习题

* 1. 若系统传输特性为，则当系统激励，计算

(1) 激励信号频谱，响应信号的时域表示式*g*(*t*)及频谱。

(2) 输入信号*f*(*t*)均方值，响应自相关函数，响应信号能量。

* 1. 求波形*f*(*t*)=的频谱的简便方法

(1) 计算*f* (*t*)的积分函数及其频谱

(2) 根据，求原信号*f*(*t*)的频谱应为

* 1. 求题2-3图所示信号*f*(*t*)的频谱。

-T

-A

*t*

T

A

*f*(*t*)

题2-3图

* 1. 利用图解—解析法求题2-10图示的波形与的卷积。



题2-4图

* 1. （1）求题2-5图与各自的自相关函数及其能量谱以及能量。

（2）互相关函数。



2

-1

0

3

*t*



2

0

4

*t*

题2-5图

* 1. **（1）**求冲激信号****的希氏变换及希氏频谱，说明希氏变换对正、负频谱信号的相移作用的差异；(2)求余弦信号的希氏变换，说明希氏变换对实际信号不同频率成份的相移作用是否一致，并与（1）的分析进行比较。
  2. 试述随机过程自相关函数的意义。若随机过程*X*(*t*)与*Y*(*t*)自相关函数的关系为：，试说明两者的异同点。
  3. 为什么平稳随机信号没有确定的频谱而有确定的功率谱？
  4. 均值为，方差的高斯随机变量*X*，通过线性系统*Y*=2*X*+1，

（1）求输出随机变量*Y*的均值， 方差 ，均方值；

(2) 求*X*、*Y*的互相关，互协方差，互相关系数。

* 1. 随机过程*X*(*t*)，自相关函数为，

(1) 求该随机过程的均值，方差，平均功率，协方差函数，自相关系数；

(2) 若该*X*(*t*)通过*Y*=2*X*+1的系统，求输出过程*Y*(*t*)的均值，方差，总平均功率，自相关函数，协方差函数，自相关系数。*X*(*t*)与*Y*(*t*)互相关函数（ ），互协方差函数以及互相关系数。

* 1. 求高斯白噪声*n*(*t*)在与时刻的随机变量与之间的互相关函数，判断两者是否统计独立。为什么高斯白噪声不用*N*(*t*)表示而以表示，*n*(*t*)的物理意义是什么？
  2. 计算下列三种情况下*X、Y*两随机变量的统计关系。

（1）*X、Y*统计独立，即，*X、Y*是否相关？

（2）若，*X*是在（-1，1）均匀分布的随机变量，此时*X*与*Y*不是统计独立的。试证明*X、Y*是否相关。

（3）给出当*X*与*Y*相关系数为（即）的二维高斯pdf。试给出当（即*X、Y*不相关）时的结果，表明什么结论？

（4）高斯随机变量*X、Y*的pdf分别为与，计算的均值与方差，*Z*是否为高斯随机变量？

* 1. 由题2-13图，，，*y*=*f*(*x*)为3段折线构成，不论*y*=*f*(*x*)关系曲线如何， 总有，据此关系式求*p*(*y*)。（输入输出pdf中微面积——微区间d*x*与d*y*中的微概率相等）

*x*

*y*

3

-1

0

2

3

2

1

题2-13图

* 1. 准随机过程，其中是满足



的离散随机变量，即是以等概、取值为或的随机变量。

（1）当时，求的均值；

（2）求当及时的自相关，即是多少？

* 1. 由随机过程定义，典型的数学表达式是无法写出的。一般地，在一个确知形式的时间函数中，若其中一个（或2个）变量是随机的，称准随机过程。设随机过程，其中是均值为0、方差为的高斯变量，是内均匀分布的相位随机变量，且与统计独立。

（1）试证*X*(*t*)为广义平稳。

（2）*X*(*t*)是否遍历性平稳？

（3）求*X*(*t*)信号功率谱与平均功率。

* 1. 设以下两个随机过程：



其中、都是随机变量，为常数，若已知与不相关，均值都为0，方差相等为（然而两者pdf不一定相同），并且与都是广义平稳的，试求

（1）它们的互相关函数；

（2）与是否联合广义平稳？

（3）是否广义平稳？

* 1. 自相关函数为的高斯过程，通过y=1+2x的线性系统，试求

1）输出随机过程y(t)的均值与自相关函数；

2）y(t)是否为高斯型？是否广义平稳？

3）y(t)的自协方差函数和自相关系数；

4）y(t)内部各随机变量之间的时差是多少时，它们之间不相关？此时是否同时统计独立?

* 1. 均值为0，自相关函数为的高斯噪声，通过传输特性为的线性网络，试求

（1）输入噪声的一维概率密度函数；

（2）输出噪声的一维概率密度函数；

（3）输出噪声功率；

（4）在时，输出噪声自相关系数是多少？

* 1. 信号在信道介入了AWGN为*n* (*t*)，通过接收滤波器（带通BPF）为理想带通高斯白噪声，中心频率MHz，带宽KHz，白噪声功率谱（单边）为W/Hz。通过乘法器后，以基带带宽B=5KHz理想低通LPF输出。

信道

BPF

LPF

题2-19图

载波

MHz

*n* (*t*)

信号

*S*(*t*)

①

②

③

④





（1）画出题2-19图中四个点处的噪声功率谱。

（2）计算②、④点噪声功率。

* 1. 窄带高斯噪声为，试求其中同相分量和正交分量的功率谱和。
  2. 信号*X*(*t*)为均值等于0，方差的遍历性平稳随机过程，进行双边带调幅后，进入窄带信道传输，在有窄带高斯噪声*n*(*t*)加性干扰后的混合信号为



式中为高频载波的角频率，载频。

* 1. 已知为载波（余弦）信号在由均匀分布的相位随机变量，*n*(*t*)为窄带高斯噪声。设*X*(*t*)、、*n*(*t*)均统计独立。

（1）试给出各种“统计平均”结果。

（2）是否平稳且遍历？

（3）z(*t*)是否平稳、遍历？

（4）若将z (*t*)乘以，再经低通滤波LPF，得到*Y*(*t*)，如何情况？