

功能强大的信号发生器 输出级设计

Thomas Brand, 现场应用工程师

信号发生器产生定义的电信号，其特性随时间推移而变化。如果这些信号表现为简单的周期波形，如正弦波、方波或三角波，那么这些信号发生器称为函数发生器。它们通常用于检查电路或组件的功能。将信号发生器定义的信号施加于被测电路的输入端，并在输出端连接至相应的测量设备（例如，示波器）。这样用户就可以对电路进行评估。过去，挑战通常包括如何设计信号发生器的输出级。本文介绍如何设计通过电压增益放大器(VGA)和电流反馈放大器(CFA)搭建的小型经济的输出级。

典型的信号发生器提供25 mV至5 V输出电压。为了驱动50 Ω 或更高的负载，一般会在输出端使用功能强大的分立式组件、多个并行组件，或者成本高昂的ASIC。其内部通常有继电器，允许设备在不同的放大或衰减级之间切换，从而调节输出电平。根据需要开关继电器来实现各种增益时，在一定程度上会导致操作断续。简化框图如图1所示。

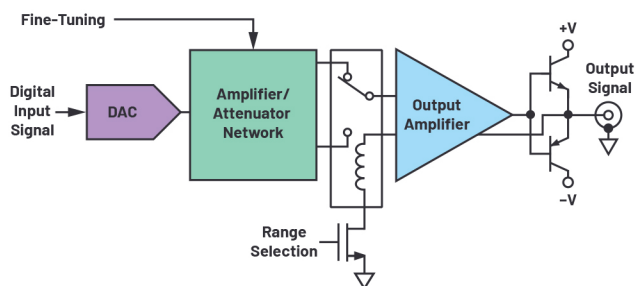


图1. 典型的信号发生器输出级的简化框图。

使用新款放大器IC作为输出级功放，可无需使用内部继电器而直接驱动负载。因此简化了信号发生器的输出级设计，且降低了复杂度和成本。这种输出的两个主要组件会构成一个强大的输出级，提供高速、高压、高电流，以及具有持续线性微调功能的可变放大器。

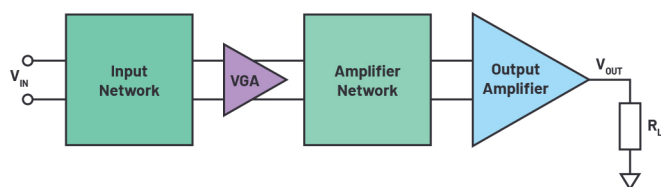


图2. 带VGA的信号发生器输出级的简化框图。

首先，原始输入信号必须通过VGA放大或衰减。VGA的输出信号可以设置为所需的幅度，这种幅度与输入信号无关。例如，如果增益为10时，输出幅度 V_{OUT} 为2 V，则VGA的输出幅度必须调整至0.2 V。遗憾的是，许多VGA因为有限的增益范围而产生瓶颈。增益范围很少能大于45 dB。

ADI公司在低功耗VGA [AD8338](#)上实现了0 dB至80 dB可编程增益范围。因此，在理想条件下，可以将信号发生器的连续输出幅度设置在0.5 mV和5 V之间，且无需额外使用继电器或开关网络。通过去除这些机械组件，可以避免不连续的输出。因为数模转换器(DAC)和直接数字频率合成器(DDS)组件通常具有差分输出，所以AD8338提供全差分接口。此外，通过灵活的输入级，任何不对称的输入电流都可以通过内部反馈环路得到补偿。同时，内部节点保持在1.5 V。在正常情况下，最大1.5 V输入信号在通过500 Ω 输入电阻时，产生3 mA电流。在输入幅度较高（例如15 V）时，可能需要在输入引脚串联一个更高的电阻。该电阻阻值也要使得与输入电压为1.5V时一样，产生最大不超过3mA输入电流。

许多商用信号发生器在50 Ω （正弦波）负载下提供最大250 mW (24 dBm)的有效输出功率。但是，这对于具有较高输出功率的应用通常不够用，例如测试HF放大器或生成超声脉冲的要求。因此，还需要使用电流反馈放大器。[ADA4870](#)可以在 ± 20 V电源电压条件下输出 ± 17 V/1 A。正弦波可以在高达23 MHz的频率下实现满负载输出，这使其成为通用任意波形发生器的理想前端驱动器（输出级）。为了优化输出信号摆幅，将ADA4870的增益配置为10，因此所需的输入幅度为1.6 V。但是，由于ADA4870具有接地参考输入，而上游的AD8338具有差分输出，所以应在两个部件之间连接差分接收器放大器，以实施差分至单端的转换。[AD8130](#)提供270 MHz的增益带宽积(GBWP)，压摆率为1090 V/ μ s，非常适合此应用。AD8338的输出限制在 ± 1 V，所以AD8130的中间增益应设计为1.6 V/V。整体电路配置如图3所示。在22.4 V (39 dBm)幅度和50 Ω 负载下，可实现20 MHz带宽。

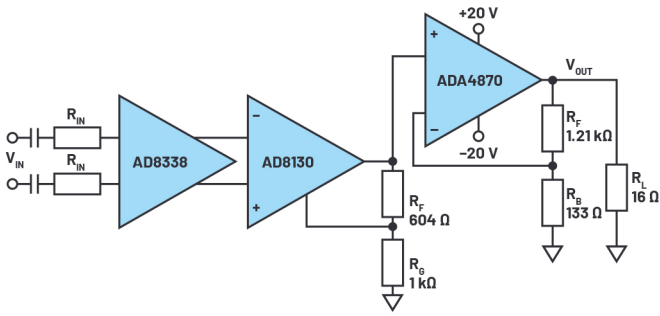


图3. 采用分立设计的信号发生器输出级的简化电路。

通过更高功率的VGA(AD8338)、大功率的CFA(ADA4870)和差分接收器放大器(AD8130)的组合，可以相对轻松地构建紧凑型高功率信号发生器输出级。它具有更高的系统可靠性、更长的服务寿命和更低的成本，因此优于传统输出级。

参考文献

Hunter, David. “两款新器件重塑信号发生器。” 模拟对话，2014年10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。

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

