

利用220V 供电线传输信号的载波通讯系统

陈锦春 林卫庭

(电子工程系)

摘要 本文介绍一种利用220V 供电线传输信号的载波通讯系统. 这种通讯系统在一定的区域内(在传输至终端的载波信号功率仍足够大的最大距离内), 只要220V 供电线所及之处, 均可实现监听、通话和全通广播等功能.

关键词 载波通讯, 频率调制, 数字信号

0 前言

这种载波通讯系统是根据生产厂家提出的基本性能要求、性能价格比所设计的. 基本要求是: 在一所中学内部, 可随时监听任一学生班的教学情况; 能向全校广播; 可以和校内主要部门通话联络.

根据基本性能要求, 整个系统应由一部主机和几十部(不少于60部)分机构成. 要实现监听、通话和广播三种功能, 则有无线和有线通讯两种方案可供选择. 有线通讯又有架设专用线路和利用现成的220V 供电线两种. 无线通讯方案因造价较高、厂家的生产能力有限、以及目前对讲机的使用已相当普遍, 容易造成同频干扰等原因而不能选用. 架设专用线路的有线通讯网需要繁重的布线工程, 以致系统的安装和费用等问题而难于实施. 利用现成的220V 供电线作为信号传输线的有线通讯网, 既可以避免空间电磁波的干扰和繁重的布线工程, 而且具有传输线路牢固可靠、安装使用方便、经济等优点而被选用.

电力线载波通讯在国内外已是一种比较成熟的通讯技术, 并在几十千伏的高压线路上得到广泛的应用. 对于一个用电单位都是采用380V 的三相四线制供电, 在单位内部多为220V 供电, 因此本通讯系统只能用220V 供电线来作为传输线. 220V 供电线的负载比起高压电力线要复杂得多, 致使载波信号在传输过程中衰减比较大, 而且还混入许多干扰信号. 通过实验和分析发现: 其它用电设备对载波信号的衰减是不可避免的, 但随着载波频率的降低衰减量减小; 而且在相同的发送功率下, 如果适当提高载波信号电压, 则可加大传输距离. 又因其它用电设备所产生的干扰, 大多数是低频调幅性干扰. 所以在系统设计时, 载波频率选择在200KHz 以下

本文1991-06-12收到.

• 华侨大学印刷厂谢志杰同志、泉州市无线电五厂林伟同志参加电路实验工作.

采用较高的电压传输,而调制方式采用频率调制并改善接收端前置放大器的线性,这样就可以满足基本性能的要求。

1 基本工作原理

这种载波通讯系统包括一部主机和几十部(可达99部)分机,由主机控制可以实现对任一分机的监听、通话;向全部分机广播;把电话接入本系统。分机还可以向主机请求通话。主机和分机的电路结构原理方框图如图1所示,由图可知它们的电路结构基本相同。

整个系统需要传输的信号有两类:其一是语音信号,即由麦克风拾音或由电话机耳机线送来的音频信号;其二是数字信号,即采用二进制编码的数字信号。它包括分机码(每台分机对应一组8位二进制码)和功能码(有“结束”、“忙”、“通话”、“全通广播”四个,每个功能码对应一组12位的二进制码)。这两类信号被频率调制于选定载波,再利用220V供电线传输至终端。由图1可知,主机和分机各有两路发送电路和两路接收电路,选用四个载波频率(均低

于200kHz)。主、分机的发送和接收的载波频率一一对应。由于主机和分机传送数字信号和音频信号的载波频率各不相同,因此既提高了主机对分机进行自动控制的可靠性,而且使主机与分机通话时,可以象电话系统一样同时进行,即具有双工的功能。

当整个系统的全部机器接到220V供电线上,并按一下各机的“清零”键,所有机器都处于等待服务状态。

1.1 监听

当主机欲监听某一教室(如被编号为23)的课堂情况时,主机先按数字键2和3,发码显示器即显示出23。再按下“发码”键,代表23的8位二进制编码信号就从编码器输出,并对发码载波进行频率调制。调频信号经电压放大和功率放大后送入220V供电线传输至各分机。各分机收码电路解调还原出23的编码信号送到译码器译码。由于各分机译码器的地址位编码(即分机码)不同,其中只有被编为23的分机才能译出,并输出一高电平控制信号到控制电路。控制电路先让本机的编码和发码电路工作,把本机码发送给主机,然后自动关闭编码和发码电路并开启拾音放大和发音电路。

主机收码和译码显示电路接收到分机送来的分机码信号后,即可在回码显示器上显示出23,说明该分机已进入被监听状态。在译码器译出个位数时还输出一高电平信号自动开启主机的收音电路,此时主机就可以监听到该分机的课堂情况。

结束监听时,主机只须按一下“结束”键,代表结束的编码信号被送到各分机,使分机复原到等待服务状态。同时在结束码发完后,主机也自动复原到等待服务状态。

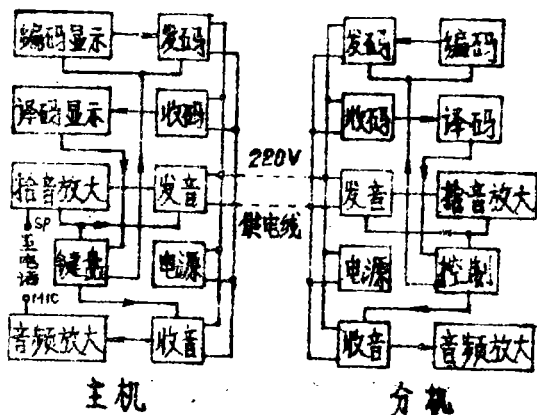


图1 系统电路结构原理方框图

1.2 通话

主机和某一分机通话,实际上是在监听的基础上让主机的拾音放大、发音电路和分机的收音电路也工作.因此,通话的工作过程与监听类似,先按照“监听”的操作程序操作.当主机的回码显示器显示出分机码后,再按一下“通话”键,代表通话的编码信号就被传送到各分机,但只有处于被监听的分机才能自动开启收音电路.而主机在通话码发完后即自动开启拾音放大和发音电路,使主分机可进行通话.

通话的结束与监听的操作相同,主机只须按一下“结束”键即可.

1.3 全通广播

当主机按一下“全通广播”键后,代表全通广播的编码信号就被送到各分机,用于自动开启各分机的收音电路,而发码、编码、发音和拾音放大等电路均不工作.主机发完码后就自动关闭编码和发码电路,并开启发音和拾音放大电路,使主机可以向全部分机讲话.

主机若按一下“结束”键广播即结束.

1.4 请求

当分机主动要求与主机通话时,只要按一下“请求”键,分机就把本分机码发送给主机,并且请求指示灯亮.本分机码发完后就自动关闭编码、发码电路.主机接收到请求信号后就在回码显示器上显示出该分机的编号.如果主机处于等待状态,将会发出音乐声进行呼叫.当主机正在监听其它分机或通话,不能与请求分机通话时,主机可以按一下“忙键”.请求分机受忙信号的控制而熄灭请求指示灯,让请求分机知道主机忙.忙的操作并不影响主机原来的工作状态.如果主机答应请求,应先按一下“结束”键,然后按照通话的程序操作.

如果分机的请求指示灯长时间不灭,说明主机无人,此时分机应按一下“清零”键,使本分机的请求电路复原到等待服务状态.

1.5 电话接入

当系统外的电话要与某一分机通话时,主机可先按照通话程序接通该分机,然后用切换开关把电话机的信号分别接到发送电路和收音电路,这样该分机就可以与外部通话.通话结束后主机应按一下“结束”键并还原切换开关.

2 电路简介

这种通讯系统的主机和分机的电路示意图如图2、3所示.它们的基本电路均包括发送、接收、编码译码、控制和直流电源等五部分电路.

2.1 发送电路

主机和每部分机都有两路发送电路,其电路形式完全相同,只是发送的载波频率不同.发送电路的原理图如图4(a)所示,电路中的 A_r 点接供电线的相线, B_r 点接中线.每一路发送电路都包括本振调制器、推动放大器和功率放大器三部分电路.音频信号(由麦克风拾音经LM382放大)或数字信号(由编码电路UD5026输出的编码信号)被送到LM567对载波(频率由 V_R 、 R_r 和 C_r 决定)进行频率调制,输出的调频信号经两级电压放大和功率放大后送入供电线传输.载波电压放大器和功率放大器由分立元件电路组成,它们的基极偏置电压都为零,即可以减少损耗,还便于自动控制.

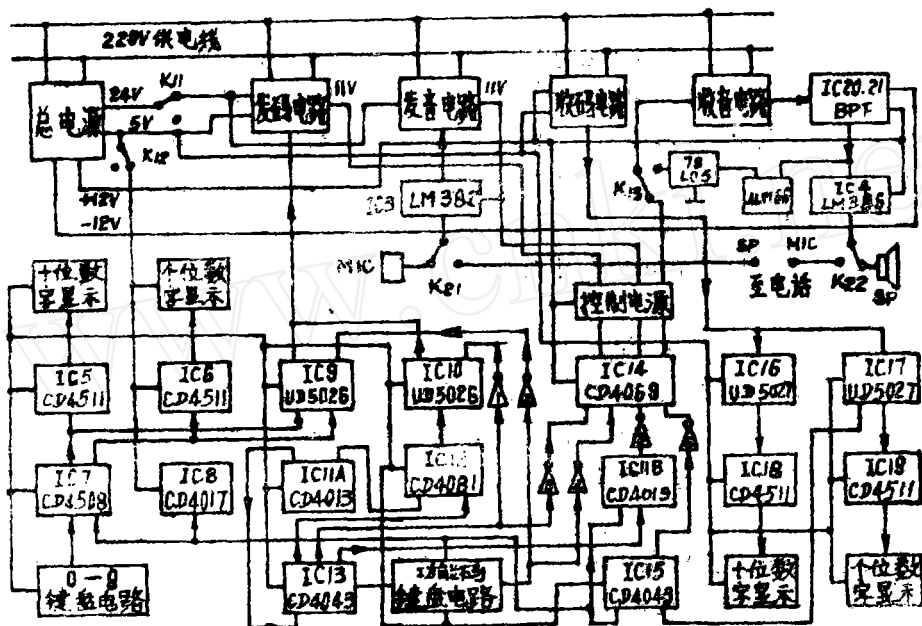


图2 主机电路示意图

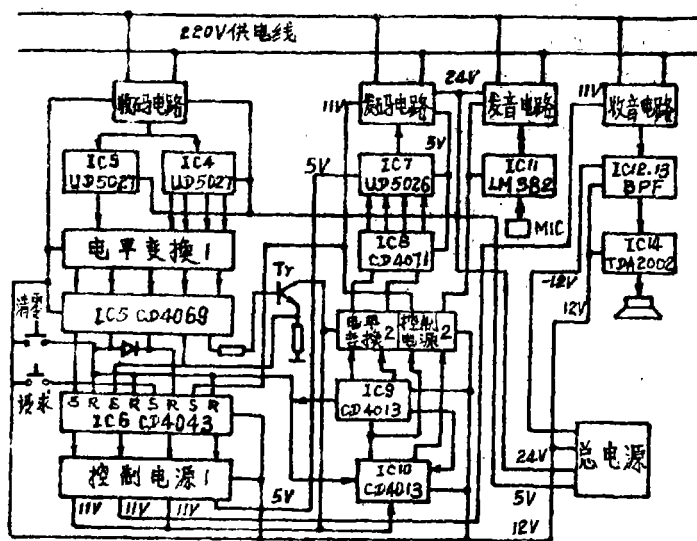
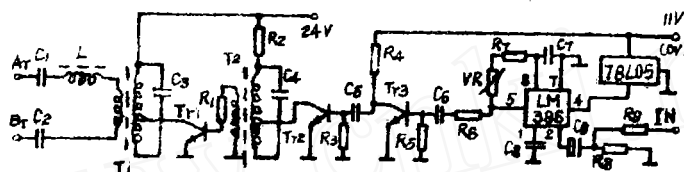


图3 分机电路示意图

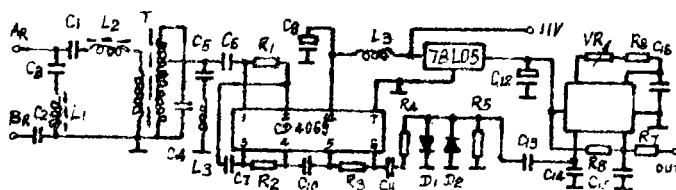
2.2 接收电路

主机和每部分机都有两路接收电路分别用于接收音频信号和数字信号,其电路形式基本相同.接收电路的原理图如图4(b)所示.每一路接收电路都包括选频、放大限幅和调频检波三部分电路.电路中 A_n 点接供电线的相线, B_n 点接中线.220V供电线上传送的信号经选频电路选取本路的载波信号,送到由CD4069和 D_1 、 D_2 组成的三级放大限幅电路进行放大限幅后,再经由LM567组成的调频检波器检波还原出音频信号(或数字信号).音频信号由LM567的第一脚

输出到由两片741运放组成的300Hz—3KHz二阶有源带通滤波器,再经LM386(分机是TDA2002)放大后推动扬声器。而数字信号则是由LM567的第八脚输出直接送到译码器。



(a) 发送电路



(二) 接收电路

图4 发送与接收电路

选频电路由 C_1 — C_5 、 L_1 — L_3 和 T 构成组合选频电路,它既能较好地选取本路的接收载波,又可以有效地抑制工频和本机发送的相应的载波信号。调频检波器由 LM567 构成,由于 LM567 的内部具有锁相环路,且本系统发送端的本振调制器也采用 LM567 组成的电路。只要两个电路的元件参数和工作条件基本相同,那么它们的本振中心频率就可以满足锁定的要求,使被检波还原的信号波形失真较小。

2.3 编码和译码电路

1) 主机的编码和译码电路

主机的编码电路包括分机编码电路和功能码编码电路(参见图2主机电路示意图)。

分机码编码电路由0-9键盘电路、IC5-IC9和两位数字显示器组成。当主机要与某一分机(如23号机)通讯时,在键盘上打下2和3两个键,键盘电路就把23转换为BCD码送到IC7锁存。其输出一路送到IC5和IC6译码在显示器上显示23;另一路则送到IC9的地址位引脚。当按下功能键的“发码”键时,IC9就输出其编码信号给发码电路。如欲更改编码,只须按一下“清零”键,编码电路就复原到等待服务状态。

功能码编码电路由键盘电路、IC10-IC13组成。其中 IC10 是编码输出电路, IC11-IC13 为数据位编码电路。键盘有六个功能键, 即“清零”键: 使主机的整个编码电路复原到等待服务状态。“发码”键: 使 IC9 输出编码信号, 并让控制电路提供发码电路工作所需的 11V 电源; 释放此键 IC9 即无输出, 发码电路也不工作。“结束”键: 输出代表结束的编码信号, 使主机和分机自动复原到等待服务状态。“忙”键: 输出忙信号用于熄灭请求分机的请求指示灯。“通话”键: 输出通话信号用于自动开启所要分机的收音电路和主机的拾音放大、发音电路。“全通广播”键: 输出全通广播码用于开启全部分机的收音电路和主机的拾音放大、发音电路。后四个键被按时, 控制

电路都供给发码电路工作所需的11V电源,并在大约3S后自动关闭电源使编码和发码电路复原到等待服务状态.

当发码键被按下后,键盘电路就输出5V电压,一路经非门2控制 IC9的输出;另一路经非门4和 IC14接通发码电路所需的11V电源.

“结束”、“忙”、“通话”和“全通广播”四个功能键的工作情况基本相同.当任一键被按时,键盘电路就输出5V电压触发 IC13相应的触发器(结束键还对分机码编码电路和 IC15清零),其输出一路经非门3和 IC14接通发码等电路所需的11V电源;另一路送到 IC12相应的输入端用于控制 IC10数据位所需的高电平;第3路经非门1控制 IC10的输出;第4路则触发 IC11A(延时触发1.5S的单稳态触发器,暂稳态为1.5S),其输出加到 IC12四个与门的另一输入端. IC12的四个输出分别送到 IC10的四个数据位.每当按下其中任一键后,发码电路就开始工作, IC10先输出地址为11001100,数据为0000的信号,用于分机译码器数据位的清零,然后输出相应的数据以实现分机的控制功能.当 IC11A由暂稳态返回稳态时,其 \bar{Q} 的高跳变将 IC13清零,使功能码编码电路和发码电路都复原到等待服务状态.整个功能码发码时间约为3S.

主机的译码电路参见图2,它由 IC16-IC19和两位数字显示器组成.解调还原的分机码同时送到 IC16和 IC17的输入端,它们被编定的地址不同(IC16为10110110、IC17为10010010).当输入信号是分机码的十位数信号时,只有 IC16的数据位有输出,并经 IC18译码对十位数字显示器先清零后显示十位数字;而 IC17和 IC19则让个位数字显示器显示个位数字,同时 IC17还输出一高电平触发 IC15,用于接通收音电路工作所需的11V电源.

2) 分机的编码和译码电路

分机的编码电路参见图3分机电路示意图,它由 IC7-IC10和电平变换2组成.其中 IC7是编码输出电路, IC8、电平变换2、IC9和 IC6的一个触发器组成编码控制电路. IC9是两个带延时的单稳态触发器(延时1.5S,暂稳态1S, IC9A用于十位数数据编码, IC9B用于个位数数据编码). IC10A和 IC10B分别为发码和发音控制触发器.分机的编码电路只编本机码,它在全通广播时不工作.当主机译码器的地址确定后(十位数为10110110、个位数为10010010),各分机的编码器 IC7的地址也应按此来编制.

本机码编码电路的工作情况与主机功能码编码电路类似.当某一分机被监听或请求通话时,控制电源1将供给电平变换2和控制电源2所需电源,并触发 IC10A输出一高电平,一路用于接通发码电路和 IC7工作所需的11V电源;此电压还触发 IC6,其输出经电平变换后加到 IC7的两个地址位引脚,使 IC7的地址为10110110.另一路则触发 IC9A工作. IC9A延时触发期间, IC7输出地址为10110110、数据位为0000的清零信号,使主机的十位数译码器的数据位被清零;其暂稳态期间, IC7输出的数据位则为十位数字的编码信号. IC9A从暂稳态返回稳态时,其 \bar{Q} 的高跳变使 IC6相应的触发器清零和 IC9B开始工作,此后 IC7的地址变为10010010.在 IC9B延时触发期间, IC7输出地址为10010010、数据位为0000的信号使主机个位数译码器的数据位清零;其暂稳态期间, IC7输出的数据位为个位数字的编码信号.当 IC9B从暂稳态返回稳态时,其 \bar{Q} 的高跳变使 IC10A清零,切断 IC7、IC8和发码电路的电源;并触发 IC10B接通发音电路工作所需的11V电源.可见分机发码的时间为5S.

分机的译码电路参见图3.它由 IC3和 IC4组成. IC3是本机码译码器,其地址就是本分机码的编码. IC4是功能码译码器,其地址应为11001100.当输入是本分机码的编码信号时, IC3输出

一高电平,当输入是功能码信号时, $IC4$ 的四个数据位则有相应的高电平输出.这五个高电平代表五种功能,经控制电路实现对分机的自动控制.

2.4 控制电路

1) 主机控制电路

主机的控制电路由 $IC11$ — $IC15$ 、功能码键盘电路、非门1-6和控制电源等电路组成,实现对编码、发码、发音、拾音放大和收音等电路工作状态的控制.其中 $IC11B$ 是延时触发约3S的R—S触发器;非门3-6与 $IC14$ 组成电平变换电路.其中功能码键盘电路、 $IC11A$ 、 $IC12$ 和 $IC13$ 等电路对编码电路的控制作用已在编码电路中做了介绍,不再赘述.

当主机接收到任一分机码的个位数字编码信号时,个位数字译码器 $IC17$ 将输出一高电平触发 $IC15$,并经非门6和 $IC14$ 接通收音电路工作所需的电源.当通话或全通广播键被按时, $IC13$ 还输出一高电平,在功能码发码结束后触发 $IC11B$,经非门5和 $IC14$ 接通发音电路的电源.收音电路和发音电路的结束由结束键控制.

2) 分机控制电路

分机控制电路由电平变换1、2,控制电源1、2, $IC5$ 、 $IC6$ 、 $IC8$ — $IC10$ 等电路组成,如图3.它实现了对分机编码、发码、拾音放大、发音和收音等电路工作状态的自动控制.其中 $IC8$ — $IC10$ 、电平变换2和控制电源2等电路的控制作用已在分机编码电路中介绍过,不再赘述.

当本机码信号输入 $IC3$ 后,其17脚输出一高电平经电平变换1和 $IC5$ 把电平提高到约12V,并触发 $IC6$ 的相应触发器以接通电平变换2和控制电源2等电路的11V电源;此电压还触发 $IC10A$,使分机的编码、发码、拾音放大和发音等电路按顺序工作.

当功能码信号输入到 $IC4$ 时,其数据位将有相应的高电平输出,经电平变换1和 $IC5$ 的电平变换后送 $IC6$ 相应的输入端.其中结束信号(手动“清零”键也一样)使分机除收码、译码和总电源电路外的其它电路复原到等待服务状态;忙信号只对 $IC6$ 的请求触发器起到清零作用;通话和全通广播信号用于接通收音电路工作所需的电源,只是通话的控制作用必需在分机收到本机码信号之后才有效.

3 结束语

利用220V 供电线传输信号的载波通讯,尽管供电线的负载比较复杂,负载对通讯的影响尚无有效的措施可以避免,以致这种通讯手段尚未得到广泛的应用.然而它作为一种可行的通讯手段,在特定的条件下还是可以充分发挥其应有的作用.

1)在通讯方面,它还可以做成载波电话机和电话传呼系统等.由于它的保密性较强,可用于保密通讯,例如边防哨所或船上通讯.

2)在报警方面,如系统自备电源及加装报警探头,则可形成远距离报警系统.

3)在自动控制方面,由于数字信号在供电线上传输所受干扰较小,因此可以用于远程自动控制.

此外,在工矿企业内部还可用于生产调度、通讯联络等.

参 考 文 献

- [1] 陈维千, 电力线载波通讯, 水力电力出版社, (1983).
[2] 张绍远等, 明线载波电路质量指标的测试与调整, 人民邮电出版社, (1977).
[3] 北京邮电学院多路通讯教研室, 载波通讯原理, 人民邮电出版社, (1978).
[4] 陈锦春, 利用电力线传输电话的载波电话机, 华侨大学学报(自然科学版), 2(1990).

A Carrier Communication System Transmitting Signals by 220V Power Supply Circuit

Chen Jinchun Lin Weiting

(Department of Electronic Engineering)

Abstract The author presents a carrier communication system which transmits signals by making use of 220V power supply circuit, and all-pass broadcasting in a definite area, to the greatest distance where the carrier signals can be transmitted in a power large enough to the terminals, so long as the power supply circuit reaches.

Key words carrier communication, frequency modulation, digital signal