

一种同频信号分离技术

中国人民解放军测绘学院 许天生

通常,对于相同调制方式的不同电台,用不同的载波频率来区分。但对于同一载波频率的不同电台,一般接收机就无法区分了。当两电台发射的同频信号到达接收点的电场强度相差较大时,接收机只能收到较强电场强度的电台,而弱电台信号被抑制了;当到达接收点的两个信号电场强度相近时,两信号在接收机中产生相互串扰而无法接收。本文介绍的方案是对载波频率相同、调制方式也相同的两个电台信号,只要对发射机稍加改动(不影响一般接收机接收),用专门的接收机即可分出所要接收的电台信号,故称为同频信号的分离接收。这种同频信号的分离技术对当前通信用户日益增加,通信频道日趋拥挤的状况来说,是一种提高频道利用率的简易、有效的方法。此方案进行了模拟样机的实验,证明对语言、音乐均有良好的效果。

一、基本原理

本方案可以看作抽样定理的一种应用或推广。抽样定理是对连续的基带信号进行抽样,只要抽样的速率达到 $F_n > 2F_{\max}$ (F_n 为抽样脉冲频率, F_{\max} 是基带信号的最高频率),则基带信号由离散的抽样值确定。

若对已调制的高频信号,例如对调幅(AM)信号进行抽样,由于其信息包含在包络内,因此,只要对包络的变化按抽样定理抽样,且满足 $F_n > 2F_{\max}$ 即可 (F_{\max} 是包络变化或调制信号的最高频率)。图1所示为PAM信号波形图。图中 u_1 是调幅信号; u_2 是抽样脉冲; u_3 是对调幅信号 u_1 抽样后得到的信号,它是一系列幅度随调制信号变化的高频脉冲,在本文中称之为脉冲幅度调制(PAM)信号。发射机则把PAM信号发射出去。

在接收机中,对AM信号的解调主要是采用峰值检波器。而对PAM信号,只要适当选择抽样脉冲的频率,用同样的峰值检波器(电路参数不变)也能检出

原调制信号。理论分析表明,PAM信号与连续的AM信号相比,在接收机输出相同电平时,PAM信号节省发射功率(指平均功率)。

二、电路原理方框图

本方 功能原理示意图如图2所示。在图2中发射机A和B同时发出具有相同载波频率和相同调制方式的不同信号,两者的区别仅在于发射机A发射连续的AM信号(如图1中的 u_1 信号),发射机B发射的是PAM信号(如图1中的 u_3 信号)。选择接收机C的机内有一个转换

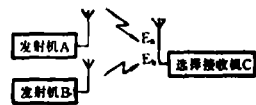


图 2

开关,用于接收机的接收状态的转换。 C_1 位是普通接收机状态, C_2 位是选择接收机状态。设发射机A的信号到达接收机C的电场强度为 E_a ,发射机B的信号到达接收机C的电场强度为 E_b ,且 $E_a < E_b$,则接收机处在 C_1 位时,可以收到同频强台信号 E_b ,弱台信号 E_a 被抑制。当接收机处在 C_2 位时,能收到 E_a 信号。因此具有同频信号的分离接收功能。

在发射机部分,发射机A与一般发射机相同,故不作介绍。发射机B的原理方框图与发射机A不同的是在已调信号送到天线去前加一编码控制器,把连续的高频已调信号离散化。

发射机B的原理方框图如图3所示。图3中 u_1 、 u_2 和 u_3 的波形见图1所示。 u_3 是一个PAM信号, u_2 是一个编码信号。根据需要 u_2 可以适当编码,若为等间隔抽样,可以看作01码。

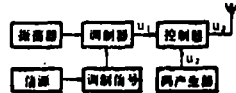


图 3

本接收机为两用接收机,简称为选择接收机,其方框图如图4所示,各点波形如图5所示。开关K的作

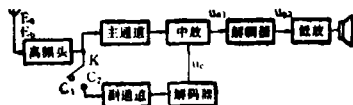


图 4

用是选择接收机的工作状态。当开关 K 处在 C_1 位时,为普通接收机状态,在该频率下收强台信号 E_b 。当开关 K 处在 C_2 位时,接收连续波弱信号 E_a ,此时接收机多了一个副通道,用于对编码信号的解码。主要工作过程是当发射机 A 和 B 同时发信号时,对应的信号 E_a 和 E_b 亦同时进入接收机。接收机副通道的解码器把编码信号 u_c 解出后加到主通道的中频放大器,对 B 台信号进行自抑制。但由于 A 台为连续信号,在 B 台信号的间歇期仍有部分 A 台信号未被抑制而输出(见图5的波形 u_{a1}),而后经检波、低放输出,仍能恢复 A 台的调制信号,所以在扬声器中听到 A 台发射的低频调制信号 u_{a2} 。此时所以能得到 u_{a2} ,实质上是对 A 台信号的间歇接收。

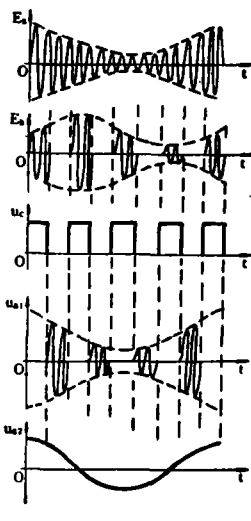


图 5

三、实验与数据

实验示意图见图6所示。发射机 A 为自装的调频发射机,输出功率约为30 mW。发射机 B 为自装调频编码发射机,输出功率约为60 mW。接收机 C 是自装选择接收机并处在 C_2 位。接收机 D 为普

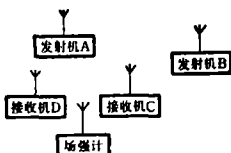


图 6

通调频收录机。发射机 A 和 B 的载波频率为92~98 MHz。 B 发射机采用01编码,脉冲频率(即图5中的 u_c 的频率)为25 kHz。当只有发射机 A 工作而发射机 B 不工作时,接收机 C 与 D 均能清晰地收到发射机 A 的信号(用磁带放音机的音乐作调制信号)。同样,当只有发射机 B 工作而发射机 A 不工作时,接收机 C 和 D 也同样清晰地收到发射机 B 发射的信号。当发射机 A 和发射机 B 同时工作时,用场强计测得 $E_a \approx 0.6$ mV/m,而 $E_b > 1.20$ mV/m(准峰值)时,普通接收机 D 只能收到发射机 B 的信号,而 E_a 信号被抑制。此时接收机 C 却能清晰地收到 E_a 信号,而对 E_b 信号进行自抑制。若接收机 C 改处在 C_1 位,也能收到 E_b 信号。即对同频信号有良好的分离选择功能。

采用不同的调制信号输入,并能用选择接收机实现同频信号分离的条件下,测得的电场强度(准峰值)如下表所示。因在室内测试,有电波反射,加上场强计

天线未对准 B 台天线,实际 B 台电场强度可能要大些。

实验次数	E_a		E_b	
	dB	mV/m	dB	mV/m
1	51	0.355	61.5	1.189
2	52	0.398	62	1.259
3	56.5	0.668	61.5	1.189
4	58	0.794	61	1.122
5	58.5	0.841	62	1.259
平均		0.612		1.204

四、分析与讨论

1. 本方案对于PAM信号和PFM信号均适用。为了便于分析,我们在说明其原理时采用PAM信号。由于PFM信号较之PAM信号实用性更强,故模拟样机是采用PFM信号。对于PAM信号虽未装样机,仍作了实验,实验证明方案也是可行的。

2. 抽样频率的选择。对语言信号,若设最高调制信号的频率为 $F_{0max} = 3$ kHz,根据抽样定理,抽样频率为 $F_n > 6$ kHz。对音乐信号,其调制频率较高,则抽样频率相应地也要提高。显然,抽样频率选高些,发射信号的保真度好些,但是在接收端受到接收机通频带的限制,抽样频率 F_n 太高会产生失真。因而要兼顾两种情况综合考虑。本试验方案采用 $F_n = 25$ kHz。

3. 由表中实验数据可见,只要PFM信号的准峰值电场强度 E_a 比连续信号(FM)电场强度 E_b 约大两倍以上, E_a 即可被 E_b 抑制掉,普通接收机无法接收 E_a 信号。然而选择接收机能从较大的 E_b 的条件下选出较弱的同频弱信号 E_a 。

4. 本方案还带来一个附加的好处是,在保证接收机接收PAM和AM信号时接收机输出电平相同的情况下,对发射PAM信号的发射机 B 较之发射机 A 节省发射功率约30%,这是很可观的。

5. 接收机由原来接收连续信号(其幅值为 U_c),改为接收幅度不变的间歇信号(例如PAM信号),在接收机的输出端电平约下降10%。所以可以认为在发射信号幅度不变的情况下,仅把连续信号改为等间隔的间歇信号(例如PAM)后,相当于接收机对这种信号接收的灵敏度下降约10%。因为选择接收机对弱信号是间歇接收,也就相当于接收间歇信号,因而它的灵敏度与接收连续信号相比也下降约10%(此时节约发射功率50%)。

6. 本方案的适用范围较广。例如为了提高频道的利用率,可以实现一频多台的通信;可以解决同频干扰与侦听的矛盾;在广播设备中采用PAM信号形式后,在信号的间歇期间可以插入附加信号进行传输,以提高广播设备的利用率。