

### 3-刘洪磊-week14

## 1. 信噪比

### 信噪比 锁定

信噪比，英文名称叫做SNR或S/N (SIGNAL-NOISE RATIO)，又称为讯噪比。是指一个电子设备或者电子系统中信号与噪声的比例。这里面的信号指的是来自设备外部需要通过这台设备进行处理的电子信号，噪声是指经过该设备后产生的原信号中并不存在的无规则的额外信号（或信息），并且该种信号并不随原信号的变化而变化。

同样是“原信号不存在”还有一种东西叫“失真”，失真和噪声实际上有一定关系，二者的不同是失真是有规律的，而噪声则是无规律的。

信噪比的计量单位是dB，其计算方法是 $10\lg(P_s/P_n)$ ，其中 $P_s$ 和 $P_n$ 分别代表信号和噪声的有效功率，也可以换算成电压幅值的比率关系： $20\lg(V_s/V_n)$ ， $V_s$ 和 $V_n$ 分别代表信号和噪声电压的“有效值”。在音频放大器中，我们希望的是该放大器除了放大信号外，不应该添加任何其它额外的东西。因此，信噪比应该越高越好。

狭义来讲是指放大器的输出信号的功率与同时输出的噪声功率的比，常常用分贝数表示，设备的信噪比越高表明它产生的噪声越少。一般来说，信噪比越大，说明混在信号里的噪声越小，声音回放的音质越高，否则相反。信噪比一般不应该低于70dB，高保真音箱的信噪比应达到110dB以上。

## Signal to Noise Ratio

$$y = s + N$$

Here y is the measured value, s is the signal, N is the noise with certain distribution

$$SNR = \frac{s}{\sqrt{\text{Var}(N)}}$$

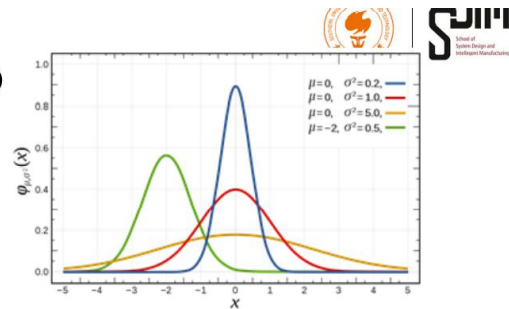
For a gaussian noise with no-offset, the SNR value is

$$SNR = \frac{s}{\sigma}$$

and in decibels

$$SNR = 10\log\left(\frac{s}{\sigma}\right)$$

where  $\sigma$  is the standard derivation of N.



Sometimes it will be expressed in power

$$SNR = \frac{s^2}{\sigma^2}$$

and in decibels

$$SNR = 20\log\left(\frac{s}{\sigma}\right)$$

Goal: maximize s while reduce  $\sigma$

SUSTech - SDM242 Analog Circuit System Design

24

## 2. 噪声来源

1. 元器件产生的固有噪声，电路中几乎所有的元器件在工作时都会产生一定的噪声，晶体管、电阻、电容，这种噪声是连续的，基本上是固定不变的，并且频谱分布很广泛，这种噪声除了改进元器件的材料和生产工艺外，几乎没有任何办法消除，也就是说，这种噪声几乎可以不用实验，在图纸上进行计算就可以推算出来。好在现在很多优质元器件的固有噪声都很小，在设计电路时选择优质元器件就可以把这种噪声压制到非常小的水平，小到我们根本不会听见。

2. 第二种噪声来源于电路本身的设计失误或者安装工艺上的缺陷，电路设计失误往往会导致电路的轻微自激（一种自由振荡状态），这种自激一般在我们可以听到的声音范围之外，但是在某些特定条件下它们会对声音的超高频产生断续的影响，从而产生噪声。安装工艺失误就稍微复杂一些，比如接插件接触不良，接触表面形成二极管效应或者接触电阻随温度、振动等影响发生变化而导致信号传输特性变化，产生噪声。还有元器件排布上的失误，将高热的元器件排布在对

温度敏感的元器件旁边,或者将一些有轻微振动的元器件放在对振动敏感的元器件旁边,或者没有足够的避震措施.....等等这些,都会产生一定的噪声。这些噪声可以说都是人为造成的,对于经验丰富的电子设计师来说,这些噪声都是可以避免或者大大减轻的。

3. 第三种噪声则是非常广泛的,也是经常被提起的干扰噪声。如:空间辐射干扰噪声,线路串扰噪声,传输噪声。

### 3. 高斯噪声

📌 | ★ 收藏 | 175 | 🔗

## 高斯噪声

编辑

📖 本词条由“科普中国”科学百科词条编写与应用工作项目 审核。

高斯噪声是指它的**概率密度函数**服从**高斯分布**（即**正态分布**）的一类噪声。常见的高斯噪声包括起伏噪声、宇宙噪声、热噪声和散粒噪声等等。除常用抑制噪声的方法外,对高斯噪声的抑制方法常常采用数理统计方法。

### 高斯噪声

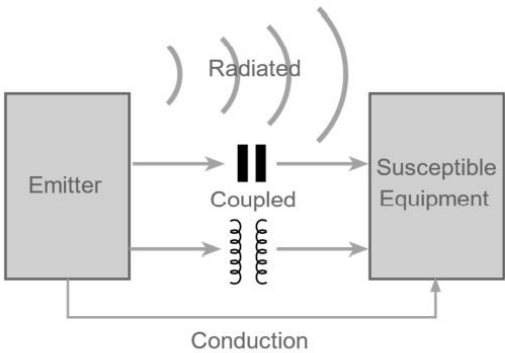
所谓高斯噪声是指它的**概率密度函数**服从**高斯分布**（即**正态分布**）的一类噪声。如果一个噪声,它的幅度分布服从高斯分布,而它的**功率谱密度**又是均匀分布的,则称它为高斯白噪声。高斯白噪声的二阶矩不相关,一阶矩为**常数**,是指先后信号在时间上的相关性。**高斯白噪声**包括**热噪声**和**散粒噪声**。在通信信道测试和建模中,高斯噪声被用作加性白噪声以产生加性白高斯噪声。

在电信和计算机网络中,通信信道可能受到来自许多自然源的宽带高斯噪声的影响,例如导体中的原子的热振动（称为热噪声或约翰逊-奈奎斯特噪声）,散粒噪声,来自地球和其他温暖的物体,以及来自太阳等天体。<sup>[1]</sup>

### 1. 电磁干扰

## EMI

- Do it yourself, observe some EMI!



### 2. 热噪声

# Thermal Noise

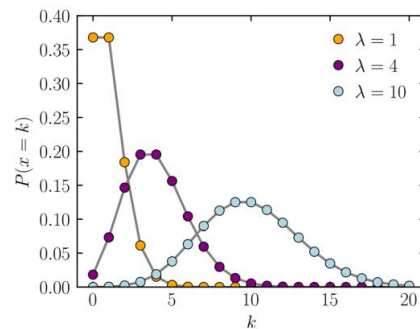
$$S_n(f) = 4k_B T R$$

$$\overline{V_n^2} = \int_{f_0}^{f_0 + \Delta f} S_n(f) df = 4k_B T R \Delta f$$

Should you choose a large R or a small R?

## 3. 散粒噪声

### Shot noise



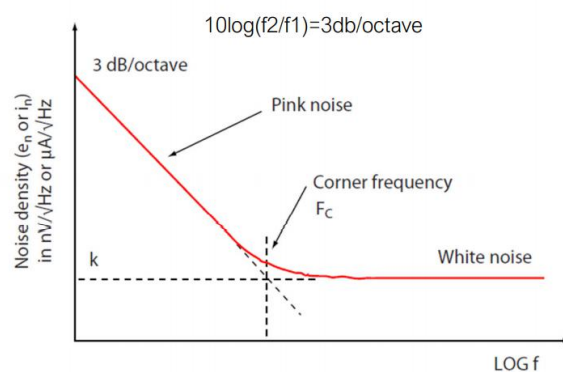
Poisson distribution

## 4. 频域噪声

### Frequency Domain Noise

Noises are often expressed in frequency domain, and is related to time/space domain via Fourier Transform

- White noise
- $1/f$  noise (pink noise)
  - Also called Flicker noise in electronics, due to resistance fluctuations



On a spectrum analyzer, "white" noise is the flat part of a circuit's intrinsic noise spectrum. "Pink" noise is more intense at lower operating frequencies, rising out of the white noise approximately at the "corner frequency" and increasing at 3 dB/octave at lower and lower operating frequencies.

## 4. 中心极限定理

# 中心极限定理

 编辑

 讨论 6

 上传视频

 |  收藏 |  897 |  199

 本词条由“科普中国”科学百科词条编写与应用工作项目 审核 。

中心极限定理，是指**概率论**中讨论随机变量序列部分和分布渐近于正态分布的一类定理。这组定理是数理统计学和误差分析的理论基础，指出了大量随机变量近似服从正态分布的条件。它是概率论中最重要的一类定理，有广泛的实际应用背景。在自然界与生产中，一些现象受到许多相互独立的随机因素的影响，如果每个因素所产生的影响都很微小时，总的影响可以看作是服从正态分布的。中心极限定理就是从数学上证明了这一现象。最早的中心极限定理是讨论重点，伯努利试验中，事件A出现的次数渐近于正态分布的问题。 <sup>[1]</sup>