

# 电荷泵电源以及在BMS上面的应用



胡摇扇

公众号“新能源BMS”，微信hu\_yaoshan，每周更新

+ 关注他

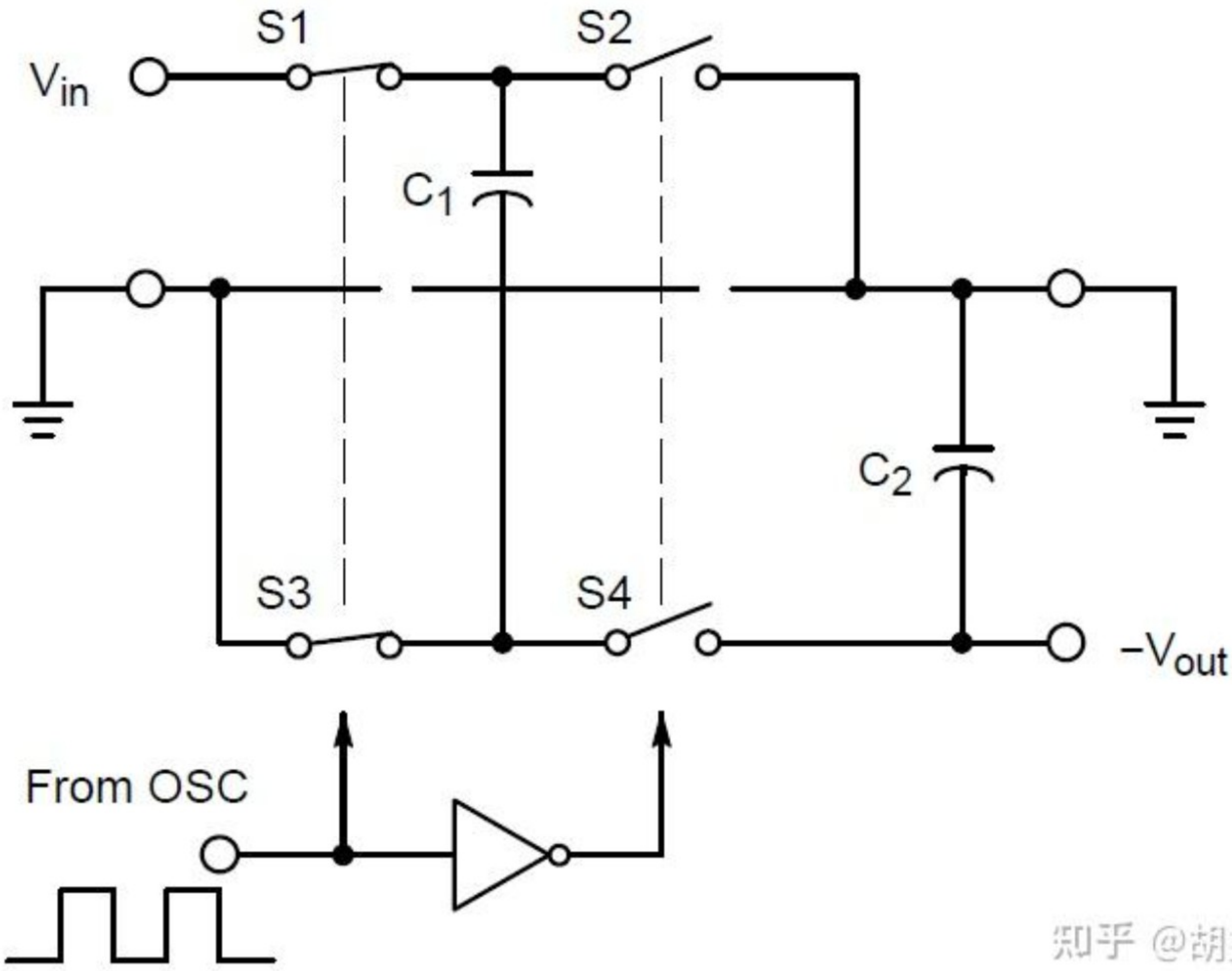
7 人赞同了该文章 >

最近太忙了，晚上加班回到家就想睡觉，电脑都不想打开，所以很多同学的留言来不及查看；不过天气确实凉快多了，这样睡得比较舒服。

这次一起学习开关电源的一种类型：**电荷泵电源**以及它在BMS上面的应用。

## 什么是电荷泵？

来自百度的解释为：电荷泵，也称为**开关电容式电压变换器**，是一种利用所谓的“快速”(flying)或“泵送”电容(而非电感或变压器)来储能的DC-DC(变换器)。电荷泵电路的电效率很高，约为90-95%，而电路也相当的简单。（图片来自于ON官网）



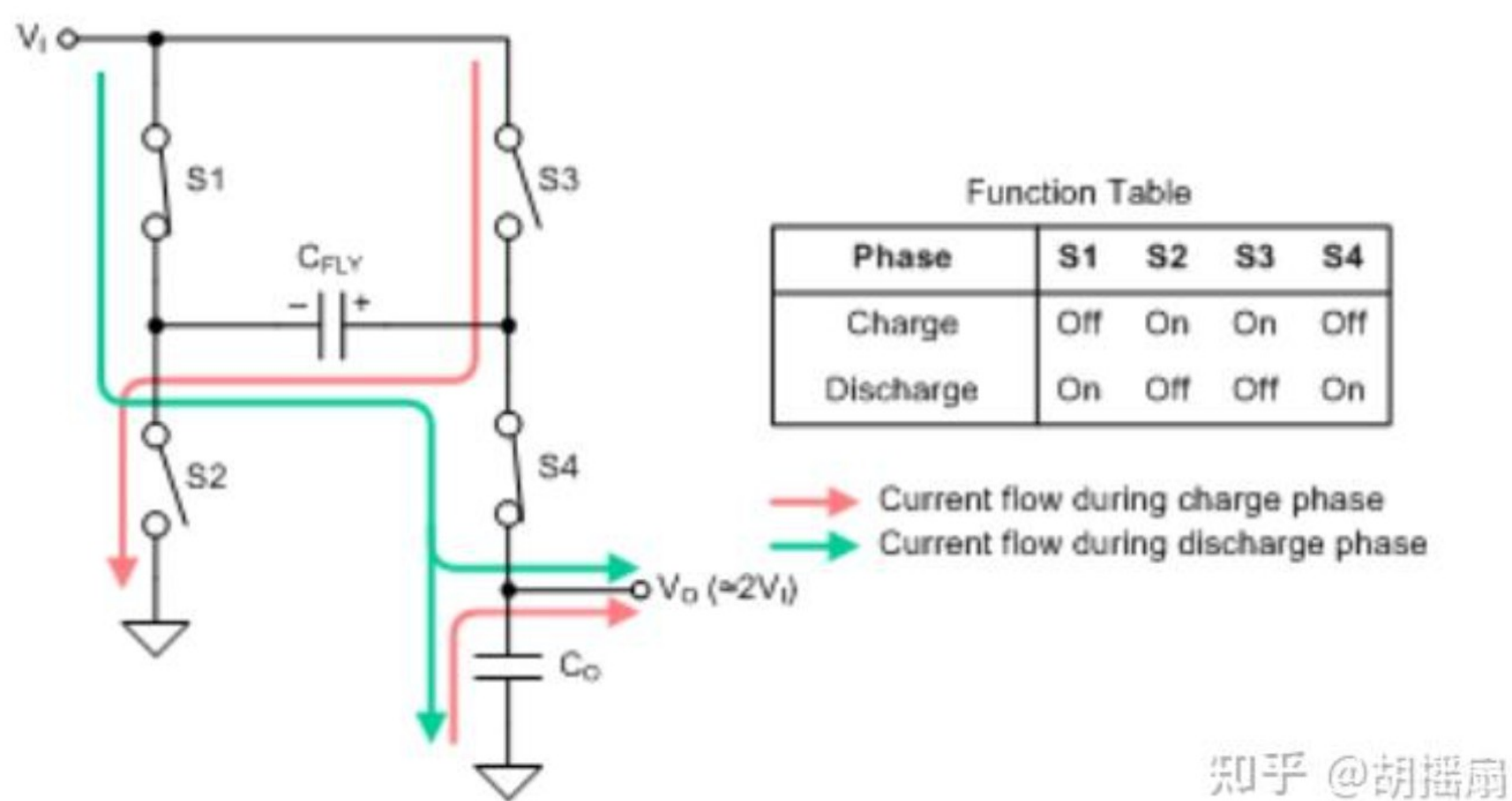
知乎 @胡摇扇

## 工作原理

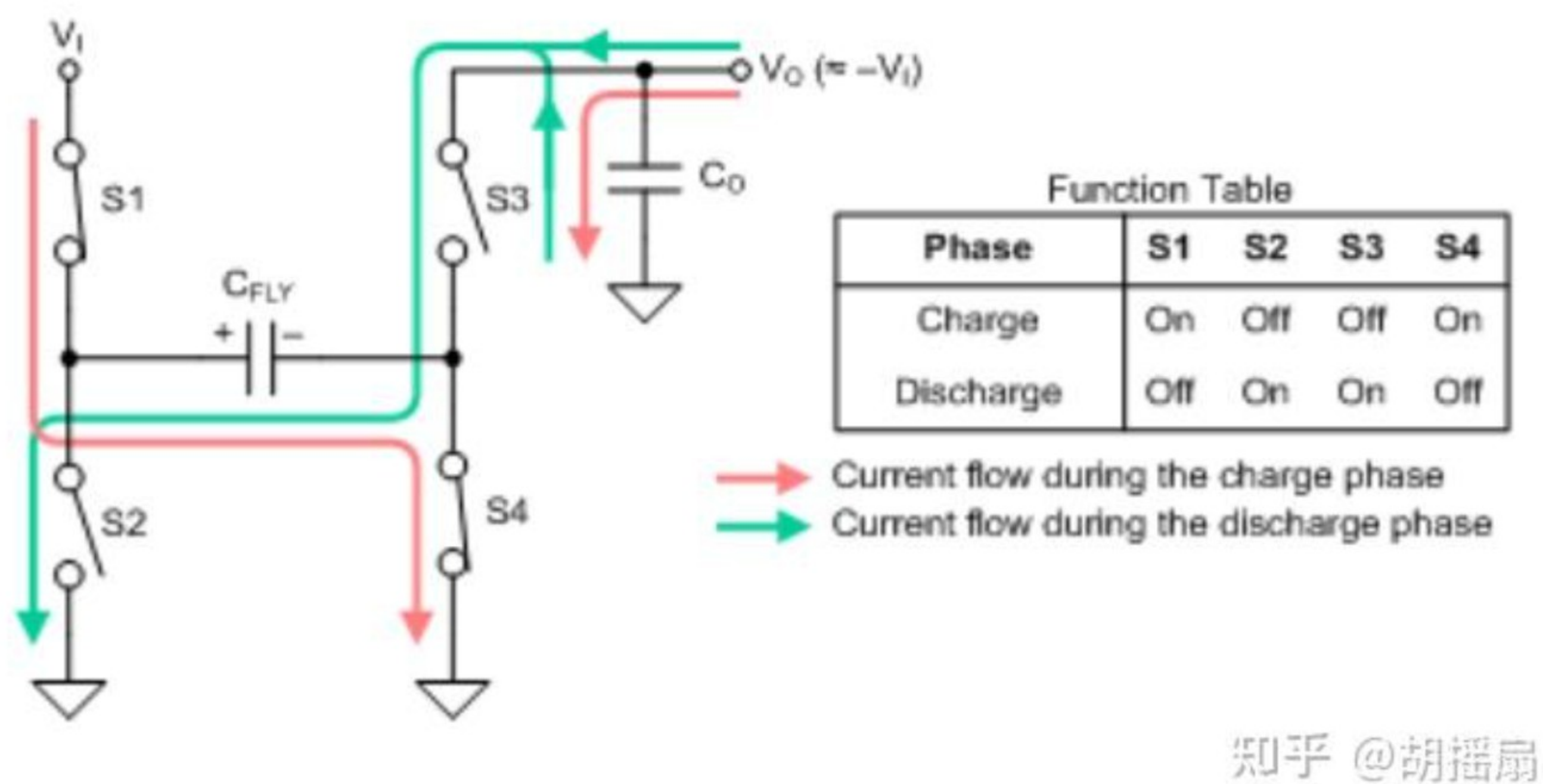
电荷泵电源的原理可以参照下图来理解（图片来自TI官网）：在充电阶段，开关S1和S4断开，开关S2和S3闭合；电流流过S2和S3，并将**电容CFLY**充电至电压VI。

在放电阶段，开关S1和S4闭合，开关S2和S3断开。CFLY的负极接到电源VI，所以正极处的电平等于两倍的VI；电流从VI流过电容CFLY和开关S1和S4；电荷从CFLY转移到输出电容器CO，以产生大约等于2VI的输出电压。



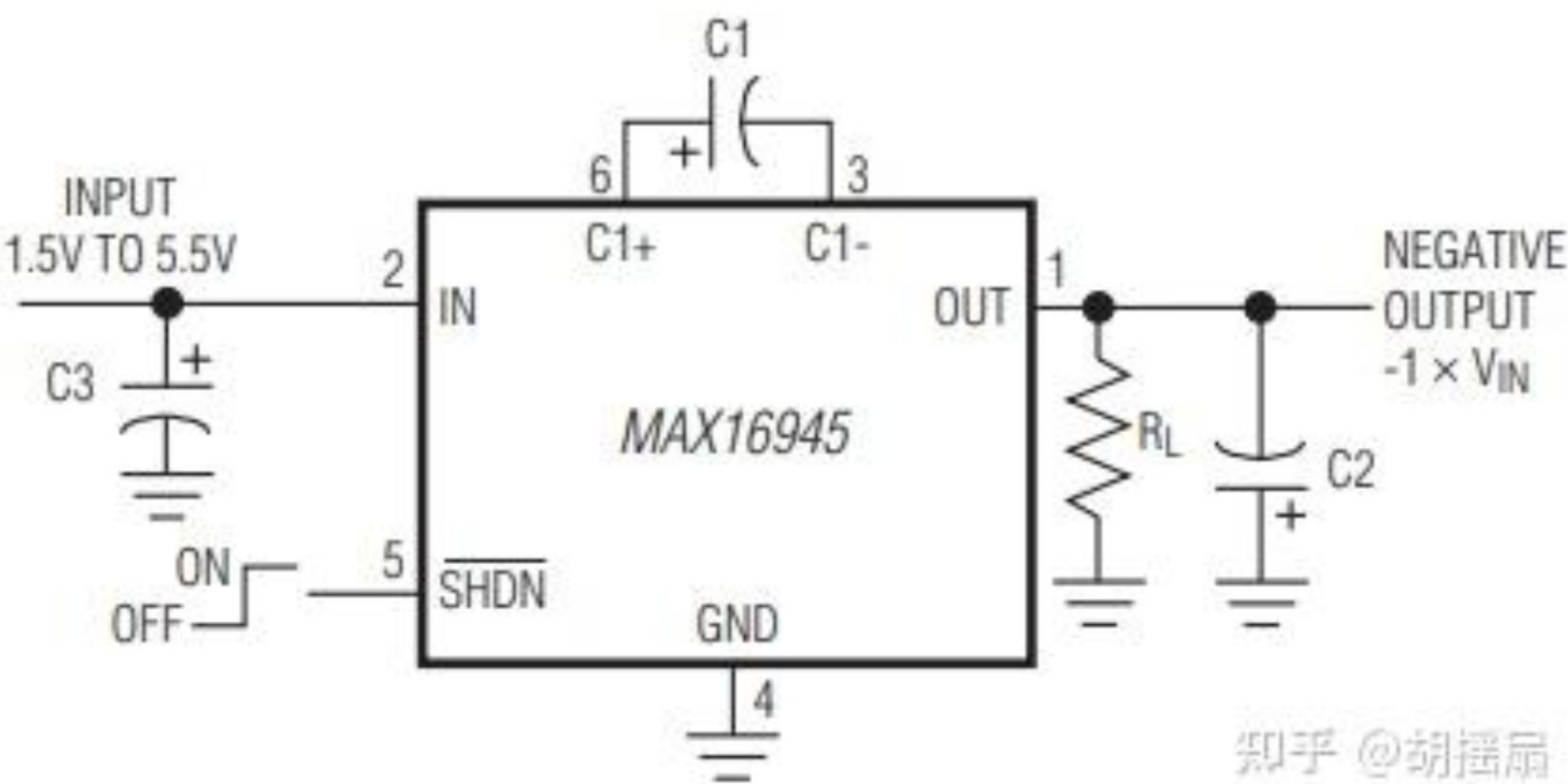


上面是两倍电压输出的形式，电荷泵还有一种常用的形式为负电压输出<sup>+</sup>（图片来自TI官网），首先闭合S1和S4，电源V<sub>I</sub>给电容C<sub>FLY</sub>充电；然后断开S1\S4，而闭合S2和S3，此时电容C<sub>FLY</sub>的正极接到了GND，而负极接到了负载电容C<sub>O</sub>，这样就实现了电压正负的翻转，对外输出电压为-V<sub>I</sub>。

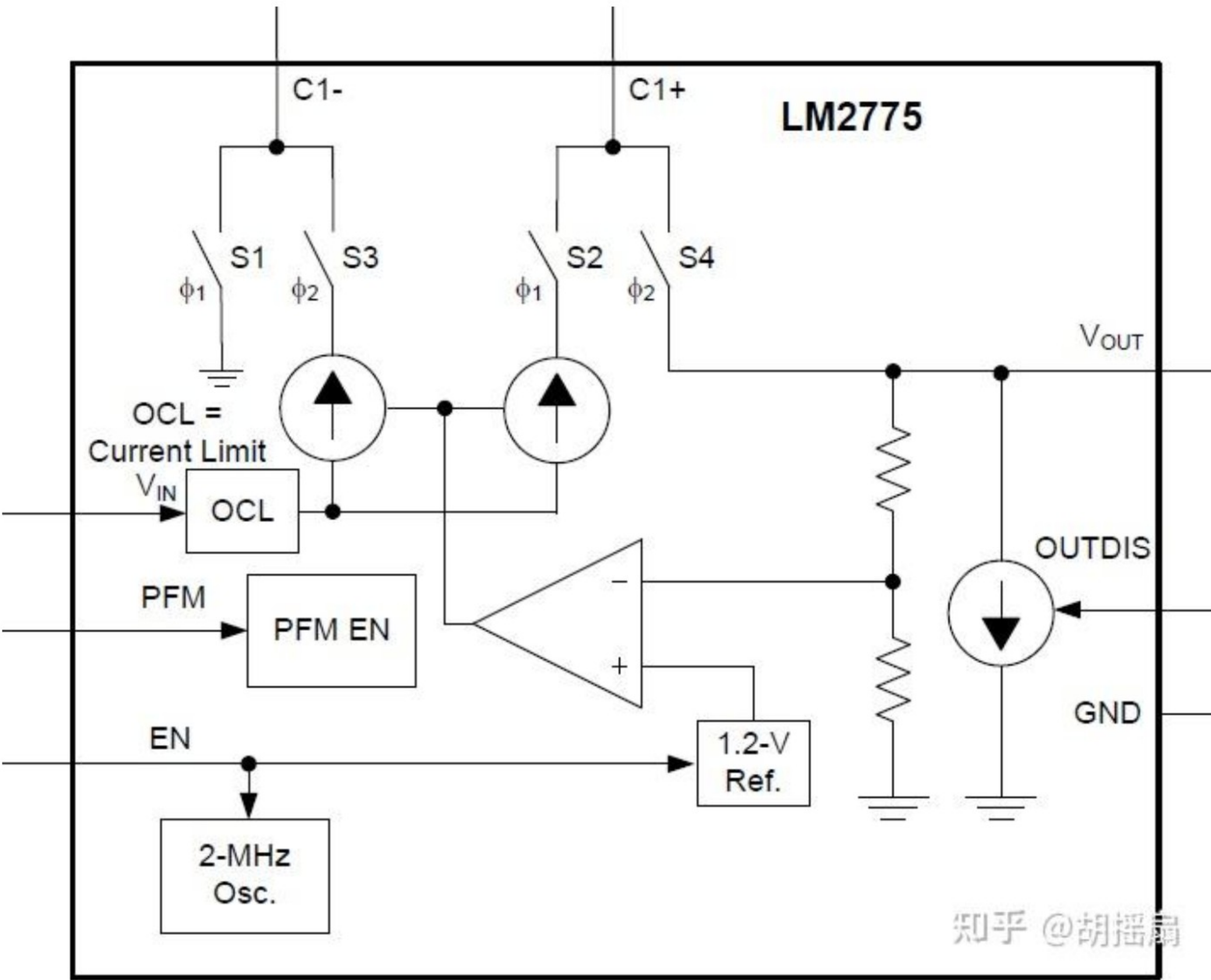


上面这两种形式的不同点是开关S3与S4的接法，大家稍微研究下就会明白，电荷泵电路变化的地方也就在此，而且有些电荷泵芯片<sup>+</sup>把内部几个开关的接法固定了；另外，这两种形式都是开环的方式，即没有输出的反馈调节，例如MAXIM的一款电荷泵芯片MAX16945，它的输出就是非稳压类型。





也有很多电荷泵芯片内部增加了反馈回路，例如TI的LM2775，内部集成了误差放大器，它用来调节内部的电流源而实现稳压。



电荷泵方案应用在负载不大、需要升压或负电压的场合时，成本以及方案复杂度比较有优势。

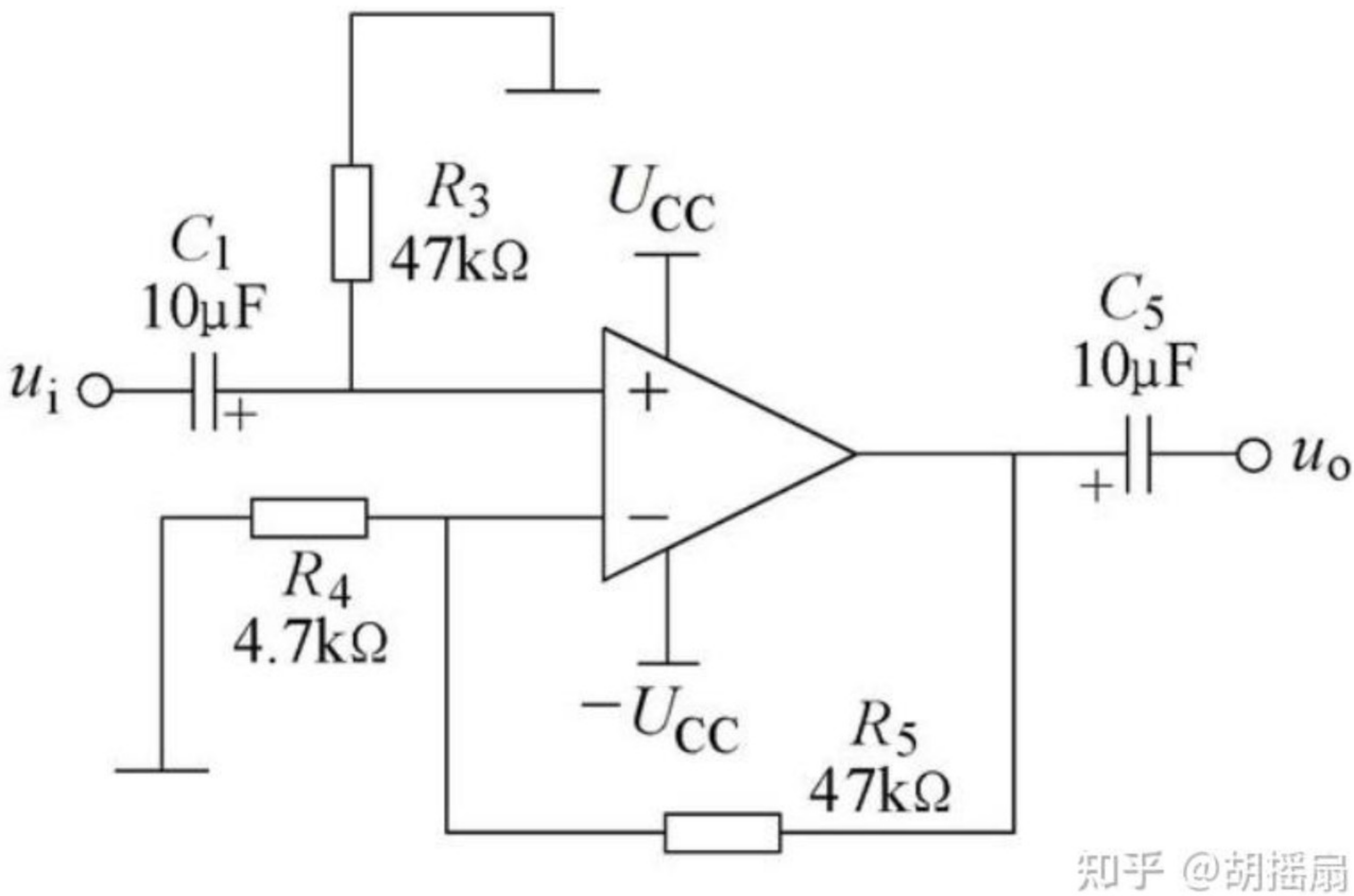


参数对比	Linear Regulator	Switching Regulator	
		Inductive	Charge Pump
Efficiency	20-60%	90-95%	75-90%
Ripple	Very low	Low	Moderate
EMI Noise	Very low	Moderate	Low
PCB Area	Very small	Largest	Medium
Cost	Lowest	Highest	Medium

电荷泵在BMS上面的应用

1、负电压供电

BMS上有些会通过运放来搭建运算电路，此时运放可能会需要正负电源同时供电，这里使用电荷泵来实现负压就是一个比较好的方案。（图片来源于网络）



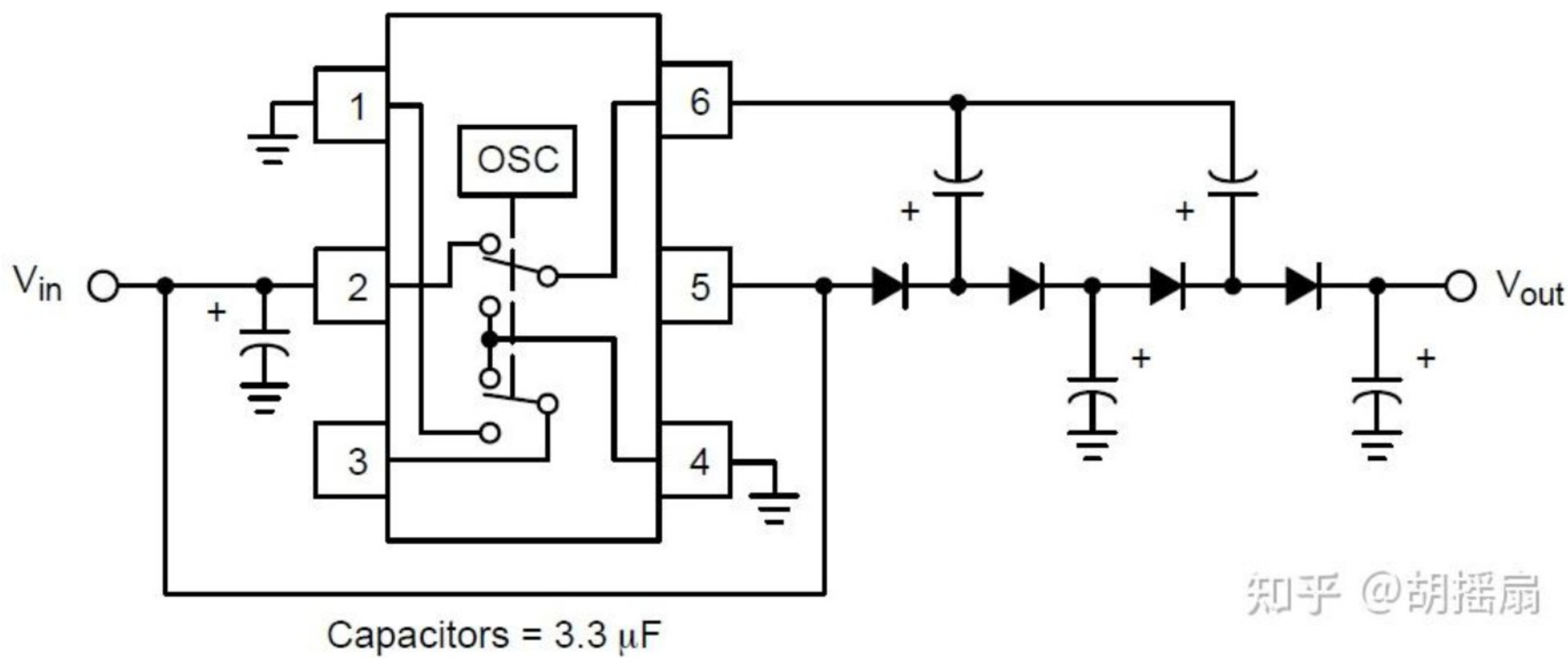
2、倍压电路+

BMS上面有些地方可能需要稍微高一些电源电压，但是负载却很小，例如用来驱动MOS等等，此时电荷泵就是一个比较好的选择。

一种方案是通过电荷泵芯片可以直接实现几倍的升压，例如下图的三倍升压电路（来自ON的NCP1729），外部通过二极管与电容的简单串并联就可以实现；NCP1729内部开关的接法是实现负电压输出，所以想要实现倍压电路，就需要外部增加二极管来配合，接法就是二极管正极接电



源，电容接开关，开关可以实现地与电源的切换即可。



还有一种方案，就是不使用电荷泵芯片，而借用开关电源的开关节点来实现，如下图（图片来自于TI官网）：在BOOST电路的基础上，在输出端连接二极管，而在开关节点SW处连接电容（下图中的RFLY是为了增加电荷泵的输出电阻用来限流）。

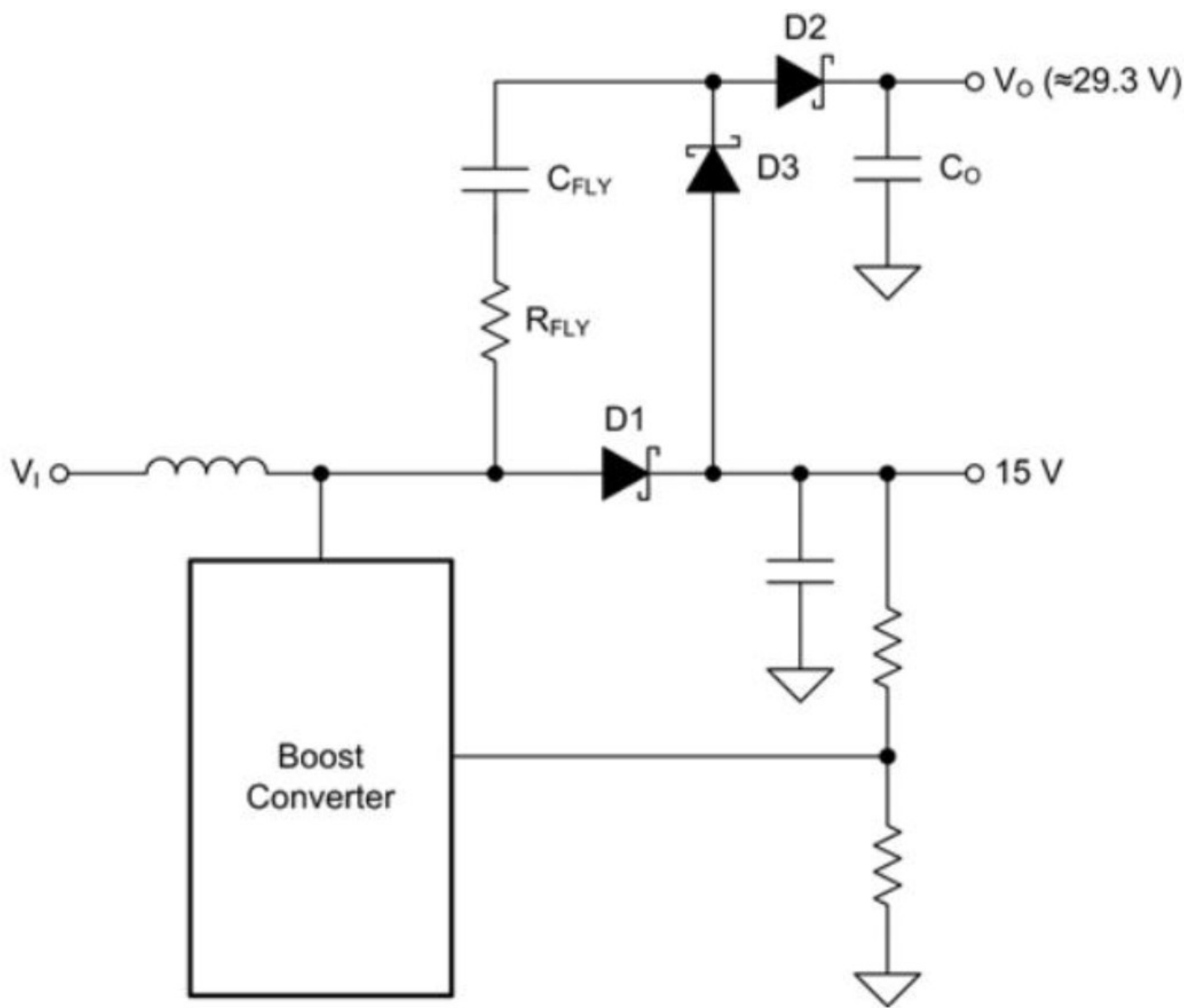
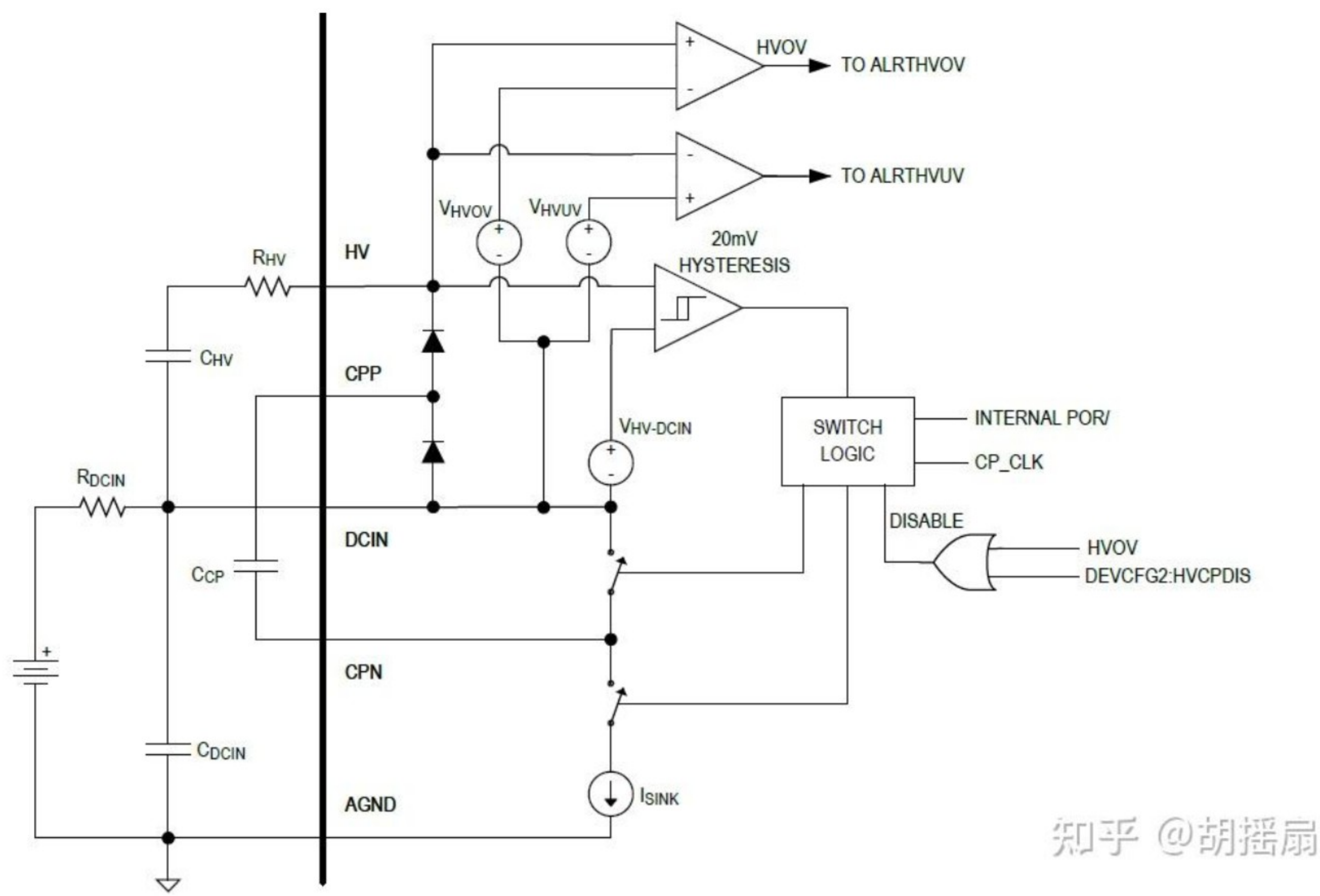


Figure 1: Driving a charge pump from the switch node of a boost converter

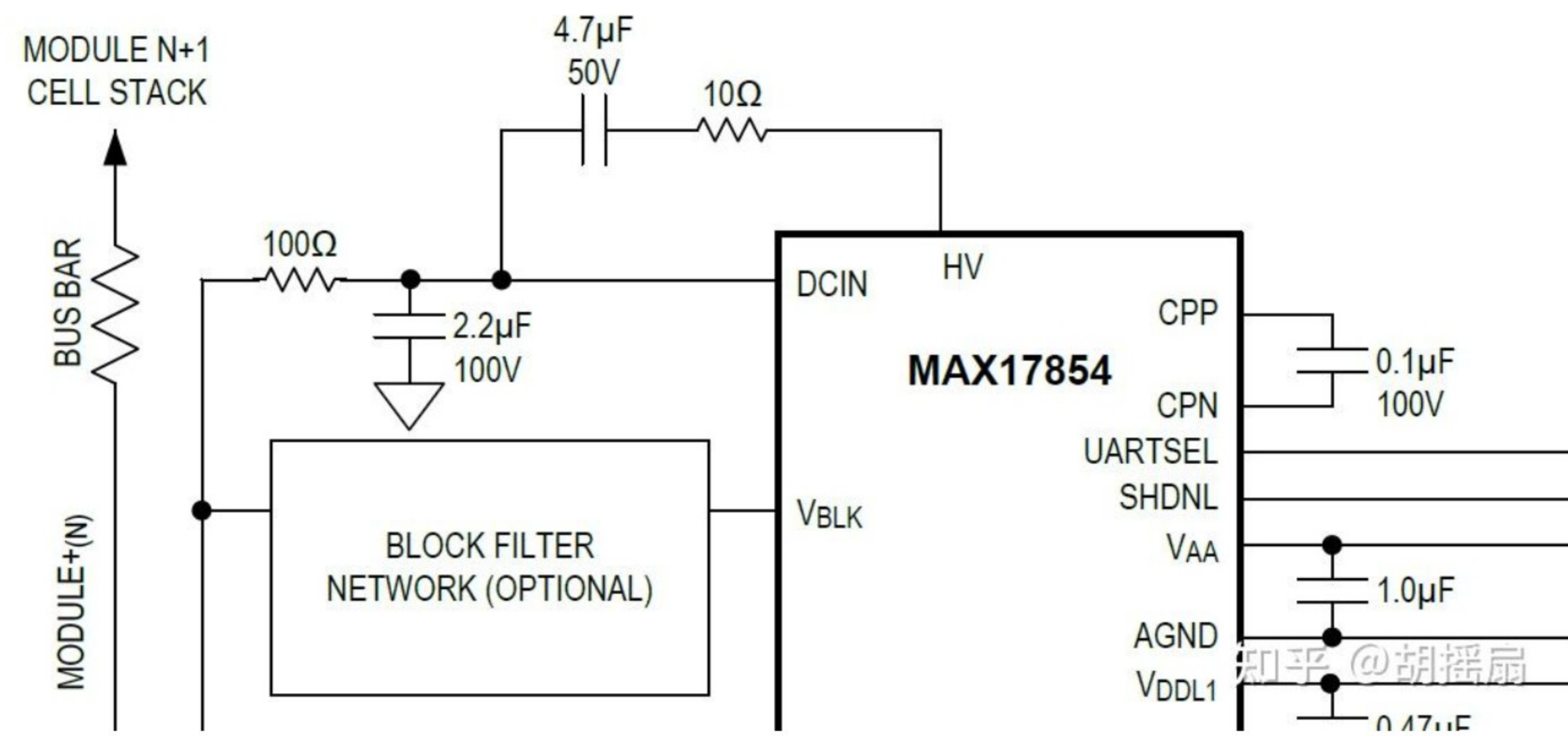
3、AFE内部供电

最后就是在电芯单体采样的AFE内部也存在电荷泵电路，典型代表就是MAXIM的MAX178XX系列；例如在MAX17854里面集成了这样一个电荷泵，输出端为HV引脚，它比DCIN会高6.9V左右，用于给内部的多路复用选通开关供电；电荷泵电路内部集成两个开关，一路可以接到地，另外一路可以接到DCIN，电容CCP就是CFLY。





注意HV引脚外部的RC接到了DCIN引脚，没有接到地，因为这里不需要实现倍压，只比DCIN电平高一些即可；实际应用电路中这个电阻选取了10Ω左右，应该是用于电容充电时限流的，否则可能损坏AFE内部。



参考文献 《Pump it up with charge pumps – Part 1》

总结：

最近在实践中学到了不少知识，这种感觉不错；以上所有，仅供参考。

发布于 2023-02-11 10:07 · IP 属地浙江