

# 灵活的现代CPLD汽车数字仪表盘

(Dave Elliott, 资深汽车营销经理, Altera 公司)

汽车仪表盘成为汇集车辆安全和管理所有信息的神经中枢,为驾驶员显示各种信息。在当今的数字时代,车辆仪表系统必须能够监控所有关键功能,该系统甚至是个性化的。业界需求发展导致出现了很多半导体解决方案,从ASSP到全定制器件等。这些方案可能都是功能固定的解决方案,不能灵活地进行产品开发,无法满足设计人员的要求。作为对比,可更新解决方案在一条车辆产品线上支持多种相似的应用,没有任何多余的成本开销。这类定制解决方案以很低的成本满足了所有需求。

本文简要介绍一种创新的CPLD体系结构,完全避免了使用微控制器及其驱动器,从而提供了低成本、低功耗组合数字仪表盘解决方案。这一模拟仪表盘解决方案(ADS)高效地实现了数字汽车网络,充分发挥了数字技术的优势。

## 组合仪表盘解决方案

传统上,以机械方式获得行驶里程等仪表实时输出,使用模拟驱动器进行显示。然而,随着这些数据输入的数字化,步进电机和LED替代了仪表和量表。采用昂贵的微控制器来处理并显示数字输出。后来出现了ASSP,导致较高的一次性成本开支(NRE),限制了产品更新和改进。产品生命周期以及对不同产品线的支持也是促使采用低廉的可编程替代产品的主要因素。

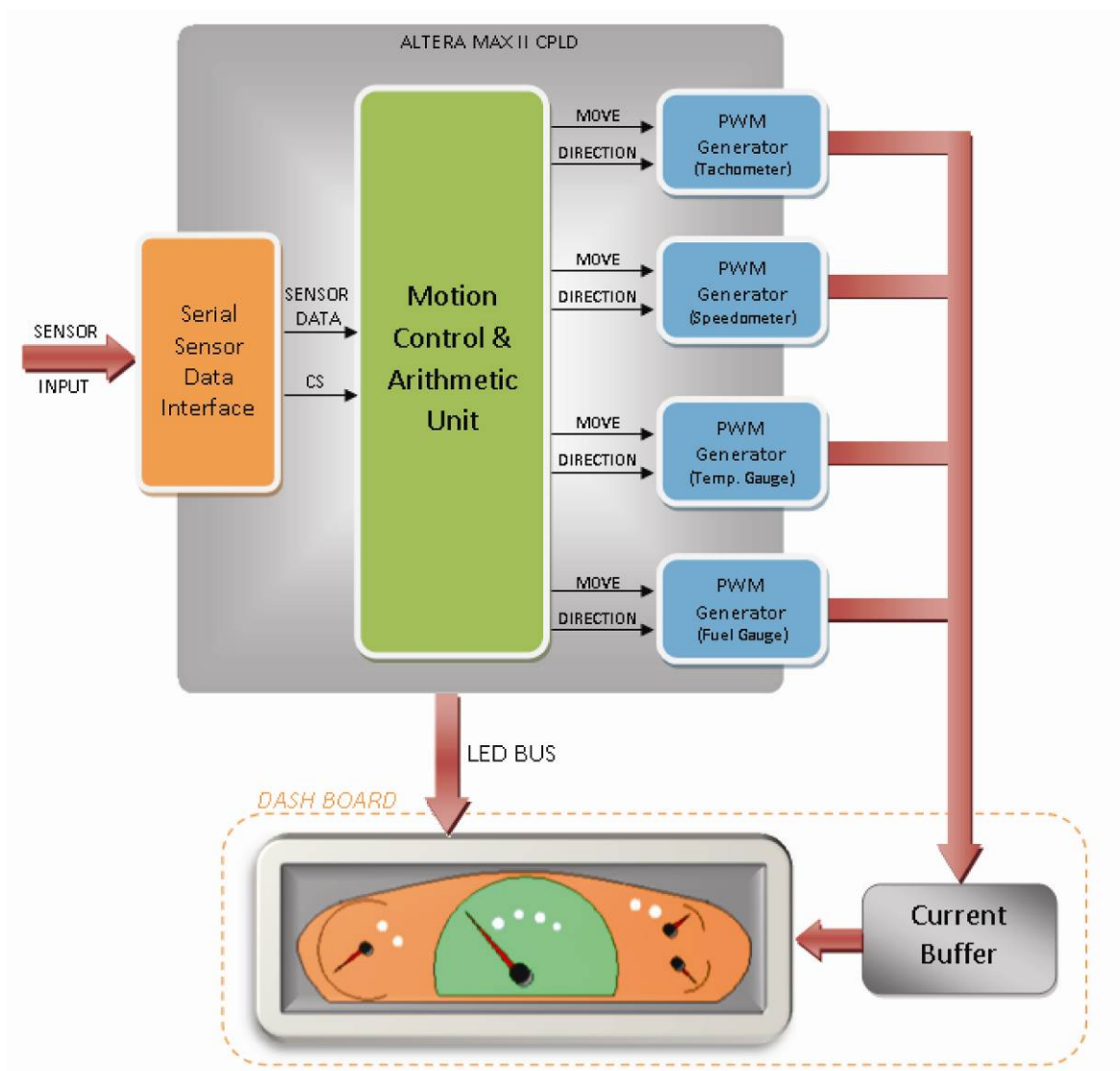
在指针式仪表显示板上采用了步进电机,将电脉冲转换成不连续的机械动作。当电控制脉冲按照一定的顺序加到步进电机上时,电机轴以不连续的步进增量进行旋转。组合数字仪表一般采用步进电机来仿效模拟面板和指针显示板的性能以及视觉效果,同时提供数字设置需要的非常精确的位置信息。需要对这些电机进行*微步进控制*,以实现平稳连续的指针移动。此外,测得的采样值从车辆传感器广播到相应的仪表部位,而采样数受限于数字链路的带宽,在一定的时间间隔后,每一测量采样值才显示在组合仪表上。在这类组合仪表上,迫切需要采取措施克服不能连续显示信息的难题,当传感器没有向仪表输出数据时,确保指针处于正确的位置。要解决这些难题,必须提高处理能力,从而增加了数字仪表盘系统成本,较低的性价比阻碍了其在车辆中的应用。

## 基于CPLD的组合仪表盘控制器

使用CPLD很容易克服这种高成本解决方案所带来的限制。采用ADS,客户只需要在设计中更新或者修改编程文件,实现产品换代,因此,非常灵活。此外,还可以在现场增添新功能或者更新产品,不但提高了技术实现效率,而且还满足了特殊的用户和产品需求。使用相同的基本系统,稍作改动,就很容易在新产品线上采用不同的器件。

利用基于CPLD的ADS,产品开发人员和生产商可以根据需要从不同的器件中进行选择,而不用担心半导体元件过时的问题。它具有较低的销售价格,支持高端功能,未来扩展余地非常大。其体系结构使用Altera的MAX II CPLD,包括6个模块:串行传感器数据单元、主移动控制和算术单元,以及4个PWM发生器。串行传感器数据单元接收来自传感器的输入,主移动控制和算术单元完成必要的计算,PWM发生器为步进电机所有相位提供合适的控制信号,接收来自主模块的命令(图1)。

图1. 基于CPLD的ADS结构图

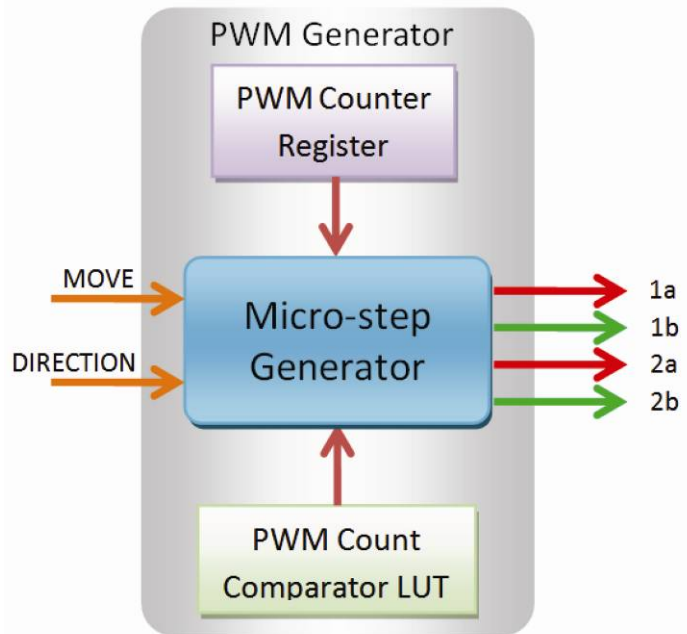


在详细说明这一ADS体系结构之前，首先要理解窄带车辆数据网络中不同模块的功能，以及驱动指针仪表板的步进电机是怎样完成微步进控制的。由于组合仪表所有显示面板并不需要连续的传感器数据，当没有数据时，系统保持指针位置不变。为实现平稳显示，发送给指针的移动命令是当前偏转函数，不会产生急促的指针步进变化。

### **PWM发生器**

4个PWM发生器模块驱动指针仪表板步进电机，指示来自不同传感器的数据(图2)。

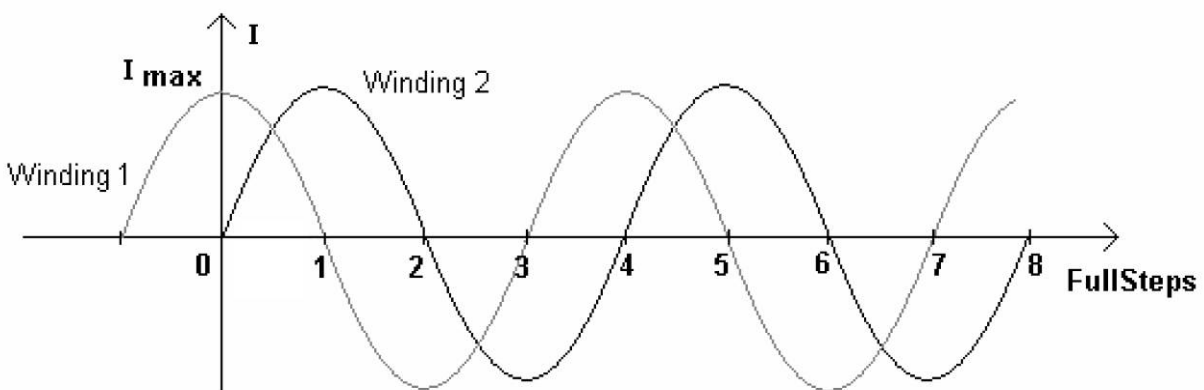
**图2. PWM发生器基本结构图**



微步进控制功能用于驱动电机，产生平稳的电机旋转。在微步进控制中，电机产生的磁场不是和激励线圈平行，而是有一定的角度。这样，能够在更多的位置产生保持转矩，使转子保持在激励线圈两个极轴之间。激励线圈加电后，产生的磁通量与流过的电流成正比。如果所有激励线圈加电，就可以通过两个绕组电流的矢量和得到电流方向以及磁场。因此，如果步进电机绕组中的电流逐渐增大，那么可以产生激励磁场的一组等距位置，提高电机的步进精度。利用这一原理，步进电机的步长被分成转轴实际转动的微步长(图3)。

### 插入图3

图3. 微步长控制期间的两个正弦电流波形



4个PWM模块向步进电机提供固定占空比的恒定PWM脉冲，使指针按照一定的速度转动，4个步进电机保持恒速转动。它们接收来自移动控制单元的移动命令以及方向输入，在绕组上输入合适的电压，使每个电机在要求的方向上转动一个微步长。

### 移动控制和算术单元

**delta**发生器是移动控制和算术单元的主要组件。该模块接收来自传感器的4个步进电机中每个电机的目标偏转信号。接收到目标偏转信号后，两路信号被送入各自的PWM模块中。一路信号，也就是触发脉冲，将当前的占空比值改为PWM模块中的下一值。因此，当跨距范围较大时，以较高的频率发送脉冲，PWM模块快速遍历各占空比值，从而使步进电机以较高的速度旋转。当指针达到目标偏转位置后，停止向PWM模块发送触发脉冲，而PWM模块输出占空比恒定的脉冲，使转轴有效地保持位置不变。另一路信号指示PWM模块，指针应向哪一方向转动。

**delta**发生器还有另一重要功能，周期性地发送代表采样值的数据。如果这一信息直接加在步进电机上，那么，指针会急促转动。为避免出现这种转动，**delta**发生器使用修正后的数值，表示为 $\delta$ 。每次接收到新的目标偏转值后，发生器针对这一指针值重新计算 $\delta$ 。然后，将这一递增值 $\delta$ 加到指针当前偏转上，其处理速率要比接收到新目标偏转值的情况快得多。在整个过程中，持续监视单元的当前偏转。当它变化时，发送使步进电机按照要求方向步进一个微步长的命令。如果目标偏转值大于当前偏转值，那么为顺时针方向，如果小于当前偏转值，则为逆时针方向。

这样，在接收两个目标偏转值间隔期间，指针以较快的速率旋转，通过较小的步长达到目标值，从而产生平稳的旋转。它推断出能够覆盖这一间隔合适的值，无论输入怎样变化，都能够保持平稳转动。

### **传感器数据输入单元**

传感器数据输入单元使用SPI接口，支持与慢速外设之间的通信，可以周期性的访问这些外设。采用主机/从机方式和外设进行通信，由主机发起数据帧。当主机产生一个时钟信号，选择从机器件后，可以单向或者双向传送数据。在CPLD后面实现SPI从机模块，以便系统输入。传感器数据导入到算术和移动控制单元，是某一传感器或者新LED数据的目标偏转值。传感器数据和目标地址一同发送，以区别其来源。

很容易在不同的平台上调整基于CPLD的ADS，提高其精度，实现更高端的功能。它能够为不同的车型提供不同的装配布局，只需要在程序上稍作改动，几乎没有额外成本，开发时间呈指数下降。ADS可以结合可靠的公用汽车数字数据网络，融入到生产工艺中，而灵活的CPLD很容易实现置入式功能。

### **结论**

使用低成本、低逻辑密度CPLD，可以实现复杂的ADS，克服传统仪表板解决方案的缺点。由于ADS具有内在的可编程优势，设计重用意味着能够使用越来越多的IP和内核库来迅速开发其他解决方案。很容易重新进行配置，更快地向用户推出新产品。由于产品生命周期较长，比较容易收回NRE，生产商能够延长已经开发的产品的生命周期，而且没有新的NRE投入。