

# 基于集成芯片的 ABS 驱动电路设计

裴晓飞, 刘昭度

(北京理工大学 机械与车辆工程学院 北京 100081)

**摘要:**随着汽车电子市场的细分,许多专业级的芯片被推出,先进的高度集成芯片 TLE6210 和 L9349 就是专为汽车 ABS 开发的。主要介绍基于集成芯片的 ABS 控制器驱动电路设计。利用高低端控制及高低电源驱动方式,以及实时故障诊断和自保护功能,完全满足 ABS 执行机构电机和电磁阀的驱动要求。与以往分立方案相比,该集成方案还降低了 ECU 硬件成本,减少了 PCB 板的面积,增强了系统的可靠性。

**关键词:**ABS;驱动电路;TLE6210;L9349

**中图分类号:**U463;TN710

**文献标识码:**B

**文章编号:**1004-373X(2009)12-007-03

## Design of Drive Circuit for ABS Controller Based on IC

PEI Xiaofei, LIU Zhaodu

(School of Mechanical and Vehicular Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing, 100081, China)

**Abstract:** With the development of electron market, many professional chips are introduced, high integrated IC TLE6210 and L9349 are designed specially for ABS application. Design of drive circuit for ABS controller based on the IC is given in this paper, by applying the methods of high and low side driving, high and low driving voltage, fully satisfies the require for solenoid valve and motor of ABS. At the same time, real-time fault diagnose circuit and self-protecting circuit are also realized. Compared with the previous separated programme, the hardware cost is lower and PCB room is reduced, but the system reliability can be improved.

**Keywords:** ABS; drive circuit; TLE6210; L9349

## 0 引言

ABS 作为如今汽车上必备的安全电子设备,其功能越来越受到人们的重视。ABS 系统通过电磁阀和回油泵来完成对制动器中轮缸压力的精细调节,以防止过度制动使车轮抱死。由于 ABS 工作环境十分恶劣,为保证电磁阀和电机响应的高效性和可靠性,除了与执行机构本身的参数相关外,对驱动电路的设计也直接决定了驱动的品质<sup>[1-3]</sup>。

当今汽车电子市场异常火热,竞争十分激烈。各大集成芯片公司,如 ST, Freescale, Infineon 均设计 ABS 的专用集成芯片,提出了自己的 ABS 解决方案。该芯片就像一个黑匣子,方便了电路的设计过程,并且由于其高度集成性,使电路更简明,可靠性更高,代表了未来电路设计的方向<sup>[4,5]</sup>。

## 1 ABS 驱动电路的集成化方案

ABS 驱动电路的集成化方案如图 1 所示,选用 TLE6210 作直流电机和电磁阀总开关的高端驱动,选

用 L9349 作为 8 个电磁阀(4 进 4 出)的低端驱动。ABS 控制器通过 PWM 控制,改变电磁阀线圈的电流通断和频率通断,以实现车轮制动的轮缸增压、保压和减压操作;当电磁阀 ABS 减压阀打开进行减压时,回油泵能使轮缸中的制动液返回制动主缸,以便在下个控制周期中使用;电磁阀的高边总开关用来控制电磁阀的供电电路,若 ABS 系统发生故障,断开电源使下面挂的 8 个电磁阀都不动作,恢复常规制动。

TLE6210 是 Infineon 公司推出的专门针对 ABS 的系统级管理器件<sup>[6]</sup>,由于集成度高,提高了设计的可靠性,并大幅度降低了 ECU 的硬件成本。TLE6210 除了能够高端驱动电磁阀和电机外,还高度集成了 5 V 线性电源、看门狗监视电路、故障指示灯驱动、复位电路,所以完全能满足 ABS 设计的需要。TLE6210 还有过压、欠压复位功能,并有过温和过流自保护。

L9349 是 ST 公司设计的 ABS 专用电磁阀驱动芯片<sup>[7]</sup>。它具有 4 路独立的控制通道,且每个通道带有独立的状态反馈端,与控制输入端一起构成完善的内嵌式实时故障诊断功能,能快速准确地识别负载输出端的短路、开路、过载、过温等临时故障。同时,芯片内部集成

收稿日期:2008-09-05

的相应硬件自保护功能,大大方便了元件的应用。由于同时降低了输出引脚的 EMI 特性,非常适合在汽车残酷的工作环境中使用。

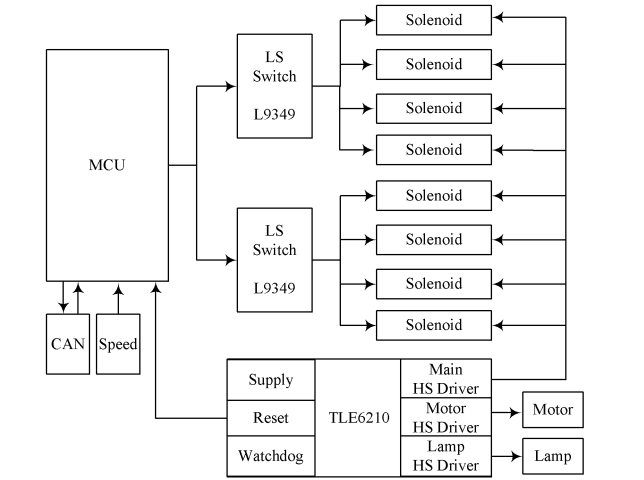


图 1 ABS 集成型驱动方案

2 基于 TLE6210 的高端驱动电路

由于 TLE6210 功能实在强大,这里仅介绍其作为功率驱动部分的用途。TLE6210 内置有电荷泵,电磁阀和电机驱动引脚均为集电极开路,能提供 500 mA 的输出电流,在外接功率 MOSFET 作为开关元件后,完全能满足高端驱动的要求。图 2 给出了 TLE6210 应用于高端驱动电路的原理图。

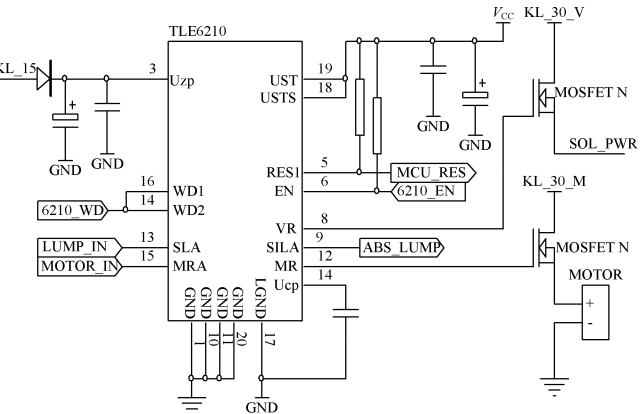


图 2 TLE6210 高端应用电路

电磁阀高边总开关的输出引脚为 VR,当 ABS 系统上电复位或看门狗给出控制信号,输出脚即切换到 ON 状态,这样符合 ABS 实际工作的逻辑,也保证了当 ABS 系统发生故障时,可迅速地退出对电磁阀的控制,恢复到常规制动。芯片的 MRA 脚为控制信号输入端,输出引脚 MR 驱动直流电机。当 MCU 的 I/O 口给 MRA 脚一高电平时,外接的 MOSFET 导通,直流电机实现回油功能。由于电磁阀和电机为感性负载,还需要外接反向续流二极管。芯片的驱动部分具有过温保护,

过流保护和短路保护,当出现上述故障情况时,能自动关闭芯片,故有很强的自保护特性。

基于 TLE6210 芯片的高度集成化方案,不仅能大大简化电机驱动电路和电磁阀前驱电路,还能使整个控制器所需分立芯片数大为减少,PCB 板体积也更小,降低了成本,增强了控制器的可靠性<sup>[8]</sup>。

3 基于 L9349 的电磁阀驱动

经实验测得,一般 ABS 压力调节器的 4 个常开进油电磁阀的最大起动电流约为 3.6 A;4 个常闭出油电磁阀最大起动电流约为 2.4 A<sup>[9,10]</sup>。而 L9349 的工作电压 4.5~32 V,两路通道内阻 0.2 Ω,最大负载电流 3 A;另两路内阻 0.3 Ω,最大负载电流 5 A,恰好能满足 ABS 常开和常闭电磁阀的驱动电流要求,而且较低的导通内阻又能保证低功耗,因此 L9349 非常适合进行 ABS 电磁阀的驱动控制。电磁阀驱动电路原理图见图 3。

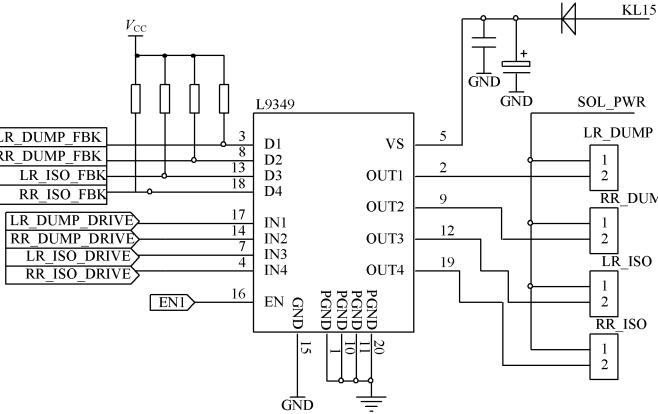


图 3 电磁阀驱动电路原理图

在图 3 中,每片 L9349 能驱动 4 个电磁阀工作,属于典型的低端驱动。通过 V<sub>s</sub> 端口给芯片提供 12 V 供电电压;当给输入端 IN1~IN4 PWM 控制信号,就能方便地控制输出端以驱动 4 路电磁阀工作,OUT1 和 OUT2 端口的最大驱动能力为 5 A,应该连接 ABS 的常闭电磁阀;OUT3 和 OUT4 端口最大驱动能力为 3 A,应连接 ABS 常开电磁阀,不可接反;EN 端口为使能端,能通过 MCU 快速关闭芯片;L9349 的数字地和模拟地分开,提高了驱动模块的抗干扰能力。

D1~D4 是故障诊断引脚,必须外接上拉电阻才能使用,电路正常工作时,该引脚为逻辑高电平,若有故障发生,即会自动置为逻辑低电平。通过对各独立通道的输入控制端和状态反馈端进行逻辑组合,可实时识别出输出端的工作状态,并立即做出相应的措施,包括退出 ABS 功能,点亮故障显示灯,传输故障码。

功能真值表见表 1。

表 1 电磁法驱动故障真值表

工作条件	使能端 EN	输入端 IN	输出端 OUT	反馈端 DIAG
对地短路	低	×	关	低
	高	低	关	低
	高	高	开	高
对地旁路 开路	低	×	关	高
	高	低	关	高
过温 ( $T_{jtyp} \geq 190\text{ }^{\circ}\text{C}$ )	高	高	开	低
过载	×	×	关	低
	高	高	关	低
失地 通道开	×	低	关	高
失地 通道关	高	高	关	低

4 结 语

当前在 ABS 设计中普遍采用的电磁阀驱动电路设计均以功率 MOSFET 为主,辅之以保护回路,隔离措施等以保证其可靠性,还要设计专门的自诊断回路以进行故障检测。虽然在具体电路的设计上分立方案有一定的灵活性,但成本和 PCB 空间的耗费较高;本方案采用 ABS 专用集成芯片 TLE6210 和 L9349,集驱动和监

测功能于一身,应用于 ABS 系统中能降低功耗,便于故障检测,提高可靠性,大大改善了整个系统的性能。

参 考 文 献

[1] 宋军,李书泽,李孝禄,等.高速电磁阀驱动电路设计及试验分析[J].汽车工程,2005(5): 546-549.

[2] 田颖,陈培红,聂圣芳,等.功率 MOSFET 驱动保护电路设计与应用[J].电力电子技术,2005(1):73-75.

[3] 程军.汽车防抱死制动系统的理论与实践[M].北京:北京理工大学出版社,1999.

[4] 沈顺伟.基于英飞凌的汽车 ABS 方案 [J].世界电子元器件,2008(7):21-24.

[5] 郑太雄,李锐,蒋建春.汽车 ABS 电子控制单元的开发[J].重庆邮电大学学报,2007(4):430-433.

[6] ST Semiconductor.L9349 Datasheet[Z].2003.

[7] Infineon Technologies.TLE6210 Datasheet[Z].2006.

[8] 徐洋,向敏.TLE6210 在汽车 ABS 电子控制单元中的应用[J].国外电子元器件,2007(9):15-16.

[9] 崔海峰,齐志权,王仁广,等.基于 MC9S12DP256 的轿车 ABS/ASR 集成控制系统 [J].电子技术应用,2005(12):23-25.

[10] 吴利军,崔海峰,马岳峰.汽车 ABS/ASR/ACC 集成控制系统设计[J].液压与气动,2006(9):47-51.

作者简介 裴晓飞 男,1985 年出生,湖北武汉人。研究方向为汽车主动安全技术。

(上接第 6 页)

[3] Yamaji T, Kanou N, Itakura T. A Temperature Stable CMOS Variable-gain Amplifier with 80 dB Linearly Controlled Gain Range[J].IEEE Solid-State Circuit, 2002, 37(5):553-558.

[4] Guo Feng, Li Zhiqun, Chen Dongdong, et al. Design of a Wideband CMOS Variable Gain Amplifier[J].Chinese Journal of Semiconductors, 2007, 28(12).

[5] Mostafa M A I, Embabi S H K, Elmala M. A 60 dB 246 MHz CMOS Variable Gain Amplifier for Subsampling GSM Receivers[J].IEEE Trans.on VLSI Systems, 2003, 11(5):835-838.

[6] Tan S Tong, Martinez S Tong. A 270 MHz, 1 Vpp, Low-distortion Variable Gain Amplifier in a 0.35  $\mu\text{m}$  CMOS Process [J].Analog Int.Circ.and Sig.Proc., 2004, 38:149-160.

[7] Orssati P, Piazza F, Huang Q. A 71-MHz CMOS IF-Base-

band Strip for GSM[J].IEEE Solid-state Circuits, 2000, 35(1):104-108.

[8] Hsu C C, Wu J T. A Highly Linear 125 MHz CMOS Switched-resistor Programmable-gain Amplifier [J]. IEEE Solid State Circuit, 2003, 38(10):663-670.

[9] Calvo B, Celma S, Sanz M T. High-frequency Digitally Programmable Gain Amplifier [J]. Elec. Lett., 2003, 39(15): 1 095-1 096.

[10] Cheng-Chung Hsu, Jieh-Tsorng Wu. A 125 MHz-86 dB IM3 Programmable-Gain Amplifier [A]. Symp. VLSI Circuit Digest of Technical Powpers[C]. 2002:32-35.

[11] Cito A, Matteis M De, Amico S D', et al. A CMOS 90 nm 4 mW 15 dBm -IIP3 Base-band Programmable Gain Amplifier for UWB Receivers[J].Research in Microeleceronics and Electronics, 2008:213-216.

作者简介 李 丹 女,1982 年出生,浙江杭州人,硕士研究生。研究方向为模拟射频集成电路设计。

闫涛涛 男,1983 年出生,博士研究生。研究方向为模拟射频集成电路设计。

陈东坡 男,1979 年出生,上海交通大学微电子学院射频集成电路中心讲师。研究方向为模拟射频集成电路设计。

周健军 男,1970 年出生,教授,博士生导师,上海交通大学微电子学院射频集成电路中心主任。研究方向为模拟射频集成电路设计、混合集成电路设计。