

太阳能逆变器设计案例

对于那些能源无法自给的国家，太阳能和其他替代能源拥有无可争议的优势，可帮助他们达到减少化石燃料消耗和实现能源独立的目的。用替代能源系统取代化石燃料能源，将对全球经济和人类生活产生重大影响。但问题是，用替代能源发电的成本要与化石燃料发电的成本相近或更少，这样才能真正减少原油的消耗。

在开发太阳能技术的过程中，人们把大部分注意力都放在了如何提高光电池的效率上。但另一个不能忽略的重要问题是，如何设计将电池产生的直流电转换成交流电的电路。为了在成本上与燃烧煤、石油等化石燃料的发电方式相竞争，设计师为提高逆变器每一个百分点的效率的努力都是非常重要的。

一些太阳能转换系统制造商把逆变器的转换效率从 92%提高到了 96%，这样他们在市场上成功的机会就会大增。有一种办法是设计没有变压器的 DC/DC 转换器。在转换系统中，由变压器导致的能量损失大约是 2%~3%。因此就要使用更高电压的晶体管，这种晶体管已经可以在市场上买到了。

逆变器的设计

在基于光电流的系统中，电源逆变器控制着太阳能板和电池，以及负载之间的电流，将太阳能板输出的变化幅度很大的直流电压转换成干净的 50Hz 或 60Hz 的正弦电流，输出给负载或回馈到电网中去。图 1 显示了逆变器在太阳能发电中的重要作用。

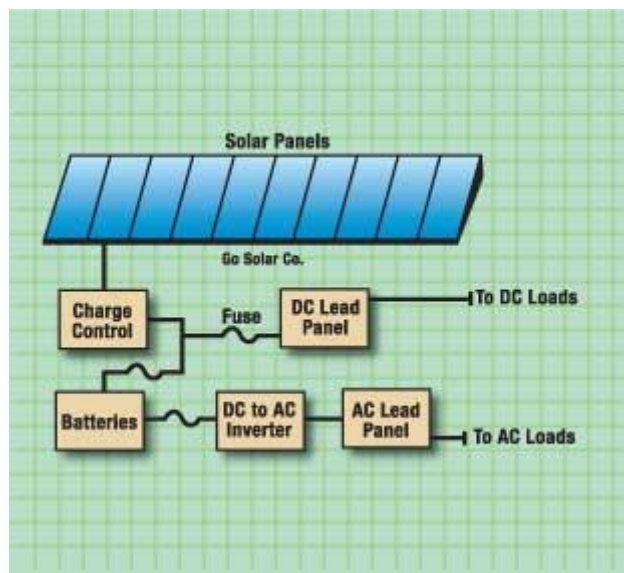


图 1 逆变器在提高太阳能转换效率的过程中发挥着重要作用

由于太阳能板的输出电压是变化的，要保持发电时尽可能的高效率是非常

复杂的。完成这项任务的关键是检测最大功率点 (maximum power point, MPP)。图 2 显示了最大功率点是如何随天气和电压而变的。

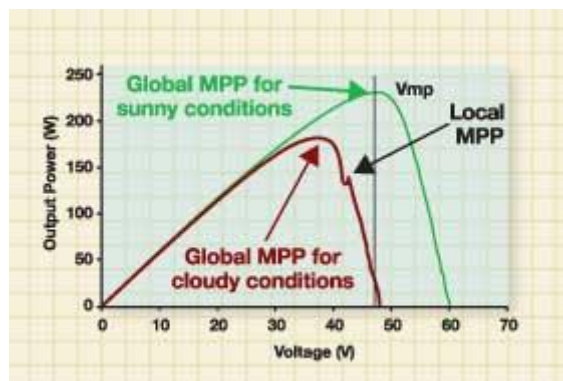


图 2 太阳能电池的输出电压随电压和天气而变

MPP 跟踪技术可用来探测 MPP，并调整 DC/DC 的输出电压转换，以使输出最大化。MPP 跟踪可以使太阳能电池系统在冬天的整体效率提高 1/3 或更多，而这时也正是电力需求最高的时候。

控制器确定 MPP 的最常用算法是干扰电池板的工作电压，并检测输出。算法要在 MPP 点周围留出一个足够大的振荡范围，避免当天空掠过云彩时控制器对本地电源发出错误的扰动。

电池的算法

扰动和检测算法的效率并不高，这是由于在每个周期内输出点都会偏离 MPP。可以采用增量感应算法做为替代，这种方法可以很好地解决由于振荡导致的低效率，但又会设定一个本地峰值而不是真实的 MPP，从而引发其他问题。将这两种算法结合起来，可以保持增量感应算法的高效率，同时又可以在一定间隔在很大范围内扫描，避免选择本地的峰值。

显然，这会给控制逆变器的控制器带来很大的计算负荷，控制器必须满足一些实时处理的挑战。

现在的数字信号控制器可以提供实时控制算法所需的高速运算能力。A/D 转换器、PWM 等集成外设使控制器可以直接检测输入信号，控制功率 MOSFET，片上的 flash 闪存可用于编程和数据存储，通信端口简化了电能表和其他逆变器的组

网过程。

在太阳能逆变器中的 DSP 控制器的高效率已经得到证实,可以把转换过程中的能量损失减少最多 50%。National Renewable Energy Laboratory 对分布式电源技术 LLC 的研究表明,基于 DSP 的逆变器可以将 1 个 10kW 逆变器的制造和人工成本减少 56%,同时还减少了逆变器的尺寸和重量。

德州仪器公司的 TMS320F28x 数字信号控制器就是一个非常好的例子,它的性能高达 150MIPS,可以用 1 个 DSP 控制逆变器中的多个转换级,而且还有富裕的处理能力,可用来执行 MPP 跟踪算法、电池充电监控、浪涌保护、记录数据和通信等额外的功能。图 3 显示了 TMS320F28x 控制多个转换级的框图。

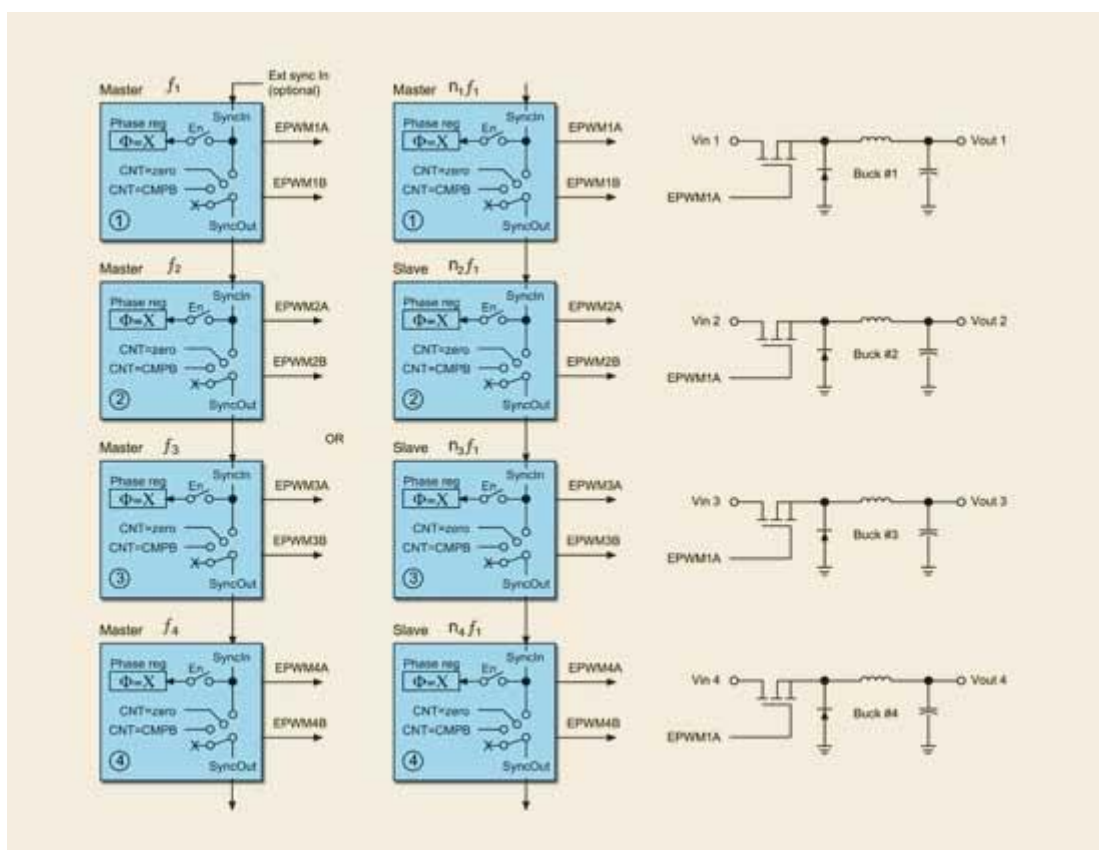


图 3 TMS320F28x 可控制多个转换级

控制器具有非常快速的 12 位 16 通道的 A/D 转换器,可以高精度地检测电压和电流来实现正弦波。为进行安全监控, A/D 转换器还提供了电流检测功能。

此外,芯片上 12 个独立控制的增强型 PWM 通道具有可变的占空比,为转换器桥和电池充电电路提供了高速开关。

每个增强型 PWM 都有自己的定时器和相位寄存器,可对相延迟进行编程设定。

可以对所有的增强型 PWM 进行同步，来驱动同样频率上的多个级。多个定时器提供了所需的时钟和快速的中断管理，支持额外的控制任务。包括 CAN 总线在内的多个标准通信端口为其他组件和系统提供了简便易用的接口。