

## Guia docent

### 2706450 - PV - Verificació de Processadors

Última modificació: 30/01/2026

**Unitat responsable:** Facultat d'Informàtica de Barcelona

**Unitat que imparteix:** 701 - DAC - Departament d'Arquitectura de Computadors.

**Titulació:** MÀSTER UNIVERSITARI EN INNOVACIÓ I RECERCA EN INFORMÀTICA (Pla 2012). (Assignatura optativa).

**Curs:** 2025

**Crèdits ECTS:** 6.0

**Idiomes:** Anglès

#### PROFESSORAT

---

**Professorat responsable:**

**Altres:**

#### CAPACITATS PRÈVIES

---

Conceptes de disseny de circuits digitals.  
Llenguatges de descripció de hardware (HDL).  
Programació i scripting.  
Principis d'arquitectura de computadors.

#### COMPETÈNCIES DE LA TITULACIÓ A LES QUALS CONTRIBUEIX L'ASSIGNATURA

---

**Específiques:**

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

**Genèriques:**

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

**Transversals:**

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CTR5. ACTITUD ADEQUADA DAVANT EL TREBALL: Tenir motivació per a la realització professional i per a afrontar nous reptes, tenir una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de l'enginyeria en informàtica. Sentir-se motivat per la qualitat i la millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Capacitat d'adaptació als canvis organitzatius o tecnològics. Capacitat de treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

**Bàsiques:**

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

CB8. Que els estudiants sàpiguen comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

#### METODOLOGIES DOCENTS

---

Els conceptes principals de la verificació pre-silici de processadors s'introduiran a les classes de teoria. Els estudiants completaran la seva experiència d'aprenentatge amb les sessions de laboratori, on posaran en pràctica els conceptes apresos a les classes.

## OBJECTIUS D'APRENENTATGE DE L'ASSIGNATURA

1. Entendre i implementar un pla de verificació i un banc de proves, i executar-lo.
2. Ser capaç de proporcionar i defensar el pla de verificació i les seves fases d'execució.
3. Utilitzar les eines EDA necessàries per dur a terme el projecte.

## HORES TOTS DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

| Tipus                      | Hores | Percentatge |
|----------------------------|-------|-------------|
| Hores grup gran            | 27,0  | 18.00       |
| Hores aprenentatge autònom | 96,0  | 64.00       |
| Hores grup petit           | 27,0  | 18.00       |

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### Introducció a la verificació pre-silici

**Descripció:**

Per què la verificació és crucial en el disseny modern. Visió general del flux de verificació. El paper de la verificació en el disseny de microprocessadors.

### Planificació de verificació i bancs de proves

**Descripció:**

Pla de verificació i objectius de cobertura. Arquitectura del banc de proves. Monitors, verificadors i comparadors de dades.

### SystemVerilog per a la verificació (SVV)

**Descripció:**

Conceptes bàsics de SystemVerilog per al disseny de bancs de proves. Interfícies i blocs de sincronització. Aleatorització i restriccions. Classes, herència i polimorfisme. Transaccions (TLM).

### Proves dirigides i aleatoritzades

**Descripció:**

Metodologies de proves dirigides. Generació aleatoritzada de proves. Anàlisi de cobertura de proves. Estratègies de depuració. Variació d'estímul. Predicció vs. aleatorietat. Restriccions en la generació de proves.

### Assercions i cobertura funcional

**Descripció:**

Assercions immediates vs. concurrents. Sintaxi i exemples de SVA (SystemVerilog Assertions). Cobertura funcional vs. cobertura de codi. Verificació basada en cobertura.

### Introducció a UVM (Universal Verification Methodology)

**Descripció:**

Objectius i estructura d'UVM. Components d'UVM. Mecanismes de fàbrica, configuració i objecció.

### Bancs de proves i seqüenciació amb UVM

**Descripció:**

Fases i flux de proves en UVM. Seqüències i elements de seqüència. Creació de proves reutilitzables. Depuració i sortida de simulació.

### Desafiaments específics de verificació de processadors

**Descripció:**

Verificació de canals de CPU i lògica de control. Verificació a nivell d'instrucció i arquitectural. Gestió d'interrupcions, excepcions i riscos. Proves de conformitat amb l'ISA.

### Tècniques de verificació formal

**Descripció:**

Visió general de la verificació de models i la demostració de teoremes. Comprovació d'equivalència. Comprovació de models acotats. Casos d'ús i limitacions en el disseny de microprocessadors.

### Verificació de rendiment i consum d'energia

**Descripció:**

Conceptes de simulació conscient de l'energia. Estats funcionals vs. estats de baix consum. Modelatge de rendiment.

### Estratègies de depuració i tancament de cobertura

**Descripció:**

Interpretació d'informes de cobertura funcional/codi. Optimització de proves per a la cobertura. Tècniques de depuració i anàlisi gràfica de les senyals.

### Tendències i casos d'estudi reals

**Descripció:**

Últimes tendències en verificació (RISC-V, verificació impulsada per ML, eines formals). Revisió de casos d'estudi reals de verificació de CPU.

### Introducció a la validació post-silici

**Descripció:**

Com es detecten i es corregeixen els errors en maquinari real. Eines i metodologies.

## ACTIVITATS

### Introducció a la verificació pre-silici

#### Objectius específics:

1

#### Competències relacionades:

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

**Dedicació:** 10h 24m

Grup gran/Teoria: 3h

Grup petit/Laboratori: 3h 24m

Aprenentatge autònom: 4h

### Fonaments de la verificació

#### Objectius específics:

1, 3

#### Competències relacionades:

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CTR5. ACTITUD ADEQUADA DAVANT EL TREBALL: Tenir motivació per a la realització professional i per a afrontar nous reptes, tenir una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de l'enginyeria en informàtica. Sentir-se motivat per la qualitat i la millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Capacitat d'adaptació als canvis organitzatius o tecnològics. Capacitat de treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

**Dedicació:** 52h 54m

Grup gran/Teoria: 8h

Grup petit/Laboratori: 16h 54m

Aprenentatge autònom: 28h

### Estructures avançades de verificació

#### Objectius específics:

1, 3

#### Competències relacionades:

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CTR5. ACTITUD ADEQUADA DAVANT EL TREBALL: Tenir motivació per a la realització professional i per a afrontar nous reptes, tenir una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de l'enginyeria en informàtica. Sentir-se motivat per la qualitat i la millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Capacitat d'adaptació als canvis organitzatius o tecnològics. Capacitat de treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

**Dedicació:** 33h 24m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h 24m

Aprenentatge autònom: 24h

### Tècniques de verificació i depuració

#### Objectius específics:

1, 3

#### Competències relacionades:

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CTR5. ACTITUD ADEQUADA DAVANT EL TREBALL: Tenir motivació per a la realització professional i per a afrontar nous reptes, tenir una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de l'enginyeria en informàtica. Sentir-se motivat per la qualitat i la millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Capacitat d'adaptació als canvis organitzatius o tecnològics. Capacitat de treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

**Dedicació:** 33h 18m

Grup gran/Teoria: 6h

Grup petit/Laboratori: 3h 18m

Aprenentatge autònom: 24h

### Tendències i validació post-silici

#### Objectius específics:

1

#### Competències relacionades:

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

**Dedicació:** 8h

Grup gran/Teoria: 4h

Aprenentatge autònom: 4h

### Projecte de verificación

#### Objectius específics:

1, 2, 3

#### Competències relacionades:

CG4. Capacidad para la dirección general y técnica de proyectos de investigación, desarrollo e innovación, en empresas y centros tecnológicos, en el ámbito de la Ingeniería Informática.

CEE4.1. Capacidad de analizar, evaluar y diseñar computadores y proponer nuevas técnicas de mejora en su arquitectura.

CTR3. TREBALL EN EQUIP: Ser capaç de treballar com a membre d'un equip, ja sigui com a un membre més, ja sigui realitzant tasques de direcció, amb la finalitat de contribuir a desenvolupar projectes d'una manera pragmàtica i amb sentit de la responsabilitat; assumir compromisos tenint en compte els recursos disponibles.

CTR5. ACTITUD ADEQUADA DAVANT EL TREBALL: Tenir motivació per a la realització professional i per a afrontar nous reptes, tenir una visió àmplia de les possibilitats de la carrera professional en l'àmbit de l'enginyeria en informàtica. Sentir-se motivat per la qualitat i la millora contínua, i actuar amb rigor en el desenvolupament professional. Capacitat d'adaptació als canvis organitzatius o tecnològics. Capacitat de treballar en situacions de carència d'informació i/o amb restriccions temporals i/o de recursos.

CB7. Que els estudiants siguin capaços d'integrar coneixements i enfrontar-se a la complexitat de formular judicis a partir d'una informació que, essent incompleta o limitada, inclogui reflexions sobre les responsabilitats socials i ètiques vinculades a l'aplicació dels seus coneixements i judicis.

CB8. Que els estudiants sàpiguin comunicar les seves conclusions i els coneixements i raons darreres que les sustenten- a públics especialitzats i no especialitzats d'una manera clara i sense ambigüitats.

**Dedicació:** 12h

Aprenentatge autònom: 12h

## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

El curs té dues qualificacions:

- 1) Les sessions de laboratori (L)
- 2) Presentació d'un projecte de verificació (P)

La qualificació final es calcularà com:  $0,4 \times L + 0,6 \times P$ .



## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Spear, Chris ; Tumbush, Greg. SystemVerilog for Verification: A Guide to Learning the Testbench Language Features. Springer Nature, 3rd ed. 2012. ISBN 9781461407157.
- Salemi, Ray. The UVM primer : an introduction to the Universal Verification Methodology. Boston Light Press, 2013. ISBN 9780974164939.