

# Planificación de la Asignatura FÍSICA 3. Año Académico 2021



Ricardo A. Korpys \* Roberto E. Carballo \*\* y Aldo Benitez\*\*\*

18 de agosto de 2021

## Índice

1. Introducción a la asignatura	2
2. Objetivos	2
3. Contenidos mínimos	2
4. Características generales de la asignatura y del dictado año 2020	2
5. Docentes que integran la cátedra	3
6. Programa Analítico	3
6.1. FÍSICA DEL SEMICONDUCTOR	3
6.2. JUNTURAS DE SEMICONDUCTORES	3
6.3. TRANSISTOR BIPOLAR	3
6.4. TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO	3
6.5. OPTOELECTRÓNICA	3
6.6. TERMODINÁMICA	3
7. Metodología didáctica	4
8. Pautas de regularización	4
9. Pautas para la aprobación	4
10. Cronograma de clases	5
11. Condiciones especiales de contexto debido a la no presencialidad de las clases	6

\*Ricardo A. Korpys es Profesor Titular en el Departamento de Ingeniería Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina. Ingeniero en electrónica. e-mail: korpys@fio.unam.edu.ar .

\*\*Roberto E. Carballo es docente de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina. Ingeniero en electrónica. e-mail: carballore@gmail.com .

\*\*\*Aldo Benitez es docente de la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional de Misiones (UNaM), Oberá, Misiones, Argentina. Ingeniero en Electrónica. e-mail: aldobenitez@gmail.com .

## 1. Introducción a la asignatura

El programa de la asignatura **FÍSICA 3**, se divide en dos grandes áreas temáticas: Termodinámica y Física de los semiconductores. La primer área introduce a los principios de la termodinámica, y la segunda al estudio de los fenómenos físicos que tratan de explicar el funcionamiento de algunos semiconductores electrónicos.

## 2. Objetivos

Reconocer y entender las leyes y principios básicos que rigen el funcionamiento de las máquinas térmicas. Conocer los principios que rigen el funcionamiento de los materiales semiconductores y sus aplicaciones en dispositivos reales.

## 3. Contenidos mínimos

Leyes fundamentales de la termodinámica. Primer principio. Gases ideales y reales. Segundo principio. Mecanismos de Transferencia de calor. Radiación, conducción y convección. Física del semiconductor: Teoría de bandas de energía. Aislantes, semiconductores y metales. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos. Propiedades. Juntura PN. Diferentes tipos de junturas. Análisis del transistor bipolar, FET y CMOS. Efecto Hall.

## 4. Características generales de la asignatura y del dictado año 2020

Según la resolución del consejo superior de la **UNaM**, (Universidad Nacional de Misiones), número 075/12, del 15 de octubre de 2012.

1. Donde se dicta: **FACULTAD DE INGENIERÍA, UNIVERSIDAD NACIONAL DE MISIONES. Calle Juan Manuel de Rosas 325, ciudad de Oberá, Misiones. CP: 3360**
2. Nombre de la asignatura: **FÍSICA 3.**
3. Identificación, Código: **ET243.**
4. Departamento que la dicta: **INGENIERÍA en ELECTRÓNICA.**
5. Carrera de grado: **INGENIERÍA ELECTRÓNICA.**
6. Año del plan de Estudios: **2013.**
7. Modalidad: **PRESENCIAL (Originalmente)**
8. Ubicación: **2° CUATRIMESTRE - SEGUNDO AÑO-EXCLUSIVAMENTE PARA ALUMNOS DE ELECTRÓNICA.**
9. Régimen: **CUATRIMESTRAL.**
10. Duración: **14 semanas.**
11. Crédito horario semanal: **6 hs.**
12. Crédito horario total: **90 hs.**
13. Clases: **Jueves de 14:00 a 17:00 hs. (Aula B5 o Laboratorio de Electrónica Planta Alta). Viernes de 14:00 a 17:00 hs., (Aula B5 o Laboratorio de Electrónica Planta Alta).**
14. Inicio de clases: **17 de Agosto de 2021. Según [9]**
15. Finalización de clases: **26 de Noviembre de 2021.**
16. Primer vencimiento de regularización de la asignatura: **26 de Noviembre de 2021.**
17. Segundo vencimiento de regularización de la asignatura: **1 de Diciembre de 2021. Fecha establecida por la cátedra, la cual no coincide con la presentada en el calendario académico, ver [9].**

18. Códigos y nombres de las asignaturas correlativas regularizadas requeridas (niveles inferiores para cursar esta asignatura): **ET122 (Química), ET211 (Cálculo 2), ET213 (Probabilidad y estadística) y ET221 (Física 2).**
19. Códigos y nombres de las asignaturas requeridas como aprobadas para cursar esta asignatura: **ET121 (Física 1).**
20. Códigos de la asignaturas requeridas aprobadas para rendir esta asignatura: **ET122, ET211, ET213 y ET221.**
21. Cantidad de alumnos inscriptos para cursar: **se estima una cantidad de 25 ( veinte y cinco ).**

## 5. Docentes que integran la cátedra

1. Ricardo Andrés Korpys. Profesor Responsable.
2. Roberto Esteban Carballo. Auxiliar docente.
3. Aldo Benitez. Auxiliar docente.

## 6. Programa Analítico

### 6.1. FÍSICA DEL SEMICONDUCTOR

El átomo. Ligaduras de valencias. Impurezas en sólidos cristalinos. El proceso de la conducción. Aislantes, semiconductores y metales. Propiedades. Portadores. Superconductores. Teoría de bandas de energía. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos. Distribución de los electrones en las bandas. Flujo de portadores de carga. Efecto Hall.

### 6.2. JUNTURAS DE SEMICONDUCTORES

Juntura PN. Diagramas de energía. Diferentes tipos de junturas. Diodos semiconductores. Características físicas. El diodo real. Capacidades de transición y de difusión. Dinámica de los diodos de juntura.

### 6.3. TRANSISTOR BIPOLAR

Generalidades. Diagramas de energía. Concentración de portadores. Análisis del transistor bipolar NPN y PNP. Curvas características. Modelos equivalentes. El transistor en conmutación dinámica.

### 6.4. TRANSISTORES DE EFECTO DE CAMPO

Transistor de efecto de campo de juntura (JFET). Generalidades. Curvas características. Transistor de efecto de campo metal-óxido-semiconductor con compuerta aislada (MOSFET) tipo n y p. Sus características y principio de funcionamiento. Combinación de tecnologías tipo n y p para la obtención del CMOS (Complementary metal oxide semiconductor). Aplicaciones en electrónica de conmutación digital.

### 6.5. OPTOELECTRÓNICA

Parámetros básicos de la radiación óptica. Luminiscencia de semiconductores. Diodos emisores de luz (LED's), sus características. Foto detectores. Efecto fotoeléctrico interno. Parámetros y características de los foto detectores.

### 6.6. TERMODINÁMICA

Propiedades termodinámicas. Conservación de la energía. Relaciones de energía. Gases ideales y reales. Primer principio de la termodinámica. Segundo principio de la termodinámica y entropía. Mecanismos de transferencia de calor. Radiación, conducción y convección. Principios y formas constructivas de las máquinas térmicas.

## 7. Metodología didáctica

Se inicia mediante clases de introducción general a la asignatura, como cuales son sus temáticas, abordaje, alcance, forma y horario de dictado, los docentes que la integran. Se presenta la bibliografía a utilizar. Luego se continua con clases del tipo teórico/práctico donde los alumnos, bajo la orientación y supervisión de los docentes desarrollan los problemas, diseños, simulación y prácticas de laboratorios. Toda esta temática se desarrolla en lo que se considera espacios físicos adecuados, es decir con comodidad, aulas y laboratorios limpios, iluminación adecuada, un aula virtual vía internet y con elementos didácticos suficientes. Además, suficientes bancos para los alumnos y docentes, pizarrón, cañón electrónico para proyección de diapositivas, laboratorios con elementos suficientes, una biblioteca pública, etc.

Existe una página Web, que puede hallarse en la referencia [8], la cual moderan los responsables de la cátedra. En ella se mantiene una comunicación habitual entre todos los afectados a ella. Los aconteceres habituales de la asignatura, se publican en ella, según pasa el tiempo. Esto incluye a los alumnos inscriptos a la cursada, como a los docentes de la asignatura.

Se sugiere una lectura por todas las partes del material sugerido en las referencias bibliográficas para una mejora en las comprensiones o distorsiones en el conocimiento adquirido. Para la sección relacionada a termodinámica, se recomienda la lectura de [3] y que puede complementarse con la [2]. Para la referida a la física de los semiconductores, se recomienda a la [1], [4], y [5] como principal bibliografía.

Se recomienda leer el calendario académico para el año lectivo, publicado por la secretaría académica de esta facultad, en el cual se detallan fechas importantes. Éste puede obtenerse de la referencia [9], y mantener siempre presente la información que brinda.

Se realizarán, por lo menos dos exámenes parciales escritos para que los alumnos resuelvan en fecha a evaluar previamente, de acuerdo al dictado *real* de la asignatura y compatible con la no superposición concurrente con otros exámenes parciales considerados en el mismo año y tiempo, lo mismo que para los denominados trabajos prácticos, que serán planteados por escrito para su resolución en tiempo y forma.

La lectura y comprensión de la bibliografía presentada en las referencias se considera fundamental, y sobre ella se basará la evaluación final de los alumnos asistentes a esta asignatura.

Se establecerán horarios de consulta de cuestiones por parte de los alumnos inscriptos a la misma, dentro y fuera del horario académico de dictado de ésta. Estos horarios se planificarán en función de la disponibilidad horaria de la mayoría de los alumnos inscriptos.

Se manifiesta por parte de la cátedra, disposición de la adecuación de estos horarios a la situación temporal de los alumnos. Pero siempre se dedicarán por lo menos dos horas semanales a esta actividad.

## 8. Pautas de regularización

Para la regularización de la asignatura los alumnos deberán cumplir las siguientes pautas mínimas:

1. Tener un mínimo de 80 % de asistencia a todas las clases.
2. Presentación en tiempo y forma de los informes de trabajos prácticos planteados. Las fechas y formatos de los trabajos exigidos serán determinados por la cátedra. Estos trabajos prácticos deberán tener una aprobación total por parte de los integrantes de la cátedra. Si alguno de ello no los aprobaran, quedarán en condición de alumnos libres en el momento de la falta de presentación de estos informes.
3. Tener aprobados todos los exámenes parciales de la asignatura o sus recuperatorios correspondientes, además de los trabajos prácticos asignados.
4. El alumno que registre al final del cursado de la asignatura la condición de libre, para aprobar la asignatura deberá rendir un examen final en los tiempos dictados por la Secretaría Académica de esta Facultad, cuyo contenido versa sobre todos los tópicos contenidos en el programa analítico de la asignatura, más todos los aspectos denominados prácticos de la materia.

## 9. Pautas para la aprobación

Para la aprobación de la asignatura los alumnos deberán cumplir las siguientes pautas:

1. Se establece una denominada “promoción” de la asignatura que merecen las siguientes condiciones previas: aquel alumno/a regular que aprobase todos los exámenes parciales con una nota superior o igual a 7 (siete) y halla cumplido en tiempo y forma, conjuntamente con la aprobación de los mismos, de los trabajos prácticos, obtendrá una calificación igual al promedio de las notas de sus exámenes parciales en su examen final.
2. Para los alumnos que hayan obtenido la condición de regular «sin promoción» deberán rendir un examen final presencial en los tiempos dictados por la secretaría Académica de esta Facultad, cuyo contenido versa sobre todos los tópicos contenidos en el programa analítico de la asignatura, dictados en el año en el cual cursó, denominados teóricos.
3. En el caso de los alumnos inscriptos como libres, además de las pautas fijadas para la condición de alumno regular, deberán aprobar una instancia relacionada a la resolución de ejercicios llamados «prácticos».
4. Para la aprobación de la asignatura, los exámenes finales serán evaluados de acuerdo a lo dictado en el año de regularización del alumno/a , y por los docentes responsables de la asignatura.

## 10. Cronograma de clases

Para la confección de este cronograma se partió del calendario académico redactado por la secretaria académica de esta facultad de ingeniería [9]. Cada una de las clases planificadas se presentan en el cuadro 1 .

Se clasifican en clases teóricas (CT) y clases de formación experimental.

Las clases de formación experimental a su vez se separan en prácticas de laboratorio (PL), prácticas rutinarias (PR), problemas de ingeniería (PI) y de proyecto y diseño (PD). La unidad para la medición de la duración de las clases es en horas-reloj. En este cuadro se destacan la semana en las que desarrollarán las actividades, las fechas previstas para realizarlas, en formato día/mes. los temas planteados para ellas y la duración en horas.

Cuadro 1: Planificación de clases y contenidos, para el año 2020.

				Formación experimental				
Semana	Fecha	Temas a desarrollar en clase	CT	PL	PR	PI	PD	
1	19/08	Presentación de la asignatura y la planificación. Como se desarrollará la misma. Condiciones de contorno del dictado. Recursos de comunicación disponibles. Aislantes, semiconductores y conductores.	1,5	—	—	—	—	
		El átomo de hidrógeno. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos del tipo N y P. Portadores mayoritarios y minoritarios.	—	1,5	—	—	—	
	20/08	Aislantes, semiconductores y conductores. El átomo de hidrógeno. Semiconductores intrínsecos y extrínsecos del tipo N y P. Portadores mayoritarios y minoritarios.	1,5	—	—	—	—	
		Continuación de introducción al uso de instrumental de laboratorio presenciales. Fuentes de alimentación de DC. Multímetros. Generadores de señales. Osciloscopios. Otros instrumentos.	—	1,5	—	—	—	

Cuadro 1: Planificación de clases y contenidos, para el año 2020.

Semana	Fecha	Temas a desarrollar en clase	CT	Formación experimental			
				PL	PR	PI	PD
2	26/08	Fenómenos de generación y recombinación de portadores. Teoría de bandas de energía. Niveles de energía de las distintas bandas. Funciones de distribución de portadores. Unión pn. Características constructivas, Contaminación del material base.	3	—	—	—	—
	27/08	—	—	—	—	—	—
3	02/09	—	—	—	—	—	—
	03/09	—	—	—	—	—	—
4	09/09	—	—	—	—	—	—
	10/09	—	—	—	—	—	—
5	16/09	—	—	—	—	—	—
	17/09	—	—	—	—	—	—
6	23/09	—	—	—	—	—	—
	24/09	—	—	—	—	—	—
7	30/09	—	—	—	—	—	—
	01/10	—	—	—	—	—	—
8	07/10	—	—	—	—	—	—
	08/10	—	—	—	—	—	—
9	14/10	—	—	—	—	—	—
	15/10	—	—	—	—	—	—
10	21/10	—	—	—	—	—	—
	22/10	—	—	—	—	—	—
11	28/10	—	—	—	—	—	—
	29/10	—	—	—	—	—	—
12	04/11	—	—	—	—	—	—
	05/11	—	—	—	—	—	—
13	11/11	—	—	—	—	—	—
	12/11	—	—	—	—	—	—
14	18/11	—	—	—	—	—	—
	19/11	—	—	—	—	—	—
15	25/11	—	—	—	—	—	—
	26/11	Ultima clase del cuatrimestre.	—	—	—	—	—

## 11. Condiciones especiales de contexto debido a la no presencialidad de las clases

En este capítulo se tratará de explicar algunas de las peculiaridades de la situación actual (segundo cuatrimestre del año ). El dictado de esta asignatura históricamente fue realizada presencialmente. En las condiciones actuales, por lo menos a principio del dictado, se deberá hacerlo de una manera virtual, vía lo que se conoce como videoconferencia. En este tipo de modalidad y en principio, serán programadas para realizarse en los horarios de dictado establecidos (Jueves y Viernes de 14:00 a 17:00 hs).

Los alumnos que se han podido inscribir a cursarla (según el departamento de alumnado), serán inscriptos en calidad de *alumnos* en lo que se conoce como aula virtual moodle (AVM) [8] , y por ende tendrán acceso al material publicado dentro del sitio.

No será necesario que se les envíe una contraseña de acceso. Podrán utilizar la que habitualmente usan. Como hipótesis se considerará que los alumnos ya han utilizado en asignaturas previas el AVM y que conocen al menos un uso elemental del mismo.

Al mes actual (agosto) se ha comprobado que el acceso a un dominio como el de nuestra facultad de ingeniería (fio.unam.edu.ar) *NO* se factura como utilización de datos para una conexión, por ejemplo, vía teléfono celular.

Es posible instalar una aplicación en un teléfono celular con sistema operativo Android con el fin de acceder al AVM e interactuar con el mismo, denominada moodle (en forma genérica).

En principio las clases virtuales vía videoconferencia serán dictadas a través de un sistema llamado BBB, cuyos enlaces se instalarán en la página del AVM.

Existen las denominadas prácticas de laboratorio que en un principio del dictado se establecían como presenciales y realizables de forma física. El equipo de cátedra está tratando de establecer alguna manera de hacerlas (por ejemplo vía una simulación en computadora) de las consignas solicitadas y tratando de evaluar sus habilidades y competencias conseguidas durante este estadio. Pero se pretende este año realizar prácticas de laboratorio presenciales respetando los protocolos un grupos de alumnos muy reducidos.

## Referencias

- [1] Albella Martín, J. M. Martínez-Duart, J. M., Agulló-Rueda, F., (2005), “Fundamentos de microelectrónica, nanoelectrónica y fotónica”, Pearson Education, ISBN: 84-205-4651-8
- [2] Faires Virgil, M. (1970), “Termodinámica”, U.T.E.H.A , The Macmilian Canada.
- [3] Çengel, Yunus A., Boles, Michael A. (2012), “TERMODINÁMICA”, Séptima edición, McGRAW-Hill/Interamericana Editores, ISBN: 978-607-15-0743-3
- [4] Colinge J. P. , Colinge C. A., “Physics Of Semiconductor Devices“ , (2006), Kluwer Academic Publishers. New York. ISBN-13: 978-0387285238
- [5] Sze S. M. , Ng Kwok K., “Physics of Semiconductor Devices“, (2007), John Wiley & Sons, Inc., ISBN: 9780471143239, Online ISBN: 9780470068328, DOI:10.1002/0470068329
- [6] Tremosa Angel D., “Electrónica del estado sólido”, (1980), Ediciones Marymar, segunda edición ISBN: 950-503-109-2
- [7] Neamen, Donald A., “Semiconductor physics and devices“, (2012), McGraw-Hill, ISBN 978-0-07-352958-5
- [8] Página Web de la asignatura Física 3, <https://aulavirtual.fio.unam.edu.ar/course/view.php?id=711> .
- [9] Calendario académico del año 2021, <https://www.fio.unam.edu.ar/noticias/2021/calendario-2021.pdf> .