

设计问答

可变增益放大器

Don Tuite

模拟/电源编辑
《Electronic Design》

什么是可变增益放大器(VGA)?

可变增益放大器(VGA)是一种能够利用电压设定增益的信号调理放大器,可以分为模拟VGA以及数字VGA,即: DVGA。

以上两种VGA都通过模拟电压控制增益,不同之处在于施加电压的方式。用户可通过数模转换器(DAC)、函数发生器,或者直流信号源来提供VGA的控制电压。VGA的频率范围能从直流到吉赫兹,并能采用多种输入/输出(I/O)配置。

如何控制VGA的增益?

在模拟VGA之中,以dB为单位的增益是输入电压的线性函数(图2a和2b)。数据手册中给出了0V输入的交调截点,并且提供 V_{GAIN} 引脚上电压的斜率dB/V。对于DVGA,由施加到数字端口或寄存器的二进制代码或数字控制字来控制增益。该控制字可以是串行的或并行的,并且工作方式与寄存器

类似,具有系统数字部分的地址。在任一情况下,二进制输入步长以dB为单位进行加权(图2c)。

什么样的应用使用VGA?

VGA有助于对动态范围较宽的信号进行调理。以手机接收器为例,输入信号电平范围从数微伏特到数伏特,这取决于基站和手机之间的距离。在科研、工业和医疗应用中也可以找到类似宽动态范围的实例,如测量设备和超声成像设备的“前端”,这两种设备均可用于生物诊断和工业故障分析。

广义上讲,可以在以下两种情况下使用VGA。

第一种情况是,电路的设计人员必须使输入信号电平以及器件的满量程输入匹配,如模数转换器(ADC)或者FM鉴频器。第二种情况是,设计人员必须使固定的输入电压按比例缩放以补偿可变损耗,例如,调节传输线上的电压电平。在这些应用中,VGA可降低成本并节省空间。此外在噪声、失真和功耗方面也具有更高的性能。

VGA使用哪种内部结构?

目前广泛使用的结构有两种:跨导线性放大器和指数放大器。跨导线性VGA内核使用二极管方程的原理,该方程描述了双极性器件的结电流和基极电压之间的指数关系(图1a)。指数型VGA集成了高精度匹配的R-xR梯形衰减器和内插器,后接固定增益放大器(图1b)。在梯形衰减器中有六到八个“梯级”,并且内插器电路响应VGA的控制电压扫描该梯形衰减器。

现实世界中的哪些应用采用VGA?

在通信、有线电视、医疗设备和工业应用中都可找到VGA的身影。在医疗和工业扫描仪应用中,VGA用于时间增益控制(TGC)的专用电路中,对所探测的介质中的衰减进行补偿。在医疗超声系统中,从体内深处组织得到回波的放大倍数要大于从体表得到的。

在通信应用中,VGA作为自动增益控制(AGC)放大器或“输出”VGA以调节电缆系统的输入电压。在这种应用中,通过调节VGA的增益保持信号的幅度和完整性,从而使它与电缆的长度和所连接的接收器数目无关。

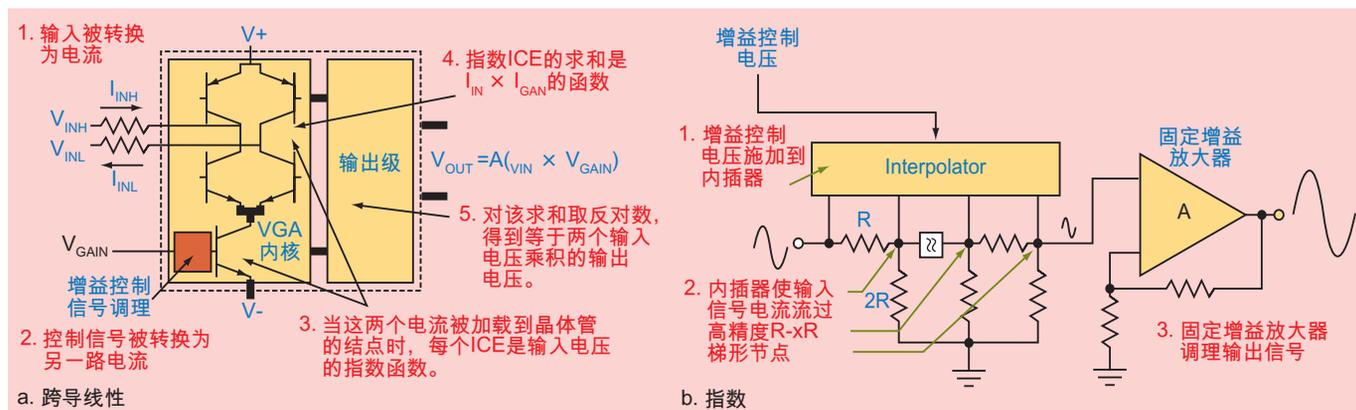


图1: 在主要考虑低成本的应用中,可采用跨导线性VGA(a)。X-AMP VGA在噪声和失真特性方面具有优势,可以进行微调以获得高精度。

产品问答

内置发送驱动器的数字可编程VGA

ADI公司的AD8260是工业和汽车电缆连接应用的理想选择，它集成了一个可用作发射器的大电流驱动器和一个可用作接收器的低噪声数字可编程VGA。接收器部分包括一个单端输入前置放大器和一个dB线性差分输出VGA。其增益范围是30dB，调节步长为3dB，-3dB带宽为230MHz。发送驱动在3.3V电源工作时能提供±300mA的电流，非常适于驱动低阻抗的负载。该器件采用32引脚LFCSP封装，工作温度范围是-40~105℃。

通用、宽带、直流耦合VGA

ADI的AD8336是通用低噪声单端VGA，工作电源电压范围较宽。在60dB的增益范围内提供115MHz的带宽，2V阶跃电压时，压摆率550V/μs。它采用16引脚LFCSP封装，工作温度范围-55~125℃。

超低失真数字控制双通道VGA

ADI公司的AD8376是业界首款双通道、数字控制、宽带VGA，具有精确增益控制、高IP3和低噪声的特点。在200MHz频率下获得50dBm的IP3输出，并提供24dB宽增益范围，分辨率为1dB。这种高集成度的解决方案可替代由数字衰减器和IF放大器组成的分立电路，且每通道电流消耗仅为130mA。它采用32引脚LFCSP封装。

直流耦合VGA 提供出色的增益与带宽



小尺寸的双路数字控制VGA



1dB步长、可编程双通道VGA

ADI公司的AD8372可以提供精确增益控制、高IP2、良好的失真性能和适度的信号带宽，适于用作多通道接收器应用的增益控制器件。AD8372提供41dB的宽增益范围，每通道静态电流的典型值为106mA，采用32引脚LFCSP封装。

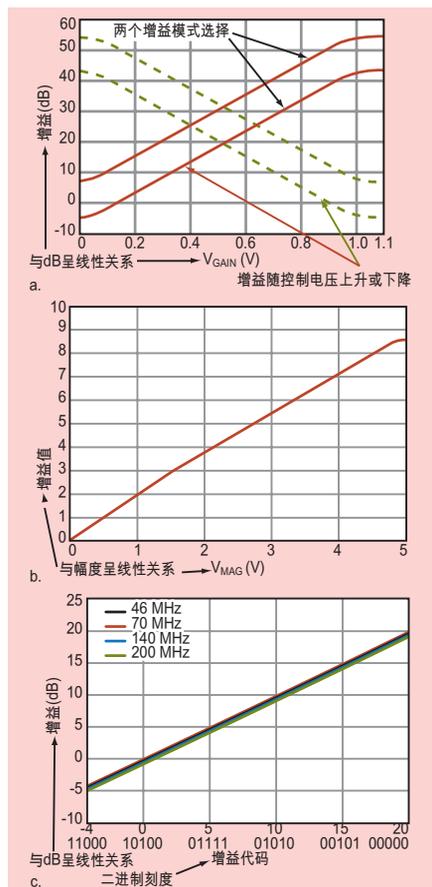


图2: 模拟增益控制具有很多优点。首先，控制电压与dB(图2a)和幅度(图2b)呈线性关系。(图2a所示，无论是增益上升还是增益下降模式，增益控制的一致性都很好)。数字控制(图2c)在与dB呈线性关系和一致性很好，但增益值是离散的。

哪类应用适于采用模拟VGA或者数字VGA?

利用时间增益控制的两类应用适合采用模拟VGA: 超声扫描仪和相控阵雷达。这两类应用都并行使用了大量的放大器，这些放大器均需要相同的增益控制。将同一模拟控制电压提供给每个VGA，可以更容易实现该操作。

另一方面，数字VGA可以用于有线电视的电缆信号调理。因为这个系统通过有线电视公司头端的下行信号衰减来对用户端机顶盒的上行信号电平进行调节。

欲了解ADI公司可变增益放大器系列产品的更多信息，请访问
www.analog.com/zh/VGA-FAQs。