

# Embedded Hardware Engineering (EHE)

*Voor deeltijd (D1)*

## System On Chip (SOC)

*cursus 2016-2017*

### **Opdracht:**

Implementeer een “Hello World!” applicatie in een FPGA softcore.

### **Doel:**

Het in een begrensde tijd (ruim binnen één les-blok vallend) ontwikkelen van een werkende “Hello World!” applicatie die draait op een Intel-Altera Cyclone V FPGA. Door het ontwikkelen van deze applicatie zal een goed inzicht ontstaan hoe en wanneer een softcore kan worden gebruikt, alsmede hoe de koppeling tussen de software en de hardware implementatie plaatsvindt. De opdracht dient door een koppel (ofwel een tweetal) studenten uitgevoerd te worden met als neven doel leren samen te werken en samen te overleggen.

### **Tijd:**

Voor Deeltijdstudenten: maximaal zes weken.

### **Randvoorwaarden en andere benodigdheden:**

- 1) De workshop moet beslist met koppels (tweetallen) studenten worden uitgevoerd. Alleen als de klas uit een oneven aantal personen bestaat mag een studenten-drietal gevormd worden. Het is verboden om alleen aan deze opdracht te werken: het leren samenwerken is juist een neven doelstelling.
- 2) Bij deeltijdklassen is goede onderlinge communicatie van groot belang: bij het vormen van koppels en een eventueel drietal dient dat een uitgangspunt te zijn voor de koppelvorming.
- 3) Het freeware pakket Intel-Altera Quartus II Prime Lite versie 16.1 dient correct werkend op tenminste één van, maar bij sterke voorkeur op beide studenten-PC's of -laptops geïnstalleerd te zijn.
- 4) Tenminste één goed functionerende TerAsic DE0-CV development board (met daarop de Cyclone 5, ofwel CV), inclusief de benodigde USB/voedingsbekabeling is tijdens de lessen op school per koppel beschikbaar voor experimenten en is volledig operationeel.
- 5) De softcore wordt uitsluitend met behulp van de taal C en/of C++ geprogrammeerd.
- 6) Voor het programmeren van de FPGA hardware op het DE0-CV board wordt alleen gebruik gemaakt van VHDL versie 2008.

### **Beschrijving:**

Ontwerp een applicatie die het volgende doet:

- 1) Na het aansluiten van de voeding en het aanzetten van het DE0-board door middel van het indrukken van de rode knop op het board, toont het display op alle aanwezige HEX-displays een stilstaand ‘minteken’.
- 2) Er gebeurt verder nog niets zichtbaars: de applicatie start op en wacht daarna op een toetsaanslag.
- 3) Na het indrukken van een als Startknop aan te merken drukknop op het DE0-board toont de applicatie op het scherm op alle aanwezige HEX-display naar links scrollend de volgende wervende tekst (NB: deze tekst is onderhandelbaar met de docent, mits de tekstlengte vergelijkbaar is en de tekst minstens zo wervend...):

“HAN EE-EHE-SOC-d1 2016-2017: HELLO StudEnts!”

NB: merk op, dat er in de tekstregel kleine letters en hoofdletters door elkaar staan (waarom?).

- 4) De scrol-frequentie (het tempo waarmee de letters steeds één HEX display opschuiven) bedraagt 1 Hz.
- 5) Dezelfde tekst wordt tegelijkertijd uitgestuurd via de aanwezige UART poort met 38400 Baud, 8 Bits, no stop, no parity en kan op een als hyperterminal ingestelde laptop getoond worden.
- 6) Tijdens het scrollen moet een LED op het board met de scrolfrequentie mee knipperen.
- 7) De applicatie moet gebaseerd zijn op een evenwichtige combinatie van de Intel-Altera NIOS II softcore en de in VHDL 2008 beschreven hardware, waarbij de laatste met name die taken voor zijn rekening neemt die in de softcore niet of minder gemakkelijk te realiseren zijn.

## Ga als volgt te werk :

- 1) Bestudeer de softcore architectuur goed en leer deze kennen.
- 2) Bekijk deze [Intel-Altera](#) video om te beginnen en zoek naar verwante video filmpjes.
- 3) Leer de specifieke softcore tools in Quartus - Qsys kennen.
- 4) Ontwerp de architectuur.
  - a. Verdeel de functionaliteit van de applicatie over de softcore en de programmeerbare hardware
  - b. Onderzoek hoe deze samen kunnen worden gevoegd in één FPGA project.
  - c. **Attentie:** de koppeling tussen softcore en programmeerbare hardware is essentieel in deze opdracht.
- 5) Verdeel de taken: één persoon van het koppel verzorgt de softcore implementatie, de ander de hardware implementatie. Ontwikkel beide delen los van elkaar en test de twee delen ook apart.
- 6) Voeg de delen samen en test het geheel.
- 7) Maak af en toe een foto of een kort becommentarieerd filmpje als er iets bijzonders werkend gekregen is, denk daarbij ook aan screendumps.

## Oplevering:

Bij de oplevering wordt verwacht dat jullie als koppel de volgende zaken opleveren:

- 1) Een werkende applicatie die voldoet aan het hiervoor beschreven doel.
- 2) Een klein verslag, met daarin een toelichting op de broncode (sw/hw bronnen) van de embedded applicatie. Op het titelblad van dat verslag staan de gebruikelijke opleiding-, student- en datumgegevens, zodat het wie, wat, wanneer en waardoor te zien was. Deze opdrachtomschrijving zelf maakt integraal deel uit van de eerste pagina's.
- 3) Achterin het verslag komt een Nawoord met daarin 3 Tips ter verbetering van dit practicum + 3 Tops die jullie als de 3 grootste pluspunten hebben ondervonden tijdens of door het doen van dit practicum.
- 4) Een demonstratie van hooguit 10 minuten van de applicatie aan de docent, waarbij beide studenten ongeveer gelijkwaardig de door hun verzorgde onderdelen en geleverde bijdragen toelichten.
- 5) Een video inclusief daarin door de ontwikkelaars ingesproken korte toelichtingen van wat er getoond wordt, van in totaal vergelijkbare lengte als in punt 4). Uit wat getoond en verteld wordt is duidelijk in te zien, dat jullie de code zelf geschreven hebben en dat de applicatie werkt als vereist. Zorg dat dit filmpje in staat is de demonstratie in punt 4) te vervangen, mocht er last minute iets mis gaan bij of voor de demonstratie.
- 6) Een zipcontainer file met daarin alle sources, documentatie en multimedia, die het mogelijk maken de applicatie op bijvoorbeeld een Open Dag te kunnen laten draaien zonder enige vorm van begeleiding.

## Bronnen:

- A. Link naar Intel-Altera introductie Video URL (20170311): <https://www.youtube.com/watch?v=xIKoDRCziIg>
- B. als er tijd over is: PacMan op de DE0-CV: [https://www.youtube.com/watch?v=bE3X9\\_F3Nj4](https://www.youtube.com/watch?v=bE3X9_F3Nj4)

-----ooo0ooo-----