



Universidad Privada Antenor Orrego

Carrera profesional de: Ingeniería de Sistemas.

Cursos: Electrónica digital I y II, Máquina computadora I y II.

Profesor: M. Sc. Ing. Dante Lincoln Carojulca Tantaleán.

FORMATO PARA PRESENTACIÓN DE PLANES DE TRABAJO PARA LAS CLASES DE LABORATORIO DE LOS CURSOS DE ELECTRÓNICA

1 INTRODUCCIÓN

La importancia de elaborar un documento sobre una clase práctica es obvia, basta recordar que una clase de laboratorio es un evento singular, en el cual el alumno se enfrenta con situaciones inesperadas, observa hechos que no siempre van a poder ser repetidos, mide valores en condiciones muy específicas. Si el alumno pierde los datos de lo que se realizó en la clase de laboratorio, poco ayudará buscar esos datos en libros, que se dedican a aspectos más generales. Así, son los datos medidos los que se deben registrar en la documentación.

A continuación, se comentan algunas características deseables para la documentación de los Laboratorios de: Electrónica Digital I y II. Son considerados sólo aspectos genéricos, a manera de orientación, dado que las características específicas, los detalles, dependen de la experiencia realizada.

La documentación de cada experiencia será realizada en un único documento, que será denominado **“Plan de trabajo para la clase de laboratorio”**, el cual incluye el planeamiento de la experiencia y las anotaciones realizadas durante la clase. Este documento es evaluado por el profesor y recibe dos notas: la primera, relativa a la calidad del planeamiento y la segunda, en función de la ejecución de las actividades propias de la experiencia, esto es, en función de la calidad de las observaciones realizadas y de sus respectivas explicaciones basadas en los conocimientos teóricos.

2 ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO

El **“Plan de trabajo para la clase de laboratorio”** deberá ser preparado anticipadamente por el grupo de trabajo que se formó para las experiencias de laboratorio. Esto es fundamenta para evitar que la clase práctica, que por naturaleza está sujeta a imprevistos, se transforme en una clase donde recién se intente entender que es lo que se va la realizar. El alumno que viene al laboratorio sin saber lo que va la hacer, **no se sabe qué hace** (si hace algo) y **sale sin saber lo que hizo** (si es que hizo algo). Por otra parte, es muy importante que todo el grupo participe de la elaboración del planeamiento de la experiencia, pues el tiempo de clase es corto y no debe ser usado, por ningún alumno, para estudiar lo que sus compañeros hicieron. El conocimiento individual del alumno, en lo que se refiere al planeamiento de la experiencia, será evaluado por el profesor al inicio de cada clase.

El **“Plan de trabajo para la clase de laboratorio”** es un documento técnico y por esta razón, deberá contener algunos ítems obligatorios, que son comentados a continuación. Los ítems son:

- Carátula;
- Descripción de los objetivos de la experiencia;
- Diseño (repetir los ítems mostrados a continuación para cada diferente circuito o sistema digital que será implementado o simulado durante la clase de laboratorio):
 - Resumen descriptivo

- Diagrama de bloques
- Diagrama lógico
- Metodología de depuración de errores
- Programación de las mediciones
- Medidas
- Comentarios sobre el diseño
- Conclusiones del laboratorio

3 CARÁTULA

La página inicial del “**Plan de trabajo para la clase de laboratorio**” deberá contener las siguientes informaciones: nombre del curso, número y título de la experiencia de laboratorio, fecha en que fue realizada la experiencia, nombres de los integrantes del grupo, turno y nombre del profesor.

4 DESCRIPCIÓN DE LOS OBJETIVOS DE LA EXPERIENCIA DE LABORATORIO

Las instrucciones de la experiencia de laboratorio a realizar, contenidas en el documento entregado por el profesor, evidentemente contienen el "enunciado" de la experiencia de laboratorio. Así, la descripción a la que este ítem se refiere no debe ser una mera copia de lo que está en las instrucciones del documento entregado por el profesor, sino que debe ser un texto corto, conciso, que registre la interpretación del grupo sobre lo que se pretende hacer.

Es el registro de lo que el grupo "entiende" que va a hacer, a partir de lo cual el planeamiento de la experiencia de laboratorio es preparado. Preparar en grupo este resumen, es el primer paso para que todos los integrantes del grupo tengan la misma visión del trabajo que realizarán en el laboratorio.

5 DISEÑO

Una clase práctica siempre presupone la implementación o simulación de por lo menos un "diseño" de un sistema, consista este en: la interconexión de unos pocos componentes, la simple interconexión de instrumentos ya existentes, la implementación e interconexión de subsistemas más o menos complejos, entre otros. La complejidad de la documentación del diseño depende, naturalmente, del tipo de sistema a ser diseñado. Así, eventualmente algunos diseños podrán prescindir, por su simplicidad, de uno o más de los ítems descritos en las siguientes secciones.

5.1 RESUMEN DESCRIPTIVO

Es la descripción resumida del diseño, que no debe ser confundida con el resumen de la experiencia que forma parte del documento entregado por el profesor para cada clase de laboratorio. En el resumen descriptivo el grupo debe mencionar las diversas soluciones posibles, y luego presentar la solución adoptada. Decisiones críticas, en lo que se refiere a la selección de las alternativas de solución, deben ser registradas, comentadas y justificadas. En este resumen, el alumno también deberá explicar el funcionamiento de su diseño.

5.2 DIAGRAMA DE BLOQUES

El diagrama de bloques es una "representación" simplificada del sistema diseñado, en la cual se identifican los subsistemas componentes de dicho sistema. Es una herramienta esencial para mostrar los detalles del diseño y para la elaboración de la metodología de depuración, de errores, del sistema que será aplicada en la clase de laboratorio.

Es importante resaltar que los bloques del diagrama deben indicar las funciones que serán ejecutadas, o los dispositivos conceptuales que las ejecutan y no los componentes comerciales (circuitos integrados) específicos que se pretenda usar. Por ejemplo, los bloques de un diagrama pueden indicar funciones del tipo "conteo de pulsos", "registro serial", etc., o los

dispositivos relacionados ("compuerta AND de 3 entradas", "compuerta OR de 2 entradas", etc.), pero no los circuitos integrados (CI) específicos (por ejemplo: 7408, 7432, 74160, 9300). Estos CI solamente serán especificados en el diagrama lógico.

Por otro lado, no necesariamente todos los subsistemas son representados en un mismo diagrama de bloques con el mismo grado de detalle. Un diagrama puede contener bloques indicando dispositivos específicos (compuertas lógicas, contador, oscilador, registro, etc.) y bloques menos detallados (unidad de control, por ejemplo). Por ejemplo, el bloque "unidad de control" puede estar representando un subsistema de mayor complejidad, el cual puede necesitar un diagrama de bloques separado para aclarar los detalles no mostrados.

A veces, un detalle de diseño puede ser tan relevante que vale la pena representarlo como un bloque en el diagrama. Es el caso, por ejemplo, de retardos que se presuman esenciales para el funcionamiento correcto del sistema. Así, todas las señales relevantes (no sólo las de entrada y salida del sistema global, sino también las de interconexión entre subsistemas, cuando sea el caso) deberán ser indicadas en el diagrama.

Por otro lado, hay casos de diseños muy simples a los cuales no se aplica la división en bloques funcionales. En estos casos, este ítem podrá ser descartado.

5.3 DIAGRAMA LÓGICO (DL)

El DL es la representación detallada del diseño, de forma que haga posible el completo entendimiento de su funcionamiento. El DL es el documento más importante del "**Plan de trabajo para la clase de laboratorio**", sin el cual no es posible ejecutar la experiencia, y su elaboración debe seguir las reglas aquí presentadas (un ejemplo de DL se encuentra al final de este documento):

1. El DL deberá ser dibujado en hoja A4, con márgenes adecuadas, ya sea, a mano o utilizando algún programa de computadora. No es una figura a ser insertada en el texto, el DL deberá estar anexo al "**Plan de trabajo para la clase de laboratorio**". El grupo de trabajo deberá elaborar un DL para cada uno de los diseño planteados en la experiencia de laboratorio.
2. El DL es la representación del diseño y por eso, ningún componente puede ser omitido o no identificado.
3. El DL es un diagrama **lógico** y por esta razón, los símbolos utilizados deben ser adecuados y suficientemente detallados, para que la función del sistema pueda ser visualizada con facilidad. Compuertas lógicas, por ejemplo, deben ser dibujadas explícitamente; la representación de un circuito integrado, que contiene varias compuertas lógicas a través de un rectángulo con "pines" numerados, por ejemplo, no permite el entendimiento de la operación del sistema, a no ser consultando necesariamente, un manual de circuitos integrados. Los símbolos sólo pueden ser utilizados cuando sean de uso tan común y estandarizado que no queden dudas sobre lo que significan (es el caso, por ejemplo, de los rectángulos representando "flip-flops", de los trapecios representando multiplexadores y demultiplexadores, etc.). Por otro lado, la IEEE y la ANSI propone la estandarización de las representaciones de los componentes. Por ejemplo, según esta propuesta el símbolo de una porta lógica AND sería el mostrado en la Figura 1.1. parte derecha. Para que el alumno pueda se conocer más al respecto de estas notaciones, se sugiere leer las publicaciones específicas disponibles en la IEEE y la ANSI. En los cursos de Laboratorio de Electrónica, se debe utilizar la representación (notación) convencional.

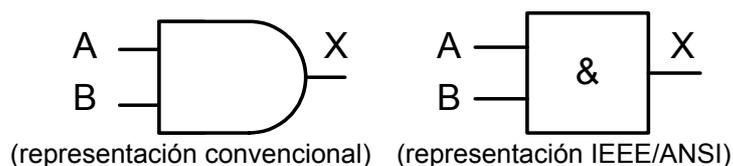


Figura 1 – Comparación de una compuertas AND en la Representación Convencional y IEEE/ANSI

4. Todos los pines usados y no usados de los componentes lógicos deberán estar enumerados, de acuerdo con el manual del componente. Así, no deberá ser necesario consultar el manual de circuitos integrados al momento de ejecución de la experiencia, específicamente durante la implementación (montaje) del circuito.
5. Todos los componentes del diseño deberán estar identificados por su tipo (7474, 7400, etc.) y por un número secuencial (CI1, CI2, etc.). En el extremo inferior izquierdo del DL deberá haber un cuadro con la relación de los componentes, la posición del componente en el protoboard, el pin que va a tierra (GND) y el pin que va a alimentación de voltaje (VCC). Observe-se que la posición de los componentes en el protoboard debe ser pensada en el planeamiento ("**Plan de trabajo para la clase de laboratorio**") pues puede tener influencia decisiva en el desempeño del sistema. Un posicionamiento inadecuado puede tener como resultado interconexiones demasiado largas, cables entrelazados, formación de mallas críticas (en lo que se refiere a realimentaciones eléctricas indeseables); existiendo de esta manera, riesgos de interferencia, principalmente cuando el circuito trabaje con señales de alta frecuencia (en MegaHertz – MHz). Además de eso, cables entrelazados sobre el protoboard dificultarán la depuración del circuito.
6. La disposición de los componentes en el DL deberá favorecer la lectura (comprensión) del diseño. Así, se recomienda que en la representación del DL las señales fluyan de la izquierda para la derecha y de arriba para abajo.
7. El DL deberá contener, en el extremo inferior derecho, un cuadro de identificación del diseño, de los diseñadores y de la experiencia.

5.4 METODOLOGÍA DE DEPURACIÓN DE ERRORES

Evidentemente, la depuración de errores de un circuito digital montado en el laboratorio no es un proceso algorítmico, o sea, es bastante difícil elaborar método de depuración de errores que funcione en el 100% de los casos. Los problemas que surgen son imprevisibles y la corrección de sus causas es buscada a través del análisis de los efectos (errores) constatados.

Por otro lado, la depuración no debe ser transformada en un proceso totalmente aleatorio. Así, es necesario establecerse una disciplina en la busca de las causas de los errores, a partir de los efectos que ocasionan. Es justamente para que los futuros ingenieros desarrollen esta disciplina, en el proceso correctivo, que las clases prácticas existen; y es en el "**Plan de trabajo para la clase de laboratorio**" que el proceso se inicia.

Precisamente, el grupo debe preparar antes de la clase lo que aquí se denominará "**Metodología de depuración de errores**". Esta metodología es un esquema que debe orientar el proceso de depuración de acuerdo a cada diseño de sistema.

Esta metodología tentativa, es claro, deberá ajustarse a la "realidad de la mesa de trabajo" (a los instrumentos con que se cuenta para realizar las experiencias) y a lo que realmente sucede durante la clase de laboratorio. La metodología sólo servirá de orientación para hacer una especie de mantenimiento preventivo, disciplinado, para minimizar los problemas en la depuración del sistema global. Los problemas que persistan después de este "mantenimiento", deberán ser solucionados en el momento que se presenten de manera disciplinada, a través de una metodología establecida por lo grupo.

El grupo no debe intentar establecer una metodología absoluta, del tipo "si se detecta tal problema, se corrige de esta manera"; elaborar esa metodología no sería factible. Sólo reglas generales deben ser planeadas (como fue dicho, reglas del tipo "mantenimiento preventiva").

Este planeamiento se basa, en la práctica, en la división del sistema en subsistemas consistentes; para luego realizar una depuración "preventiva" individual de cada uno de estos subsistemas. También se debe realizar la interconexión y depuración de estos subsistemas utilizando una secuencia adecuada.

Así, en el ítem "Metodología de depuración de errores" del "**Plan de trabajo para la clase de laboratorio**", el grupo debe incluir:

- **La división del sistema en bloques consistentes (subsistemas), que tengan una**

función definida: esta división es, prácticamente, aquella que generó el diagrama de bloques del ítem 5.2;

- **El método de depuración de errores para cada bloque individual:** tiene que ver con analizar: las señales que serán observadas, mediciones que serán realizadas, condiciones de prueba, entre otros aspectos importantes para la depuración. En lo que se refiere a las condiciones de prueba, dos observaciones se hacen necesarias: la primera es que, en la depuración individual, el bloque a ser probado (analizado) debe estar aislado de los demás. Sus salidas deben ser conectadas a instrumentos de ensayo: voltímetros, osciloscopios, "displays" de paneles. Sus entradas deben provenir de generadores confiables. La segunda observación se refiere a la conveniencia de iniciar los ensayos individuales en condiciones poco exigentes. Por ejemplo, para depurar un contador que operará accionado por una señal de reloj (clock) de 5 MHz, es conveniente comenzar a depurarlo examinando su funcionamiento paso a paso, con una señal de reloj lenta generada manualmente, a través de los recursos disponibles en la mesa de trabajo;
- **Establecimiento de la secuencia de interconexión de bloques, para luego realizar una depuración de todo el circuito:** en un circuito, pueden existir varias secuencias de interconexión de bloques que faciliten la depuración. El grupo debe establecer, por lo tanto, un plan de interconexión de bloques consecutivos, ya depurados, de acuerdo con una de estas secuencias convenientes. Bloques interconectados pasan a constituir un nuevo bloque, que debe estar aislado de los demás, en el inicio de la depuración integrada. Para este nuevo bloque, se debe repetir lo que fue hecho para cada subsistema aislado, en lo que se refiere a: señales que serán observadas, mediciones que serán realizadas, condiciones de prueba. Es importante resaltar que es esencial observar lo que acontece en la "interfase" entre los dos bloques.

Una vez establecida una secuencia de interconexiones, es recomendable que el grupo implemente el sistema según esa misma secuencia y que vaya depurando los bloques (aisladamente y luego interconectados) a medida que vayan siendo implementados en el protoboard. Este procedimiento minimiza las dificultades de pruebas con el protoboard muy "cargado" (lleno) de componentes y cables.

5.5 PROGRAMACIÓN DE LAS MEDIDAS

Las medidas a las que se refiere este ítem son aquellas que se refieren a los valores a ser presentados como resultados de la clase experimental (especificadas en las instrucciones de laboratorio). El grupo debe hacer la programación de las mediciones pedidas, considerando los siguientes ítems:

- Especificación de los puntos de medición de cada uno de los valores solicitados, dichos puntos de medición deben ser indicados en el diagrama lógico del diseño;
- Establecer, para cada uno de los valores a medir, los siguientes detalles:
 - o **resultados esperados:** aún con el sistema depurado de errores, los resultados medidos pueden no ser los esperados. Por esta razón es conveniente registrar, en el planeamiento, los resultados esperados a partir del **análisis teórico del sistema**, para poder realizar una comparación con los valores medidos o simulados en la clase de laboratorio, y para realizar el análisis del desempeño final del sistema implementado;
 - o **estructuración de la forma de presentación de los resultados:** tiene que ver con colocar los valores teóricos y los medidos en: tablas, gráficos o en otras formas de presentación escogidas de acuerdo al tipo del valor a medir.

5.6 MEDIDAS

Todas las mediciones (hechas en el diseño final) que constituyan resultados deben ser presentadas, en la forma planeada en la preparación de la experiencia (tablas, gráficos, etc.), o en otra forma, si se considerada más apropiada.

5.7 COMENTARIOS SOBRE EL DISEÑO

El diseño inicial, presentado por el grupo en el planeamiento de clase, no es rectificado (corregido) por el profesor. Las correcciones de errores, si fueran necesarias, serán

introducidas por el propio grupo, a través del proceso de depuración realizado en la mesa de trabajo durante la clase.

Las correcciones necesarias al diseño deberán quedar anotadas, de forma legible, sobre el DL. Corresponde, por lo tanto, en los comentarios sobre el diseño, justificar las modificaciones introducidas. Estos comentarios deben cubrir, por lo menos, los siguientes aspectos:

- indicación de errores de diseño y de las posibles correcciones;
- indicar si se presentó algún diseño inadecuado, en lo que se refiere al desempeño final;
- discusión de las soluciones para mejorar el desempeño.

Por errores de diseño deben entenderse aquellas fallas que imposibilitan el funcionamiento del sistema. Por diseño inadecuado debe entenderse aquel que funciona bajo ciertas condiciones, pero que presenta un pobre desempeño bajo otras condiciones (por ejemplo, para señales de alta frecuencia).

Por ejemplo, en este ítem del **“Plan de trabajo para la clase de laboratorio”**, se deben colocar explicaciones como las siguientes:

- "El contador de la unidad de control, en el diseño inicial, era asíncrono, lo que impidió la generación correcta de la señal llamada NLIMPIA. La sustitución por un contador síncrono eliminó las distorsiones eléctricas ("spikes") observadas en la señal PCONT y permitió la generación correcta de la señal NLIMPA."
- "La frecuencia máxima de operación, en el diseño inicial, era de 350kHz, por debajo del 1 MHz requerido. La introducción de un retardo de 200 ns en la señal PMUX, entre la salida más significativa del registro R2 y el terminal de selección del MUX 3 resolvió el problema."

Observe-se que, en general, los errores no necesitan de comentarios muy extensos; por otro lado, los funcionamientos inadecuados son los que exigen, normalmente, una discusión más cuidadosa.

6 CONCLUSIONES DEL LABORATORIO

Ningún informe técnico del tipo aquí comentado puede ser considerado completo, si no contiene un capítulo destinado a los comentarios y las conclusiones, en el cual el autor discute y califica su propio diseño. Este capítulo, al cual los profesores darán la mayor atención, debe cubrir los siguientes aspectos, cuando sea el caso:

- desempeño del sistema en condiciones normales de funcionamiento;
- sensibilidad del sistema a alteraciones de esas condiciones normales;
- vulnerabilidad del desempeño del sistema, en lo que se refiere a aspectos de presentación final ("lay-out"), interferencias, retardos imprevisibles, entre otros;
- restricciones a la operación (frecuencias límite, variaciones en la fuente de alimentación que el sistema implementado tolera, temperaturas límite, entre otras);
- sugerencias para mejorar el desempeño, a través de una mayor sofisticación del diseño; discusión de alternativas más simples, con el mismo desempeño probable.

Además de esto, para hacer "recordar" al profesor (que va a colocar una nota al informe) los hechos relevantes ocurridos durante la clase práctica, el grupo debe incluir en las conclusiones una narración resumida de la forma en la que se realizaron las actividades de la experiencia. Por hechos relevantes se entiende aquellos que influyeron en el desempeño del grupo, en lo que se refiere al logro de los objetivos de la experiencia de laboratorio. Ejemplos:

- eliminación, realizada por el profesor, de algunos ítems de la experiencia de laboratorio, ya sea por la falta de equipos adecuados, o por el excesivo tiempo empleado en la implementación de un ítem (por ejemplo, por culpa de un instrumento funcionando incorrectamente), o también, por la falta de componentes con las especificaciones exigidas, etc.
- imposibilidad de conseguir todos los objetivos de la clase, por culpa del propio grupo.

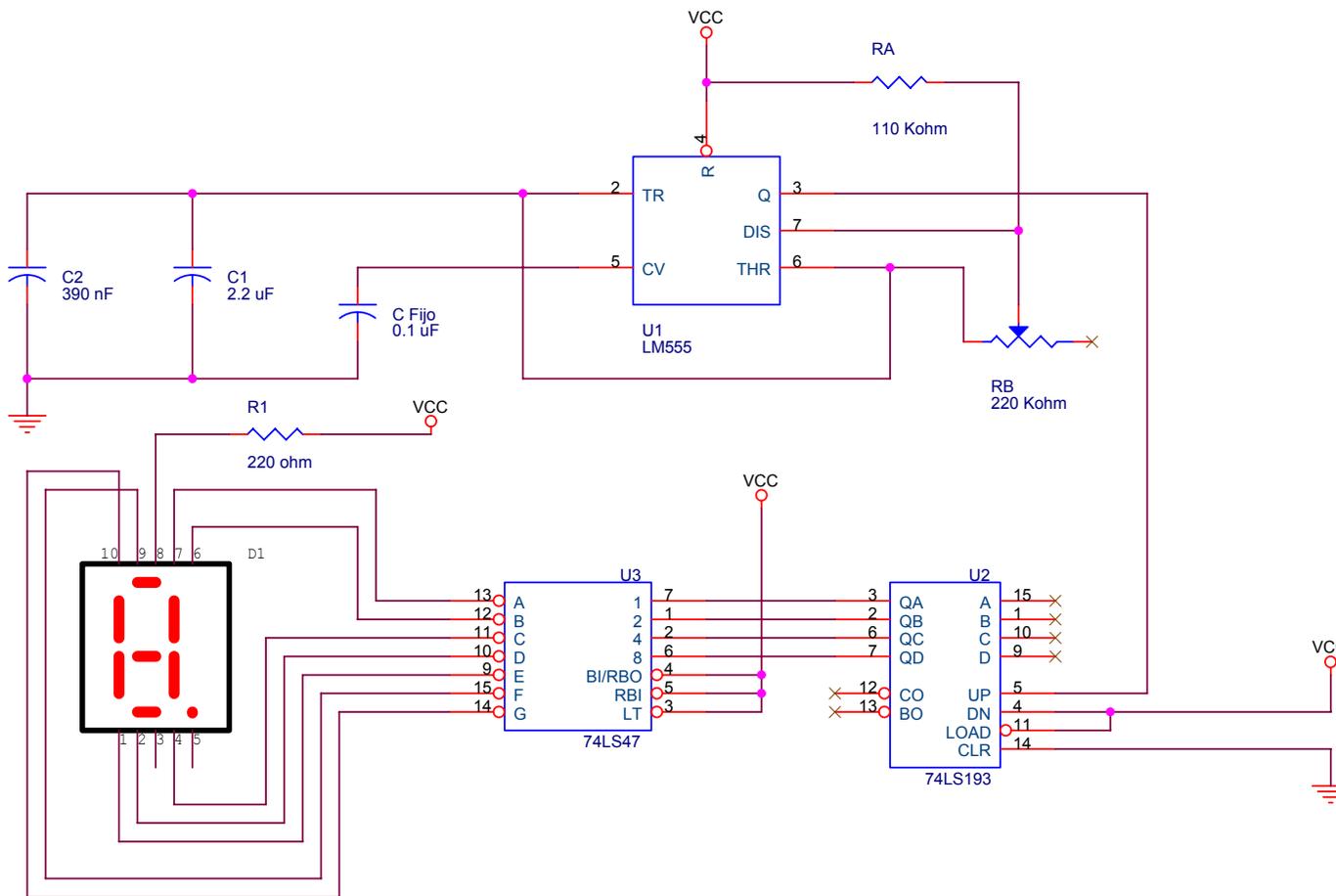
Estos hechos ciertamente fueron observados por el profesor durante la clase. Así que, el objetivo de esta narración sobre la forma en que se realizó la experiencia, es recordar tales hechos para justificar que el **“Plan de trabajo para la clase de laboratorio”** presentado esté

incompleto, en lo que se refiere al logro de los objetivos iniciales de la experiencia de laboratorio. Por esta razón, este ítem debe ser breve y conciso. Otros comentarios sobre la clase, principalmente si son importantes, también se deben colocar en las conclusiones.

7 NORMAS A SEGUIR EN LAS CLASES DE LABORATORIO

- Mantener el orden y el silencio dentro del laboratorio.
- Dejar limpia su mesa de trabajo.
- Apagar adecuadamente los equipos (por ejemplo: fuentes de alimentación, multímetros, computadoras, entre otros) al finalizar la experiencia.

DLCT 2006



Autores: Grupo #		
Title Fig. 02 Multivibrador astable basado en LM555: aplicación en contador.		
Size A4	Document Number Experiencia # 02	Rev Rv01
Date: Tuesday, September 20, 2005	Sheet 1	of 1

Componentes	Posición en protoboard	Pin a VCC	Pin a GND
LM555	Primero izquierda	8	1
74LS193	Segundo	16	8
74LS47	Tercero	16	8