

新一代汽车空调马达控制器

随着汽车空调的价格逐渐被人们所接受，面包车，小轿车对空调系统的需求大幅增长。为确保汽车乘坐起来如同家里的沙发一样舒适，空调系统变得日益复杂，半自动空调和全自动化发展，人们预测手动空调的市场占有率将会逐步减少。但是，考虑到手动空调是经济轿车的首选解决方案，我们可以断定，手动空调系统不会很快退市，相关法规也越来越多。

暖通空调(HVAC)系统能够向车厢输送冷风或热风，为乘客和驾驶员提供一个安全、舒适、轻松的环境，提高车窗和后视镜的玻璃的可视性，滤除车厢内的花粉、尘土和异味。



图 1- 多温区空调

今天，汽车空调通风系统已经非常普及，市场对暖通空调系统的需求量已经与出厂汽车的数量相当。

暖通空调系统基本上可分为三类：手动空调、半自动空调和全自动空调。自动空调和半自动空调的通风阀是由步进电机或直流电机驱动的。

根据不同的地区及不同汽车整车厂的配置需求，汽车空调风门执行器可以采用不同的拓扑结构，如直流电机、单极性步进电机及双极性步进电机。

最常见的风门执行器是直流电机，并集成位置传感器，将风门位置信号反馈给微控制器。为控制直流电机的正转或反转，需要使用 2 个高边(HS)开关及 2 个低边(LS)开关组成全桥电路。通常情况下，这些高边或低边开关已经集成各种完善的保护，如过压保护、过载保护及过温保护等。在步进电机方面，单极性步进电机需使用 4 个低边开关，而双极性步进电机需使用 4 个高边开关和 4 个低边开关。

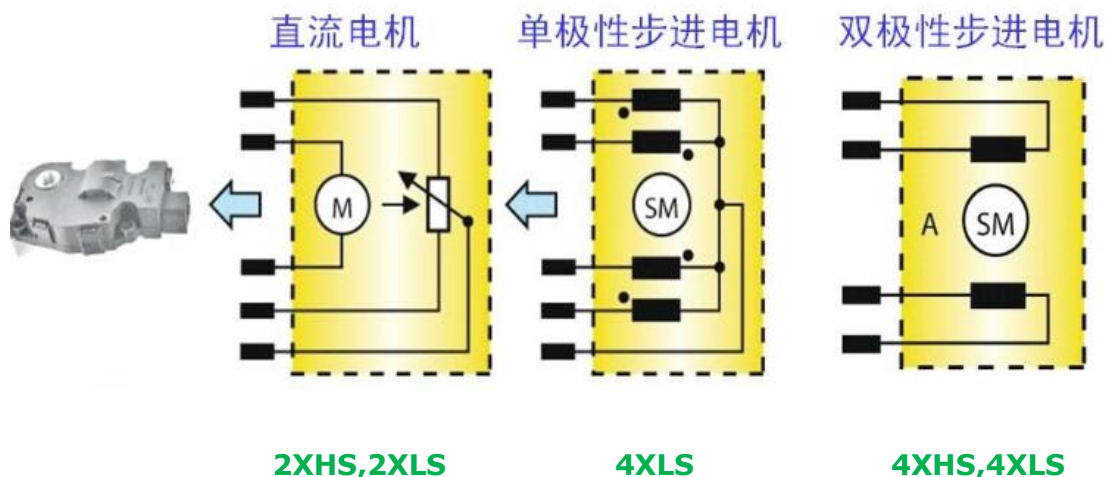


图 2- 汽车空调风门执行器的电机结构及驱动需求。

本文的目的是分析在先进暖通空调系统中使用意法半导体的智能功率器件驱动控制电动阀门有哪些特色和好处以及如何使用一个智能功率驱动器控制通风阀的定位。

针对新一代的空调系统电机应用 ,Willas-array 公司利用 ST 公司新推的两款新的智能功率驱动器 L99MD01 和 L99MD02,制作了完整的双 L99MD01 空调控制器 Demo,可同时驱动 8 个步进马达。

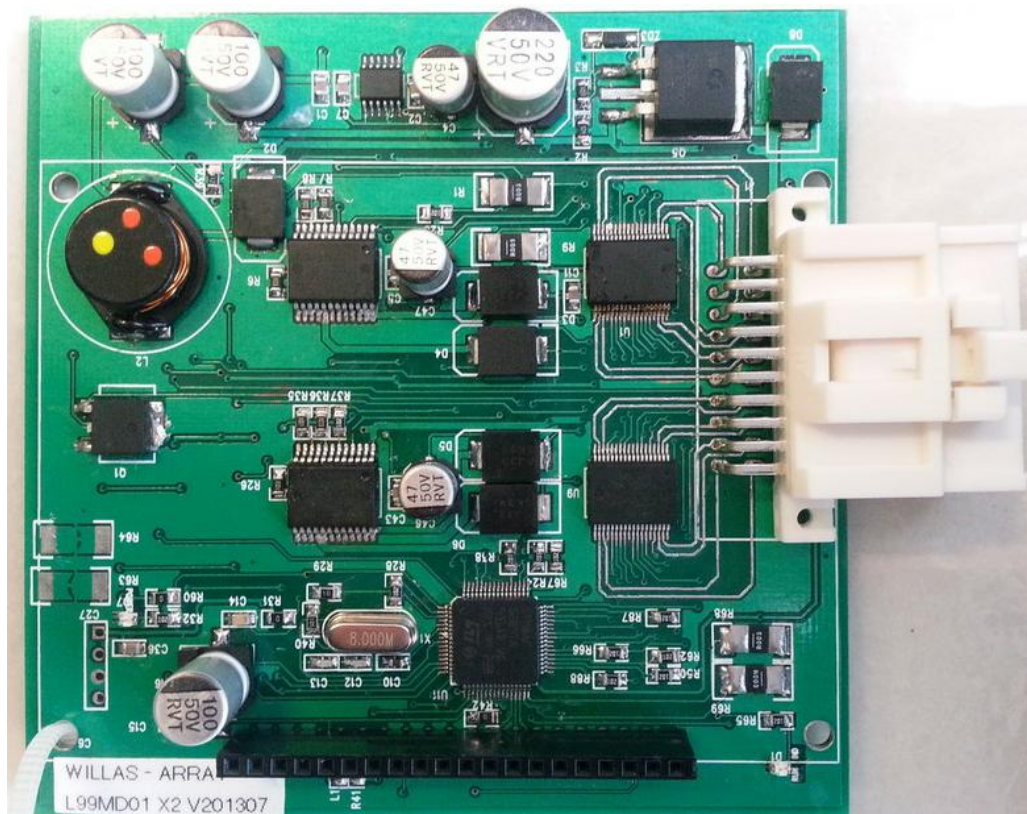


图 3- Willas-array 公司 双 L99MD01 驱动 Demo 板

L99MD01 通常用于高端空调解决方案，而 L99MD02 则满足中档空调系统的需求。同时两款芯片具备如下优势。

1. 输出配置灵活，节约 PCB 空间。

L99MD01/02 输出配置灵活，能够驱动采用多种配置的直流电机和步进电机。采用 Power-SSO 封装有效的节约了 PCB 的空间。

2. 交叉电流保护功能。

两款产品都内置交叉电流保护功能，这是直流电机驱动电路中的一个重要功能，在电机换向时尤为重要，这个功能的实质是，在关闭一条对角线方向的上一对开关管后，在导通另一条对角线上的开关管时施加一段延时，这个延时可以避免同一个桥臂上的上桥臂和下桥臂开关管同时导通。

3. 通风阀的位置检测无需电位计。

通风阀的位置由安装在电机内的电位计来检测。这个简单的解决方案需要每个电位计连接一条电源线，每个电位计还要连接发动机控制单元。

典型的通风阀电机配置是利用内置电位计的直流电机执行位置检测功能；另一种控制方法是采用单极步进电机。采用步进电机的解决方案有一大缺陷：连接通风阀执行器和电子气候控制单元需要 5 条线。显然，为快速且精确地调整温度，需要增加通风阀和电机的数量，这势必导致车上的线束变得庞大和杂乱。采用 LIN 总线驱动的机电控制方法是一个可行的解决方案，但是，成本的增加使这个解决方案仅适用于特别高档的小轿车

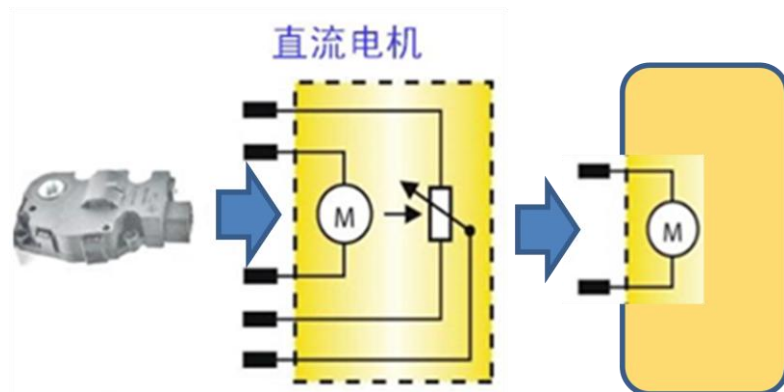
两个采用多路复用技术的电流监测功能能够检测电机电流。通过适合的外部硬件，可以管理这两个电流监测功能的信号，使这些驱动器能够支持无传感器式位置检测算法，从而可以节省直流电机上的电位计

利用 willas-array 公司提供的方案和脉动电流算法，可以实现先进的无传感器的通风阀位置检测机制，这种方法的好处是无需安装电位计及相关的连线，从而有助于降低系统总体成本。事实上，通过将电流监测引脚发送的信号用作外部高/低通滤波器的输入，可以从脉动电流软件处理程序中提取检测电机转数和通风阀位置所需的信息。这两个同步电流监控线的信号被复用到不同的半桥输出上，微控制器利用这些信号读回负载电流，以识别工作正常和失效的条件。事实上，电流监控(CM)引脚负责提供电机瞬间镜像电流，同时通过 SPI 接口设置相关寄存器，为调整预计电流函数中的增益(1/250, 1/500, 1/750, 1/1000)提供可能。

现在我们讨论脉动电流计数器方法，通过从脉动电流中分离直流部分，可以过滤从 CM 引脚得到的信息。直流部分提供与负载相关的信息，可用于估算电机的转速。脉动电流与转子

绕组个数有关，如果管理得当，脉动电流能够表示真正的换向信息。这个信号可用于产生一个脉冲序列，然后，微控制器读取这个脉冲序列，根据读取的信息计算电机转数。

图 9- 有/无电位计的直流电机驱动电路.



4. 内置的开关式电源升压，可以驱动 **24V** 马达.

其中一款(L99MD01)集成一个开关式电源模块，通过内置的开关式电源模块，配合外部升压转换器，使其能够同时驱动 4 台步进电机（双极电机）或者不通过升压转换器依次驱动 3 台步进电机。

5. 节省连接线.

这个芯片为驱动通风阀的每台步进电机节省两条线，把线数从 5 条减到 3 条。此外，L99MD01 还能驱动成本低廉的双极绕组的步进电机，每相可以节省一个绕组，因此能够减少线缆数量。

L99MD01 和 L99MD02 能够满足客户的多项需求。在直流电机应用环境中，这些器件可同步驱动最多 4 台直流电机或依次驱动 7 台直流电机。

这两个器件都定位于中高档汽车市场，为通风阀定位系统开发人员提供完整的保护功能和设计灵活性。这两款产品都是由 SPI 总线控制，整合了完整的诊断和保护功能，能够监控所有的输出。

6. **SPI** 配置与保护功能.

该芯片内置一个 24 位标准串行外设接口（SPI），用于控制所有的输出引脚，管理芯片与微控制器的通信。事实上，芯片是通过 SPI 收发数据帧，向微控制器提供有关芯片状态的诊断信息，根据应用要求调整不同的输出。该产品整合了多项诊断功能，包括开路负载、超负载、温度报警和热关断检测。

所有这些诊断功能都在芯片内部过滤：所有条件都必须保持有效 $32\mu\text{s}$ ，才能使状态寄存器内相应位置位。插入滤波器的目的是提高驱动器的抗噪性能，降低微控制器软件的复杂性。开路负载和温度报警仅用于信息提醒目的，不会改变输出状态；相反，超负载和热关断将禁用相应的输出功能或关闭器件的电源。

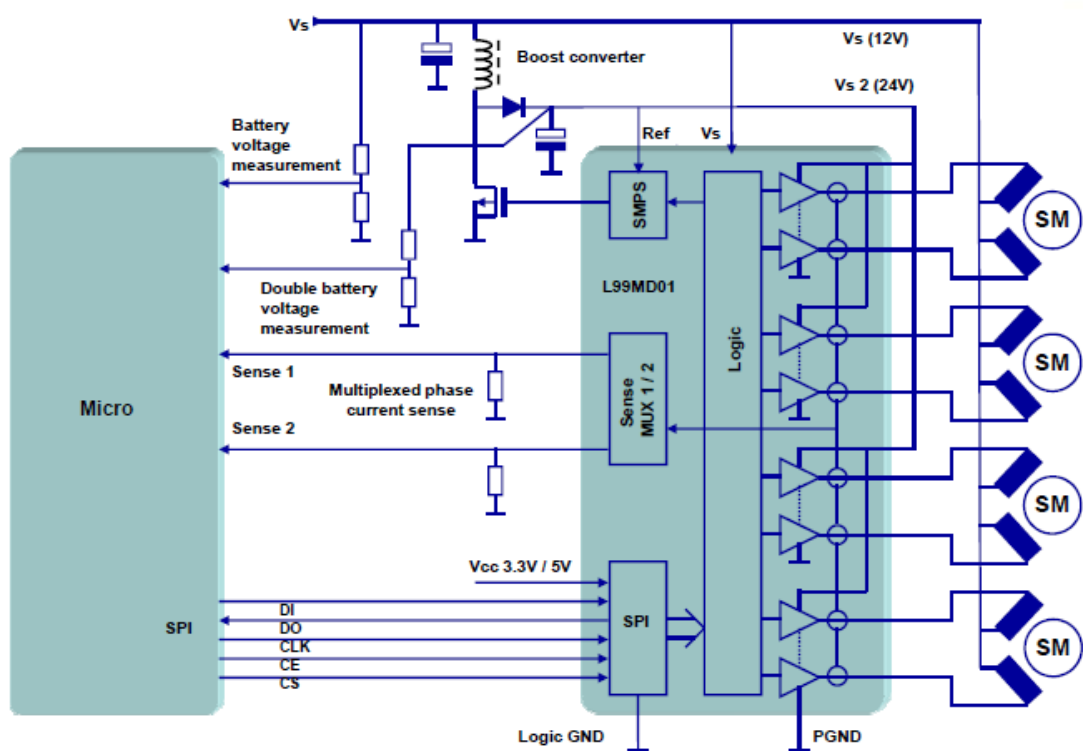


图 4- L99MD01 驱动四个步进马达。

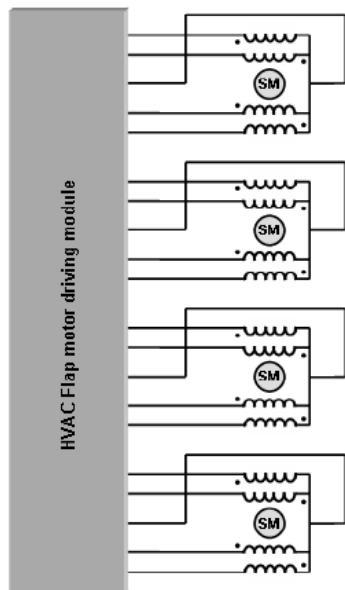
通过利用内置 SMPS 模块，可以实现一个直流-直流升压转换器，把电源电压提高一倍，取得一个对称电压电源($0\text{V} / V_s / 2xV_s$)，半桥电路被转换为全桥工作模式，准许双向电流通过，通过两个半桥驱动一台步进电机的两相。

此外，这个对称电源向步进电机的各相绕组供给双向电流，每相只需一条线，这意味着，如果所有电机都共用一条电源线，从控制单元引出两条线即可驱动一台双极步进电机（如图 1 所示）。

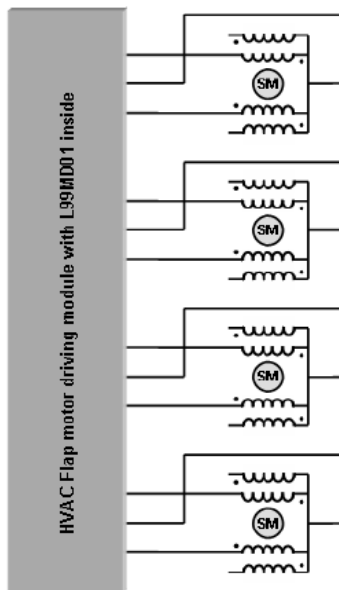
我们从图 5 可以看出采用 L99MD01 的步进电机驱动器设计在布线和成本方面的优点。

图 5- 驱动双极模式的步进电机节省电线和成本

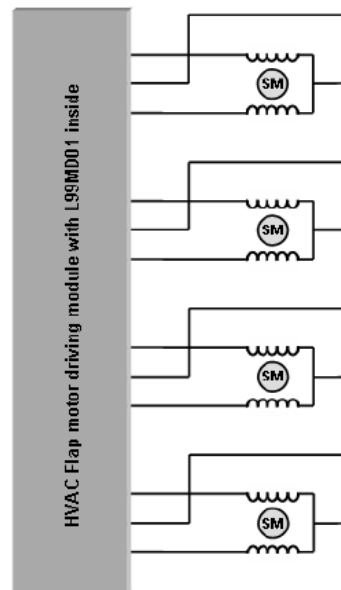
Standard approach driving unipolar stepper motors. 5 wires per motor are needed



Driving unipolar stepper motors with L99MD01 needs 3 wires per motor only. Two wires and connector terminals less per motor



Further saving potential if bipolar wound stepper motors are used



采用 L99MD0x 系列产品驱动直流电机

在这两款产品中，L99MD01 的功能和技术比较复杂，主要用于高端的汽车市场；该芯片整合了 8 个半桥电路，能够同时驱动 4 个直流电机或依次驱动 7 台直流电机，如图 4 和图 7 所示。

图 6- L99MD01 同时驱动 4 台直流电机

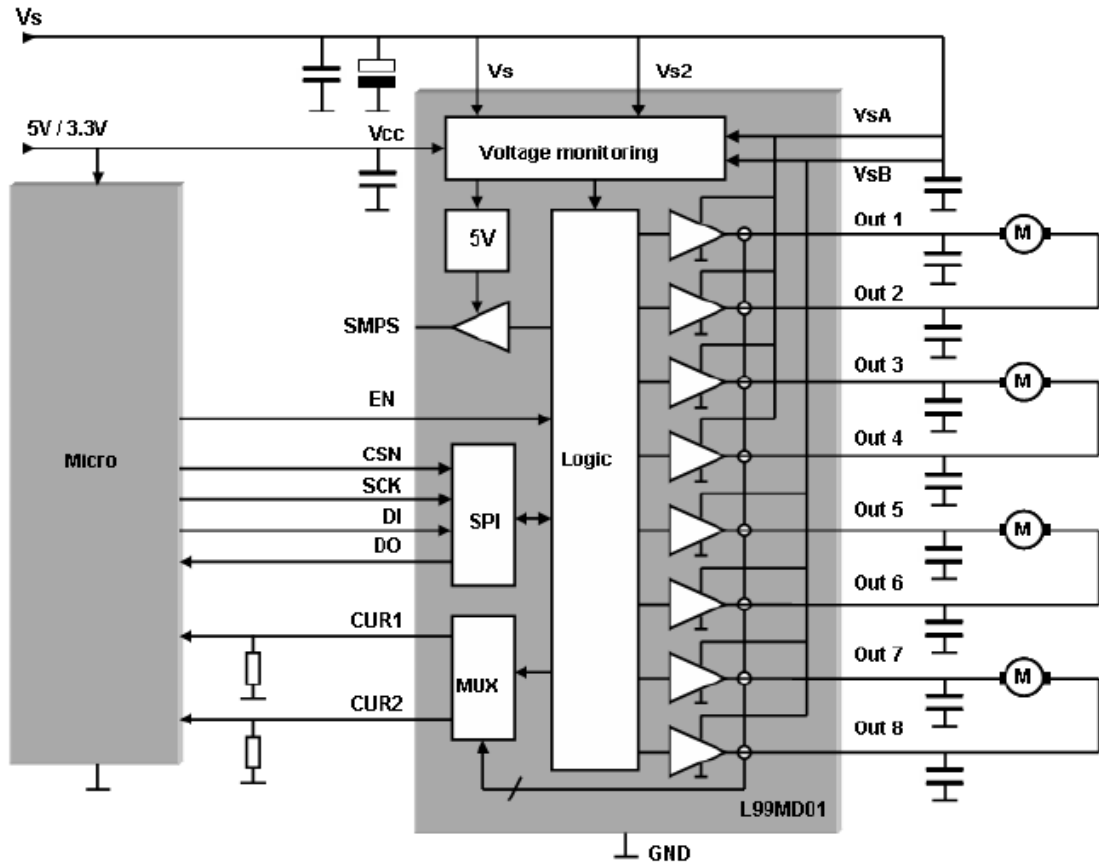
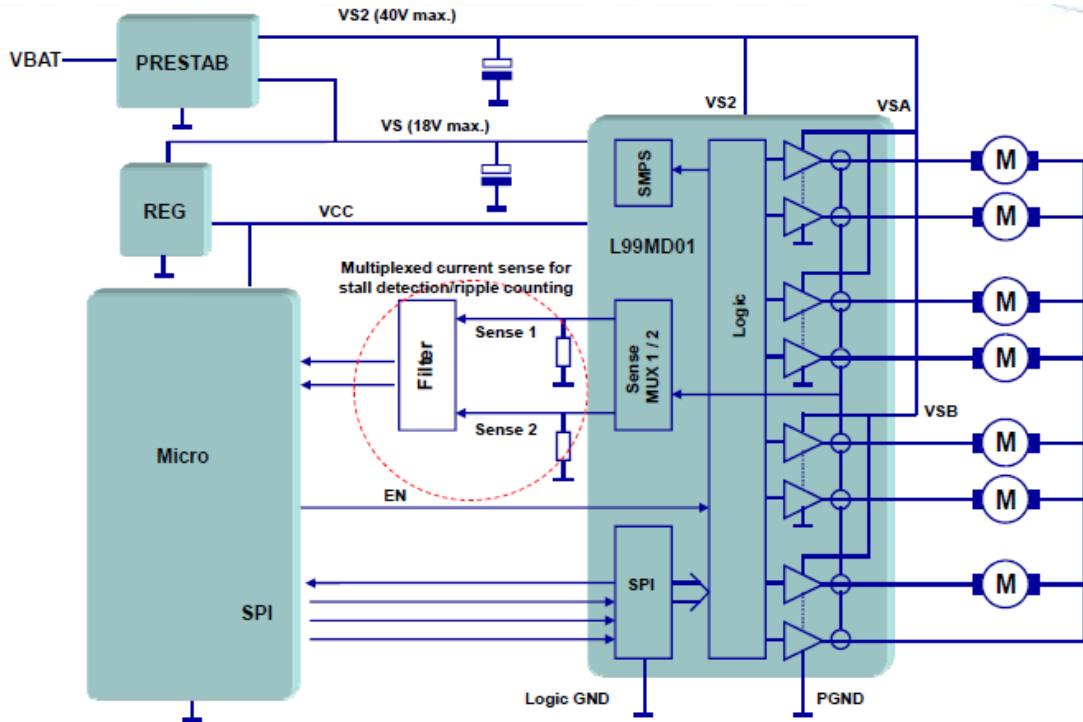


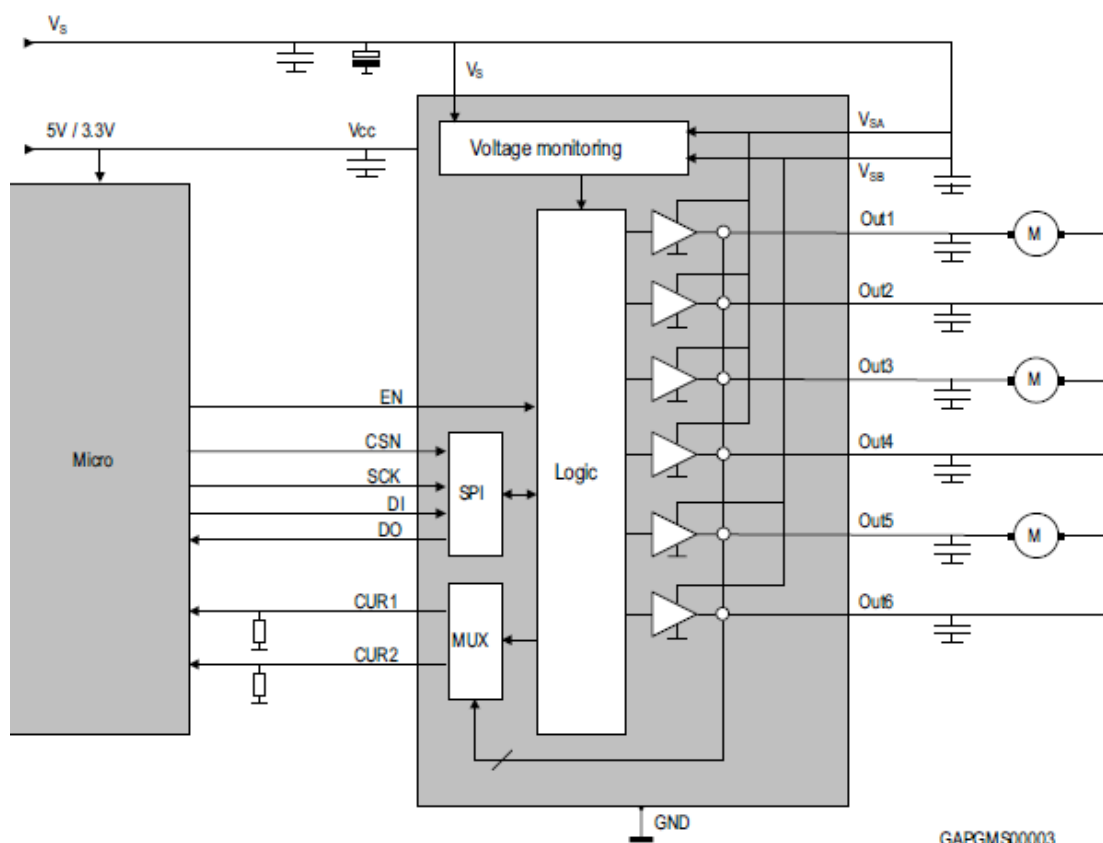
图 7- L99MD01 依次驱动 7 台直流电机



L99MD02 是一个精简版的 L99MD01。该产品的基本结构包括一个 6 路半桥驱动器，没有外部升压转换器用 SMPS 模块，目标应用锁定在中档汽车空调系统市场。

L99MD02 拥有 L99MD01 的保护功能与特性，但是，只能同时驱动 3 个直流电机或依次驱动 6 台直流电机，如图 8 所示。

图 8- L99MD02 依次驱动 3 台直流电机



随着越来越多的高性能马达控制器在 BMW ,AUDIO 等高档车车上应用，一些中低档汽车也纷纷紧随其后,开始采用新一代的空调电机控制器方案。以达到节能,环保,高效,的新需求。L99MD01 和 L99MD02 同时支持 DC,步进马达,的芯片的推出,正好迎合了未来汽车空调马达控制器的需求.它的赌转检测,无电位计,配置灵活等诸多的特点,能够适应不同客户的不同需求。

同时利用 willas-array 公司提供的双 L99MD01 Demo 板,只许做很少的修改便可以实现客户所要的功能,大大缩短了空调控制板的开发时间,有利于客户快速的开发出一款高性能的空调控制器。