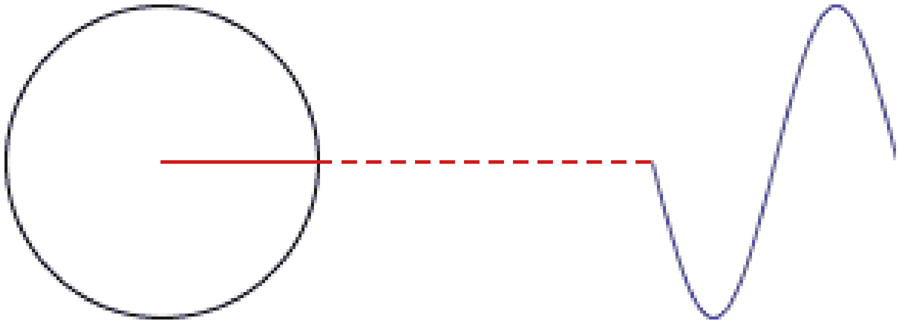
一、什么是频域

时域和频域是信号的不同表示方式，频域是时域在另一维度的映射。

从数学方面来说，频域和时域就是一种函数变换关系。物理方面来讲的话，它是同一信号的两种不同表现形式。

频域：物理意义明确，无论是对设计，还是分析，在很多领域都非常重要，比如图像处理，信号分析等；但频域一般只适用线性时不变系统，在数字计算机时代，一般要转化为时域（会有不同），再写算法。



二、信号的频域分析、系统的频域分析

上面简单介绍了什么是频域，以及时域和频域之间的对应关系，是怎样的意义。下面介绍一下信号在频域上的分析。

1、信号的频域分析

什么是信号的频域分析呢？百度给了我们这样的回答：

信号频域分析

编辑

概念

是采用傅立叶变换将时域信号x(t）变换为频域信号X(f）的方法，帮助人们从另一个角度来了解信号的特征。信号频谱代表了信号在不同频率分量成分的大小，能够提供比时域信号波形更直观，丰富的信息.

信号频域分析是以输入信号的频率为变量，在频率域，研究系统的结构参数与性能的关系，揭示了信号内在的频率特性以及信号时间特性与其频率特性之间的密切关系，从而导出了信号的频谱、带宽以及滤波、调制和频分复用等重要概念。

从时域到频域通过傅里叶变换，即时域信号可以分解成无限个三角函数的各次谐波组成。频率域处理，即通过信号的频率和相位信息来理解信号。可以分析信号的频率特性，再通过滤波，提取特定频率的信号。也可以通过信号的频率特性，分析信号的来源和性质。这也就分别对应着咱们第三章傅里叶变换中各个小节的内容。

傅里叶级数本质就是一种时域分解，也是时域到频域的一种映射关系，只不过我们很方便看出原信号的频谱值。

从傅里叶变换的引入来看，其实就是为了方便在另外一个域（频域）对信号进行研究，因而傅里叶变换的适用范围越广越好。毕竟在分析一个杂乱无章的信号时，我们要选择出有用的部分去考虑问题，仅仅在时域上无法直观地进行分析，所以频域分析就显得尤其重要了。

这里我们通过数学推导来看看傅里叶变换的物理意义到底是什么？

由傅里叶逆变换我们可以知道：

$$f(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}F(\omega)e^{j\omega t}d\omega$$

实函数

考虑到

$$F(\omega)=|F(\omega)|e^{j\phi(\omega)}$$

于是我们可以得到

$$=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|F(\omega)|e^{j\phi(\omega)}e^{j\omega t}d\omega$$

化简后我们使用欧拉公式将变为

$$=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|F(\omega)|\cos[\omega t+\phi(\omega)]d\omega + j\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}|F(\omega)|\sin[\omega t+\phi(\omega)]d\omega$$

通过观察可知，第二部分的式子时对奇函数在负无穷到正无穷积分，即为 0，我们继续化简可得：

$$=\frac{1}{\pi}\int_{0}^{\infty}|F(\omega)|\cos[\omega t+\phi(\omega)]d\omega$$

我们对上面式子变换一下：

$$f(t)=\underbrace{\int_{0}^{\infty}}_{\text{求和}}\underbrace{\frac{|F(\omega)|}{\pi}d\omega}_{\text{振幅}}\underbrace{\cos[\omega t+\theta(\omega)]}_{\text{正弦信号}}$$

即时域信号为无穷多个振幅为无穷小的连续余弦信号之和，频域范围：0 到正无穷。

当然我们在这里直接对逆变换公式变化一下：

$$f(t)=\frac{1}{2\pi}\int_{-\infty}^{\infty}F(\omega)e^{j\omega t}d\omega=\int_{-\infty}^{\infty}\frac{F(\omega)}{2\pi}d\omega\cdot e^{j\omega t}$$

即时域信号为无穷多个振幅为无穷小的连续指数信号之和，占据了整个频域。

通过这个简单的介绍，想必大家对傅里叶变换的理解有所加深了。

我们来区分一下在 FT 两种不同的情况，一种是对非周期信号进行 FT,另一个是对周期函数进行 FT。值得一提的是在求解周期信号的 FT 时，我们将原信号在时域分解为加权的复指数信号之和（也就是傅里叶级数），然后对每一个复指数函数进行傅里叶变换得到一个一个的冲击函数，于是可知“周期函数的傅里叶变换是冲击串”。

有了这些基础，之后又引出了对傅里叶的性质，典型信号的研究……

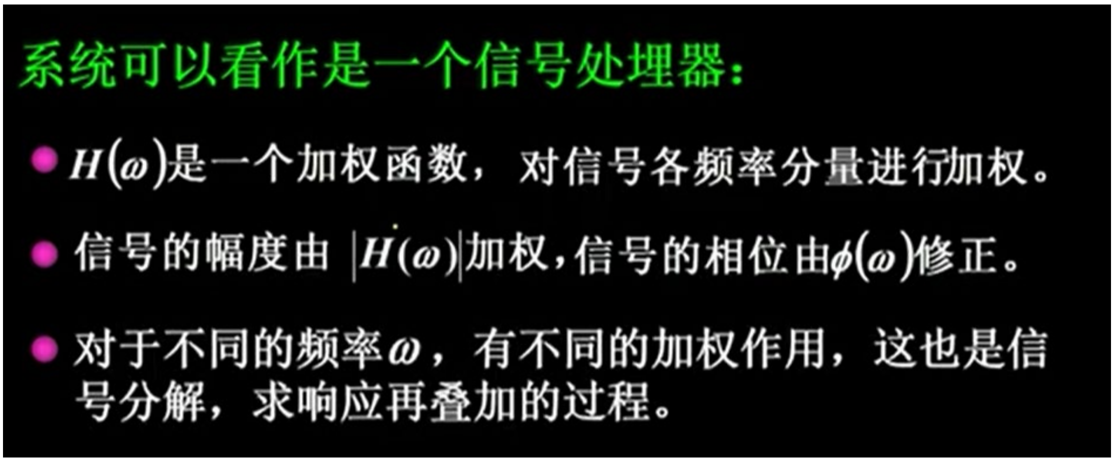
以上就是我对信号的频域分析的简单介绍。

2、系统的频域分析

有了以上的基础，我们就可以展开在频域上对系统的求解。

之前我们讨论了时域上对系统响应的求解，即时域上激励信号与冲激响应的卷积求出系统的 g(t)，但是我们知道卷积的运算比较复杂，所以就引入了频域上对系统的分析。

其实我们就是通过傅里叶变换绕开了卷积这样一个复杂的求解过程，在求出系统响应的频域上的函数再用傅里叶逆变换将函数关系映射到时域上，这样就可以大大减少我们研究分析系统的计算量。



当然在求解过程中也有其对应的物理意义，希望可以加深大家对系统求解的理解。

以上就是我本次经验分享的内容，不足和错误之处还请谅解，望批评指正。