

案例 9 电力电子系统的数字化控制与实现

【所属课程】 电力电子技术。

【教学内容】 电力电子系统的控制技术——理论的落地。

【案例意义】 根据电力电子技术课程的教学计划，选取典型且简单实用的变换器为例，使实践教学平台适应学生理论与实践结合的需要。电力电子系统是典型的弱电控制强电的设计，如何控制电力电子器件以及加深理解各种变换，使学生系统地将所学知识联系起来，并设计出具有可实现性的电力电子系统(例如有学生设计的电力电子系统中所用电感是 H 级、电容是 F 级)，是本案案例的难点。

【教学过程】

1. 问题导入

电力电子技术具有非常强的理论性、应用性和实践性，学生所学的专业知识最终还是要转化为实际工程应用，需要懂得这些知识如何被应用在实际系统中。随着数字化、信息化技术的快速发展，数字信号处理器(digital signal processing, DSP)的研究与应用均日益成熟，将 DSP 应用在电力电子场合的情况已十分普遍。因此，如何设计出具有可实现性的数字控制电力电子系统值得思考和探索。

2. 讲授正文

(1) DSP 应用广泛。DSP28335 被广泛应用于当前的电力电子控制领域。为使学生与实际工程应用更快接轨，案例采用 DSP28335 控制器作为主控单元，控制速度与精度符合当前工程应用需求；采用 DSP+CPLD 架构使控制器资源更加丰富，提高控制器灵活性及利用率；采用代码生成技术，编程方式简单，使学生将注意力更多地集中于对算法的研究。DSP 灵活的软件编程方式和集成的硬件接口是其被广泛应用的主要原因。DSP 采用的是哈佛或改进型哈佛结构，指令执行可以流水线重叠进行，可高速串行完成控制算法。DSP 系统结构如图 17-7 所示。

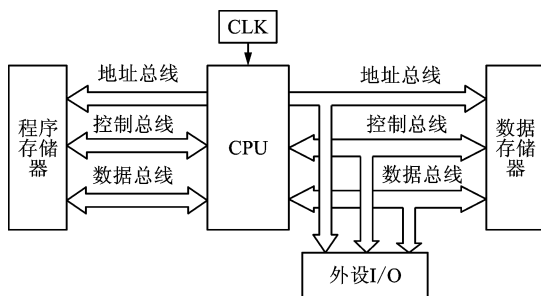


图 17-7 DSP 系统结构

(2) MATLAB/Simulink 代码自动生成。为了使学生更好地利用代码自动生成技术，快速实现控制算法的应用，在实现 DSP28335 程序之前，首先利用 CCS 软件搭建程序框架，然后利用 MATLAB/Simulink 编写控制代码并且自动生成，如图 17-8 所示。最后将加载到 CCS 软

件框架的 C 程序编译下载到 DSP28335 中, 实现 DSP 算法与仿真中控制算法一致。

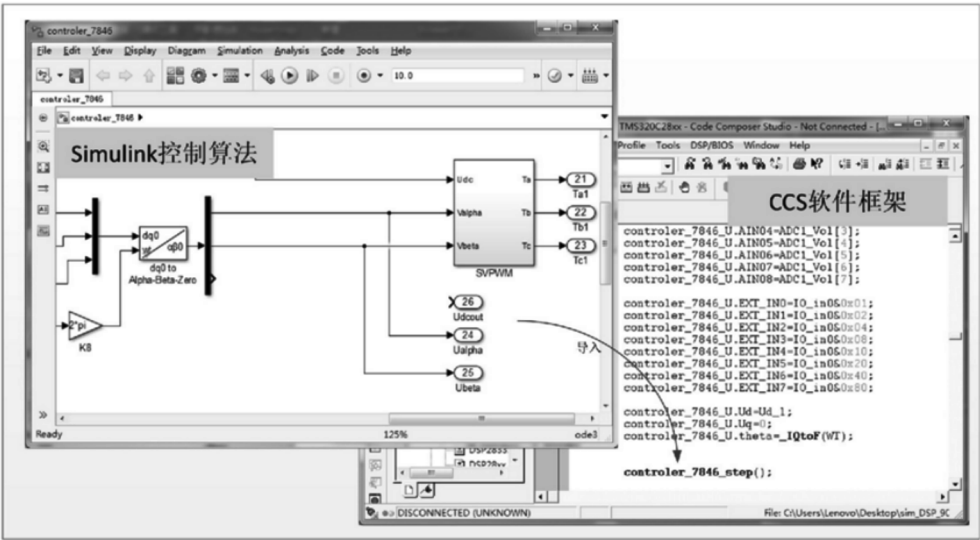


图 17-8 自动代码生成

(3) MATLAB+DSP+实际电路框架。采用 MATLAB/Simulink 代码生成技术, 将仿真控制算法快速生成控制代码, 利用 CCS 软件将生成的控制算法下载到 DSP28335 控制器中, 实现对主电路模型的控制。

其优点如下:

- ①验证仿真控制算法在实际控制中的性能, 消除在实际控制中存在的缺陷, 并测试极端情况、故障情况下控制器的功能是否完善。
- ②减少算法二次编程及验证时间, 提高先进算法在电力电子与电力传动系统控制中应用的效率, 方便学生快速设计复杂的电力电子系统。
- ③DSP28335 控制器测量资源丰富, 可以实时观察控制器的运行情况, 方便学生理解控制算法机理, 保证实验过程的安全。
- ④该实验平台不仅可以提高学生对电力电子与电力传动理论的理解能力, 还可快速提高学生的动手能力和科研能力。

3. 分析总结

电力电子与 DSP 融合教学丰富了教学方法和教学内容。该案例利用自动代码生成技术, 快速将理论与实际结合, 加深学生对所学专业知识的理解。该部分的教学, 将有利于对学生创新能力的培养, 提高学生对电力电子技术的认知和兴趣, 以及训练学生的综合能力。