

引言

本应用笔记详细介绍怎样利用 Altera® MAX® II CPLD 来实现步进电机控制器。您可以使用定制键盘的几个输入来控制电机。

步进电机

步进电机的优点包括精确控制、电机开环控制、自备刹车、无刷等, 是各种专业应用最方便的解决方案。步进电机最常见的应用包括打印机和绘图仪、硬盘驱动器、机器人、CNC 车床等精密机械装置。

步进电机的结构为电磁线圈围绕由磁性材料构成的转子, 当电磁螺旋线圈连续充电时, 产生的磁激力 (MMF) 和转子相互作用, 使转子在磁场中顺时针或者逆时针旋转。根据电机要移动的位置, 按照一定的模式接通或者关断电磁场, 就可以控制电机的角度位置。

利用 MAX II CPLD 实现步进 电机控制器

本设计中实现的电机控制器采用了 MAX II 器件来控制 (根据预先确定的方式) 单极永磁步进电机的行为和动作。本设计利用演示板上的几个开关和按钮来提供用户接口。

这一电机控制器设计具有以下几个优点:

- 两种方式来控制电机的启动和停止, 选择前转和后转: 手动控制 (通过用户接口) 和自动控制 (通过微控制器)。
- 两种工作模式: 连续模式和步进模式。
- 所有的 MAX II 器件都具有独特的内部振荡器, 因此不需要外部时钟信号, 本设计采用了该振荡器。

图 1 所示为步进电机控制器的构成。考虑到电机的绕组要求, 驱动电路由直流电源进行供电。根据控制器逻辑, 和 CPLD 连接的端口驱动电机驱动器的输入, 从而驱动步进电机。控制器采用逻辑对电机进行半步控制。表 1 对控制器的输入进行了解释。

图 1. 利用 MAX II CPLD 实现步进电机控制器

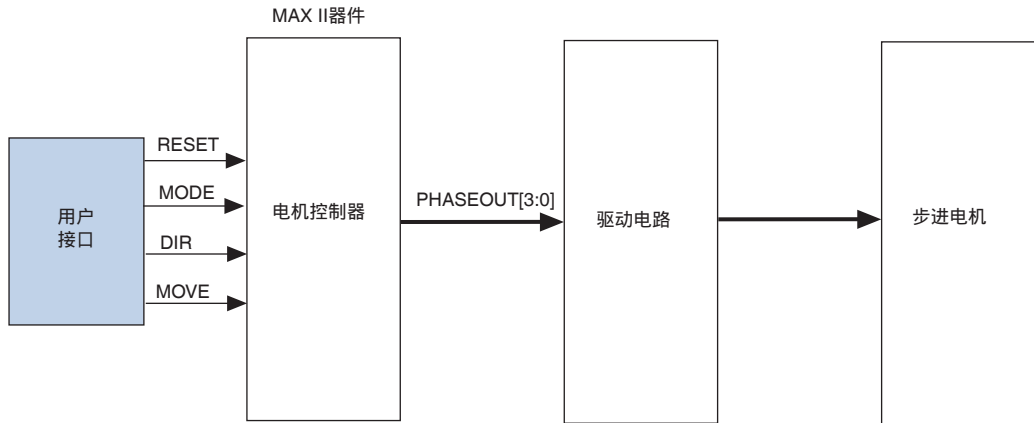


表 1. 控制器输入

信号	方向	说明
RESET	输入	将电机位置复位到最初的参考位置。
MODE	输入	在连续模式 (普通电机) 和步进模式之间选择。
DIR	输入	转子逆时针旋转。
MOVE	输入	转子在步进模式中需要这一信号, 以半步长沿某一方向移动 (45°)。
PHASEOUT [3:0]	输出	CPLD 的 4 位输出, 送入 MOSFET 驱动电路。

旋转步长由每一线圈上的激励进行控制。4 极步进电机有四块沿圆周均匀放置的电磁体。电机控制器必须通过其输出端口 (PHASEOUT), 为这些电磁体提供下面的输入序列, 使转子以四倍电机步长来旋转:

1000, 1100, 0100, 0110, 0010, 0011, 0001, 1001, 1000...

上面的半步长序列使 200 齿的 4 极电机转子每步长旋转 0.9°。本设计为电机控制提供连续模式和步进模式。当选择了连续模式 (使 MODE 输入为低电平) 时, 电机正常旋转, 转子位移不会出现中断。当选择了步进模式

(使 MODE 为高电平)时,每次按下 MOVE 按钮时电机才工作。MOVE 输入线一般情况下通过一个上拉电阻被置为高电平。每次在这条线上探测到电平下降沿时,电机前进半个步长。

RESET 输入使电机返回到其参考位置。不论最初位置如何,转子一直旋转,直到达到 PHASEOUT 为 1000 的位置。

设计实现

本设计可以采用 EPM240 或者其他 MAX II CPLD 来实现。通过用户接口提供输入使步进电机工作,用户接口构成了 MAX II CPLD 的控制器输入。通过 MAX II CPLD 各个通用 I/O (GPIO) 的用户按钮和开关来输入模式、方向和步长控制。

下面详细说明了怎样使用设计源代码在 MDN-B2 演示板上实现本设计。出于演示的目的,设计中采用了 LED。每个 LED 代表电机的一个绕组。这样,可以在演示板上“看到”绕组的激励序列。但是,请注意,LED 在逻辑 0 时点亮,端口出现逻辑 1 时关断。您可以利用电机驱动电路替代这些 LED 来驱动电机工作。所有这些线都是并行并且彼此无关。每条线激励电机的一个线圈绕组,使转子按照用户控制设置的方向和方式来旋转。

表 2 列出了 MDN-B2 演示板的 EPM240 引脚分配。

表 2. EPM240 引脚分配			
引脚分配			
信号	引脚	信号	引脚
dir:	引脚 38	mode:	引脚 37
move:	引脚 82	rst:	引脚 77
phaseout[0]:	引脚 71	phaseout[1]:	引脚 72
phaseout[2]:	引脚 73	phaseout[3]:	引脚 74



编译前,在 Quartus® II 软件的 Device and Pin 选项设置中将未使用的引脚分配为 **input tri-stated**。

设计说明

请按照以下步骤在 MDN-B2 演示板上演示本设计:

1. 选择 EPM240GT100C3 器件,编译源代码,分配引脚(如表 2 所示)。

2. 打开演示板电源(使用滑动开关SW1),通过演示板的JTAG插头JP5和普通编程电缆(ByteBlaster™ II 或者 USB-Blaster™),把设计下载到MAX II CPLD 中。
3. 在开始下载时,按下演示板上的 SW4。MAX II CPLD 编程完成后,拔下 JTAG 连接器,关断电源。
4. 将开关 SW1 拨到 ON 位置,接通演示板的电源。
5. 这一型号的步进电机控制器在演示板的 LED 上显示相位激励。四相输出连接到演示板的红色 LED (D5, D6, D8 和 D10) 上。
6. DIP 开关 SW3 (控制开关)的开关 #1 用于设置模式(连续模式或者步进模式)。DIP 开关 SW3 (控制开关)的开关 #2 用于设置方向。可任意选择某一模式和方向。
7. 按钮 SW9 实现“移动”功能。请注意,按下该按钮后,LED 按照步骤 6 中设置的激励序列来滚动显示。当模式被设置为 **step**,并且按下 SW9 后,每按下一次,LED 前进一步。当模式设置为 **continuous**,并且按下 SW9 后,不需要用户干预,LED 显示按步长连续前进。方向开关改变序列的方向。电路板上的 SW6 按钮用于复位演示板。

源代码

本文档所介绍的设计采用了 Verilog 来实现,成功地运行在 MDN-B2 演示板上。下面的链接提供源代码、测试台文件以及完整的 Quartus II 工程:

www.altera.com/literature/an/an488.zip

结论

正如本设计所示,MAX II CPLD 是实现电机控制逻辑非常好的选择。其低功耗、易于上电的特性以及独特的内置内部振荡器使其成为电机控制系统理想的可编程逻辑器件选择。

其他资源

下面列出了和本应用笔记相关的其他资源:

- MAX II CPLD 主页:
<http://www.altera.com/products/devices/cpld/max2/mx2-index.jsp>
- MAX II 器件资料:
<http://www.altera.-com/literature/lit-max2.jsp>

- MAX II 关断设计：
<http://www.altera.com/support/examples/max/exm-power-down.html>
- MAX II 应用笔记：
AN 428：MAX II CPLD 设计指南
AN 422：利用 MAX II CPLD 实现便携式系统的功耗管理

文档版本历史

表 3 列出了本应用笔记的版本历史。

日期和文档版本	进行的改动	对改动的总结
2007 年 12 月， 1.0 版	初次发布	—



101 Innovation Drive
San Jose, CA 95134
www.altera.com
Technical Support:
www.altera.com/support
Literature Services:
literature@altera.com

版权 © 2007 Altera 公司。保留所有版权。Altera、可编程解决方案公司、程式化 Altera 标识、专用器件名称和所有其他专有商标或者服务标记，除非特别声明，均为 Altera 公司在美国和其他国家的商标和服务标记。所有其他产品或者服务名称的所有权属于其各自持有人。Altera 产品受美国和其他国家多种专利、未决应用、模板著作权和版权的保护。Altera 保证当前规范下的半导体产品性能与 Altera 标准质保一致，但是保留对产品和服务在没有事先通知时的升级变更权利。除非与 Altera 公司的书面条款完全一致，否则 Altera 不承担由此处所述信息、产品或者服务导致的责任。Altera 建议客户在决定购买产品或者服务，以及确信任何公开信息之前，阅读 Altera 最新版的器件规范说明。

