

亞東技術學院
106 年度教材編纂及教具製作
結案報告

《硬體描述語言數位系統設計》

申請人：陳韋達
單位：電子工程系

民 國 一 〇 六 年 六 月

亞東技術學院結案報告(1052)(教材編纂及教具製作)

陳韋達

電子工程系

硬體描述語言數位系統設計

摘要

此課程內容編纂主要分為三個部分，一個部分解講 HDL 可合成之語法，第二個部分說明如何使用 QuartusII 軟體驗證 HDL 描述，最後一個部分會搭配 FPGA 實習版，為了加深學生學習 HDL 的興趣以及應用在實際的電路上。HDL 語法眾多，但唯有可合成之電路描述以及模擬技巧才廣受業界接受，因此本教學內容會擷取重要的部分，讓學生可以熟悉業界常用的語法以及技巧。

關鍵詞：硬體描述語言、QuartusII、現場可程式邏輯閘陣列、VERILOG

前言

由於大部分 VERILOG 的教材或是參考資料都是介紹所有硬體描述語言的語法，但其中語法頗為少用，特別是不支援合成軟體的描述，所謂硬體語言程式，目的就是使用程式的方式描述硬體之行為，但這對一開始的學習者來講，很難判別哪一個部分應該要先研讀，因此本教材的編制著重於在這一部分。

章節標題

研發理念

本課程設計理念是為了要使學習者了解 HDL 與電路之間的相關性，並有能力可以撰寫測試電路之程式，以提高燒錄至硬體平台正確性，使學生達到設計以及偵錯之能力[1-2]。

學理基礎以及主題內容

此教材內容兼顧描述電路語法、數位電路理論以及 FPGA 實務操作，共 13 份投影片。在描述電路語法(VERILOG)以及數位電路理論的內容有：

- 1、認識 FPGA vs Cell-base
- 2、如何撰寫可合成電路之程式碼
- 3、邏輯閘描述方式
- 4、資料流設計原理
- 5、描述電路之行為
- 6、電路最佳化之技巧
- 7、分析電路時序之方式
- 8、設計狀態機與匯流排協定

在講授的過程，會搭配實務操作以及 QuartusII 軟體的使用，此軟體可以編譯、電路模擬以及驗證，並介紹 HDL 和 QuartusII 的使用技巧，讓學生能夠在學習硬體設計時，更加了解其邏輯電路的特性，其中有兩項比較重要的電路技巧和除錯功能，分別是 retiming[3] 和 SignaTapII [4]，是關於電路最佳化以及偵錯方式，讓學生在不同的邏輯電路結構上做出更好的硬體架構。實驗內容的規劃，從起初的軟體介紹，透過設計一個簡易 LED 燈閃爍的電路，來學習 QuartusII 以及 modelsim 的使用，到期中時，會設計一數位馬錶電路，最後會使學生設計紅綠燈小綠人。實驗章節，如下：

- 1、介紹 QuartusII 16 以及 Modelsim
- 2、七段顯示控制器
- 3、計數器與 ALU 設計
- 4、數位碼錶電路
- 5、紅綠燈小綠人

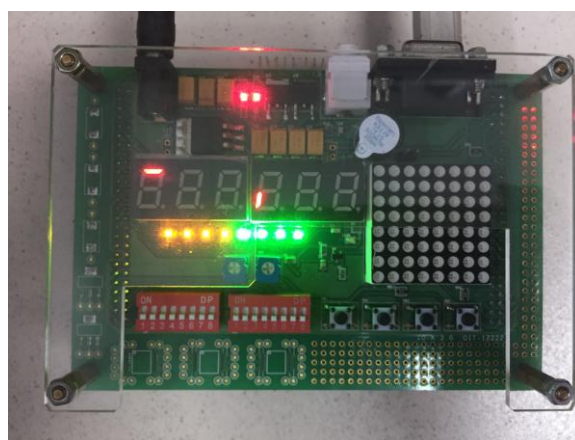
在評分上，每一次講解 HDL 語法完畢後，都會給一個應用範例，讓學生將上課所學內容實現在硬體平台上，已達學以致用之成效；每一個練習實驗，都會親自檢查模擬波形以及燒入至平台(FPGA)的結果並會詢問程式碼以及設計概念，確保同學獲取正確設計觀念以及技巧。

成果貢獻

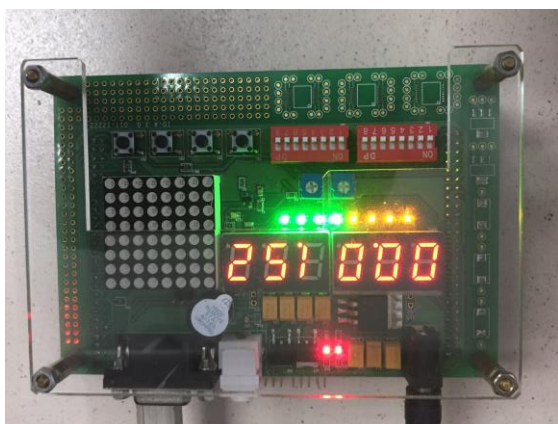
總共完成 13 份投影片，其中 9 份主要介紹 HDL 的基本語法以及進階的設計技巧，剩下的 4 份是關於軟體以及 FPGA 硬體實驗的內容，下列為四個實驗的燒錄結果。



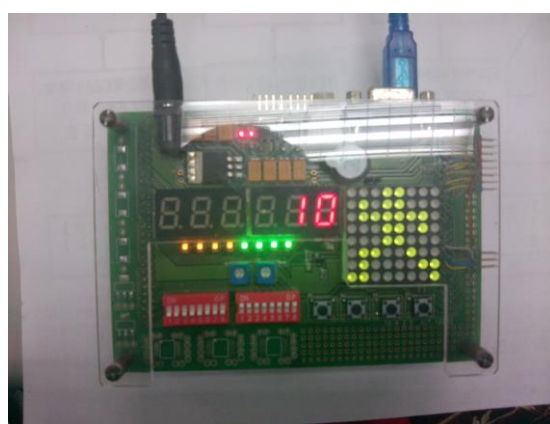
圖一、Lab1-設計 LED 控制電路



圖二、Lab2-設計七段顯示器控制電路



圖三、Lab3-設計計數碼表電路



圖四、Lab4-設計紅綠燈小綠人電路

參考文獻

書籍：

- [1]. 黃英叡，江文啟，Verilog 硬體描述語言 (全華圖書，2007/01/15)
- [2]. 鄭信源，Verilog 硬體描述語言數位電路：設計實務(儒林，2016/04/09)
- [3]. Keshab K. Parhi，VLSI Digital Signal Processing Systems: Design and Implementation (December 1998)

網頁資料：

ftp://ftp.altera.com/up/pub/Intel_Material/16.1/Tutorials/Verilog/SignalTap.pdf

間隔二行 (10 點 ×2)

Subject

間隔一行 (14 點)

Name

間隔一行 (12 點)

Unit

間隔二行 (12 點×2)

Abstract

Keyword：