

过采样要求的条件是：信号中的白噪声幅度为1~2LSB或人为加入三角波幅度为+0.5~1LSB。  
白噪声（高斯噪声）由电路本身的噪声提供，噪声过小则人为加入三角波扰动。

为了简单，过采样时，对于白噪声扰动和三角波扰动都按相同方式处理。

要增加N bit结果，则至少要均匀过采样 $4^N$ 次累加和再除以 $2^N$ 。

对于50Hz市电系统，过采样 $4^N$ 次的时间是20ms的整数倍可以消除市电干扰。

人为加入的三角波周期为 $2^N$ 次采样时间的整数倍并不大于 $4^N$ 次采样的时间，最好与采样同步。

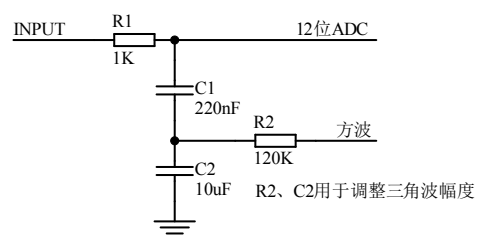
12 bits ADC均匀采样4次累加和除以2得到13 bits结果。

12 bits ADC均匀采样16次累加和除以4得到14 bits结果。

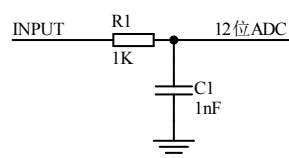
12 bits ADC均匀采样64次累加和除以8得到15 bits结果。

12 bits ADC均匀采样256次累加和除以16得到16 bits结果。

加入三角波扰动的过采样输入电路



热噪声过采样输入电路



频率为f、幅度为U的方波转三角波幅度 =  $U/(4 \cdot f \cdot R2 \cdot C2)$ 。

三角波幅度为 +0.5LSB~1LSB为好。

图中参数：方波幅度为5V，12 bits ADC过采样到16 bits。

参考电压2.500V，12位分辨率0.61mV，采样频率12.8KHz。

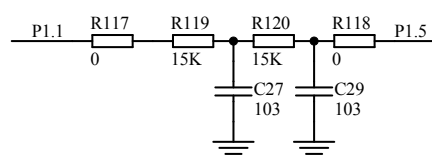
方波周期用16次采样时间则频率0.8KHz，图中参数三角波幅度= 1.3mV。

采样256次时间为20ms，得到16 bits结果，分辨率38uV。

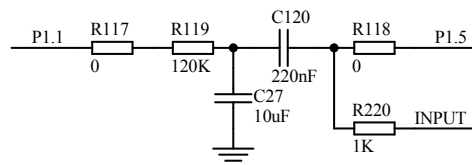
上传显示刷新太快不好，采样2048次时间为160ms，得到16 bits结果效果更好，1秒刷新6次。

\*\*\*\*\*实测开天斧的ADC噪声太低，所以要加三角波才有效果。\*\*\*\*\*

开天斧原电路



改成如下电路验证



R119改为120K，C27改为10uF，R120改为C120-220nF，增加R220做输入电阻。