

监测接收机

监测接收机是在军用或民用应用中典型用于作信号探测、频谱监测和解调,并对一些信号作分析,多工作于短波和超短波频段(10kHz-3GHz)。至少提供AM、FM、USB、LSB、CW等解调方式,有的还提供数字化I/Q输出和宽带中频输出。

一、监测接收机的结构

监测接收机一般采用超外差式结构,天线输入信号先通过前端预选器,滤除带外干扰后经过两次或三次变频,将输入信号变频至一个固定的中频信号(IF),再由后端模拟解调或DSP处理。

1、预选器

预选器的作用在于降低接收机接收信号的总负载并可改善接收机的技术参数,包括:本振再辐射,噪声系数NF,二阶截断点IP₂,镜频抑制和中频抑制。

预选器(输入滤波器)是一套亚倍频程滤波器和/或跟踪滤波器。通过电子开关,预选器可将接收频段分为若干子段,从而选通那些需要分析的子频段而将其它子频段抑制于带外。这样,即可在极大程度上消除互调产物。采用跟踪滤波器能够使接收机实现快速调谐,即便在最快速的射频全景模式。

2、多重变频

接收机的电路型态,目前都已采用多重变频的超外差式电路。变频的次数从最复杂的四重变频,一般的三重变频,到较简单的二重变频。

中间频率的选定,对接收机的性能有很大的影响。中间频率较高,则镜频干扰的抑制能力较强;但相对接收增益和选择性则较差。反之,中间频率较低,则镜频干扰的抑制能力较弱,但相对接收增益和选择性较佳。

二、监测接收机的功能

专业的监测接收机应该能够完成以下功能:

- 1、快速、可靠地检测所有类型的信号:固定频率信号、频率捷变信号(如:跳频信号)、周期脉冲信号、非周期性脉冲信号(如:扰动发射)和脉冲发射(如:雷达信号)等。
- 2、深入调查信号:发射频率、频率误差、发射带宽等。

三、监测接收机的主要性能指标:

1、噪声系数-灵敏度(NF, Sensitivity)

噪声系数和灵敏度是两个通常和接收机检测微弱信号能力有关的参数。灵敏度与接收机的噪声系数直接相关。因此某些接收机在谈到灵敏度时通常只列出设备的噪声系数和信噪比。监测接收机的噪声系数典型值大约在10dB至15dB。

一部典型的HF接收机噪声系数达到15dB工作起来已经能够令人满意了,即便是最好的专业宽带VHF/UHF接收机噪声系数可能也只有8dB左右。

接收机的灵敏度定义为在特定带宽和信噪比条件下,解调信号的最低电平,其值越小,灵敏度就越高。灵敏度依赖于几个因素,如所用的调制类型和调制度、采用的中频(IF)带宽和解调(Video)带宽、所要求的解调器输出信纳比,而不仅仅是噪声系数。因此表述灵敏度值时必须注明是在何种信号、信噪比之下的测量值。

2、线性度(Linearity)

在两个或两个以上信号同时输入到天线端时,由于有源器件的非线性特征(放大器/混频器),会产生一些多余的信号——互调产物。这些多余的信号应被尽可能地抑制。这抑制的能力体现在IP₂/IP₃技术指标上。

接收机的二阶和三阶截止点 (IP2/IP3) 是表示特定射频电路或系统的两个非常重要的线性指标。IP2/IP3 越高表示线性度越好和更少的失真。但是, 高截点接收机的设计常常不能兼顾到同时带来的对低噪声系数的要求。通常采取折中的办法以兼顾接收机的噪声系数和截点。

3、无杂散动态范围 (SFDR)

另一个经常用以衡量接收机性能的参数是无杂散动态范围。这里用“无杂散动态范围”来表示整个动态范围的一部分, 是指当两个等功率信号输入时, 没有超过噪底3dB的虚假信号的范围。无杂散动态范围是同截点成正比的, 与噪声系数和中频带宽成反比的。换句话说, 动态范围是随着噪声系数的减小、中频带宽的变窄而增大的, 而不仅仅是更高的截点。

4、选择性 (Selectivity)

选择性是接收机的主要指标之一。它是决定接收机是否能够从周围众多其它信号中区分出所需信号参数。中频滤波器矩形系数 (60dB阻带/3dB通带) 直接影响接收机的选择性。形状系数越小意味着选择性越好。通常会安装数个不同带宽的滤波器, 在不同的接收模式选择合适的带宽可提高选择性。

5、内部杂散 (Internally generated spurious)

在天线输入端没有信号输入时, 接收机内部也会因为变频电路中不同本振的谐波相互混频等原因产生的杂散干扰, 它会降低接收机动态范围性能, 不仅仅使信号恶化, 也使有用的小信号变得模糊不清。换句话说, 接收机的信号检测能力或灵敏度可能受限于这些内部杂散的幅度, 而不仅仅是电路噪声。监测接收机尤其要求有极低的杂散。

6、镜频抑制比和中频抑制比 (Image frequency rejection, IF rejection)

镜频抑制比是接收机镜频频率上的规定信号电平与产生同样输出功率的调谐频率的 (有用) 信号电平之比。中频抑制比是接收机中使用的任一中频频率上的规定信号电平与产生同样输出功率的有用信号电平之比。

镜频抑制比和中频抑制比表明接收机抵抗镜像干扰和中频干扰的能力。中频干扰和镜频干扰只能靠预选器和高频滤波器滤除。高性能的接收机需要有很高的镜频抑制比和中频抑制比。

7、振荡器相位噪声 (Oscillator phase noise):

振荡器相位噪声是表示晶体振荡器短期稳定程度的量, 应用于不同的中频变换, 显示了接收机对邻近强信号的微弱信号的监测能力, 要尽量低。

8、扫描速度 (Scan speed)

和扫描模式, 带宽和步进相关, 通常以ch/s或GHz/s衡量。

9、频率覆盖范围 (Frequency range)

有关频率范围各个厂商的产品基本相同, HF接收机频率覆盖范围一般在100kHz-30MHz, VHF/UHF接收机一般为30MHz-3000MHz, 或者更高。

接收机最基本的解调模式是AM, FM, SSB, CW, 功能较多的机型还会有ISB, IQ, TV, FSK, PSK, PULSE等解调模式。

11、调谐分辨率 (Tuning resolution)

目前多数监测接收机都能达到1Hz的调谐分辨率, 对于数字频率综合器来说, 这样的精度意味着造价的昂贵。在实际应用当中, 接收AM信号选择100Hz的调谐步进毫无问题, 音频单边带信号要求在25Hz以下即可, 对于大多数的应用来说达到10Hz的调谐步进就已经相当好了。