

用 AD8367 简化接收机 AGC 电路设计

Using AD8367 to Simplify Design for AGC Circuit in Receivers

总参第63研究所 范德睿

摘要: 本文通过具体电路详细介绍了如何使用AD8367简化接收机AGC电路的设计,指出了实际使用中常遇到的问题,并针对性的给出了具体分析和解决办法。

关键词: VGA; AGC; 阻抗匹配; 非线性

引言

在软件无线电台走向成熟之前,现代大多数通信接收机和雷达接收机仍然采用一次或多次变频的超外差式系统结构,将射频信号的频谱搬移到一个固定中频上进行解调和处理。接收机的设计通常要比发射机复杂地多。在一个具体设计中,噪声系数、线性失真、非线性失真、动态范围都必须在考虑之列。因为携带信号的电磁波在空间传播时除了自由空间损耗,还有各种自然因素造成的信号损失,如雨衰、地面障碍物等,所以信号到达接收机入口处的强度是动态变化的,这一点在移动通信中表现得尤为突出。为保证信号还原或处理结果的可靠性,在接收机中频电路中通常都设计有自动增益控制(AGC)功

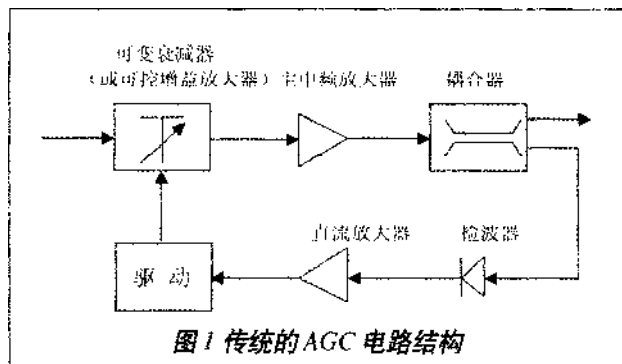
能,使射频信号在接收机的中频输出稳定在一个固定的电平上。

图1给出了传统的AGC电路结构。如图所示,耦合器从主中放中分出一部分中频信号,经过检波器检波后变成直流信号。检波输出电压与中频输出信号电平成正比。该电压经过直流放大器和驱动级,输出一定的电压或电流,送往可变衰减器(或可控增益放大器),以达到控制增益的目的。

传统电路的缺点在于使用的器件多,电路复杂度高,占用空间大。在直流放大电路中还需要设置可调阻抗器件,调试费时费力,接收机中频输出的一致性难以保证。在AGC环路中,可变衰减器(或可控增益放大器)对检波电流或电压是敏感的,必须保证检波电流或电压在所经过的路径中不受外界的干扰,而现代接收机的设计日趋复杂,在接收机的小型化设计中,要实现这一点对于设计工程师是一个挑战。

用AD8367简化AGC电路设计

AD8367是一个兼有VGA(压控增益放大器)和AGC功能的高集成度中频放大器。它采用+5V供电,有两种工作模式可供选择(由引脚4外加逻辑电平来控制):GAIN



本文2003年3月24日收到。范德睿:助理工程师,从事射频与微波技术研究。

UP 模式,在此模式下,它可以作为一个普通的压控增益放大器来使用;GAIN DOWN 模式,在此模式下,它可以方便的实现一个 AGC 电路的功能。

图 2 示出 AGC 电路在接收机中的位置。图 3 示出用 AD8367 构成的简化 AGC 电路图。如图 3 所示,引脚 4 设为低电平,使之工作于 GAIN DOWN 模式。

可以看到,相比于传统电路,AD8367 在实现 AGC 电路功能时省去耦合器、检波器、直流放大、驱动级等电路。因为它已经在片内集成了一个平方律检波器,同时在片内设置了一个参考电平(354mV_{rms})。AD8367 将输出信号电平与内置参考电平相比较,通过内置检波器和一个外置电容 C9 共同作用产生一个控制电压 V_{AGC} ,可以直接送给 5 引脚去控制放大器的增益。当放大器输出信号电平与内置参考电平相等时,环路达到稳定。此时增益计算公式如下:

$$\text{Gain(dB)} = 45 - 50V_{AGC}(\text{dB})。$$

外置电容 C9(即 C_{AGC})的大小可以用来调节环路响应时间。AD8367 内置一个 10K 电阻(即 R_{AGC}),AGC 时间常数计算公式如下: $T_{AGC} = R_{AGC} C_{AGC}$ 。

在这种模式下,因为放大器输出信号电平稳定在固定值,而增益控制电压 V_{AGC} 是随着输入信号大小改变的,又因为使用的是平方律检波器使得该电压可以真实反映信号功率大小,因此, V_{AGC} 可以直接作为接收信号强度指示(RSSI)输出。

从图 3 可以看出,AD8367 使用起来很简单。电路各项性能指标主要由集成电路来决定,生产时基本不需调试。在该设计中,除了必要的电源滤波电路和去耦电容外,外围电路只增加了一个 PNP 三极管,目的是增强电路的可靠性。因为考虑到中频输入信号有可能超出 AD8367 的动态范围,这种情况会导致 AD8367 响应速度变的很慢,AGC 功能失效,电路不能正常工作,所以使用该三极管构成一个过载保护电路,使 6 引脚 V_{AGC} 电压的输出最大不会超出 1.2V,以增强电路稳定性。

阻抗匹配问题

AD8367 以 200 为输入输出特征阻抗,这一点在实际使用中必须要引起注意,因为很多系统是以 50 为特征阻抗的。阻抗不匹配可能引起很大的驻波和反射损耗,从而导致系统性能的明显下降。在具有高增益放大器的

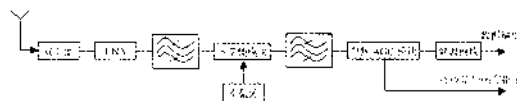


图 2 AGC 电路在接收机中的位置

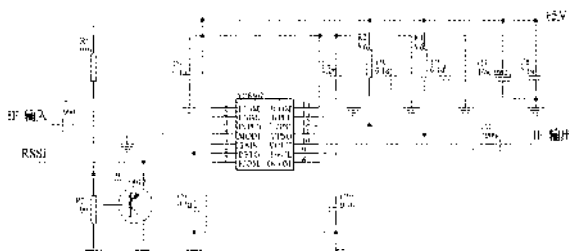


图 3 用 AD8367 构成的简化 AGC 电路

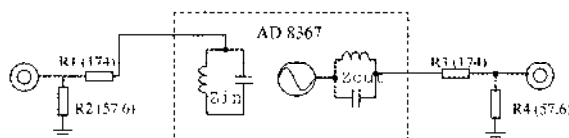


图 4 L 型宽带匹配网络

射频电路中,大的驻波甚至可能导致放大器的自激,以至于系统完全不能工作。因此,要在特征阻抗为 50 的系统中使用 AD8367,必须在输入输出端口加阻抗匹配网络。一般有两种阻抗匹配的方式。一种是采用纯感抗和容抗元件,特点是插入损耗小且驻波小,但是只能针对某一特定频率做窄带匹配。图 4 给出了一种采用纯电阻元件实现的 L 型宽带匹配网络的参考电路。这种方式是将 AD8367 的输入输出阻抗近似等效为 200 的纯电阻来处理,适用于对驻波要求不特别高的场合。应注意到该匹配网络单个插入损耗即有 11.5dB,输入输出端合计有 23 dB 的损耗。

非线性问题

在接收机的设计中,非线性通常是设计人员重点考虑的对象。当信号经过有源器件时,都会产生非线性失真。由于在接收机入口处,信号电平很低,因而由接收机前端低噪声放大器、混频器产生的非线性可忽略。信号的非线性失真主要由中频放大器贡献。AD 公司给出的资料显示,当 AD8367 双音输入分别为 70MHz、71 MHz,增益控制电压为 0.5V 时,输出三阶截获点为 27.5 dBm。高的三阶截获点可以带来好的交调性能。但是实测表明,在

这种情况下,AD8367的三阶交调失真并不理想。这是因为AD8367为实现大的动态范围,内部采用了多级电压可变衰减器与放大器级联的结构。

要想减小AD8367的三阶交调失真,就需要设法减小AD8367的输出电平。此时AD8367自成的环路要被打断,增益控制电压要能够在外围电路中可调节。建议增加一个外检波电路和一个增益控制电压调节电路,共同完成一个输出电平可调节的AGC功能电路。

结语

在设计接收机时,AD8367因为其使用方便,集成度高,大大简化了AGC电路的设计。但是AD8367不理

想的非线性,成为制约其应用范围的瓶颈。对于线性度要求高的场合,应设法通过增加外围电路调整放大器增益控制电压来降低AD8367的输出信号电平,以此来减小AD8367产生的非线性失真。如果AD8367的输出电平设计为可由用户设置,将会使其使用更方便,应用更广泛。

参考文献:

1. AD8367 Data Sheet, ADI, 2001.11.
2. Eric J Newman: 'X-Amp, A new 45-dB, 500-MHz Variable-Gain Simplifier Simplifies Adaptive Receiver Designs' <http://www.analog.com>.

24 理能力两方面巨大的额外消耗。然而,嵌入式系统用简化模式仍然可从这种方法上受益。

用户接口

任何连接系统的一个同样重要部分是一个有意义的用户接口。一个系统不管设计得多么好,性能如何丰富,假若它计划中的用户不能容易操作它,则这样的系统是无用的。当用户处在远程位置时其接口变得更为重要。在系统远程控制时,系统应该提供尽可能多的反馈。

对于Web使能系统的用户接口,趋势是用Web服务器和浏览器。这是一个“Pull”接口,是用标准浏览和监控器/控制系统或获得所需的信息把用户连接到系统。用户初始化连接和执行必要的操作。

例如,一个系统处在报警条件并需要立即引起注意,它不应该必须等待到用户连接到它和引起注意为止。理想地,应该是尽可能快地注意发生报警条件的用户。在这种形势下,“Push”接口(即E-mail通告)是更实用的。也可以用E-mail发布给系统的命令。带E-mail功能的蜂窝电话,可用于方便的命令通告控制。

E-mail是通告的一种好方法,但若希望知道系统的状态,则不应该必须等待E-mail。在这方面,Web服务器可做为状态指示器并能实现像E-mail一样的命令和通告接口。图像接口是重要的,但同时不应该离开主要方面:系统监控和控制。

除了给出的系统状态或数据外,一个用户接口也必

须使开发人员能加入或选择一个或多个命令或数据。系统必须确保用户输入在作用它之前是有效的。一般的方法是在系统固件中执行所有的检验并警告用户有关无效输入。若用户和系统是靠近的,而且通信没有显著的延迟,则此方法是可接受的。

用Web使能系统,用户可在网络的任何地点,而通信延迟可能变为一个有影响的因数。在这种情况下,其法则是委任尽可能多的输入确认在用户端。例如,若浏览器是主用户接口,则系统设计人员可以用JavaScript并在提交给远程系统前执行对用户输入的所有必须的检验。任何嵌入式Web服务器应该能够支持JavaScript和Visual Basic。

结语

置系统在线有很多不同的方法。根据要求和预算可以有多种选择,可以是Ethernet串行网关或来自硅芯片制造商的TCP/IP软件堆栈库。

Internet连接性不再是高成本的同义词。依据应用要求的详细分析,一个典型的嵌入式系统,可用8位微控制器提供类似的Internet功能。与8位微控制器相配的免费TCP/IP软件堆栈库,可证明是最廉价的方法。(京湘)