

# FPGA 在电梯控制系统中的应用

田红光

(安徽理工大学 电气与信息工程学院, 安徽 淮南 232001)

**摘要:** 介绍了基于 Altera 公司 EP1K30TC144 芯片的电梯控制器设计过程, 描述了该控制系统的功能。该设计采用 VHDL 语言进行编程, 以 QUARTUS II 软件为开发平台, 对本设计进行了仿真, 并使用 JTAG 将程序代码下载到实验板上进行了硬件验证。

**关键词:** 电梯控制器; VHDL; EP1K30TC144; QUARTUS II

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)24-0015-03

## The application of FPGA in lift-controller system

Tian Hongguang

(Electrical and Information Engineering College, Anhui University of Science and Technology, Huainan 232001, China)

**Abstract:** Lift-controller based on EP1K30TC144 produced by Altera is designed and the function is explained. Simulation of this controller programmed in VHDL has been performed on QUARTUS II. Program code has been downloaded through JTAG to verify this hardware design.

**Key words:** lift-controller; VHDL; EP1K30TC144; QUARTUS II

随着社会的发展, 电梯的使用越来越普遍, 对电梯功能的要求也不断提高, 相应地其控制方式也在不断发生变化。对于电梯的控制, 传统的方法是使用继电器-接触器控制系统进行控制, 进入全微机化控制的时代, 微型计算机在电梯控制上的应用日益广泛。电梯的微机化控制主要有以下几种形式: ①PLC 控制; ②单板机控制; ③单片机控制; ④单微机控制; ⑤多微机控制; ⑥人工智能控制。随着 EDA 技术的快速发展, CPLD/FPGA 因其高速处理信号的能力、可在线编程、易于实现、开发周期短、便于维护等优点, 使 FPGA 已广泛应用于电子设计控制的各个方面。本文就是使用一片 Altera 公司的 EP1K30TC144 为控制中心, 以 VHDL 编程语言为基础进行了电梯控制器的设计, 并做了仿真。

### 1 系统功能简介

电梯控制器<sup>[1]</sup>的功能: 每层电梯入口处设有上下请求开关; 电梯内设有乘客到达层次的停站请求开关; 电梯所处位置指示装置及电梯运行模式指示装置; 电梯每分钟升降一层楼。电梯到达有停站请求的楼层后, 经过 5 s 电梯开门, 开门指示灯亮, 开门 10 s 后电梯门关闭, 电梯继续运行, 直到运行完最后一个请求信号后停在当前层; 能记忆电梯内外所有请求信号, 并按照电梯运行

规则依次响应, 每个信号保留至执行后消除。

电梯运行规则: 遵循方向优先的原则, 电梯上升时, 只响应比电梯所在位置高的上楼请求信号, 由下到上逐个执行, 直到最后一个上楼请求执行完毕, 如更高层有请求下楼信号, 则直接上升到有下楼请求的最高层, 然后进入下楼状态。电梯下降时, 与上升状态规则相反。

输入信号定义:

系统复位信号: reset, 高电平有效;

电梯入口处一层、二层的上楼请求开关: upone、uptwo;

电梯入口处二层、三层的下楼请求开关: downtwo、downthree;

电梯内部到达楼层的停站请求开关: one、two、three;

所有输入信号的规定为: 1 表示有请求, 0 表示无请求;

输出信号定义:

电梯外部上升和下降请求指示灯: lightup 和 lightdown, 这些信号与 upone、uptwo、downtwo 和 downthree 信号相对应;

电梯内部乘客到达楼层的停站请求灯: arr, 该信号与 one、two 和 three 相对应;

## 硬件纵横

Hardware Technique

电梯所在楼层指示:p表示电梯在对应楼层;

电梯的运行状态:lightdown指示向下运行,lightup向上运行,arr指示电梯的开关门状态及是否到达楼层。

## 2 系统设计实现

## 2.1 系统总体框图

系统总体框图如图1所示。

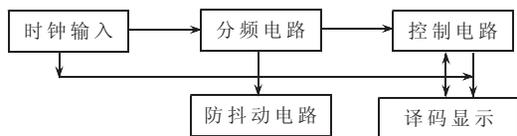


图1 系统总体框图

## 2.2 顶层电路的设计

纵观各种基于FPGA的电梯控制器,很少有人介绍并使用构造体的结构描述方式。即在多层次的设计中,高层次的设计模块调用低层次的设计模块,或者直接使用门电路设计单元来完成一个复杂的逻辑电路的描述方法。结构描述方式最能提高设计效率,它可以将已有的设计成果方便地运用到新的设计中去。

本系统的顶层电路设计就采用构造体的结构描述方式。易于实现,易于纠错,易于修改程序。

上层模块源程序<sup>[4]</sup>及注释:

```
library ieee;
use ieee.std_logic_1164.all;
entity total5 is
port(uo,ut,dth :in std_logic--一、二、三层楼电梯外的上下楼请求键。
o,t,th:in std_logic;--一、二、三层电梯里的按键。
pres:in std_logic;--reset信号。
clk:in std_logic;--时钟信号,1MHz。
lightout:out std_logic_vector(6 downto 0);--数码管的输入信号。
lu,ld:out std_logic;--电梯上升,下降的灯。
arr:out std_logic);--开门的灯。
end;
architecture a of total5 is
signal templ0,templ2:std_logic;
signal templ1:integer range 3 to 1;
Signal
temp1,temp2,temp3,temp4,temp5,temp6,temp7:std_logic;
component bigmain--调用电梯控制模块。
port(upone,uptwo,downtwo,downtthree
:in std_logic;
one,two,three:in std_logic;
reset:in std_logic;
clk,clk2:in std_logic;
p:out integer range 3 to 1;
lightup,lightdown:out std_logic;
arrive:out std_logic);
end component;
```

《微型机与应用》2011年第30卷第24期

component fangdou --调用防抖动模块。

port(clk:in std\_logic;

key:in std\_logic;

keyout:out std\_logic);

end component;

component fenpin--调用分频器模块。

port(clk:in std\_logic;

clk1,clk2:out std\_logic);

end component;

component display--调用译码显示模块。

port(clk :in std\_logic;

light:in integer range 3 to 1;

segout:out std\_logic\_vector(6 downto 0));

end component;

begin

u1:fenpin port\_map(clk,templ0,templ2);

u4:fangdou port\_map(templ0,uo,templ1);

u5:fangdou port\_map(templ0,ut,templ2);

u6:fangdou port\_map(templ0,dt,templ3);

u7:fangdou port\_map(templ0,dth,templ4);

u8:fangdou port\_map(templ0,o,templ5);

u9:fangdou port\_map(templ0,t,templ6);

u10:fangdou port\_map(templ0,th,templ7);

u11:bigmain port\_map(temp1,temp2,temp3,templ1,lu,ld,arr);

u12:display port\_map(clk,templ1,lightout);

end;

## 2.3 主模块设计

控制模块是整个设计的核心部分,本设计采用状态机<sup>[2]</sup>的方法来实现。依据电梯的功能要求,这里将电梯的工作分为10个状态。状态机如图2所示。(1)控制模块有两个进程:k1控制输入,无论电梯在什么状态均能接收用户的输入请求,该进程由1MHz的时钟触发;k2控制电梯的升、降、停留,该程序由1Hz的时钟触发。(2)进程k1是由1MHz的时钟作为触发沿,不断地检测用户是否有输入请求,对于一、二、三层信号,分别有flag1、flag2、flag3和clear1、clear2、clear3两套标志位来控制输入请求是否有效,是否应该对标志位清零。程序有两个表示电梯的状态:一是位置状态,二是运行状态。

## 3 电梯控制系统仿真

电梯控制系统的仿真<sup>[3]</sup>波形如图3所示,由仿真波形可以看出,当电梯的外部出现2楼下楼申请downtwo时,电梯运行p到2楼,开门等待,再关门;当电梯的内部有停3楼three申请时,电梯运行到3楼,开门等待,再关门;如果电梯的外部继续有1楼上楼申请upone,电梯从3楼下降到1楼,开门等待,然后关门。电梯位置的变化及其运行和最初的设计要求完全符合。

本系统是基于EP1K30TC144的一个多楼层中单个

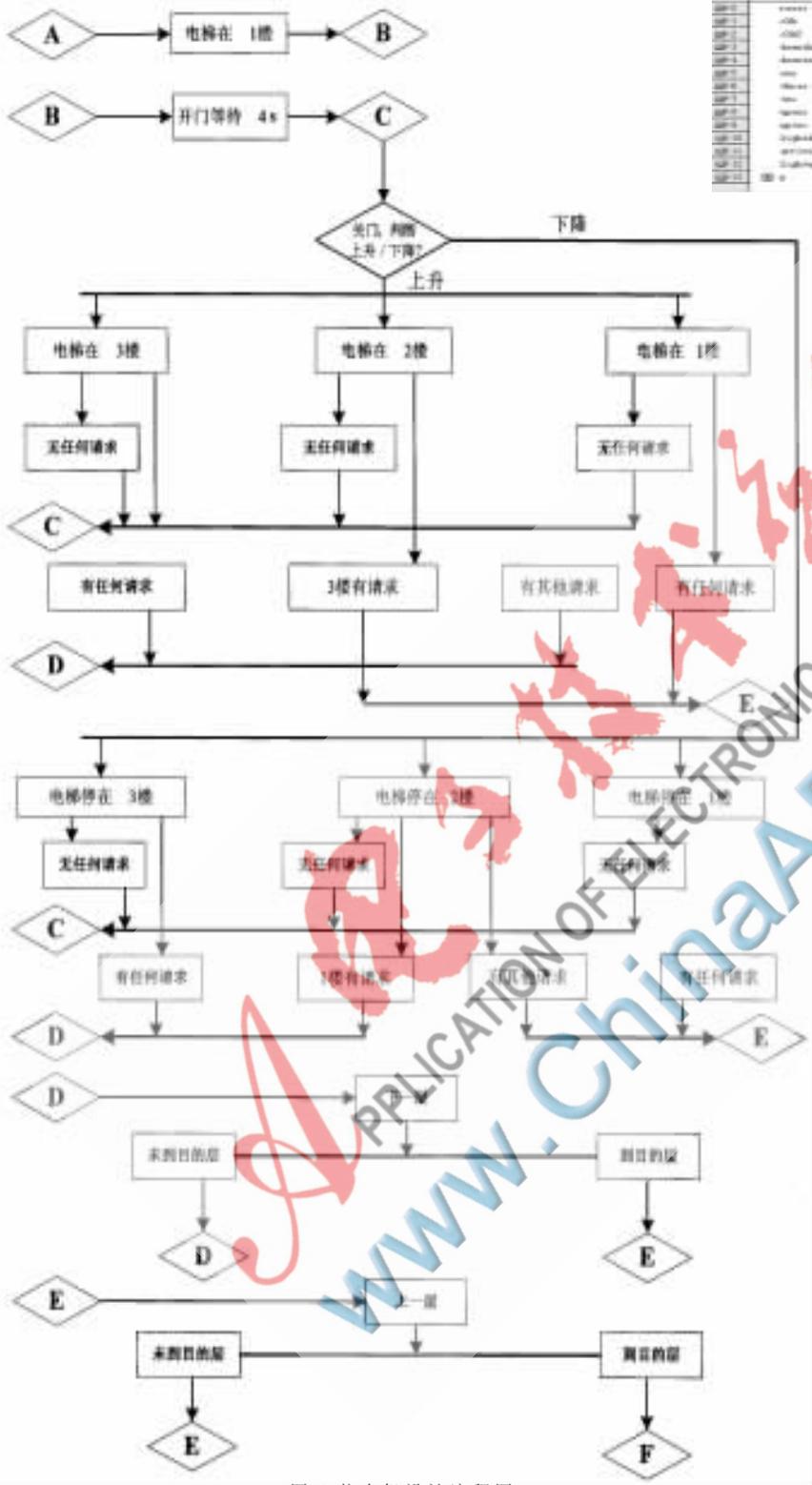


图2 状态机设计流程图

载客箱的电梯控制器,该控制器可控制电梯完成3个楼层的载客服务(和多楼层的控制机理相同,可扩展至任意楼层),而且遵循方向优先的原则,能够提前关闭电梯门和延迟关闭电梯门,提供电梯运行的开关控制按钮,同时指示电梯的运行状态、楼层间的运行时间以及电梯

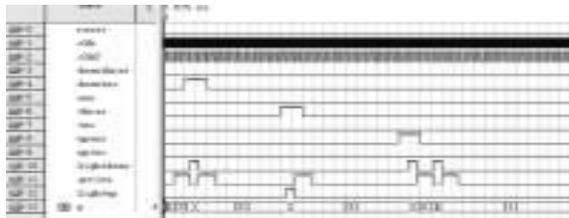


图3 电梯控制系统仿真波形图

所在楼层的等待时间。电梯对用户的响应率非常高,且响应的时间比较短。电梯在维修停止状态时可以进入省电模式,能够节省大量电能。

参考文献

[1] 侯伯亨,顾新.VHDL 硬件描述语言与数字逻辑电路设计(修订版)[M].西安:西安电子科技大学出版社,2006.  
 [2] 路而红.专用集成电路设计与电子设计自动化[M].北京:清华大学出版社,2004.  
 [3] 袁文波,张皓,唐振中.FPGA 应用开发从实践到提高[M].北京:中国电力出版社,2007.

(收稿日期:2011-10-31)

作者简介:

田红光,男,1986年生,在读硕士研究生,主要研究方向:智能信息处理。