

Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

## Identificación de la asignatura

<b>Nombre</b>	21706 - Estructura de Computadores I
<b>Créditos</b>	2,4 presenciales (60 horas) 3,6 no presenciales (90 horas) 6 totales (150 horas).
<b>Grupo</b>	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2 (Campus Extens)
<b>Período de impartición</b>	Segundo semestre
<b>Idioma de impartición</b>	Castellano

## Profesores

Profesor/a	Horario de atención a los alumnos					
	Hora de inicio	Hora de fin	Día	Fecha inicial	Fecha final	Despacho
Emilio García Fidalgo <a href="mailto:emilio.garcia@uib.es">emilio.garcia@uib.es</a>	09:00	10:00	Martes	01/09/2017	31/07/2018	D 146
	16:00	17:00	Lunes	01/09/2017	31/07/2018	D 146
Alberto Ortiz Rodríguez <a href="mailto:alberto.ortiz@uib.es">alberto.ortiz@uib.es</a>	Hay que concertar cita previa con el/la profesor/a para hacer una tutoría					
Julián Proenza Arenas <a href="mailto:julian.proenza@uib.es">julian.proenza@uib.es</a>	12:00	13:00	Martes	13/09/2017	06/07/2018	115 (primer pis, ala nord, A. Turmeda)

## Contextualización

La asignatura *Estructura de Computadors I* se imparte en el **segundo semestre del primer curso del Grado en Ingeniería Informática**. Se trata de una asignatura de formación básica dentro de la rama de conocimiento de Ingeniería y Arquitectura y, por tanto, es de carácter introductorio y general. En este sentido, se concentra en la estructura interna básica de un computador y en las interconexiones necesarias entre sus componentes que permiten procesar de forma automática y eficiente la información.

Más concretamente, tras introducir la organización básica de los computadores actuales (Arquitectura Von Neumann) y realizar un breve repaso de conceptos relacionados con la representación digital de la información, el curso se articula en tres grandes bloques:

- un primer bloque dedicado al procesador, durante el cual se estudia con detalle su estructura, así como las principales cuestiones relacionadas con el repertorio de instrucciones y su codificación;
- un segundo bloque dedicado al sistema de memoria, durante el cual se estudian cuestiones básicas sobre cómo el procesador y la memoria principal interaccionan, la estructura interna de la misma y las principales tecnologías;
- un tercer y último bloque, que de hecho se desarrolla en paralelo con los otros dos, dedicado a la programación en lenguaje ensamblador, con una doble función: primera toma de contacto con la programación de bajo nivel y herramienta didáctica para contribuir a la comprensión del funcionamiento de un computador.

Esta asignatura parte de la materia impartida en la asignatura *Sistemes Digitals*, a través de la cual los estudiantes deben haber adquirido los conocimientos necesarios sobre electrónica digital: análisis y diseño de circuitos combinacionales, análisis y diseño de circuitos secuenciales, módulos combinacionales estándar



Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

## Guía docente

(codificadores, decodificadores, multiplexores, demultiplexores, unidades lógico-aritméticas), módulos secuenciales estándar (registros, registros de desplazamiento, contadores).

Por otro lado, los contenidos de esta asignatura tienen una continuación a través de la asignatura *Estructura de Computadores II*, donde se estudian los componentes básicos de un computador que no se ven en *Estructura de Computadores I*, tales como la memoria secundaria, el bus y el sistema de entrada/salida, los dispositivos periféricos y también se aborda la problemática de la programación de Entrada/Salida.

## Requisitos

### Recomendables

El alumno debe conocer las formas más habituales de representar información numérica y alfanumérica para su procesamiento mediante un sistema digital / computador, así como saber analizar y diseñar circuitos digitales combinacionales y secuenciales. Se recomienda, por tanto, haber cursado la asignatura *Sistemes Digitals*.

## Competencias

La asignatura *Estructura de Computadores I* tiene como propósito contribuir a la adquisición de las competencias que se indican a continuación:

### Específicas

- \* CFB03: conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.
- \* CFB04: comprensión de la estructura, organización, funcionamiento e interconexión de los sistemas informáticos, los fundamentos de su programación, y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.

### Genéricas

- \* CTR01: capacidad de análisis y síntesis, de organización, de planificación y de toma de decisiones.
- \* CTR07: capacidad para comunicar conceptos propios de la informática de manera oral y escrita en diferentes ámbitos de actuación.

### Básicas

- \* Se pueden consultar las competencias básicas que el estudiante tiene que haber adquirido al finalizar el grado en la siguiente dirección: [http://estudis.uib.cat/es/grau/comp\\_basiques/](http://estudis.uib.cat/es/grau/comp_basiques/)

## Contenidos

### Contenidos temáticos

- Unidad didáctica 1. (Duración 3 horas). Componentes básicos de un sistema de computación
  - 1.1. Estructura general de un computador (arquitectura Von Neumann)



Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

1.2. Niveles de un sistema de computación: hardware, firmware / software de sistema / sistema operativo, utilidades y aplicaciones de uso general, aplicaciones específicas

1.3. Conceptos básicos de sistemas operativos: funciones y servicios, tipos, interfases de usuario

1.4. Evolución histórica de los computadores

Unidad didáctica 2. (Duración 1 hora). Revisión de conceptos básicos sobre representación de la información

2.1. Dígitos binarios y niveles lógicos

2.2. Codificación binaria de información numérica y alfanumérica: binario natural sin signo, complemento a 2, códigos alfanuméricos

Unidad didáctica 3. (Duración 32 horas). El procesador

3.1. Estructura y reparto de funciones en la ejecución de instrucciones: unidad de control, unidad de ejecución, ciclo de instrucción

3.2. Repertorios de instrucciones y codificación

3.2.1. Interfase de programación (interfase de registros, modos de direccionamiento, tipos de instrucciones, ortogonalidad, eficiencia)

3.2.2. Formato genérico de una instrucción

3.2.3. Codificación de operandos

3.2.4. Códigos de operación

3.3. Unidades de procesamiento de datos e implementación de instrucciones

3.3.1. Caminos de datos, microoperaciones y temporización de señales de control. Lenguaje de transferencia de registros.

3.3.2. Técnicas de diseño de unidades de control

3.3.3. Implementación de instrucciones: transferencia de datos, aritmético-lógicas, control de flujo de instrucciones (bifurcaciones, salto a subrutinas, interrupciones)

3.3.4. Instrucciones aritméticas con números reales: representación en coma flotante y operaciones

3.4. Repertorios de instrucciones complejos *versus* repertorios de instrucciones reducidos: características diferenciales de los procesadores RISC

Unidad didáctica 4. (Duración 7 horas). Aspectos básicos del sistema de memoria

4.1. Tipología de memorias: estáticas / dinámicas, de acceso aleatorio / secuencial, volátiles / no, lectura-escritura / sólo lectura

4.2. Interacción entre la memoria principal y el procesador

4.3. Organización y direccionamiento de la memoria principal

4.4. Principales tecnologías de memorias de semiconductor

Unidad didáctica 5. (Duración 17 horas). Programación en lenguaje ensamblador

5.1. Lenguaje ensamblador y programa ensamblador

5.2. Instrucciones de lenguaje ensamblador y directivas de ensamblaje

5.3. Estructuras de programación en ensamblador: condicionales, bucles, subrutinas, recorrido de bloques de memoria

Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

#### 5.4. Depuración: ejecución paso a paso, puntos de ruptura, etc.

### Metodología docente

En este apartado se describen las actividades de trabajo presencial y no presencial (o autónomo) previstas en la asignatura para desarrollar y evaluar las competencias establecidas anteriormente.

Con el propósito de favorecer la autonomía y el trabajo personal del alumno, la asignatura forma parte del proyecto Campus Extens. Este proyecto incorpora el uso de herramientas telemáticas para conseguir una enseñanza universitaria flexible y a distancia. De esta forma y mediante el uso de la plataforma de teleeducación Moodle, el alumno dispondrá de un medio de comunicación en línea y a distancia con el profesor; un calendario con noticias de interés; documentos electrónicos y enlaces a Internet; propuestas de prácticas y problemas; y pruebas objetivas evaluativas con las que el estudiante podrá valorar de forma autónoma la adquisición de las competencias establecidas en la asignatura.

El "asunto" (*subject*) de los mensajes que cada alumno/a envíe a los profesores de la asignatura a través de Moodle deberá especificar a qué profesor va dirigido el mensaje. Por ejemplo, si se desea escribir un e-mail dirigido a Julián Proenza, cuyo asunto sea "Petición de tutoría", el texto final del asunto debería ser:

"DIRIGIDO a Julián Proenza: Petición de tutoría"

Si este mail estuviese dirigido a Alberto Ortiz y Julián Proenza, entonces el asunto debería ser:

"DIRIGIDO a A. Ortiz y J. Proenza: Petición de tutoría"

Del mismo modo, se pide que el alumno indique su nombre completo al final de cada mensaje.

### Actividades de trabajo presencial

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
Clases teóricas	Clases magistrales	Grupo grande (G)	Mediante el método expositivo el profesor establecerá los fundamentos teóricos y prácticos sobre los diferentes aspectos tratados en las unidades didácticas que componen la asignatura. Además, para cada unidad didáctica, se dará información sobre el método de trabajo aconsejable y el material didáctico adicional que el alumno deberá utilizar para preparar de forma autónoma los contenidos. Las clases teóricas consistirán en sesiones que alternarán la exposición de contenidos con la resolución de ejercicios y problemas.  Competencias que se trabajarán de manera específica en esta actividad: CFB04, CTR01, CTR07	46
Seminarios y talleres	Aprendizaje basado en problemas mediante talleres de programación en ensamblador	Grupo mediano (M)	Se organizará a los estudiantes en grupos de prácticas. Mediante el método de aprendizaje basado en problemas, los alumnos de cada grupo deberán resolver, mediante la elaboración de programas sencillos en ensamblador, un conjunto de problemas prácticos de dificultad creciente. El objetivo de estos talleres es facilitar la comprensión de los conceptos teóricos vistos en clase, así como introducir al alumnado en aspectos particularmente prácticos como la programación de computadoras a bajo nivel. Estos talleres se impartirán en el laboratorio habilitado a tal efecto y cada	8

Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

Modalidad	Nombre	Tip. agr.	Descripción	Horas
			grupo de alumnos dispondrá de un ordenador. Se realizarán sesiones de taller de 1 hora cada una.  Competencias que se trabajarán de manera específica en esta actividad: CFB03, CTR01, CTR07	
Seminarios y talleres	Sesión específica para trabajar la competencia CTR01	Grupo mediano (M)	Una de las sesiones de los talleres de programación en ensamblador se dedicará a explicar a los estudiantes cómo organizar y planificar el trabajo en grupo para completar la Práctica 2 que se describirá más abajo. De la misma manera se les darán indicaciones para la escritura del informe de la práctica, en concreto sobre qué información incluir y cuál omitir así como sobre el nivel de abstracción a usar para las descripciones. De esta forma se trabajará explícitamente la competencia CTR01: "capacidad de análisis y síntesis, de organización, de planificación y de toma de decisiones".  Competencias que se trabajarán de manera específica en esta actividad: CTR01	1
Evaluación	Examen(es) de problemas	Grupo grande (G)	A lo largo del periodo lectivo del semestre, el alumno realizará uno o más exámenes de problemas. Esta evaluación permitirá valorar si el alumno es capaz de aplicar en toda su extensión los procedimientos y técnicas descritos en clase. El criterio numérico de evaluación se adjuntará con el enunciado de cada prueba, así como su peso en la calificación global de esta actividad.  Competencias que se evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01, CTR07	3
Evaluación	Examen(es) de teoría	Grupo grande (G)	A lo largo del periodo lectivo del semestre, el alumno realizará uno o más exámenes de tipo teórico y problemas cortos, en forma de preguntas tipo test. Esta evaluación permitirá valorar esencialmente si el alumno ha comprendido tanto la teoría, como aspectos concretos de los procedimientos y técnicas descritos en clase. El criterio numérico de evaluación se adjuntará con el enunciado de la prueba, así como su peso en la calificación global de esta actividad.  Competencias que se evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01	2

Al inicio del semestre estará a disposición de los estudiantes el cronograma de la asignatura a través de la plataforma UIBdigital. Este cronograma incluirá al menos las fechas en las que se realizarán las pruebas de evaluación continua y las fechas de entrega de los trabajos. Asimismo, el profesor o la profesora informará a los estudiantes si el plan de trabajo de la asignatura se realizará a través del cronograma o mediante otra vía, incluida la plataforma Campus Extens.

### Actividades de trabajo no presencial

Modalidad	Nombre	Descripción	Horas
Estudio y trabajo autónomo individual	Estudio para asimilar la teoría expuesta en clase, y resolución de ejercicios y problemas	Cada alumno deberá dedicar cierto tiempo personal a asimilar los contenidos teóricos impartidos por el profesor en las clases magistrales, y a resolver los ejercicios y problemas propuestos en las unidades didácticas.	60

Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

Modalidad	Nombre	Descripción	Horas
		Parte de estos ejercicios / problemas serán resueltos por el profesor o por los alumnos en clase.  Competencias que se trabajarán de manera específica en esta actividad: CFB04, CTR01, CTR07	
Estudio y trabajo autónomo en grupo	Práctica 1	Cada grupo de prácticas deberá dedicar cierto tiempo adicional fuera de clase a resolver los problemas propuestos en los talleres de programación en ensamblador. La solución dada por cada grupo a uno de esos problemas deberá ser entregada para su posterior evaluación por parte del profesor.  Competencias que se trabajarán y evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01	6
Estudio y trabajo autónomo en grupo	Práctica 2	Después de realizar los talleres en los que se resuelven problemas mediante programas en ensamblador, cada grupo deberá realizar una práctica consistente en un programa en ensamblador de cierta envergadura. Mediante esta práctica el alumno deberá demostrar que ha adquirido el conocimiento y la destreza que se han trabajado en los talleres. Cada grupo deberá entregar el programa en ensamblador junto con un informe descriptivo del mismo para evaluar la corrección del programa. Asimismo, también se evaluará la calidad del informe.  Competencias que se trabajarán y evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01, CTR07	24

### Riesgos específicos y medidas de protección

Las actividades de aprendizaje de esta asignatura no conllevan riesgos específicos para la seguridad y salud de los alumnos y, por tanto, no es necesario adoptar medidas de protección especiales.

### Evaluación del aprendizaje del estudiante

Se valorarán las competencias establecidas en la asignatura mediante la aplicación de una serie de procedimientos de calificación a cada actividad propuesta como evaluable. La tabla de este apartado describe, para cada actividad evaluable, la técnica de evaluación que se aplicará, la tipología (recuperable, no recuperable), los criterios de calificación, y el peso en la calificación total de la asignatura según el itinerario evaluativo. La asignatura contempla un único itinerario evaluativo ("A") adaptado tanto para personas que pueden asistir diariamente a clase como para aquellas personas que no pueden hacerlo. Los alumnos se comprometen a realizar todas las actividades incluidas en el itinerario "A".

El alumno obtendrá una calificación numérica entre 0 y 10 por cada actividad evaluable, la cual será ponderada según su peso, a fin de obtener la calificación global de la asignatura.

Para superar la asignatura, el alumno:

- (1) Ha de obtener un mínimo de 4 puntos tanto en 'Examen(es) de teoría' como en 'Examen(es) de problemas', y **su promedio a partes iguales ha de ser igual o superior a 5.**
- (2) Ha de **obtener un mínimo de 5 puntos en la 'Práctica 2', así como del promedio ponderado entre la 'Práctica 1' (17%) y la 'Práctica 2' (83%).**

## Guía docente

(3) El promedio ponderado de todas las actividades de evaluación que se proponen debe resultar en un mínimo de 5 puntos sobre 10, teniendo en cuenta que los pesos de 'Examen(es) de teoría', 'Examen(es) de problemas', 'Práctica 1' y 'Práctica 2', son 35%, 35%, 5% y 25%, respectivamente

Respecto de la calificación de No Presentado, el Capítulo 4, Artículo 34, Punto 2 del Reglamento Académico del 4 de abril de 2014 indica:

*Es considerará que un estudiante es un «no presentat» quan només hagi realitzat activitats d'avaluació previstes a la guia docent que suposin un terç o menys de l'avaluació de l'assignatura.*

Los alumnos que no hayan superado la asignatura en el periodo ordinario podrán presentarse a las actividades de evaluación del periodo extraordinario. Más concretamente, aquel alumno que no haya superado 'Examen(es) de teoría' y/o 'Examen(es) de problemas' podrá intentar recuperar cada una de estas actividades mediante el correspondiente examen de recuperación. De forma similar, aquel alumno que no obtenga más de 5 puntos en el promedio ponderado entre 'Práctica 1' y 'Práctica 2', o que no obtenga más de 5 puntos en la 'Práctica 2', podrá recuperar la parte de prácticas de la asignatura entregando dentro del periodo de recuperación, en la fecha concreta que se le indique, una 'Práctica de recuperación' (diferente a la 'Práctica 2') que se le propondrá con la debida antelación. La nota de esta 'Práctica de recuperación' tendrá, en el computo final de la nota, el peso correspondiente a la suma de los pesos que tenían en la nota final de Junio la 'Práctica 1' (5%) y la 'Práctica 2' (25%).

De todas formas, se debe recordar también lo que dice el Reglamento Académico de la UIB en el ya mencionado artículo 34: *"Mitjançant escrit adreçat al degà o al director de la titulació, l'estudiant que hagi superat una assignatura en el període ordinari pot sol·licitar ser avaluat com a «no presentat» amb renúncia a la qualificació obtinguda en tots o alguns dels elements d'avaluació que siguin recuperables. En aquest cas, la qualificació final serà la que resulti aplicant a aquests elements la qualificació que obtingui en el període extraordinari."* Así los alumnos que hayan superado esta asignatura en el periodo ordinario pueden presentarse a intentar mejorar su nota sólo si cumplen lo indicado en este artículo.

No se permite la convocatoria anticipada para la evaluación de esta asignatura.

### Examen(es) de problemas

Modalidad	Evaluación
Técnica	Otros procedimientos ( <b>recuperable</b> )
Descripción	A lo largo del periodo lectivo del semestre, el alumno realizará uno o más exámenes de problemas. Esta evaluación permitirá valorar si el alumno es capaz de aplicar en toda su extensión los procedimientos y técnicas descritos en clase. El criterio numérico de evaluación se adjuntará con el enunciado de cada prueba, así como su peso en la calificación global de esta actividad. Competencias que se evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01, CTR07
Criterios de evaluación	Corrección de las contestaciones debidamente explicadas.
Porcentaje de la calificación final:	35%

### Examen(es) de teoría

Modalidad	Evaluación
Técnica	Otros procedimientos ( <b>recuperable</b> )
Descripción	A lo largo del periodo lectivo del semestre, el alumno realizará uno o más exámenes de tipo teórico y problemas cortos, en forma de preguntas tipo test. Esta evaluación permitirá valorar esencialmente si el alumno ha comprendido tanto la teoría, como aspectos concretos de los procedimientos y técnicas descritos en clase. El criterio numérico de evaluación se adjuntará con el enunciado de la prueba, así como su peso en



## Guía docente

la calificación global de esta actividad. Competencias que se evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01

Criterios de evaluación Corrección de las respuestas.

Porcentaje de la calificación final: 35%

### Práctica 1

Modalidad	Estudio y trabajo autónomo en grupo
Técnica	Otros procedimientos ( <b>recuperable</b> )
Descripción	Cada grupo de prácticas deberá dedicar cierto tiempo adicional fuera de clase a resolver los problemas propuestos en los talleres de programación en ensamblador. La solución dada por cada grupo a uno de esos problemas deberá ser entregada para su posterior evaluación por parte del profesor. Competencias que se trabajarán y evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01
Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>* Corrección y completitud del programa.</li><li>* Legibilidad del código fuente del programa.</li><li>* Para evitar malentendidos, se informa que aquellas prácticas que presenten una similitud exagerada a juicio del profesor, serán consideradas copiadas, y merecerán en ese caso la calificación de suspendido, sin detrimento de otras acciones académico-administrativas.</li></ul>

Porcentaje de la calificación final: 5%

### Práctica 2

Modalidad	Estudio y trabajo autónomo en grupo
Técnica	Otros procedimientos ( <b>recuperable</b> )
Descripción	Después de realizar los talleres en los que se resuelven problemas mediante programas en ensamblador, cada grupo deberá realizar una práctica consistente en un programa en ensamblador de cierta envergadura. Mediante esta práctica el alumno deberá demostrar que ha adquirido el conocimiento y la destreza que se han trabajado en los talleres. Cada grupo deberá entregar el programa en ensamblador junto con un informe descriptivo del mismo para evaluar la corrección del programa. Asimismo, también se evaluará la calidad del informe. Competencias que se trabajarán y evaluarán en esta actividad: CFB03, CFB04, CTR01, CTR07
Criterios de evaluación	<ul style="list-style-type: none"><li>* Corrección y completitud del programa en función de los resultados obtenidos tras aplicarle la batería de tests.</li><li>* Legibilidad del código fuente del programa.</li><li>* Completitud, claridad y orden de exposición del informe descriptivo.</li><li>* Corrección ortográfica del informe descriptivo tanto si se presenta en catalán como en castellano o inglés.</li><li>* Para evitar malentendidos, se informa que aquellas prácticas que presenten una similitud exagerada a juicio del profesor serán consideradas copiadas, y merecerán en ese caso la calificación de suspenso, sin detrimento de otras acciones académico-administrativas.</li></ul>

Porcentaje de la calificación final: 25%

## Recursos, bibliografía y documentación complementaria

### Bibliografía básica

Stallings, William. 'Organización y arquitectura de computadores'. Pearson-Prentice Hall, 2006, 7a ed.







Año académico	2017-18
Asignatura	21706 - Estructura de Computadores I
Grupo	Grupo 1, 2S, GEIN, GIN2
Guía docente	G
Idioma	Castellano

Miguel Anasagasti, Pedro de. 'Arquitectura de computadores'. Ed. Paraninfo, 2006.

Hayes, John P. 'Computer architecture and organization'. McGraw-Hill, 2002, 3rd ed.

Tanenbaum, Andrew S. 'Organización de computadoras : un enfoque estructurado'. Prentice-Hall Hispanoamericana, 2000, 4a ed.

Miró Julià, Jose; Ortiz Rodríguez, Alberto; Proenza Arenas, Julián; Santamaría Pérez, María Luisa. ' Problemes resolts de l'assignatura Fonaments de Computadors'. Colecció Materials Didàctics 5, Edicions UIB, 1995 (reimpresió 2002).

José Antonio Marina, María de la Valgoma. La Magia de Escribir. DEBOLSILLO, 2014. ISBN: 9788490626481.

C. Michael Levy, Sarah Ransdell (eds). The Science of Writing: Theories, Methods, Individual Differences and Applications. Lawrence Erlbaum Associates, 1996. ISBN: 0-8058-2108-2 (c), 0-8058-2109-0 (p), 978-1-136-68678-8 (ebk).

### **Bibliografía complementaria**

Murdocca, Miles J. 'Computer architecture and organization: an integrated approach'. John Wiley and sons, 2006.

Hennessy, John L. 'Computer architecture: a quantitative approach'. Elsevier: Morgan Kaufmann, 2007, 4a ed.

