

汽车电源转型分析

Analysis of the Transformation of Vehicle Power

安森美半导体
On Semiconductor

摘要: 为适应提升能效、降低能耗,符合政府的环境法规和安全标准的汽车电源系统,本文推荐线性稳压器和开关电源并联的混合开关电源方案。

关键词: 汽车电源 混合开关电源 能效

Abstract: In order to be adapted to the vehicle power system to improve efficiency and reduce power loss, conforming to the government's environmental regulations and safety standards, this paper introduces the hybrid switching power plan with linear regulator in parallel with switching power.

Key words: Vehicle power, Hybrid switching, Power efficiency

[中图分类号] U463.6 [文献标识码] A 文章编号: 1561-0349 (2015) 07-0062-03

1 前言

如今,随着人们对汽车的便利性、安全性、舒适性以及节能环保的要求越来越高,汽车已由最初的以机械部件为主演变至机电一体化,且对电子技术的依赖程度不断提高,越来越多的电子模块被集成,以向汽车使用者提供更多功能。然而,这种趋势也令汽车电子工程师面临更多的挑战:数字元件的增多导致电源电压下降,导致元件内电流上升;政府法规对二氧化碳排放的要求日趋严苛,以及消费者对燃油经济性的要求。工程师需要从电源管理模块的设计方面考虑如何降低功耗,减小静态电流,提升系统能效,并符合各种环境法规及安全标准。

2 电源能效

尽量提升电源能效一直是汽车电子设计的一个核心目标。从热力学角度来讲,现实世界的能量转移并不完美,由于散热和其他系统损耗等因素,输入功率永远不可能等于输出功率。其原因由电源能效来衡量,也就是输出功率除以输入功率的比值。

我们假定线性稳压器和开关电源都有 2.5 W 的额定功率,以及 5 V 输出电压和 0.5 A 输出电流,那么线性稳压器需要 6 W 的输入功率(损失的 3.5 W 归咎于稳压器散热),能效为 41%,而开关式稳压器仅需 2.8 W 的输入功率,能效高达

90%。

因此,开关式方案提供比线性方案更高的能效。对设计师来说,了解从线性方案迈向开关方案的设计考量及其对设计的影响,是很有必要的。

3 开关电源设计考量

根据开关电源的工作原理,通过导通和关断的开关状态对输入电压进行增加、减小、逆变的脉冲调制,是比线性方案只能减小输入电平更好的又一优势。然而,开关方案也有很多弊端,由于其复杂的反馈回路,外部元件较线性方案多、且需要更多的 PCB 面积,再加上开关的性质导致其除噪性能差。

为减轻开关电源弊端,系统设计师需作以下考量。

(1) 电磁干扰

减少回路面积,优化 PCB 布局,从而减弱电路间的干扰;避免由稳压器和系统环境产生的敏感频段;采用扩频调制技术、决定光谱含量和去耦方案降低产生的峰值。

(2) 外部元件数量

集成的电源开关可减小布线尺寸,其功耗比板外电源开关更低,且更易于设计。

(3) PCB 面积

减小电感和电容的尺寸,所占 PCB 面积得以减小,且开

关频率增加,使能效得以提升,同时减弱 PCB 电磁辐射和电磁干扰。但需注意尽量使导通和开关损耗最小化,降低噪声。

(4) 反馈回路设计

为匹配输出阻抗的后稳压器,选择合适的负输入电阻以避免振荡,达到稳压输出的目的;

有效使用仿真工具,以了解频域中的频率补偿;频率补偿可通过选择单极响应控制方案来实现。

(5) 瞬态电流

将线性稳压器和开关电源并联,可减小瞬态电流,称为混合开关电源;且可根据线路负载情况,以恒定的开和关条件进行脉冲频率调制。

4 汽车系统电源拓扑结构演变

汽车电子工程师须视具体的应用,为汽车系统选择合适的电源管理设计方案。

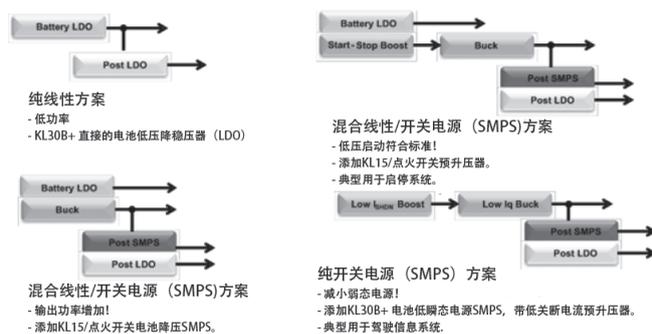


图 1 汽车系统电源拓扑结构演变概览

混合线性 / 开关电源 (SMPS) 方案,典型用于汽车 ADAS 系统和启停系统。随着车辆主动安全系统的重要性与日俱增,先进驾驶辅助系统 (ADAS) 逐渐从高档车应用扩展至中低档车。它通过协助驾驶员控制车辆的复杂过程,以提供更安全便利的驾驶体验,如自适应巡航控制、盲点监控、车道偏离警报、夜视、车道保持协助、以及具自动转向和制动措施的碰撞警报系统。下一代 ADAS 系统将可令驾驶体验进一步自动化,如:用手机 app 协助自动停车;搭载 V2X 通讯系统实现车辆与车辆或车辆与外界环境的即时信息交换,从而大大缓解交通堵塞,减少交通事故的发生;通过介质雷达传感器平台识别事故隐患,作出灵敏反应并自主采取行动,提供多重安全功能的同时降低成本。

为此需要配以系统基础芯片 (SBC),通过通信技术(如以太网)成功连接车辆中的各部分,如摄像头、GPS、雷达和旋转编码器来实现。由于 ADAS 系统高集成度的复杂性,系统设计需要为其选择高精度和可定制的电源和功率模块,为电源部分提供专用功能,如看门狗功能、电源监控冗余功能、以及电压监控功能,以保证符合 ISO26262 标准的汽车安全完

整性 (ASLI) B 等级,实现整车功能性安全和更安全的驾驶体验。

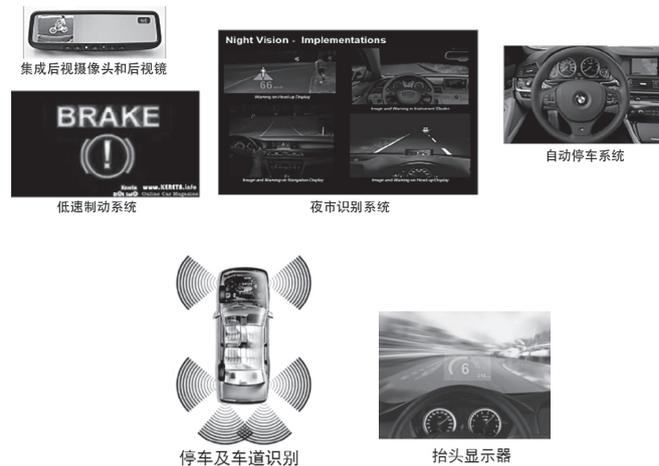


图 2 ADAS 系统



图 3 以太网 SBC 技术实现 ADAS 的集成要求

随着燃油经济性标准和规范的二氧化碳排放协议的推行,汽车启停系统的市场需求日益增加。所谓启停系统,即在汽车行驶过程中临时停车的时候自动熄火,需要继续前进时系统自动重启内燃机,从而减少发动机空闲的时间,以减少燃油消耗和二氧化碳排放。

内燃机无法自行启动,需要外力引发燃烧循环。这是启动电机的用途所在,当插入点火开关钥匙并将开关扭至“开”,启动电机启动。然而,启动电机转动曲柄发动引擎需要的电流非常大,导致在启动阶段汽车电池电压显著下降。为避免启动阶段的压降,混合线性/SMPS 方案被进一步改进,于降压稳压器和电池供电的 LDO 之间添加启停预升压器(如图 1 右上角所示),它基于点火开关打开和关闭,以满足启停系统的低压启动。预升压器通常采用大功率集中式多相升压和分布式小功率单相升压等方法,用以避免电压骤降导致的异常,并符合 12V 系统的 ISO16750 标准。

5 开关电源方案典型应用于驾驶信息系统

汽车驾驶信息系统,包括车辆内外的信息系统、通信系

(下转第 58 页)