

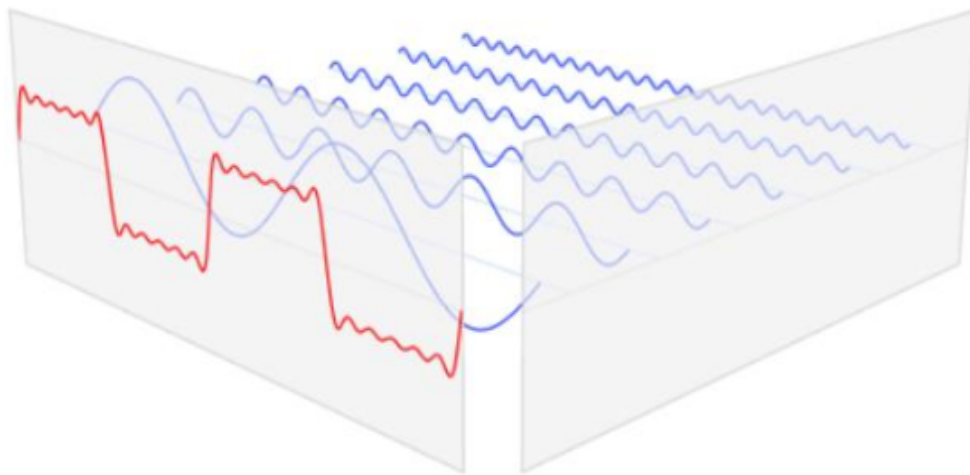
利用示波器计算信号谐波含量

最近有一位麦科信示波器的用户询问如何使用示波器来计算信号谐波含量，那么我们系统地学习下示波器如何测量出信号的谐波，如何计算谐波含量的具体的操作。

谐波的干扰，在电力系统中会影响电网供电质量，造成电能浪费，还会使电气设备以及导线过载运行，从而发热，损耗增大，缩短使用寿命，甚至发生故障或烧毁，造成重大经济损失。在信号传输中，也会干扰通信系统，降低信号传输质量。

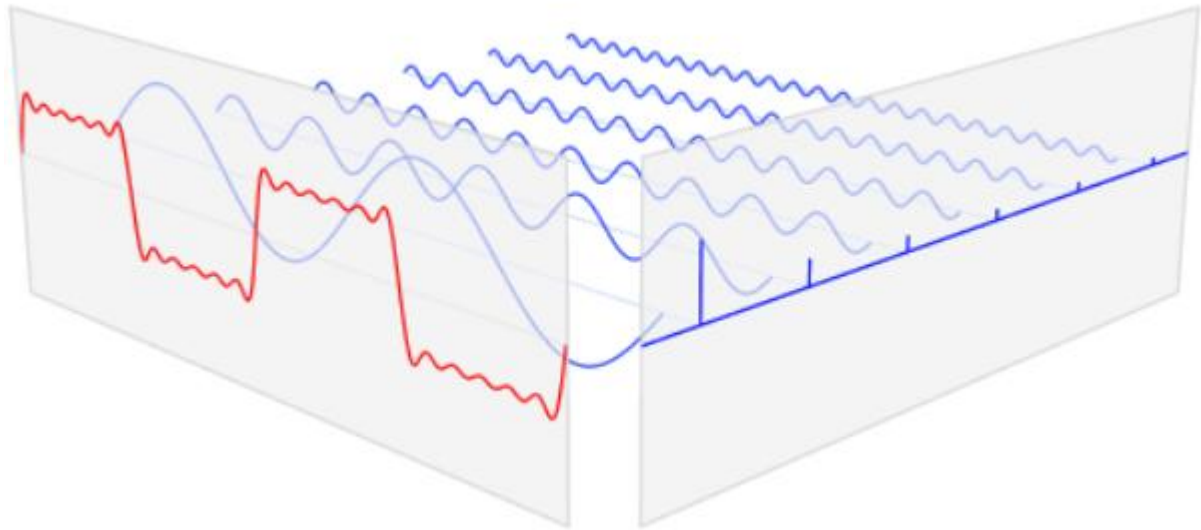
谐波含量是从交流量中减去基波分量后所得到的量，是评价电能质量的重要指标之一。那么如何利用示波器找出信号中的谐波呢？

我们来回顾一下示波器的FFT（快速傅里叶变换）功能。傅立叶变换认为，任何复杂的信号都是由多个正弦波叠加而来的。



比如这个红色信号，我们就可以看作是多个蓝色正弦波在垂直向量上的叠加。其中频率最小，电压最大的那个蓝色正弦波称之为基波，频率为基波2倍的蓝色正弦波称之为2次谐波。同理，频率为基波3倍的蓝色正弦波称之为3次谐波，以此类推。

这里，每个被分出来的蓝色信号都有不同的频率，每个信号有不同的电压值。如果我们把这些信号的频率作为X轴，电压值作为Y轴，就会是下面这样：



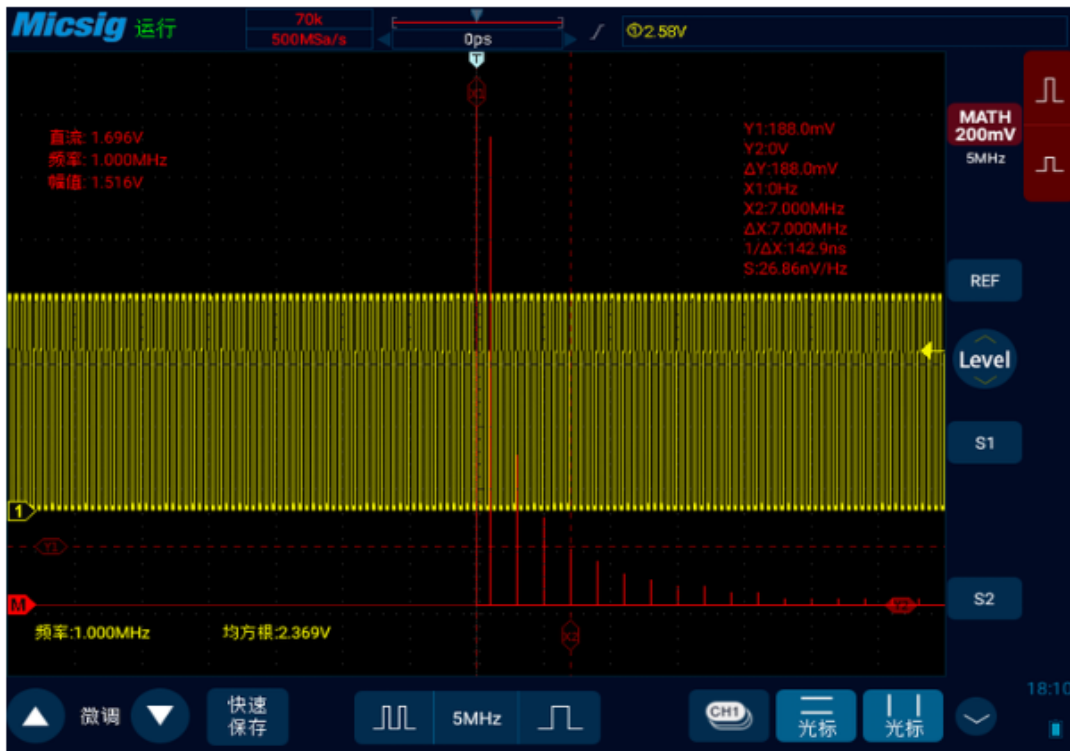
如下图红色直方图就是对示波器的校准方波进行FFT（快速傅里叶变换）以后的样子。从红色直方图中可以看出，频率为0Hz的信号成分电压为0，代表该信号不含有直流成分。而第一根红线就是该信号的基波，其频率为1KHz，幅值为896.6mV。通过X轴光标X1和X2的差值，我们发现第五条直线的频率为9KHz，是基波的9倍，那就是九次谐波。通过Y轴光标Y1和Y2的差值，我们可以得知该次谐波的幅值为104mV。



那么如何计算该次谐波的含量呢？给出公式：

某次谐波的含量 = 某次谐波的大小 ÷ 整个波形的均方根值 × 100%

用这个方法，我们来计算一下一个1MHz方波的7次谐波电压含量。



如图所示，黄色是频率为1MHz，有效值为2.369V的方波，红色是FFT（线）后的直方图。该基波的频率为1MHz，光标框选出来的谐波频率为7MHz，即第七次谐波，其电压值为188mV

所以该信号第七次谐波含量为 $(0.188 \div 2.369) \times 100\% \approx 7.936\%$