



## Guia docent 820017 - STI - Sistemes Electrònics

Última modificació: 30/01/2025

**Unitat responsable:** Escola d'Enginyeria de Barcelona Est  
**Unitat que imparteix:** 710 - EEL - Departament d'Enginyeria Electrònica.

**Titulació:** GRAU EN ENGINYERIA BIOMÈDICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA DE L'ENERGIA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA ELÈCTRICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA ELECTRÒNICA INDUSTRIAL I AUTOMÀTICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA MECÀNICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA QUÍMICA (Pla 2009). (Assignatura obligatòria).  
GRAU EN ENGINYERIA DE MATERIALS (Pla 2010). (Assignatura obligatòria).

**Curs:** 2024      **Crèdits ECTS:** 6.0      **Idiomes:** Català, Castellà, Anglès

### PROFESSORAT

**Professorat responsable:** SPARTACUS GOMARIZ CASTRO

#### Altres:

Primer quadrimestre:

ROBERT CALATAYUD CAMPS - Grup: M21, Grup: M22, Grup: M23, Grup: M24  
GEORGINA COMPANY SE - Grup: T21, Grup: T22, Grup: T23, Grup: T24  
JOSE ANTONIO FERNANDEZ VARO - Grup: T11  
SERGIO GIRALDO MUÑOZ - Grup: T14, Grup: T24  
SPARTACUS GOMARIZ CASTRO - Grup: M11, Grup: M12, Grup: M13, Grup: M14  
CIBRAN LOPEZ ALVAREZ - Grup: T22, Grup: T23  
DAVID ROVIRA FERRER - Grup: M13  
EDGARDO ADEMAR SAUCEDO SILVA - Grup: M14  
IRINA SELIN LORENZO - Grup: M21, Grup: M23, Grup: M24  
NOELIA VAQUERO GALLARDO - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13, Grup: T14  
FERNANDO LUIS VAZQUEZ LABRADOR - Grup: M22, Grup: T12

Segon quadrimestre:

ROBERT CALATAYUD CAMPS - Grup: M11, Grup: M12  
GEORGINA COMPANY SE - Grup: M31, Grup: M32, Grup: M33, Grup: M34  
ANGEL CUADRAS TOMAS - Grup: M41, Grup: M42, Grup: M43, Grup: M44  
EVA MARÍA DELTOR CORTÉS - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13, Grup: T14  
JOSE ANTONIO FERNANDEZ VARO - Grup: T11, Grup: T12, Grup: T13, Grup: T14  
SERGIO GIRALDO MUÑOZ - Grup: T21, Grup: T22  
SPARTACUS GOMARIZ CASTRO - Grup: M21, Grup: M22, Grup: M23, Grup: M24, Grup: M53, Grup: M54  
JOSE MARIA JOVE CASALS - Grup: T23, Grup: T24  
IGNACIO MORAGUES RODRÍGUEZ - Grup: M31, Grup: M32, Grup: M33, Grup: M34  
DAVID ROVIRA FERRER - Grup: M41  
EDGARDO ADEMAR SAUCEDO SILVA - Grup: M22, Grup: M44, Grup: M51, Grup: M52, Grup: M53, Grup: M54  
IRINA SELIN LORENZO - Grup: M23, Grup: M24, Grup: M31, Grup: M32, Grup: M43, Grup: M51, Grup: M52  
NOELIA VAQUERO GALLARDO - Grup: T21, Grup: T22, Grup: T23, Grup: T24  
GIOVANNI VESCIO - Grup: M33, Grup: M34

## CAPACITATS PRÈVIES

---

Les pròpies de les assignatures obligatòries dels quadrimestres anteriors

## REQUISITS

---

SISTEMES ELÈCTRICS - Corequisit

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

---

### Específiques:

1. Coneixements sobre els fonaments de l'electrònica.

### Transversals:

2. ÚS SOLVENT DELS RECURSOS D'INFORMACIÓ - Nivell 2: Després d'identificar les diferents parts d'un document acadèmic i d'organitzar-ne les referències bibliogràfiques, dissenyar-ne i executar-ne una bona estratègia de cerca avançada amb recursos d'informació especialitzats, seleccionant-hi la informació pertinent tenint en compte criteris de rellevància i qualitat.

## METODOLOGIES DOCENTS

---

A les sessions presencials el professor utilitza diferents metodologies docents per tal que, per una banda, l'estudiant assoleixi els objectius cognoscitius de l'assignatura i, per una altra banda, per tal que l'estudiantat treballi certes competències genèriques. Aquestes metodologies serveixen per implicar, en diversos graus, a l'estudiant com a agent actiu del seu propi procés d'aprenentatge. En destaquen les següents:

- Classe magistral, en la seva versió clàssica (guix i pissarra) o amb suport multimèdia, on el professor és element actiu i l'estudiant recopila informació. S'utilitza, habitualment, per llençar els temes o conceptes nous. El risc d'aquesta metodologia és la passivitat de l'estudiant que el condiona a emmagatzemar poca informació. Per això, sovint, el professor formula preguntes o es realitzen debats per forçar la participació de l'estudiantat i la "captura" d'informació útil per part del mateix.
- Treball per iguals. Generalment en grups de dos estudiants, per tal de treballar aspectes i problemes de l'assignatura. S'utilitza en les sessions de pràctiques i en les sessions d'exercicis a l'aula. Imposa una participació directa de l'estudiant, per la qual cosa l'assimilació d'informació és elevada.
- Ensenyament basat en problemes. Sigui de forma individual o en grups reduïts el professor proposa la resolució de problemes. Amb aquests problemes, resolts fora de l'aula, permet treballar la competència de treball en grup, posant en evidència els punts febles de l'estudiant, en la comprensió de l'assignatura.



## OBJECTIUS D'APRENTATGE DE L'ASSIGNATURA

---

L'objectiu fonamental de l'assignatura és introduir a l'estudiant en els conceptes bàsics dels sistemes electrònics i les seves funcionalitats bàsiques i capacitar-lo, si cal, per a cursos posteriors d'Enginyeria Electrònica.

L'assignatura Sistemes Electrònics té, com a objectius específics globals del curs, els següents:

- 1.- Descriure els continguts essencials del temari de l'assignatura i la seva justificació (Coneixement)
- 2.- Diferenciar l'electrònica de tractament de senyal de l'electrònica de conversió d'energia elèctrica. (Comprensió)
- 3.- Descriure la constitució general d'un sistema electrònic i discernir entre les funcions bàsiques que en el mateix es realitzen (Coneixement/Comprensió)
- 4.- Descriure els components electrònics bàsics. (Coneixement/Comprensió)
- 5.- Resoldre circuits senzills. (Aplicació)
- 6.- Definir els elements bàsics de l'electrònica digital. (Coneixement)
- 7.- Diferenciar entre un sistema combinacional i un sistema seqüencial. (Coneixement/Comprensió)
- 8.- Descriure diferents blocs combinacionals. (Comprensió/Aplicació)
- 9.- Descriure diferents blocs seqüencials. (Comprensió/Aplicació)
- 10.- Definir l'amplificador operacional. (Coneixement)
- 11.- Definir la realimentació negativa i positiva d'un amplificador. (Coneixement)
- 12.- Descriure operadors lineals i no lineals. (Comprensió/Aplicació)
- 13.- Descriure les principals estructures de conversió contínua-contínua, contínua-alterna, alterna-contínua, alterna-alterna i el seu principi funcional. (Coneixement/Comprensió)
- 14.- Descriure l'àmbit d'aplicació de l'Electrònica de Senyal (digital i analògica) i de l'Electrònica de Potència. (Coneixement/Comprensió)

## HORES TOTALES DE DEDICACIÓ DE L'ESTUDIANTAT

---

Tipus	Hores	Percentatge
Hores grup petit	15,0	10.00
Hores grup gran	45,0	30.00
Hores aprenentatge autònom	90,0	60.00

**Dedicació total:** 150 h

## CONTINGUTS

### 1. Introducció als sistemes electrònics.

#### Descripció:

- 1.1. Senyals i sistemes.
  - 1.1.1. Magnituds i Senyals. Característiques dels senyals físics. Tipus de senyals electrònics.
  - 1.1.2. Definició de sistema. Caracterització d'un sistema. Anàlisi i síntesi. Propietats dels sistemes. Tipus de sistemes segons els senyals que maneguen.
- 1.2. Sistemes industrials.
  - 1.2.1. Sistemes en llaç obert i sistemes en llaç tancat. Esquema general d'un sistema industrial.
  - 1.2.2. Sensors. Actuadors. Processadors (de senyals, d'informació i d'energia).
  - 1.2.3. Comunicacions sota una perspectiva CIM.
- 1.3. Sistemes Electrònics.
  - 1.3.1. Definició d'Enginyeria. Definició d'Electrònica. Línia temporal de les principals fites de l'Electrònica.
  - 1.3.2. Un primer sistema electrònic: identificació de funcions, blocs, senyals i components i la seva implementació física en cablejat imprès.
  - 1.3.3. Capes i subsistemes d'un sistema electrònic complex.
  - 1.3.4. Altres sistemes electrònics. Identificació de blocs i de funcions dels sistemes electrònics elementals.
- 1.4. Instrumentació Electrònica.
  - 1.4.1. Instrumentació. Necessitat de la instrumentació en els processos industrials. La cadena d'instrumentació en un procés industrial. Instruments d'estímul i de resposta.
  - 1.4.2. Laboratori d'Electrònica. Font d'alimentació. Generador de funcions. Multímetre. Oscil·loscopi.
  - 1.4.3. Interacció instrument-equip sota test. Errors de mesura. Representació dels valors mesurats. Concepte de massa i de terra. Protecció dels instruments i/o dels seus usuaris.
- 1.5. Introducció a l'Electrònica de Potència.
  - 1.5.1. Potència. Concepte de camí de potència. Concepte de rendiment. Exemples.
  - 1.5.2. Processament eficient de l'energia elèctrica. Concepte de convertidor estàtic. Components dels convertidors estàtics. Classificació dels convertidors estàtics.
  - 1.5.3. Estructures bàsiques de convertidors estàtics.

#### Objectius específics:

Donar a l'estudiant una visió horitzontal de l'Electrònica, els Sistemes Electrònics, les Funcions Electròniques, i alguns dels seus components, tot i definint els sistemes realimentats, i fent èmfasi en els tipus de senyals propis dels sistemes electrònics.

Al finalitzar aquesta unitat, l'estudiant ha d'haver assolit els següents objectius:

#### Objectiu 1:

Definir un senyal. Tipus de senyals. (Coneixement)

#### Objectiu 2:

Definir un sistema. Tipus de sistemes. (Coneixement)

#### Objectiu 3:

Diferenciar l'anàlisi de la síntesi d'un sistema. (Coneixement)

#### Objectiu 4:

Descriure un sistema industrial en llaç obert i en llaç tancat. (Coneixement)

#### Objectiu 5:

Definir sensors i actuadors. (Coneixement)

#### Objectiu 6:

Diferenciar, en un sistema industrial, l'electrònica de tractament de senyals de l'electrònica de conversió d'energia. (Coneixement)

#### Objectiu 7:

Identificar, en un sistema, funcions, blocs, senyals i components. (Coneixement)

#### Objectiu 8:

Descriure els principals instruments en un laboratori d'electrònica. (Coneixement)

#### Objectiu 9:

Descriure la interacció entre un instrument de mesura i l'equip sota mesura. (Coneixement)

Objectiu 10:

Descriure els errors de mesura. (Coneixement)

**Activitats vinculades:**

Pràctica 1: Instrumentació.

1.1. Descripció dels equips de laboratori.

1.2. Exercicis pràctics.

**Dedicació:** 38h 20m

Grup gran/Teoria: 12h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 24h 20m

## 2. Components discrets.

**Descripció:**

2.1. Elements circuital.

2.1.1. Circuits electrònics. Elements i components. Models.

2.1.2. Elements actius i passius. Fonts de tensió i de corrent. Amplificadors. Resistors. Característica estàtica. Tipus de resistors. Concepte d'interruptor. Equivalent de Thévenin. Components reactius: condensadors i inductors.

2.1.3. Solució d'un circuit. Lleis de Kirchhoff. Teorema de Tellegen. Recta de càrrega i punt de treball. Operació en fort senyal, en petit senyal i en commutació.

2.2. El díode semiconductor.

2.2.1. Breu història del díode. Característica tensió-corrent del díode rectificador. Modelització segmental. Díode ideal. Diagrama de transició del díode.

2.2.2. El díode en un circuit. Funcionament en fort senyal i en commutació. Circuits d'aplicació del díode rectificador: rectificadors monofàsics; filtres a condensador; retalladors.

2.2.3. Altres tipus de díodes (Zener, Shottky, LED, etc.). Reguladors monolítics de tensió. Esquema d'una font d'alimentació lineal.

2.3. El transistor.

2.3.1. Breu història del transistor. Característica tensió-corrent del transistor bipolar d'unió. Modes de funcionament. Efecte transistor.

2.3.2. El transistor en un circuit. Polarització. Funcionament en regim lineal i en commutació. Modelització del BJT. Diagrama de transició d'estats. Dissipació de calor. Alguns circuits d'aplicació. Amplificadors.

2.3.3. Altres tipus de transistors: JFET i MOSFET.

**Objectius específics:**

Donar a l'estudiant una visió de mínim detall sobre els principals components discrets dels circuits electrònics i dels fonaments de l'anàlisi de circuits electrònics i les funcions que amb els mateixos es poden realitzar.

Al finalitzar aquesta unitat, l'estudiant ha d'haver assolit els següents objectius:

Objectiu 1:

Classificar les fonts d'energia. Fonts de tensió, fonts de corrent. Fonts independents, fonts controlades. (Coneixement)

Objectiu 2:

Definir els components bàsics: resistors, inductors i condensadors. (Coneixement)

Objectiu 3:

Generalitzar el concepte de dispositiu resistor. Característica u-i. (Coneixement)

Objectiu 4:

Enunciar i aplicar les lleis de Kirchhoff. (Coneixement-Comprensió-Aplicació)

Objectiu 5:

Enunciar i aplicar els teoremes de Thevenin i Norton. (Coneixement-Comprensió-Aplicació)

Objectiu 6:

Resoldre circuits. Models. Simulació. (Aplicació)

Objectiu 7:

Descriure la característica estàtica (característica tensió-corrent) d'un díode real. (Coneixement)

Objectiu 8:



Definir diferents models segmentals del díode. (Coneixement)

Objectiu 9:

Definir el díode ideal. (Coneixement)

Objectiu 10:

Descriure els diferents tipus de díodes. (Coneixement)

Objectiu 11:

Interpretar les característiques de catàleg dels díodes. (Comprensió)

Objectiu 12:

Resoldre circuits amb díodes. (Aplicació)

Objectiu 13:

Descriure la característica estàtica (característica tensió-corrent) d'un transistor. (Coneixement)

Objectiu 14:

Definir el transistor en règim lineal de funcionament. (Comprensió)

Objectiu 15:

Definir el transistor en règim de saturació i tall. (Comprensió)

Objectiu 16:

Descriure els diferents tipus de transistors. (Coneixement)

Objectiu 17:

Interpretar les característiques de catàleg dels transistors (BJT i FET). (Comprensió)

Objectiu 18:

Resoldre circuits amb transistors. (Aplicació)

**Activitats vinculades:**

Pràctica 2: Components I: Circuits amb díodes.

2.1. Díode rectificador en contínua. Característica estàtica.

2.2. Díode rectificador en alterna.

2.3. Díode Zener en contínua. Característica estàtica.

Pràctica 3: Components II: Circuits amb transistors.

3.1. Transistor bipolar treballant en activa (lineal).

3.2. Transistor bipolar treballant en commutació (tall i saturació).

**Dedicació:** 40h 20m

Grup gran/Teoria: 14h

Grup petit/Laboratori: 4h

Aprenentatge autònom: 22h 20m



### 3. Sistemes Analògics.

#### Descripció:

3.1. Introducció a l'Electrònica Analògica.

3.1.1. Senyals continus en temps continu. Concepte d'amplificador. Guany, impedància d'entrada i impedància de sortida.

3.1.2. Tipus d'amplificadors. Acoblament font-amplificador. Acoblament entre amplificadors.

3.1.3. Processament en mode de tensió. Model de l'amplificador de tensió. Necessitat de l'alimentació.

3.2. L'Amplificador Operacional Realimentat en Tensió (VFOA).

3.2.1. VFOA ideal. Característiques de guany, d'entrada i de sortida. Circuit equivalent del VFOA. Alimentació del VFOA. Concepte de saturació.

3.2.2. VFOA ideal en llaç obert. Comparadors analògics.

3.2.3. VFOA ideal en llaç tancat. Realimentació negativa i positiva. Factors de realimentació. Funcionament estable i inestable. Exemples bàsics.

3.3. Aplicacions del VFOA amb circuits resistius.

3.3.1. VFOA en funcionament estable. Concepte de massa virtual. Anàlisi de circuits basats en VFOA sota funcionament estable.

3.3.2. Operadors lineals. Seguidor de tensió. Amplificador no inversor. Amplificador inversor. Sumador. Restador. Integrador inversor. Derivador analògic.

3.3.3. Comparadors regeneratius inversor i no inversor. Nivell i sensibilitat. Aplicacions.

3.4. Altres aspectes relatius a l'amplificador operacional.

3.4.1. Operadors no lineals. Rectificadors de precisió.

3.4.2. Amplificadors logarítmic i antilogarítmic. Multiplicador i divisor analògic.

#### Objectius específics:

Donar a l'estudiant una visió de les funcions a realitzar pels sistemes de processament de senyals en temps continu i les seves aplicacions, fent èmfasi en els circuits resistius basats en amplificador operacional.

Al finalitzar aquesta unitat, l'estudiant/a ha d'haver assolit els següents objectius:

Objectiu 1:

Definir i classificar els amplificadors. (Coneixement)

Objectiu 2:

Definir l'amplificador operacional. (Coneixement)

Objectiu 3:

Descriure el funcionament de l'amplificador operacional en llaç obert. Circuits d'aplicació. (Comprensió-Aplicació)

Objectiu 4:

Descriure operadors no lineals amb realimentació positiva. Circuits d'aplicació. (Comprensió-Aplicació)

Objectiu 5:

Descriure operadors lineals amb realimentació negativa. Circuit d'aplicació. (Comprensió-Aplicació)

Objectiu 6:

Descriure operadors no lineals amb realimentació negativa. Circuit d'aplicació. (Comprensió-Aplicació)

#### Activitats vinculades:

Pràctica 4: Sistemes Analògics.

4.1. L' amplificador operacional en funcionament lineal: Seguidor de tensió (buffer), Amplificador inversor, Sumador inversor.

4.2. L' amplificador operacional en funcionament no lineal: Comparador amb histèresi (Trigger de Schmitt) no inversor.

**Dedicació:** 40h 20m

Grup gran/Teoria: 14h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 24h 20m

## 4. Sistemes Digitals.

### Descripció:

4.1. Introducció a l'Electrònica Digital.

4.1.1. Codificació digital de la informació.

4.1.2. Àlgebra de Boole. Funcions i formes booleanes. Lleis i teoremes de la Àlgebra de Boole.

4.1.3. Formes completes i formes incompletes. Taules de la veritat. Formes canòniques. Minimització.

4.2. Sistemes combinacionals.

4.2.1. Definició de sistema combinacional. Portes lògiques. Taules de nivell. Relació nivell-estat. Portes lògiques elementals. Implementació de funcions mitjançant portes lògiques.

4.2.2. Sistemes combinacionals amb dos nivells de portes. Anàlisi. Síntesi.

4.2.3. Alguns blocs combinacionals d'ús comú: sumador, comparador, multiplexor/demultiplexor, codificador/decodificador.

4.3. Sistemes seqüencials.

4.3.1. Definició de sistema seqüencial. Constitució general d'un sistema seqüencial (model de Huffmann). Concepte d'estat intern.

4.3.2. Biestables. Definició. Biestables asincrònics. Biestables sincrònics. Formes d'activació per rellotge. Biestables D, T i JK: taules de funcionament, d'estats i de transicions.

4.3.3. Alguns blocs seqüencials d'ús comú: Registres de desplaçament, Comptadors.

4.3.4. Sistemes programables.

### Objectius específics:

Donar a l'estudiant una visió de les funcions a realitzar pels sistemes de processament digital de la informació i les seves aplicacions, fent èmfasi en les diferències bàsiques dels subsistemes combinacionals i seqüencials.

Al finalitzar aquesta unitat, l'estudiant/a ha d'haver assolit els següents objectius:

Objectiu 1:

Definir els sistemes de codificació de la informació. (Coneixement)

Objectiu 2:

Descriure i aplicar les lleis i teoremes de l'àlgebra de Boole. (Coneixement-Comprensió-Aplicació)

Objectiu 3:

Definir les funcions lògiques i les taules de veritat. (Coneixement)

Objectiu 4:

Normalitzar les funcions lògiques. Simplificar les funcions lògiques. (Comprensió)

Objectiu 5:

Definir la lògica combinacional. (Coneixement)

Objectiu 6:

Descriure blocs combinacionals (sumador, comparador, multiplexor/demultiplexor, codificador/decodificador). (Comprensió)

Objectiu 7:

Definir la lògica seqüencial. (Coneixement)

Objectiu 8:

Definir els elements bàsics seqüencials (bistables JK, D i T). (Coneixement)

Objectiu 9:

Descriure blocs seqüencials (registres, comptadors, dispositius avançats). (Comprensió)

Objectiu 10:

Definir els sistemes programables. (Comprensió)

### Activitats vinculades:

Pràctica 5: Sistemes Digitals.

5.1. Sistema combinacional: multiplexor de 2 entrades.

5.2. Sistema seqüencial: comptador de mòdul 4.

**Dedicació:** 31h

Grup gran/Teoria: 10h

Grup petit/Laboratori: 2h

Aprenentatge autònom: 19h



## SISTEMA DE QUALIFICACIÓ

---

Avaluació de la competència específica:

Durant el curs es realitzaran 2 proves d'avaluació continuada (PAC) PAC1 i PAC2, cadascuna de les quals tindrà una qualificació (NPAC1, NPAC2) i una prova d'avaluació global que tindrà una qualificació (PAG)

En el PAC1 s'avaluaràn els temes 1.Introducció als sistemes electrònics i 2.Componentes discrets, en el PAC2 s'avaluaràn els temes 3.Sistemes Analògics i 4.Sistemes Digitals i en la PAG es realitzarà una avaluació de tots el temes i les pràctiques.

Al llarg de 6 sessions de laboratori s'avaluaran el treball realitzat al laboratori (60%) i el full de respostes lliurat al final de la sessió de pràctiques (40%), de forma que al final del quadrimestre l'estudiant obtindrà una qualificació del treball en el laboratori, NLAB, obtinguda promitjant les qualificacions de totes i cadascuna de les sessions de laboratori.

Al final del quadrimestre l'estudiant obtindrà la qualificació de la competència específica (NOTACOM\_ESP) de la següent manera:

$$\text{NOTACOM\_ESP} = 0,25 \cdot \text{NPAC1} + 0,25 \cdot \text{NPAC2} + 0,3 \cdot \text{PAG} + 0,2 \cdot \text{NLAB}.$$

Avaluació de la competència genèrica:

L'avaluació de la competència genèrica es basarà en l'avaluació directa, per part del professor i segons rúbrica, de la competència genèrica Ús Solvent dels Recursos de la Informació (USRI), nivell 2, i en base a un treball escrit, donant lloc a la qualificació NOTACOM\_GEN.

Avaluació de l'assignatura:

La qualificació final de l'assignatura s'obindrà a partir de les qualificacions obtingudes en la competència específica (NOTACOM\_ESP) i en la competència genèrica (NOTACOM\_GEN), d' acord amb el següent algorisme:

$$\text{NOTACURS} = 0,9 \cdot \text{NOTACOM\_ESP} + 0,1 \cdot \text{NOTACOM\_GEN}$$

Per a optar a l'aprobat és imprescindible realitzar les pràctiques de laboratori de l'assignatura.

No hi ha exàmen de re-avaluació

## BIBLIOGRAFIA

---

### Bàsica:

- Storey, Neil. Electrónica : de los sistemas a los componentes. Wilmington, Delaware: Addison-Wesley Iberoamericana, cop. 1995. ISBN 0201625725.
- Floyd, Thomas L. Dispositivos electrónicos. 8ª ed. México: Limusa: Noriega, 2008. ISBN 9789702611936.