



UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID

PROCESO DE
COORDINACIÓN DE LAS
ENSEÑANZAS PR/CL/001



E.T.S. de Ingeniería de
Sistemas Informáticos

ANX-PR/CL/001-01

GUÍA DE APRENDIZAJE

ASIGNATURA

615000207 - Algebra

PLAN DE ESTUDIOS

61SI - Grado En Sistemas De Informacion

CURSO ACADÉMICO Y SEMESTRE

2023/24 - Segundo semestre

Índice

Guía de Aprendizaje

1. Datos descriptivos.....	1
2. Profesorado.....	1
3. Conocimientos previos recomendados.....	2
4. Competencias y resultados de aprendizaje.....	3
5. Descripción de la asignatura y temario.....	3
6. Cronograma.....	6
7. Actividades y criterios de evaluación.....	9
8. Recursos didácticos.....	13
9. Otra información.....	14

1. Datos descriptivos

1.1. Datos de la asignatura

Nombre de la asignatura	615000207 - Algebra
No de créditos	6 ECTS
Carácter	Básica
Curso	Primer curso
Semestre	Segundo semestre
Período de impartición	Febrero-Junio
Idioma de impartición	Castellano
Titulación	61SI - Grado en Sistemas de Informacion
Centro responsable de la titulación	61 - Escuela Tecnica Superior De Ingenieria De Sistemas Informaticos
Curso académico	2023-24

2. Profesorado

2.1. Profesorado implicado en la docencia

Nombre	Despacho	Correo electrónico	Horario de tutorías *
Ana Belen Cristobal Lopez (Coordinador/a)	2011	anabelen.cristobal@upm.es	Sin horario. Se publicarán en moodle y en la web de la Escuela.
Gregoria Blanco Viejo	2103	gregoria.blanco@upm.es	Sin horario. Se publicarán en moodle y en la web de la Escuela.

Roberto Muñoz Izquierdo	2005	roberto.munoz@upm.es	Sin horario. Se publicarán en moodle y en la web de la Escuela.
Ana Isabel Lias Quintero	2006	anaisabel.lias@upm.es	Sin horario. Se publicarán en la plataforma Moodle y en la web del departamento

* Las horas de tutoría son orientativas y pueden sufrir modificaciones. Se deberá confirmar los horarios de tutorías con el profesorado.

3. Conocimientos previos recomendados

3.1. Asignaturas previas que se recomienda haber cursado

El plan de estudios Grado en Sistemas de Información no tiene definidas asignaturas previas recomendadas para esta asignatura.

3.2. Otros conocimientos previos recomendados para cursar la asignatura

- Calcular rangos de matrices.
- Operar con expresiones algebraicas de números y polinomios.
- Operar con matrices: suma y producto.
- Conocer la regla de Sarrus para calcular determinantes.
- Entender una demostración matemática sencilla.
- Calcular raíces de polinomios de grados 2 y 3 con Ruffini.
- Los propios de los estudiantes que han finalizado la educación secundaria, el bachillerato tecnológico o de ciencias de la salud.
- Resolver sistemas de ecuaciones lineales.

4. Competencias y resultados de aprendizaje

4.1. Competencias

CB1 - Capacidad para la resolución de los problemas matemáticos que puedan plantarse en la ingeniería. Aptitud para aplicar los conocimientos sobre: álgebra, cálculo diferencial e integral y métodos numéricos; estadística y optimización.

CT2 - Resolución de problemas: Identificar, analizar y definir los elementos significativos que constituyen un problema para resolverlo con criterio y de forma efectiva.

4.2. Resultados del aprendizaje

RA22 - Conoce y aplica algoritmos y técnicas básicas para resolver problemas de divisibilidad, aritmética modular y polinomios.

RA25 - Construye modelos matemáticos para la resolución de problemas (modelos con grafos, digrafos, potencias de matrices, ecuaciones diofánticas, ecuaciones diferenciales, ecuaciones en diferencias, funciones recursivas).

RA23 - Conoce y aplica algoritmos y técnicas básicas para resolver problemas del álgebra lineal (algoritmo de Gauss-Jordan, cálculo matricial, potencias de matrices, técnicas de detección y corrección de errores).

RA21 - Conoce y aplica métodos matemáticos de demostración.

5. Descripción de la asignatura y temario

5.1. Descripción de la asignatura

El contenido de esta asignatura es, globalmente, el estándar en un Álgebra Lineal de primero en cualquier ingeniería. Sin embargo, en atención al interés específico de la materia en Ingeniería Informática, se hace especial hincapié en el álgebra lineal sobre cuerpos finitos y su aplicación en Cifrados de Clave simétrica y Teoría de la Codificación.

5.2. Temario de la asignatura

1. ARITMÉTICA ENTERA Y MODULAR

- 1.1. Divisibilidad en \mathbb{Z} . Números primos. Teorema Fundamental de la Aritmética.
- 1.2. Máximo común divisor. Primos relativos. Algoritmo de Euclides extendido. Identidad de Bezout. Ecuaciones diofánticas.
- 1.3. Congruencias módulo n . Aritmética Modular.
- 1.4. Operaciones en \mathbb{Z}_n . Inverso en \mathbb{Z}_n . Ecuaciones modulares.
- 1.5. Aplicación: función de cifrado afín.

2. ÁLGEBRA MATRICIAL SOBRE \mathbb{R} Y SOBRE \mathbb{Z}_p . ALGORITMO DE GAUSS

- 2.1. Preliminares: definiciones, determinantes y rangos.
- 2.2. Método de Gauss. Rango de una matriz.
- 2.3. Método de Gauss-Jordan. Inversa de una matriz.
- 2.4. Sistemas de ecuaciones lineales.

3. ESPACIOS VECTORIALES SOBRE \mathbb{R} Y SOBRE \mathbb{Z}_p

- 3.1. Definición axiomática. Propiedades.
- 3.2. Sistemas de vectores. Dependencia lineal.
- 3.3. Bases y dimensión de un espacio vectorial.
- 3.4. Coordenadas y cambios de base.
- 3.5. Subespacios vectoriales. Ecuaciones paramétricas e implícitas.
- 3.6. Inclusión e igualdad de subespacios vectoriales.
- 3.7. Suma e intersección de subespacios vectoriales. Suma directa.

4. APLICACIONES LINEALES

- 4.1. Definición y propiedades. Expresión matricial.
- 4.2. Aplicaciones lineales bajo cambios de base.
- 4.3. Núcleo e imagen de una aplicación lineal.
- 4.4. Imagen de subespacios.
- 4.5. Composición de aplicaciones lineales. Aplicación inversa.

5. DIAGONALIZACIÓN

5.1. Endomorfismo diagonalizable. Conceptos básicos: autovalor, autovector, polinomio característico, subespacios propios.

5.2. Diagonalización de una matriz. Matriz de paso.

5.3. Aplicaciones. Potencias de matrices.

6. CÓDIGOS LINEALES

6.1. Definición y propiedades. Función de codificación. Matriz generadora. Matriz de control.

6.2. Códigos sistemáticos. Formas estándar.

6.3. Capacidad de detección y corrección de errores: distancia.

6.4. Descodificación: método de distancia mínima.

6.5. Descodificación: método del síndrome.

6. Cronograma

6.1. Cronograma de la asignatura *

Sem	Actividad en aula	Actividad en laboratorio	Tele-enseñanza	Actividades de evaluación
1	Presentación de la asignatura Duración: 01:00 OT: Otras actividades formativas			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
2	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
3	Tema 1 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
4	Tema 1 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
5	Tema 1 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 2 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 3 Duración: 01:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
6	Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Examen parcial (P1). Temas 1 y 2. RA 21, 22, 25 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial

				Duración: 01:00
7	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
8	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30</p>
9	<p>Tema 3 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 3 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>	<p>Primera semana después de Semana Santa Duración: 00:00 OT: Otras actividades formativas</p>		<p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
10	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Examen parcial (P2). Tema 3. RA 21, 23 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00</p> <p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 01:00</p>
11	<p>Tema 4 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p> <p>Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
12	<p>Tema 4 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p> <p>Tema 5 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral</p>			<p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>
13	<p>Tema 5 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas</p>			<p>Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00</p>

14	Tema 5 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua Presencial Duración: 00:30
15	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 6 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
16	Tema 6 Duración: 02:00 LM: Actividad del tipo Lección Magistral Tema 6 Duración: 02:00 PR: Actividad del tipo Clase de Problemas			Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo. OT: Otras técnicas evaluativas Evaluación continua No presencial Duración: 01:00
17				Examen parcial (P3). Temas 4,5 y 6. RA 21, 23, 25 EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación continua Presencial Duración: 02:00 Examen Global. Todos los temas. Todos los RA. EX: Técnica del tipo Examen Escrito Evaluación sólo prueba final Presencial Duración: 04:00

Para el cálculo de los valores totales, se estima que por cada crédito ECTS el alumno dedicará dependiendo del plan de estudios, entre 26 y 27 horas de trabajo presencial y no presencial.

* El cronograma sigue una planificación teórica de la asignatura y puede sufrir modificaciones durante el curso derivadas de la situación creada por la COVID-19.

7. Actividades y criterios de evaluación

7.1. Actividades de evaluación de la asignatura

7.1.1. Evaluación (progresiva)

Sem.	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
1	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
2	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
3	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
4	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1.4%	0 / 10	
5	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	1%	0 / 10	
6	Examen parcial (P1). Temas 1 y 2. RA 21, 22, 25	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	CT2 CB1
6	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
7	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
8	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	1%	0 / 10	
9	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
10	Examen parcial (P2). Tema 3. RA 21, 23	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	25%	0 / 10	CT2 CB1

10	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	01:00	1%	0 / 10	
11	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	.7%	0 / 10	
12	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	1%	0 / 10	
13	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	.7%	0 / 10	
14	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	Presencial	00:30	1%	0 / 10	
15	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	.7%	0 / 10	
16	Entrega y/o realización de actividades encargadas por el profesor del grupo.	OT: Otras técnicas evaluativas	No Presencial	01:00	.5%	0 / 10	
17	Examen parcial (P3). Temas 4,5 y 6. RA 21, 23, 25	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	02:00	35%	0 / 10	CT2 CB1

7.1.2. Prueba evaluación global

Sem	Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
17	Examen Global. Todos los temas. Todos los RA.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	CT2 CB1

7.1.3. Evaluación convocatoria extraordinaria

Descripción	Modalidad	Tipo	Duración	Peso en la nota	Nota mínima	Competencias evaluadas
Examen de las mismas características que el examen global. Se realizará en la fecha establecida por la Subdirección de Ordenación Académica.	EX: Técnica del tipo Examen Escrito	Presencial	04:00	100%	5 / 10	

7.2. Criterios de evaluación

Se prevén dos modalidades de evaluación para la convocatoria ordinaria.

1. Evaluación progresiva.

La evaluación progresiva se realizará mediante las siguientes actividades:

AE: Actividades del estudiante (**15%** de la nota final)

Cada estudiante realizará a lo largo del curso distintas actividades con las que se evaluarán los resultados de aprendizaje de la asignatura que se estén trabajando en ese momento del curso. Estas actividades son de diferentes tipos: realización de cuestionarios en Moodle, pruebas realizadas en clase, entrega de ejercicios, problemas o la realización de algún trabajo, a criterio del profesor.

P: Exámenes parciales (**85%** de la calificación final)

Habrán tres pruebas que se realizarán en los espacios que Ordenación Académica habilite a tal fin:

- P1: Temas 1,2 [RA23, RA134, RA135, RA136] (**25%** de la nota final)
- P2: Tema 3 [RA23, RA136, RA137] (**25%** de la nota final)
- P3: Temas 4,5,6 [RA23, RA136, RA137, RA138, RA139, RA140] (**35%** de la nota final)

Los dos primeros exámenes, P1 y P2, se realizarán durante el semestre. El tercero, P3, se realizará coincidiendo con el examen global (en la fecha publicada al principio de curso por Ordenación Académica) y permitirá, en cierto modo, y dado el carácter acumulativo de la materia, la recuperación del P2 en los términos que se pueden observar en la fórmula de cálculo de la nota de la evaluación progresiva EP. La fecha y lugar de estos exámenes se publicarán con antelación en el tablón y en el sitio moodle de la asignatura.

Los exámenes consistirán en preguntas de test, cuestiones teóricas, ejercicios y problemas. Se exigirá precisión en la escritura y rigor en la exposición de resultados. Los contenidos de la asignatura están clasificados de modo que se diferencian aquellos que un estudiante debe dominar en primer lugar (básicos) para abordar después el resto de contenidos (elaborados). El 50% de la calificación de cada prueba se referirá a contenidos básicos de la asignatura.

Para superar la asignatura por la vía de la evaluación progresiva, **será necesario presentarse a los tres exámenes parciales** y obtener una calificación total mayor o igual que 5 (sobre 10). Dicha calificación se obtiene de la fórmula:

$$EP = AE*0,15 + P1*0,25 + \max (P2*0,25 + P3*0,35 ; P2*0,20 + P3*0,40)$$

Por razones de gestión de recursos, aquellos que decidan optar por la opción de sólo examen global **deberán comunicarlo una semana antes de la fecha del examen** a través de moodle.

2. Evaluación mediante examen global.

Se realizará un único examen relativo al programa de la asignatura. Constará de preguntas de test, cuestiones teóricas, ejercicios y problemas. Se exigirá precisión en la escritura y rigor en la exposición de resultados. El 50% de la calificación de cada prueba se referirá a contenidos básicos de la asignatura. En este caso, no se tendrá en cuenta la calificación en actividades que se hayan realizado a lo largo del curso. Se aprobará si se obtiene una calificación mayor o igual que 5 (sobre 10).

Competencia transversal "Resolución de problemas".

La valoración de esta competencia se hará a partir de la calificación de los problemas de los exámenes parciales, para los estudiantes que opten por evaluación progresiva, y de los problemas del examen global en otro caso.

Para desarrollar esta competencia se realizarán problemas en clase en todos los temas en los que proceda. Los profesores podrán incluir la realización de problemas como parte de las actividades del estudiante (AE).

ADENDA

Desarrollando la Normativa de evaluación UPM, los profesores de la asignatura de Álgebra hacen constar que:

1.- Para que un estudiante sea examinado de una asignatura en fecha distinta al examen programado, deben darse necesariamente las siguientes circunstancias: a) La causa por la que no pudo asistir al examen debe ser sobrevenida y de fuerza mayor, legalmente establecida o estimada suficiente por el Jefe de Estudios del Centro. El concepto de fuerza mayor debe entenderse como la existencia de una causa externa imprevisible que afecte a quien la sufre impidiéndole el cumplimiento de una obligación. b) Las causas alegadas deben justificarse fehacientemente.

En estos casos, para que se haga efectiva la realización de la prueba en fecha y hora diferente a la programada, los estudiantes afectados deberán avisar al coordinador de la asignatura, vía correo electrónico o telefónicamente, como máximo en las 72 horas siguientes a la fecha y hora fijadas en la convocatoria, y enviar los documentos que acrediten la causa por la que no pudo asistir. En otro caso, no se repetirá el examen.

2.- Ante la comprobación de fraude académico en una prueba de evaluación, se calificará con la puntuación de cero al estudiante o estudiantes implicados en la calificación final de la convocatoria correspondiente a la celebración de la prueba (ordinaria o extraordinaria). Además, en función de la gravedad del caso, el Tribunal de la asignatura podrá acordar la realización de un examen especial y equivalente para evaluar los resultados de aprendizaje de la asignatura en la siguiente convocatoria oficial.

8. Recursos didácticos

8.1. Recursos didácticos de la asignatura

Nombre	Tipo	Observaciones
Espacio Moodle de la asignatura (https://moodle.upm.es/titulaciones/oficiales)	Recursos web	Información, material de apoyo (hojas de problemas, diapositivas, vídeos, etc.) y test de autoevaluación sobre contenidos del curso. Tutorías presenciales o por videoconferencia (Zoom).
[1] FOULQUIÉ, M. T.; GARCÍA, J.; LÍAS, A. I.: "Álgebra. Aplicaciones a Teoría de Códigos". Dpto. Publicaciones de la E.T.S.I.S.I. de la U.P.M., 2004.	Bibliografía	
[2] BURGOS, J.: "Álgebra lineal" . McGraw Hill, 1993.	Bibliografía	
[3] DÍAZ, A.; HERNÁNDEZ, E.; GIL, E.: "Addenda Álgebra (Lineal-Básica)". Sanz y Torres, 2002.	Bibliografía	
[4] GRIMALDI, R.P.: "Matemática Discreta y Combinatoria". Ed. Addison Wesley, 1997.	Bibliografía	

[5] HERNÁNDEZ, E.: "Álgebra y Geometría". Universidad Autónoma de Madrid, 1994.	Bibliografía	
[6] LARSON, R.; EDWARDS, B.; FALVO, D.: "Álgebra Lineal" (5ª edición). Pirámide, 2004.	Bibliografía	
[7] ROJO, J.: "Álgebra lineal". Vector ediciones, 2007.	Bibliografía	
[8] ROSEN, K.H.: "Matemática Discreta y sus Aplicaciones". Ed. McGraw-Hill, 2004.	Bibliografía	
MATEX (http://personales.unican.es/gonzaleof/)	Recursos web	Cursos de apoyo para estudiantes de nuevo ingreso con abundante material para ayudar al estudiante a suplir sus carencias en prerequisites de Álgebra.
WxMaxima, Derive	Equipamiento	Programas de cálculo simbólico

9. Otra información

9.1. Otra información sobre la asignatura

- Para las actividades no presenciales y la comunicación con el alumnado de forma telemática, se utilizará distintas herramientas integradas en el espacio Moodle de la asignatura, principalmente los foros y Zoom-UPM.
- La asignatura se relaciona con el ODS4.