

低噪声APD偏置电路

雪崩光电二极管(APD)被作为接收器探头用于光通信中。APD的高灵敏度和高带宽受到了设计者的广泛认可。APD工作时需要施加一个反向结压,当接收到射线时就会产生电子空穴对。电子空穴对被外加电场收集并转换为电流,电流强度正比于射线强度。

APD工作时施加在器件上的反向偏置电压引发了雪崩效应,雪崩增益可通过改变偏压进行调节。继而通过改变雪崩增益得到最优化的光纤接收器灵敏度。然而,要得到满意的雪崩增益,许多APD需要一个比较高的反向偏压,大多在40V至60V范围,有些甚至要求高达80V。

APD的缺点之一,是雪崩增益会随着温度变化而改变,而且还受制造工艺的影响。因此,在一个典型系统中,如果要求APD工作于恒定增益,高压偏置电源必须能够改变,以补偿因温度和制造工艺而造成的雪崩增益变化。要获得恒定的增益,APD电源一般来讲必须具有大约 $+0.2\%/^{\circ}\text{C}$ 的温度系数,大约相当于 $100\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ 。

APD电源

有很多现成的方法可用于调节某个电源的输出电压,以便补偿因温度造成的APD增益漂移。APD模块内含的温度测量元件,例如热敏电阻,可以被直接连接到电源来调节输出电压。有些系统中,也可以由微控制器(μC)读取电阻值,然后向电源发出指令来调节偏置电压。

图1所示的APD偏置电源基于一个低噪声、固定频率PWM升压转换器(U1)设计,采用一个工作于非连续电流模式的电感。开关速度被有意减慢,以便降低高频电压毛刺。开关速度的降低减小了高频 di/dt 和 dv/dt 速率,因而最大限度减小了通过电流环、印刷板线条或元件管脚间的电容向周围电路辐射或传导的噪声。

非连续电感电流工作模式利用跌落电感电流自然地关断二极管。MAX5026的开关频率为500kHz,内部的横向DMOS开关器件具有40V的极限耐压,再加上外部由C3, C4, D2和D3构成的倍压网络,使输出电压可高达71V。

稳态时倍压电路的工作过程如下:在导通时间内电容C2将电荷转移给C3,同时L1被充电,LX引脚为低(内部DMOS导通)。随着内部DMOS关断,

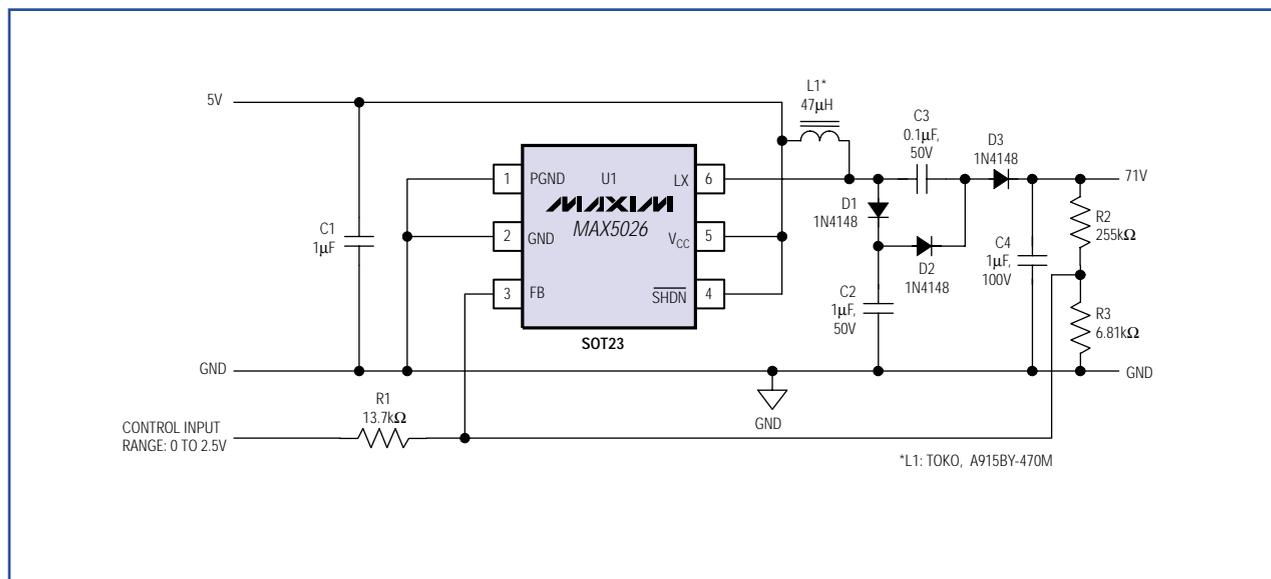


图1. 从0至2.5V改变控制输入电压,这个低噪声APD偏置电源可以产生从71V至24.7V的可调输出电压。

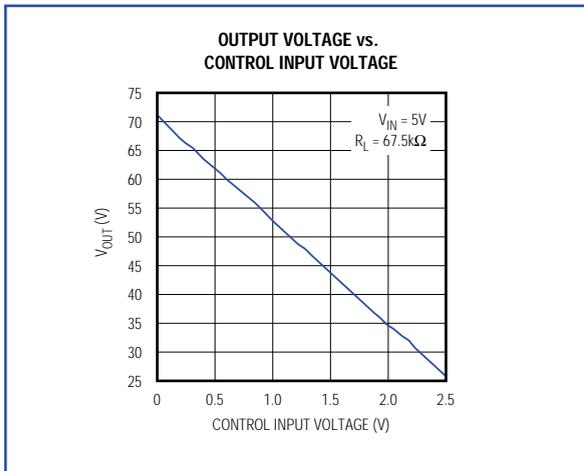


图2. 该曲线显示了图1电路的输出电压随控制输入电压的变化。

在电感中建立起的电流使D1和D3正向导通。这样，加到电容C4上的总电压为VC2和VC3之和。

MAX5026的特性对于该应用非常有利：

- 比较慢的内部FET上升和下降时间降低了di/dt和dv/dt噪声耦合。
- 非连续电感工作模式使D1自然换流，本质上消除了二极管的反向恢复所带来的高di/dt噪声。
- 固定的500kHz PWM工作频率产生预知的噪声频谱，更易于滤除。
- 高集成度带来低成本和小尺寸。

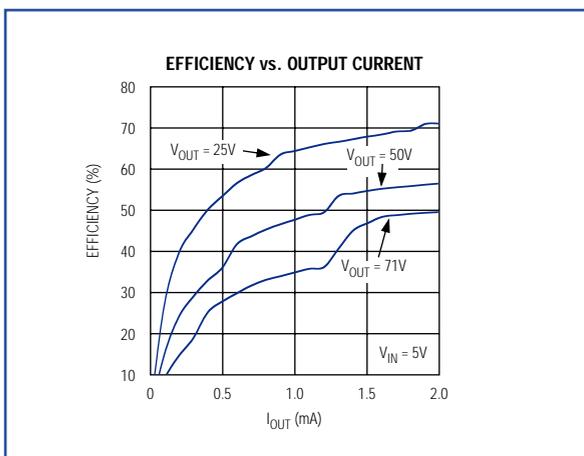


图3. 该曲线显示了图1电路的效率随输出电流的变化。

图1电路在5V输入，71V输出时，能够提供1mA以上的输出电流。图2显示了输出电压随控制输入电压的变化曲线，图3给出了该电路工作于三种输出电压时的效率曲线。输出电压可依据下面的关系设定：

$$V_{OUT} = \frac{V_{REF} \times (R2 \times R3 + R1 \times R2 + R1 \times R3) - V_C \times R2 \times R3}{R1 \times R3}$$

其中， $V_{REF} = 1.25V$ ， V_C 是控制输入电压。

图1电路在输出71V，驱动1mA负载电流时具有大约100mV_{p-p}的输出纹波。该项性能还可以通过在1μF陶瓷电容旁并联一个低成本电解电容(10μF/100V，Nichicon VX系列)改善到低于20mV的水平(见图4)。如果想更进一步降低噪声，可以采用滤波手段。APD电源要求的典型噪声电平在2mV上下。由于MAX5026的500kHz固定开关频率，采用一个简单的LC滤波器就可达到这个水平。

图5所示的APD电源具有可数字调节的输出电压。采用微控制器读取热敏电阻的值，实施温度补偿，通过查表对热敏电阻进行曲线修正，并且补偿APD因制造工艺而造成的增益变化。在此应用电路中，通过10位DAC(U2)从25V到71V调节输出电压时，将提供大约45mV的分辨率。

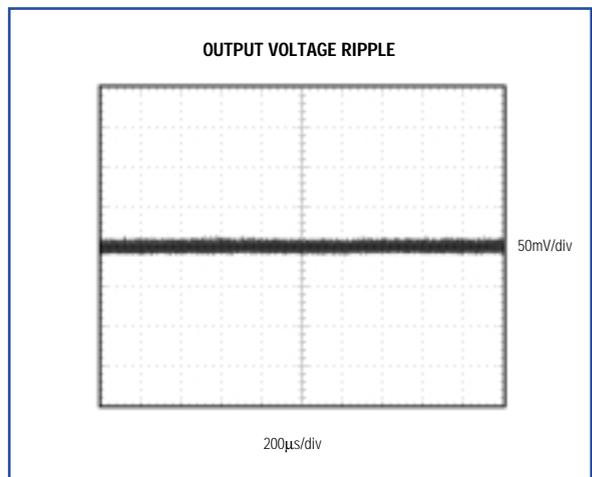


图4. 该曲线显示了图1电路的输出电压纹波， $V_{OUT} = 71V$ ， $I_{OUT} = 1mA$ ，1μF输出电容旁并联10μF电解电容。竖轴为50mV/div，横轴为200μs/div。

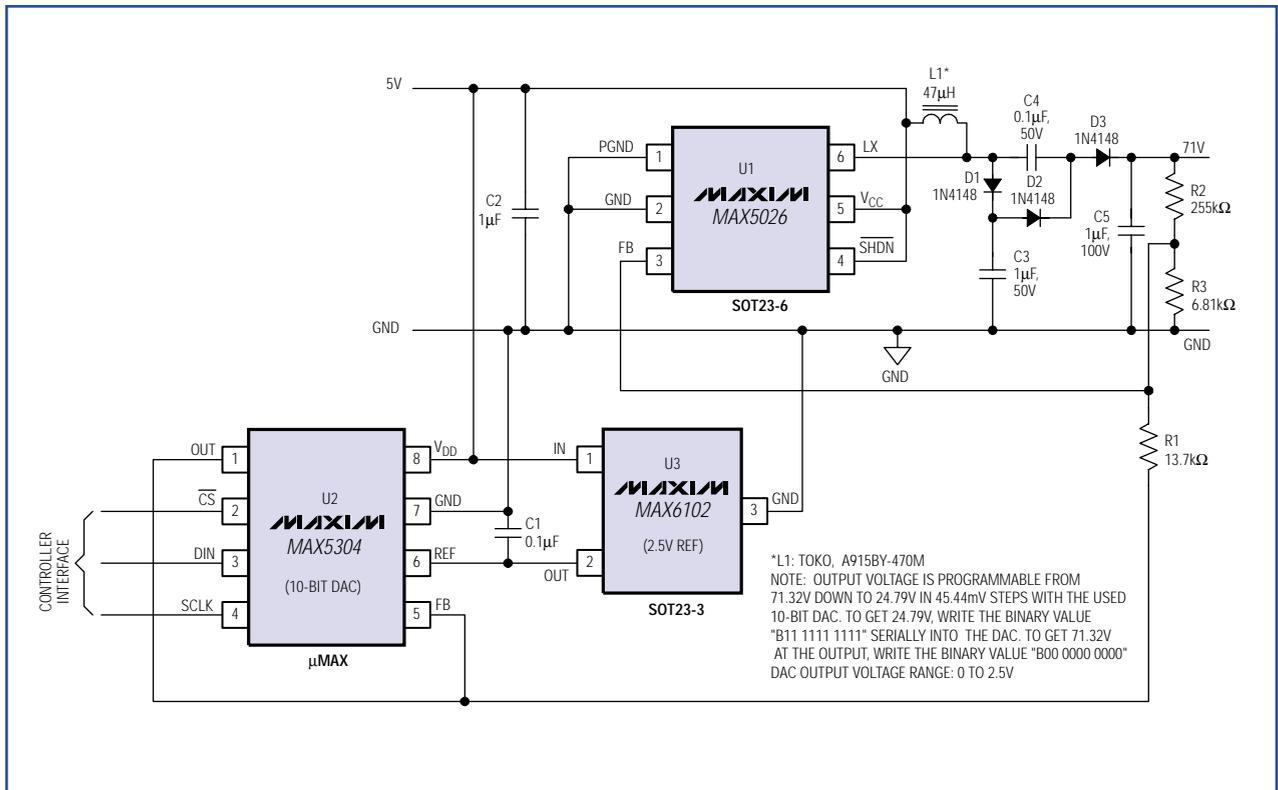


图5. 这个低噪声APD偏置电源的输出电压可数字编程，从25V至71V，步长45mV。