

非常见问题第180期: 使用按钮式数字电位器的 可调电压输出设计

Thomas Brand, 现场应用工程师

问题:

如何使用数字电位器来产生可调电压输出?



答案:

使用按钮式数字电位器。

本文介绍一款利用按钮式数字电位器简单高效地控制高达20 V电压的完整解决方案。这款完整的解决方案提供一种可调电源, 可用于需要可调电压输出的各种应用。图1显示具有可变输出功率的相应开关稳压器, 使用AD5116数字电位器和具有集成式推挽输出级的ADCMP371比较器。通过添加开关, 而不是按钮, 可以使用微控制器来调节电压。

AD5116具有64个可用的游标位置, 端到端电阻容差为 $\pm 8\%$ 。此外, AD5116包含一个EEPROM来存储游标位置, 可通过按钮手动设置。对于需要固定标准上电电压的应用, 这个功能非常有用。

该电路由电压 V_{IN} 供电, 最高可达20 V。AD5116和ADCMP371的电源电压 V_{DD} 也可由 V_{IN} 生成, 例如, 通过ADP121等稳压器。

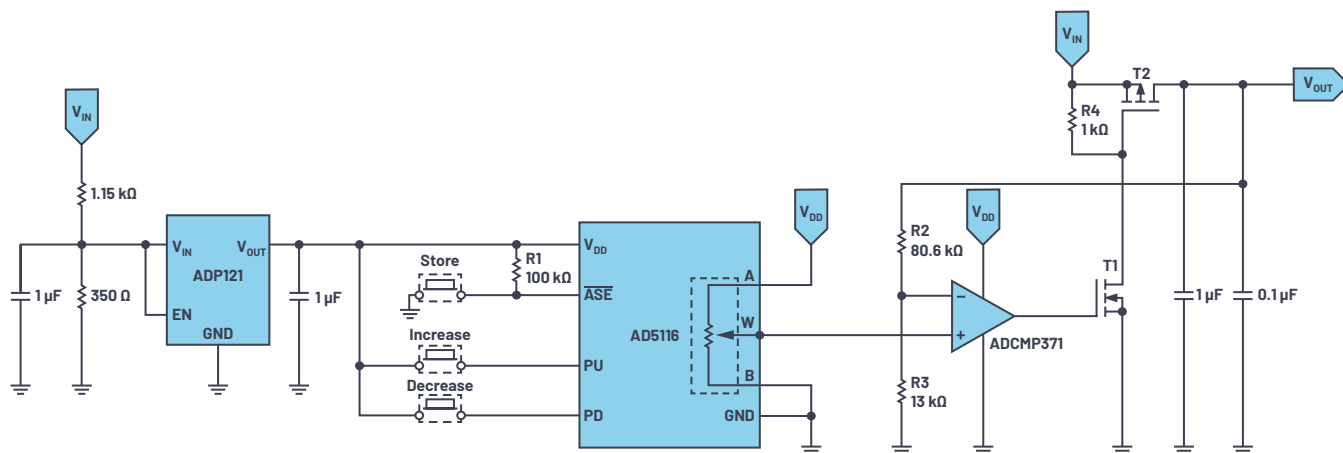


图1. 带可变输出、通过按钮控制的高压开关稳压器。

电路工作原理

输出电压 V_{OUT} 通过反馈网络的开关频率控制。通过分压器反馈到比较器，然后与数字电位器设置的基准电压进行比较。如果从 V_{OUT} 获取的电压高于基准电压，比较器输出切换到低电平，以阻隔NMOS晶体管T1和PMOS晶体管T2，从而降低 V_{OUT} 。如果从 V_{OUT} 获取的电压低于基准电压，比较器输出切换到高电平，两个晶体管切换到导通状态（饱和），从而增加 V_{OUT} 。通过这种基于比较的功能，晶体管在开启/关断模式下以短脉冲工作，使各晶体管保持低损耗。除电位器的输出电压外，开关频率还受 V_{OUT} 的负载影响。

随着数模转换器(DAC)输出电压增高，T2关断的时间变长，比较器输出相应增高。比较器输出提供一系列更高频率、速度更快的正电源输出脉冲。如果DAC输出电压降低，则情况相反。

经过滤波的 V_{OUT} 通过公式1确定。

$$V_{OUT} = V_W \times \left(1 + \frac{R_2}{R_3}\right) \quad (1)$$

V_W 为电位器抽头W处的DAC输出电压。

AD5116的A抽头和B抽头之间的电阻标称值为5 k Ω ，划分为64级阶跃。在量程的较低端，典型游标电阻 R_W 降至45 Ω 到70 Ω 之间。相对于GND的 V_W 输出电压为：

$$V_W = \frac{R_{WB}}{R_{AB}} \times V_A \quad (2)$$

其中 R_{WB} 为：

$$R_{WB} = \frac{D}{64} \times R_{AB} + R_W \quad (3)$$

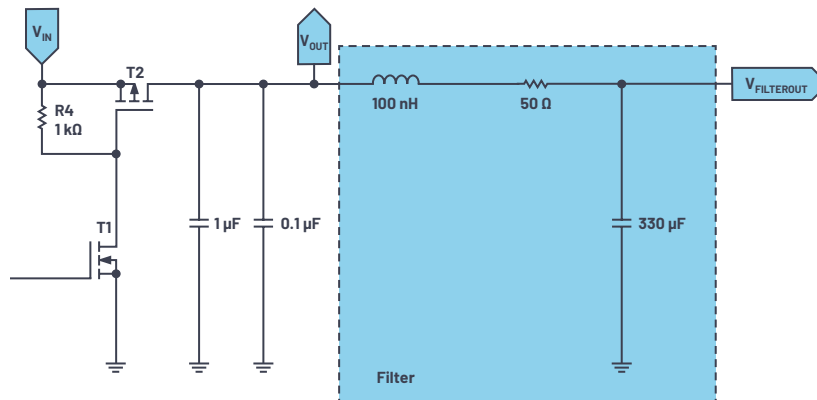


图2. 用于使输出电压平稳的滤波器电路。

R_{WB} 是抽头W和较低端的GND之间的电阻值。

R_{AB} 为电位器的总电阻。

V_A 为分压器串顶端的电压；在本例中，它等于 V_{DD} 。

D为AD5116的RDAC寄存器中二进制代码的十进制等效值。

AD5116的 R_{DAC} 寄存器通过按钮PD和PU进行控制。默认的上电位置（例如 $V_{OUT} = 0$ V）可以通过ASE引脚存储在电位器的EEPROM中。

滤波器输出：减少纹波

为了获得平稳的输出电压 V_{OUT} 并减少开关T1和T2导致的纹波，需要使用额外的滤波器电路（参见图2）。在设计此滤波器时，需考虑AD5116的最大和最小开关频率，以及其工作电压范围。

对于图2所示的电路，开关频率范围约为1.8 Hz至500 Hz。因为这个值相当低，所以在确定滤波器的截止频率时，通常需要使用更大的R、L和C值。但是，滤波器的串联电阻和输出负载构成了一个分压器，会降低输出电压。所以，在选择R值时，应选择相对较低的值。

该电路采用了一个简单的RLC低通滤波器。R和C分别为50 Ω 和330 μ F，L为100 nH。该电路在构建时，也可以选择使用脉宽调制器(PWM)来驱动晶体管和上游的误差放大器。

参考资料

CN-0405: 带按钮控制的高压输出DAC。ADI公司，2017年3月。

作者简介

Thomas Brand于2015年加入德国慕尼黑的ADI公司，当时他还在攻读硕士。毕业后，他参加了ADI公司的培训生项目。2017年，他成为一名现场应用工程师。Thomas为中欧的大型工业客户提供支持，并专注于工业以太网领域。他毕业于德国莫斯巴赫的联合教育大学电气工程专业，之后在德国康斯坦茨应用科学大学获得国际销售硕士学位。联系方式：thomas.brand@analog.com。

