



## Digitale bouwstenen (E031341)

Wegens Covid19 kan mogelijk afgeweken worden van de onderwijs- en evaluatievormen. Dergelijke afwijkingen zullen via Ufora worden gecommuniceerd.

Cursusomvang (nominale waarden; effectieve waarden kunnen verschillen per opleiding)

Studiepunten 6.0      Studietijd 180 u      Contacturen 52.5 u

Aanbodsessies en werkvormen in academiejaar 2020-2021

A (semester 2)	Nederlands	Gent	practicum	20.0 u
			werkcollege: geleide oefeningen	5.0 u
			hoorcollege: response college	5.0 u
			begeleide zelfstudie	22.5 u

Lesgevers in academiejaar 2020-2021

Doutrelouigne, Jan

TW06      Verantwoordelijk lesgever

Aangeboden in onderstaande opleidingen in 2020-2021

	stptn	aanbodsessie
<a href="#">Master of Science in Electrical Engineering (afstudeerrichting Communication and Information Technology)</a>	6	A
<a href="#">Master of Science in Electrical Engineering (afstudeerrichting Electronic Circuits and Systems)</a>	6	A
<a href="#">Master of Science in de ingenieurswetenschappen: elektrotechniek</a>	6	A

Onderwijstalen

Nederlands

Trefwoorden

digitale CMOS-circuits, vermogenverbruik, snelheid, deep-submicron, micro-elektronica

Situering

Dit opleidingsonderdeel heeft als bedoeling kennis en vaardigheden bij te brengen rond het ontwerpen van goede digitale CMOS-circuits die als bouwblokken gebruikt worden in digitale systemen.

De circuits worden bestudeerd op circuitniveau en logisch niveau, en belangrijke metrieken zoals oppervlakte, snelheid en dissipatie komen aan bod. Het practicum, gericht op de verwerving van de vaardigheden, omvat het effectief ontwerpen van circuits en de analyse van hun eigenschappen met behulp van moderne CAD-software (Cadence).

Inhoud

- Inleiding: metrieken voor digitale circuits
- CMOS Halfgeleidercomponenten: eigenschappen van halfgeleiders, de CMOS diode, de MOSFET transistor
- Post-CMOS technologie
- Verbindingen in geïntegreerde schakelingen: eigenschappen, ontwerp
- Combinatorische circuits in CMOS: de CMOS-invertor, statische circuits, dynamische circuits
- Sequentiële circuits in CMOS: statische circuits, dynamische circuits
- Timing en klok distributie: tijdsgedrag en synchronisatie van sequentiële circuits, synchrone schakelingen
- Speciale bouwblokken: aritmetische bouwstenen, geheugens
- Ontwerpen met standaardcelbibliotheken: optimalisatie, technologie-afbeelding, automatisch fysisch ontwerp (plaatsing, routing)
- Testen en testbaarheid
- Vaardigheden: ontwerp, layout en karakterisatie van eenvoudige digitale bouwstenen (poorten, flipflops)
- Geavanceerde onderwerpen uit onderzoek en ontwikkeling: invulling afhankelijk van

recente evoluties en de interesses in de studentengroep

### Begincompetenties

Vereiste voorkennis: lineaire elektrische netwerken (lading, stroom, spanning, vermogen, weerstand, capaciteit, inductie, zelfinductie, rc-netwerken), basiskennis digitale poorten (EN, OF, INVERTOR, ...) en problematiek van logische synthese, combinatorische en sequentiële digitale schakelingen, basiskennis computerarchitectuur (onderdelen v. e. processor, geheugenhiërarchie, ALU-componenten: binaire optelling, binaire vermenigvuldiging, ...), schakelaarmodel van de MOSFET transistor, betekenis van het begrip 'halfgeleider', basiskennis VLSI-technologie (opbouw van een MOSFET, belangrijkste processtappen).

Deze voorkennis kan aan de UGent worden verworven door:

- vakken uit de Bachelor Ingenieurswetenschappen, richtingen Elektrotechniek of Computerwetenschappen: Elektrische schakelingen en netwerken, Digitale elektronica, Computerarchitectuur;
- vakken uit de Master Ingenieurswetenschappen, richting Elektrotechniek: VLSI-technologie en -ontwerp.

### Eindcompetenties

- 1 De werking van de (diep-)submicron MOSFET transistor ten gronde begrijpen.
- 2 De impact van schaling op de eigenschappen van geïntegreerde digitale poorten en interconnecties begrijpen.
- 3 De structuur en eigenschappen kennen van de meest voorkomende families digitale CMOS poorten en geheugencellen.
- 4 De principes van enkele technieken voor technologie-afhankelijke optimalisatie op logisch niveau kunnen uitleggen en toepassen op eenvoudige voorbeelden.
- 5 De basisprincipes en moeilijkheden van technologie-afbeelding, plaatsing, routing en testen kunnen verwoorden.
- 6 De ontwerpcyclus van digitale poorten op transistorniveau kunnen doorlopen van schema tot layout met terugkoppeling van layout-informatie naar prestatiesimulatie.

### Creditcontractvoorwaarde

Toelating tot dit opleidingsonderdeel via creditcontract is mogelijk mits gunstige beoordeling van de competenties

### Examencontractvoorwaarde

Dit opleidingsonderdeel kan niet via examencontract gevolgd worden

### Didactische werkvormen

Begeleide zelfstudie, practicum, werkcollege: geleide oefeningen, hoorcollege: response college

### Toelichtingen bij de didactische werkvormen

- Begeleide zelfstudie: dit gebeurt op basis van het voorgestelde handboek van J. Rabaey, waarbij studenten feedback kunnen krijgen over oefeningen of theorie bij de lesgever op afspraak.
- Hoorcollege: response college: tijdens deze sessies worden theorie en oefeningen interactief en op vraag van de studenten samen met de lesgever besproken.
- Werkcollege: geleide oefeningen: tijdens deze sessies maken de studenten de oefeningen eerst zelfstandig en lost de lesgever de oefeningen daarna op aan het bord.
- Practicum: de studenten voeren in groepjes van 2 a 3 personen een aantal practica uit over de analyse of synthese van CMOS schakelingen, gebruik makend van het Cadence software platform voor IC-ontwerp.

### Leermateriaal

- Engelstalig handboek geschreven door J. Rabaey, A. Chandrakasan en B. Nikolic: "Digital Integrated Circuits, a Design Perspective", Prentice-Hall, New Jersey, 2nd edition, 2003. Dit boek kan on-line besteld worden, bijv. op de Amazon website. Nieuw kan het aangekocht worden vanaf zowat 50 EUR, tweedehands in goede staat is het al verkrijgbaar vanaf zowat 20 EUR.
- Set PowerPoint slides als inleiding op de verschillende practica.

### Referenties

### Vakinhoudelijke studiebegeleiding

### Evaluatiemomenten

periodegebonden en niet-periodegebonden evaluatie

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de eerste examenperiode

Schriftelijk examen

Evaluatievormen bij periodegebonden evaluatie in de tweede examenperiode

Schriftelijk examen

Evaluatievormen bij niet-periodegebonden evaluatie

Participatie, verslag

Tweede examenkans in geval van niet-periodegebonden evaluatie

Examen in de tweede examenperiode is mogelijk

Toelichtingen bij de evaluatievormen

**Periodegebonden evaluatie:** schriftelijk open-boek oefeningen-examen.

**Niet-periodegebonden evaluatie:** beoordeling van de participatie van de studenten tijdens de verschillende practica, samen met de beoordeling van de verslagen over deze practica.

Eindscoreberekening

**Periodegebonden evaluatie:** schriftelijk examen op 60% van het puntentotaal.

**Niet-periodegebonden evaluatie:** beoordeling van participatie en practicumverslagen op 40% van het puntentotaal.