

如何使用数字电位器构建可编程振荡器

Thomas Brand, 高级现场应用工程师

数字电位器(digiPOT)功能多样, 应用广泛, 例如, 用于滤除或生成交流信号。但是, 有时频率必须能够有所变化, 并根据应用需求调整。在此类设计中, 支持通过适当的接口调整频率的可编程解决方案极为有用, 在有些情况下, 非常有助于开发。本文介绍一种简单易行的可编程振荡器构建方法, 其中, 振荡频率和幅度可以通过使用digiPOT来彼此独立地调节。

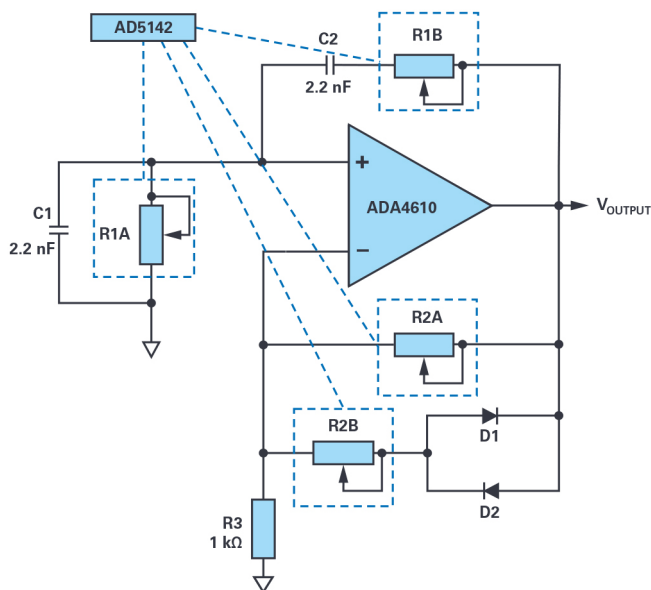


图1 振幅稳定的可编程文氏电桥振荡器, 其中电阻由digiPOT代替。

图1显示的是典型二极管稳定文氏电桥振荡器, 可用于在输出端(V_{OUTPUT})产生约10 kHz至200 kHz的精确正弦波信号。文氏电桥振荡器有两个桥路, 一个由带通滤波器构成, 另一个由分压器构成。除了ADA4610-1轨到轨精密放大器之外, 本示例还使用了AD5142 digiPOT, 其包含两个独立可控的电位器, 每个具备256步进分辨率。电阻值通过SPI编程设置, 如图2所示。或者, 可以使用由I²C控制的AD5142A。两种都可用作10 kΩ或100 kΩ电位器。

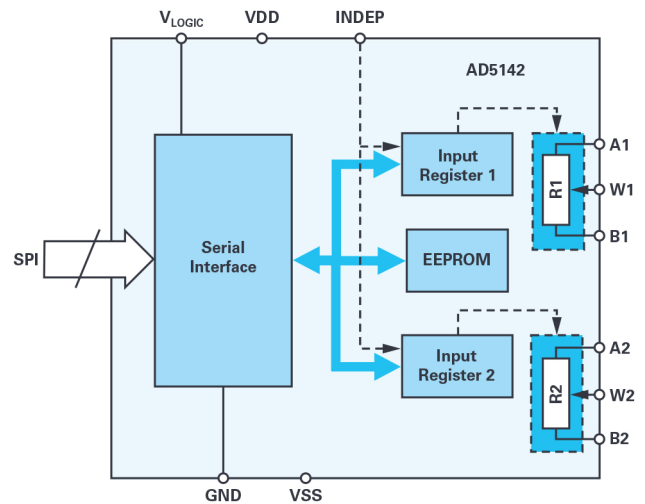


图2. AD5142的功能框图。

在图1所示的经典振荡器电路中, R1A、R1B、C1和C2的路径形成正反馈, 而R2A、R2B和两个并联二极管D1和D2或其电阻 R_{DIODE} 则形成负反馈。在这种情况下, 可以使用公式1:

$$R2 = R2A \parallel (R2B + R_{\text{DIODE}}) \quad (1)$$

为了实现持续稳定的振荡, 需要消除环路增益中的相移。用公式表示, 振荡频率:

$$\omega_0 = \frac{1}{RC} \text{ 或 } f_0 = \frac{1}{2\pi RC} \quad (2)$$

其中, R表示AD5142上的可编程电阻值:

$$R = \frac{256 - D}{256} R_{\text{AB}} \quad (3)$$

D表示AD5142中可编程数字代码的十进制等效值, R_{AB} 表示电位器的总电阻。

为了保持振荡，文氏电桥振荡器应当相对平衡，也就是说，正反馈增益和负反馈增益必须协调一致。如果正反馈（增益）过大，振荡幅度或 V_{OUTPUT} 将增加，直至放大器饱和。如果负反馈占主导，则振荡幅度将相应衰减。

在此处所示的电路中，增益 $R2/R1$ 应设置为2左右或更大些。这会确保信号开始振荡。

但是，交替开启负反馈环路中的二极管也会导致增益暂时小于2，从而使振荡稳定下来。

一旦确定所需的振荡频率，就可以通过 $R2$ ，不受频率影响地调谐振荡幅度。可以通过下式计算：

$$\frac{2}{3} V_{\text{OUTPUT}} = I_D \times R2B + V_D \quad (4)$$

所以，变量 I_D 和 V_D 分别代表通过 $D1$ 和 $D2$ 的二极管正向电流和二极管正向电压。如果 $R2B$ 出现短路，会产生约 ± 0.6 V的振荡幅度。 $R2B$ 的幅度量级正确时，则可达到平衡，从而使 V_{OUTPUT} 收敛。在图1所示的电路中， $R2B$ 采用了一个单独的100 k Ω digiPOT。

结论

通过采用所述的电路和10 k Ω 双digiPOT，可以分别以8 k Ω 、4 k Ω 和670 Ω 的电阻值调谐8.8 kHz、17.6 kHz和102 kHz振荡频率，频率误差低至 $\pm 3\%$ 。提高输出频率可能会影响频率误差。例如，200 kHz时，频率误差将增至6%。

在频率相关应用中使用此类电路时，必须注意不要超过digiPOT的带宽限值，因为该值与可编程电阻呈函数关系。此外，图1所示的频率调谐要求 $R1A$ 和 $R1B$ 的电阻值相同。但是，两个通道只能依次设置，并会导致瞬时临界中间状态。对于某些应用，这种情况是不可接受的。在这些情况下，可以使用支持菊花链模式的digiPOT（例如AD5204），以便能够同时更改电阻值。

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。

在线支持社区



访问ADI在线支持社区，中文技术论坛
与ADI技术专家互动。提出您的棘手设计问题、浏览常见问题解答，或参与讨论。

请访问ez.analog.com/cn



ADI公司
请访问analog.com/cn

如需了解区域总部、销售和分销商，或联系客户服务和技术支持，请访问analog.com/cn/contact。

向我们的ADI技术专家提出棘手问题、浏览常见问题解答，或参与EngineerZone在线支持社区讨论。
请访问ez.analog.com/cn。

©2019 Analog Devices, Inc. 保留所有权利。
商标和注册商标属各自所有人所有。

“超越一切可能”是ADI公司的商标。

TA21685sc-11/19

