

射频电路开发培训



第一讲 射频通信系统讲解

主讲：汪 朋

QQ: 3180564167

01

射频的概念

02

射频系统原理

03

射频调制技术

04

射频电路设计基础

Part

1

射频的概念

射频？

Radio Frequency ,

可以发射的频率，通常频率范围300KHz~30GHz.....

波段名称	波长范围	频率范围
分米波	1m - 10cm	300MHz - 3GHz
厘米波	10cm - 1cm	3GHz - 30GHz
毫米波	1cm - 1mm	30GHz - 300GHz
亚毫米波	1mm - 0.1mm	300GHz - 3000GHz

名称	P 波段	L 波段	S 波段	C 波段	X 波段	Ku 波段	K 波段	Ka 波段
频率	230-1000 MHz	1-2GHz	2-4GHz	4~8GHz	8-12.5GHz	12.5~18GHz	18~26.5GHz	26.5~40GHz

射频通信系统

射频应用

移动通信系统 (GSM, CDMA, TDSCDMA, WCDMA, WiMAX, 4G LTE, 5G) 的手机, 基站。

无线局域网WLAN(WiFi), 蓝牙 Bluetooth。

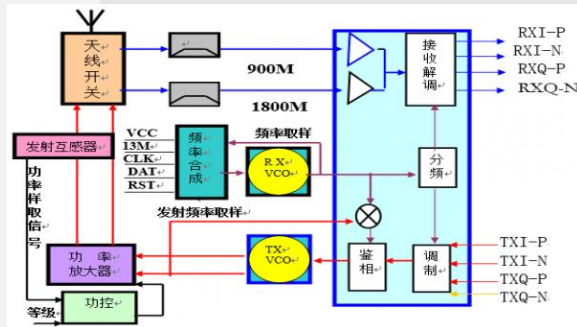
无人机, Watch, 穿戴设备, ETC, RFID, NFC

卫星定位导航系统GPS, 北斗卫星定位

物联网, 卫星广播通信

雷达, 电子对抗, 单兵通信电台, 导弹, 战机

深空射电天文探测, 航空遥控遥测



Part

2

射频系统原理

射频通信系统

射频系统原理

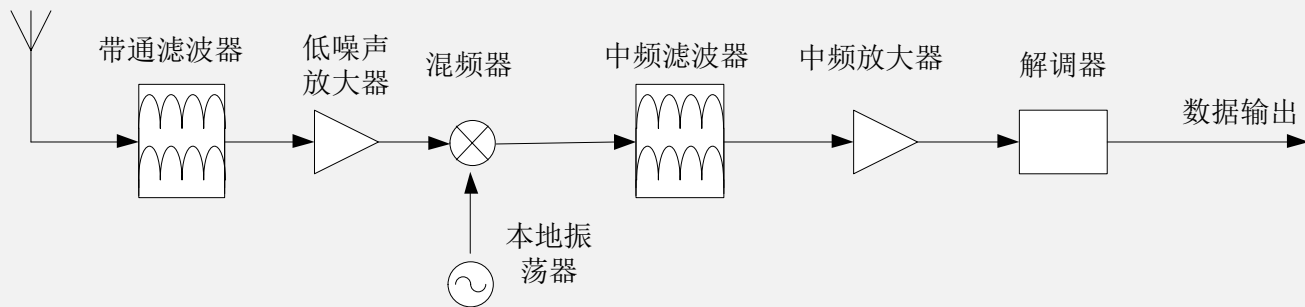
以接收系统为例，射频系统就是由多个子系统以实现某种目的而级联起来的一套完整的信号接收系统，

在RF系统中，各子系统明确分工：

滤波器和匹配电路提供频率选择性，以消除干扰信号；

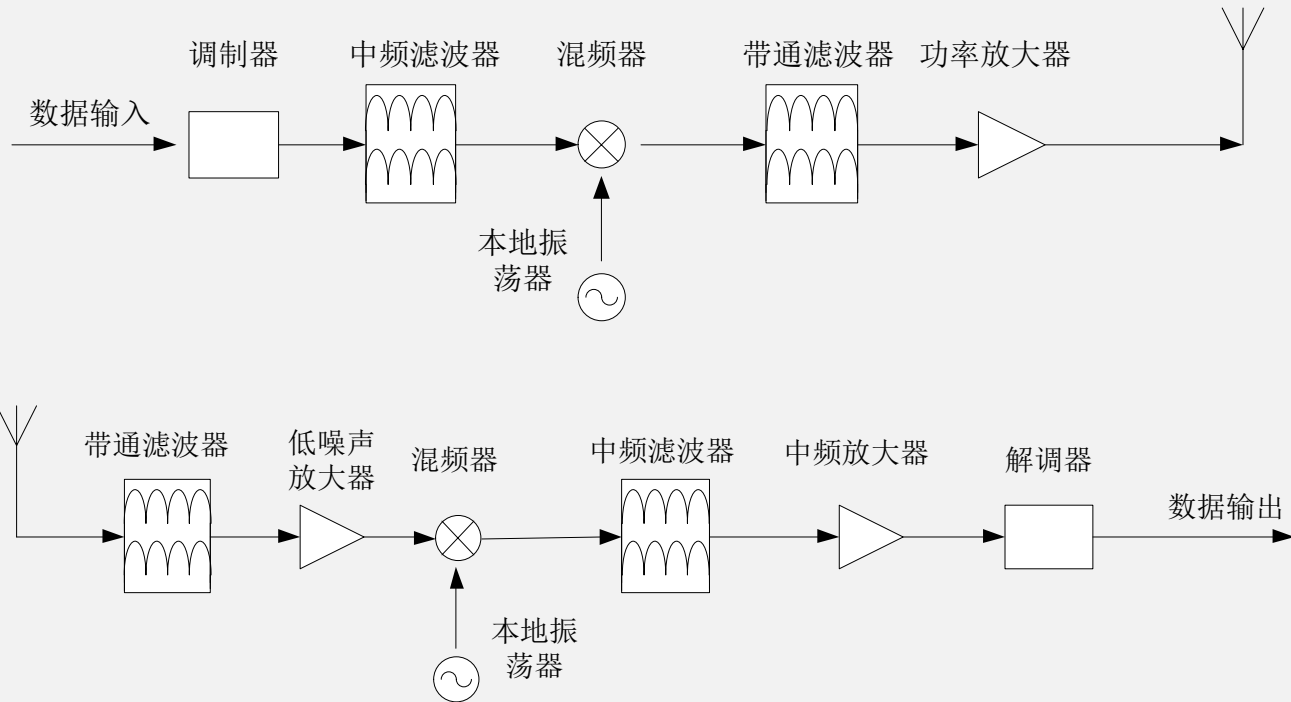
放大器通过提高接收信号的幅度和需要发射的信号功率来管理噪声电平；

混频器和振荡器将调制信息从一个频率变换到另一个频率。



射频通信系统

发射机和接收机的工作流程



Part

3

射频调制

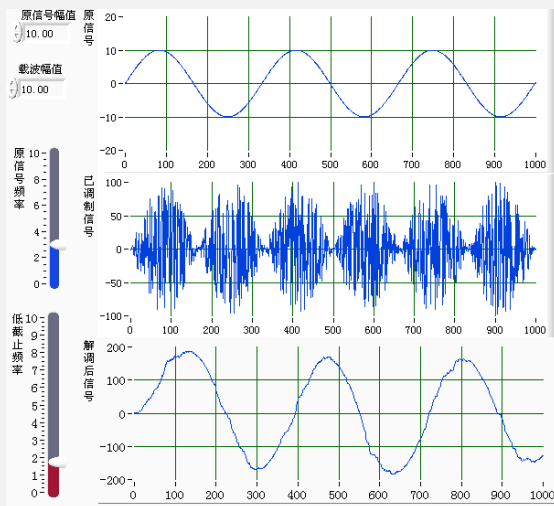
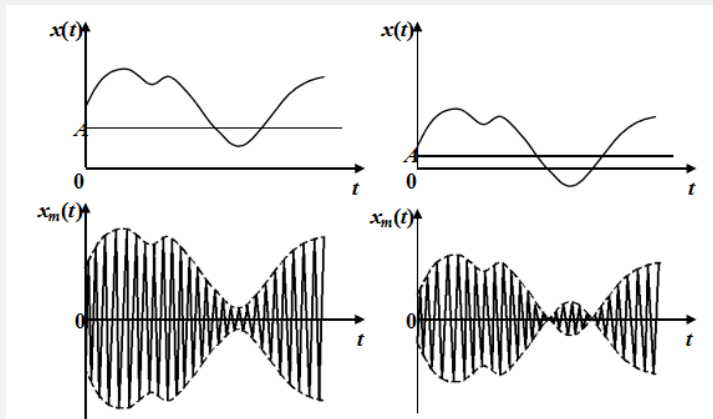
射频通信系统

射频信号调制

调制：转换基带(低频)信号到射频的过程。

射频信号传输必须经过调制的原因：

- (1) 有线系统：保持信号不泄露，同轴线可对高频信号产生有效的屏蔽；
- (2) 无线系统：天线尺寸等于天线0.25波长偶数倍时，才能有效辐射功率信号；
- (3) 高载频可以提供更大的通信容量。



信号调制分类

模拟调制：调幅(AM)；调频(FM)；相位调制(PM)

AM:把调制信号加载在载波信号的幅值上；

FM:把调制信号装载在载波的频率上，称为频率调制；

PM:把调制信号装载在载波的相位上，称为相位调制；

数字调制：

频移键控(FSK)

相移键控(PSK)

最小频移键控(MSK，FSK中的一种形式)

高斯滤波数据的最小频移键控(GMSK)

二进制频移键控(BFSK)

二进制相移键控(BPSK)

正交相移键控(QPSK)

编码正交品分多路(COFDM)

射频通信系统

AM

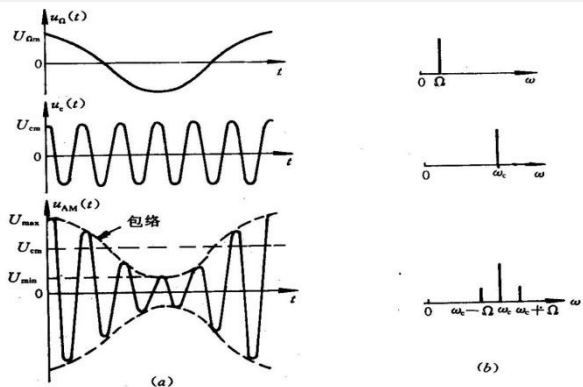
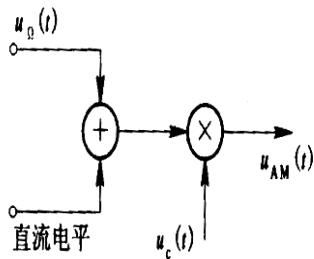
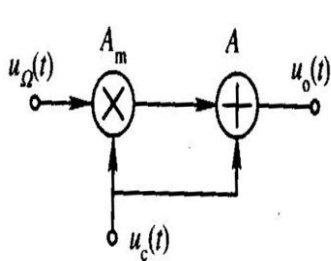
调幅:

设调制信号为 $u_{\Omega}(t) = u_{\Omega m} \cos \Omega t = \cos 2\pi F t$

设载波信号为 $u_c(t) = U_{cm} \cos \omega_c t = \cos 2\pi f_c t$

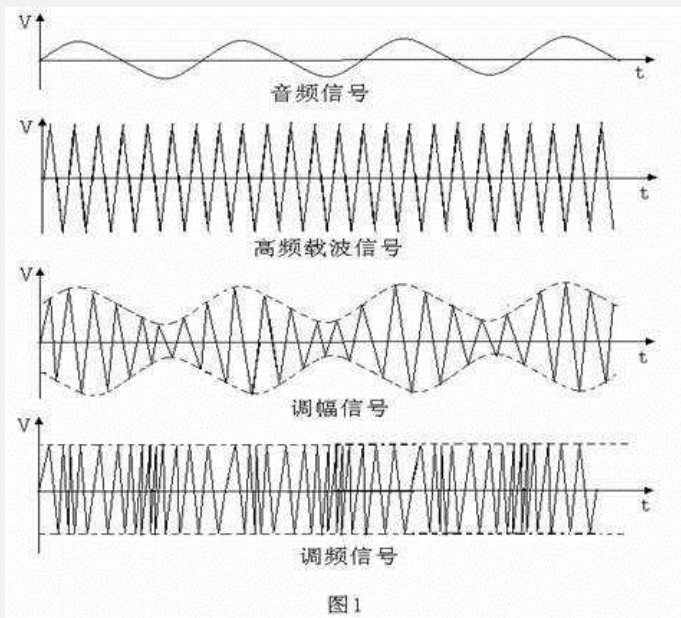
$f_c \gg F$, 由幅度调制定义可知, 幅度调制是用基带信号控制载波的振幅, 使载波的振幅随基带信号的规律变化, 因此调制后形成的已调波 $u_{AM}(t)$ 可表示为

$$u_{AM}(t) = (U_{cm} + k_a u_{\Omega}(t)) \cos \omega_c t$$



FM

让载波信号的瞬时频率和调制信号呈线性关系，载波信号的幅度保持不变

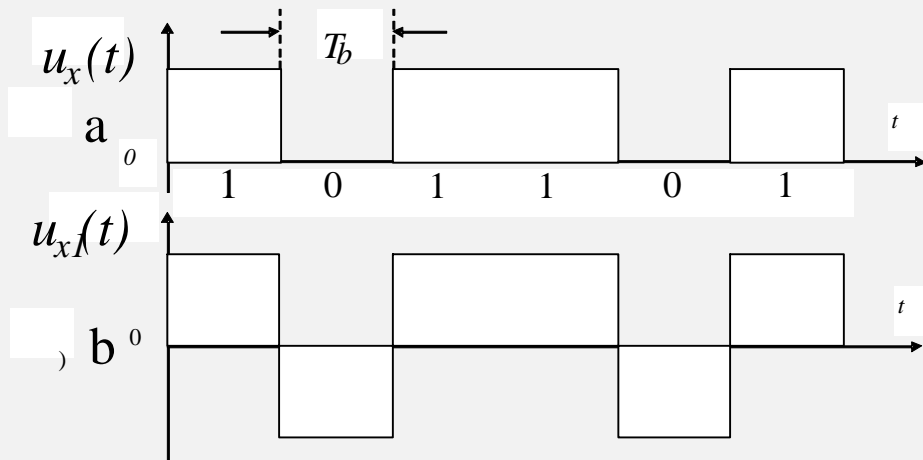


数字调制

数字基带信号表示方法：

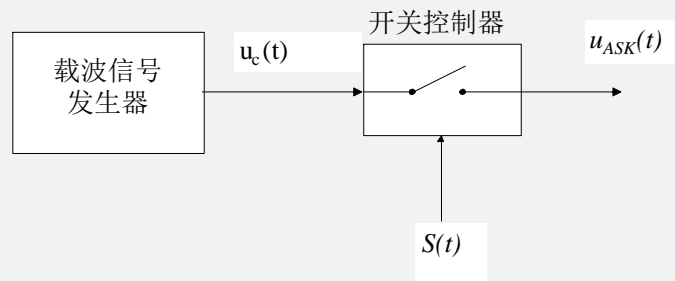
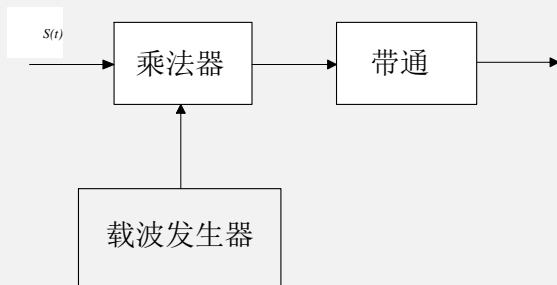
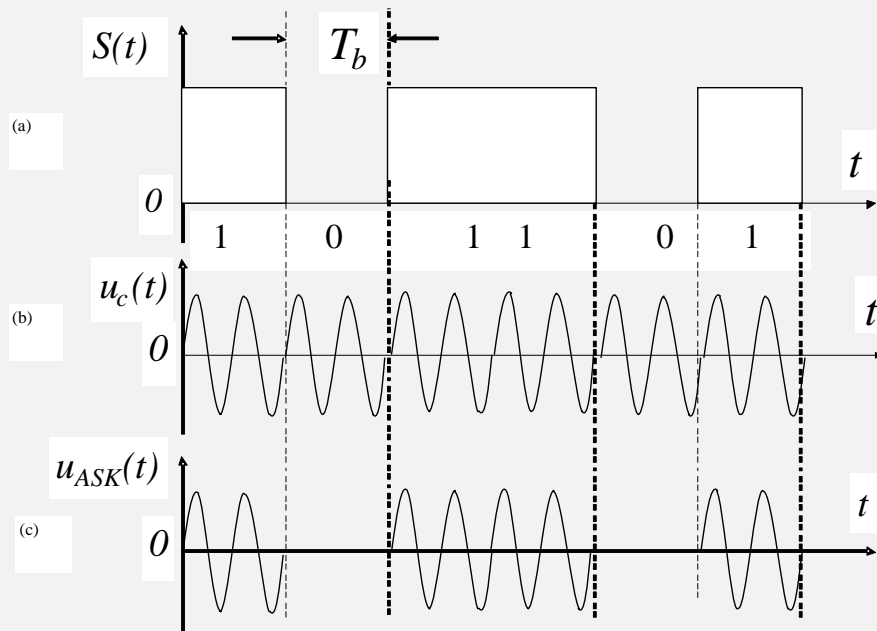
如图a所示的是用单极性波来表示二进制数，其特征是宽度为 T_b 的码位有两种状态，即低电平和 high 电平，高电平用数字“1”表示，低电平用数字“0”表示；而且电压脉冲都是正的，这种二进制数的脉冲属单极性波；

图b用正电平表示“1”，而负电平表示“0”，这种用正负两种脉冲表示二进制数的方法，称为双极性波。



射频通信系统

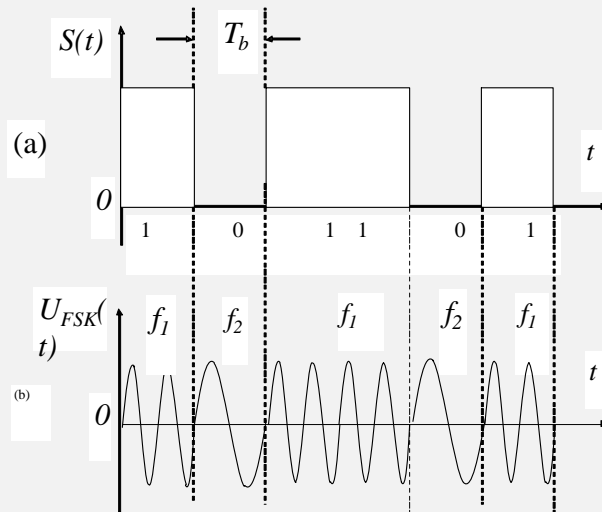
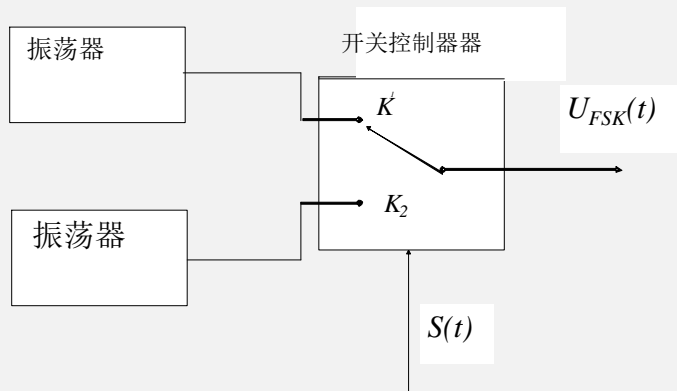
数字调制 ASK



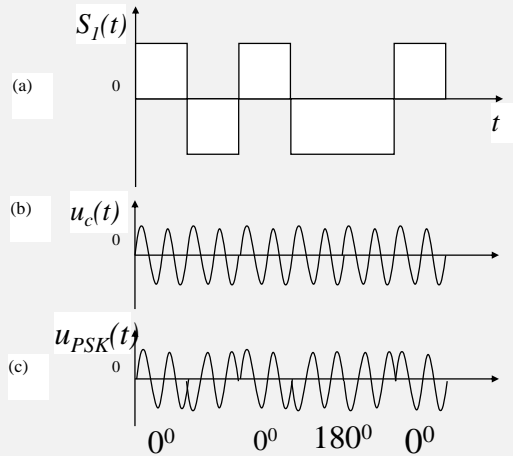
数字调制 FSK

FSK原理:

二进制频率键控是用数字基带信号的两种状态“0”和“1”去控制载波的频率。状态为“1”，载波频率为 f_1 ，状态为“0”，载波的频率为 f_2 。



若用载波的0度与180度表示1和0，那么此时已调信号称为PSK信号。



Part

3

射频电路基础