

Trabajo Fin de Master

Laboratorio de Electrónica Digital

en ESO y Bachillerato

Gregorio de la Fuente Bayón
Julio 2014

Tutores: José María Muñoz Muñoz

MASTER DE PROFESOR DE EDUCACIÓN SECUNDARIA
OBLIGATORIA Y BACHILLERATO, FORMACIÓN
PROFESIONAL Y ENSEÑANZAS DE IDIOMAS

UNIVERSIDAD DE VALLADOLID CURSO 2013-14

Agradecimientos

A mi tutor por su orientación y por su apoyo en la búsqueda del material necesario para llevar a cabo el presente trabajo.

Al Colegio “Ntra. Señora de Lourdes de Valladolid”, desde su director, H. Javier Abad, a la profesora de la asignatura, Dña. Laura Sanz, pasando por el jefe de estudios de Bachillerato, D. Carlos Gómez, y el director del departamento de Ciencias, D. Severino López, por permitirme la elaboración y desarrollo de las prácticas de laboratorio necesarias y su colaboración permanente durante las mismas.

Por supuesto, a todos los alumnos de la asignatura en la que se encuadran dichas prácticas por su atención, dedicación y paciencia.

Laboratorio de Electrónica Digital en ESO y Bachillerato

1	RESUMEN	4
2	INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES	5
2.1	LA ASIGNATURA	5
2.2	EL AULA.....	11
3	OBJETIVOS Y PLAN DE TRABAJO	14
3.1	OBJETIVOS PROPUESTOS	14
3.2	MATERIAL.....	15
3.3	PLANIFICACIÓN	16
3.4	PROCEDIMIENTO	17
3.5	EVALUACIÓN	36
4	RESULTADOS Y PROPUESTAS DE MEJORA.....	40
4.1	AJUSTES EN LA PLANIFICACIÓN	40
4.2	EVALUACIÓN A LOS ALUMNOS.....	41
4.3	VALORACIÓN DE LAS PRÁCTICAS POR LOS ALUMNOS	42
4.4	RESUMEN DE PROPUESTAS DE MEJORA	45
4.5	CAMBIOS PROPUESTOS EN EL PROGRAMA.....	47
4.6	APLICACIÓN A CURSOS SUPERIORES.....	53
5	CONCLUSIONES.....	54
6	BIBLIOGRAFÍA.....	56
	APÉNDICE A. EL POLÍMETRO	57
	APÉNDICE B. CÓDIGO DE COLORES DE UNA RESISTENCIA	60
	APÉNDICE C. EJEMPLOS DE MEMORIAS DE PRÁCTICAS	61

1 Resumen

Este documento presenta la elaboración del Trabajo Fin de Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, especialidad de Física y Química de la Universidad de Valladolid (en adelante TFM).

En el mismo se desarrolla la elaboración de un laboratorio de electrónica digital en su ciclo completo, desde su planificación, hasta su desarrollo y evaluación, aplicado a un entorno real, aprovechando la oportunidad presentada dentro del Centro de Enseñanza donde realicé el Practicum de este Master, el Colegio “Ntra. Señora de Lourdes” de Valladolid.

Dicha oportunidad consistió en la existencia en dicho Centro de una asignatura optativa de libre configuración de 4º de ESO denominada “Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II”, cuyos contenidos incluyen básicamente una introducción a la electrónica digital y que hasta la fecha había tenido un contenido eminentemente teórico, estando su parte práctica basada en el uso de simuladores de circuitos por ordenador. Esto unido al interés por parte de la profesora de la asignatura en desarrollar esta parte práctica, por los motivos que se expondrán en el desarrollo del TFM, me permitió disponer de un banco de pruebas real en el que desarrollar mis propuestas y mediante la aplicación de las mismas, poder obtener unas conclusiones y proponer unas mejoras basadas en datos reales.

Por último, también se incluye en el presente trabajo la descripción de la aplicación a cursos superiores de los laboratorios objeto de estudio, tras presentar una serie de mejoras propuestas a los mismos.

2 Introducción y antecedentes

2.1 La asignatura

La asignatura a la que pertenecen las prácticas incluidas en el presente trabajo es como ya se comentó la de “Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II” de 4º de ESO. Se trata de una asignatura optativa encuadrada dentro de las *materias optativas de iniciación profesional*, descritas en el artículo 6 de la ORDEN EDU/1047/2007, de 12 de junio, por la que se regula la impartición de materias optativas en Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

Del nombre de la asignatura se deduce la existencia de otra asignatura previa y relacionada de forma directa con ella llamada “Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica”, impartida en 3º de ESO y también optativa adscrita al artículo 6 de anterior ORDEN. La distribución de contenidos en las mismas consiste en resumen en una introducción a la electrónica analógica en 3º y una aproximación a la electrónica digital en 4º. A continuación, se describen brevemente los contenidos de la primera y se desarrolla con algo más de detalle la programación de la segunda que es sobre la que se llevan a cabo las prácticas de laboratorio en el presente TFM.

Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica 3º ESO. Contenidos

Unidad didáctica 1.- Origen de la corriente eléctrica.

El átomo. Distribución de los electrones en sus órbitas. Cargas eléctricas. Ley de Coulomb. Corriente eléctrica y electrónica. Tipos y efectos de la corriente eléctrica.

Unidad didáctica 2.- Magnitudes eléctricas.

Resistencia eléctrica: definición y unidades. Asociación de resistencias. Potencial y diferencia de potencial. Ley de Ohm. Divisores de tensión e intensidad. Polímetros.

Unidad didáctica 3.- Corriente continua.

Generadores de corriente continua: asociaciones. Fuerza electromotriz. Leyes de Kirchoff. Teorema de Thevenin. Potencia eléctrica. Coste de la energía eléctrica.

Unidad didáctica 4.- Condensadores.

Capacidad de un condensador. Asociaciones de condensadores. El condensador en corriente continua. Tensión de perforación. Curva de carga y descarga. Tiempo de carga y descarga. El condensador en corriente alterna.

Unidad didáctica 5.- Electrónica.

Introducción a la electrónica. Fuentes de alimentación. Generadores de onda. Amplificadores.

Unidad didáctica 6.- Semiconductores.

Cuerpos semiconductores intrínsecos. Semiconductores extrínsecos tipo p y n. Circulación de corriente en los semiconductores extrínsecos. Difusión. Unión p-n.

Unidad didáctica 7.- Diodos y dispositivos no lineales.

Características de los diodos semiconductores. Curva característica de un diodo semiconductor. Punto de trabajo de un diodo. Diodo Zener y LED. NTC y PTC. LDR.

Unidad didáctica 8.- Transistores.

Formación del transistor NPN y PNP. Transistor como amplificador. Curvas características y montajes fundamentales con transistores: emisor común, base común y colector común.

Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II 4º ESO. Contenidos**Unidad didáctica 1.- Introducción. Repaso de conceptos**

Corriente alterna y corriente continua. Resumen y funcionamiento del transistor.

Unidad didáctica 2.- Introducción a la electrónica digital.

Electrónica. Tipos de electrónica: electrónica analógica y electrónica digital. Ejemplo de sistema analógico. Problemas de los sistemas analógicos. Electrónica digital. Circuitos y sistemas digitales.

Unidad didáctica 3.- Sistemas de representación.

Introducción a la representación de un número. Sistema binario, octal y hexadecimal. Conversión para el sistema binario-decimal. Circuitos digitales y el sistema binario. Bits y electrónica.

Unidad didáctica 4.- Álgebra de Boole.

Introducción. Operaciones de suma, multiplicación y negación. Propiedades del álgebra de Boole. Tablas de verdad y teoremas. Funciones booleanas. Mapas de Karnaugh.

Unidad didáctica 5.- Circuitos combinacionales.

Clases de circuitos digitales. Puertas lógicas básicas: AND, OR y NOT. Otras puertas: NAND, NOR y XOR. Circuitos integrados.

Unidad didáctica 6: Diseño de circuitos combinacionales.

El proceso de diseño. Implementación de funciones con puertas lógicas.

Unidad didáctica 7: Usos básicos de los circuitos combinacionales.

Multiplexores y demultiplexores. Circuitos codificadores y decodificadores. Comparadores.

Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II 4º ESO. Temporización por evaluaciones

Primer Trimestre	Evaluación Inicial 8h	Unidad Didáctica 1.- Introducción. Repaso de conceptos
	1ª Evaluación 16h	Unidad Didáctica 2.- Introducción a la electrónica digital Unidad Didáctica 3.- Sistemas de representación
Segundo Trimestre	2ª Evaluación 24h	Unidad Didáctica 4.- Álgebra de Boole
		Unidad Didáctica 5.- Circuitos combinacionales
Tercer Trimestre	3ª Evaluación 24h	Unidad Didáctica 6.- Diseño de circuitos combinacionales
		Unidad Didáctica 7.- Usos básicos de los circuitos combinacionales

La asignación de tiempo es de dos horas semanales, que durante el presente curso tenían lugar los martes y miércoles de 9:00 a 10:00.

Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II 4º ESO. Objetivos generales

Con esta optativa se pretenden desarrollar en el alumnado las capacidades implícitas en los siguientes objetivos:

- Conocer y utilizar los conceptos básicos de la electricidad y la electrónica, así como analizar y valorar las fuentes de energía de donde se obtiene y sus principales aplicaciones tecnológicas.
- Comprender y expresar mensajes científicos y tecnológicos relacionados con la electricidad y la electrónica, expresándolos oralmente y por escrito con propiedad además de utilizar otros sistemas de notación y representación.
- Abordar con autonomía y creatividad problemas científicos y tecnológicos sencillos relacionados con la electricidad y la electrónica, trabajando de forma ordenada y metódica, valorando las aportaciones propias y las de los demás, mostrando una actitud flexible y de colaboración y asumiendo las responsabilidades correspondientes.
- Seleccionar, contrastar y valorar informaciones referidas a la electricidad y a la electrónica procedente de distintas fuentes, con el fin de elaborar criterios personales y razonados sobre cuestiones científicas y tecnológicas actuales relacionados con ellas.
- Reconocer y valorar las aportaciones de la electricidad y la electrónica a la mejora de las condiciones de la existencia de los seres humanos.
- Valorar las consecuencias de tipo económico, social, político y medioambiental que implica la producción de electricidad, adoptando una actitud crítica y fundamentada ante los grandes problemas que hoy plantea el consumo de energía eléctrica
- Adquirir y valorar el sentimiento de satisfacción producido por la solución de problemas, superando las dificultades del proceso y contribuyendo así al bienestar propio y colectivo.

Por otra parte, según se describe en la mencionada ORDEN EDU/1047/2007, las materias optativas de iniciación profesional tendrán el objetivo específico de facilitar a los alumnos su transición a la vida laboral y su orientación hacia las familias profesionales de formación profesional específica, mediante unos contenidos básicos y actividades diversas que les preparen para una adecuada elección al término de la etapa. Así se plantean también las especificaciones del área también recogidas en el programa de la asignatura y que se recogen a continuación.

Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II 4º ESO. Especificaciones del área

La oferta de una materia optativa que trate de temas de electricidad y electrónica en la Educación Secundaria Obligatoria es coherente tanto con algunas de las finalidades de dicha etapa, como con el sentido que el Sistema Educativo confiere a la opcionalidad del currículo.

La aportación de esta materia contribuye a la consecución de los objetivos de la etapa. Ello se manifiesta en varios aspectos que pasamos a destacar:

- Potenciar la Formación Profesional de base que se pretende desarrollar en esta etapa. En efecto, el Sistema Educativo propone una formación básica para todos los alumnos y alumnas que abarque tanto los conocimientos científicos y humanísticos como los tecnológicos, fundamentales todos ellos para la formación integral de los jóvenes. Por ello, nadie puede dudar de la importancia de la electricidad y la electrónica en el mundo laboral actual, reflejada en la existencia de los ciclos formativos de la Familia Profesional de Electricidad y Electrónica, tanto de Grado Medio como Superior que se imparten en Centros Educativos de Valladolid.
- Dar respuesta a la diversidad de intereses y motivaciones personales del alumnado que no pueden recogerse adecuadamente en las áreas troncales de la etapa. Así pues, hemos de recordar que la electricidad y, en especial, la electrónica han sido en los últimos años una de las aficiones de nuestros adolescentes, por lo que conviene potenciarlas y desarrollarlas desde el aula.
- Propiciar un tratamiento interdisciplinar de los contenidos, que permita una visión más amplia y globalizadora de temas actuales de vital importancia. En ese sentido, la optativa propuesta contribuye al tratamiento transversal del currículo,

aportando una reflexión sobre aspectos tales como el consumo de energía o la dependencia económica y tecnológica exterior.

- Fomentar el objetivo prioritario de esta etapa, de educar para la vida. No cabe duda que nuestra vida cotidiana está muy influida por la tecnología relacionada con la electricidad y sobre todo con la electrónica. Desarrollar, pues, conocimientos básicos de estos campos favorece indudablemente el acercamiento de los contenidos del aula a la realidad.

Finalmente, en lo que se refiere a la asignatura es necesario hacer mención al enfoque eminentemente práctico de la misma como se recoge en la ORDEN EDU/1047/2007, en su artículo 6:

“El referente de estas materias será el ámbito de las cualificaciones profesionales de nivel 1. Consecuentemente, serán desarrolladas por los centros como materias prácticas cuyos contenidos guardarán relación con los ciclos formativos, especialmente de grado medio, que imparta el propio centro, con su entorno socioeconómico y productivo o, en defecto de ciclos propios, con ciclos que se impartan en centros próximos.”

Y así mismo se refleja en el programa de la asignatura en su apartado “Criterios metodológicos”.

Iniciación a la Electricidad y a la Electrónica II 4º ESO. Criterios metodológicos

El análisis del currículo propuesto nos sugiere que la enseñanza de esta materia debe mantener un equilibrio entre el tratamiento teórico, el tecnológico y el ético.

El aprendizaje de estos conceptos se realizará a través de ejemplo prácticos, intentando evitar al máximo la transmisión de conceptos abstractos sin el apoyo de casos prácticos para facilitar su comprensión. Se llevarán a cabo actividades sencillas en el laboratorio que muestren resultados directos relacionados con los conceptos a aprender, de este modo se favorecerá su motivación hacia la materia. Sin embargo, se deben introducir aquellos conceptos básicos que permitan estructurar adecuadamente su conocimiento en lo que a la electricidad y a la electrónica se refiere. Posteriormente a la exposición oral del profesor de los conceptos principales se formarán grupos de 3-4 alumnos para realizar las actividades en el laboratorio proponiendo con frecuencia la planificación de pequeñas prácticas para

fomentar la toma de decisiones, con posteriores sesiones de contraste y puesta en común con los demás grupos del aula.

Por último, los contenidos de actitud son los que permitirán conseguir el equilibrio antes mencionado. Así, en el currículo propuesto, se insiste en el desarrollo de actitudes relacionadas con la problemática social y ambiental que el uso de la electricidad y de la electrónica presenta en nuestra sociedad, hecho en el que se debería insistir suficientemente. Mediante actividades de búsqueda de información y posteriores análisis se pueden producir debates y reflexiones en torno a estos temas.

Sin embargo, en función de la evolución histórica de la asignatura y los cambios de profesorado a lo largo de la misma, las prácticas llevadas han sido variables en contenido y forma. Actualmente, antes de la realización del presente TFM este curso se realizaban simulaciones de circuitos por ordenador con versiones de demostración de Crocodile Clips y en algunos casos prácticas dirigidas con scatron, juguete educativo que todos conocemos y que desde el punto de vista didáctico se queda un poco corto y desde el punto de vista práctico, no favorece la mejora en las desempeño de manejo de circuitos reales.

Esta es la principal razón del desarrollo de este trabajo, la oportunidad de montar unas prácticas reales, en un entorno real y más cercano a lo que los alumnos se encontrarán en el futuro en el caso de que deriven su formación o su desarrollo profesional en el ámbito de la electrónica.

2.2 El aula

La clase estaba compuesta por 16 alumnos, no tenía más al tratarse de una asignatura optativa. El nivel de los mismos era muy heterogéneo, posiblemente porque se creó pensando en alumnos cuyo objetivo fuera derivarse a módulos de Formación Profesional al terminar la enseñanza secundaria obligatoria. Sin embargo, como ya se ha comentado anteriormente en el programa de la asignatura la electrónica resulta en muchos casos atractiva para alumnos de esta edad, por el amplio abanico de posibilidades creativas que ofrece, lo que unido a que los nuevos planes de estudios superiores tienden a una especialización mayor que en el pasado, puede hacer que alumnos más aventajados se sientan atraídos por ella, con vista en un futuro universitario relacionado con la misma.

Esta visión de la electrónica como algo atractivo para los jóvenes enlaza con el “movimiento Maker”, de reciente creación consistente en un regreso al pasado del “hágalo usted mismo” frente a la predominante producción en masa, que no nos permite conocer el “cómo” ni el “por qué”, sino únicamente el “qué” y el “para qué”. Y su principal arma son las herramientas del futuro (que ya son presente) del software y las utilidades digitales para el diseño y fabricación. Según el MIT Media Lab, *“Los Makers tratan los átomos como bits usando las TICs para revolucionar la forma en la que fabricamos objetos materiales”*.

Esta heterogeneidad produce que se aprecien diferencias en el interés mostrado por los alumnos y en la dedicación necesaria a los mismos para conseguir una motivación suficiente, que garantice la consecución de los objetivos previstos. Lo que supone un condicionante en la selección de los contenidos a tratar durante las prácticas.

Este enfoque de la asignatura está recogido fundamentalmente en las especificaciones del área descritas en el apartado anterior.

Como se describirá más adelante y podrá observarse en el análisis de los resultados obtenidos, el interés despertado en los alumnos por las prácticas fue grande, por lo que la dinámica de la clase fue en todo momento positiva y su colaboración y participación altas en términos generales.

Además de condicionar el desarrollo de las prácticas como tal, este hecho también afecta al propio planteamiento de la asignatura, pues quizá a unos alumnos les interese más un enfoque eminentemente práctico y con menor base teórica y a otros sin embargo les vendría mejor un equilibrio entre ambos aspectos a fin de disponer de una base sólida para ampliar posteriormente los conocimientos y poder aplicarlos con mayores garantías.

En cualquier caso, es parte de nuestro trabajo como profesores saber adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje a los diferentes tipos de alumnos con que se cuente en una clase, tratando de optimizar dicho proceso, para que la mayor parte de los alumnos no solo cumplan los objetivos previstos inicialmente, sino que vean cumplidas sus expectativas respecto a la materia, siempre que éstas estén alineadas con los objetivos.

Por último, comentar que las prácticas se llevaron a cabo por grupos de manera que se formaron 6 (4 grupos de 3 personas y 2 de 2). Por lo que también se valoró y se trató de

orientarles para trabajar en equipo de forma adecuada, colaborando y compartiendo conocimientos, así como respetándose dentro de cada grupo y entre los mismos. Y como ya se comentó anteriormente que su colaboración fue muy positiva en todo momento, independientemente de su interés real, en este aspecto también se apreció de forma positiva por su parte.

En el apartado siguiente se comentarán las características físicas del aula en propiamente dicha.

3 Objetivos y plan de trabajo

3.1 Objetivos propuestos

Con la premisa de que la asignatura ya se encontraba desarrollada en su tercer trimestre según la planificación de la misma y con la práctica totalidad de la teoría explicada, la introducción de nuevos contenidos estaba limitada de forma significativa al no estar incluidos en el programa inicial.

Por otra parte, también se debía tener en cuenta que para la mayor parte de los alumnos este sería su primer contacto con un laboratorio de electrónica y se debía partir de cero en cuanto al manejo de los materiales a utilizar.

Así se trató de diseñar una serie de prácticas de laboratorio que les ayudara a iniciarse en la elaboración de circuitos digitales, pero limitadas a circuitos combinacionales sencillos. Más adelante se propondrán mejoras globales en la asignatura para poder diseñar unas prácticas que permitan atraer a los alumnos por su cercanía a utilidades prácticas reales.

En concreto se fijaron los siguientes objetivos conjuntamente con la profesora:

- Afianzar y aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura. Ponerlos en práctica sobre circuitos reales.
- Desarrollar la capacidad y destreza para elaborar circuitos de prueba sobre placas board. Aprender a simular entradas mediante interruptores y salidas mediante diodos led.
- Conocer los materiales necesarios y como usarlos. Tener conocimiento de la existencia de diferentes chips con diferentes funciones y de cómo interpretar sus esquemas para conectarlos adecuadamente.
- Saber interpretar los resultados obtenidos en los diferentes montajes. Poder realizar modificaciones sencillas de los mismos que impliquen funcionamientos diferentes y así fomentar la creatividad en el ámbito del diseño de circuitos.
- Mejorar las habilidades de trabajo en grupo. Aprovechar en cada grupo las habilidades de cada miembro para mejorar el aprendizaje del conjunto y colaborar para obtener el resultado requerido de cada montaje.

3.2 Material

Debido a la historia de la asignatura, por la que han pasado diferentes profesores con diversa formación, el Colegio disponía de una base de materiales con la que en algún momento se había realizado o intentado realizar unas prácticas similares a las propuestas. De esta manera se intentó reutilizar el material disponible, completándolo únicamente con algunos chips de puertas lógicas que eran deficitarios. Para esto se contó con la inestimable y desinteresada ayuda de mis tutores quienes no solo me orientaron en la adquisición del material necesario, sino que aportaron aquel que me fue imposible localizar de una forma razonable.

La tecnología de las puertas lógicas disponibles era TTL-LS (usa transistores bipolares de bajo consumo y diodos Schottky) y por ello se decidió completar el material necesario con la misma tecnología. Pues aunque para el uso que se va a dar a las mismas, podría haberse utilizado otras familias lógicas más modernas y baratas con las mismas prestaciones como la CMOS, esta no es determinante ni en precio, ni en consumo, ni en características ya que los circuitos a utilizar no tienen prestaciones especiales ni se requieren un alto número de chips para realizarlos.

Otro aspecto a destacar es el aula empleada. Inicialmente se propuso utilizar el laboratorio de Física dotado de puestos suficientes y con una salida estabilizada en continua de 15V. Por ello se adquirieron unos reguladores de tensión (7805UC) que proporciona hasta 1A de corriente, más que suficiente para los montajes planteados. Sin embargo, finalmente por problemas de horarios con el laboratorio, se nos asignó el taller de tecnología y en el mismo los puestos no disponen de la salida de voltaje indicada por lo que finalmente no se utilizaron.

El taller tiene puestos suficientes para los 6 grupos descrito y también tuvimos a nuestra disposición 3 fuentes de alimentación y dos polímetros digitales, por lo que el uso de estos aparatos fue compartido. Lo que a primera vista puede parecer un problema, bajo mi punto de vista se convirtió en una ventaja porque, como se explicará más adelante en el procedimiento seguido y en el análisis de resultados, permitió un seguimiento más directo de todos los grupos, adecuado y ajustado a su variabilidad.

El resto del material empleado se resume a continuación:

- Puertas lógicas
 - CI 74LS04 y 7404. Compuesto de 6 inversores.
 - CI 74LS32. Compuesto de 4 puertas OR de dos entradas.
 - CI 74LS08. Compuesto de 4 puertas AND de dos entradas.
 - También disponibles aunque no se utilizaron puertas NAND y NOR.
- Placas board de montaje de circuitos de prueba.
- Interruptores/pulsadores.
- Diodos led.
- Resistencias de diferentes valores.
- Cables.
- Pinzas.
- Tijeras.

El material se suministraba a cada grupo en función del montaje a realizar.

3.3 Planificación

Se comenzaron las prácticas el miércoles 6 de mayo, aunque inicialmente estaba previsto comenzarlas el 22 de abril, se retrasaron debido a exámenes y a que se acordó con la profesora comenzarlas tras acabar toda la teoría de la asignatura. Teniendo en cuenta que se disponía de dos horas semanales (martes y miércoles de 9:00 a 10:00) el total de sesiones de una hora de duración para la realización de las prácticas fue de 11 horas.

En función de dicha disponibilidad y los objetivos previstos se planificó un montaje diario relacionado con la materia impartida en la asignatura hasta un total de 8, incluyendo en la primera sesión una breve introducción. A continuación se propondrían dos ejercicios de ampliación, y finalmente la última sesión se planificó como de reserva para completar temas pendientes, resolver dudas o revisar y completar las memorias de prácticas.

A continuación se incluye la representación gráfica de la planificación prevista comentada. Posteriormente en el análisis de los resultados se comparará con la situación real y se comentará adecuadamente:

	mayo							junio			
	7	13	14	20	21	27	28	3	4	10	11
Introd. Montaje1											
Montaje2											
Montaje3											
Montaje4											
Montaje5											
Montaje6											
Montaje7											
Montaje8											
Ampliación1											
Ampliación2											
Memorias dudas											

Planificación prevista

Finalmente del 11 al 16 de junio se empleó en el proceso de evaluación de las prácticas y se entregó el informe resultante de dicha evaluación el 16 de junio.

3.4 Procedimiento

En primer lugar, se les entrego las normas de laboratorio, una pequeña introducción y el guion del primer montaje. Éste era extremadamente sencillo, pues únicamente pretende ilustrar la manera de simular las entradas y salidas mediante pulsadores y leds respectivamente, así como conocer el funcionamiento de la placa board y el concepto de cómo manejar los CI's. Tras una breve explicación comenzaron a realizar las prácticas.

Al no disponer de fuentes de alimentación para cada grupo, el procedimiento a seguir consistió en que tras la elaboración de cada montaje, pasaran por la mesa de pruebas donde o la profesora, o yo mismo conectábamos el circuito a la fuente de alimentación (seleccionando $V_{cc}=5V$), previa comprobación visual de que no había ningún riesgo en el mismo, y se comprobaba su funcionamiento, posteriormente se comentará con más detalle las ventajas e inconvenientes de esta parte del proceso.

También se les entregó el *Apéndice A*, donde se explica el funcionamiento del polímetro digital. La explicación de dicho funcionamiento se realizó a cada grupo aprovechando su paso por la mesa de pruebas.

Por último, se les proporcionó el *Apéndice B*, donde se les explica cómo interpretar el código de colores de una resistencia. A este respecto también se les permitió el uso de teléfono móvil para descargarse alguna aplicación que sirva de apoyo para este cálculo.

A continuación se incluyen las normas de laboratorio, la introducción y los guiones de los montajes propuestos.

Normas de laboratorio

1. El laboratorio también es un aula, no se corre y no se habla con los compañeros más allá de lo estrictamente necesario. Trabaja en tu puesto de trabajo y las prendas de ropa no se dejan encima de las mesas, se cuelgan en las perchas. Lleva al laboratorio solamente un cuaderno de prácticas, bolígrafo y calculadora si hace falta.

2. Al comienzo de cada práctica el profesor realizará una breve descripción de la misma y del material a emplear.

3. Lee el guion atentamente antes de la sesión de prácticas, copia en tu cuaderno el guion de la práctica y antes de comenzar comprueba que tienes todo lo que te hace falta, no toques nada que no corresponda a tu práctica. Cuando comprendas lo que hay que hacer empieza a trabajar, no antes. En caso de duda pregunta al profesor.

4. Solicita el material que te falte al profesor. No lo busques por tu cuenta.

5. Cuidado con los aparatos eléctricos, no conectar ninguno de ellos a la red, dado que las conexiones necesarias ya estarán realizadas, en caso de duda pregunta a tu profesor. Ten las manos limpias y secas. No manipules aparatos eléctricos con las manos mojadas.

6. Al finalizar comprueba que todo el material ha quedado limpio y en orden.

Todas estas normas y alguna que otra de sentido común se resumen en tres:

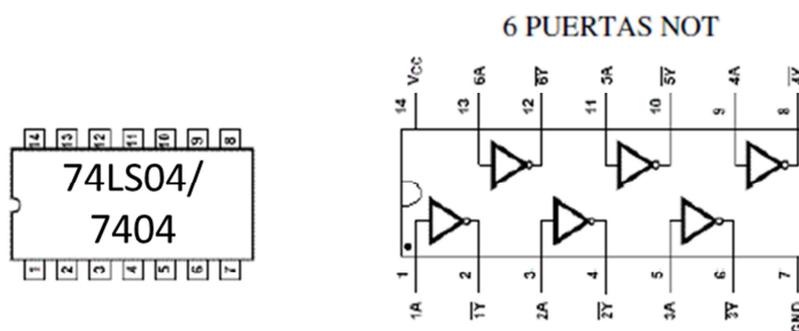
- a) Lee atentamente el guion para saber lo que tienes que hacer.
- b) Si no sabes exactamente lo que vas a hacer consulta con el profesor hasta que lo tengas claro.
- c) No hagas nada si no lo tienes claro, empezando por el apartado a) de nuevo.

Introducción

Antes de proceder a los montajes conviene conocer los elementos que vamos a usar.

SOBRE EL CIRCUITO INTEGRADO:

- El primer circuito está basado en una puerta NOT o inversor, incluida en un circuito integrado cuyo número de serie es el 74LS04 o 7404, las letras intermedias (LS) pueden variar o no aunque el funcionamiento es el mismo.
- El esquema de conexiones de este circuito integrado es el siguiente:

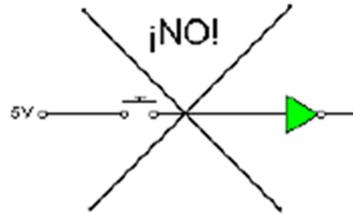


- Hay que hacer algunas observaciones a este esquema:
 - Vcc es la tensión continua, que será de 5V.
 - GND es la toma de tierra (Ground), que será 0V.
 - Para que funcione, el circuito integrado debe estar conectado a la fuente de tensión (o pila). ESTO NO APARECE EN LOS CIRCUITOS PORQUE SE SUPONE QUE SE SABE.
 - Sólo vamos a usar una de las puertas NOT. Elige la que quieras.

SOBRE LAS ENTRADAS:

- La entrada de la puerta que se va a usar nunca puede dejarse al aire, pues, tal y como está construida internamente, una entrada sin conexión no es un 0 (cero) como cabría esperar, sino un 1 (uno). Por tanto...

NO conectes el pulsador a la puerta directamente sin la resistencia, no funcionará como esperamos.



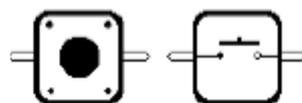
En el circuito anterior, para evitar que al soltar el pulsador se quede la entrada al aire, se puede utilizar una resistencia. El circuito quedaría así:



Cuando el pulsador está abierto (0 - OFF) la señal a la entrada de la puerta es 0V, obtenidos de la toma de tierra.

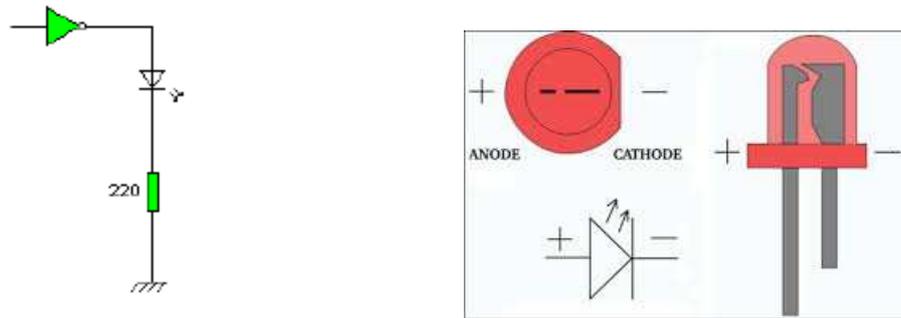
Cuando el pulsador está cerrado (1 - ON) la señal a la entrada de la puerta es 5V. Prácticamente toda la corriente se introduce por la entrada de la puerta lógica, pues encuentra menos oposición por esa vía que a través de la resistencia de 1K.

Un componente que nos puede ayudar a realizar este circuito es el micropulsador para circuitos impresos: Se trata de un pulsador en miniatura, especial para ser usado en circuitos electrónicos impresos. Su apariencia y esquema internos son los de la figura.



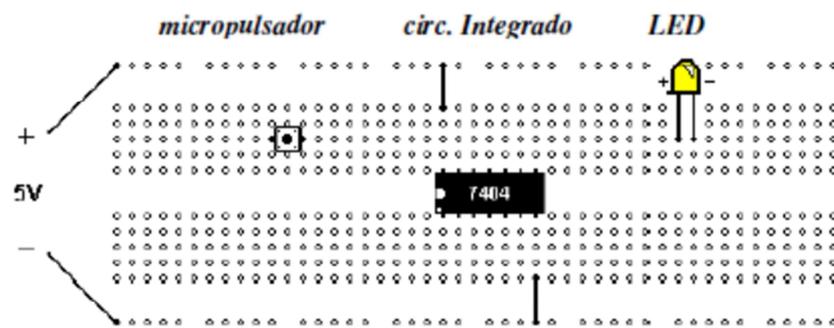
SOBRE LAS SALIDAS:

Para comprobar el estado de la salida, utilizaremos un LED, protegido mediante una resistencia de 220 Ohmios. Este se encenderá cuando la salida sea 1 y se apagará cuando sea 0.



Hay que tener cuidado de polarizar correctamente el diodo LED, de lo contrario podría fundirse.

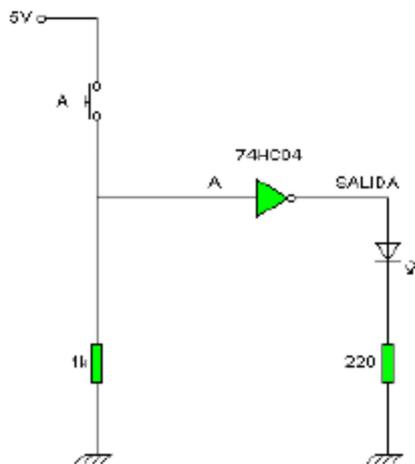
POSICIÓN EN LA PLACA BOARD:



Recuerda: debe alimentarse el circuito integrado, con 5V en la patilla 14 y 0V en la patilla 7

Primer Montaje

Realizaremos un circuito básico usando la puerta lógica NOT, comprueba su funcionamiento y completa la “tabla de verdad”. El circuito es el siguiente:

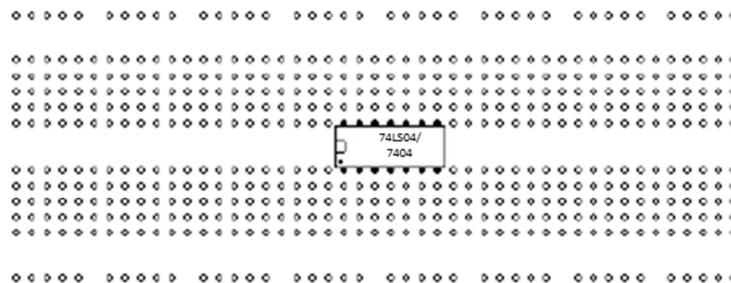


<i>Tabla de verdad</i>	
<i>Entrada (Pulsador A)</i>	<i>Salida (LED)</i>
0	
1	

En todos estos circuitos, la “tabla de verdad” se completa teniendo en cuenta que:

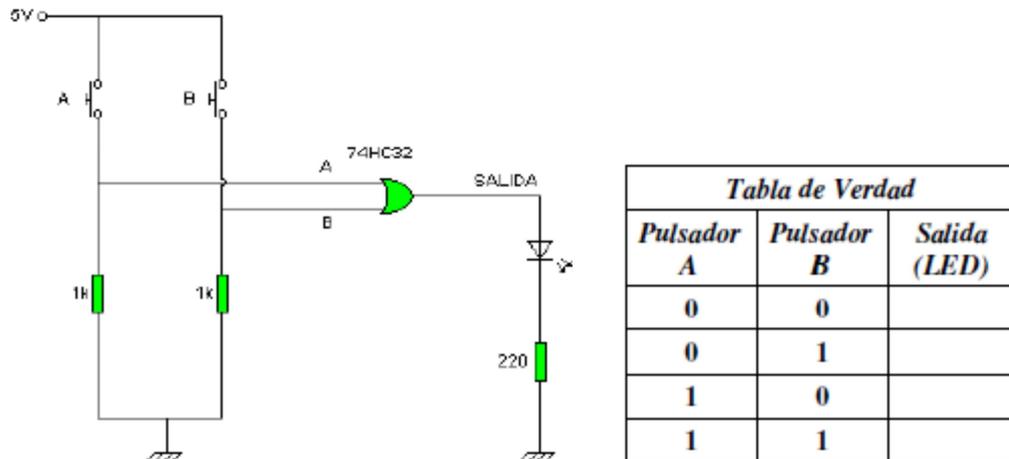
- Para las entradas:
 - Pulsador abierto (OFF) = 0
 - Pulsador cerrado (ON) = 1
- Para las salidas:
 - LED apagado = 0
 - LED encendido = 1

Utiliza este espacio para hacer primero el diseño del circuito sobre la placa board:



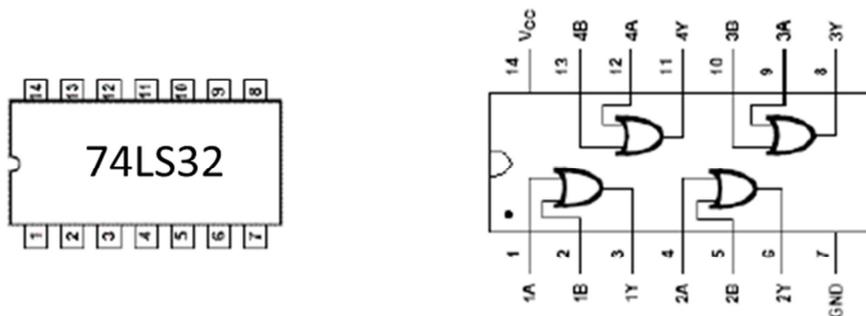
Segundo Montaje

Realizaremos un circuito con una puerta OR de 2 entradas y completa la “tabla de verdad” con su funcionamiento.

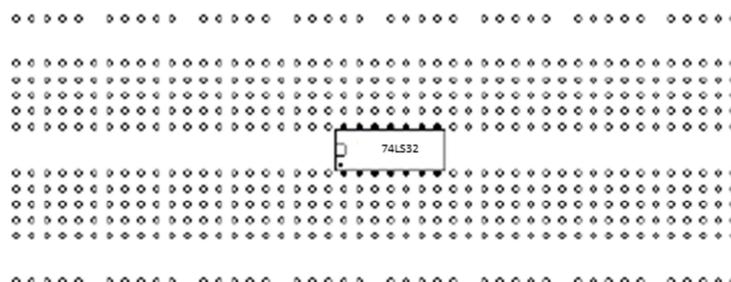


Observa que las entradas “A” y “B” se refieren a los pulsadores del mismo nombre. La salida representa el estado del LED.

Como siempre, debe alimentarse el circuito integrado, con 5V/0V en las patillas correspondientes. El patillaje del circuito integrado es el siguiente:

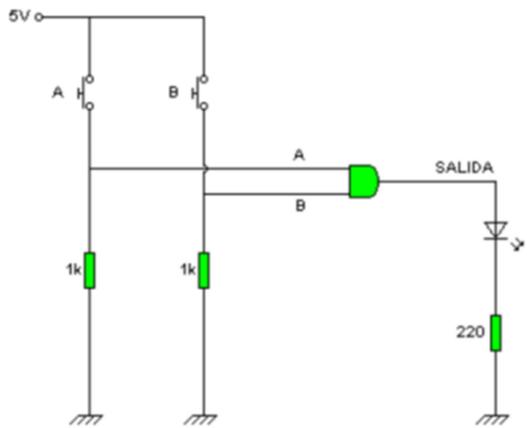


Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



Tercer Montaje

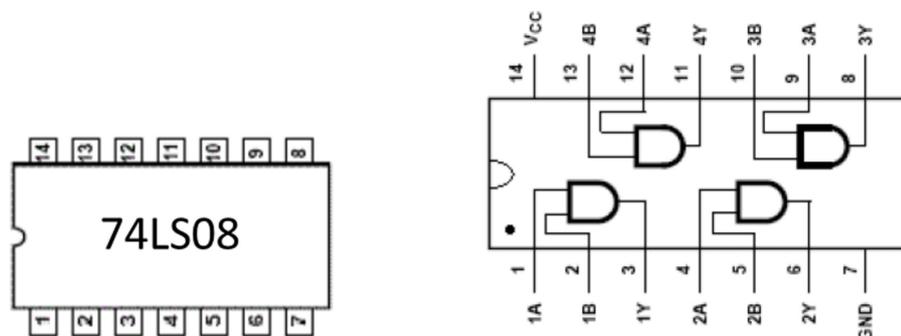
Monta el siguiente circuito con una puerta AND de 2 entradas y observa su funcionamiento. Completa después la “tabla de verdad”. El circuito es el siguiente:



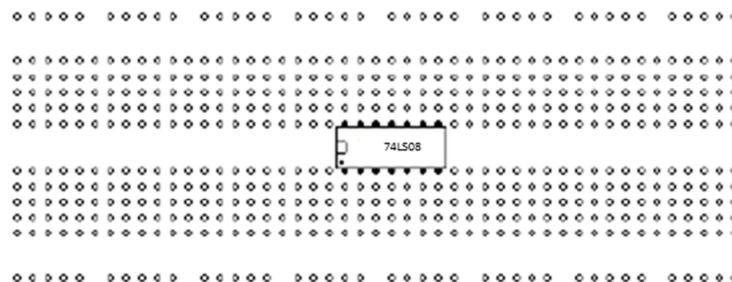
<i>Tabla de Verdad</i>		
<i>Pulsador A</i>	<i>Pulsador B</i>	<i>Salida (LED)</i>
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Las entradas “A” y “B” se refieren a los pulsadores del mismo nombre. La salida representa el estado del LED.

Como siempre, debe alimentarse el circuito integrado, con 5V/0V en las patillas correspondientes. El patillaje del circuito integrado es el siguiente:

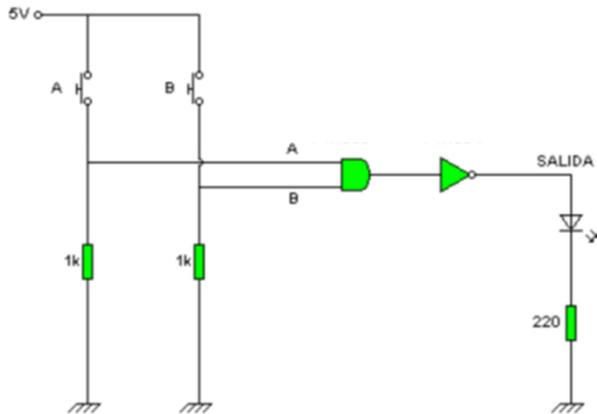


Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



Cuarto Montaje

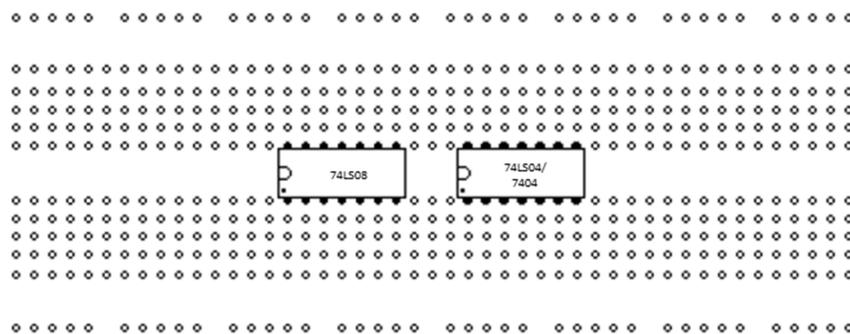
El circuito que se propone ahora combina dos de las puertas estudiadas anteriormente: AND y NOT. Móntalo y halla su tabla de verdad.



Pulsador A	Pulsador B	Salida (LED)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

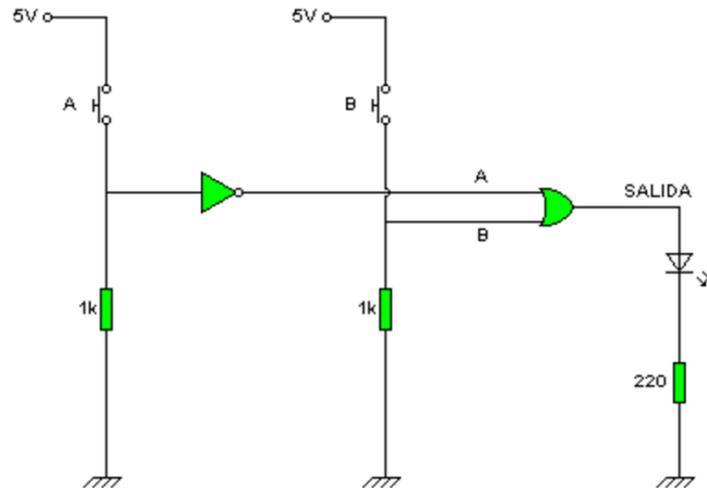
Revisa los montajes anteriores para recordar la situación de las puertas en sus respectivos circuitos integrados: AND (74LS08) y NOT (74LS04/7404).

Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



Quinto Montaje

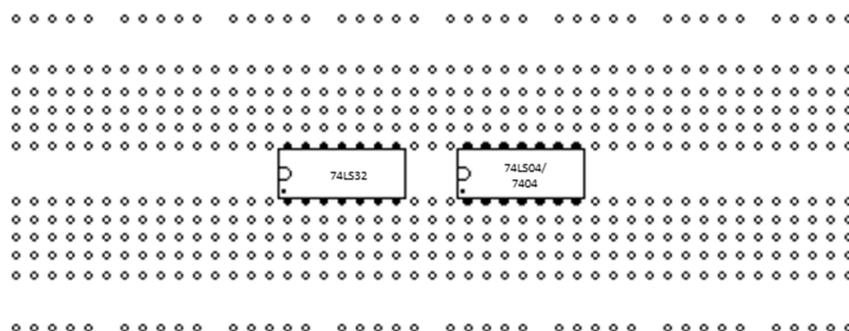
Un nuevo circuito que combina las puertas NOT y OR. Realiza el montaje y obtén a partir de él su tabla de verdad.



<i>Tabla de Verdad</i>		
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>Salida</i>
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

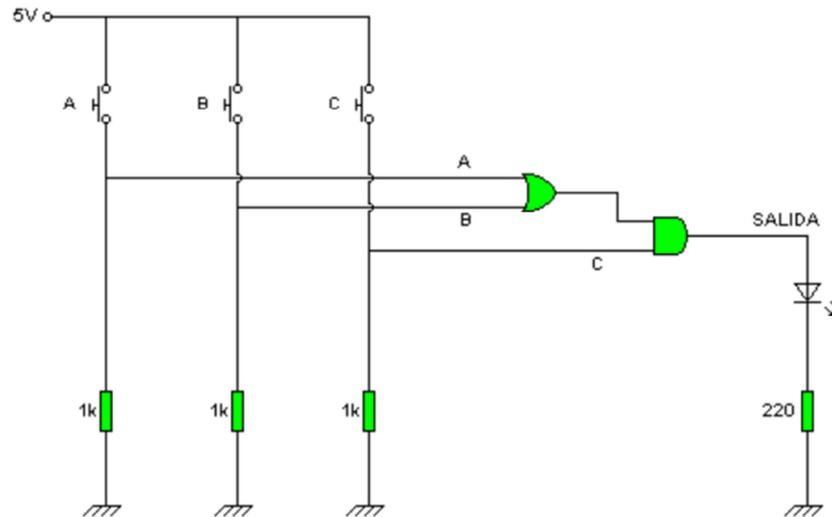
Son necesarias las puertas NOT (7404/74LS04) y OR (74LS32)

Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



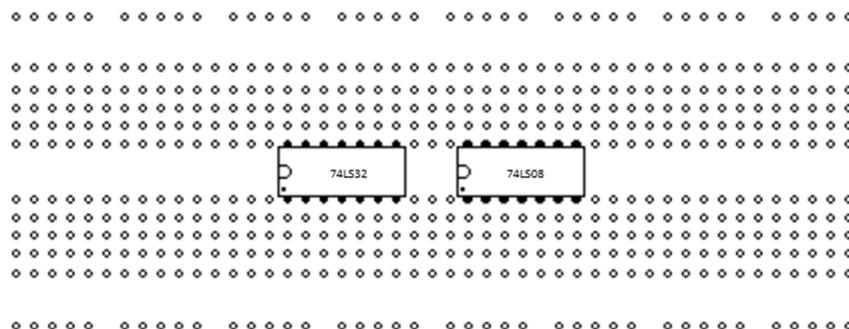
Sexto Montaje

Este circuito combina dos puertas y tiene tres entradas. Móntalo y obtén su tabla de verdad.



<i>Tabla de Verdad</i>			
<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Salida</i>
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



Séptimo Montaje

Un nuevo circuito que combina las tres puertas estudiadas hasta ahora. Tras montarlo, obtén su tabla de verdad.

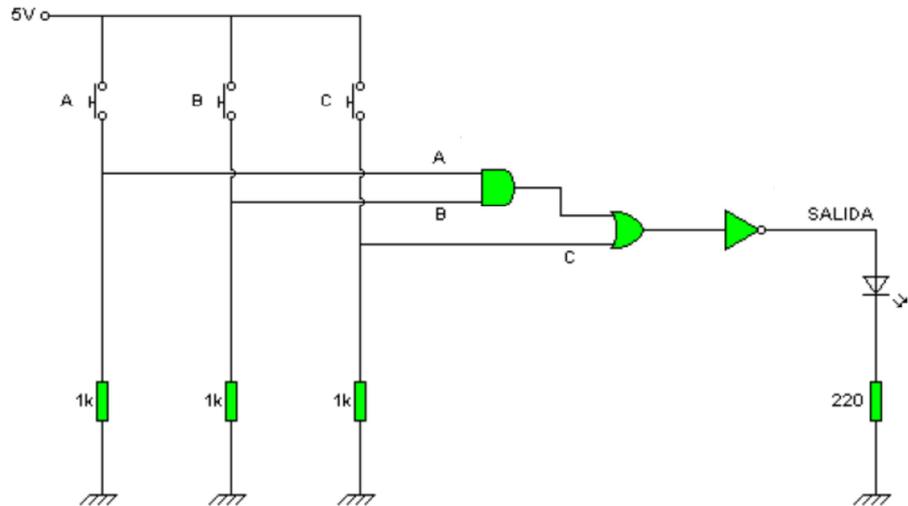
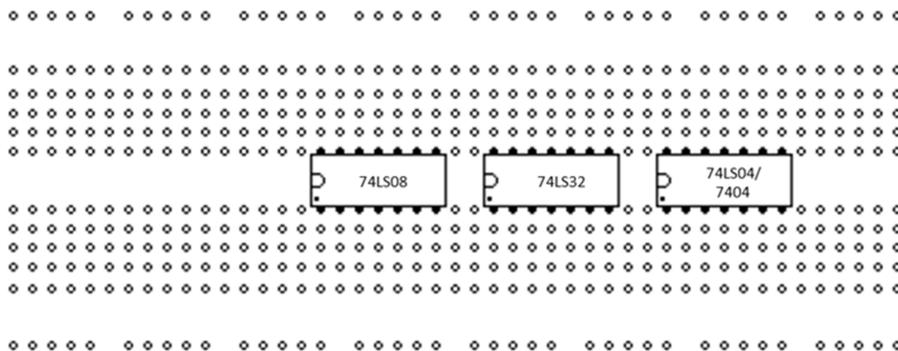


Tabla de Verdad

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Salida</i>
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



Octavo Montaje

Un pequeño cambio en el circuito anterior modifica sustancialmente el resultado. Compruébalo.

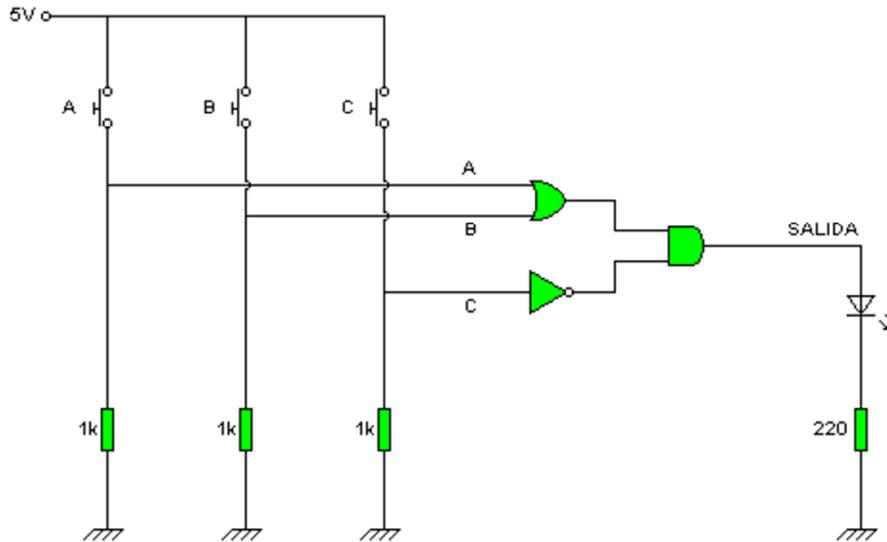
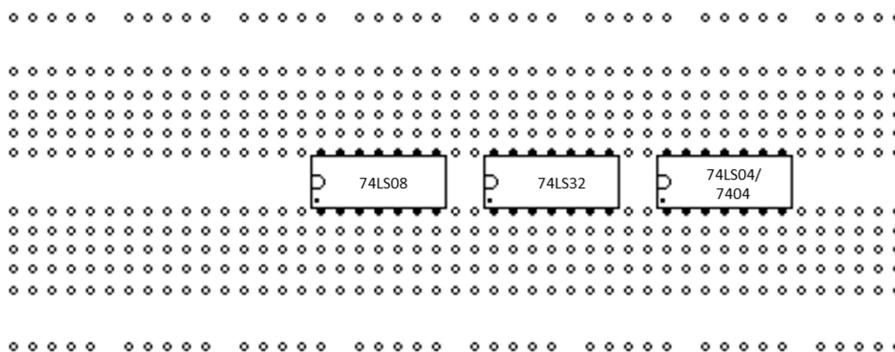


Tabla de Verdad

<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>Salida</i>
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Diseña previamente el circuito para montarlo en la placa board:



A causa de la variabilidad de los diferentes grupos en la velocidad de ejecución de los diferentes montajes, se proporcionaron antes de lo previsto los ejercicios de ampliación, los cuales por su propia concepción permiten que los alumnos más avanzados puedan desarrollarlos y ampliarlos aún más, con unas pequeñas sugerencias, mientras que el resto de los grupos dispone de tiempo para finalizar los montajes propuestos.

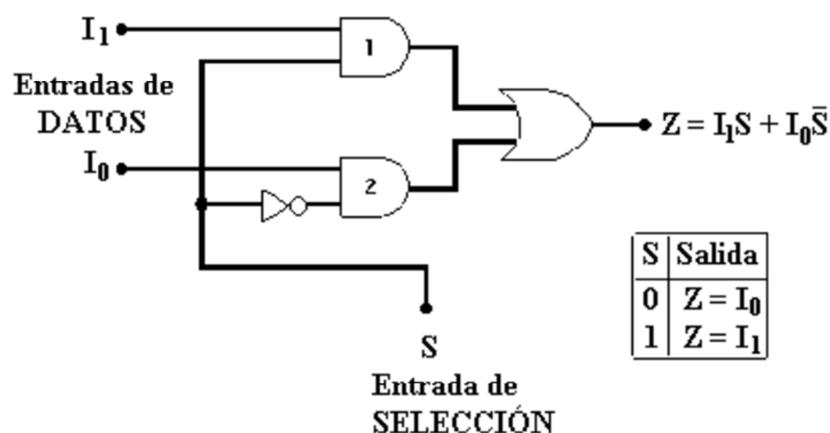
Cuando el primer grupo acabó el octavo montaje, se entregó a la clase el modelo de memoria (adaptado a los alumnos y al trabajo realizado).

A continuación se desarrollan los dos ejercicios de ampliación que se llevaron a cabo, y el modelo de memoria aportado:

Ejercicio de Ampliación 1

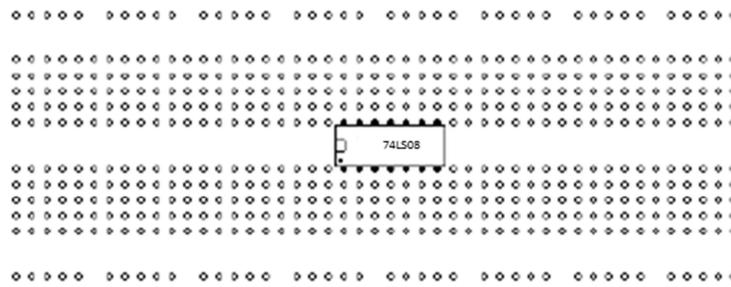
MULTIPLEXOR DE DOS ENTRADAS

El multiplexor actúa como un interruptor de posiciones múltiples controlado digitalmente, donde el código digital que se aplica a las entradas de SELECCIÓN controla qué entradas de datos serán trasladadas hacia la salida. Por ejemplo, la salida Z será igual a la entrada I₀ de algún código de entrada de SELECCIÓN específico, y así sucesivamente. Dicho de otra manera, un multiplexor selecciona una de N fuentes de datos de entrada y transmite los datos seleccionados a un solo canal de salida. A esto se le llama MULTIPLEXAR.



Dibujar el circuito completo (simulando las entradas y salidas) para poder construir un multiplexor de dos entradas simulando las entradas mediante interruptores y las salidas mediante diodos led.

Diseña el circuito para montarlo en la placa board:



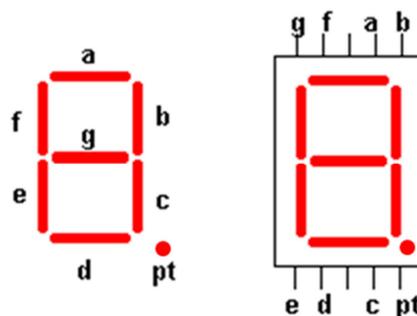
Cuando finalices intenta diseñar un multiplexor de con cuatro bits de entrada de datos y dos bit de selección.

Ejercicio de Ampliación 2

DISPLAY DE SIETE SEGMENTOS

Un display de siete segmentos no es ni más que un conjunto de 8 leds, 7 llamados segmentos, más otro que representa el punto decimal, conectados y posicionados apropiadamente. Encendiendo algunos de ellos y apagando otros podemos ir formando diferentes números.

Cada segmento esta designado con una letra. El punto decimal se denomina pt. La disposición de los segmentos es la siguiente:



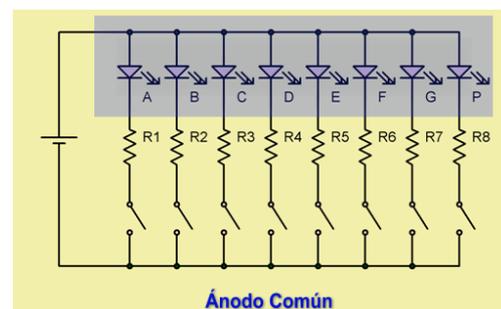
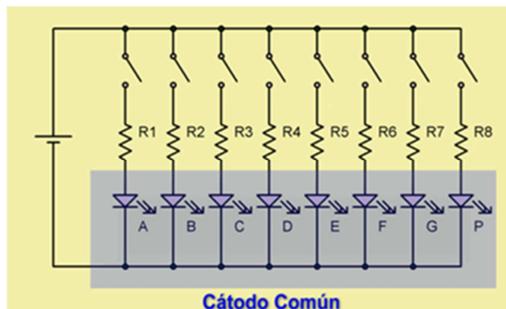
Además vemos en el encapsulado dos patillas que no tienen nombre cuya función veremos a continuación. Si disponemos de 8 leds y cada led tiene dos extremos (ánodo y cátodo) el encapsulado debería tener al menos 16 pines y solo tiene 10. Así se reduce el tamaño del encapsulado y se consigue de dos maneras diferentes.

Conectando todos los cátodos de los leds y dando acceso únicamente al otro extremo (ánodo) de cada uno de ellos. En ese caso se denomina display de cátodo común.

O viceversa, conectando todos los ánodos de los leds y dando acceso únicamente al otro extremo (cátodo) de cada uno de ellos. En ese caso se denomina display de ánodo común.

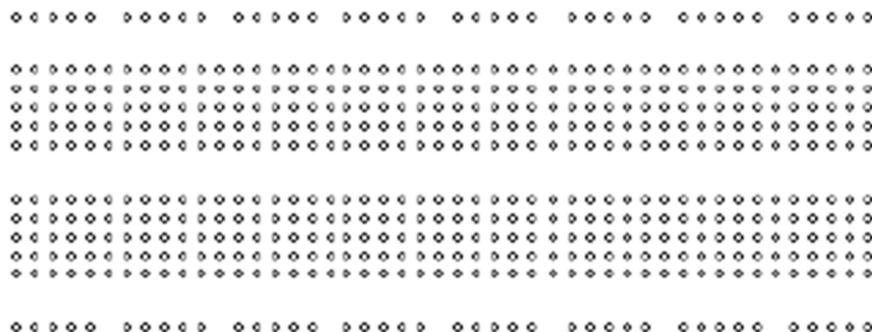
En ambos casos el punto de unión del extremo común coincide con cualquiera de las dos patillas del display que no tienen nombre en la figura anterior.

Así, gráficamente los circuitos para que se enciendan los diferentes leds en cada caso serían los siguientes. Recordemos que las resistencias se ponían para limitar la corriente y proteger el diodo led. En este caso pondremos resistencias de $1\text{ K}\Omega$, podría ser algo mayor o algo menor y la única diferencia sería que el led iluminaría menos o más respectivamente.



Con esta información se pide lo siguiente:

Diseña un circuito que encienda el número de tu grupo en el display de siete segmentos proporcionado, teniendo en cuenta que se trata de displays de ánodo común, para montarlo en la placa board:



Cuando finalices intenta diseñar un circuito de dos entradas que represente en decimal el número generado por dichas entradas en binario.

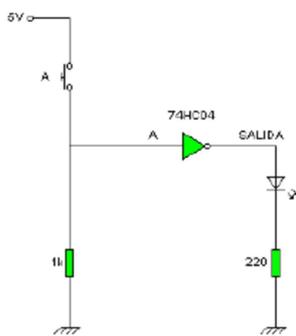
Modelo de memoria

1. Dibuja el circuito, construye la tabla de verdad, escribe la función booleana y finalmente representa el circuito en dibujo de la placa Board de los 8 montajes propuestos y realizados.

Ejemplo.

Montaje 1

- Circuito



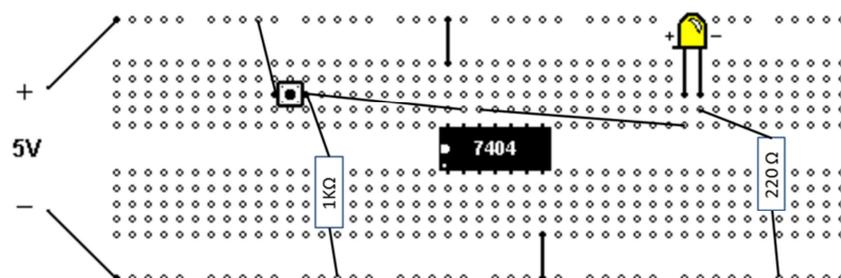
- Tabla de Verdad

Entrada	Salida
A	Z
0	1
1	0

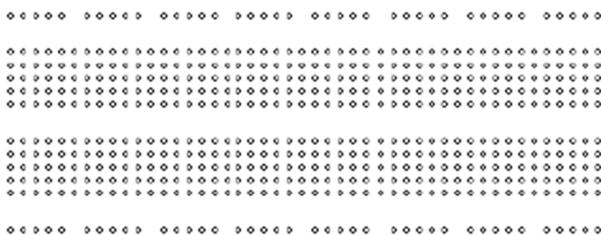
- Función booleana

$$Z = \bar{A}$$

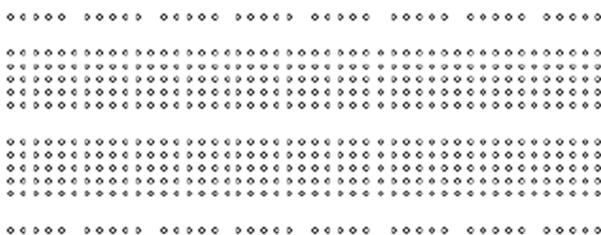
- Placa Board



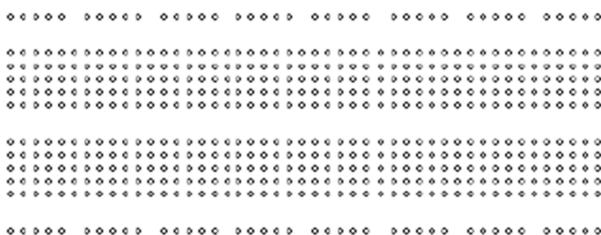
Montaje 2



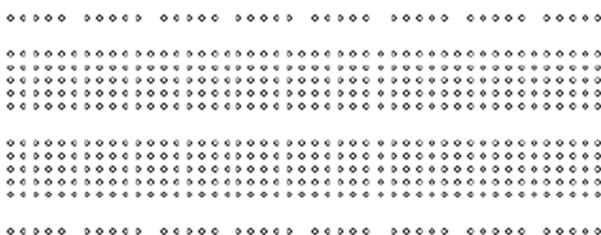
Montaje 3



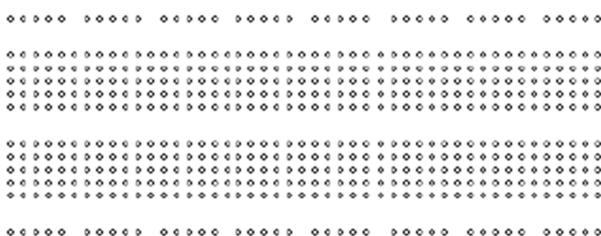
Montaje 4

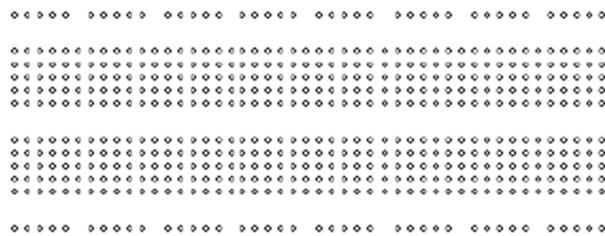


Montaje 5



Montaje 6



Montaje 7**Montaje 8**

Responde a las siguientes cuestiones:

1. ¿Te han resultado interesantes las prácticas?
2. ¿Has echado algo en falta? ¿Qué?
3. ¿Cuál crees que era el objetivo de las mismas?
4. ¿Qué te ha resultado más difícil?
5. ¿Crees que estas prácticas de laboratorio te serán útiles? ¿Por qué?
6. ¿Te gustaría seguir ampliando tus conocimientos de electrónica?
7. Dibuja un circuito que implemente las siguientes funciones (intenta utilizar las puertas lógicas que hemos visto en las prácticas). Calcula su tabla de verdad
 - $Z = \bar{A}BC + \bar{B}(A\bar{C} + C)$
 - $Z = (A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + BC)$
 - $Z = (\overline{AB} + AC)(\bar{A} + \bar{B}C)$

Las primeras 6 cuestiones están pensadas para evaluar el desarrollo de las prácticas y medir el grado de satisfacción de los alumnos en función de sus expectativas. La séptima trata de valorar el afianzamiento de los conocimientos adquiridos, en general de la asignatura, después de llevar a cabo el laboratorio.

3.5 Evaluación

La evaluación propuesta está orientada, por un lado, a medir la consecución de los objetivos anteriormente expuestos, y que resumidos son los siguientes:

- Desarrollar la capacidad y destreza para elaborar circuitos de prueba sobre placas board.
- Mejorar las habilidades de trabajo en grupo.
- Afianzar y aplicar los conocimientos adquiridos en la asignatura.
- Conocer los materiales necesarios y cómo usarlos.
- Saber interpretar los resultados obtenidos en los diferentes montajes.

A pesar de haberse realizado en grupos, la nota final de las prácticas se asignará de forma individual y se compondrá de dos partes:

- Actitud mostrada en el laboratorio (50%). En este apartado se valoraran los siguientes aspectos:
 - Interés en el laboratorio desarrollado en particular, ganas de aprender.
 - Desempeño en el diseño y elaboración de circuitos digitales sobre placas board.
 - Interpretación de los resultados obtenidos, identificación y en su caso corrección de los posibles errores en los montajes.
 - Participación y colaboración dentro del grupo de trabajo, actitud positiva tanto para aprender de los demás, como para apoyarles en sus posibles deficiencias.
 - Cuidado del material y respeto hacia el resto del aula.
- Presentación de las memorias (50%). Para su valoración se han tenido en cuenta los siguientes aspectos:

- Presentación con limpieza y claridad de los diferentes apartados solicitados en la memoria.
- Realización y dibujo correcto de los circuitos solicitados, tanto en su esquema, como en su representación en la placa board.
- Realización correcta de las tablas de verdad solicitadas.
- Representación correcta de la función booleana de cada montaje.
- Respuestas a las cuestiones planteadas. Coherencia en todas ellas y exactitud en la cuestión 7, ya que el resto pretenden evaluar su grado de satisfacción.

Dado que hay cinco aspectos a valorar en cada una de las partes, estos se valorarán de 0 a 10 y se obtendrá la calificación final mediante la media aritmética de los mismos, pudiendo también obtenerse por separado la valoración de la actitud y de las memorias presentadas.

Dado que estas prácticas han sido planificadas con la asignatura casi finalizada y por lo tanto no se habían incluido en la programación anual de la misma, se tendrán en cuenta únicamente para subir la nota global de la misma en el porcentaje que decida la profesora de la asignatura. Mi propuesta fue que pudieran subir la nota global hasta un máximo de 1 punto sobre el total.

Para llevarla a cabo se rellenarán las siguientes tablas:

		Alumno															
Actitud		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupo																	
Interes																	
Cuidado del material																	
Interpretación de los resultados																	
Destreza																	
Participación y colaboración en su grupo																	
Promedio																	

		Alumno															
Memoria		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupo																	
Montajes	Limpieza y claridad																
	Circuitos (esquema y dibujo en la placa board)																
	Tablas de verdad																
	Función booleana																
	Cuestiones																
Promedio																	

En cuanto a la medida del grado de satisfacción y cumplimiento de las expectativas de las prácticas, también se rellenará una tabla para analizar posteriormente los resultados. Ésta es la siguiente:

Cuestiones		Alumno															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupo																	
1	¿Te han resultado interesantes las prácticas?																
2	¿Has echado algo en falta?, ¿qué?																
3	¿Cuál crees que era el objetivo de las mismas?																
4	¿Qué te ha resultado más difícil?																
5	¿Crees que te resultaran útiles?, ¿por qué?																
6	¿Te gustaría ampliar tus conocimientos de electrónica?																

Se plantearon de forma abierta para realizar un análisis más detallado de las respuestas, el cual, aunque resulte más subjetivo se consideró más práctico, pues el número y variabilidad de alumnos no permitiría, en cualquier caso, realizar un análisis estadístico detallado, que tampoco sería objeto del presente TFM.

Así se analizará cada pregunta teniendo en cuenta los siguientes criterios:

Las dos primeras tratan de medir el interés que las prácticas han despertado en los alumnos y se plantean desde el punto de vista positivo (la 1), y negativo (la 2), para intentar obtener mayor profundidad en su visión de las mismas. Se valoraran de 1 a 5 en función del énfasis en la respuesta siendo 5 el valor más positivo (muy interesantes o se ha echado en falta nada o algo no relacionado con las prácticas) y 1 el más negativo (poco interesantes o se ha echado en falta algo fundamental para captar el interés del alumno).

La tercera y la cuarta pretenden averiguar si son conscientes de haber cumplido alguno de los objetivos previstos (si lo han hecho o no, se valora mediante la evaluación, más objetiva, de las mismas derivada de la observación continua y de las memorias presentadas) y proporcionar ideas posteriores que nos ayuden a identificar aspectos mejorables en el planteamiento, o incluso en los contenidos. Al igual que en el caso anterior se valoraran ambas de 1 a 5, siendo 5 el valor más positivo (son conscientes de su utilidad), y 1 el más negativo (no son conscientes de su utilidad independientemente de que hayan mejorado o no sus competencias).

Finalmente, con las dos últimas estoy informándome acerca la posibilidad de que en futuro continúen estudiando algo relacionado con la electrónica y como estas prácticas

pueden haber influido en ello. También se puntuaron de 1 a 5, siendo 5 el valor que más posibilidades tiene de continuar con la materia y 1 el que menos posibilidades.

En cualquier caso en el apartado siguiente se describirá en detalle este análisis y se ilustrará con ejemplos de las respuestas ofrecidas.

4 Resultados y propuestas de mejora

4.1 Ajustes en la planificación

Las características ya comentadas de la clase, donde los diferentes grupos tenían unas actitudes y capacidades diversas, produjeron una serie de desajustes en la planificación, ya que en algunos casos se acumulaban retrasos y en otros se adelantaba trabajo. En la siguiente figura podemos observar los cambios en la planificación inicial (en gris) frente al tiempo de ejecución real (rayado).

	mayo						junio				
	7	13	14	20	21	27	28	3	4	10	11
Introd. Montaje1	Rayado										
Montaje2		Rayado									
Montaje3			Rayado								
Montaje4				Rayado							
Montaje5					Rayado						
Montaje6						Rayado					
Montaje7							Rayado				
Montaje8								Rayado			
Ampliación1									Rayado		
Ampliación2										Rayado	
Memorias dudas											Rayado

Se observa que ya desde el segundo montaje se adelantaron los grupos más aventajados, mientras que a partir del quinto empezaron a acumularse retrasos. La flexibilidad de los ejercicios de ampliación permitió que toda la clase se ajustara en el tiempo asignado a finalizar, tanto los montajes evaluables, como los ejercicios de ampliación. Para ellos fue necesario dar más soporte a determinados grupos y libertad de diseño a otros, consiguiendo así el doble objetivo de fomentar la creatividad en los primeros y proporcionar una atención adecuada a los segundos con el fin de conseguir los objetivos perseguidos en el máximo número de alumnos posible.

Esto fue posible gracias a la colaboración mostrada en todos los casos por los alumnos, independientemente de su interés real por la asignatura, y al apoyo de la profesora, quién conocía sus fortalezas y debilidades y me asesoró permanentemente al respecto, además de participar activamente durante la ejecución de las prácticas.

4.2 Evaluación a los alumnos

Siguiendo los criterios establecidos en los apartados anteriores, a continuación veremos el grado de objetivos conseguidos en función de la evaluación realizada. Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Actitud	Alumno															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupo	G5	G3	G3	G1	G1	G6	G4	G4	G2	G6	G4	G3	G2	G5	G1	G6
Interes	10	6	8	7	6	5	6	5	10	7	6	7	10	10	8	6
Cuidado del material	10	8	8	7	6	5	6	6	10	5	6	7	10	10	9	5
Interpretación de los resultados	10	6	6	6	6	5	5	5	10	6	6	7	10	10	7	6
Desempeño	10	6	6	7	6	5	5	5	10	6	6	9	10	10	8	7
Participación y colaboración en su grupo	10	7	9	6	6	5	6	5	10	7	7	9	10	10	10	8
Promedio	10	6,6	7,4	6,6	6	5	5,6	5,2	10	6,2	6,2	7,8	10	10	8,4	6,4

Memoria	Alumno															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupo	G5	G3	G3	G1	G1	G6	G4	G4	G2	G6	G4	G3	G2	G5	G1	G6
Montajes																
Limpieza y claridad	9	6	7	7	7	0	0	0	10	6	0	7	9	9	7	5
Circuitos (esquema y dibujo en la placa board)	10	5	8	6	5	0	0	0	8	5	0	5	8	8	6	5
Tablas de verdad	10	6	9	5	5	0	0	0	10	6	0	5	10	10	10	5
Función booleana	5	5	6	10	6	0	0	0	10	6	0	5	10	5	9	5
Cuestiones	9	7	8	6	6	0	0	0	9	7	0	5	7	9	6	8
Promedio	8,6	5,8	7,6	6,8	5,8	0	0	0	9,4	6	0	5,4	8,8	8,2	7,6	5,6

Como ya se ha comentado, el interés de todos los alumnos ha sido aceptable durante el desarrollo de las prácticas por lo que la nota más baja en el apartado de actitud (sobre 10) ha sido 5. Igualmente la presentación de las memorias también se ha puntuado a partir de 5 (sobre 10), en el caso de que se hayan entregado, teniendo en cuenta las características particulares del grupo y la época en las que se han realizado, coincidente con final de curso y por lo tanto con varios exámenes.

El resultado final de la evaluación fue el siguiente:

Grupo	G5	G3	G3	G1	G1	G6	G4	G4	G2	G6	G4	G3	G2	G5	G1	G6
Alumno	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Nota	9,3	6,2	7,5	6,7	5,9	2,5	2,8	2,6	9,7	6,1	3,1	6,6	9,4	9,1	8	6

Lo que supone un promedio de 6,3 sobre 10, nota que puede considerarse aceptable considerando en esta asignatura hay un alto porcentaje de alumnos (aproximadamente un

75%) con expedientes por debajo de esa media por las características que se han descrito de la misma en el apartado de antecedentes.

Otro efecto apreciable a simple vista es que la media de actitud ha sido valorada en 7,3 mientras que la media de las memorias únicamente en 5,4. Si despreciamos los valores, tanto de actitud, como de memorias de los alumnos que no las entregaron (valorados con 0) los valores serían 7,95 y 7,1 respectivamente, lo que en cualquier caso supone una diferencia significativa. Podría parecer que la medida de la actitud está sobrevalorada pues a la hora de realizar las memorias no se ha transformado en la aptitud suficiente. Sin embargo dicho efecto se explica principalmente por dos factores a tener en cuenta. En primer lugar, mi falta de previsión, pues di por hecho que el documento entregado donde se ejemplificaban los requerimientos de las memorias era auto-explicativo, y no me paré lo suficiente en comentar lo que se pedía. Y por otra parte, la entrega de dicho documento y por tanto la elaboración de las memorias podría haberse adelantado significativamente, sin esperar a que se finalizara el último montaje evaluable y hubieran dispuesto de más tiempo, con menos agobio de exámenes.

Por último, destacar que esta evaluación se utilizó para subir nota (hasta un máximo de un 10%) como se sugirió, excepto en los casos en que no se entregaron las memorias, en los cuales tampoco se tuvo en cuenta la nota obtenida en actitud.

En el *Anexo C* se muestran a modo de ejemplo las memorias presentadas por el alumno 9 y el alumno 12, correspondientes a la mejor y peor nota en las mismas.

4.3 Valoración de las prácticas por los alumnos

Para medir la valoración que los alumnos han realizado de las prácticas se han utilizado los siguientes criterios:

- Preguntas 1 y 2 para medir el interés despertado en los alumnos.
 - Pregunta 1. ¿Te han resultado interesantes las prácticas?
 - 1 No debidamente justificado o enfatizado.
 - 2 No.
 - 3 Un poco, no mucho,... respuestas neutras.

- 4 Si.
- 5 Si debidamente justificado o enfatizado.
- Pregunta 2. ¿Has echado algo en falta? ¿Qué?
 - 1 Si debidamente justificado o enfatizado.
 - 2 Si identificando algún problema.
 - 3 Respuestas neutras o no relacionadas con las prácticas.
 - 4 No.
 - 5 No debidamente justificado o enfatizado.
- Preguntas 3 y 4 para medir grado de entendimiento y justificación de las prácticas.
 - Pregunta 3. ¿Cuál crees que era el objetivo de las mismas?
 - 1 Objetivos mal identificados y equivocados.
 - 2 Objetivos no claros.
 - 3 Respuestas neutras o muy generales (“aprender cosas nuevas” por ejemplo).
 - 4 Identificación correcta de alguno de los objetivos planteados.
 - 5 Identificación correcta de más de uno de los objetivos planteados.
 - Pregunta 4. ¿Qué te ha resultado más difícil?
 - 1 Identificación correcta de problemas que hubieran tenido fácil solución.
 - 2 Identificación correcta de problemas que hubieran requerido una planificación previa de los mismos.
 - 3 Respuestas neutras o muy generales.
 - 4 Sin grandes dificultades.
 - 5 Ninguna dificultad.
- Preguntas 5 y 6 para medir la posibilidad de estudiar electrónica en un futuro cercano.
 - Pregunta 5. ¿Crees que te resultarán útiles estas prácticas? ¿Por qué?
 - 1 No justificado o enfatizado.
 - 2 No.
 - 3 Respuestas neutras o incorrectamente justificadas.
 - 4 Si.
 - 5 Si justificado o enfatizado.

- Pregunta 6. ¿Te gustaría ampliar tus conocimientos de electrónica?
 - 1 No.
 - 2 No condicionado.
 - 3 Respuestas neutras o con dudas.
 - 4 Si.
 - 5 Si justificado o enfatizado.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Cuestiones	Alumno															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Grupo	G5	G3	G3	G1	G1	G6	G4	G4	G2	G6	G4	G3	G2	G5	G1	G6
1 ¿Te han resultado interesantes las prácticas?	4	4	5	4					5	4		3	5	5	4	4
2 ¿Has echado algo en falta?, ¿qué?	4	2	2	4					3	4		4	5	5	4	4
3 ¿Cuál crees que era el objetivo de las mismas?	4	4	2	4					4	4		4	3	3	4	3
4 ¿Qué te ha resultado más difícil?	3	3	3	3					5	2		3	3	3	4	3
5 ¿Crees que te resultarían útiles?, ¿por qué?	5	3	3	4					5	4		3	2	4	4	1
6 ¿Te gustaría ampliar tus conocimientos de electrónica?	4	1	4	4					5	4		1	5	5	1	1

Que agrupados y calculando su valor medio:

Grupo	Pregunta	Promedio	Prom. Total
Interés	P1	4,3	4,0
	P2	3,7	
Conocimiento	P3	3,5	3,4
	P4	3,2	
Futuro	P5	3,5	3,3
	P6	3,2	
	Total		3,6

Valores de los que se deduce que se consiguió captar la atención de los alumnos, en general porque les resultó algo novedoso y que echaban en falta en la asignatura, por lo que lo agradecieron y de ahí su alto grado de colaboración.

En cuanto a lo conscientes que son de los objetivos planteados, el valor también es positivo, aunque algo menor probablemente por la necesidad de apoyo específico en algunos casos, lo que se puede ver directamente en las respuestas solicitando más ayuda durante la ejecución de los montajes.

Respecto al valor del interés futuro en la electrónica, es algo más subjetivo, pues puede haber alumnos que previamente tengan claro que les atrae, o no les atrae. Así, se aprecia

una notable diferencia entre los que obtuvieron unas calificaciones altas y que tienen claro que seguirán estudiando por la rama de ciencias, con el objetivo de llegar a la universidad y que cuentan con seguir estudiando electrónica en el futuro y los que obtuvieron unas calificaciones menores que entre los que hay muchos que posiblemente elijan su camino por otras ramas, aunque hay que destacar que también algunos de ellos han hecho subir la media hasta un valor global aceptable por lo que es posible que la influencia de estos laboratorios haya sido positiva.

En cualquier caso, el valor global de la valoración aunque también puede considerarse positivo, permite cierto grado de mejora. En los siguientes apartados se incluyen una serie de propuestas, basadas en las respuestas de los alumnos y en mi propia experiencia con ellos, tendentes a tratar de mejorar el grado de satisfacción de los alumnos y la eficacia general en cursos futuros.

4.4 Resumen de propuestas de mejora

En primer lugar, me gustaría destacar que sería muy importante que la asignatura de 3º de ESO de **“Iniciación a la Electricidad y la Electrónica”** dispusiera también de unas prácticas de laboratorio que permitiera a los alumnos introducirse en el uso del instrumental, y en general del material asociado a un laboratorio de electrónica, lo que permitiría tener mucho terreno avanzado al planificar el laboratorio de la asignatura de 4º. Es posible que dicho laboratorio pueda ser objeto de un futuro TFM en el mismo Colegio, ya que el interés y apoyo mostrado ha sido muy alto, así como la satisfacción con los resultados finales obtenidos.

En general, el TFM ha comenzado a unas alturas del curso donde es muy difícil introducir variaciones en la planificación del programa previsto, lo que produce que se planifique de forma un tanto precipitada. Por lo tanto, **anticipar lo máximo posible el contacto con el Colegio** (incluso previamente a la realización del Practicum) mejoraría los resultados.

Es probable que con una anticipación mayor, también pudiera conseguirse que las prácticas propuestas incluyeran **experiencias más cercanas a circuitos reales** usados en la industria, y por lo tanto más atractivos para los alumnos.

Así mismo, también podría incluirse en los objetivos un enlace más directo con los contenidos de manera que se incluyera el **diseño** de aplicaciones concretas, su **simulación** en el ordenador y su **implementación** práctica en el laboratorio. En definitiva, la realización de **proyectos** completos, en los que se puede introducir la idea de competitividad, altamente motivadora a estas edades. Por ejemplo, concursos de Lego, o de robótica, o quien utilice menos Cl's en un diseño, etc.

Otro aspecto a mejorar es la explicación de la elaboración de la **memoria de prácticas** y su solicitud para cada montaje o proyecto en vez de una única memoria para todo el laboratorio. Los motivos se han comentado ampliamente en apartados anteriores.

También se ha comentado anteriormente el hecho de la posible limitación que puede suponer el no disponer de polímetros y fuentes de alimentación para cada grupo. Sin embargo como ya se ha explicado en el caso de este laboratorio concreto con esta clase concreta ha sido más una ventaja que un inconveniente por la atención personalizada a los alumnos que ha implicado. Sin embargo, en un laboratorio planificado desde principio de curso en el que se implementen algunas de las mejoras aquí propuestas, sobre todo la que hace referencia al laboratorio de la asignatura de 3º de ESO, implicaría la necesidad de disponer de **alimentación y polímetro en cada puesto de trabajo**. Podrían usarse pilas (3 de 1,5 V en serie o una de 4,5) o los reguladores de tensión adquiridos y que al final no fueron utilizados.

Finalmente, se proponen una serie de cambios más profundos en el **programa de la asignatura**, que en una asignatura eminentemente práctica como esta, se consideran necesarios para mejorar el aprendizaje de los alumnos. Dichos cambios tienen entidad suficiente para agruparlos en su propio apartado que veremos a continuación.

4.5 Cambios propuestos en el programa

Los cambios propuestos implican modificaciones de los contenidos, de la temporización y de la metodología, y están orientados a acercar la asignatura a la realidad de una manera más práctica y hacerla así más útil y atractiva a los alumnos.

Contenidos

Unidad didáctica 1.- Introducción. Repaso de conceptos

Corriente alterna y corriente continua. Resumen y funcionamiento del transistor.

Unidad didáctica 2.- Introducción a la electrónica digital.

Electrónica. Tipos de electrónica: electrónica analógica y electrónica digital. Ejemplo de sistema analógico. Problemas de los sistemas analógicos. Electrónica digital. Circuitos y sistemas digitales.

Unidad didáctica 3.- Sistemas de representación.

Introducción a la representación de un número. Sistema binario, octal y hexadecimal. Conversión para el sistema binario-decimal. El sistema binario. Bits y electrónica.

Unidad didáctica 4.- Álgebra de Boole.

Introducción. Operaciones de suma, multiplicación y negación. Propiedades del álgebra de Boole. Tablas de verdad y teoremas. Funciones booleanas. Mapas de Karnaugh.

Unidad didáctica 5.- Circuitos combinacionales.

Clases de circuitos digitales. Puertas lógicas básicas: AND, OR y NOT. Otras puertas: NAND, NOR y XOR. Circuitos integrados.

Unidad didáctica 6: Diseño de circuitos combinacionales.

El proceso de diseño. Implementación de funciones con puertas lógicas.

Unidad didáctica 7: Usos básicos de los circuitos combinacionales.

Multiplexores y demultiplexores. Circuitos codificadores y decodificadores. Comparadores.

Unidad didáctica 8: Sistemas secuenciales.

Realimentación en un circuito digital. Biestables síncronos y asíncronos. Registros. Contadores. Temporizadores, el 555.

Unidad didáctica 9: Circuitos microprogramables.

Controlador, microprocesador y microcontrolador. Estructura de un microprocesador, UC, ALU, Registros. Controladores programables, Memoria Unida de E/S, Buses, Instrucciones. Programación de microcontroladores.

A primera vista parece que hemos introducido más teoría y por lo tanto hemos restado más tiempo a las prácticas. Sin embargo, si observamos la temporización propuesta y la posterior descripción de la metodología a aplicar se observará que el efecto conseguido es el contrario.

Temporización

Primer Trimestre	Evaluación Inicial 4h	4h	Unidad Didáctica 1.- Introducción. Repaso de conceptos.
	1ª Evaluación 20h	4h	Unidad Didáctica 2.- Introducción a la electrónica digital.
		4h	Unidad Didáctica 3.- Sistemas de representación.
		12h	Unidad Didáctica 4.- Álgebra de Boole.
Segundo Trimestre	2ª Evaluación 24h	6h	Unidad Didáctica 5.- Circuitos combinacionales.
		10h	Unidad Didáctica 6.- Diseño de circuitos combinacionales.
		8h	Unidad Didáctica 7.- Usos básicos de los circuitos combinacionales.
Tercer Trimestre	3ª Evaluación 24h	18h	Unidad Didáctica 8.- Sistemas secuenciales.
		6h	Unidad Didáctica 9.- Circuitos microprogramables.

En resumen, se propone reducir drásticamente las horas de teoría inicial antes de poder empezar con prácticas de circuitos en el laboratorio. Esto puede conseguirse si nos centramos en los mínimos que serán necesarios para empezar a abordar proyectos prácticos, sobre todo en la unidades didácticas 2 y 3 que son las que se ven más afectadas.

En los que se refiere a la unidad didáctica 4 apenas se vería afectada, y en cualquier caso podrían reducirse los ejercicios y problemas pues en el siguiente trimestre se deberían repasar para abordar satisfactoriamente el resto de unidades didácticas.

Finalmente, en el segundo y tercer trimestre para poder abordar la totalidad de los contenidos y su experimentación práctica se proponen cambios en la metodología que se describen a continuación.

Metodología

Si bien en el **primer trimestre** se puede seguir una metodología clásica por la naturaleza de los contenidos, que servirán de base para afrontar los siguientes periodos, también es posible tener un primer contacto con el laboratorio en dos momentos clave.

El primero de ellos a principio de curso durante la evaluación inicial para hacernos una idea del conocimiento que tienen del instrumental y del material en general, en función del uso que se haya realizado del mismo en cursos anteriores.

Y por último, al finalizar el trimestre como presentación de lo que será el trabajo de la asignatura en los dos siguientes introducirles el nuevo material y realizar a modo demostrativo algún montaje para explicar cómo se simularán las entradas y salidas en los circuitos.

En lo que respecta al **segundo trimestre** es donde se proponen los cambios más importantes que consisten básicamente en trasladar al laboratorio la práctica totalidad de las horas de clase, proponiendo montajes desde el primer día e introduciendo la teoría necesaria en el guion correspondiente, el cual deberá proporcionarse con antelación a la sesión en el laboratorio.

Los montajes propuestos deberán diseñarse previamente y probarse en los simuladores disponibles, para finalmente implementarse y probarse, dando así un carácter de proyectos

a los mismos y promoviendo el aprendizaje por indagación, con el soporte necesario por parte del profesor y comenzando por proyectos muy sencillos para posteriormente abordar otros más complejos. En cualquier caso, todos ellos basados en aplicaciones reales en los que se puedan apreciar su utilidad. Más adelante se propondrán algunos ejemplos.

Por último, en el **tercer trimestre** se propone una metodología similar al segundo, excepto para la última unidad didáctica a la que se le han asignado menos horas porque con ella se busca dar unas pinceladas descriptivas del fin último y aplicado de la tecnología digital y por lo tanto se prevé más teórica. Aunque sería deseable poder realizar también experiencias relacionadas con esta unidad, pues es la más importante ya que les acerca más a la realidad de la electrónica actual, siendo realista, no creo que el tiempo de para tanto en una asignatura de dos horas semanales, en cuya temporización no han sido tenidos en cuenta imprevistos (exámenes de recuperación, excursiones, ajustes de calendario, etc.).

Otro cambio que sin duda mejoraría la experiencia práctica de esta asignatura, sería la **agrupación de las dos horas semanales** con las que cuenta en una única sesión, pues en algunos casos los montajes a realizar pueden llevar más tiempo, y más con el planteamiento propuesto y el cambio de sesión puede suponer un retraso innecesario.

Ejemplos de circuitos combinacionales

E1. Sistema de alarma con tres sensores

Diseñar un circuito con puertas lógicas para activar una señal de alarma en un sistema con tres sensores de manera que se active cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- El sensor S1 desactivado, el S2 activado y el S3 en cualquier posición.
- Los sensores S1 y S2 desactivados y el S3 activado.
- Todos los sensores activados

E2. Sistema de riego con tres depósitos

Un sistema de riego dispone de tres depósitos de agua. En cada uno de ellos se dispone de un sensor que se activa cuando se agota al agua en el mismo. Diseñar un circuito lógico que active una señal de aviso cuando dos de los depósitos estén vacíos.

E3. Trituradora

Una trituradora posee dos aspas diferentes impulsadas por diferentes motores, M1 y M2. Cuando el depósito de la trituradora se encuentra al nivel determinado por el sensor S1 (medio) se conecta el motor M1. Cuando se alcanza el nivel determinado por el sensor S2 (alto) se conectan a la vez los motores M1 y M2. En el caso de que el nivel esté por debajo de un mínimo establecido por el sensor S3 (bajo) se desconectan los dos motores. Por otra parte la trituradora solo se activa si un sensor de temperatura, S4, indica que la misma es la correcta dentro de la mezcla. Diseñar el circuito lógico que active correctamente los motores de la trituradora.

E4. Decodificador

Comprobar el funcionamiento de un decodificador BCD a decimal. Para ello se usará el CI 74LS42 (en tecnología TTL, o 74HC42 en tecnología CMOS).

E5. Diseño de una alarma con un multiplexor

Diseñar un circuito lógico con un multiplexor de 8 entradas (74LS151 o 74HC151) para la alarma del ejercicio E1.

E6. Decodificador BCD a 7 segmentos

Comprobar el funcionamiento del decodificador BCD a 7 segmentos (74LS47) mediante un display de 7 segmentos de ánodo común.

Ejemplos de circuitos secuenciales

E1. Biestable R-S asíncrono con puertas NOR

Comprobar su funcionamiento y realizar su tabla de verdad

E2. Biestable R-S síncrono con puertas NAND

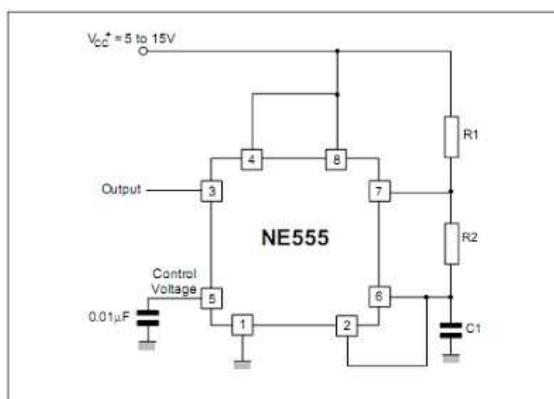
Comprobar su funcionamiento y realizar su tabla de verdad

E3. Contador de décadas

Comprobar el funcionamiento del contador de décadas (74LS90) mediante el uso de un decodificador a 7 segmentos (74LS47) y el correspondiente display.

E4. Contador automático con 555

Bastara que en el circuito anterior la señal de reloj del contador de décadas (74LS90) se conecte a la salida del siguiente circuito.



Donde $C1 = 10 \mu\text{F}$; $R1 = 33 \text{ K}\Omega$; y $R2 \approx 55,5 \text{ K}\Omega$

(puede ajustarse la frecuencia sustituyendo $R2$ por un potenciómetro).

4.6 Aplicación a cursos superiores

En lo que respecta a bachillerato, el actual currículo recoge los contenidos de electrónica digital objeto de este TFM únicamente en la asignatura denominada “Tecnología Industrial II” de 2º de Bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología.

A continuación se describen los contenidos de dicha asignatura incluidos en el currículo, entrando en más detalle en la parte de electrónica digital.

1. Materiales
2. Principios de máquinas
3. Sistemas automáticos
4. Circuitos neumáticos y oleohidráulicos
5. Control y programación de sistemas automáticos
 - a) Álgebra de Boole. Funciones lógicas: representación y simplificación.
 - b) Circuitos lógicos combinacionales. Puertas. Procedimientos de simplificación de circuitos lógicos.
 - c) Aplicación al control del funcionamiento de un dispositivo.
 - d) Circuitos lógicos secuenciales síncronos y asíncronos.
 - e) Circuitos de control programado. Programación rígida y flexible.
 - f) Microprocesadores.
 - g) Autómatas programables. Lenguajes de programación. Aplicaciones.

Se trata de un bloque de contenidos sobre cinco, lo que nos hace pensar que el nivel de la materia a impartir no puede ser muy superior al previsto en el programa propuesto por lo que las experiencias de laboratorio en este caso serían similares. En todo caso se podrían proponer circuitos más complejos pues la base teórica por ejemplo de circuitos eléctricos, debería haberse ampliado en otras asignaturas.

5 Conclusiones

Lo más complicado del este TFM ha sido como ayudar en paralelo a los alumnos más aventajados y a los que necesitaban más apoyo. Por ello he tratado de aportar en las mejoras propuestas cambios profundos en la asignatura que ayuden a ese propósito mediante la combinación del tratamiento de las competencias manuales (destrezas), y científicas (intelectuales).

Otro aspecto que me ha llamado poderosamente la atención, es la permanente necesidad de formación y actualización del profesorado por diferentes motivos. Por una parte, la sociedad actual se mueve a una velocidad nunca antes vista en la historia de la humanidad, tanto desde el punto de vista de desarrollo tecnológico, como de desarrollo humano en general, y por lo tanto parámetros que podemos dar como ciertos y estables pueden modificarse antes incluso de que nos demos cuenta y esto afecta como es evidente enormemente a la educación. Por otra parte, los permanentes cambios de legislación hacen que se produzcan incoherencias que no da tiempo a corregir o adaptar antes del próximo cambio, lo que da la sensación de una constante improvisación y falta de planificación, que solo se puede suplir con profesorado bien formado y experimentado.

En la misma línea querría destacar la falta de fuentes de información, comunes y fiables, de recursos de ayuda al profesorado para establecer programas, laboratorios didácticas y metodologías. Realmente hay muchas, prácticamente una por cada comunidad autónoma, pero en muchos casos incompletos o desactualizados y con enfoques diferentes, que pueden desorientar más que ayudar. Si a mí me ha resultado complicado para la elaboración de este trabajo, supongo que los profesores de secundaria y bachillerato se encontrarán en su día a día con la misma dificultad. Sin embargo, éste es un problema de mayor calado y más propio de un proyecto de investigación más amplio que un TFM por la variedad de agentes implicados en el mismo.

Y finalmente, lo más positivo de la elaboración de este trabajo para mi experiencia ha sido, sin duda, el trato con adolescentes, que nunca dejan de sorprenderte y por lo tanto nunca dejas de aprender con ellos. Desde la ternura que me ha producido alguna de las respuestas a la encuesta proporcionada, como por ejemplo a la pregunta de si les resultarán útiles en el futuro, una de las respuestas fue literalmente: "Si, para ayudar a mi familia

cuando tenga y demás”, hasta ver cómo incluso los alumnos menos implicados pueden tener respuestas positivas si tocas la tecla adecuada. En definitiva, un equilibrio muy delicado en el que debemos mantenernos siempre en estado de alerta pues estamos tratando con personas en pleno estado de formación de su personalidad.

6 Bibliografía

ORDEN EDU/1047/2007, de 12 de junio, por la que se regula la impartición de materias optativas en Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León

DECRETO 52/2007, de 17 de mayo, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León.

DECRETO 42/2008, de 5 de junio, por el que se establece el currículo de bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

Alcalde San Miguel, Pablo. (2010). *Electrónica aplicada*. Madrid. Ed. Paraninfo

Anderson, Chris. (2013). The Maker Movement: Tangible Goods Emerge From Ones and Zeros. *WIRED 20th Anniversary*. Recuperado el 21 de junio de 2014 de: <http://www.wired.com/2013/04/makermovement/>

Platt, Charles. (2007). The Biggest little chip. *MAKE: technology in your time, Home Electronics*. Volumen 10. 62-66

Programación de la asignatura *Iniciación a la Electricidad y Electrónica* de 3º de ESO. Colegio Nuestra Sra. de Lourdes.

Programación de la asignatura *Iniciación a la Electricidad y Electrónica II* de 4º de ESO. Colegio Nuestra Sra. de Lourdes.

Otras webs consultadas:

http://cc.sanjosebegona.madrid.educa.madrid.org/programa/Recusos_eso.htm

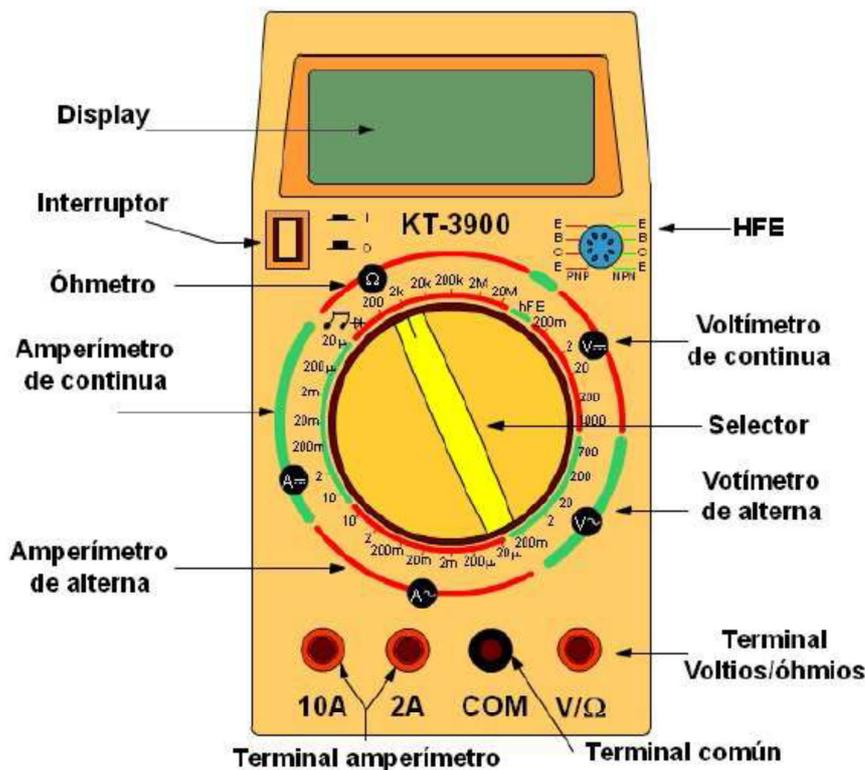
<http://galfama.blogspot.com.es/>

<http://es.wikipedia.org>

Apéndice A. El polímetro

El polímetro es el instrumento de medida fundamental en cualquier experiencia de teoría de circuitos. Permite medir, entre otras cosas, tensiones (voltajes), intensidades y resistencias.

En la siguiente figura se muestra un esquema de un polímetro típico. Sus elementos principales son los siguientes:



1. Display: en el que se puede leer, en formato digital, el valor de la medida.
2. Selector: permite alternar entre los distintos modos de operación del polímetro.
3. Amperímetro de continua/alterna: en este modo pueden medirse intensidades para corriente continua o alterna respectivamente.
4. Voltímetro de continua/alterna: permite medir voltajes.
5. Ohmímetro: permite medir la resistencia óhmica de elementos eléctricos.

Medidas de tensión e intensidad con el polímetro

El polímetro dispone de dos cables, habitualmente uno de color negro y otro rojo. En la práctica, el cable negro debe permanecer siempre conectado en la clavija COM (común), mientras que el cable rojo debe situarse en la clavija V/ Ω para medir voltajes o resistencias o en alguna de las clavijas del amperímetro para medir intensidades. El valor numérico de éstas determina el límite de corriente que el polímetro puede soportar sin dañarse, en el ejemplo de la siguiente figura.



Además, existe otra diferencia a la hora de medir voltajes o intensidades. Para determinar el voltaje (también llamado caída de tensión o diferencia de potencial) entre dos puntos del circuito, el polímetro debe colocarse en paralelo con respecto a dichos puntos. En cambio, para medir la intensidad (o corriente) que circula por una rama del circuito, el polímetro debe situarse en serie con la misma. En la siguiente figura se esquematizan estos procedimientos.

Selección de escala

Tanto en el modo de voltímetro del polímetro, como en los del amperímetro u ohmímetro, existen distintas escalas de operación. Por ejemplo, para el voltímetro en continua puede medirse en las escalas de 200 mV, 2 V, 20 V, 200 V y 1000 V. Este valor numérico marca el límite de voltaje a que puede someterse el polímetro en cada caso para medir. Es por ello que, para medir, se debe proceder como sigue:

1. Seleccionar, en primer lugar, la escala más alta de todas. De este modo se garantiza que el polímetro estará protegido frente a tensiones altas.

2. Ir descendiendo en la escala hasta encontrar la adecuada para el valor medido, que será la inmediatamente superior a dicho valor. Por ejemplo, para medir 12 V, la escala apropiada sería la de 20 V, mientras que para medir 1.5V, la escala adecuada es la de 2V.
3. Prestar atención a la sensibilidad de la medida, que será siempre la del último decimal. Dicha sensibilidad cambia conforme lo hace la escala de medida. En general, valores más pequeños de tensión se conocerán con una sensibilidad menor.

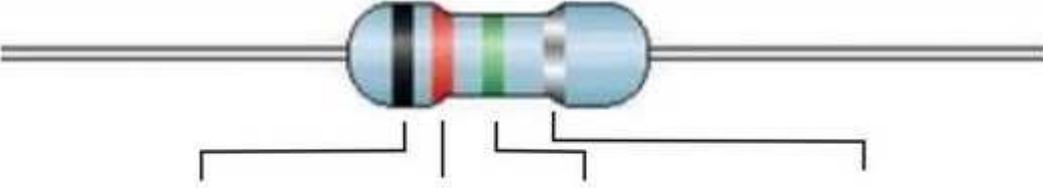
Este proceso es común tanto si se emplea el polímetro para medir voltajes como si se usa para medir intensidades o resistencias. Prestar atención, no obstante, a la escala de medida, ya que pueden usarse múltiplos o submúltiplos de la unidad de medida. Por ejemplo, dado que el amperio es una unidad grande para las aplicaciones usuales, la escala del amperímetro se mueve desde los 20 μA a los 10 A, de modo que en el primer caso las medidas vendrán dadas en μA mientras que en el segundo lo harán en amperios.

Medidas de resistencias: polímetro como ohmímetro

1. Aislar la resistencia o grupo de resistencias a medir del resto del circuito. De este modo nos aseguramos de que medimos esta resistencia y no el equivalente de la agrupación con el resto del circuito.
2. Colocar el selector de función 2 en la posición Ω .
3. Conectar el cable negro de conexión al terminal etiquetado COM y el rojo al terminal etiquetado V/ Ω .
4. Conectar el extremo del cable negro con uno de los extremos de la resistencia y el rojo con la otra.
5. Efectuar la medida a partir del valor indicado en la escala graduada marcada con Ω . Escoger el rango que permita la lectura más adecuada de acuerdo con los criterios de la sección anterior.

Apéndice B. Código de colores de una resistencia

Las resistencias están marcadas con una serie de bandas de diferentes colores que permiten identificar su valor nominal, así como el margen de incertidumbre de este valor o tolerancia. A continuación se ilustra cómo interpretar el código de colores:



Color	1ra. Banda	2da. Banda	3ra. Banda Multiplicador	Tolerancia %
Negro	0	0	x1	
Cafe	1	1	x10	
Rojo	2	2	x100	2%
Naranja	3	3	x1000	
Amarillo	4	4	x10000	
Verde	5	5	x100000	
Azul	6	6	x1000000	
Violeta	7	7	x10000000	
Gris	8	8	x100000000	
Blanco	9	9	x1000000000	
				Dorado 5%
				Plata 10%

Circuitos Básicos

Apéndice C. Ejemplos de memorias de prácticas

Alumno 9

MEMORIAS DE LABORATORIO

1. Dibuja el circuito, construye la tabla de verdad, escribe la función booleana y finalmente representa el circuito en dibujo de la placa Board de los 8 montajes propuestos y realizados.

Ejemplo.

Montaje 1

- Circuito



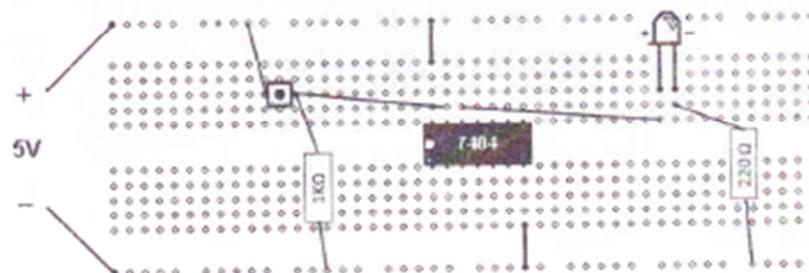
- Tabla de Verdad

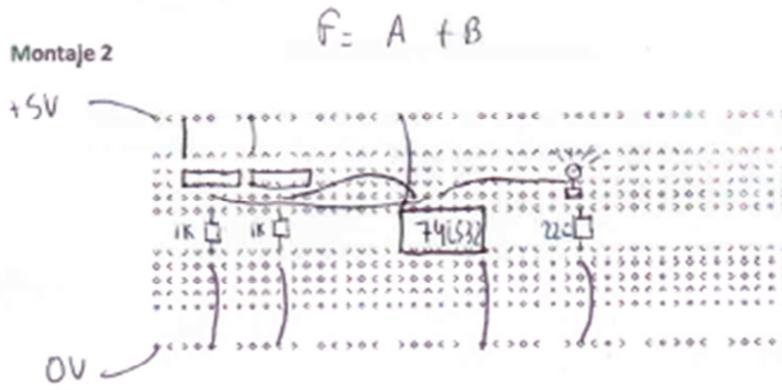
Entrada	Salida
A	Z
0	1
1	0

- Función booleana

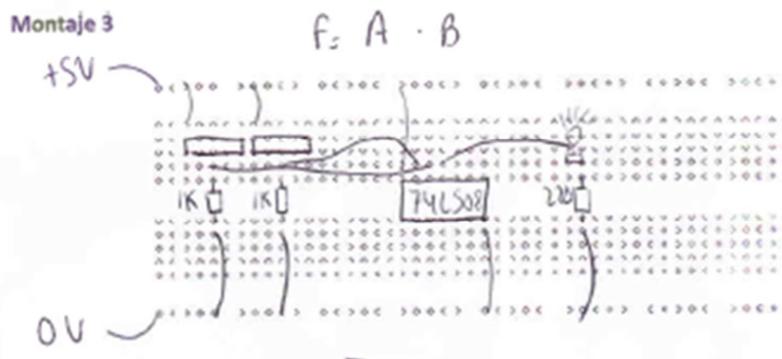
$$Z = \bar{A}$$

- Placa Board

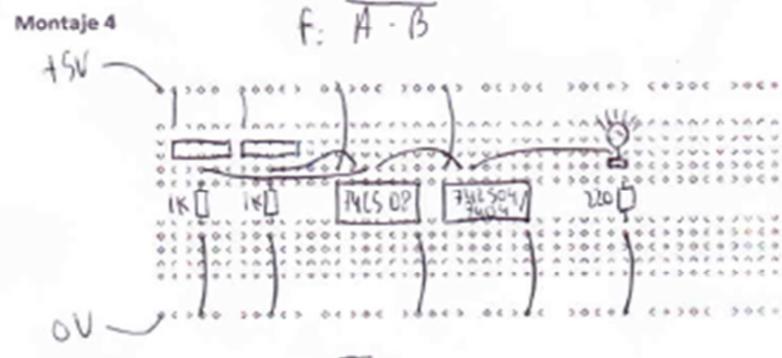




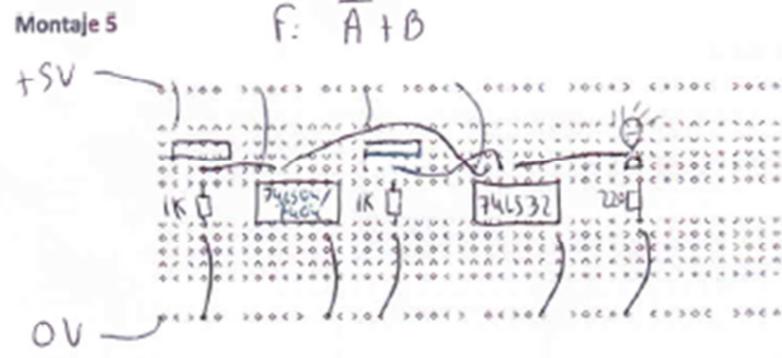
A	B	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1



A	B	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0



A	B	F
0	0	1
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Montaje 6 $F: (A+B) \cdot C$

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1

Montaje 7 $F: \overline{(A \cdot B)} + C$

A	B	C	F
0	0	0	1
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	1
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Montaje 8 $F: (A+B) \cdot \overline{C}$

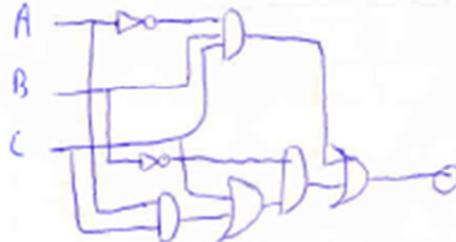
A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

Responde a las siguientes cuestiones:

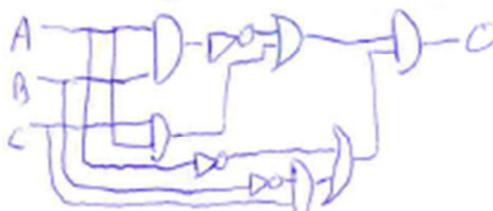
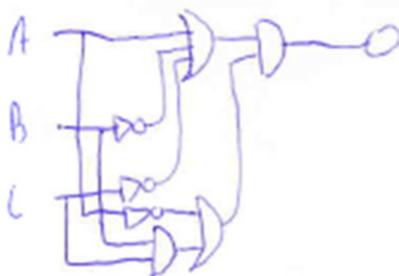
1. ¿Te han resultado interesantes las prácticas?
2. ¿Has echado algo en falta? ¿Qué?
3. ¿Cuál crees que era el objetivo de las mismas?
4. ¿Qué te ha resultado más difícil?
5. ¿Crees que estas prácticas de laboratorio te serán útiles? ¿Por qué?
6. ¿Te gustaría seguir ampliando tus conocimientos de electrónica?
7. Dibuja un circuito que implemente las siguientes funciones (intenta utilizar las puertas lógicas que hemos visto en las prácticas). Calcula su tabla de verdad
 - a) $Z = \bar{A}BC + \bar{B}(A\bar{C} + C)$
 - b) $Z = (A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + BC)$
 - c) $Z = (\bar{A}\bar{B} + AC)(\bar{A} + \bar{B}C)$

1. Si, bastante, hemos aprendido a llevar a la realidad lo que llevamos dando dos años
2. Hacer algo más de práctica
3. Aprender a montar circuitos en placas y aprender el funcionamiento de las puertas lógicas
4. En general nada, simplemente ha sido aprender el funcionamiento de la placa y ya a partir de ahí...
5. Si, porque en el futuro si que me gustaría montar alguna cosa similar
6. Si, es muy interesante y diferente

7. a)



b)



A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

A	B	C	F
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	0

Alumno 12

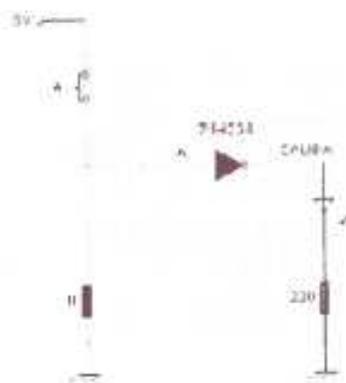
MEMORIAS DE LABORATORIO

1. Dibuja el circuito, construye la tabla de verdad, escribe la función booleana y finalmente representa el circuito en dibujo de la placa Board de los 3 montajes propuestos y realizados.

Ejemplo.

Montaje 1

- Circuito



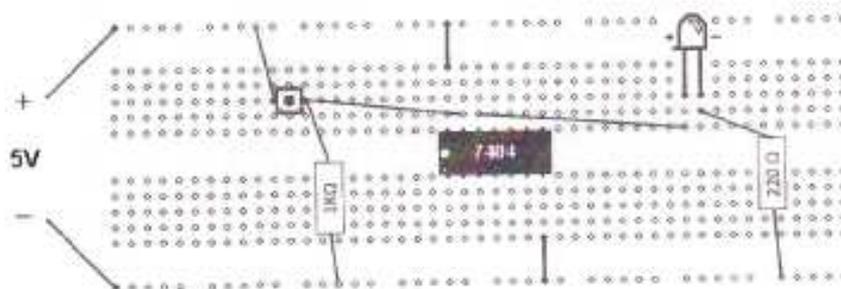
- Tabla de Verdad

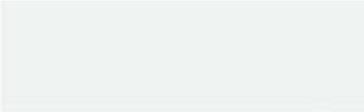
Entrada	Salida
A	Z
0	1
1	0

- Función booleana

$$Z = \bar{A}$$

- Placa Board

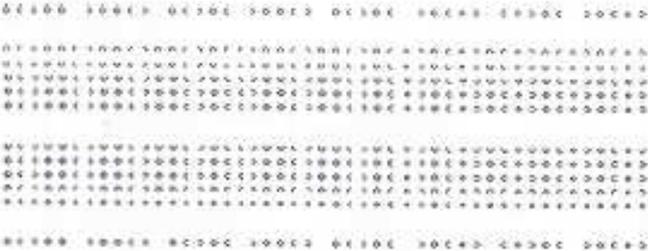




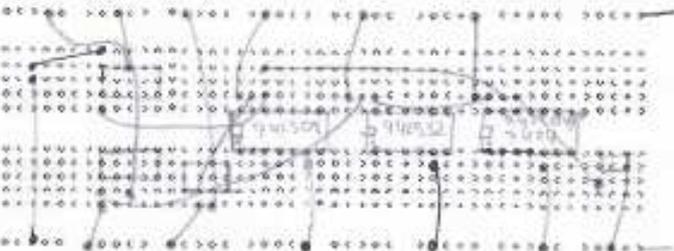
Montaje 6



Montaje 7



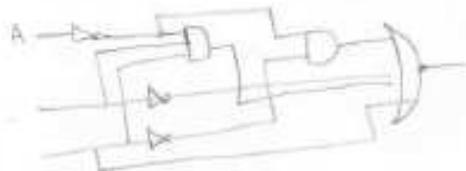
Montaje 8



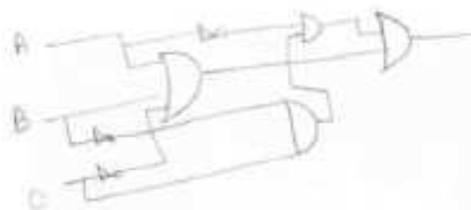
A	B	C	
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	0

Responde a las siguientes cuestiones:

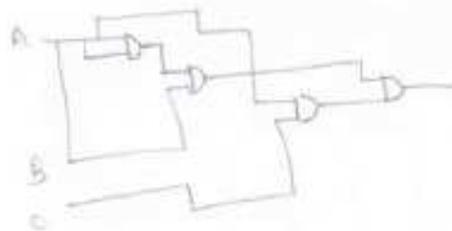
1. ¿Te han resultado interesantes las prácticas? *Un poco*
2. ¿Has echado algo en falta? ¿Qué? *No*
3. ¿Cuál crees que era el objetivo de las mismas? *Ayudar a como hacer un circuito*
4. ¿Qué te ha resultado más difícil? *los últimos circuitos*
5. ¿Crees que estas prácticas de laboratorio te serán útiles? ¿Por qué? *habría que ir a la hora de montar un circuito*
6. ¿Te gustaría seguir ampliando tus conocimientos de electrónica? *si*
7. Dibuja un circuito que implemente las siguientes funciones (intenta utilizar las puertas lógicas que hemos visto en las prácticas). Calcula su tabla de verdad
 - o $Z = \bar{A}BC + \bar{B}(A\bar{C} + C)$
 - o $Z = (A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + BC)$
 - o $Z = (\bar{A}\bar{B} + AC)(\bar{A} + \bar{B}C)$



A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1



A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1



A	B	C
0	0	0
0	0	1
0	1	0
0	1	1
1	0	0
1	0	1
1	1	0
1	1	1