

通过初级端调节满足充电器能效规范

作者：飞兆半导体 Hangseok Choi

尽管大多数家电和办公设备都是直接插入墙上的电源插座，由高压交流电 (AC) 供电，但事实上其所有内部电路都需要低压直流 (DC)。因此，电源必须把AC电压转换为低 DC 电压。根据 Ecos consulting 公司的研究结果表明，现在美国使用的 AC/DC 电源大约为 30 亿个，而全球约 100 亿个。随着这些电源的日益普及，和其对环境的影响加剧，全球各地都越来越关注电源效率的问题。美国加州能源委员会 (California Energy Commission, CEC) 针对外部电源提出了强制性效率标准，而目前世界上采用自愿性规范计划的地区也正在考虑制定强制性标准，以推动电源效率进一步提高。

外部电源中有一半以上是用于便携式电子产品，比如笔记本电脑、手机和 MP3 播放器，因此它们具有用于电池充电的输出电压和输出电流调节能力，如图1所示。至于需要精确输出电流调节的应用，电流检测是必需的，但这却会导致额外的损耗。在身处节能法规压力不断增加的环境之中，输出电流检测一直是电源设计人员面临的一个艰巨挑战。

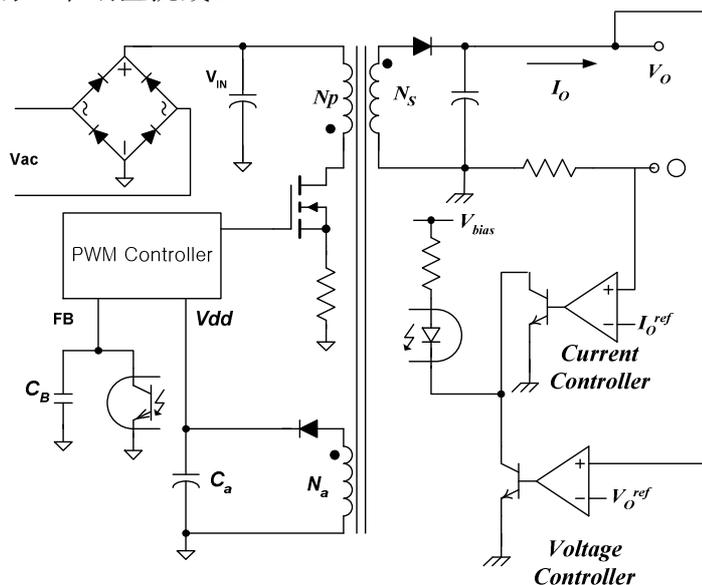


图1 传统次级端调节反激式转换器

在充电器设计中，电源的初级端调节可能是轻易满足 CEC 效率要求的最佳解决方案，这是因为初级端调节只利用电源初级端的信息来精确控制输出电压和电流，不仅避免了输出电流检测损耗，还可省去所有次级反馈电路，有利于实现效率更高的电源设计，同时不会产生庞大的成本费用。

本文描述了初级端调节的基本工作原理，并介绍一款高集成度的初级端调节 PWM 控制器，相比传统的次级端调节方案，这种技术具有显著的优势。

初级端调节的基本概念

图2 所示为初级端调节反激式转换器的基本电路示意图及其典型波形。一般而言，断续传导模式 (DCM) 因输出调节性能较好，是初级端调节的首选工作模式。初级端调节的关键在于如何在无直接检测的前提下获得输出电压和电流的信息。一旦获得这些数值，通过传统的 PI 控制方法就可以轻易进行控制。

在 MOSFET 导通时间 (T_{ON}) 内，初级端电感 (L_m) 加载输入电压 (V_{IN})。于是，MOSFET 电流 (I_{ds}) 从 0 线性增加到峰值 (I_{pk})。在这段时间内，能量从输入端转移存储在电感中。当 MOSFET 关断时，存储在电感中的能量促使整流二极管 (D) 导通。在二极管导通时间 (T_D) 内，输出电压 (V_o) 加载在次级端电感上 ($L_m \times N_s^2 / N_p^2$)，二极管电流 (I_D) 从峰值 ($I_{pk} \times N_p / N_s$) 线性下降至 0。在 T_D 结束时，所有存储在电感中的能量都释放到输出端。在此期间，输出电压和二极管正向压降之和反射到辅助绕组端，表示为 $(V_o + V_F) \times N_a / N_s$ 。由于二极管正向压降随电流减小而减小，在二极管导通时间结束时，二极管电流减小为 0，故这时辅助绕组电压能最好地反映出输出电压。因此，通过在二极管导通时间结束时对绕组电压进行简单采样，就可以得到输出电压的信息。二极管导通时间则可通过监控辅助绕组电压而获得。

同时，输出电流的估算需要一些乘法计算。假设输出电流与二极管稳态时的平均电流相等，输出电流可利用下式估算： $I_o = I_{pk} \times (N_p / N_s) \times (T_D / 2T_s)$ 。这样输出电流估算器通过一个峰值检测电路来获取漏极电流峰值，并利用二极管导通时间 (T_D) 计算出输出电流。

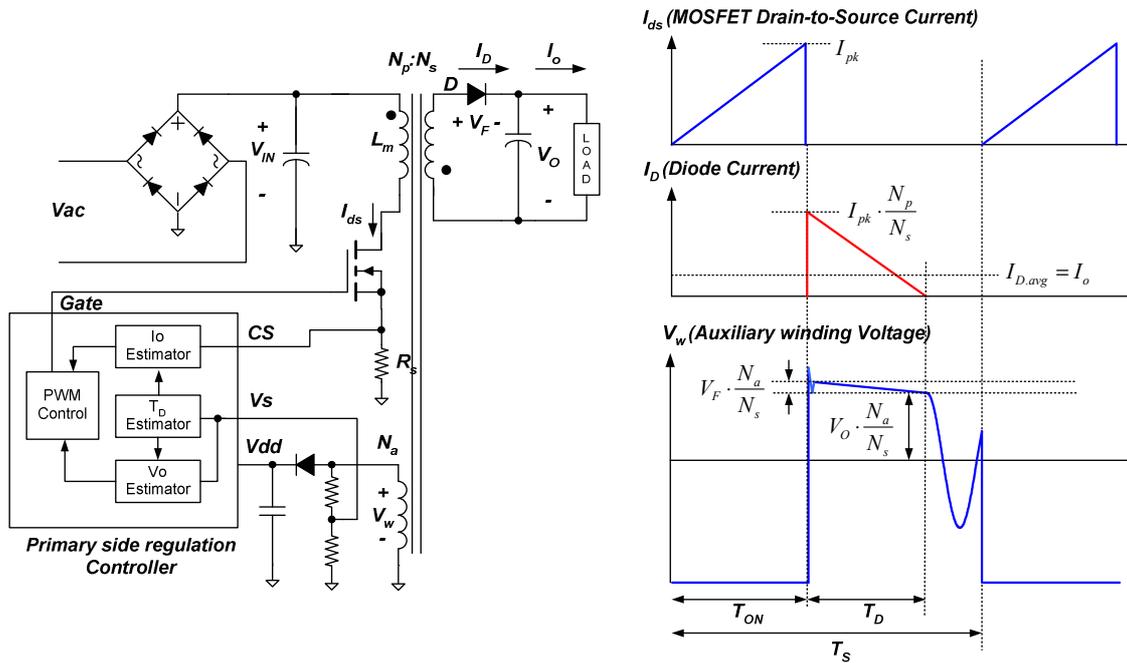


图2 初级端调节反激式转换器及其典型波形

集成式初级端调节控制器

初级端调节 PWM 控制器如飞兆半导体公司的 FAN102，是一种专门处理初级端调节电源设计的技术。这种技术可显著简化满足更严苛效率要求的设计难题，并省去增加成本和可靠性问题的外部组件。利用 FAN102，电源设计人员能够轻易满足能源之星 (Energy Star[®]) 和加州能源委员会 (California Energy Commission, CEC) 等现有及即将出台规范的要求。FAN102 还具有用于待机模式的绿色工作模式，并满足国际能源署 (IEA) 1瓦倡议要求，1瓦倡议旨在把待机功耗降至1瓦以下。图3给出了FAN102 的内部模块示意图。该器件带有一个集成式输出电缆压降补偿和外部组件温度变化补偿电路，对于充电器应用，即使在输出电缆的末端也可获得高精度调节。内部振荡器的抖频则可减小EMI。FAN102 的另一个重要特性是 V_{DD} 范围很宽，从5V 到 28V。当电源工作在恒定输出流模式时，控制 IC 的供电电压 V_{DD} 随输出电压而变化。因此， V_{DD} 范围决定了恒定电流控制的范围，而且 FAN102即使在输出电压低于四分之一额定值时也能够实现稳定的恒定电流调节。

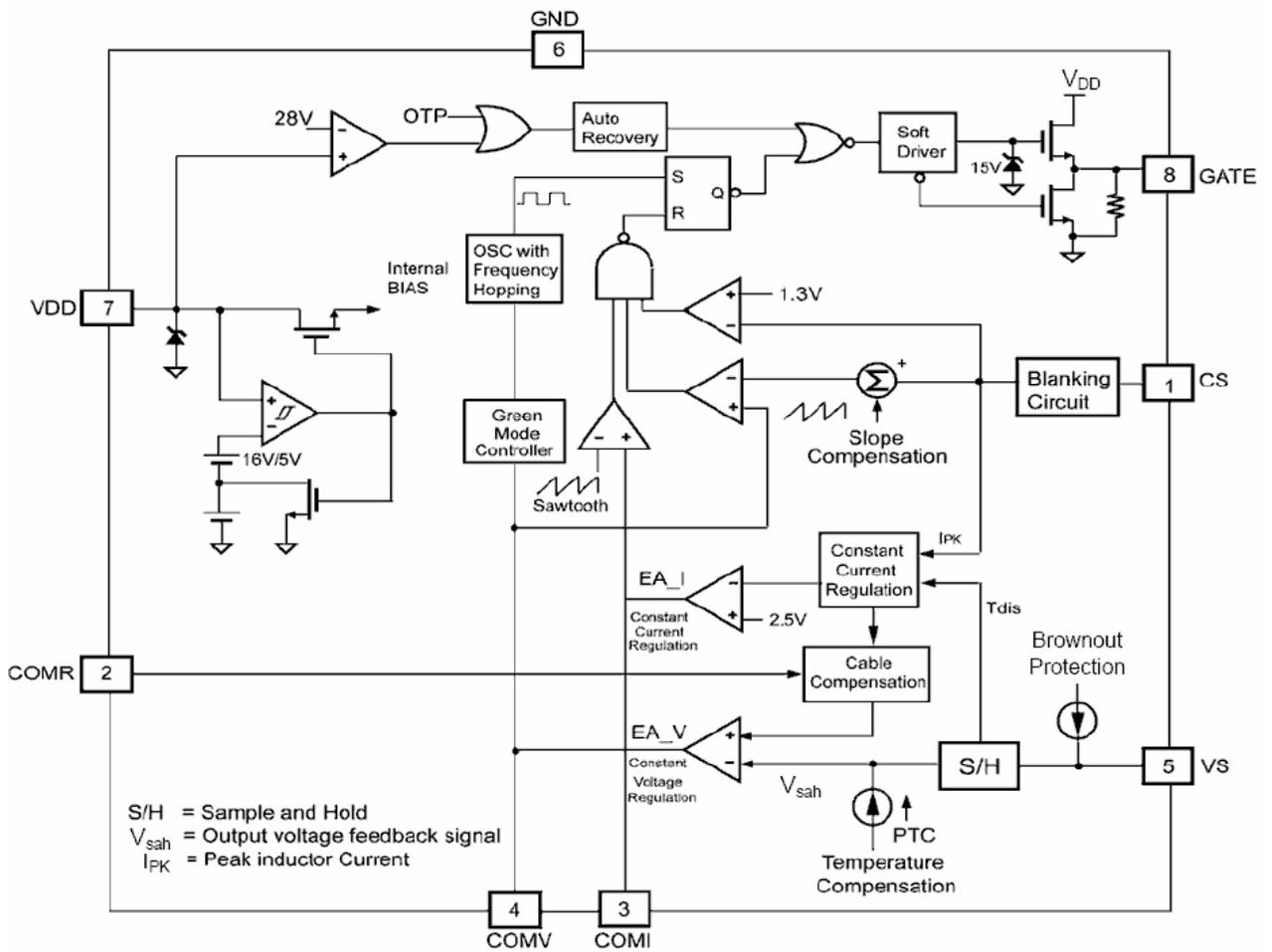


图3 集成式电源开关 (FSCQ 列) 内部模块示意图

结语

在当前与新兴能效规范以及市场需求的压力下，电源设计人员正努力寻找更高效率和性能并更稳健的解决方案，同时期望所有这些改进都不会产生任何额外的成本。飞兆半导体的初级端调节控制器有望大幅度提高未来 AC-DC 和 DC-DC 功率转换器解决方案的总体性价比。

采样和输出估算技术的独特结合可为 AC 适配器提供一种严格的调节和效率实现方案。无论是手机、无线电话以至 MP3 播放器，AC 适配器都几乎无处不需。现在，使用高效率且高性价比的半导体技术，便可以减小适配器的尺寸，降低成本，并提高效率。