

收费电视加密方法可行性探讨

杨毅明

(电气技术系)

摘要 论述了收费电视的意义和电视信号的加密原理,介绍适合我国国情的脉冲加扰法,本设计的脉冲加扰电路的原理和加扰效果,证明脉冲加扰的可行性,并提出一种保密性更可靠的新型加密措施。

关键词 收费电视,加密,加扰,解扰

0 引言

收费电视是一种以娱乐为主的服务性电视。用户想收看收费电视,须事先向收费电视台交钱方能享受这种服务。为使不交费者无法收看,收费电视需要配置一套电视保密系统,对电视信号加扰和加密,使一般电视机无法收看收费电视节目,而交费者可以租用电视台的解密器,进行收看。

1 收费电视的意义

目前,观众收看电视,随取随用,无需申请和交线。然而,收费电视就得请收看者交付一定的观看费。当然,收费电视是一种特殊的服务项目,并非有意把所有的电视都改为收费。可以说,收费电视是电影电视,类似于买票看电影。随着社会的发展,人们的价值观念也在不断更新,那种传统的在电影院里放映电影的方式必将满足不了观众的要求。在信息时代,时间就是金钱,人们多么渴望“足不出户”而“明了天下事”。因此,电影的放映方式也应多样化,做到既可以在影院放映,也可向千家万户传送。收费电视正是利用电视技术和加密技术使电影走进家庭的一种手段,是以播放电影、电视剧、音乐会、体育比赛为主,不播广告。为了保证收费电视的收看制度,可采用对电视信号加扰、加密的办法。信号经加密后,非收费电视台的用户,其电视机便不能直接收看,只有收费电视台的用户,才能使用该台租给的解密器和按月提供的解密卡

本文1992-10-09收到。

片,并使解密器进入工作,才能顺利收看.

2 电视加密法

电视是一门视听艺术,缺少画面或缺少声音则丧失欣赏价值.从这个特点入手,收费电视可以对电视图象和声音信号其中之一加密,或对声像信号都加密,使没有安装解码器的电视机不能正确重现图象和声音.图1是一个简单的电视信号.由电视原理可知,破坏消隐脉冲,电视将出现回扫线,亮度层次变差.破坏行同步脉冲,会引起图象滚动、撕裂.破坏色同步脉冲,色彩会失真.破坏图象信号,会使画面杂乱.由此可见,对上述几个方面加以破坏,则会引起图象上不同程度的紊乱.破坏电视信号某一部分的做法称加扰或扰乱,按一定的规律进行扰乱称为加密.如果接收端有一个电路,能抵消对电视信号的加扰和加密,这个电路就称为解扰器或解密器.加扰和解扰组成一个扰乱系统,同理,加密和解密组成一个加密系统,但加密系统包括了扰乱系统.



图1 电视信号

3 脉冲加扰法的优点

根据信号加扰原理,笔者研制了一种衰减同步的脉冲加扰法.它具有容易实现,扰乱效果好,不损伤图象,还能与其它加扰法配合使用,能变化衰减值,保密效果好等优点.脉冲加扰法原理图如图2所示.它由一个或多个衰减器组成.电视信号经选通开关(K)转换,或者直接输出,或者衰减后输出.一般只有一个衰减器时,衰减量为一半.选通开关由开关转换器控制.开关转换器输出一个频率为行频的矩形脉冲信号,脉冲宽度稍大于行消隐,并与行消隐对齐.在信号为有效图象部分时,脉冲为“0”,信号直接输出,不受影响.当信号为行消隐时,脉冲为“1”,信号经衰减器输出,这时信号幅值都被衰减一半,行消隐电平被顶到灰电平(白电平和黑电平的中间)处,行同步脉冲和色同步脉冲的幅度都被衰减一半,行同步头高于黑电平.这种被加扰的信号,电视机的同步电路是很难找到它的同步脉冲,与它同步的,就是能同步,由于黑参考电平(行消隐)被抬高到灰电平处,相当于亮度电平下降,使图象的亮度下降.下面详细讨论脉冲加扰的效果.

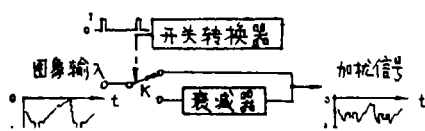


图2 脉冲驱动电子开关选通信号

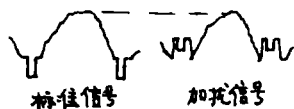


图3 背景亮的加扰信号

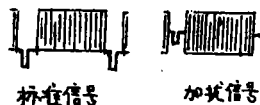


图4 单色的加扰信号

对一些明亮的画面和简单静止画面的信号,电视机能与它被加扰的信号同步.因为明亮画面的信号加扰后,亮度信号仍高于同步信号,如图3所示,同步电路能分离出它的同步信号.有些单色画面的信号加扰后,色度信号虽然低于同步信号,但它的亮度信号仍高于同步信号,如

图4所示,所以同步电路仍能与它同步.有些简单画面的加扰信号每行都有规律地在某些位置上出现幅度最低的下冲脉冲.它经常是图象信号电平

最低处产生的.如图5的彩条信号,同步电路会错把这些下冲脉冲当作同步送去控制扫描电路,致使画面出现行消隐带.

由于加扰信号的白电平与行消隐电平距离缩小,所以上述能同步的加扰信号的画面亮度下降.当然日常生活中出现这些画面的机会很少,故可以不予考虑.

开关脉冲的频率为行频有一点好处,即送同步信号时只用送一个行频正弦波,不用送场同步,解扰电路简单.由于按行频衰减同步,场消隐处的二倍行频成分的均衡脉冲和开槽脉冲没有改变,如图6所示.从图6可以看到,加扰后的场消隐还剩下几个场均衡和不完整的场同步.奇偶场的场同步不太一样,这种差别会影响两场光栅精确镶嵌,降低垂直分辨率.另外,剩下的均衡脉冲与标准的行同步位置相差半行.如果它们起同步作用,会使图象扫描错位半行,造成一些能同步的简单画面顶部扭曲.在场正程期间,行同步都被“抬入”图象电平里,等效于失去同步,使扫描电路不能同信号同步,得不到相对位置正确的稳定图象.



图5 彩条信号的加扰

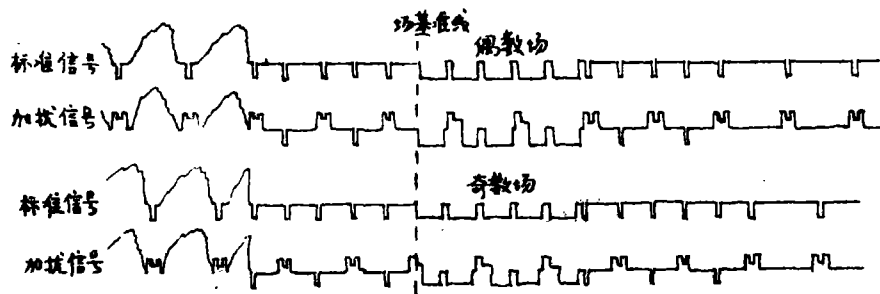


图6 场消隐的脉冲

电视机的色同步电路的基本原理是根据色同步与色度信号出现的时间不同,利用延时的行同步脉冲作为选通脉冲,把色同步信号分离出来,以产生彩色解码需要的副载波.当找不到色同步或色同步很弱的情况下,为了防止彩色失真的干扰,彩色电路会自动关闭.所以找不到行同步就找不到色同步,即便是得到“假的行同步”脉冲,也会检出错误的色同步,造成画面彩色失真.如果能找到色同步,在电视信号较弱时,因为色同步比正常信号的色同步小一半,也容易造成彩色电路自动关闭.图7是脉冲加扰法的系统原理框图.

由于同步信号是一个频率为15.625kHz的正弦波,比伴音最高频率15kHz还高,可以按一定比例与伴音相加,再送调频.因为同步信号是一个单一频率正弦波,频率高于音频,超出人耳听力范围,适当减小它的幅度,它是不会干扰伴音的.同步信号以调频方式传送,抗干扰能力强.接收的同步信号只要适当地移相整形,就可以得到解扰用的脉冲序列了.

伴音的加密采用频率移位的办法,把伴音平衡调制到二倍行频(f_H)上,然后再用调频发射,频谱图如图8所示.一个音频最高调制频率为 f_m 的调频信号的频谱宽度为: $\Delta f = 2\Delta f_{\max} + 2f_m$, Δf_{\max} 是调制最大频率偏移.我国电视制度标准规定,伴音最大频率偏移 $\Delta f_{\max} = 50\text{kHz}$,伴音频率在50Hz~15kHz内.所以调频电视伴音的频谱宽度 $\Delta f = 130\text{kHz}$.我国电视发射机的图

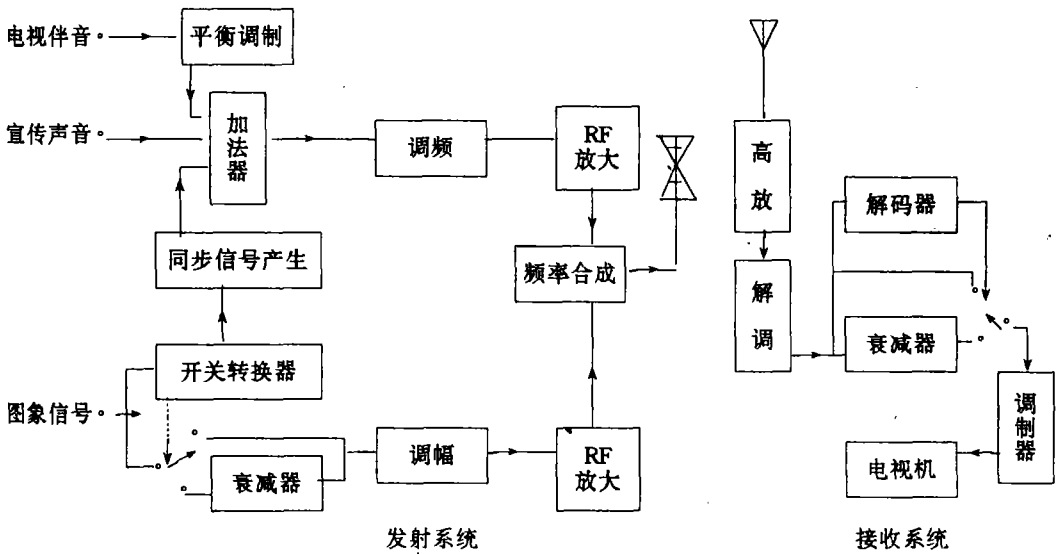


图7 脉冲加扰法系统图

象伴音频谱规定的伴音带宽有500kHz,足以供伴音加密使用。

按本文设计的脉冲加扰电路系统原理如图9所示。

图象输入信号为1伏峰峰值的正极性视频信号。输入信号分成两路。一路进入加扰通道,首先由箝位电路对信号箝位,恢复直流分量,去掉低频干扰。信号箝位后进入衰减器,衰减器在有效图象期间是直通的,在行消隐期间,衰减器以白电平为参考点,对信号衰减一半,使行消隐电平进入灰电平,这时信号的交流分量均衰减一半。视频放大器对信号放大和高频补偿,使输出图象信号为输入时的幅值。

另一路进入同步分离电路,分离出的行复合同步信号进入非重触发双单稳态触发器,除去二倍行频的均衡脉冲和开槽脉冲。单稳态电路输出的是一个行频(f_H)矩形波,它分成三路。一路进入箝位脉冲电路,产生宽 $1\mu s$ 的箝位脉冲,控制箝位电路。另一路经延时器到加扰脉冲电路,产生 $13\mu s$ 的负脉冲,控制衰减器。还有一路经反相器到行频带通滤波器和二倍行频带通滤波器。反相器起隔离作用。正向加扰脉冲经两次反相(也是起隔离作用),送入DSJL-1型电视发射机激励器的调制器,与箝位脉冲输出端并接。因为信号加扰后直接送到激励器的图象调制器进行调制,在信号调制前,调制器有一次箝位,它的箝位脉冲有二倍行频的均衡和开槽脉冲,在电视信号二倍行频的均衡和开槽脉冲处也箝位。而加扰信号的同步顶和二倍行频的均衡和开槽脉冲顶的电平不一样。为了防止电平不一致的行同步顶和二倍行频的均衡、开槽脉冲顶被箝在同一个电位上,在调制器里,正向加扰脉冲与正向箝位脉冲的输入并联,起到逻辑“与”的作用,控制箝位脉冲按行频输入,不让调制器在二倍行频的均衡和开槽脉冲处箝位,使箝位按行频进行,如图10所示。

行频和二倍行频滤波器输出的正弦波与视频信号同频同相。行频正弦波作为解调伴音的

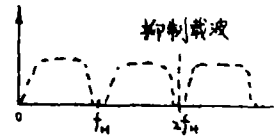


图8 合成伴音频谱图

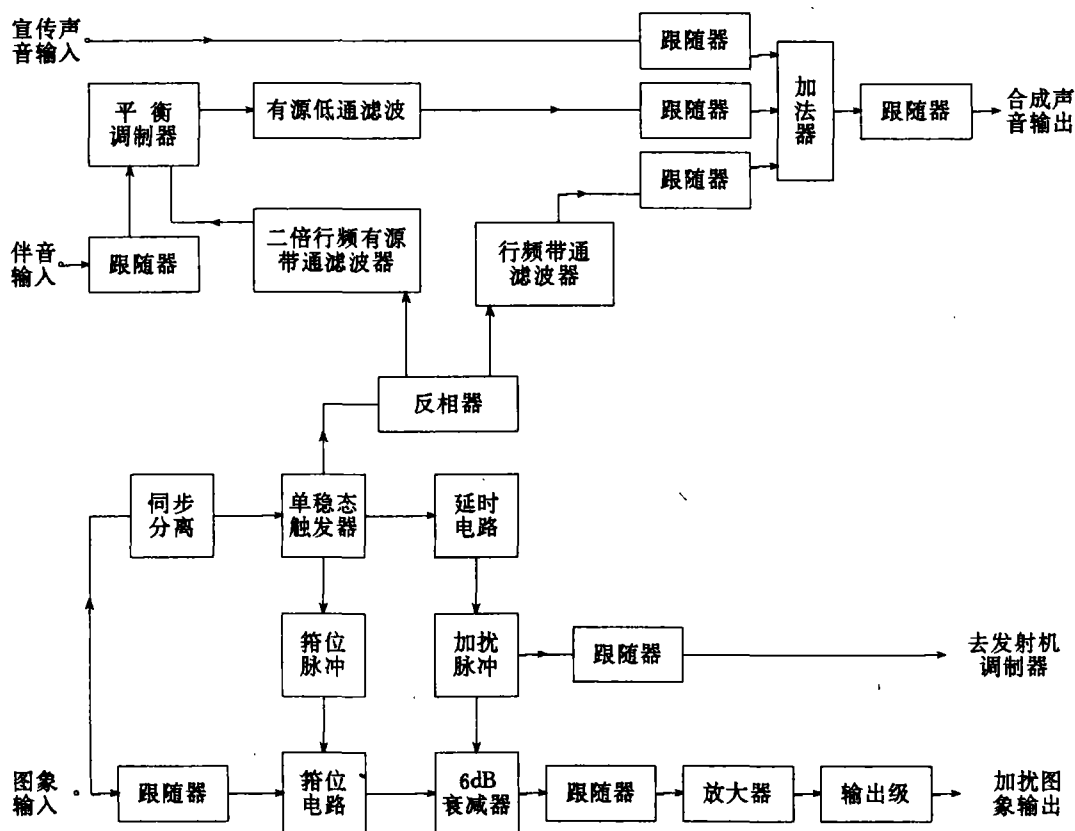


图9 脉冲加扰电路原理图

导频信号和解扰图象信号的同步信号。二倍行频正弦波作为伴音平衡调制的副载波。伴音经跟随器进入平衡调制器，与二倍行频副载波调制，得到抑制载波的平衡调幅波。二倍行频正弦波由带通滤波器来。伴音平衡调制后经有源低通滤波器滤除没有用的高次谐波。最后宣传声音、导频、伴音三个信号按比例(45:10:45)在加法器中相加，由跟随器输出。如伴音不加扰，伴音可以从宣传声音端直接输入，让伴音输入端空着或接地。



图10 电平不一样脉冲

4 加扰效果

图象加扰后，在电视机上看到的是一片纷乱的图象。未加扰的图象越复杂，加扰后失真就越利害。总的说来，脉冲加扰后图象难以辨认，即使能看出来，时间也很短，而且图象暗、失真，不能引起人们欣赏的兴趣。由于图象加扰没有展宽频率带宽，所以接收射频加扰信号的效果与视频监视效果差不多。将合成声音直接放大监听，只能听到宣传声，几乎听不到伴音。如果单独听加扰伴音，听到的声音小，而且是一种沙哑声音，很不清楚，好象破烂喇叭发出的声音，完全

无法欣赏.

5 结论

图象信号加扰后,收看的图象一片混乱;声音加扰后,收听不到伴音,达到了收费电视的加扰要求.用同样原理研制的解扰器经检验证实,解扰后的图象信号没有失真,电视屏幕上也看不出失真.但是加扰方法固定不变会影响其保密性,故让加扰的衰减量在0和6dB之间变换,以场或行为单位进行.发送这种解扰的密码信号每天变换一次内容,就可以使加密电视满足民用的扰乱深度和保密性.衰减值种类越多,其保密性就越强.本文综合论述了电视信号的加扰方法,即以民用电视的特点(低成本、不需要太深的扰乱深度和太高的保密性)为基准,提出了脉冲加扰法,并从理论和实验上证明了它的可行性,同时也对脉冲加扰的保密性提出了设想.不难看出,一个收费电视系统,能做到电视信号有足够的扰乱深度和保密性,营业中就不会被窃收.

参 考 文 献

- [1] Daridov, M., Bhaskaran, V. and Wechselberger, T., *Commercial Applications of Encrypted Signals*, IEEE - Military Communications Conference, (1984).
- [2] Cawthorne, N., *Canal Plus*, Radio & Electron. World (GB), (1985).
- [3] Sheets, W., Graf, R. F., *TV Signal Descrambling*, Radio - Electron. (USA), (1986 - 1987).
- [4] Perr, C. D., *Security and Addressability for Pay-TV*, Electron. Technol. (GB), (1983).

Inquiry on Feasible Encryption of Pay-TV

Yang Yiming

(Department of Electric Technique)

Abstract Starting with the significance of Pay-TV and the principle of encryption, the author presents a method of pulse scrambling, which is suited to our national conditions; and explains in detail the principle and the effect of a pulse scrambling circuit of his own design; and demonstrates through a descrambling circuit the feasibility of pulse scrambling. From the angle of encryption, a new type encryption measure is thus presented to the pulse scrambling by which a more reliable secrecy can be ensured.

Key Words Pay-TV, encryption, scrambling, descrambling