

Asignatura: **Electrónica Digital 1**

Código: 10-04068

RTF

10

Semestre: Tercero

Carga Horaria

96

Bloque: Tecnologías Aplicadas

Horas de Práctica

32

Departamento: Electrónica

Correlativas:

- Taller y Laboratorio
- Informática y Cálculo Numérico

Contenido Sintético:

- Álgebra de Boole.
- Familias Lógicas.
- Circuitos Combinacionales.
- Circuitos y Sistemas Secuenciales.
- Sistemas y Códigos de Numeración.
- Aritmética Binaria.
- Lógica Programable.
- Conversión de Señales.
- Memorias.

Competencias Genéricas:

- CG2: Concebir, diseñar y desarrollar proyectos de ingeniería (sistemas, componentes, productos o procesos).
- CG4: Utilizar de manera efectiva las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería.
- CG6: Desempeñarse de manera efectiva en equipos de trabajo.
- CG7: Comunicarse con efectividad.

Aprobado por HCD: 1040-HCD-2023

RES: Fecha: 8/11/2023

Competencias Específicas

- Códigos según planes de estudio de cada carrera.
- Intensidades en el plan de estudio de cada carrera.
- Se agrega un prefijo indicativo de cada carrera.

Competencias específicas para Ingeniería Electrónica:

- IE-CE1.3.2: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección, modelos y utilización de los principales dispositivos electrónicos activos y pasivos a emplear en Ingeniería Electrónica.
- IE-CE1.3.3: Conocer las técnicas básicas de armado y fabricación de componentes, prototipos y equipos electrónicos.
- IE-CE1.4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.
- IE-CE1.4.2: Analizar, diseñar e implementar circuitos lógicos, combinacionales y secuenciales, y sistemas de almacenamiento de datos para cualquier aplicación.
- IE-CE1.4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.
- IE-CE1.4.8: Analizar, diseñar, implementar y probar circuitos de conversión de señal asociados a sistemas digitales.

Competencias específicas para Ingeniería Biomédica:

- IB-CE8.B1: Conocer el funcionamiento, características, criterios de selección y modelización de los dispositivos eléctricos y electrónicos principales a emplear en Ingeniería Biomédica.
- IB-CE8.B3: Realizar el análisis y procesamiento de señales en tiempo continuo y tiempo discreto.

Competencias específicas para Ingeniería en Computación:

- IC-CE4.1: Analizar, diseñar, sintetizar, simular, construir y probar circuitos y sistemas digitales para cualquier aplicación.
- IC-CE4.2: Analizar, diseñar e implementar circuitos lógicos, combinacionales.
- IC-CE4.7: Analizar, diseñar, programar, implementar y evaluar soluciones basadas en lógicas programables, microcontroladores y microprocesadores.
- IC-CE4.8: Analizar, diseñar, implementar y probar circuitos de conversión de señal asociados a sistemas digitales.

Presentación

Electrónica Digital I es una asignatura dentro del descriptor “Concepto de Sistemas Digitales” dentro del bloque de “Tecnologías Aplicadas”. Pertenece al segundo año (tercer cuatrimestre) de la carrera de Ingeniería Electrónica y Computación y tercer año (quinto cuatrimestre) Biomédica.

Al momento de transitar este espacio curricular el estudiante ha cursado las primeras materias de física, matemáticas y fue introducido en el uso de instrumentos y técnicas de trabajo en la asignatura Taller y laboratorio, así como en las bases de la programación en la asignatura Informática, siendo en este espacio, el primero de su carrera en el que integre los conocimientos de las ciencias básicas en el desarrollo de soluciones aplicando conocimientos y tecnologías propios de la electrónica como especialidad.

La asignatura es la primera de un trayecto de tres, donde se abordará la electrónica digital como área del conocimiento, por lo que la asignatura brindará la primera aproximación a esta disciplina, a través del estudio y aplicación de la matemática discreta, lógica combinatorial y secuencial, dispositivos lógicos programables (PLD), unidades aritmético lógicas, y sistemas de adquisición y almacenamiento de datos, para luego, en las subsiguientes materias, abordar microprocesadores hasta llegar a sistemas embebidos.

A través del cursado de la asignatura el alumno desarrollará las competencias propuestas.

La electrónica digital está presente en un extenso, variado y creciente universo de aplicaciones electrónicas constituyéndose en un basamento fundamental en el perfil profesional del ingeniero electrónico, en computación y biomédico.

La asignatura está pensada desde un enfoque constructivista, centrado en el estudiante, donde se proponen una serie de actividades de desarrollo que el estudiante debe desarrollar, implementar y verificar su funcionamiento experimentalmente. Se pretende con esto desarrollar las competencias profesionales propuestas desde el aprender haciendo, la experimentación y el descubrimiento, y desarrollar la capacidad de manejar instrumental de laboratorio propio de la disciplina.

Contenidos

Unidad 1. Álgebra de Boole.

Definiciones, postulados y teoremas. Proposiciones. Funciones y variables lógicas. Teorema de De Morgan. Tablas de Verdad. Funciones AND, OR, NOT, OR EXCLUSIVA, NAND, NOR, NOR EXCLUSIVA. Compuertas. Universalidad de las compuertas NAND y NOR.

Unidad 2. Circuitos Combinacionales.

Generalidades. Términos mínimos y máximos. Simplificación de funciones lógicas. Método analítico y método de Karnaugh. Funciones incompletas. Multifunciones. Simplificación de multifunciones. Problemas y aplicaciones.

Unidad 3. Circuitos combinacionales integrados.

Escala de integración de circuitos integrados. Circuitos SSI, MSI, LSI, VLSI, ejemplos. Circuitos de Escala de Integración Media (MSI). Decodificadores, codificadores, codificadores de prioridad, comparadores binarios, sumadores binarios, multiplexores y demultiplexores. Implementaciones de funciones lógicas empleando componentes MSI. Problemas y aplicaciones.

Unidad 4. Circuitos secuenciales integrados. Memoria elemental

Principio de Realimentación. Biestable SR, JK, T, y D. Tablas de Verdad y de Transiciones. Flip - flops. Flip - flops sincronizados por nivel y por flanco. Entradas asincrónicas. Flip - flop maestro esclavo. Contadores síncronos y asíncronos. Contador asincrónico "ripple counter". Registro de desplazamiento. El flip – flop como unidad elemental de memoria.

Unidad 5. Sistemas secuenciales.

Codificación y diagrama de estados. Métodos de resolución de sistemas secuenciales, método de "1 entre N", método "del decodificador" y método clásico con flip – flops JK. Introducción a la teoría de autómatas; formas de Meally y de Moore. Problemas y aplicaciones.

Unidad 6. Sistemas y códigos de numeración.

Representación de números. Sistemas. Sistemas de numeración decimal, binario, octal y hexadecimal. Operaciones. Complemento a 1, a 2 y a 9. Códigos binarios. Códigos ponderados y no ponderados. Propiedades de los códigos. Ejemplo de código detector y corrector de errores.

Unidad 7. Aritmética binaria.

Suma y resta binaria. Circuito semisumador y sumador total. Representación de números negativos. Circuito sumador-restador. Suma serie y paralela. Sumador de acarreo anticipado. Multiplicación y división binarias.

Unidad 8. Familias lógicas.

Dispositivos semiconductores. Transistores BJT, FET y MOSFET. Familias RTL y DTL. Familia TTL Standard y TTL LS. Principio de funcionamiento y características generales. El tercer estado. Familia ECL e IIL. Familia MOS. Familia CMOS. Comparación entre las principales tecnologías. Componentes BiCMOS.

Unidad 9. Lógica programable.

Dispositivos Lógicos Programables (PLD), generalidades. PAL y GAL. Dispositivos lógicos programables avanzados, EPLD y FPGA. Generalidades. Herramientas de diseño.

Unidad 10. Conversión de señales.

Señales analógicas y digitales. Teorema del muestreo. Conversión analógica digital, rango dinámico, cuantificación, resolución digital, consideraciones sobre el ruido. Conversores Digital - Analógico de Resistores Ponderados y R-2R. Conversores Analógico - Digital de Rampa Digital Simple, de Doble Rampa Analógica, de Aproximaciones Sucesivas y de Comparadores Paralelos (Flash). Circuito de

Muestreo y Retención (S/H). Multiplexación de señales. Sistemas de Adquisición y conversión de datos. Problemas y aplicaciones.

Unidad 11. Memorias.

Dispositivos de almacenamiento de datos, tipos. Memorias semiconductoras. ROM, PROM, EPROM, EEPROM, RAM, Flash. Memorias estáticas y dinámicas. Organización de bancos de memoria. Mapeo. Problemas y aplicaciones.

Metodología

El desarrollo general de la asignatura se basa en clases teórico-prácticas, y proyectos de laboratorio. Las primeras utilizan las estrategias de exposición dialogada, y resolución de problemas. Las segundas utilizan aprendizajes basados en proyectos, donde trabajando en equipo el alumno descubre, consolida, y utiliza lo aprendido en proyectos que integran los principales ejes que atraviesan la asignatura.

Las competencias adquiridas se evidencian al momento de construir los prototipos que integran cada proyecto, mayoritariamente durante las horas no presenciales, estimulando el aprendizaje autónomo y el trabajo en equipo.

Cada proyecto culmina con un informe escrito del equipo, siguiendo ciertas normas (formato, contenido mínimo, citado de fuentes, etc.) y con una explicación oral individual del funcionamiento de las distintas partes a requerimiento del docente.

Además de las horas presenciales de clase y consulta ofrecidas por los docentes, los alumnos tienen disponible el material de estudio, clases grabadas, las consignas de los proyectos, foros para realizar comentarios y consultas a docentes y compañeros, y ejercicios de autoaprendizaje en el aula virtual de la asignatura dentro del Campus Virtual de la FCEFyN.

Evaluación

En el marco de la propuesta teórico-práctica el equipo de cátedra ha decidido realizar el seguimiento de los alumnos con una propuesta de evaluación formativa.

La evaluación consta de dos instancias de parciales teórico-prácticos escritas, cada una con un recuperatorio. Estos parciales buscan hacer manifiestos los conocimientos y competencias adquiridas a través de casos prácticos (análisis o diseño de soluciones circuitales, resolución de problemas, etc) y/o respuestas a preguntas conceptuales. Constituyen una evaluación formativa, ya que luego los alumnos reciben una realimentación de los errores cometidos, además de resolver los temas del parcial en la clase siguiente.

Los trabajos prácticos de laboratorio se presentan en forma grupal, pero con preguntas individuales. Al momento de presentar los prototipos de cada proyecto desarrollado, los alumnos explican individualmente las diferentes partes que componen el proyecto en su totalidad (criterios de diseño, cálculos, fuentes consultadas, etc.), y particularmente detalles constructivos del prototipo. En ese momento, el alumno deja traslucir su participación en el equipo, el rol y peso de sus decisiones, su capacidad de comunicar detalles de diseño, y su correcto manejo y comprensión de las decisiones tecnológicas presentes en el prototipo.

Cualquier pregunta no satisfactoriamente contestada por un alumno es trasladada al siguiente miembro del equipo. Si ninguno completa satisfactoriamente la explicación, el docente guía a los alumnos del equipo para que descubran las razones del comportamiento observado del prototipo, convirtiendo el proceso en una evaluación formativa. Esta es una oportunidad de diferenciar las competencias adquiridas individualmente, y reflejarlas en la nota individual de cada alumno para ese proyecto.

Para evaluar las competencias de lo producido por todo el equipo, se utilizan los siguientes criterios de evaluación:

Del funcionamiento del prototipo:

- Concreción de la funcionalidad esperada.
- Decisiones tecnológicas.
- Calidad constructiva.
- Eficiencia en el diseño.
- Mediciones de las principales variables

Del informe:

- Escritura académica.
- Originalidad, integración y pertinencia de conceptos. Citado de fuentes.
- Claridad en la formulación de las producciones.
- Puntualidad en la entrega de las producciones.
- Comunicación efectiva.

De la exposición:

- Vinculación teoría práctica.
- Movilización del conocimiento.
- Comunicación efectiva
- Trabajo en equipo.

Además, para los trabajos prácticos de laboratorio, se cuenta con una rúbrica [r1] para informar al alumno qué se espera de él y como su desempeño se reflejará en la nota de cada trabajo práctico.

CATEGORIA	10 a 9	8 a 6	5 a 3	2 a 0
Implementación del circuito (peso 50%)	- Funcionando todas sus partes. - Bien diseñado. - Los chips no están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica funciona bien. - El cableado es claro y prolijo. - Los niveles lógicos son apropiados.	- Funcionando casi todas sus partes. - Bien diseñado. - Los chips están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica funciona regular. - El cableado es poco claro y prolijo. - Los niveles lógicos están algo comprometidos.	- Funcionando muy pocas partes. - Diseño defectuoso. - Los chips están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica funciona regular. - El cableado es poco claro y prolijo. - Los niveles lógicos no son los apropiados.	- El circuito no funciona. - El diseño es malo o inexistente. - Los chips están exigidos (corriente de salida, etc) - La parte analógica no funciona. - El cableado es defectuoso. - Los niveles lógicos no son los apropiados.
Entrevista individual (peso 30%)	- Comprende perfectamente lo que sucede en el circuito. - Maneja e interpreta correctamente el instrumental. - Responde correctamente a situaciones alternativas.	- Comprende aceptablemente lo que sucede en el circuito. - Maneja e interpreta parcialmente el instrumental. - Responde pobremente a situaciones alternativas.	- Comprende parcialmente lo que sucede en el circuito. - Maneja e interpreta pobremente el instrumental. - Responde incorrectamente a situaciones alternativas.	- No comprende lo que sucede en el circuito. - No maneja ni interpreta pobremente el instrumental. - No responde a situaciones alternativas.
Informe de laboratorio OBLIGATORIO (peso 20%)	- Incluye las partes acordadas. - La consigna está claramente explicada. - El desarrollo está correctamente detallado. - Los circuitos se presentan de forma clara. - Las conclusiones son claras. - La descripción de la experiencia es completa y clara.	- Incluye la mayoría de las partes acordadas. - La consigna está aceptablemente explicada. - El desarrollo está suficientemente detallado. - Los circuitos se presentan aceptablemente claros. - Las conclusiones son suficientes. - La descripción de la experiencia es aceptable.	- Incluye sólo algunas de las partes acordadas. - La consigna está pobremente explicada. - El desarrollo está pobremente detallado. - Los circuitos se presentan de manera poco clara. - Las conclusiones son insuficientes. - La descripción de la experiencia es pobre.	- Incluye sólo algunas de las partes acordadas. - La consigna no está explicada. - El desarrollo no está pobremente. - Los circuitos no se presentan o se presentan incorrectamente. - Las conclusiones son incorrectas. - La descripción de la experiencia no corresponde con el trabajo o está ausente.

Los parciales combinados con la evaluación de los proyectos son un complemento apropiado para poner de manifiesto los conceptos y competencias adquiridas individualmente.

Condiciones de aprobación

- **Condiciones de regularización**

- 80% de asistencia a clases prácticas.
- Todos los trabajos prácticos de laboratorio aprobados con al menos el 60% o más de los criterios de evaluación expresados en la sección anterior.
- Aprobación de los resultados de aprendizaje, con el 60% o más.
- Aprobación de uno de los dos parciales con el 60% o más de los contenidos evaluados, o su recuperatorio.

- **Condiciones de aprobación por promoción (no requiere examen final)**

- Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
- Aprobación de los dos parciales con el 60% o más de los contenidos evaluados, o sus recuperatorios.

- **Condiciones de aprobación por examen final**

- Todas las condiciones de regularización expuestas anteriormente.
- Aprobación de un examen final con el 60% o más de los contenidos evaluados.

Para la nota final se promedian las notas de todos los trabajos prácticos de laboratorio, y el resultado se promedia con las notas de los parciales, es decir que quedará compuesta por la siguiente polinómica:

$$\text{Nota} = \frac{1}{3} (\text{Nota promedio de los trabajos prácticos de laboratorio}) + \frac{1}{3} (\text{Nota Parcial 1}) + \frac{1}{3} (\text{Nota Parcial 2})$$

Actividades prácticas y de laboratorio

Los trabajos prácticos de laboratorio se realizan en aulas con suficientes bocas de alimentación eléctrica, y cercanas al pañol de electrónica de la Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba. El instrumental disponible en el pañol para el armado y testeado de los prototipos es el siguiente:

- Multímetros.

- Osciloscopios.
- Generadores de señales.
- Fuentes de alimentación.
- Placas de desarrollo.

A principio del cuatrimestre se informa en clase y en el Laboratorio de Enseñanza Virtual los elementos electrónicos activos y pasivos que deberá adquirir cada equipo, así como una placa experimental protoboard para desarrollar los prototipos.

Los trabajos prácticos de laboratorio desarrollados en el cuatrimestre son los siguientes.

- TP1 – Circuitos Combinacionales: En este trabajo práctico de laboratorio se los alumnos resuelven un caso utilizando lógica binaria, álgebra de Boole, leyes de De Morgan, y mapas de Karnaugh. Luego del diseño, los alumnos implementan el resultado en un prototipo construido sobre una protoboard. El prototipo se construye utilizando elementos pasivos como capacitores, resistores, displays, leds, switches, botones, y elementos activos como transistores, circuitos de baja integración (compuertas NAND y NOR de dos entradas). Para comprobar el diseño, el alumno puede utilizar herramientas de software como simuladores, editores de diagramas lógicos y topológicos. Para elaborar el informe puede utilizar editores de texto, herramientas de diseño gráfico, etc.

- TP2 – Circuitos Secuenciales: En este trabajo práctico de laboratorio se presenta un caso a resolver con una máquina de estados, para lo cual se apoya en lo aprendido y las herramientas utilizadas en el TP1, y se presentan diferentes usos de flip-flops, decodificadores, contadores, osciladores astables, y otros circuitos de escala de integración media. Se presentan y ejercitan diferentes métodos de diseño de una máquina de estados previo al diseño y desarrollo del caso que se prototipará, también usando componentes instalados en una protoboard. Este trabajo práctico es también una oportunidad para continuar utilizando herramientas simulación, edición de circuitos lógicos y topológicos, editores de texto y herramientas de diseño gráfico.

- **TP3 – Aritmética Binaria:** En este trabajo práctico de laboratorio los alumnos desarrollan una Unidad Aritmética y Lógica (ALU) con una FPGA. Para ello deben aplicar los conocimientos de códigos binarios, operaciones aritméticas de suma y resta en complemento a 2, y el uso de circuitos de integración media. Los alumnos desarrollan el prototipo en un ambiente de trabajo en software asociado a la FPGA, simulan el comportamiento de los diferentes bloques y de la ALU completa, y descargan el diseño producido en una placa de desarrollo educativo. Para implementar el prototipo, los alumnos utilizan diferentes estrategias de diseño de la FPGA, como son la programación de bloques en lenguaje VHDL, y la inserción de bloques de librería. Finalmente, los alumnos comprueban el funcionamiento del prototipo ante el profesor, realizando operaciones lógicas y aritméticas.

- **TP4 – Sistema de adquisición y almacenamiento de datos:** En este trabajo práctico de laboratorio los alumnos diseñan e implementan en una protoboard un circuito de adquisición y almacenamiento de datos. Para que el alumno ejercite los conocimientos adquiridos, se realizan ejercicios con diferentes variantes de adquisición y almacenamiento. Luego utilizan un circuito integrado de conversión analógico a digital (ADC), contadores binarios, memorias y elementos pasivos para construir la etapa de adquisición, almacenamiento, y conversión a analógico nuevamente mediante un conversor digital a analógico (DAC). Finalmente, los alumnos comprueban el funcionamiento del prototipo ante el profesor, realizando conversiones y almacenamiento de señales de un generador de señales, o de valores derivados de un potenciómetro.

Resultados de Aprendizaje

Los resultados de aprendizaje a promover en el desarrollo de la asignatura son once, en relación con el descriptor “Concepto de Sistemas Digitales” dentro del bloque de “Tecnologías Aplicadas”.

En la enumeración de resultados de aprendizaje siguiente, llamamos “sistemas digitales abarcados” por la materia a los circuitos lógicos, combinacionales, secuenciales, de lógica programable, conversores analógico-digital-analógico, y de almacenamiento, que integran un sistema digital.

RA1: Entender los conceptos básicos presentes en los sistemas digitales abarcados.

RA2: Relacionar los conceptos básicos presentes en los sistemas digitales abarcados.

RA3: Interpretar los conceptos presentes en los diferentes componentes de los sistemas digitales abarcados.

RA4: Aplicar conceptos de los sistemas digitales abarcados para crear nuevas soluciones.

RA5: Combinar diferentes componentes para formar un sistema digital abarcado.

RA6: Codificar soluciones digitales simples en dispositivos de lógica programable.

RA7: Crear condiciones de prueba y medir diferentes parámetros de un circuito digital a fin de verificar su correcto funcionamiento.

RA8: Montar circuitos digitales en placas educativas y en dispositivos de lógica programable.

RA9: Exponer oralmente los principios técnicos y funcionales intervinientes en los circuitos digitales construidos.

RA10: Producir e interpretar textos técnicos (memorias, informes, etc.) y presentaciones públicas.

RA11: Desempeñar distintos roles, según lo requiera la tarea, la etapa del proceso y la conformación del equipo.

A continuación, se indican las competencias genéricas, y los resultados de aprendizaje que las construyen. También se indican las unidades de contenidos y las actividades prácticas de laboratorio donde se desarrollan, y las instancias de evaluación en las que están presentes.

Competencia Genérica	Resultados de Aprendizaje	Instancia de desarrollo	Instancia de Evaluación
CG2, CG4	RA1, RA2, RA3, RA4, RA5, RA6, RA7, RA8	Todas las unidades. Todos los Trabajos Prácticos.	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4
CG6	RA11	Todos los Trabajos Prácticos	TP1, TP2, TP3, TP4
CG7	RA9, RA10	Todas las unidades. Todos los Trabajos Prácticos.	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4

A continuación, se indican las competencias específicas, los resultados de aprendizaje que las construyen. También se indican las unidades de contenidos y las actividades prácticas y de laboratorio donde se desarrollan, y las instancias de evaluación en las que están presentes.

Competencia Específica	Resultados de Aprendizaje	Unidad de Contenido y Trabajos Prácticos	Instancia de Evaluación
IE-CE1.3.2 IB-CE8.B1	RA1, RA2, RA10	Unidades 1, 3, 4, 7. 8, 9, 10, 11 Trabajo Práctico 1, 2, 3, 4	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.3.3 IB-CE8.B1	RA1, RA2, RA10	Unidad 8, 11 Trabajo Práctico 1, 2, 4	P1, TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.4.1 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.1	RA3, RA4, RA5, RA7, RA8, RA10,	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11 Trabajo Práctico 1, 2, 3, 4	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.4.2 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.2	RA3, RA4, RA8, RA9, RA10, RA11	Unidades 1, 2, 3, 4, 5, 11 Trabajo Práctico 1, 2, 4	P1, P2, TP1, TP2, TP3, TP4
IE-CE1.4.7 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.7	RA3, RA4 RA6, RA7, RA8 RA9, RA10, RA11	Unidades 6,7,9 Trabajo Práctico 3	P2, TP3
IE-CE1.4.8 IB-CE8.B1 IB-CE8.B3 IC-CE4.8	RA3, RA4 RA7, RA8, RA9, RA10, RA11	Unidad 10 Trabajo Práctico 4	P2, TP4

Bibliografía

- Taub y Donald Schilling (1984), Electrónica Digital Integrada, Herbert, Mc Millan´s Editors.
- Ronald J. Tocci, (2003) Sistemas Digitales: Principios y Aplicaciones, (4ta. y 5ta. Edición) Prentice Hall.
- Enrique Mandado (2007), Sistemas Electrónicos Digitales (6ta. Edición), Marcombo S.A.
- Javier García Zubía (2003), Problemas resueltos de Electrónica Digital, Ed.Thomson
- Manuales TTL.
- Manuales CMOS
- Manuales Adquisición de Datos.