

文章编号: 1005-6548(2009)02-0156-03

硬件描述语言与数字电路设计

夏 琰¹, 师 卫²

(1. 山西大学工程学院, 太原 030013; 2. 太原理工大学, 太原 030024)

摘 要:EDA 技术进行系统设计的主要表达手段, 硬件描述语言 VHDL 是目前数字系统仿真应用中一种最为实用的语言。介绍了 VHDL 语言及其基本特点, 讨论其在 EDA 设计中的诸多优点, 并以三人表决器为例, 说明了用 VHDL 语言设计数字电路的方法及其在设计仿真中的重要作用, 并给出了仿真波形。

关键词:硬件描述语言; 仿真; 数字电路

中图分类号:TP312

文献标识码:B

目前 VHDL 语言作为一种通用的硬件设计交换媒介得到广泛使用。

1 VHDL 语言及其基本特点

VHDL 语言作为 IEEE (The Institute of Electrical and Electronics Engineers) 和美国国防部确认的工业标准硬件描述语言, 在电子工程领域成为事实上的通用硬件描述语言。

VHDL 是一种用形式化方法来描述数字电路和设计数字逻辑系统的语言^[1]。设计者可以利用这种语言来描述自己的设计思想, 然后利用 EDA 工具进行仿真, 综合与优化, 最后用可编程逻辑器件实现其功能。

VHDL 语言的行为描述能力极强, 覆盖了逻辑设计的诸多领域和层次, 它支持大规模设计的分解, 可以对已有的设计进行再利用, 并支持众多的硬件模型。

与传统的电路设计方法相比较, 采用 VHDL 语言进行数字逻辑电路和数字系统的硬件设计时, 具有如下的特点:

(1) 采用自上而下的设计方法。即将设计的内容分块细化, 根据系统的总体要求, 自上而下地逐步进行, 最后完成系统硬件的整体设计。

(2) 大量应用可编程逻辑器件芯片。众多芯片制造厂家芯片均支持 VHDL 语言的编程。所以目标器件有很大的选择范围, 不必要受到通用元器件的限制。

(3) 随时对系统进行模拟仿真, 判断设计系统功能的可行性。

(4) 降低了硬件电路设计难度。利用 VHDL 语言设计硬件电路时很大程度上减轻了设计者的工作强度, 提高使设计效率和质量。

(5) 系统设计的主要程序均采用 VHDL 语言编写。VHDL 设计者的原始描述是非常简练的硬件描述。其一是资料量小, 易修改, 易保存; 其二是可继承性好; 其三是阅读方便, 再经过 EDA 工具综合处理, 根据不同的实现芯片, 最终生成付诸生产的电路描述或版图参数描述的工艺文件。

2 仿真软件 Quartus II

Quartus II 是 Altera 公司推出的第四代可编程逻辑器件开发软件^[2], 是继 MAX+plus II 之后的又一功能更强的软件工具, 它给设计者提供了一个完整的多平台设计环境, 可以满足特定设计的需要, 除支持较新的器件之外, 它支持几乎所有的较老的可编程逻辑器件, 而且在性能方面, 比前一代开发软件具有更加显著的提高, 为可编程片上系统的设计提供了综合性环境, 并提供了可编程逻辑器件设计的所有阶段的解决方案。它的组成与设计流程如图 1 所示。

(1) 设计输入: Quartus II 支持的设计文件类型很多, 可以在其框图编辑器中建立设计, 也可使用其文本编辑器通过硬件描述语言来建立设计, 从而实现图形、文本的输入。

收稿日期: 2009-01-06

作者简介: 夏 琰(1972-), 女, 山西汾阳人, 讲师, 主要从事电子技术实验教学

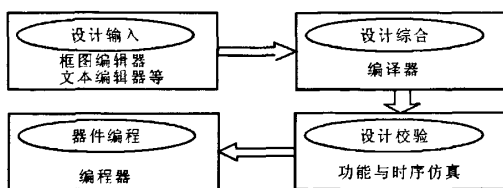


图1 Quartus II 设计流程

(2)设计综合:可以使用 Quartus II 的分析与综合功能,包括其内置的综合器,它完全支持 VHDL 语言,并提供控制综合过程的选项,使 VHDL 设计在综合工具中进行正确的编译。在编译过程中,若某个环节出错,编译器会停止编译,并告诉错误的原因及位置。

(3)设计校验:可以使用 Quartus II 提供的仿真器进行设计的功能与时序仿真,以保证在进行器件编程或配置前激励与响应的正确关系。

(4)器件编程:使用 Quartus II 软件成功地编译之后,就可以使用编程器对器件进行编程或配置,将设计的项目下载/配置到所选择的器件中。

3 设计实例及仿真结果

本节将以一个简单的三人表决器的 VHDL 设计为例^[3],应用 Quartus II 4.1 软件平台,来说明 VHDL 语言在 EDA 仿真中的应用。

3.1 设计实例的功能描述

在此例中,定义用高电平来表示同意,低电平表示不同意;表决结果用指示灯显示,如果决议通过那么白灯(D_2)亮;如果不通过那么红灯(D_1)亮。当三个人分别控制开关 S_1 、 S_2 、 S_3 来表达自己的意愿时,若同意,则把开关拨到高电平,不同意则拨到低电平;如果表决过程中有任意二到三人同意,那么决议通过, D_2 亮;如果只有一人同意或没人同意,那么决议被否决, D_1 亮。下面我们运行 Quartus II 4.1,利用其文本输入功能,在文本窗口中输入 VHDL 源程序(File/New/Device Design Files/VHDL File)并保存(File/Save as),结果见图2。

3.2 编译和波形仿真

在完成源程序输入后,就可以打开编译器(Processing/Start Compilation)进行编译,并输出编译报告。若程序有错,编译器会提供相关信息,我们可以根据错误原因及位置对程序进行纠错改正。本例的文本编译结果见图3。

成功的编译只能保证为项目创建一个编程文件,而不能保证该项目按所期望的那样运行。当编



图2 VHDL 源程序输入



图3 文本编译状况及编译报告结果

译通过后,要进行功能仿真,来验证设计的逻辑功能。打开波形编辑器(File/New/Other Files/Vector Waveform File),建立波形文件并保存(File/Save as),在 Name 区域点右键载入端口(Insert Node or Bus/Node Finder),设置仿真结束时间(Edit/End Time),否则默认的仿真时间只有 $1\mu s$,在信号赋值区域点右键(Zoom/Fit in Window),接着对信号进行赋值(受电路延迟的限制,注意时间不要选择太小),设置完成后,开始进行仿真(Processing/Start Simulation),本例的仿真波形编译报告及结果见图4。

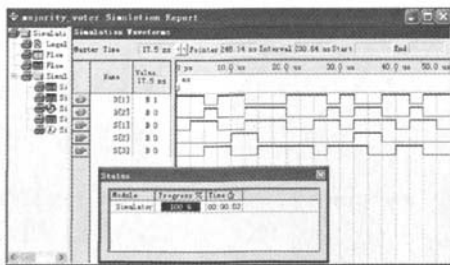


图4 波形编译状况及输出窗口

3.3 仿真结果分析

利用 Quartus II 4.1 对由 VHDL 编写的程序进行编译和仿真后,波形图显示的逻辑功能和设计目

的完全一样,这时就可将设计的项目下载/配置到所选择的器件中,即通过硬件资源来验证其功能的正确性。

4 结束语

VHDL 语言可以用以描述数字系统的结构、行为、功能和接口,它将一个设计实体(可以是一个元件、一个电路模块或是一个系统)定义了外部界面(可视端口)后,一旦其内部功能和算法开发完成,其它设计就可以直接调用这个实体。当我们遇到更为

复杂的数字电路系统设计时,可根据电路特点将设计分成若干模块,规定每个模块的功能和各模块之间的接口,调试好各模块后,再将其组合起来进行联试。在编译各功能模块的过程中即可及时发现问題,在设计早期完成修改;对于完成的设计,在不改变源程序的条件下,只要改变类属参数或函数,就可改变设计的规模和结构了。总之,EDA 技术彻底改变了数字系统的设计方法和实现手段,随着 VHDL 语言使用范围的日益扩大,硬件设计领域必将迎来更大的改革。

参考文献:

- [1] 潘松,黄继业. EDA 技术实用教程[M]. 北京:科学出版社,2002.
- [2] 杨恒,卢飞成. FPGA/CPLD 快速工程实践入门与提高[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2003.
- [3] 谭会生,张昌凡. EDA 技术及应用[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,2004.

VHDL and Digital Ccircuit Ddesign

XIA Yan¹, SHI Wei²

(1. Taiyuan Institute of Electronic Engineering, Taiyuan 030013, China;

2. TUT, Taiyuan 030024, China)

Abstract: With the development of electronic technology, EDA emerges as the times require. Use EDA technology to a system design, VHDL is a mostly instrumentality and it is an utility language to simulation of the digital system. The article will introduce this language and give an exemple. In the exemple we will give a simple programme to explain the method in design and the importance in simulation by using VHDL. Finally, we will obtain the waveform of simulation.

Key words: VHDL; simulation; digital circuit

[责任编辑:王 静]

(上接第 155 页)

Intelligent Control System Based on Fuzzy-reasoning

MA Zhi-fang, JIANG Ai-qin

(Engineering College of Shanxi University, Taiyuan 030013, China)

Abstract: The water level control with large delay is studied in this paper, a fuzzy control algorithm is joined on the basis of the PID controller, and role it in a MISO level control system, The simulation result shows that in a very short period of time will be able to track the actual value, this show the intelligence fuzzy control algorithms is superior to the pure PID controller.

Key words: intelligent controller; PID; fuzzy rule

[责任编辑:王 静]