

AD637 高精度，宽带有效值直流转换器

FEATURES

精度高：

0.02%最大非线性，0 V 至 2 V 有效值输入

波峰因数为 3 时有 0.10%的附加误差

宽的带宽：

2 V 有效值输入时的带宽为 8MHz

100 mV 的有效值带宽为 600kHz

计算：

真有效值

平方

均方

绝对值

dB 输出（60 dB 的范围内）

允许片选/断电功能

模拟三态操作

静态电流降低到从 220 毫安到 350 μ A

封装形式：

14 引脚 SBDIP，低成本 CERDIP14 引脚和 16 引脚 SOIC_W

GENERAL DESCRIPTION

AD637 是一个完整的，高精度单片 RMS-to-DC 转换器，它可以计算任何复杂波形的真有效值。在集成电路的 rms-to-dc 转换器领域，它提供了前所未有高性能，并且可以在精度，带宽和动态范围方面和分立模块化技术相媲美。在 AD637 采用了波峰因数补偿方案，当测量信号的波峰因数达到 10 时，他的额外误差仍然保持在低于 1%的水平。对于宽带宽的 AD637，当输入信号的有效值是 200 mV 时，可以测量高达 600 kHz 的信号，当输入信号的有效值是 1V 时，它可以测量的信号高达 8 MHz。

AD637 是提供以下应用：商用温度范围（0° C 至 70° C）的应用，此时精确度是 J 和 K 等级；工业温度范围（-40° C 至+85° C）的应用，此时精确度是 A 和 B；在-55° C 至+125° C 的温度范围内，此时精确度是 S。所有的版本都存在以下的密封形式，14 引脚 SBDIP, 14 引脚 CERDIP 和 16 引脚 SOIC_W 封装。

AD637 可以得出任何复杂的交流(或交流加直流)输入波形的真均方根，平均平方或绝对值，并给出了一个等效的直流输出电压。一个波形的真有效值是比平均整流信号有用的，因为它直接与信号功率相关连。一个统计信号的 rms 值也是与其标准差相关联的。

AD637 通过激光晶圆修整，在无需外部微调的条件下就可以达到额定性能。唯一需要的外部元件是一个电容器，用于设置平均时间周期。电容值也决定了低频率精确度，纹波水平，稳定时间。芯片上的缓冲放大器可以作为一个输入缓冲器，也可以配置成一个有源滤波器。该过滤器可以减少交流纹波量，提高精度。

FUNCTIONAL DESCRIPTION

AD637 体现了是一种隐式求解均方根的方法，他克服了直接有效值计算固有的限制。AD637 进行的实际计算如下方程所示：（见美信官网数据手册）。

图 4 是一个简化的示意性的 AD637，可以细分为四个主要部分：绝对值电路（有源整流器），平方器/除法器，滤波电路，缓冲放大器。输入的交流或直流电压（VIN）可以通过有源整流器 A1 和 A2，，被转换为一个单极电流 I1。I1 驱动平方/除法器的一个输入端，它具有转换功能。（表达式见美信官网数据手册）

平方/除法器输出电流 I4 驱动 A4，与外部的平均电容形成一个低通滤波器。如果滤波器的 RC 时间常数远远大于输入信号的最长周期，则 A4 的输出正比于 I4 的平均值。此滤波放大器的输出提供给 A3，产生 I3，然后返回到平方/除法器完成隐式均方根计算。（表达式见美信官网数据手册）、

为了计算输入信号的绝对值，平均电容器被删去。然而，在平均电容器引脚接一个小的电容，大约 5pf，可以增加稳定性。该电路的工作过程与均

AD637 的性能可以容忍电源电压的微小变化，然而，如果使用的电源含有相当大的高频脉动，这可以通过一个 $0.1 \mu\text{F}$ 的旁路电容，来完成电源的耦合，瓷片电容应尽可能的靠近设备。

AD637 的输出信号的范围是电源电压的函数，如图 6 中所示。输出信号，可以使用缓冲或不使用缓冲，这主要取决于负载的特性。如果需要没有缓冲的电路，则缓冲器输入端（引脚 1）需要接到公共端。AD637 输出能够驱动，电流 5 毫安阻值 $2\text{k}\Omega$ 的负载，而不会降低该装置的精度。

CHIP SELECT

AD637 包括一个芯片选择功能，它允许用户减少静态电流从 2.2 毫安到 $350 \mu\text{A}$ 。这是通过用低于 0.2V 的直流驱动 CS 引脚（Pin5）实现的。在这些条件下，输出进入高阻抗状态。除了降低功率消耗以外，也使多个 AD637 可以并联连接，以形成一个宽频带有效值多路转换器。通过将引脚 5 置高来禁用该芯片。

OPTIONAL TRIMS FOR HIGH ACCURACY

AD637 包括提供了对输出偏移和比例因子错误的修整，从而显着降低最大总误差，如图 7 中所示。残余误差是由于在绝对值电路中的不可调输入偏置和设备本身的非线性所导致的。

参照图 8，微调过程如下：

- 偏移微调：输入信号引脚（VIN）接地，然后调整 R1 直至输出引脚 9 输出 0V 即可。或者，调节 R1，直到在输出端得到最接近期望的 VIN 值为止。

- 比例因子微调：在输入端串联 R4 来降低比例因子的浮动范围。连接所需的满量程至输入端 VIN，这里可以使用直流或校准的交流信号，然后微调电阻 R3，直到在引脚 9 得到正确的输出（即，在输入端输入 1V 直流的直流信号，然后在输出端得到 1.000V DC ）。输入一个 2Vpp 的正弦波，产生 0.707V 直流输出。其他的错误是由于非线性引起的。

CHOOSING THE AVERAGING TIME CONSTANT

由于被 C_{av} 设定的平均时间常数，直接决定了在计算有效值期间有效值转换器保持输入信号的时间，所以直流误差的大小仅由 C_{av} 决定，而不受后置滤波的影响。

通过增加平均电容值可以大大降低交流纹波分量的平均误差。但是有两个主要的缺点：平均电容值变得非常大，并且 AD637 的稳定时间是与平均电容值成正比增加的 ($TS = 115$ 毫秒/ μF)。降低纹波的优选方法是通过使用后置滤波器网络，如图 11 中示出。这个网络可以配置成一阶或 2 阶。对于大多数应用，一阶滤波器在整体纹波和建立时间之间给出最好的平衡。

图 12 示出了在标准的测量均方根的电路连接条件下， C_{av} ，正弦波频率，平均误差值三者之间的函数关系。图 12 的右侧示出了 1% 的稳定时间。

图 13 示出了平均误差，信号频率的稳定时间，以及平均电容值之间的关系。图 13 绘制了滤波电容值是 3.3 倍的平均电容值下的曲线。这个比例的大小设置使 AC 和 DC 误差等于 50 Hz。作为一个例子，通过使用一个 $1\mu F$ 的平均电容和一个 $3.3\mu F$ 的滤波电容，为 60 赫兹的输入信号的纹波从只使用平均电容下的 5.3% 降到使用一阶滤波器条件下的 0.15%。这给使得纹波降低了 30 倍，而建立时间仅增加了 3 倍。滤波器电容器 C_2 和滤波电容器 C_{av} 的值，可以根据所需的平均误差和稳定时间配合图 13 来计算出来。

输入信号的对称性平均误差的大小也有影响。表 5 给出了不同类型的 60 Hz 的输入信号的实际条件下的值。这些电容值可以直接缩放的频率不是 60 赫兹的情况下，也就是说，例如，对于 30 赫兹，这些值被加倍，对于 120 赫兹，他们被减半。

对于那些对纹波极其敏感的应用，建议使用两阶配置。这种配置最大限度地减少电容值和稳定时间，同时最大限度地提高了性能。

FREQUENCY RESPONSE

AD637 在不同信号电平条件下的频率响应如图 15 中所示。虚线表明的上限频率受到 1%，10%，和 ± 3 分贝附加误差的限制。例如，请注意，对于一个 2 V rms 输入，限制 1% 的附加误差，这样允许的最高频率为 200 kHz。一个 200 mV 信号，在附加误差为 1% 的限制下，最高可达 100 kHz。

为了充分利用 AD637 的宽带宽特性，在选择输入缓冲放大器方面必须注

图 18 这条曲线显示了，有效值为 1 V 的输入信号在波峰因素从 1 到 11 变化过程中额外读数错误的情况。用于此测试的是一个矩形脉冲序列（脉冲宽度为 100 μ s），有效值测量中它是最坏情况下的波形，（峰中包含了所有的能量）。占空和波峰的振幅不断变化以产生从 1 至 10 的波峰因素，同时保持恒定的输入信号的有效值是 1V。

CONNECTION FOR dB OUTPUT

AD637 的另一特征，是对数，或以分贝，输出。计算分贝的内部电路，在超过 60 dB 的范依然工作的很好。图 20 示出了 dB 测量连接。用户选择了通 0dB 级别，通过设置 R1 选择了适当的 0 dB 参考电流，设置取消了从平方/除法器电路输出电流在期望的 0 dB 点（which is set to cancel the log output current from the squarer/divider circuit at the desired 0 dB point.??）。外部的运算放大器是用来提供一个更便捷的尺度和补偿 0.33%/°C 的分贝电路的温度漂移。温度电阻器 R3，如图 20 中所示，可以使用精密电阻株式（型号 PT146）。有关其他信息，请参阅其网站。

LOW FREQUENCY MEASUREMENTS

如果被测量的信号的频率低于 10 赫兹，按照标准的有效值测量电路的连接方式进行连接，为了保证只有 1% 的平均误差，那么所需的平均电容值将变得非常大。图 21 示出了一种替代方法，来完成低频信号的有效值测量。平均电路的时间常数是由 R 和 CAV1 的决定，在此电路中，存在 0.5 秒/ μ F 的 CAV 的关系。该电路以 20:1 的比例缩减了平均电容值，可以使用高品质的钽电容。我们建议，用两阶 Sallen-Key 滤波器，来获得低的纹波，并尽量减少的平均电容值，如图 21 中所示。

如果感兴趣的频率低于 1 赫兹，或如果平均电容器值仍然太大，则 20:1 的比率可以增加。这是通过增加 R 值来实现的。如果这样做了，则建议使用一个低输入电流，低失调电压的放大器来代替内部的缓冲放大器，如 AD548。尽量减少由放大器的输入电流和较大的电阻的组合引入的偏移误差是必要的。

VECTOR SUMMATION

矢量求和，可以通过使用两个 AD637s 完成，如在图 22 中示出。在这里，