



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

FORMULARIO PARA LA PRESENTACIÓN DE PROGRAMAS DE ASIGNATURAS
Año Lectivo: 2024

UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICO-QUÍMICAS Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE COMPUTACIÓN

CARRERA/S: Licenciatura en Ciencias de la Computación

PLAN DE ESTUDIOS: 1999 v1

ASIGNATURA: Sistemas Operativos

CÓDIGO: 1965

MODALIDAD DE CURSADO: Presencial

DOCENTE RESPONSABLE: Marcelo Arroyo, Profesor Asociado exclusivo

EQUIPO DOCENTE: Marcelo Arroyo

RÉGIMEN DE LA ASIGNATURA: cuatrimestral

UBICACIÓN EN EL PLAN DE ESTUDIO: 5to año, primer cuatrimestr

RÉGIMEN DE CORRELATIVIDADES:

Asignaturas aprobadas: Organización del Procesador (1949)

Asignaturas regulares: Simulación (1962)

CARÁCTER DE LA ASIGNATURA: Obligatoria

CARGA HORARIA TOTAL: 112 horas

Teóricas:	28 hs	Prácticas:	28 hs	Teóricas - Prácticas:	14 hs	Laboratorio:	42 hs
------------------	--------------	-------------------	--------------	----------------------------------	--------------	---------------------	--------------

CARGA HORARIA SEMANAL: 8 horas

Teóricas:	2 hs	Prácticas:	2 hs	Teóricas - Prácticas:	1 hs	Laboratorio:	3 hs
------------------	-------------	-------------------	-------------	----------------------------------	-------------	---------------------	-------------



1. CONTEXTUALIZACIÓN DE LA ASIGNATURA

El estudio del diseño e implementación de sistemas operativos y software de bajo nivel requiere de conocimientos previos adquiridos en la carrera.

La asignatura se desarrolla en el primer cuatrimestre de 5° año y se analizan conceptos avanzados sobre el diseño e implementación de sistemas operativos modernos sobre hardware de actualidad. Es un curso previo de Telecomunicaciones y Sistemas Distribuidos, el cual requiere del conocimiento de los conceptos aquí desarrollados.

Su ubicación en el plan de estudios permite que se puedan abordar conceptos avanzados de computación como problemas de concurrencia, programación de bajo nivel (como gestión manual de la memoria), arquitecturas modernas de computadoras y herramientas de desarrollo de software como lenguajes de programación, uso avanzado de compiladores, assemblers y linkers.

El curso requiere que los alumnos tengan suficiente experiencia en programación de alto y bajo nivel y estén familiarizados con el lenguaje de programación C, assembly y arquitecturas de hardware.

2. OBJETIVOS PROPUESTOS

El alumno logrará la comprensión en profundidad el funcionamiento, sus posibles diseños y detalles de implementación de un sistema operativo moderno. Además le permitirá adquirir habilidades avanzadas de cómo interactuar adecuadamente con un sistema operativo como programador de aplicaciones. También logrará conocimientos sobre el diseño e implementación de diferentes módulos de un sistema operativo y adquirirá una mayor experiencia en el uso de conceptos avanzados de programación de sistemas como mecanismos de comunicación entre procesos y desarrollo de sistemas concurrentes.

Los alumnos adquirirán la capacidad de comprender piezas de software de un tamaño y complejidad considerable y podrán realizar extensiones propuestas en el taller en base a los problemas planteados y los conceptos desarrollados en las clases teóricas y prácticas.

Los alumnos lograrán comprender textos técnicos como manuales de hardware específicos y adquirirán experiencia en el desarrollo de software de base de bajo nivel, interactuando con hardware real (plataforma risc-v).

3. EJES TEMÁTICOS ESTRUCTURANTES DE LA ASIGNATURA Y ESPECIFICACIÓN DE CONTENIDOS

3.1. Contenidos mínimos (según plan de estudio vigente)

La asignatura se concentra en el desarrollo de conceptos sobre el funcionamiento, diseño e implementación de sistemas operativos modernos. Los contenidos pueden agruparse en los siguientes temas principales:

- API de sistemas operativos.
- Concurrencia: problemas y soluciones.
- Características generales: Llamadas al sistema, diseño.
- Gestión de procesos: procesos, hilos de ejecución, cambios de contexto, gestión de las CPU, algoritmos de planificación, manejo de interrupciones, modos de ejecución.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

- Gestión de la memoria: técnicas de administración de la memoria. Protección: segmentación y paginado. Memoria virtual.
- Sistemas de archivos y subsistema de entrada/salida. Diseño, implementación, APIs y características generales.
- Sistemas multiusuarios. Protección del sistema de archivos. Seguridad: Autenticación y autorización.
- Seguridad: Mecanismos de protección. Uso de técnicas criptográficas para la seguridad de sistemas.

3.2. Ejes temáticos o unidades

UNIDAD 1- Arquitecturas de computadoras.

Elementos Básicos. Registros del Procesador. Ejecución de Instrucciones. Interrupciones. Jerarquía de Memoria. Memoria Cache. Técnicas de Entrada/Salida. Soporte para multiprogramación: modos de ejecución de la CPU, MMUs y protección de la memoria. Software de base. Proceso de arranque.

UNIDAD 2 – Visión General de los Sistemas Operativos.

El Sistema Operativo como Interfaz Usuario/Computadora. Llamadas al sistema. El Sistema Operativo como Administrador de Recursos. Evolución de los Sistemas Operativos. Procesamiento Serial. Procesamiento en Lotes. Sistemas Multiprogramados. Sistemas de Tiempo Compartido. Generalidades de Procesos, Administración de Memoria, Protección, Seguridad (autenticación y autorización), Planificación y Administración de Recursos. Diseño (estructura) de los Sistemas Operativos.

UNIDAD 3 – Descripción y Control de Procesos.

Estados de los procesos. Modelo de Proceso con dos Estados. Creación y Terminación de Procesos. Modelo de cinco Estados. Procesos Suspendidos. Descripción de Procesos. Estructuras de Control del Sistema Operativo. Estructura de Control de Procesos. Control de Procesos. Modos de Ejecución. Creación de Procesos. Conmutación de Procesos. Ejecución del Sistema Operativo. Llamadas al sistema relacionadas a manejo de procesos (API).

UNIDAD 4 – Hilos, SMP y Diseño de SO.

Procesos e Hilos. Multihilos. Funcionalidad de los Hilos. Hilos a Nivel Usuario y Kernel. Procesamiento Multisimétrico. Arquitecturas SMP. Arquitecturas de diseño: Monolíticos, microkernels y máquinas virtuales.

UNIDAD 5 – Concurrencia: Exclusión Mutua y Sincronización.

Principios de Concurrencia. Procesos comunicantes. Mecanismos de comunicación entre procesos (IPC). Exclusión Mutua: enfoques de software y enfoques de hardware. Semáforos. Monitores. Pasaje de Mensajes. Problema de los Lectores/Escritores. Principios de Deadlock. Condiciones para el Deadlock. Prevención y detección de Deadlock. API provistas por



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

sistemas operativos modernos (ej: Linux) para ejecución concurrente y uso de mecanismos de sincronización (POSIX threads, Unix IPC, etc).

UNIDAD 6 – Planificación del Procesador.

Tipos de Planificación: de largo y corto plazo. Algoritmos de Planificación. FIFO. Round-Robin. SPN. SRT. HRRN. Multi-niveles con retroalimentación.
Sistemas de tiempo real.

UNIDAD 7 – Administración de Memoria.

Requerimientos de la Administración de Memoria. Asignación. MMUs: reubicación y protección. Organización Lógica. Organización Física. Particionado de Memoria. Particionado Fijo. Particionado Dinámico. Algoritmos de Asignación y Reemplazo. Sistema de los Asociados.

UNIDAD 8 – Memoria Virtual.

Hardware y Estructuras de Control. Localidad y Memoria Virtual. Paginado. Tablas de Páginas. Tamaño de Página. Segmentación. Segmentación y Paginación Combinados. Software del Sistema Operativo. Políticas de Captación, Ubicación y Reemplazo. Administración del Conjunto Residente. Conjunto de Trabajo. Políticas de Limpieza. Control de Carga. Usos: carga de procesos bajo demanda, copia en escritura, mapeo de archivos en memoria, memoria compartida (ej: threads y bibliotecas compartidas).

UNIDAD 9 – Administración de la E/S y sistemas de archivos.

Dispositivos de E/S. Organización de la Función de E/S. Diseño del subsistema de E/S y sistemas de archivos. Buffering. Planificación del Disco. RAID. Cache de Disco. Organización y Acceso a los Archivos. Directorios de Archivos. Archivos Compartidos. Bloqueo de Registros. Administración del Almacenamiento Secundario.

UNIDAD 10: Usuarios. Seguridad: Confidencialidad, integridad y disponibilidad. Control de acceso. Amenazas, ataques y mecanismos de defensas.

4. ACTIVIDADES A DESARROLLAR

CLASES TEÓRICAS:

Las clases teóricas se basan en la discusión de conceptos básicos sobre cada aspecto objeto de estudio de los sistemas operativos. Se plantean problemas a resolver y se discuten posibles soluciones. Algunos de los problemas planteados se propondrán como ejercicios prácticos de aula y otros problemas se plantearán como proyectos de taller. Cada clase es de dos horas de duración con un total de 18 hs.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

CLASES PRÁCTICAS:

En las clases prácticas los alumnos deberán resolver ejercicios relacionados con los problemas y conceptos discutidos en las clases teóricas.
Se dedican 2 horas semanales a estas actividades.

- Procesos, shells y redirección de E/S
- Concurrencia y sincronización
- Gestión de la memoria
- Sistemas de archivos y E/S
- Usuarios, procesos y seguridad

CLASES DE TRABAJOS PRÁCTICOS DE LABORATORIO:

En los talleres se plantean problemas prácticos en los que deben ser solucionados en computadora generalmente haciendo algún desarrollo de software y/o mediante la realización de algunos experimentos con programas o plataformas existentes.
En cada tema estudiado, los alumnos deberán extender y/o modificar el sistema operativo xv6 (especialmente desarrollado para este tipo de cursos) para lograr una nueva funcionalidad o mejorar alguna existente.

Talleres:

1. Implementación de programas de usuario utilizando llamadas al sistema para manejo de procesos, redirección de la E/S e IPC.
2. Modificación del xv6 para introducir la noción de quantum para los procesos y nuevas llamadas al sistema.
3. Implementación un planificador de procesos basado en Multilevel Feedback en xv6.
4. Implementación de semáforos en xv6.
5. Implementación de técnicas de memoria virtual:
 - 5.1.a) Aumento automático del tamaño del stack hasta un cierto límite.
 - 5.1.b) Bloques de memoria compartida.
 - 5.1.c) Mapeo de archivos en memoria.
6. Inclusión de nuevas características y llamadas al sistema al sistema de archivos (ej: seek, usuarios, permisos, tipos de archivos, etc).

OTRAS:

Las consultas se realizan en las mismas clases teóricas o prácticas y por medio de mensajería (e-mail) y reuniones virtuales.

Además se utiliza el sistema Google Classroom para que los alumnos puedan realizar consultas y abrir foros de discusión, los cuales son atendidos por el equipo docente diariamente. En la plataforma se encuentran los materiales de estudio, trabajos prácticos, foros de discusión, asignaciones de proyectos de taller y material didáctico de uso en el curso (xv6, manuales técnicos, programas de ejemplo para usar en los trabajos prácticos, etc).

Se han desarrollado las notas del curso que están disponibles libremente en <https://marceloarroyo.gitlab.io/cursos/SO/index.html#/>

5. PROGRAMAS Y/O PROYECTOS PEDAGÓGICOS INNOVADORES E INCLUSIVOS



INCORPORA AQUÍ EL TEXTO

Consignar actividades como viajes, visitas, foros, ateneos, prácticas socio-comunitarias y todas otras que se instrumentarán como parte del desarrollo de la asignatura o espacio curricular.

Aquí corresponde mencionar muy especialmente, los proyectos para la mejora de la enseñanza de grado (PIIMEG, PELPA) en los que los docentes de la asignatura participan, y todo proyecto o actividad siempre que signifiquen una contribución al desarrollo de la asignatura y a la formación de los estudiantes.

6. CRONOGRAMA TENTATIVO DE CLASES E INSTANCIAS EVALUATIVAS

INCORPORA AQUÍ EL TEXTO

Que muestre coherencia y consistencia con el logro de los objetivos y las competencias definidas. Las fechas de parciales deberán ser consensuadas con los responsables de las demás asignaturas del cuatrimestre correspondiente, en acuerdo con la Res. C.S. 120/17).

Semana	Día/Horas	Actividad: tipo y descripción*
1	13/3 2hs	Primer encuentro. Introducción a los SO
1	14/3 3hs	Teórico-Práctico 1
1	15/3 3hs	Práctico 1
2	20/3 2hs	Teórico-Práctico 2 (procesos)
2	21/3 3hs	Práctico 1
2	22/3 3hs	Práctico 1
3	26/3 2hs	Teórico-Práctico 3 (procesos)
3	27/3 3hs	Práctico 1
4	4/4 2hs	Práctico 2
4	5/4 3hs	Teórico-práctico 4 (gestión de cpu y procesos)
5	10/4 2hs	Práctico de laboratorio
5	11/4 3hs	Práctico de laboratorio (continuación)
5	12/4 3hs	Práctico de laboratorio (continuación)
6	17/4 2hs	Teórico-práctico 5 (conurrencia)
6	18/4 3hs	Taller 1 (cambio de QUANTUM en xv6)
6	19/4 3hs	Taller 1 (continuación)
7	24/4 2hs	Teórico-práctico 6 (planificación de uso de cpu)
7	25/4 3hs	Taller 2 (sincronización)
7	26/4 3hs	Taller 2 (sincronización)
8	1/5 2hs	Taller 2 (sincronización)
8	2/5 3hs	Taller 3 (adding multilevel feedback scheduler to xv6)
8	3/5 3hs	Taller 3 (continuación)
9	9/5 2hs	Taller 3 (continuación)
9	9/5 3hs	Taller 3 (continuación)
9	11/5 3hs	Teórico-Práctico 7 (gestión de memoria)



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

10	15/5 2hs	Práctico (gestión de memoria)
10	16/5 3hs	Práctico – taller (gestión de memoria)
10	17/5 3hs	Taller: dynamic stack in xv6
11	22/5 2hs	Exámen parcial
11	23/5 3hs	Taller: dynamic stack in xv6 (continuación)
11	24/5 3hs	Teórico: Entrada-salida y devics drivers
12	29/5 2hs	Teórico-práctico: Entrada-salida y sistemas de archivos
12	30/5 3hs	Práctico y taller: Device drivers
12	31/5 3hs	Teórico: Usuarios y seguridad
13	5/6 2hs	Teórico-práctico: seguridad
13	6/6 3hs	Práctico de seguridad
13	7/6 3hs	Taller: Proyectos avanzados
14	12/6 2hs	Teórico-práctico: Conclusiones y temas avanzados
14	13/6 3hs	Taller: Proyectos avanzados
14	14/6 3hs	Taller: Proyectos avanzados y recuperatorio del parcial

*Teóricos, teóricos-prácticos, trabajos de laboratorios, salidas a campo, seminarios, talleres, coloquios, instancias evaluativas, consultas grupales y/o individuales, otras.

7. BIBLIOGRAFÍA

7.1. Bibliografía obligatoria y de consulta (por lo menos algún material bibliográfico debe ser de edición 2013 o posterior).

- *Operating Systems Concepts Essentials*. Silberschatz, Galvin and Gagne. 2011. Wiley and Sons. ISBN: 978-0-470-88920-6.
- *Modern Operating Systems (4rd edition)*. Andrew S. Tannenbaum. 2015. ISBN-13: 978-0-13-359162-X.
- *Fundamentos de Sistemas Operativos*. Gunnar Wolf, Esteban Ruiz, Federico Bergero, Erwing Meza. UNAM - Instituto de Investigaciones Económicas - Facultad de Ingeniería. 2015.
- *Notas del curso SO*. Marcelo Arroyo. 2023-2024.

7.2. Otros: materiales audiovisuales, enlaces, otros.

- Classroom Sistemas Operativos UNRC 2023. Incluye slides, papers, herramientas y videos y enlaces a diversos temas del curso.
- Manuales técnicos:
 - ELF
 - Arquitectura de la cpu Risc-v
- XV6: A simple Unix-like Teaching Operating System.
<http://pdos.csail.mit.edu/6.828/2012/xv6.html>

Todos estos materiales de estudio son de acceso libre.



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

8. DÍA Y HORARIOS DE CLASES

- Martes de 8 a 10 hs.
- Miércoles de 10 a 13 hs.
- Jueves de 10 a 13 hs.

9. DÍA Y HORARIO DE CLASES DE CONSULTAS

Las clases son en su gran mayoría teórico prácticas. Las consultas se pueden realizar en cualquiera de las clases ya que son dinámicas, interactivas y se fomenta la discusión de los temas. En el caso que los estudiantes requieran de clases de consulta adicionales o individuales se coordinan en cada caso.

10. REQUISITOS PARA OBTENER LA REGULARIDAD Y LA PROMOCIÓN

Para regularizar el curso se requiere haber aprobado el examen parcial o su recuperación y haber entregado y defendido en tiempo y forma los proyectos de taller desarrollados. Aquellos estudiantes que logren finalizar y aprobar el último proyecto avanzado y que hayan logrado un promedio mayor a 7 en las notas de exámenes parciales y proyectos de taller estarán en condiciones de promoción.

11. CARACTERÍSTICAS, MODALIDAD Y CRITERIOS DE LAS INSTANCIAS EVALUATIVAS

El curso se desarrolla con instancias evaluativas de manera continua. La realización y defensa de los trabajos práctico en laboratorio y los talleres con proyectos de desarrollo y prueba de software permiten un seguimiento continuo del desarrollo de los temas por cada estudiante.

Los talleres pueden desarrollarse en grupos, lo que fomenta y genera la experiencia en los estudiantes, lo cual es consistente con la forma en que se trabaja en proyectos de este tipo en la realidad.

Si bien los temas de sistemas operativos no incluyen aspectos muy formales (teorías) en muchos de los temas, el examen parcial permite verificar la comprensión de los conceptos desarrollados y su aplicación en la solución de problemas reales en el contexto de los sistemas operativos.

El desarrollo de proyectos de taller y los trabajos prácticos de laboratorio permiten que los estudiantes logren familiarizarse con aspectos avanzados de programación e interacción con el sistema operativo y comprender los aspectos técnicos de los componentes internos de un sistema



Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales

operativo, lo cual permite comprender en profundidad los mecanismos y sus servicios. Esta comprensión permite que los estudiantes desarrollen software de calidad y que estén familiarizados con el desarrollo de software de base.

Firma Profesor/a Responsable

Firma Secretario/a Académico/a