

**PLANIFICACIÓN DE CÁTEDRA**

**ASIGNATURA: ELECTRÓNICA**

**CURSO:** TERCERO

**CARRERAS:** **PROFESORADO en FISICA**

**EQUIPO DE CÁTEDRA:** Prof. Tit. Ing. Jorge Javier FERRERO  
J.T.P. Prof. Eduardo Nelson SIERRA

**REGIMEN:** SEMESTRAL - SEGUNDO SEMESTRE

**CORRELATIVAS:**

\* FUERTES: Electricidad y Magnetismo  
Computación

\* DÉBILES: Análisis Estadístico  
Química General

**CREDITO HORARIO:** ocho (8) horas semanales; ciento veinte (120) cuatrimestrales.

**CURSO LECTIVO: 2016**



## 1. INTRODUCCIÓN

Los profundos cambios del mundo actual en los sistemas productivos y en el modo de vida en general, con las consiguientes transformaciones sociales, son atribuibles principalmente al desarrollo científico y tecnológico. Podría decirse que resulta casi imposible conocer el mundo moderno sin entender el papel que cumple la Ciencia y la Tecnología.

En la formación de los Profesores de Ciencias o Tecnología, no se puede prescindir de los conocimientos básicos de Electrónica, cuya evolución explosiva en los últimos 50 años es el punto de partida para los increíbles adelantos tecnológicos de que se es testigo por estos días.

Consecuentemente, se ha tenido presente en la selección de los contenidos, que esta asignatura debe formar al alumno desde un punto de vista conceptual, sin perder rigurosidad, pero también con un grado de profundidad adecuado a la gran variedad de dispositivos que posee la Electrónica moderna.

En función de esta realidad, se ha estructurado “Electrónica” con una serie de contenidos que darán al alumno por una parte, conocimientos sobre componentes electrónicos, como también sobre el instrumental de un laboratorio básico para esta disciplina. Además se proporcionan los saberes necesarios para comenzar a construir un marco de referencia de manera que el futuro docente pueda comprender y transmitir los principios de funcionamiento elementales de los dispositivos electrónicos más importantes que participan de la vida cotidiana.

La asignatura requiere por parte del alumno, conceptos muy claros sobre electricidad y magnetismo y en menor medida de química e informática; no obstante, durante las primeras unidades se citan ejemplos y se hacen muchas ejercitaciones tendientes a reafirmar y aclarar los puntos que tradicionalmente ofrecen mayor dificultad de comprensión.

Al finalizar el curso además, el alumno debe tener un claro panorama de las electrónicas analógica y digital y conocer los componentes más simples con los que deba tal vez lidiar durante su vida docente. Desde este punto de vista se intenta preparar al alumno para que tenga la capacidad de adaptarse a los permanentes cambios que se producen en este campo, investigando sobre dispositivos electrónicos nuevos o diferentes a los que él pueda haber estudiado en esta asignatura.

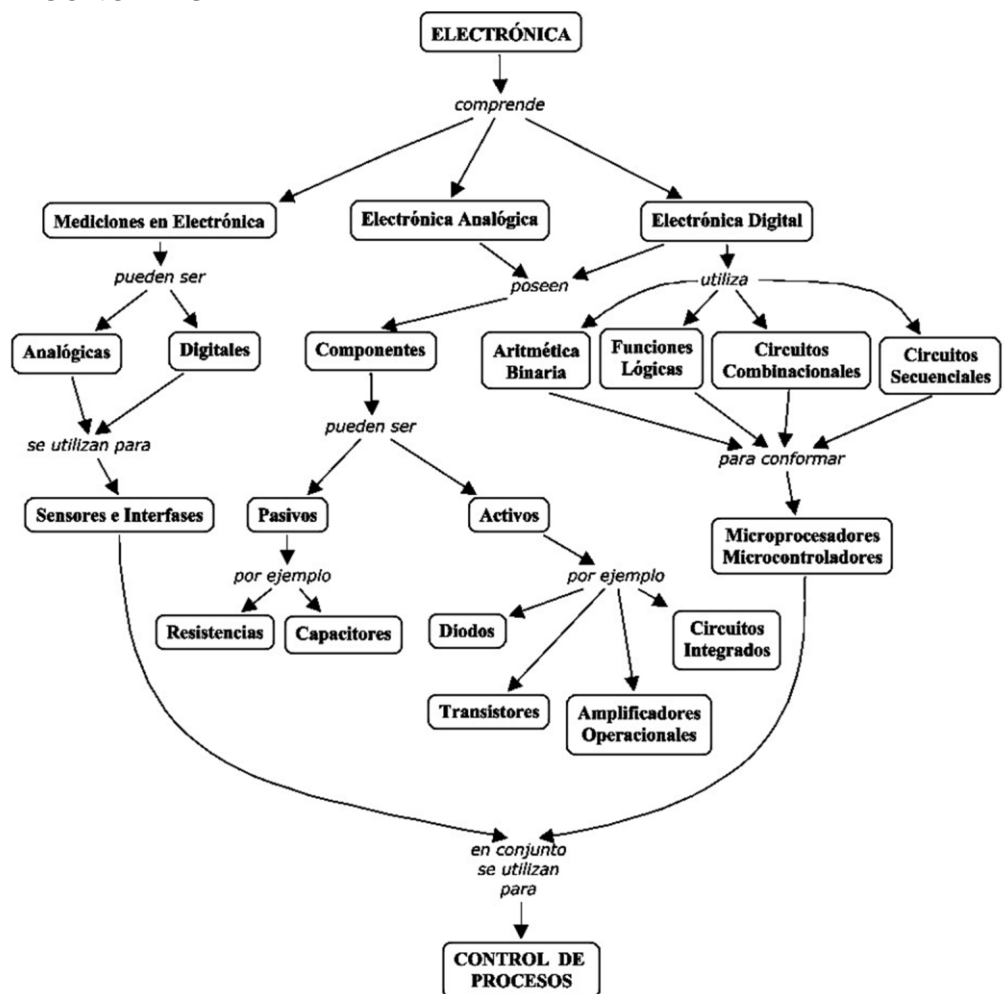
## 2. OBJETIVOS

Durante el cursado de esta asignatura se pretende que el alumno alcance los siguientes objetivos:

- Construir conocimientos básicos sobre componentes de Electrónica de manera de comprender, desarrollar y aplicar dispositivos tecnológicos sencillos de control de procesos.

- Conocer el principio de funcionamiento del instrumental de laboratorio, así como de los principales componentes de los circuitos electrónicos.
- Desarrollar habilidades en el manejo y aplicación del instrumental básico de un Laboratorio de Física, con relación a experiencias en el campo de la Electrónica.
- Desarrollar criterios adecuados para seleccionar los métodos y recursos didácticos que más convengan para el estudio de esta asignatura.
- Adquirir capacidad de observación, disposición para la experimentación y para la interpretación de los hechos experimentales.
- Despertar interés por la investigación científica.
- Seleccionar correctamente el instrumental necesario para la realización de experiencias.
- Seleccionar adecuadamente los componentes para la fabricación de circuitos electrónicos básicos dados en la asignatura.
- Lograr a través de informes, exposiciones, etc., aptitudes para transmitir conocimientos, como iniciación en experiencia docente.

### 3. ESQUEMA CONCEPTUAL



#### 4. SECUENCIACIÓN DE LOS CONTENIDOS

En una asignatura de la naturaleza de Electrónica, la secuenciación de contenidos responde obviamente a un criterio de dificultades crecientes, donde en general, cada tema es la base del tema siguiente.

Sin embargo, el criterio de secuenciación de contenidos para esta asignatura contempla además, para los primeros temas, la revisión de conceptos de Física de corriente continua, fundamentales para una posterior correcta comprensión del funcionamiento de los dispositivos electrónicos.

Luego se analizan los diferentes componentes de Electrónica, desde la elemental resistencia hasta llegar a complejos circuitos integrados, siempre en el marco de la Electrónica Analógica.

Finalmente ya en el campo de la Electrónica Digital, se utilizan muchos de los componentes vistos previamente, pero en particular se articulan los conceptos necesarios para poder arribar a aplicaciones concretas y finalmente combinar algunas de estas aplicaciones para llegar a ejemplos de control de procesos, donde se integran muchos conceptos vistos a lo largo del desarrollo de la asignatura, tanto de Electrónica Analógica como de Electrónica Digital.

Se transcribe a continuación el programa de la asignatura, cuyos temas están ordenados conforme los criterios anteriormente expuestos:

**TEMA 1: Midiendo en Electrónica.** Introducción. Errores en las mediciones. Tipos de error. Formas de presentar las mediciones afectadas de error. Tipos de instrumentos de medición. Instrumentos analógicos. Clasificación de los instrumentos analógicos. Instrumentos de imán permanente y bobina móvil. Instrumentos digitales. Resolución de un instrumento digital. Expresión del error en los instrumentos digitales. Sensibilidad de los instrumentos. Divisor de tensión. Precauciones en el uso de multímetros. Osciloscopio. Tipos de Osciloscopios. Principio de funcionamiento del osciloscopio analógico. Principio de funcionamiento del osciloscopio digital. Controles y comandos comunes a los osciloscopios analógicos y digitales. Generador de Señales. Formas de Onda. Práctica de laboratorio.

**TEMA 2: Componentes para Electrónica.** Introducción. Fuentes de tensión. Características generales y particularidades de las Fuentes de Tensión. Resistencias. Generalidades. Tipos de resistencias. Clasificación. Características técnicas que identifican una resistencia. Descripción de los tipos de resistencias. Marcación de valores y tolerancias en resistencias. Prueba de resistencias. Capacitores o Condensadores. Tipos de capacitores. Marcación de las características de los capacitores. Prueba de capacitores. Práctica de laboratorio.

**TEMA 3: Materiales Semiconductores y Diodos.** Clasificación de los materiales desde el punto de vista eléctrico. Estructura atómica de los materiales. Niveles y orbitales. Las Bandas de Energía. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos.

Semiconductores tipo P. Semiconductores tipo N. La unión PN. Polarización de una unión PN. El diodo. Tipos de diodos. Aplicaciones de diodos. Rectificadores media onda y onda completa. Filtros. Reguladores de tensión. Fuentes de alimentación. Práctica de laboratorio.

**TEMA 4: Transistores y Circuitos Integrados.** Generalidades. Tipos de transistores. Transistores bipolares. Curvas características de transistores. Característica de entrada. Característica de salida. Algunas aplicaciones de los transistores. Manejo de potencias con ayuda de transistores. Transistores de efecto de campo. El FET de unión (JFET). El MOSFET (MOS) de empobrecimiento. El MOS de enriquecimiento. Transistores NMOS y PMOS. Tecnología CMOS. Circuitos integrados. Clasificación de los Circuitos Integrados (CI). Clasificación de los CI en Función del tipo de componente. Clasificación de los CI en función de la escala de integración. Clasificación de los CI en función de su utilización. Técnicas de fabricación de los CI. Consideraciones tecnológicas. Familias lógicas. Características de la familia TTL. Características de la familia CMOS. El fenómeno de las descargas electrostáticas en los CMOS. Práctica de laboratorio.

**TEMA 5: Amplificadores Operacionales.** Circuitos Integrados Analógicos. Amplificadores Operacionales (AOs). Introducción. Parámetros fundamentales del Amplificador Operacional. Rango de tensiones en modo común. Ganancia en modo común. Relación de rechazo al modo común (CMRR). Formas de expresar la Ganancia de potencia y tensión. El decibelio. El amplificador operacional LM741. Ejemplos de aplicación de AOs sin realimentación. Caso 1: Comparador de tensiones continuas. Caso 2: Comparador de tensiones como generador de ondas cuadradas. Ejemplos de aplicación de AOs con realimentación. Caso 3: Amplificador inversor. Caso 4: Amplificador no inversor. Caso 5: El seguidor de voltaje o seguidor de tensión. Caso 6: Amplificador diferencial. Consideraciones finales referentes a los AOs. Práctica de laboratorio.

**TEMA 6: Introducción a la Electrónica Digital.** Electrónica analógica vs. electrónica digital. Conceptos sobre sistemas de numeración y aritmética binaria. Sistemas decimal, binario, octal y hexadecimal. Representación de números enteros mediante números binarios. Sistemas de representación de números enteros: con signo y módulo, complemento de 1 y complemento de 2. Operaciones aritméticas. Detección de Errores. Compuertas lógicas AND, OR, NOT y XOR. Diagramas de temporización y ejemplos de aplicación. Otras compuertas lógicas. Conceptos de Álgebra de Boole. Reglas del álgebra booleana. Comentario final. Práctica de laboratorio.

**TEMA 7: Funciones lógicas.** Introducción. Circuitos combinacionales. Función de comparación. Funciones aritméticas. Funciones de codificación y decodificación. Función de selección de datos. Multiplexor (MUX) y Demultiplexor (DEMUX). Circuitos secuenciales. Terminología, clasificación y simbología de los circuitos secuenciales. Multivibradores astables, monoestables y biestables. Latch RS, Flip-Flop RS Sincrónico, Flip-Flop D, Flip-Flop JK, Flip-Flop T. El Circuito integrado CI 555. Aplicaciones: el 555 como multivibrador monoestable y como multivibrador astable. Contadores. Registros de Desplazamiento. Práctica de laboratorio.

**TEMA 8: Interfases y Sensores.** ¿Qué significa en realidad “analógico” y “digital”? Lazos de Control. Interfases. Interfases de comunicación entre sistemas analógicos y digitales. Conversiones Analógico/Digitales (ADC) y Digital/Analógicas (DAC). Conversión Analógico a Digital. Resolución del ADC. Cuantización y muestreo. Método escalera. Método de aproximaciones sucesivas. Conversión digital a analógico. Sensores. Posibles parámetros que deben medir los sensores (Estímulos). Principios de funcionamiento de los sensores. Principales características de los sensores. Algunos ejemplos de sensores. Práctica de laboratorio.

**TEMA 9: Microprocesadores ( $\mu$ P) y Microcontroladores ( $\mu$ C).** Introducción. Diferencias entre un  $\mu$ P y un  $\mu$ C. Buses en los  $\mu$ P y  $\mu$ C. Tipos de arquitectura interna de un  $\mu$ C. Las memorias de un  $\mu$ C. Los microcontroladores PIC de microchip. Criterios de selección del microcontrolador. El microcontrolador PIC 12F675. El microcontrolador PIC 16F628a. El microcontrolador pic 16F84a. ¿Cómo se programa un PIC? Lenguajes de programación. Compiladores. Grabadores de PICs. Práctica de laboratorio.

**TEMA 10: Trabajar con microcontroladores.** Introducción. Recomendaciones y precauciones generales. La fuente, el oscilador y el reset para el funcionamiento del  $\mu$ C. Periféricos básicos: diodo led, displays de 7 segmentos, interruptores y pulsadores, zumbadores y optoacopladores. Pasos para grabar y usar un microcontrolador PIC: escribir el programa mediante un editor; compilar y grabar el programa en el microcontrolador. Prueba del microcontrolador ya programado. Conceptos básicos sobre el lenguaje Picbasic Pro: identificadores, etiquetas de línea, comentarios, variables, constantes, cadenas de constantes, acceso a puertos, operadores matemáticos y lógicos. Listado de declaraciones de PBP. Diferentes caminos para llegar a un mismo fin. Práctica de laboratorio.

**TEMA 11:** Aplicaciones sencillas con microcontroladores. Ejemplos de desarrollo de proyectos. Proyecto N° 1: Encender y apagar un led (ejemplo detallado). Proyecto N° 2: Contador binario con leds, en dos velocidades. Proyecto N° 3: Desplazamiento izquierda-derecha de leds. Proyecto N° 4: Luces de advertencia intermitentes con transistor. Proyecto N° 5: Semáforo de dos vías. Proyecto N° 6: Contador con display de 7 segmentos. Proyecto N° 7: Órgano electrónico rudimentario. Proyecto N° 8: Control de iluminación con amplificador operacional. Proyectos simples sugeridos.

**TEMA 12:** Aplicaciones avanzadas con microcontroladores. Proyecto N° 9: Mostrar un N° de dos dígitos en dos displays de 7 segmentos. Proyecto N° 10: Uso de interrupciones. Contador 00-99 con 2 displays de 7 seg. Proyecto N° 11: Contador de eventos. Proyecto N° 12: Manejo de displays LCD. Contador de segundos con display LCD. Proyecto N° 13: Comunicación serial entre dos microcontroladores. Proyecto N° 14: Medición analógica de temperatura y conversión a digital.

## 5. SÍNTESIS METODOLÓGICA

No se puede concebir el proceso enseñanza-aprendizaje de una asignatura de las características de Electrónica, sin una profunda participación, por parte del alumno, en actividades prácticas donde se utilice gran parte de los componentes vistos en teoría y verifique, al menos cualitativamente, el principio de funcionamiento de una buena parte de ellos.

En función de la reducida carga horaria asignada a Electrónica en el Plan de Estudios, se ha ideado un sistema para aprovechar al máximo el tiempo de clases disponible, propiciando que el alumno trabaje elaborando conocimientos fuera del horario de clases, para dejar este tiempo exclusivamente destinado a evacuar dudas de los puntos de mayor complejidad, a los trabajos prácticos y a las evaluaciones, actividades éstas que requieren inevitablemente la participación del equipo de cátedra.

Con estas premisas, se resume la metodología de trabajo en los siguientes puntos:

- Es muy conveniente que el alumno lleve simultáneamente al día el estudio de la teoría, la realización de los trabajos prácticos y las correspondientes evaluaciones, a medida que se avanza en el desarrollo de la asignatura. Es la única forma de garantizar un correcto proceso enseñanza-aprendizaje.
- Para poder cumplir con la hipótesis anterior y dado la gran cantidad de contenidos de la materia, a principio del ciclo lectivo, se le entregan al alumno los apuntes completos de clase, con guías de autoevaluación. Se le indica entonces al alumno que deberá leer cada tema, *antes* de la clase teórica correspondiente, de manera de aprovechar este tiempo para evacuar dudas y reducir a un mínimo el tiempo dedicado a toma de apuntes.
- Luego de cada clase teórica se dedica una clase para la realización del trabajo práctico, a la que se le restan unos minutos para una breve evaluación teórica escrita por el sistema de elección múltiple.

## 6. ASISTENCIA y EVALUACIÓN

En cumplimiento de las disposiciones académicas vigentes, el alumno debe satisfacer los siguientes aspectos:

- **Asistencia:** El alumno deberá cumplir con una asistencia del 100 % de las actividades prácticas propuestas por la cátedra.
- **Evaluaciones parciales:** Previo a la ejecución de cada trabajo práctico de laboratorio, el alumno será evaluado en relación al tema motivo del mismo. La evaluación será escrita, “a libro abierto” o sea que el alumno podrá disponer de los apuntes, bibliografía y elementos de cálculo que desee. Las consignas pueden ser de orden conceptual o ejercicios de aplicación de la teoría correspondiente. En todos los casos responden al sistema de “elección múltiple”. Esta evaluación tiene el carácter



de “evaluación parcial”, a los efectos de las disposiciones vigentes y de las instancias que el alumno debe superar para obtener la condición de regular en la asignatura.

Cada evaluación consta de diez preguntas y se asigna siempre un punto por pregunta respondida correctamente. Cada pregunta tiene a continuación, tres, cuatro o cinco respuestas posibles y plausibles. La respuesta correcta debe marcarse en el cuadro apropiado. Si se marca erróneamente la pregunta, si se marca más de una respuesta o no se marca ninguna respuesta, la pregunta recibirá 0 puntos.

**La evaluación completa de cada tema será calificada de cero a diez, requiriéndose obtener al menos 6 (seis) para aprobarla** (o sea seis respuestas correctas) y proceder a la ejecución del trabajo práctico. **Todas las evaluaciones pueden ser recuperadas una vez durante el ciclo lectivo, siempre que se haya presentado en primera instancia o que la ausencia esté justificada (enfermedad o fallecimiento familiar directo). Complementariamente, un alumno no puede reprobado más de cuatro evaluaciones, consecutivas o alternadas. O sea que si se reprobaban cinco evaluaciones parciales se pierde la boleta.**

**Las evaluaciones reprobadas (máximo cuatro) podrán ser recuperadas. El alumno que haya reprobado tres recuperaciones, pierde automáticamente la regularidad en la asignatura. Si sólo se fracasa en dos de estas recuperaciones, se darán dos recuperaciones extraordinarias a fin de año. Ambas deben ser aprobadas para obtener la boleta.**

- **Trabajos Prácticos de Laboratorio:** Luego de la evaluación parcial el alumno ejecuta el trabajo práctico propiamente dicho, el que una vez concluido debe ser volcado detalladamente en un informe cuya presentación y aprobación es imprescindible para la obtención de la boleta.

El plazo para la presentación de los informes de práctica es de 10 (diez) días corridos a partir de la fecha de ejecución del trabajo. En caso que el informe sea observado por el personal de Cátedra, las correcciones y nueva presentación deberán hacerse dentro de los 7 días corridos.

Los trabajos prácticos se desarrollarán en el laboratorio con programas de simulación de circuitos electrónicos mediante computadora que permitan analizar su comportamiento y/o con materiales y circuitos reales, dependiendo de las disponibilidades de tiempo y componentes para tal fin.

La actividad será evaluada a través del desempeño del alumno durante la ejecución del trabajo práctico y del análisis del informe citado precedentemente. **Su calificación será aprobado ó reprobado.** Cada alumno, al concluir el despliegue de la asignatura, deberá completar la totalidad de los trabajos prácticos aprobados.

La asignatura consta de 11 (once) Evaluaciones (Parciales) y Trabajos Prácticos, correspondientes respectivamente a los temas desde el 1 hasta el 11 inclusive.

**Régimen para exámenes libres:** De acuerdo a las características de esta asignatura, no se admiten alumnos libres.

## 7. CRONOGRAMA PARA LA EJECUCIÓN DEL CURSO:

El cronograma de desarrollo teórico y práctico de la asignatura, se detalla a continuación en forma progresiva, considerando un ciclo de 14 semanas de duración.

Consideraciones generales sobre la Educación Tecnológica y la inserción de la asignatura en la Educación Tecnológica. Aclaraciones sobre la modalidad de dictado, revisión de conceptos sobre Física II y/o Electricidad y Magnetismo..... semana N° 01

### **TEMA 1: Midiendo en Electrónica.**

Teoría y Práctica.....semana N° 02

### **TEMA 2: Componentes para Electrónica.**

Teoría y Práctica.....semana N° 03

### **TEMA 3: Materiales Semiconductores y Diodos.**

Teoría y Práctica..... semana N° 04

### **TEMA 4: Transistores y Circuitos Integrados.**

Teoría y Práctica..... semana N° 05

### **TEMA 5: Amplificadores Operacionales.**

Teoría y Práctica: ..... semana N° 06

### **TEMA 6: Introducción a la Electrónica Digital.**

Teoría y Práctica..... semana N° 07

### **TEMA 7: Electrónica Digital: Lógica combinacional y lógica secuencial.**

Teoría y Práctica. ....semana N° 08

### **TEMA 8: Interfases y Sensores.**

Teoría y Práctica..... semana N° 09

### **TEMA 9: Microprocesadores y Microcontroladores.**

Teoría y Práctica..... semana N° 10

### **TEMA 10: Trabajar con microcontroladores.**

Teoría y Práctica..... semana N° 11

### **TEMA 11: Aplicaciones sencillas con microcontroladores**

Teoría y Práctica..... semana N° 12

TEMA 12: **Aplicaciones avanzadas con microcontroladores**.....semana N° 13

**Consultas, recuperación de prácticas y parciales**.....semana N° 14

8. BIBLIOGRAFÍA GENERAL Y ESPECÍFICA:

• **Para alumnos:**

1. Apuntes de la asignatura.
2. ACKERMAN, ANCHORENA y otros: "Los CBC y la Enseñanza de la Tecnología". A-Z, 1997.
3. AVERBUJ, COHAN, MARTÍNEZ: "Tecnología I". Santillana, 1998.
4. BUCH, Tomas: "El Tecnoscopio". Aique, 1997.
5. BUCH, Tomas: "Sistemas Tecnológicos". Aique, 1999.
6. COHAN, Kechichian: "Tecnología II". Santillana, 1999.
7. DOVAL, Luis y GAY, Aquiles: "Tecnología. Finalidad Educativa y Acercamiento Didáctico". Programa de Perfeccionamiento Docente - Prociencia. Ministerio de Cultura y Educación.
8. DE LUCA, GONZALEZ CUBERES: "Iniciación en la Tecnología". Aique, 1997.
9. FRANCO, JAUL, MOLINA y otros: "Tecnología Industrial I". Santillana, 2000.

• **Para docentes:**

1. ALAN S. MORRIS, "Measurement and Instrumentation Principles", Butterworth-Heinemann, 2001.
2. AXELSON, Jan: "USB Complete: Everything You Need to Develop USB Peripherals", Third Edition, Lakeview Research, 2005.
3. BATES, M.: "PIC Microcontrollers. An Introduction to Microelectronics". 2<sup>nd</sup> Ed., Newnes, 2004.
4. BENTLEY, J.: "Principles of Measurement Systems", 4<sup>th</sup> Ed., Pearson Education, 2003.
5. BOYLESTAD, R. & NASHELSKY, L.: "Electronic Devices and Circuit Theory", Seventh Edition, Prentice Hall, 2003.
6. CHILDS, P.: "Practical Temperature Measurement". Butterworth, 2001.
7. CLAYTON, G. and WINDER, S. "Operational Amplifiers". Newnes, 2003.
8. CORRALES, S.V.: "Electrónica Práctica con Microcontroladores PIC". Imprenta Gráfica, 2006.
9. CRISP, J.: "Introduction to Digital Systems", Newnes, 2000.
10. FLOYD, Thomas L.: "Principles of Electric Circuits" Conventional Current Version, Eighth Edition, Prentice Hall, 2007.
11. FLOYD, Thomas L.: "Electronic Devices" Conventional Current Version, Seventh Edition, Prentice Hall, 2005.
12. FLOYD, Thomas L., BUCHLA, David: "Fundamentals of Analog Circuits", Second Edition, Prentice Hall, 2001.

13. FLOYD, Thomas L.: "Digital Fundamentals", Ninth Edition, Prentice Hall, 2006.
14. FRADEN, J.: "Handbook of Modern Sensors: Physics, Designs, and Applications". 3<sup>rd</sup> Ed., AIP Press, 2003.
15. HELD, Gilbert: "Introduction to Light Emitting Diode Technology and Applications". CRC Press, 2009.
16. HELLEBUYCK, Ch.: "Programming PIC Microcontrollers with PicBasic". Newnes, 2003.
17. IBRAHIM, D.: "PIC BASIC Projects: 30 Projects Using PIC BASIC and PIC BASIC PRO", Elsevier, 2006.
18. IOVINE, J.: "PIC Microcontroller Project Book". Mc Graw-Hill, 2000.
19. IOVINE, J.: "PIC Robotics: A Beginner's Guide to Robotics Projects using the PIC Micro". Mc Graw-Hill, 2004.
20. JUNG, Walter G.: "OP AMP Applications", Analog Devices, 2002.
21. JOHNSON, L.: "Experimenting with the Pic Basic Pro Compiler", CROWNHILL Associates Ltd., 2000.
22. MALVINO, Albert Paul: "Principios de Electrónica". McGraw Hill, 1998.
23. MANCINI, Ron: "Op Amps for everyone", Texas Instruments, 2002.
24. MAINI, A.K., "Digital Electronics: Principles, Devices and Applications" John Wiley & Sons, 2007.
25. MAXFIELD, C. "Bebop the Boolean Boogie", 2<sup>nd</sup> Ed., Newnes, 2003.
26. NATIONAL SEMICONDUCTOR: National Analog and Interface Products Databook. Edition 2002.
27. NAWROCKI, W.: "Measurement Systems and Sensors". Artech House, 2005.
28. NEVOJSA MATIC: "BASIC for PIC Microcontrollers". MikroElektronika, 2003.
29. PATRICK, D., FARDO, D. and CHANDRA, V.: "Electronic Digital System Fundamentals". The Fairmont Press, 2008.
30. PLACKO, D.: "Fundamentals of Instrumentation and Measurement", ISTE Ltd., 2007.
31. PREDKO, Myke: "Programming and Customizing PICmicro Microcontrollers". Mc Graw Hill, 2000.
32. REYES, C.: "Microcontroladores PIC. Programación en Basic". 3<sup>o</sup> Ed., Risper Graf, 2008.
33. SANDHU, H.S.: "Making PIC Microcontroller Instruments & Controllers". Mc Graw-Hill, 2009.
34. SINCLAIR, I. and DUNTON, J.: "Practical Electronics Handbook", 6<sup>th</sup> Edition, Newnes, 2007.
35. SINCLAIR, Ian: "Passive Components for Circuit Design", Newness, 2001
36. SCHUBERT, Fred E.: "Light-Emitting Diodes", Cambridge University Press, 2006.
37. SINCLAIR, Ian: "Sensors and Transducers", 3<sup>th</sup> Ed., Newnes 2001
38. SOLOMAN, S.: "Sensors Handbook", 2<sup>nd</sup> Ed., Mc Graw Hill, 2010.
39. TUMANSKI, "Principles of Electrical Measurement". CRC Press, 2006.
40. TOCCI, R. J., WIDMER, N.S.: "Digital Systems: Principles and Applications" 8th ed. Prentice Hall, 2001.
41. TOOLEY, Michael: "Electronic Circuits: Fundamentals and Applications". Elsevier, 2006.