tiene 4 compuertas XOR, OR exclusivo (Vea la Figura 12). Vamos a llamar G1 a la compuerta con entradas en los pines 1 y 2 y salida en el pin 3. Para comprobar la tabla de verdad de la compuerta XOR, debemos comprobar la salida de la compuerta para cada una de las 4 posibles combinaciones de sus 2 Entradas, llenando la tabla siguiente:

APENDICES – PRÁCTICA #2 COMPUERTAS LOGICAS

Nivel de Entrada Nivel de salida

PIN 1	PIN 2	PIN 3
L	L	
L	H	
H	L	
H	H	

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #3

CONVERSION ANALOGICA DIGITAL

1. OBJETIVO DE LA PRACTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Transcribir señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento en microchips (microcontroladores).

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Conocer el principio de funcionamiento de los conversores análogo-digitales y digital-análogos, y comparar con el funcionamiento de los transistores

2. MATERIALES PARA LA PRÁCTICA:

- Osciloscopio Análogo “MINIPA” 10 MHz.
- Generador de Señales “MINIPA” 2 MHz
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600
- Cables de conexión

3. TEORÍA:

3.1 INTRODUCCIÓN: Muchos equipos y dispositivos modernos requieren procesar las señales analógicas que reciben y convertirlas en señales digitales para poder funcionar. Una **conversión analógica-digital (CAD)** (o **ADC**, en ingles) consiste en la transcripción de señales analógicas en señales digitales, con el propósito de facilitar su procesamiento (codificación, compresión, etc.) y hacer la señal resultante

(la digital) más inmune al ruido y otras interferencias a las que son más sensibles las señales analógicas.

3.2 SEÑAL ANALÓGICA: Es aquella que puede tomar una infinidad de valores (frecuencia y amplitud) dentro de un límite superior e inferior. El término analógico proviene de análogo. Por ejemplo, si se observa en un osciloscopio, la forma de la señal eléctrica en que convierte un micrófono el sonido que capta, ésta sería similar a la onda sonora que la originó.



FIGURA 1: SEÑAL ANALÓGICA

3.3 SEÑAL DIGITAL: Una señal digital es aquella cuyas dimensiones (tiempo y amplitud) no son continuas sino discretas, lo que significa que la señal necesariamente ha de tomar unos determinados valores fijos predeterminados en momentos también discretos. Estos valores fijos se toman del sistema binario, lo que significa que la señal va a quedar convertida en una combinación de ceros y unos, que ya no se parece en nada a la señal original.

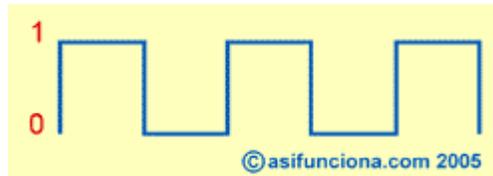


FIGURA 2: SEÑAL DIGITAL

3.4 ¿Qué es ANALÓGICO y qué es DIGITAL?

El término **ANALÓGICO** en la industria de las telecomunicaciones y el cómputo significa todo aquel proceso entrada/salida cuyos valores son continuos. Algo continuo es todo aquello que puede tomar una infinidad de valores dentro de un cierto límite, superior e inferior.

El término **DIGITAL** de la misma manera involucra valores de entrada/salida discretos. Algo discreto es algo que puede tomar valores fijos. En el caso de las comunicaciones digitales y el cómputo, esos valores son el **CERO (0)** o el **UNO (1)** o **Bits (Binary DigiTs)**.

Una vez aclaradas las diferencias básicas entre la tecnología analógica y la digital, veamos ahora cómo se efectúa el proceso de conversión de una tecnología a otra.

Para realizar esa tarea, el conversor ADC (Analog-to-Digital Converter - Conversor Analógico Digital) tiene que efectuar los siguientes procesos:

- 1.-**Muestreo** de la señal analógica.
- 2.-**Cuantización** de la propia señal.
- 3.-**Codificación** del resultado de la Cuantización, en código binario.

3.5. Muestreo

Toda la tecnología digital (por ejemplo audio, video) está basada en la técnica de muestreo (sampling en inglés). En música, cuando una grabadora digital toma una muestra, básicamente toma una *fotografía fija* de la *forma de onda* y la convierte en bits, los cuales pueden ser almacenados y procesados. Comparado con la grabación analógica, la cual está basada en registros de voltaje como patrones de magnetización en las partículas de óxido de la cinta magnética. El muestreo digital convierte el voltaje en números (0s y 1s) los cuales pueden ser fácilmente representados y vueltos nuevamente a su forma original.

3.5.1 Razón de muestreo: La frecuencia de muestreo de una señal en un segundo es conocida como razón de muestreo medida en Hertz (Hz).

La razón de muestreo determina el rango de frecuencias de un sistema. A mayores razones de muestreo, habrá más calidad o precisión.

Por ejemplo en audio digital se usan las siguientes razones de muestreo:

24.000 = 24kHz – 24.000 muestras por segundo. Una muestra cada 1/24,000 de segundo.

30.000 = 30kHz – 30.000 muestras por segundo. Una muestra cada 1/30,000 de segundo.

44.100 = 44,1kHz – 44.100 muestras por segundo. Una muestra cada 1/44,100 de segundo.

48.000 = 48kHz – 48.000 muestras por segundo. Una muestra cada 1/48,000 de segundo.

Una señal de audio muestreada a 48KHz tiene una mejor calidad [el doble], que una señal muestreada a 24KHz. Pero, una señal muestreada a 48KHz, ocuparía el doble del ancho de banda que la de 24KHz. Por lo que si queremos mayor calidad, lo perdemos en ancho de banda. Cuando bajan archivos en Internet MP3 por ejemplo, éstos tienen diferentes calidades, un archivo MP3 de mejor calidad, ocupará mayor espacio en disco.

La calidad de un disco compacto [CD] equivale un muestreo de 44.1KHz a 16 bits, éste es el estándar. Si decimos que los archivos MP3 tienen calidad de CD, es que están muestreados a 44.1KHz a 16 bits.

3.5.2: Condición de Nyquist:

“La frecuencia de muestreo mínima requerida para realizar una grabación digital de calidad, debe ser igual al doble de la frecuencia de audio de la señal analógica que se pretenda digitalizar y grabar.”

Este teorema, formulado por el ingeniero sueco Harry Nyquist, indica que la tasa de muestreo que debe realizarse debe ser al menos del doble de la frecuencia de los sonidos más agudos que puede captar el oído humano, que son 20 kHz. Por ese motivo se escoge la frecuencia de 44100 Hz (44,1 kHz), como tasa de muestreo de la señal, con el motivo de obtener “calidad de CD”, ya que al ser más del doble de los 20 kHz, incluye las frecuencias más altas que el sentido del oído puede captar.

3.6 Cuantización

Es el proceso de convertir valores continuos (como voltajes) en series de valores discretos. En otras palabras, mientras que el muestreo mide el tiempo (por instancia 44,100 muestras por segundo), la cuantización es la técnica donde un evento analógico es medido dado un valor numérico.

Para hacer esto, la amplitud de la señal es representada en una serie de pasos discretos. Cada paso está dado entonces por un número en código binario que digitalmente codifica el nivel de la señal.

El bit de resolución de un sistema define el rango dinámico del sistema. 6 dB es ganado por cada bit.

Por ejemplo:

8 bits equivale a **256 estados** = 48 dB (decibeles)

16 bits equivalen a **65.536 estados** = 96 dB.



Señal digitalizada a 8 bits. Observe la forma escalonada resultante del muestreo de este ejemplo, en el que se puede apreciar gráficamente la pérdida de calidad o respuesta de frecuencia en el sonido.

FIGURA 3: MUESTREO DE UNA SEÑAL DIGITALIZADA A 8 BITS

Otra vez la misma señal, pero esta vez digitalizada a 16 bits. Como se podrá observar en este último ejemplo, el muestreo de la señal digital realizado a mayor resolución, se asemeja mucho más a la forma que tiene originalmente la onda del sonido de la señal eléctrica analógica.



FIGURA 4: MUESTREO DE UNA SEÑAL DIGITALIZADA A 16 BITS

3.7 Codificación

La codificación es la representación numérica de la cuantización utilizando códigos ya establecidos y estándares. El código más utilizado es el código binario, pero también existen otros tipos de códigos que son empleados.

A continuación se presenta una tabla donde se representan los números del 0 al 7 con su respectivo código binario. Como se ve, con 3 bits, podemos representar ocho estados o niveles de cuantización.

En general

$$2^{(n)} = \text{Niveles o estados de cuantización}$$

Donde n es el número de bits.

Número	Código binario
0	000
1	001
2	010
3	011
4	100
5	101
6	110
7	111

4. ACTIVIDADES

Seleccione una señal analógica conocida y re-escribala en formato digital, para diferentes frecuencias de muestreo compare con su original en analógico y emita sus comentarios.

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #4

TRANSISTORES BJT

APENDICES – PRÁCTICA #4 TRANSISTORES

1. OBJETIVO DE LA PRÁCTICA

1.1 OBJETIVOS GENERALES:

Verificar los principios de funcionamiento de un transistor BJT, a través de la realización de un circuito electrónico que demuestre su utilidad en aplicaciones de Mecatrónica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Conocer el funcionamiento de un transistor BJT
- Diseñar un circuito que permita la implementación de los transistores BJT
- Conocer la utilidad de los transistores BJT en Mecatrónica
- Realizar el montaje del circuito y verificar su correcto funcionamiento

2. MATERIAL PARA LA PRACTICA:

- Transistores BJT 2N3904
- Fuente Variable Digital "VOLT" 0 a 30 VDC,3 A
- Osciloscopio Análogo "MINIPA" 10 MHz.
- Generador de Señales "MINIPA" 2 MHz
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600
- Protoboard 4 filas "WISH"
- Cables de Conexión
- Resistencias varias (entre 100 Ω y 10 k Ω)
- Condensadores varios (entre 22pF y 1 μ F)

3. TEORÍA

3.1 INTRODUCCIÓN: Un transistor es un elemento o dispositivo electrónico semiconductor que tiene como funciones amplificar, oscilar, conmutar o rectificar una señal eléctrica. El término “transistor” es una contracción de *transfer resistor* o resistencia de transferencia. Fue inventado en 1947 por los Laboratorios Bell, con la finalidad de sustituir al tríodo o válvula termoiónica de tres electrodos. El transistor está formado por un sustrato generalmente de silicio y 3 elementos “dopados” o modificados de manera artificial que forman 2 uniones bipolares. El primer elemento es el emisor que envía portadores, el segundo es el colector que recibe portadores y el tercero es la base que regula el paso de dichos portadores. El transistor se diferencia de una válvula en que el transistor es controlado por corriente y de él se obtiene corriente amplificada. Son considerados elementos activos, a diferencia de los condensadores, resistencias e inductores.

3.2 PRINCIPIO DE FUNCIONAMIENTO: La corriente que circula por el colector es una función amplificada de la que recibe el emisor, pero el transistor solo regula la corriente que circula en él, si la base es alimentada por una fuente de corriente continua que permite la circulación de dicha corriente hacia el colector, dependiendo el tipo de circuito a utilizar.

3.3 GANANCIAS DE CORRIENTE EN EL TRANSISTOR:

3.3.1 GANANCIAS DE CORRIENTE DE BASE COMÚN: Se representa como alfa (α) del transistor y se define como la ganancia de corriente desde emisor a colector en la región activa directa y generalmente tiene un valor cercano a la unidad. Esta ganancia se determina como $\alpha = I_{Cn}/I_E$

3.3.2 GANANCIAS DE CORRIENTE DE EMISOR COMÚN: Está representada como beta (β) del transistor y se define como la tasa de corriente continua de colector a la corriente continua de base en la región activa directa y generalmente es mayor a 100. Esta ganancia está determinada por la relación $\beta = \alpha/(1 - \alpha)$

3.4 TRANSISTORES BJT: “Bipolar Joint Transistor”, o Transistor de unión bipolar consiste en un dispositivo de estado sólido basado en 2 uniones PN. Dichas uniones PN o NP se basan en 2 elementos, uno cargado con elementos donantes de electrones (cargas negativas), denominado elemento N; y otro cargado con elementos receptores de electrones (cargas positivas), llamado elemento P. La unión de elementos PN o NP da como resultado transistores PNP o NPN, en las cuales la letra intermedia corresponde a la característica de la base y las otras 2 a las del emisor y del colector. Generalmente, el emisor y el colector poseen elementos distintos, y el emisor posee una mayor concentración de elementos donantes que el colector.

3.5 TIPOS DE TRANSISTORES BJT:

3.5.1 TRANSISTORES NPN: Es uno de los 2 tipos de transistores bipolares, en el cual N y P se refieren a los portadores de carga dentro de las regiones del transistor. La gran mayoría de los transistores usados hoy en día son NPN debido a que la movilidad de los electrones entre los elementos semiconductores es mayor, permitiendo mayores corrientes y velocidades de operación. Consisten en una capa de material P (base) entre 2 capas de material N (colector-emisor), la corriente que ingresa a la base en configuración emisor-común, se amplifica a la salida del colector. La flecha en el símbolo del transistor NPN indica el sentido de la corriente cuando el transistor funciona en modo activo.

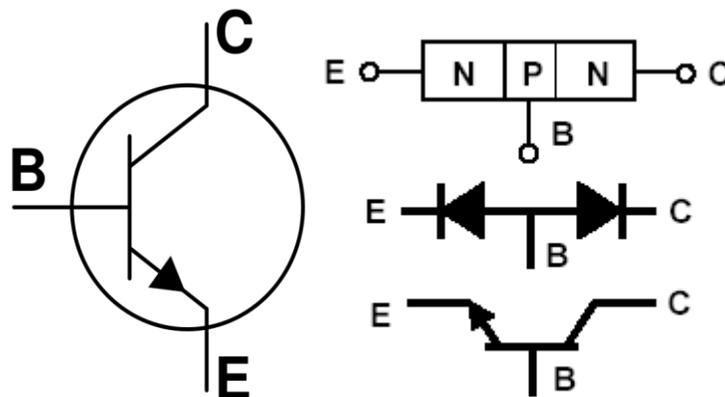


FIGURA 1: Transistor NPN

3.5.2 TRANSISTORES PNP: Es uno de los 2 tipos de transistores bipolares, en el cual N y P se refieren a los portadores de carga dentro de las regiones del transistor. Son pocos los transistores PNP usados hoy en día,

debido a que los NPN tienen mejor desempeño en la mayoría de las aplicaciones. Consisten en una capa de material N (base) entre 2 capas de material P (colector-emisor), la corriente que ingresa a la base en configuración emisor-común, se amplifica a la salida del colector.

La flecha en el símbolo del transistor PNP indica el sentido de la corriente cuando el transistor funciona en modo activo.

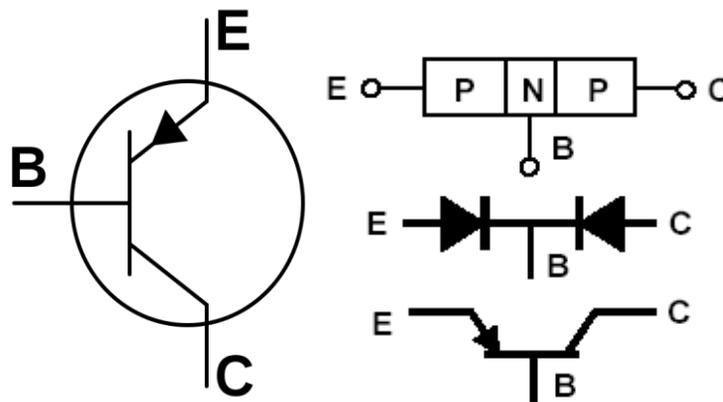


FIGURA 2: Transistor PNP

4. MÉTODO EXPERIMENTAL:

4.1 Montar el circuito en el protoboard acorde a lo indicado por el profesor.

4.2 Conectar la fuente de alimentación al protoboard y verificar el funcionamiento del circuito.

4.3 Conectar un Transistor BJT NPN al circuito en la ranura dispuesta para tal función.

APENDICES – PRÁCTICA #4 TRANSISTORES

4.4 Verificar el funcionamiento del circuito y medir los parámetros requeridos por el profesor.

4.5 Variar los valores de los parámetros a verificar en la práctica, establecidos previamente por el profesor.

4.6 Repetir los pasos del 1 al 5, de acuerdo con el número de repeticiones deseadas por el profesor.

4.7 Reemplazar el Transistor BJT NPN por un Transistor BJT PNP, y repetir los pasos del 1 al 6.

5. ACTIVIDADES

Para cada caso, representar las gráficas I_c vs V_c ; I_b vs V_b e I_e vs V_e , en papel milimetrado

Para cada caso, representar las gráficas I_c vs V_c ; I_b vs V_b e I_e vs V_e , en papel logarítmico, y hallar los valores de las ganancias de cada transistor

Establecer comparaciones a las gráficas realizadas en el laboratorio con las especificadas por el fabricante y hacer un análisis crítico de los resultados

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #5

ENCENDER Y APAGAR LEDS

OBJETIVO DE LA PRACTICA

1. OBJETIVO GENERAL:

Encender y apagar LEDS por medio de un microchip PIC16F84A.

1.1 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

1.1.1 Definir puertos del microchip como entradas.

1.1.2 Definir puertos del microchip como salidas.

1.1.3 Encender y apagar LEDS.

1.1.4 Analizar los resultados experimentales.

1.1.5 Formar una capacidad de análisis critica, para interpretar de una manera optima los resultados obtenidos, de una forma lógica como analítica.

2. MATERIAL PARA LA PRÁCTICA

- Microchip PIC 16F84A-04P
- Fuente Variable Digital “VOLT” 0 a 30 VDC,3 A
- LEDS 5 mm Rojo, Verde y Amarillo
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600
- Protoboard 4 filas “WISH”
- Cables de Conexión

- Resistencias varias (entre 100 Ω y 10 k Ω)
- Condensadores varios (entre 22pF y 1 μ F)
- **TEORÍA:**

DIODO LED

El diodo LED es un dispositivo que permite comprobar el funcionamiento de los circuitos de forma cómoda mediante la emisión de luz. Es económico y fácil de conectar a la salida de un microcontrolador. Se polariza en directo con una tensión en extremos entre 1,2 y 2,2 V, dependiendo del modelo del LED y solo requieren de 5 a 30mA para su encendido.

EL PIC16F84 es capaz de encender directamente los diodos LED de dos maneras distintas:

- Conectando el cátodo del diodo a la salida del microcontrolador y el ánodo al positivo de la alimentación a través de una resistencia limitadora. En este caso el LED se ilumina con un nivel bajo de salida 0V.
- Conectando el ánodo del diodo a la salida del microcontrolador a través de una resistencia limitadora y el cátodo a tierra. En este caso, el LED se ilumina con un nivel alto de salida (5V).

La resistencia limita el valor de la corriente a un valor adecuado para iluminar el LED. Debe tener un valor comprendido entre 220 y 330 Ω . En la mayoría de las aplicaciones, se elige 330 Ω para limitar la corriente a unos 10mA y proporcionar una luminosidad suficiente. Si se necesita la emisión de la luz, se reduce la corriente a 220mA.

ACTIVIDADES

Realice un programa en código ensamblador para el microcontrolador PIC1684a que encienda los Led's de forma secuencial o como se lo indique el profesor.

Coloque el Microcontrolador en el protoboard y coloque los led's de tal forma que cada ánodo coincida con una de las salidas del micro y el cátodo en un común el cual lo conecta a tierra.

Energice el protoboard de la manera sugerida por el profesor, observe el funcionamiento.

CÓDIGO FUENTE ENCENDIDOLED.SASM

Declaración de Variables

STATUS equ 03h

PORTA equ 05h

PORTB equ 06h

TRISA equ 85h

TRISB equ 86h

CUENTA equ 0Ch

PDeI0 equ 0Dh

PDeI1 equ 0Eh

PDeI2 equ 0Fh

Declaración de entradas y salidas.

BSF STATUS,5

APENDICES – PRÁCTICA #5 LEDS

MOVLW 03h

MOVWF TRISA

MOVLW 00h

MOVWF TRISB

BCF STATUS,5

BCF PORTA,0

BCF PORTA,1

Cuerpo del programa

START

Vuelta

DECFSZ CUENTA,1

BTFSS PORTA,0

GOTO Vuelta

MOVLW 0xff

MOVWF PORTB

BTFSS PORTA,1

Call Retraso

call Retraso

MOVLW 0x00

MOVWF PORTB

APENDICES – PRÁCTICA #5 LEDS

BTFSS PORTA,1

call Retraso

call Retraso

GOTO START

Subrutina de retardo, con demora de 1 segundo para colocar entre instrucciones

Retraso movlw 0Eh

movwf PDeI0

PLoop0 movlw 48h

movwf PDeI1

PLoop1 movlw F7h

movwf PDeI2

PLoop2 clrwdt

decfsz PDeI2, 1

goto PLoop2

decfsz PDeI1, 1

goto PLoop1

decfsz PDeI0, 1

goto PLoop0

PDeI1 goto PDeI2

PDeI2 clrwdt

return

END

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #7 DISPLAY 7 SEGMENTOS

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un sistema basado en la utilización de un display 7 segmentos manejado por un microcontrolador basado en aplicaciones de Mecatrónica.

1.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS:

Conocer el funcionamiento de los Display 7 segmentos.

Diseñar el circuito para la implementación del sistema PIC-Display 7 segmentos.

Conocer la utilidad de los display 7 segmentos en aplicaciones de Mecatrónica.

Realizar la escritura del código de programación y la correspondiente programación del microcontrolador

Realizar el montaje del circuito y verificar su correcto funcionamiento.

2 MATERIAL PARA LA PRACTICA:

- Microchip PIC 16F84A-04P
- Fuente Variable Digital “VOLT” 0 a 30 VDC,3 A
- Display 7 segmentos Cátodo Común HDSP 5621 Doble Dígito
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600

- Protoboard 4 filas “WISH”
- Cables de Conexión
- Resistencias varias (entre 100 Ω y 10 k Ω)
- Condensadores varios (entre 22pF y 1 μ F)

3 TEORÍA:

3.1 INTRODUCCIÓN: La aparición del display 7 segmentos es producto de la necesidad de implementar instrumentos que permitan la visualización y adquisición de información, o como parte de sistemas de monitoreo, control y notificación, tanto en aplicaciones residenciales y comerciales, así como en aplicaciones industriales. El principio de funcionamiento de un display 7 segmentos se basa en el encendido y/o apagado de LEDs que responden a señales emitidas por un mecanismo de control, que en el caso de nuestro laboratorio, se trata de un microcontrolador que envía señales eléctricas en forma de ceros (0) o unos (1) lógicos, que se traducen en encender-apagar LEDs, de acuerdo con su principio de funcionamiento.

3.2 ARQUITECTURA DE UN DISPLAY 7 SEGMENTOS: De acuerdo con su principio de funcionamiento, se pueden dividir en 2 grupos:

3.2.1 Display de cátodo común: Se denominan así debido a que en su estructura interna, todos los LEDs tienen en común la conexión a la fuente de alimentación, es decir, comparten la misma entrada de tensión.

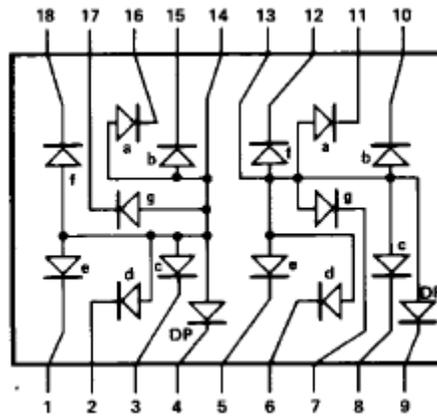


FIGURA 1: Display de Cátodo Común

3.2.2 Display de ánodo común: Denominados así debido a que todos los LEDs tienen la misma conexión a tierra, es decir, comparten la misma salida de tensión.

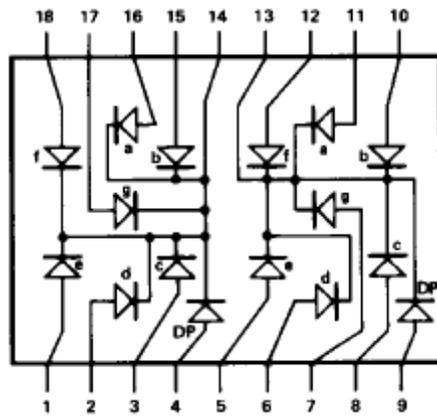


FIGURA 2: Display de Ánodo Común

4. MÉTODO EXPERIMENTAL

4.1 Montar el circuito en el protoboard acorde a lo indicado por el profesor

4.2 Programar el microcontrolador PIC 16f84a con el programa entregado por el profesor, previamente realizado

4.3 Colocar el microcontrolador previamente programado en el protoboard, en la ranura dispuesta para tal función

4.4 Encender la fuente de alimentación y seleccionar la tensión de alimentación en 5V DC

4.5 Conectar la fuente de alimentación al protoboard y verificar el funcionamiento del circuito

4.6 Repetir los pasos del 1 al 5, de acuerdo al número de proyectos a realizar con el Display 7 segmentos

5. ACTIVIDADES

Indicar cuál es el principio de utilización del Display 7 segmentos, y realizar el programa siguiendo las especificaciones dadas por el profesor en clase.

6. CÓDIGO FUENTE Display.asm

Declaración de variables

STATUS equ 03h

PORTA equ 05h

PORTB equ 06h

TRISA equ 85h

TRISB equ 86h

CUENTA equ 0Ch

PDeI0 equ 0Dh

PDeI1 equ 0Eh

PDeI2 equ 0Fh

Declaración de entradas y salidas

BSF STATUS,5

MOVLW 01h

MOVWF TRISA

MOVLW 00h

MOVWF TRISB

BCF STATUS,5

BCF PORTA,0

BCF PORTA,1

Inicio del programa

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

START

Vuelta

DECFSZ CUENTA,1

BTFSC PORTA,0

GOTO Vuelta

MOVLW 84h

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW b'10111110'

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW b'11001000'

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW 98h

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

MOVLW b'10110010'

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW 91h

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW 81h

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW b'10111100'

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

MOVLW 80h

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

MOVLW b'10110000'

MOVWF PORTB

BTFSC PORTA,0

Call Retraso

Call Retraso

Goto Vuelta

Subrutina de retraso, para una demora de 1 segundo entre instrucciones

Retraso movlw 0Eh

 movwf PDeI0

PLoop0 movlw 48h

 movwf PDeI1

PLoop1 movlw F7h

 movwf PDeI2

PLoop2 clrwdt

 decfsz PDeI2, 1

 goto PLoop2

 decfsz PDeI1, 1

 goto PLoop1

 decfsz PDeI0, 1

 goto PLoop0

PDeIL1 goto PDeIL2

PDeIL2 clrwdt

 return

END

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #7 MOTORES PASA A PASO

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

OBJETIVO GENERAL:

Observar el funcionamiento de un microcontrolador como sistema de control para el encendido de un motor paso a paso.

OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer el modo de funcionamiento de los motores paso a paso.
- Utilizar un microcontrolador como sistema de control para un motor paso a paso.
- Variar la velocidad de giro del motor paso a paso mediante el uso de un micro.
- Conocer la utilidad de los microcontroladores para el control de motores paso a paso.

2-MATERIAL PARA LA PRACTICA:

- Motor paso a paso
- Microchip PIC 16F84A-04P
- Fuente Variable Digital “VOLT” 0 a 30 VDC,3 A
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600
- Protoboard 4 filas “WISH”
- Cables de Conexión

3-TEORIA.

3.1 MOTOR PASO A PASO (MOTOR PAP): es un dispositivo electromecánico que convierte impulsos eléctricos en un movimiento rotacional constante y finito dependiendo de las características propias del motor.



FIGURA 1: MOTOR PASO A PASO

Los motores paso a paso o PAP son muy utilizados en los dispositivos controlados por sistemas digitales, por ejemplo los mecanismos que arrastran el papel de una impresora, los que mueven el brazo de un robot o los que hacen girar la disquetera de un ordenador dependen de motores PAP para su funcionamiento; se observa en estas situaciones que se requiere de un control preciso de la trayectoria a seguir por el eje del motor.

Los motores PAP proporcionan una considerable ventaja sobre los motores de corriente continua o DC. El eje de un motor PAP gira a intervalos regulares en lugar de hacerlo continuamente, como ocurre con los motores de corriente continua. Bajo el control de un microcontrolador, los motores PAP pueden ser usados para posicionamientos precisos dentro de una amplia gama de aplicaciones, incluyendo robótica, automatización de procesos y control de posicionamiento. La velocidad de un motor de DC viene expresada en revoluciones por minuto (rpm) y es función de la tensión aplicada, la corriente y

la carga mecánica de mismo, es por ello que un posicionamiento preciso de un motor DC no es posible por medios sencillos.

EN contraste un motor PAP gira en función de una secuencia de pulsos aplicados a sus devanados. El eje del motor gira un determinado ángulo por cada impulso de entrada. Cada pulso provoca la rotación del rotor del motor en un incremento de ángulo preciso, denominado paso. El resultado de este movimiento, fijo repetible, es un posicionamiento preciso y fiable. Los incrementos de pasos de la rotación del rotor se traducen en un alto grado de control de posicionamiento.

Los incrementos de rotación o pasos se miden en grados y el parámetro fundamental de un motor PAP. También se puede expresar en números de pasos por revolución de 360 grados. Un motor paso a paso puede girar un número exacto de grados en ambos sentidos. El principal problema que presentan los motores PAP es su limitada potencia. Sin embargo este problema está siendo resuelto por los nuevos diseños, son los que se han logrado potencias superiores a 1 CV.

Los motores PAP pueden ser de dos tipos, según se muestra en la siguiente imagen:

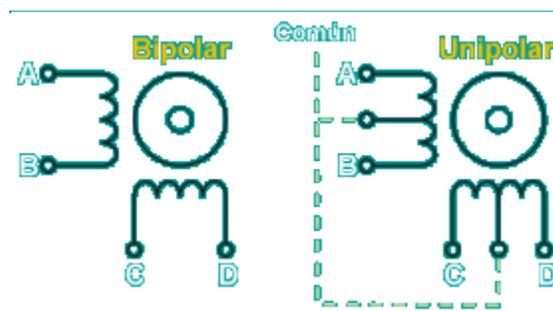


FIGURA 2: TIPOS DE MOTORES PASO A PASO

Este tipo de motor lleva dos bobinados independientes el uno del otro, para controlar este motor se necesita invertir la polaridad de cada una de las bobinas en la secuencia adecuada, para esto necesitaremos usar un puente en "H" o driver tipo L293b para cada bobina y de este modo tendremos una tabla de secuencias como la siguiente:

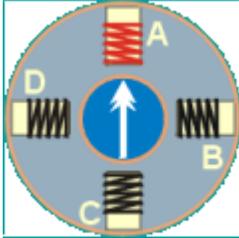
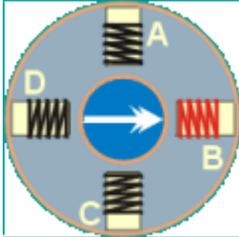
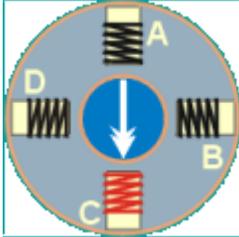
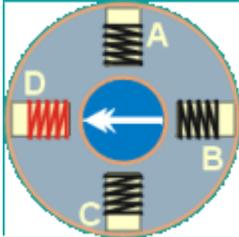
TABLA 1: SECUENCIA DE ACTIVACION DE LAS BOBINAS DE UN MOTOR PASO A PASO

Paso	A	B	C	D
1	+Vcc	Gnd	+Vcc	Gnd
2	+Vcc	Gnd	Gnd	+Vcc
3	Gnd	+Vcc	Gnd	+Vcc
4	Gnd	+Vcc	+Vcc	Gnd

Cada inversión en la polaridad provoca el movimiento del eje, avanzando este un paso, la dirección de giro se corresponde con la dirección de la secuencia de pasos, por ejemplo para avanzar el sentido horario la secuencia seria 1-2-3-4,1-2-3-4.... y para sentido anti-horario seria; 4-3-2-1,-4-3-2-1...

El motor unipolar normalmente dispone de 5 o 6 cables dependiendo si el común esta unido internamente o no, para controlar este tipo de motores existen tres métodos con sus correspondientes secuencias de encendido de bobinas, el común irá conectado a +Vcc o masa según el circuito de control usado y luego tan solo tendremos que alimentar la bobina correcta para que avance o retroceda el motor según avancemos o retrocedamos en la secuencia.

Las secuencias son las siguientes:

	Paso	A	B	C	D	
<u>Paso simple:</u>	1	1	0	0	0	
	2	0	1	0	0	
	3	0	0	1	0	
	4	0	0	0	1	

Esta secuencia de pasos es la mas simple de todas y consiste en activar cada bobina una a una y por separado, con esta secuencia de encendido de bobinas no se obtiene mucha fuerza ya que solo es una bobina cada vez la que arrastra y sujeta el rotor del eje del motor

FIGURA 3: SECUENCIA DE GIRO DE UN MOTOR PAP A PASO SIMPLE

Paso doble:

Con el paso doble activamos las bobinas de dos en dos con lo que hacemos un campo magnético más potente que atraerá con más fuerza y retendrá el rotor del motor en el sitio. Los pasos también serán algo más bruscos debido a que la acción del campo magnético es más poderosa que en la secuencia anterior.

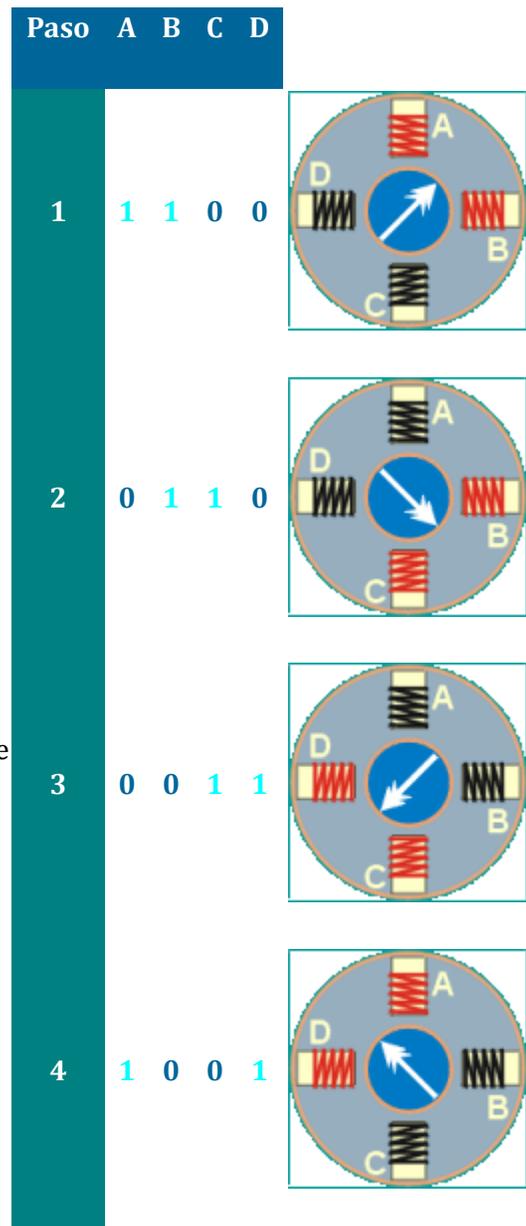
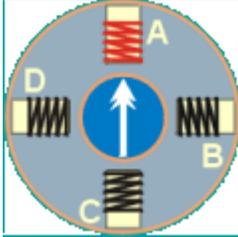
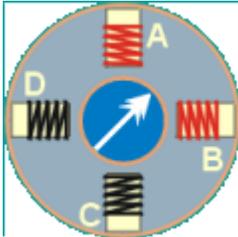
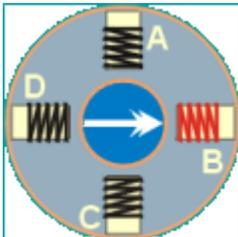
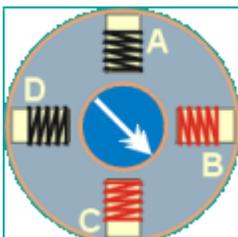


FIGURA 4: SECUENCIA DE GIRO DE UN MOTOR PAP A PASO DOBLE

Medio Paso:

Combinando los dos tipos de secuencias anteriores podemos hacer moverse al motor en pasos más pequeños y precisos y así pues tenemos el doble de pasos de movimiento para el recorrido total de 360° del motor.

Paso	A	B	C	D	
1	1	0	0	0	
2	1	1	0	0	
3	0	1	0	0	
4	0	1	1	0	

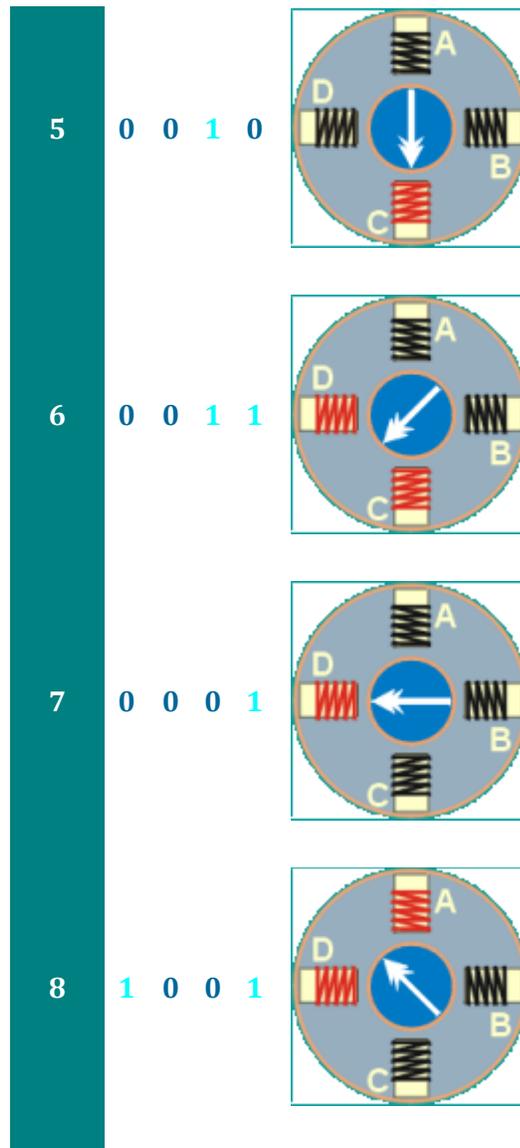


FIGURA 5 : SECUENCIA DE GIRO DE UN MOTOR PAP A MEDIO PASO

4. ACTIVIDADES

Mediante el uso de un microcontrolador encienda un motor paso a paso, a una velocidad previamente determinada.

5. CÓDIGO FUENTE motorpap.asm:

STATUS equ 03h

PORTA equ 05h

PORTB equ 06h

TRISA equ 85h

TRISB equ 86h

bsf STATUS,5 ; entra al modo de configuracion

movlw b'00011111'

movwf TRISA ; configura las entradas RA0 RA1 RA2 RA3 RA4

movlw b'00000000'

movwf TRISB ; configura las salidas RB0 RB1 RB2 RB3 RB4 RB5 RB6 RB7

bcf STATUS,5 ; sale del modo de configuracion

start

call boton1

btfs PORTA,1

goto a

goto h

a

movlw b'00000011'

movwf PORTB

call boton1

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto i

goto h

h

movlw b'00000010'

movwf PORTB

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto a

goto g

i

movlw b'00000001'

movwf PORTB

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

btfs PORTA,1

goto c

goto a

c

movlw b'00001001'

movwf PORTB

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto d

goto i

d

movlw b'00001000'

movwf PORTB

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto e

goto c

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

e

movlw b'00001100'

movwf PORTB

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto f

goto d

f

movlw b'00000100'

movwf PORTB

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto g

goto e

g

movlw b'00000110'

movwf PORTB

APENDICES – PRÁCTICA #7 MOTOR PASO A PASO

call boton1

btfs PORTA,2

call delay

call delay

btfs PORTA,1

goto h

goto f

boton1

btfs PORTA,0

goto boton1

return

delay ; aprox 2 seg sin el boton pisado, 1seg con el boton pisado

loop1

decfsz 0Ch,1

goto loop1

decfsz 0Dh,1

goto loop1

return

end

APÉNDICES

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #8 CIRCUITOS DE POTENCIA

OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1. OBJETIVO GENERAL:

Observar el funcionamiento de un microcontrolador como sistema de control para el encendido de un motor de corriente alterna.

2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:

- Conocer el funcionamiento de los microcontroladores como sistema de control de potencia.
- Practicar el montaje de un circuito de potencia con el uso de un microcontrolador.
- Conocer la utilidad de los Triac y tiristores así como su aplicación en los circuitos de potencia.

3. MATERIAL PARA LA PRACTICA:

- Cables de conexión.
- Relé LR 26550
- Optocouplers TLP 3041.
- Motor de corriente alterna.
- Microchip PIC 16F84A-04P

- Fuente Variable Digital "VOLT" 0 a 30 VDC,3 A
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600

- Protoboard 4 filas "WISH"

4.TEORIA

4.1 INTRODUCCION:

Existen un gran número de elementos como motores, resistencias eléctricas, bombillos, etc., que manejan cantidades de corriente superiores a 25mA que es capaz de manejar un micro controlador, para ello se utiliza el montaje de los conocidos circuitos de potencia, que permiten mediante el uso de microcontroladores encender motores de corriente eléctrica, resistencias y otros de forma sencilla.

Es importante advertir al estudiante que en esta práctica se trabajara con voltajes de la red eléctrica local, alrededor de 110V, por lo tanto se debe tener especial cuidado y revisar bien el montaje para evitar accidentes y daños.

Los circuitos mas utilizados donde el PIC16F84a controla una carga alimentada de la red eléctrica 110V, se explican brevemente a continuación:

4.2 CONTROL CON RELÈ:

El **Relé** es un interruptor operado magnéticamente. Este se activa o desactiva (dependiendo de la conexión) cuando el electroimán (que forma parte del Relé) es energizado. La utilización de un relé es una de las formas más sencillas de gobernar dispositivos a partir de una salida del puerto, como se muestra a continuación con un par de transistores Darlington son necesarios para controlar el relé.

El **transistor** es un dispositivo electrónico semiconductor que cumple funciones de amplificador, oscilador, conmutador o rectificador. Actualmente

se los encuentra prácticamente en todos los enseres domésticos de uso diario: radios, televisores, grabadoras, reproductores de audio y vídeo, hornos de microondas, lavadoras, automóviles, equipos de refrigeración, alarmas, relojes de cuarzo, computadoras, calculadoras, impresoras, lámparas fluorescentes, equipos de rayos X, tomógrafos, ecógrafos, reproductores mp3, celulares, etc.. El **transistor Darlington** es un tipo especial de **transistor** que tiene una alta ganancia de corriente. Está compuesto internamente por dos transistores bipolares que se conectan en cascada.

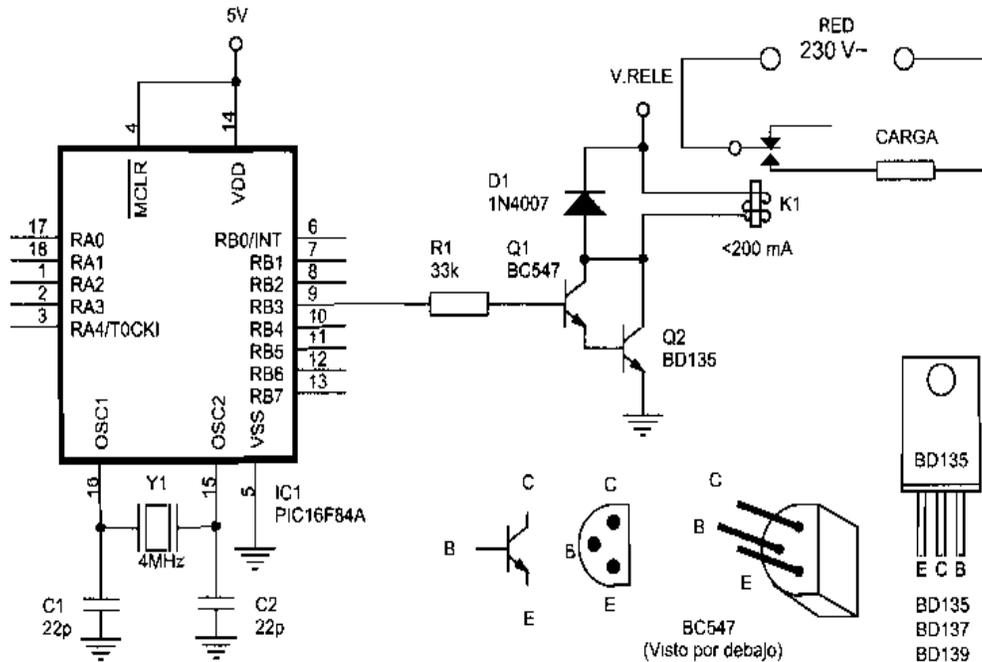


FIGURA 1: CONTROL DE POTENCIA MEDIANTE RELÉ

El **diodo** es un dispositivo semiconductor que permite el paso de la corriente eléctrica en una única dirección con características similares a un interruptor. De forma simplificada, la curva característica de un diodo (I-V) consta de dos

regiones: por debajo de cierta diferencia de potencial, se comporta como un circuito abierto (no conduce), y por encima de ella como un cortocircuito con muy pequeña resistencia eléctrica.

Es indispensable conectar un diodo en paralelo con la bobina del relé, tal como se observo en la figura anterior, como protección a los picos de fuerza electromotriz producidos por la carga inductiva de la bobina en el momento de la conmutación.

4.3 CONTROL CON RELÉ MINIATURA EN CAPSULA DIL:

Para cargas de hasta 10W es mejor utilizar relés de laminas encapsuladas en DIL que necesitan una menor intensidad de activación, aunque sus contactos no permiten activar cargas grandes. Normalmente estos relés llevan incorporados dentro de la capsula el diodo de protección, como se puede apreciar en la figura, para los modelos que no lo llevan incorporado es necesario conectarlo al circuito en paralelo a la bobina del relé. El utilizado en ésta práctica es el LR 26550. A continuación se muestra el circuito:

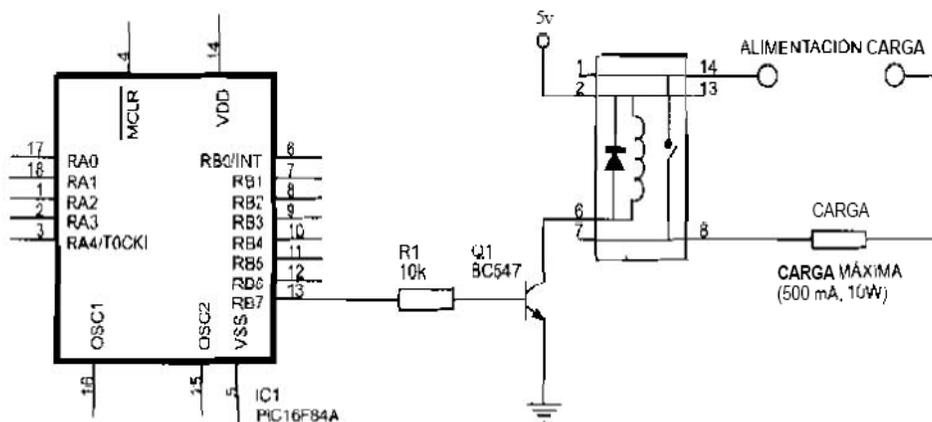


FIGURA 2: CONTROL DE POTENCIA MEDIANTE RELÉ DE CAPSULA DIL

4.4 CONTROL DE POTENCIA CON TRIAC:

A continuación se muestra un circuito típico de control de potencia con triac, donde la carga es conmutada mediante el triac Q1 (TIC226S), cuyo funcionamiento es similar al de un interruptor pero controlado por la corriente que circula por su entrada G. A su vez, esta entrada es controlada por el fototriac modelos MOC 3041 o TLP 3041. Este circuito puede controlar cargas con potencias entre 10 y 1500 W o aun mayores si se varia el triac.

Cuando el fototriac del MOC3041 entra en conducción drena la corriente suficiente a través del terminal de gobierno Q1 como para conseguir que éste entre en conducción. La Resistencia R2 de 360Ω limita la corriente que pasa por el fototriac para evitar que supere su valor máximo de 100mA.

El triac TIC226S utilizado en esta práctica permite manejar tensiones de hasta 700 V y corrientes de hasta 8A rms.

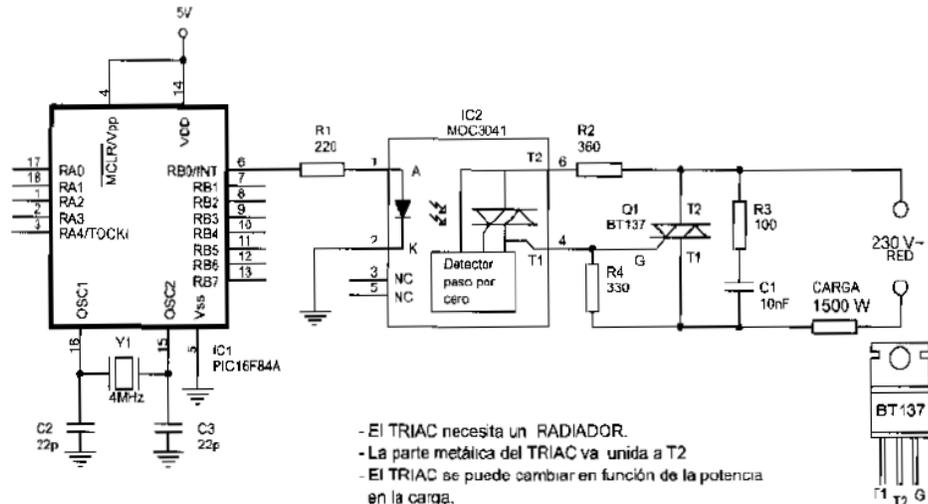


FIGURA 3. CONTROL DE POTENCIA MEDIANTE TRIAC

APÉNDICES

7. **METODO EXPERIMENTAL**

- 5.1. Montar el circuito de la figura 2.
- 5.2. Conectar el motor eléctrico como la carga.
- 5.3. Pedir al profesor verifique las conexiones.
- 5.4. Conectar a la red eléctrica.

8. **ACTIVIDADES**

Debe realizar un programa que en base a una entrada (pulsador) encienda el motor eléctrico, siguiendo las especificaciones del profesor.

9. Código Fuente circuito Inversor.asm

Declaración de variables

STATUS equ 03h

PORTA equ 05h

PORTB equ 06h

TRISA equ 85h

TRISB equ 86h

CUENTA equ 0Ch

CUENTA1 equ 0Dh

CUENTA2 equ 0Eh

CUENTA3 equ 0Fh

Declaración de entradas y salidas

BSF STATUS,5

APÉNDICES

MOVLW 01h

MOVWF TRISA

MOVLW 00h

MOVWF TRISB

BCF STATUS,5

BCF PORTA,0

Inicio del programa

START

VUELTA

DECFSZ CUENTA,1

BTFSS PORTA,0

GOTO VUELTA

MOVLW 42h

MOVWF PORTB

CALL RETRASO

MOVLW 00h

MOVWF PORTB

CALL RETRASO

MOVLW 18h

MOVWF PORTB

CALL RETRASO

MOVLW 00h

MOVWF PORTB

APÉNDICES

CALL RETRASO

GOTO VUELTA

Subrutina de retardo, para demora de cinco (5) segundos entre instrucciones

RETRASO

movlw A5h

movwf CUENTA1

VUELTA1

movlw 29h

movwf CUENTA2

VUELTA2

movlw 93h

movwf CUENTA3

VUELTA3

clrwdt

clrwdt

decfsz CUENTA3, 1

goto VUELTA3

decfsz CUENTA2, 1

goto VUELTA2

decfsz CUENTA1, 1

goto VUELTA1

return

END

APÉNDICES

UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

FACULTAD DE INGENIERIA

ESCUELA DE MECANICA

DEPARTAMENTO DE AUTOMATICA

LABORATORIO DE MECATRONICA

PRACTICA #9

SERVOMOTORES

APÉNDICES

1. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

1.1 OBJETIVO GENERAL:

Diseñar un sistema basado en la utilización de un servomotor manejado por un microcontrolador basado en aplicaciones de Mecatrónica.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Conocer el principio de funcionamiento de los servomotores.

Diseñar el circuito para la implementación del sistema PIC-Servomotor

Conocer la utilidad de los servomotores en aplicaciones de Mecatrónica.

Realizar la escritura del código de programación y la correspondiente programación del microcontrolador

Realizar el montaje del circuito y verificar su correcto funcionamiento.

2. MATERIAL PARA LA PRÁCTICA

- Servomotor
- Microchip PIC 16F84A-04P
- Fuente Variable Digital "VOLT" 0 a 30 VDC,3 A
- Multímetro Digital MINIPA ET 1600

APÉNDICES

- Protoboard 4 filas “WISH”
- Cables de Conexión

3. TEORÍA

3.1 **INTRODUCCIÓN:** Un servomotor es un dispositivo actuador que tiene la capacidad de ubicarse en cualquier posición dentro de su rango de operación, y de mantenerse estable en dicha posición. Está conformado por un motor de corriente continua, una caja reductora y un circuito de control.

3.2 **ESTRUCTURA INTERNA Y FUNCIONAMIENTO:** El componente principal de un servo es un motor de corriente continua, que realiza la función de actuador en el dispositivo: al aplicarse un voltaje entre sus dos terminales, el motor gira en un sentido a alta velocidad, pero produciendo un bajo par. Para aumentar el par del motor, se utiliza una caja reductora, que transforma gran parte de la velocidad de giro en torsión.

La modulación por anchura de pulso, PWM (*Pulse Width Modulation*), es una de los sistemas más empleados para el control de servos. Este sistema consiste en generar una onda cuadrada en la que se varía el tiempo que el pulso está a nivel alto, manteniendo el mismo período (normalmente), con el objetivo de modificar la posición del servo según se desee.

APÉNDICES

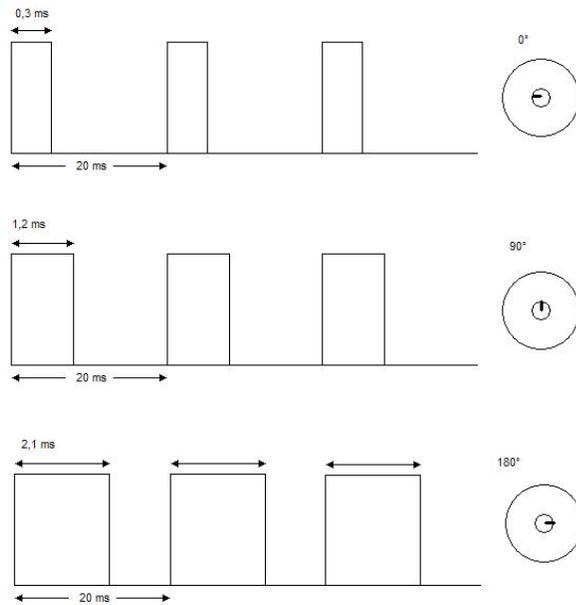


FIGURA 1: MODULACIÓN DE ANCHO DE PULSO PARA EL CONTROL DE UN SERVOMOTOR

El sistema de control de un servo se limita a indicar en que posición se debe situar. Esto se lleva a cabo mediante una serie de pulsos tal que la duración del pulso indica el ángulo de giro del motor.

Cada servo tiene sus márgenes de operación, que se corresponden con el ancho del pulso máximo y mínimo que el servo entiende. Los valores mínimos y máximos emitidos por el sistema de control son análogos a las posiciones de 0° y 180° respectivamente, mientras que valores intermedios corresponden a los ángulos comprendidos entre estos. Sin embargo, pueden conseguirse ángulos superiores a 180° emitiendo señales con un ancho de banda superior al máximo permitido. De ocurrir esto, el servomotor emitirá un zumbido indicando que se han excedido los límites establecidos.

APÉNDICES



FIGURA 2: MODULACIÓN DE ANCHO DE PULSO DE UN
SERVOMOTOR PARA TODO SU RANGO DE FUNCIONAMIENTO

Para bloquear el servomotor en una posición, es necesario enviarle continuamente una señal con la posición deseada. De esta forma el servo conservará su posición y se resistirá a fuerzas externas que intenten cambiarlo de posición. Si los pulsos no se envían, el servomotor queda liberado, y cualquier fuerza externa puede cambiarlo de posición fácilmente.

4. MÉTODO EXPERIMENTAL

4.1 Montar el circuito en el protoboard acorde a lo indicado por el profesor.

4.2 Programar el microcontrolador PIC 16f84a con el programa entregado por el profesor, previamente realizado.

4.3 Colocar el microcontrolador previamente programado en el protoboard, en la ranura dispuesta para tal función.

4.4 Encender la fuente de alimentación y seleccionar la tensión de alimentación en 5V DC.

4.5 Conectar la fuente de alimentación al protoboard y verificar el funcionamiento del circuito.

APÉNDICES

4.6 Repetir los pasos del 1 al 5, de acuerdo al número de proyectos a realizar con el servomotor.

5. ACTIVIDADES

Realizar proyectos en los cuales se verifique la utilidad de los servomotores, especificados previamente por el profesor, y realizar el programa siguiendo las especificaciones dadas por el profesor en clase.

- Código fuente Servomotor.asm

Declaración de variables

STATUS equ 03h

PORTA equ 05h

PORTB equ 06h

TRISA equ 85h

TRISB equ 86h

CUENTA equ 0Ch

CUENTA2 equ d'4'

CUENTA3 equ d'7'

CUENTA4 equ d'75'

CUENTACERO equ d'78'

CUENTANOVENTA equ d'73'

CUENTACIENTOOCHEENTA equ d'70'

APÉNDICES

Declaración de entradas y salidas

bsf STATUS,5

movlw 1Fh

movwf TRISA

movlw 00h

movwf TRISB

bcf STATUS,5

Subrutina de posición cero grados (0°)

rutinacero

loop1

movlw 01h

movwf PORTB

decfsz CUENTA4,1

goto loop1

movlw 00h

movwf PORTB

loop2

decfsz CUENTA,1

goto loop2

decfsz CUENTACERO,1

goto loop2

goto loop1

return

APÉNDICES

Subrutina de posición noventa grados (90°)

```
rutinanoventa  
loop3  
movlw 01h  
movwf PORTB  
decfsz CUENTA4,1  
goto loop3  
decfsz CUENTA2,1  
goto loop3  
movlw 00h  
movwf PORTB  
loop4  
decfsz CUENTA,1  
goto loop4  
decfsz CUENTANOVENTA,1  
goto loop4  
goto loop3  
return
```

Subrutina de posición ciento ochenta grados (180°)

```
rutinacientoochenta  
loop5  
movlw 01h
```

APÉNDICES

```
movwf PORTB
decfsz CUENTA4,1
goto loop5
decfsz CUENTA3,1
goto loop5
movlw 00h
movwf PORTB
loop6
decfsz CUENTA,1
goto loop6
decfsz CUENTACIENTOOCHENTA,1
goto loop6
goto loop5
return
```

```
Inicio del programa
start
btfss PORTA,0
call rutinacero
btfss PORTA,1
call rutinanoventa
btfss PORTA,2
call rutinacientoochenta
goto start
end
```

APENDICE C DOCUMENTACIÓN

DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE MECATRÓNICA DE LA
ESCUELA DE MECANICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA

APÉNDICES



UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA
COMISIÓN DE CONTRATACIONES
FACULTAD DE INGENIERÍA

Caracas, 04 de Junio de 2.008
NRO.-UCV-FI-2008-21

Ciudadanos
P. BENAVIDES, C.A.
Telf:571.2710
Caracas.-

Por medio de la presente nos dirigimos a ustedes, en la oportunidad de invitarle a participar en el proceso Consulta de Precios, UCV-FI-2008-21, "ADQUISICIÓN DE MATERIAL ELECTRÓNICO PARA SER UTILIZADO EN EL LABORATORIO DE MECATRÓNICA DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA MECÁNICA DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA", según lo estipulado en el Artículo 73, numeral 1, del Decreto N°5929 de fecha 14-03-2008, con Rango, Valor y Fuerza de Ley de Contrataciones Públicas, el Comité de Contrataciones conformado por los Ciudadanos: Prof. Guillermo Domínguez, Prof. Luis Chacón, Lic. Aníbal Rodríguez, Prof. José Balbino León y Abog. María del Carmen Rita y Secretario el Prof. Froilan Lozada, procediendo en este acto, al respecto se establecen las condiciones e información pertinente en el Anexo "A":

Las Aclaratorias se harán a partir de la fecha de entrega de la presente invitación, el día **05 de Junio de 2008**. El Acto de Recepción de las Ofertas, será el día 12 de Mayo del año 2008, a las 03:00 p.m., en el Edificio del Decanato de la Facultad de Ingeniería, Piso 2, Coordinación de Extensión, Universidad Central de Venezuela, Los Chaguaramos, cualquier duda llamar al Número de teléfono Nro. 605.32.31, Atención: Prof. José Balbino León.

Deberán consignar dos (2) Sobres, el Sobre "A" deberá contener la documentación de la Empresa y el Sobre "B" deberá contener la Oferta Económica.

Dichos sobre deberán contener:

- La Oferta en Bolívares
- Idioma Español
- Documentación Legal de la Empresa (Acta Constitutiva, Modificaciones, RIF)
- Solvencia Laboral y NIL
- Inscripción en el Registro Nacional de Contratistas.
- Valor Agregado Nacional (VAN).

Atentamente,

COMISIÓN DE CONTRATACIONES

**FAVOR DEVOLVER
FIRMADO Y SELLADO**

PB P. Benavides, C.A.
Mayor y Detal
Teléfono: 571.03.96

**DISEÑO DE UN LABORATORIO PARA LA ASIGNATURA DE MECATRÓNICA DE LA
ESCUELA DE MECANICA DE LA UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA**

APÉNDICES

P.Benavides, C.A

RIF : J-00126894-4 NIT : 0043583640

Avilanes a Rio Rosd, Kamarata Local 4 al 7

La candelaria

Tifs : 0212- 571.03.96 /571.03.96 Fax : 572.33.21

Caracas - Venezuela

pb@pbenavides.com

Presupuesto N° 2590

Fecha : 11/02/2008

Página : 1

Vendedor : 9 RAUL SOTILLO

Cliente : U.C.V FACULTAD DE INGENIERIA ESC. DE ING MECANICA

Rif : G20000627

Dirección : CIUDAD UNIVERSITARIA LOS CHAGUARAMOS

CARACAS

ITEM CODIGO	DESCRIPCION	CANTIDAD	PVP Bs.	TOTAL
1	LEDV184005 PIC KIT STARTER KIT DEROLOPMENT TOOL -	1	1,231.82	1,231.82
2	CQ4.000 CRISTAL 4.000Mhz,HC49	40	5.66	226.40
3	OEHLMP3502 LED 5mm Verde/dif,2,4mcd,565nm,60°	15	0.36	5.40
4	OENTE3013 LED 5mm Rojo,700nm	15	0.49	7.35
5	OETLHY5201 LED 5mm Amarillo	10	0.39	3.90
6	RW14-1K 1K± 5%	40	0.06	2.40
7	CICD220/100 COND.	40	0.18	7.20
8	LEWB108 REVITAS+PROTOBOARD 4FILA,3220PTOS	4	225.00	900.00
9	IMET1800 Multmetro Dig 3 5/8, Cap, Frec, Auto Rango	4	225.74	902.96
10	INPIC18F84A04P MCU 8-bit, 1Kx14 Flash, 4Mhz, DIP18	20	22.32	446.40
11	FPGP3003 FTE VARIABLE 0-30V,3A, Dig "VOLT" b	4	1,058.71	4,234.84
12	RGKS2EMD5 RELE 5VDC DPDT 2AMP	40	9.71	388.40
13	OEHDSF5621 DISPLAY ,A.C, VERDE, 56", DUAL	7	6.04	42.28
14	IMMO1210 OSCILOSCOPIO ANALOGO 10 MHZ MINIPA	1	1,584.78	1,584.78
15	IMMFG4202 GENERADOR 2Mhz MINIPA	1	1,788.51	1,788.51
Sub- Total.....				11,772.64
Monto Gravable.....				10,872.64
I. V. A 9.00 %				978.54
TOTAL Bs.				12,751.18

Duracion de la Oferta : 30 DIAS

Forma de pago : CONTADO

Plazo de Entrega : INMEDIATO SALVO VENTA PREVIA

Observaciones

GLOSARIO

Ánodo	Es el electrodo positivo de una célula electrolítica hacia el que se dirigen los iones negativos dentro del electrolito.
Automatización:	Consiste en transferir tareas de producción, realizadas habitualmente por operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos.
Biomecánica	Es una disciplina científica que tiene por objeto el estudio de las estructuras de carácter mecánico que existen en los seres vivos, fundamentalmente del cuerpo humano
Bit	Es la unidad mínima de información empleada en informática, en cualquier dispositivo digital, o en la teoría de la información
Bobina	Es un componente pasivo de un circuito eléctrico que, debido al fenómeno de la autoinducción, almacena energía en forma de campo magnético.
Cátodo	Es el electrodo negativo de una célula electrolítica hacia el que se dirigen los iones positivos
Chip	Un circuito integrado (CI) , es una pastilla pequeña de silicio, de algunos milímetros cuadrados de área, sobre la que se fabrican circuitos eléctricos con base a dispositivos constituidos por silicio dopado y que esta protegida dentro de un encapsulado de plástico o cerámica. El encapsulado posee conductores metálicos apropiados para hacer conexión entre la pastilla y un circuito impreso.

GLOSARIO

Circuito	Es una serie de elementos eléctricos o electrónicos interconectados a través de conductores en uno o más bucles cerrados
Corriente Alterna	Corriente eléctrica en la que la magnitud y dirección varían cíclicamente
Corriente Continua	Es el flujo continuo de electrones a través de un conductor entre dos puntos de distinto potencial.
Diodo	Es un componente discreto que permite la circulación de corriente entre sus terminales en un determinado sentido, mientras que la bloquea en el sentido contrario
Domótica:	Conjunto de sistemas capaces de automatizar una vivienda o edificación. Estos servicios pueden estar integrados por medio de redes (internas y externas) de comunicación.
Electroimán	Es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente
Electrónica	Es el campo de la ingeniería y de la física aplicada relativo al diseño y aplicación de dispositivos, , cuyo funcionamiento depende del flujo de electrones para la generación, transmisión, recepción, almacenamiento de información, entre otros
Frecuencia	Es una medida para indicar el número de repeticiones de cualquier fenómeno o suceso periódico en la unidad de tiempo.
Hápticas:	Es aquello que está relacionado con el tacto, y sus sensaciones como medio de control e interacción con máquinas y ordenadores. Puede relacionarse a procesos de tecnología, comunicación y percepción a través de dicho sentido, por medio de una interfaz táctil o sensible al tacto

GLOSARIO

Imán	Es un cuerpo o dispositivo con un campo magnético significativo, de forma que tiende a alinearse con otros imanes
LEDS	Diodo emisor de luz es un dispositivo semiconductor (diodo) que emite luz
Lenguaje Ensamblador:	Es un tipo de lenguaje de bajo nivel utilizado para escribir programas informáticos, y constituye la representación más directa del código máquina específico para cada arquitectura de computadoras legible por un programador.
Mecánica	Es la rama de la física que describe el movimiento de los cuerpos, y su evolución en el tiempo, bajo la acción de fuerzas
Microcontrolador	Es un circuito integrado o chip que incluye en su interior las tres unidades funcionales de una computadora: CPU, Memoria y Unidades de E/S.
Motor	Es una máquina capaz de transformar la energía almacenada en combustibles, baterías u otras fuentes, en energía mecánica capaz de realizar un trabajo
Opto acoplador	Es un dispositivo de emisión y recepción de luz que funciona como un interruptor excitado mediante la l
Período	Este término se utiliza para designar el intervalo de tiempo necesario para completar un ciclo repetitivo, o simplemente el espacio de tiempo que dura algo.
Potencia	Es la cantidad de trabajo efectuado por unidad de tiempo
Robot	Es una entidad hecha por el hombre con un cuerpo (anatomía) y una conexión de retroalimentación inteligente entre el sentido y la acción directa no bajo del control humano.
Robótica	Es la ciencia y la tecnología de los robots. Se ocupa del diseño, manufactura y aplicaciones de los robots

GLOSARIO

- Semiconductor Es una sustancia que se comporta como conductor o como aislante dependiendo de la temperatura del ambiente en el que se encuentre
- Señal Analógica Es un tipo de señal generada por algún tipo de fenómeno electromagnético y que es representable por una función matemática continua en la que es variable su amplitud y periodo (representando un dato de información) en función del tiempo. Algunas magnitudes físicas comúnmente portadoras de una señal de este tipo son eléctricas como la intensidad, la tensión y la potencia, pero también pueden ser hidráulicas como la presión, térmicas como la temperatura, mecánicas, etc. La magnitud también puede ser cualquier objeto medible como los beneficios o pérdidas de un negocio.
- Válvula Mecanismo que regula el flujo de la comunicación entre dos partes de una máquina o sistema

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFÍA

- ALCIATORE, D y HISTAND, M. (2002) Introduction to Mechatronics and Measurement Systems. 2ª Ed. Nueva York. Edit. Mc Graw Hill. 466 páginas.
- ÁNGULO USATEGUI, J.M., y ÁNGULO MARTÍNEZ, I. (2003) Microcontroladores PIC, Diseño Práctico de Aplicaciones. PIC 16F84. 3ª Ed. España. Edit. Mc Graw Hill. 358 páginas.
- BOLTON, W. (2006) Mecatrónica: Sistemas de Control Electrónico en la Ingeniería Mecánica y Eléctrica. México. Edit. Alfaomega Grupo Editor. 574 páginas.
- PALACIOS, E.; REMIRO F. y LÓPEZ L. (2004) Microcontrolador PIC 16F84, Desarrollo de Proyectos. México. Edit. Alfaomega Ra-Ma. 648 páginas.
- TOCCI, R.(2003) Sistemas Digitales. 8ª Ed. México. Edit. Pearson Education. 881 Páginas.
- ALCIATORE, D y HISTAND, M. (2001) Integrating Mechatronics into a Mechanical Engineering Curriculum. Department of Mechanical Engineering, Colorado State University. Robotics and Automation Magazine, IEEE.

BIBLIOGRAFIA

- CARRYER, J.E. (1999) Undergraduate Mechatronics at Stanford University. Proceedings of the 1999 IEEE/ASME. International Conference on Advance Intelligent Mechatronics.
- HARGROVE, J. (2002) Curriculum, equipment and student project outcomes for Mechatronics education in the core mechanical engineering at Kettering University. Kettering University, Flinn, Michigan. Elsevier Science Ltd.
- MINOR, M y MEEK, S. (2002) Integrated and Structured Project Environment in Mechatronics Education. American Society for Engineering Education. ANNUAL MEETING AND EXPOSITION, Montreal, Canada.
- NÚÑEZ, B. (2004) Sistemas Digitales: Sistemas de Numeración. Escuela Profesional de Ingeniería en Sistemas – Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo, Perú.
- WILD, P., SURGENOR, B. y ZAK, G. (2002) The Mechatronics Laboratory Experience. Department of Mechanical Engineering. Queen's University, Kingston, Ontario, Canada. Elsevier Science Ltd.
- Facultad de Ingeniería Eléctrica (2005). Laboratorio de Electrónica Avanzada. Comprobación de las Compuertas Lógicas. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.
- Valero M, L. A. (2004). Proyecto Curso Audiovisual Interactivo de Codificación de Voz. [Artículo en línea]. Disponible: <http://ceres.ugr.es/~alumnos/luis/mycuan.htm> [Consulta: 2009, Abril 21]

BIBLIOGRAFIA

- Palazzesi, A. (2006). Domótica. [Artículo en línea]. Neoteo. Disponible: <http://www.neoteo.com/domotica.neo> [Consulta 2009, Febrero 18]
- Palazzesi, A. (2006). Domótica. [Artículo en línea]. Neoteo. Disponible: <http://www.neoteo.com/haptics-tocando-lo-virtual.neo> [Consulta 2009, Febrero 18]
- Marcel Nory Durán, (2008). Relé, Relay - Relevador (Funcionamiento, ventajas). [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_relay.asp [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Resistencia / resistor, unidades, conductancia [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_resistencia.asp [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Voltaje. Tensión eléctrica [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_voltaje.asp [Consulta 2009, Febrero 09]
- Sternberg, A. (2008) Circuito Integrado. [Artículo en línea]. MSN Encarta. Disponible: http://es.encarta.msn.com/media_461530902/Circuito_integrado.html [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Zepeda, E. (2008) Arquitectura de Von Neumann. Scribd. Disponible: <http://www.scribd.com/doc/6190163/Arquitectura-de-Von-Neumann>. [Consulta: 2009, Febrero 09]

BIBLIOGRAFIA

- Remiro, F. (2007) Arquitectura Harvard. Terra. Disponible: <http://www.terra.es/personal/fremiro/arquitectura.htm#Arquitectura> Harvard. [Consulta: 2008, Febrero 09]
- Tyson, J y Coustan, D. (2000) How RAM Works. How Stuff Works. Disponible: <http://www.howstuffworks.com/ram.htm>. [Consulta: 2009, Febrero 09]
- Tyson, J. (2000) How ROM Works. How Stuff Works. Disponible: <http://computer.howstuffworks.com/rom.htm>. [Consulta: 2009, Febrero 09]
- Molina, F. (2004) El Tiristor. Electrónica Fácil. Disponible: <http://www.electronicafacil.net/tutoriales/El-tiristor.php>. [Consulta: 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). TRIAC. Control de potencia en corriente alterna. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_triac.asp [Consulta 2009, Febrero 09]
- Stutz, M. (2000) Low-pass filters [Artículo en línea] All About Circuits. Disponible: http://www.allaboutcircuits.com/vol_2/chpt_8/2.html. [Consulta: 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Compuerta lógica OR o compuerta O. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaor.asp [Consulta 2009, Febrero 09]

BIBLIOGRAFIA

- Marcel Nory Durán, (2008). La compuerta lógica AND o compuerta Y. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaand.asp [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Compuerta NOT (No) o compuerta inversora. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_compuerta_not.asp. [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Compuerta lógica NAND o compuerta No Y. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_compuertanand.asp. [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Compuerta lógica "NOR" o No "O" [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_compuertanor.asp. [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). La compuerta lógica "O" exclusiva o XOR. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Tut_compuertaorExcl.asp [Consulta 2009, Febrero 09]
- Marcel Nory Durán, (2008). Circuitos integrados digitales TTL. [Artículo en línea]. Unicrom. Disponible: http://www.unicrom.com/Dig_Familia_TTL.asp [Consulta 2009, Febrero 09]

BIBLIOGRAFIA

- García, J. (2004). Así funciona la conversión análogo digital. [Artículo en línea] Así Funciona. Disponible: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_5.htm [Consulta 2009, Febrero 09]
- García, J. (2004). Así funciona la conversión análogo digital. [Artículo en línea] Así Funciona. Disponible: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_4.htm [Consulta 2009, Febrero 09]
- García, J. (2004). Así funciona la conversión análogo digital. [Artículo en línea] Así Funciona. Disponible: http://www.asifunciona.com/electronica/af_conv_ad/conv_ad_6.htm [Consulta 2009, Febrero 09]
- Todo Robot. (2001) Tutorial sobre motores paso a paso. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.todorobot.com.ar/informacion/tutorial%20stepper/stepper-tutorial.htm> [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Bracho, E. (2004) Implementación de sistemas inalámbricos por medio de PICS. [Artículo en línea] Disponible: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lep/bracho_m_ea/capitulo6.pdf, [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Ramírez, Y., Lema, M. y Idrovo, M. (2000) Servomotores. [Artículo en línea]. Disponible: <http://www.monografias.com/trabajos60/servomotores/servo-motores2.shtml>. [Consulta: 2009, Febrero 18]

BIBLIOGRAFIA

- Agilent Technologies Inc. (2002). HDSP 5621 7 Segmented Display Data Sheet. Hong Kong, China. Disponible: www.datasheetcatalog.com/datasheets_pdf/H/D/S/P/HDSP-5621.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Microchip Technology Inc. (2001). PIC 16F84A Microcontroller Data Sheet. Chandler, Arizona, EEUU. Disponible: ww1.microchip.com/downloads/en/devicedoc/35007b.pdf. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Toshiba Corporation. (2001) TLP 3041(S) Optocoupler Data Sheet. Tokio, Japón. Disponible: www.farnell.com/datasheets/58115.pdf. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Motorola Inc. (1999). SN54/74LS00 NAND Gate Data Sheet. Chicago, Illinois, EEUU. Disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS00.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Motorola Inc. (1999). SN54/74LS02 NOR Gate Data Sheet. Chicago, Illinois, EEUU. Disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS02.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Motorola Inc. (1999). SN54/74LS04 NOR Gate Data Sheet. Chicago, Illinois, EEUU. Disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS04.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]

BIBLIOGRAFIA

- Motorola Inc. (1999). SN54/74LS08 AND Gate Data Sheet. Chicago, Illinois, EEUU. Disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS08.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Motorola Inc. (1999). SN54/74LS32 OR Gate Data Sheet. Chicago, Illinois, EEUU. Disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS32.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Motorola Inc. (1999). SN54/74LS86 XOR Gate Data Sheet. Chicago, Illinois, EEUU. Disponible: http://www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/7/4/L/S/74LS86.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]
- Fairchild Semiconductor Corp. (2000). 2N3904 BJT Transistor Data Sheet. South Portland, Maine, EEUU. Disponible: www.datasheetcatalog.net/es/datasheets_pdf/2/N/3/9/2N3904.shtml. [Consulta: 2009, Febrero 18]