

利用单VGA实现 60 dB 宽动态范围、低频AGC电路

作者: James Staley

简介

低频自动增益控制(AGC)电路可用于敏感麦克风前置放大器和调节器等应用中的音频和电源设备。图1所示为一个AGC电路(一个闭环反馈系统)。该环路包括一个可控增益单元、一个检测器、一个稳定的基准电压源和一个比较电路。

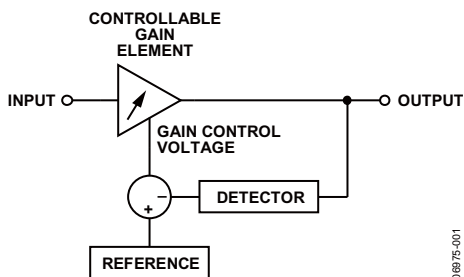


图1. 使用可变增益放大器的AGC电路

本应用笔记介绍一种低频AGC电路, 使用一个宽动态范围的可变增益放大器(VGA)AD8336作为增益控制单元, 一个有效值有效值-直流转换器AD736作为检测器, 一个LDO ADP3339作为基准电压源, 并使用一个低成本轨到轨运算放大器AD8551。由于AD8336具有较宽的可控增益范围和电路灵活性, 本应用笔记将予以主要介绍。

可控增益单元

VGA是一种特殊的放大器, 它不像典型运算放大器电路那样采用一组固定电阻来控制增益, 而是通过电子方式来控制其增益。在各类通信应用中, VGA是自动增益控制电路的常用和首选解决方案。

VGA的工作频率范围为数百千赫到数百兆赫。理想的VGA作为线性放大器工作, 不会引入失真或以其他方式破坏所需信号。

使用VGA时, 增益单元是一个与电子音量控制相结合的放大器。在此示例中, 可控增益单元进一步精简为一个电子电位计和一个固定增益放大器, 并且它通过衰减输入信号来调整环路增益, 不会造成明显失真。该环路的其他基本单元是检测器、一个稳定基准电压源和一个求和电路, 该电路检测环路的状态, 将其与稳定基准电压源相比较并相应地调节输出。

图2所示为AD8336的功能框图。

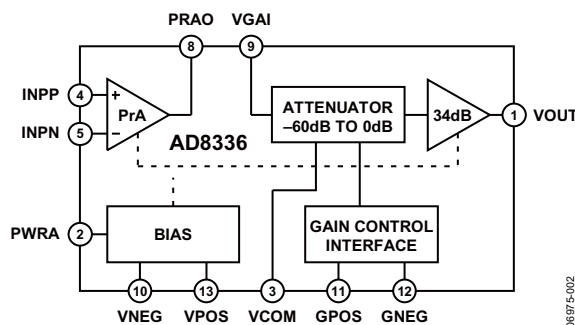


图2. AD8336的功能框图

目录

简介	1	AGC电路设计示例	3
电路设计	3	AGC电路工作原理	4

电路设计

一个音频AGC需要具有以下特性：

- 宽动态范围，能够放大极低电平信号和极大信号。
- 在整个工作范围内进行低失真放大。
- 能够调节最小和最大增益限值。

本应用笔记中介绍的AD8336使用ADI公司独有的X-AMP®架构，由一个梯形网络构成，网络内置多个同样电阻增量间隔的抽头，通过一个差分放大器阵列访问。参见图3。

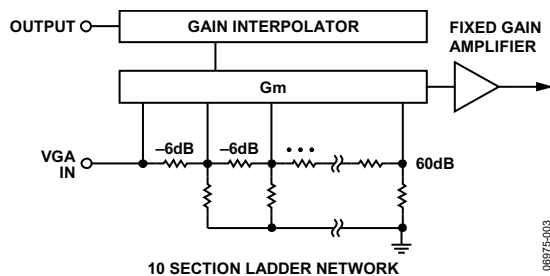


图3. AD8336梯形网络

此电路架构提供以下几大好处：

- 无源电阻梯形网络执行增益控制功能，不引入失真。
- 增益单元是一个固定增益运算放大器。运算放大器的增益保持不变，因此可以在较宽工作条件范围内优化恒定带宽、失真和过载性能，为具体应用带来裨益。

AD8336具备宽增益范围(60 dB)和扩展的电源电压，能够采用最高 ± 15 V的电源工作。它还内置一个非专用前置放大器，支持反相、同相或差分输入配置。

前置放大器和VGA部分完全独立，如果不需要前置放大器，VGA可独立使用。增益控制输入是全差分输入。图4所示为VGA针对两个前置放大器增益值的增益特性。

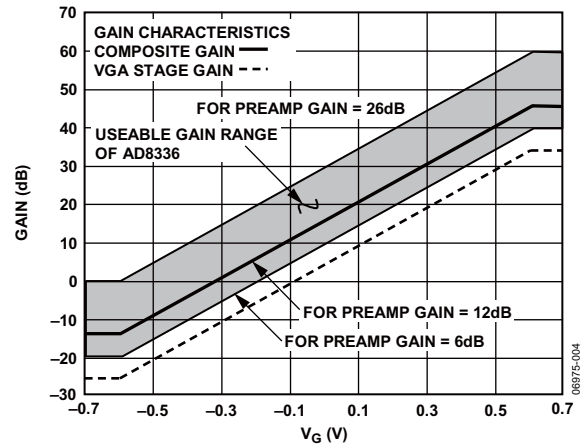


图4. AD8336针对各种工作条件的增益特性

AGC电路设计示例

信号电压电平

待控制信号电压的范围、电源电压以及输入与输出电压电平都是相互作用的因素，会影响AGC电路的拓扑结构。此示例的目的是充分利用AD8336的整个60 dB增益控制范围。首先，假设电源电压为 ± 5 V。

使用已知电源电压，可确立稳定的输出电压。由于前置放大器或34 dB固定增益级的饱和会将有效输出摆幅限定于大约7 V峰峰值，因此很容易获得5 V峰峰值的标称最大摆幅。如果前置放大器输出电压摆幅为5 V峰峰值，并且X-AMP衰减器设置为 -26 dB ($0.05\times$)，则输出电压为250 mV峰峰值。如果前置放大器增益设置为 $-1\times$ 单位反相增益(相当于 $2\times$ 噪声增益)，则最大输入电压为5 V峰峰值。最后，如果增益范围为60 dB，则最小输入电压为5 mV峰峰值。AGC电路的工作输入电压范围为60 dB(5 mV峰峰值至5 V峰峰值)，固定输出电压为250 mV峰峰值。

控制电压电平

AD8336的差分增益控制输入可执行任何电平转换以获得有效控制电压，大大简化了增益控制驱动电路。此示例中，GNEG输入(引脚12)在0.75 V时偏置，GPOS的增益范围电压为1.5 V。

检测器

该检测器是一个有效值有效值-直流转换器AD736，提供与输出信号的有效值有效值成正比的精确直流控制电压。AD736的输出可驱动为获得极高直流增益而连接的运算放大器的反相输入，以获得精确环路控制。

AN-934

比较电路

AD8551是失调电压极低的单电源供电轨到轨运算放大器。加在同相输入的电压是基准电压，确立输出的有效有效值。要比较的电压是来自有效值有效值-直流转换器的检测器电压。当比较输入降至基准电压以下时，比较输出电压会增加，使输出恢复至其标称电平。

AGC电路工作原理

表1列出了1mV至2 V有效值有效值输入的6个频率的AGC控制数据。参见图6中的曲线图，了解在20 Hz至20 kHz的典型音频范围内平坦输出电平与输入的关系。输出电平在2 mV有效值至2 V有效值范围内是平坦的。

表1

EIN (V rms)	EOUT (mV 峰峰值)					
	20 Hz	100 Hz	1 kHz	5 kHz	10 kHz	20 kHz
0.001	125	130	136	135	140	140
0.002	245	255	253	253	260	265
0.003	251	250	251	253	257	258
0.005	250	250	250	251	256	258
0.01	250	250	250	251	255	255
0.1	250	250	250	251	254	254
1	250	250	250	251	254	254
1.5	250	250	250	251	254	254
1.8	250	249	250	250	254	254
2	250	256	261	266	266	266

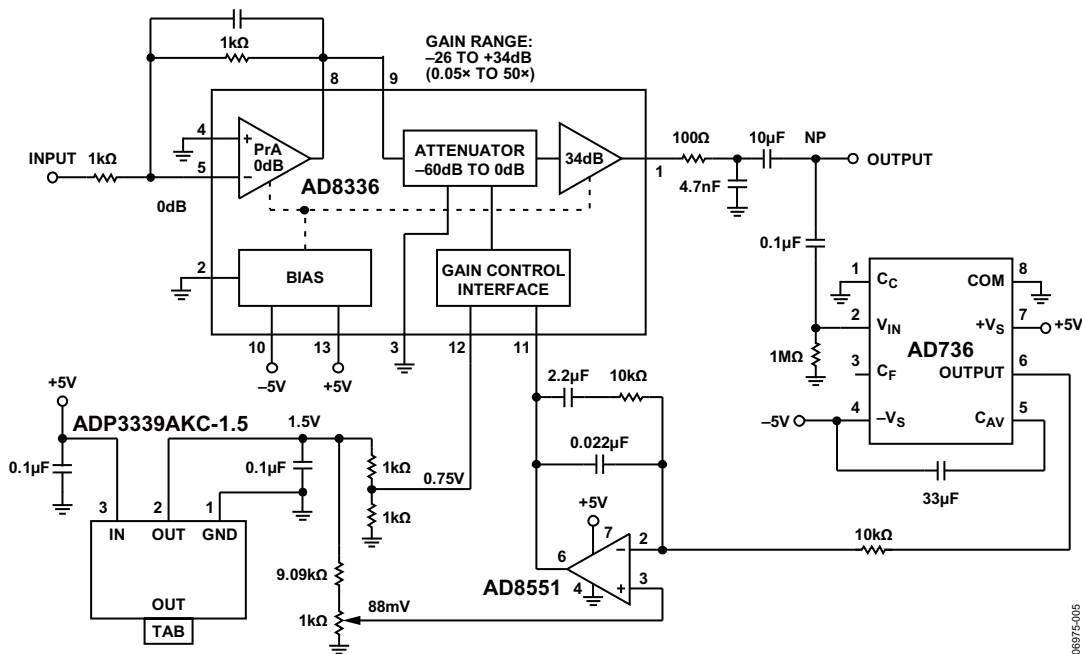


图5. 使用AD8336的AGC电路

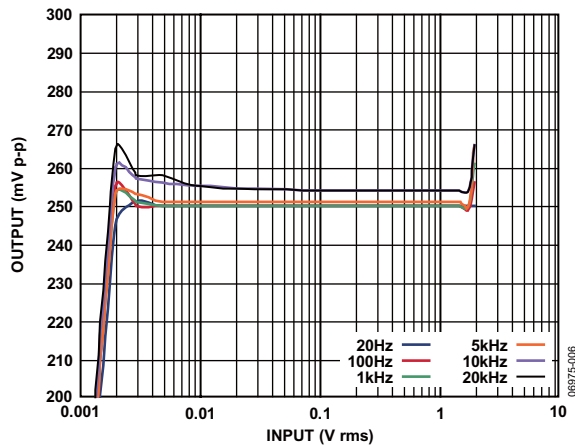


图6. 不同频率下的AGC性能