



[12] 实用新型专利申请说明书

[21] 申请号 90222608.8

[51] Int.Cl³

G06F 15/56

[43] 公告日 1991 年 7 月 3 日

[22] 申请日 90.10.21

[71] 申请人 陈甲标

地址 531404 广西壮族自治区平果县 50 万伏超
高压变电站

[72] 设计人 陈甲标

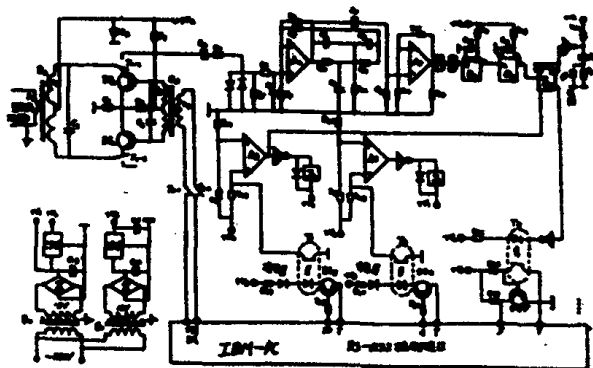
说明书页数: 14 附图页数: 8

[54] 实用新型名称 单片微机音频电力负荷监控器

[57] 摘要

一种采用 MCS-51 系列单片机组成的单片微机音频电力负荷监控器, 其特征在于有用户负荷电流测量电路和功率因数测量电路。

本装置适合供电部门对各电力用户实行集中监测控制之用, 它通过电话线路使供电局与用户双向传输信息, 实现遥控、通信、遥测、遥信。能组成或单独遥控用户 5 台开关, 能通信 5 台开关的开合状态; 能遥测用户电流、电压、功率因数(超前滞后)、有功及无功功率、超负荷次数, 用户时钟, 能使用户定量用电或无限制用电; 能遥控用户时钟及对操作结果打印、存盘和文件建立、修改、查询、删除等功能。



1、一种采用MCS-51系列单片机组成的单片微机音频电力负荷监控器，其特征在于包括有用户负荷电流测量电路和功率因数测量电路。

2、根据权利要求1所述的单片微机音频电力负荷监控器，其特征在于负荷电流测量电路中的二次电流互感器的负荷电阻不是接在整流器之前，而是接在整流器之后。

3、根据权利要求1所述的单片微机音频电力负荷监控器，其特征在于功率因数超前滞后的测量鉴别电路采用单稳态触发器，且单稳延时电阻器R的阻值小于100千欧，延时电容器C的容量小于10微法。

单片微机音频电力负荷监控器

概 述

电力负荷监控技术是供电部门落实计划用电的一种技术手段,它能把用电指标按户、按量、按时落实到各个用电单位。电力监控设备有分散控制型及集中控制型两种,电力定量器及定时器是分散控制型的代表。但由于灵活性差、定值无法及时随发供电情况的变化而变化,因此推广困难。集中控制型则能克服上述缺点,能使供电局及时地集中监视、控制各个用户的电力负荷,是一种理想的控制方式,是电力监控技术的发展方向。

集中控制型电力监控装置主要有无线电、工频、载波等几种形式,但现有技术都存在技术复杂、造价昂贵的缺点,如无线电控制方式,若要具有双向功能,需在控制中心及每个用户各设置一台连续工作的无线电台、专用机房及专管人员。一套无线电微机三遥装置价格近两万元,只有大用户才用得上。因此现阶段只能在大城市试点推广,很难在经济薄弱的县级供电部门推广使用。

本发明的目的,是研制一种既具有满足集中监控所需功能,技术比较先进,又价格低廉的电力负荷监控装置,以便中小城市及县级供电部门也能推广使用。

本发明装置采用公用电话线路作信息传输媒体,可免去设置无线电台、载波机等设备,技术上采用软件实现MODEM,又省去调制解调器;用户监控器采用技术性能指标较高的MCS-51系列单片机,使本装置能双向(半双工)传输信息,实现四遥(遥控、遥测、遥信、遥给),且具有结构简单、体积小、造价低廉(硬件成本数百元)、性能/价格比很高的特点,为县级供电部门电力监控实现现代化展示了美好的前景。

§1、基本工作原理:

本发明基本工作原理图见图1,供电局控制中心设置一台IBM-PC微机、收/发讯器、电话机1、旁路电容C和耦合变压器GLB₁。用户处设置一台单片微机音频电力

负荷监控器（以下简称监控器）、电话机2、耦合变压器GLB₂及机械定时开关K。

在正常情况下，用户处的监控器处于闭环运行状态，它时刻监视着用户的用电情况，它的输出控制着用户的电力开关，它的输入端接用户的电流、电压、开关状态信号。

当供电局控制中心需要对用户进行操作时，象平常打电话一样，先接通用户电话，用户将电话听筒拿起，于是电话线路1和2连通，用户将定时开关K接通，此时控制中心通过IBM-PC微机发出音频调制的操作指令，指令信号经收/发讯器放大后由GLB₁耦合到电话线路并向用户传输，用户处的监控器通过GLB₂收到指令信号后，经一系列的判读翻译，使监控器执行相应的操作，操作完成后，监控器马上将操作结果调制成音频信号，然后通过电话线路发回控制中心，经微机判读后将操作结果显示于屏幕，并打印在纸上和贮存在磁盘里供日后查阅，操作完成后，通知用户挂断电话，一个操作过程结束。

从原理上来说，一台主机控制的用户数量没有限制，但由于操作需要时间（一分钟左右），一台主机控制的用户数量可在数百个以下。

§2、本发明装置的功能：

(1)、遥给定量：在控制中心能以有功功率（千瓦）值对用户的单片微机音频电力负荷监控器进行遥给定量，对用户用电功率加以限制，也可以发送无限制用电命令使监控器对用户用电不加限制。

(2)、遥控：能遥控用户的五台开关（1台主开关，4台副开关），既可对用户开关成组遥控，也可分别单台遥控。

(3)、通信：能对用户五台开关的开合状态进行通信，能测出开关是遥控跳闸还是超负荷跳闸或是自行拉闸，是遥控合闸还是强行合闸。

(4)、遥测：能遥测用户总电流、电压、 $\cos\phi$ （包括识别超前、滞后）、有功功率无功功率，还能遥测用户超负荷报警及超负荷跳闸累计次数、遥测用户监控器时钟。

(5)、能遥控校准用户监控器时钟。

(6)、文件操作：具有对操作结果进行打印、存储及文件建立、修改、查阅、删除等功能。

(7)、用户监控器闭环运行，在控制中心的遥控操作停止后，用户监控器自行闭环运行。

，这时监控器相当于一台具有时钟控制的电力定量器，此时它有如下功能：

①、时刻对用户负荷电流进行监视，超过整定值一分钟后自动用声音报警，如连续报警超过5分钟后，每分钟自动切断一台用户的副开关，第10分钟时切断用户主开关。主开关跳闸后，需延时10分钟才能（或自动）重新合闸，供重要负荷用电。而副开关断电后需延时一小时才允许（或自动）重新合闸。在报警期间，如及时采取降压负荷，使实际负荷电流等于或小于整定值，则停止报警。但已跳闸了的副开关，仍要延时一小时才允许（或自动）重新合闸。

②、时控功能：将一天24小时分为6段，其中3段为负荷高峰段，自动投入定量供电；另3段为负荷低谷段，自动转为无限制用电。

③、可在现场整定定量值、现场校准监控器时钟。

④、可在监控器上显示用户负荷电流、电压值、定量值、超负荷报警次数及超负荷跳闸次数、监控器时钟、用户主副五台开关的机控状态。

工 作 原 理

本装置由两大部分构成。

A、主机：由IBM-PC微机、收/发讯器组成，主机安装在供电局控制中心。

B、从机：由MCS-8751（或8031）构成单片微机音频电力负荷监控器，安装在电力用户处。以下分别阐述各部分工作原理。

一、收/发讯器

主机由IBM-PC微机（或兼容机）及收/发讯器构成，微机采用现成产品，内部不用任何改动，只利用其RS-232串行口、喇叭口作收/发控制，其他一切操作均由软件完成，微机要求至少具有一个软盘驱动器、内存RAM大于512K。由于硬件要求不高，因此微机也可采用与IBM-PC兼容的价格低廉的微机。

收/发讯器原理图见图2，主要由控制接口、脉冲-正弦波发讯放大器、收讯放大器、整形器等构成。

主机与从机的通信采用异步通信,为降低成本,用软件实现调制解调器(MODEM)功能。由于需传输的数据不多,为提高可靠性,采用超低速率传送数据。为减少电话线路的传输损耗,调制频率选得很低,数码0的调制频率选为 200Hz ,1的调制频率选为 250Hz ,频率键控由软件完成。

§1、控制接口,

控制接口的作用是完成微机与收/发讯器之间双向信号传输任务,其中微机喇叭口作为数据发送口,串行接口RS-232的第5脚作数据接收口,第4脚作发讯控制口,第20脚作收讯控制口。

(1)、数据发送接口,由微机内喇叭的两端引出,需要向用户监控器发送的命令、数据是一串由0和1组成的二进制数码,在软件的作用下,此数码0的地方被调制成 200Hz 的音频信号,1的地方被调制成 250Hz 音频信号。调制音频信号既使主机喇叭发声,又经音频变压器 B_3 输入至由 BG_1 、 BG_2 组成的脉冲-正弦波发讯放大器,放大后由 B_2 、 GLB_2 耦合到电话线路。之所以采用喇叭口作为数据发送口,是因为IBM-BASIC A高级语言发声语句对信号频率、时间的选择非常方便,很适合作频率键控用。

(2)、数据发送控制口,RS-232的第4脚,外围元件有 BG_4 、光电耦合器 T_2 、运放 A_4 、驱动器 F_2 及继电器 J_2 , J_2 的触点 J_{2-1} 、 J_{2-2} 控制着喇叭口的输出,若发送信号时,第4脚为负电压, BG_4 截止, T_2 也截止, A_4 反相输入端为电源正电压,所以 A_4 输出为0,驱动器 F_2 截止, J_2 无电不动作,其接点断开输入变压器 B_3 的初级线圈。当发送操作命令时,第4脚由负变正,于是 BG_4 导通, T_2 也导通,将 A_4 的反相端箝位于地电位,而同相端为 R_{26} 、 R_{27} 上的正分压,因此 A_4 输出由0变1, F_2 导通, J_2 得电吸合,使 B_3 初级接通喇叭口。软件控制产生的调制音频信号经 BG_1 、 BG_2 组成的脉冲-正弦波发讯放大器放大后,由脉冲变成正弦波耦合到电话线路上,向用户方向传播。操作命令结束时,4脚恢复为负, J_2 断开喇叭接口。这里运放 A_4 的作用相当于一个反相器。

(3)、数据接收控制口,RS-232的第20脚,外围元件有 BG_3 、 T_1 、 A_3 、 F_1 、 J_1 等。当发讯结束时,在软件控制下自动转为收讯状态,此时20脚电位由负变正,外围元件动作原理与上述(2)所述完全相同,这时 J_1 得电吸合,其转换接点 J_{1-1} 将音频变压

器 B_2 的线圈 L_2 接通选频放大器 A_1 的输入端, B_2 由输出转换为输入, 接收由用户监控器发送回来的遥测信号。

(4) 数据输入口: RS-232的第5脚, 外围元件有 BG_3 、 T_3 等, 该口的作用是在软件的控制下对用户监控器发送回来的信号进行基频处理。

§ 2、脉冲—正弦波发讯放大器:

由 BG_1 、 BG_2 组成。微机发送操作命令时, 从喇叭两端输出的音频信号是矩形脉冲, 为达到远距离传输的目的, 需要把矩形波变换成同频的正弦波, 这个变换任务由脉冲—正弦波发讯放大器完成。这里, 脉冲—正弦波发讯放大器实际上就是一个推挽放大器, 它利用输入输出变压器的电感与电容 C_1 、 C_2 的贮能及电容两端电压不能突变的作用, 修饰矩形波前后沿突变部分, 使之近似正弦波。实践证明, 只要合理选择电容 C_1 、 C_2 的容量, 可以从接于输出变压器 B_2 的示波器上观察到相当正确漂亮的正弦波。

§ 3、选频放大器:

由运放 A_1 、电容 C_7 、 C_8 、 C_9 、 R_{10} 、 R_{11} 、 R_{12} 组成双T选频放大器, 它对200—250Hz的音频信号具有较大的放大能力。 A_2 组成电压放大器, 本级的作用是对由用户监控器发送回来的微弱的遥测信号进行放大。

§ 4、整形器:

由接在 A_2 输出端的施密特反相器1、2和单稳态触发器 Q_1 、 Q_2 组成整形器。它的作用是将运放 A_2 输出的不规则信号波形整形成为具有相同宽度的矩形脉冲, 以便检测。整形器的另一重要作用是具有滤波器功能, 实现滤波功能的原理如下: 适当选择单稳态触发器的输出脉冲宽度(由定时电阻 R_{17} 、 R_{18} 及电容 C_{10} 、 C_{11} 确定), 当有高于截止频率的信号进入时, 由于脉宽不变, 且单稳态触发器具有重新触发功能, 使输出的前一个脉冲的后沿与后一个脉冲的前沿连在一起, 这时脉冲输入变成直流输出, 起了低通滤波器的作用。 Q_3 是一个2分频器, 它的作用是降低输入频率, 以适应RS-232第5脚的检测速率。

收/发讯器与IBM-PC微机间的接口采用光电隔离、电源隔离和继电器隔离, 避免直接电气连通, 提高了抗干扰能力。

二、单片微机音频电力负荷监控器

单片微机音频电力负荷监控器是本发明的最重要部分，它安装在电力用户处，主要由MCS-51系列单片微机8751（或8031）组成，其作用前已叙述。为了降低成本，单片机的I/O口大多做到一口两用或多用，充分发挥了MCS-51单片微机高性能的特点。单片微机音频电力负荷监控器主要由以下几部分构成：1. 收/发讯电路；2. 用户负荷电流、电压测量电路；3. LED显示电路；4. 用户开关控制电路；5. $\cos\phi$ 测量电路；6. 电源信号源电路。

§1、收/发讯电路（见图5）：

收/发讯电路的作用是使单片微机音频电力负荷监控器能与主机进行双向（半双工）通讯，它的电路结构及原理与主机处的收/发讯器电路基本完全相同，不再赘述。

单片机收、发信号的输入输出由端口 $P_{3.4}$ （见图4）完成，利用该口能对外部脉冲进行计数的功能，使该口既能收又能发，分时复用。收/发功能由继电器 J_1 的触点 J_{3-4} 进行转换， $P_{3.4}$ 口平时处于接收状态，随时准备接收主机发来的操作命令。收到操作命令后，监控器执行相应的操作，然后发出信号，向主机报告执行结果，使操作人员能明确知道本次操作是否成功。发讯时采用的调制频率与主机调制频率相同。

§2、电流电压测量电路。

(1)、利用电流作定值的可行性。

众所周知，三相平衡电路的有功功率计算公式如下：

$$P = \sqrt{3}UI\cos\phi \quad (1)$$

由(1)式可见，只要 U 、 $\cos\phi$ 不变，电流 I 是随有功功率 P 线性变化的。

一般情况下，用户电压是较稳定的；根据原水利电力部83年水电财字第215号《功率因数调整电费办法》文件的规定，企业用户的功率因数要求达到0.9以上，低于者加收电费，高于者少收电费，因此现在大多数企业用户的功率因数都能达到0.9以上。

“三电办”下达用电指标时，一般下达有功功率和月用电量两个指标，对于有功功率，根据(1)式，由于电压 U 较稳定及 $\cos\phi$ 已有国家规定，因此用户负荷有功功率的变化可由电流 I 的变化反映出来，也就可以用电流作定值。采用电流作定值，具有以下优

点：①、电流信号极易获得，可省去功率变送器，降低成本和体积。②、电流定值是以规定功率因数 ($\cos\phi=0.9$) 时的有功功率定值换算出来的，如果用户功率因数达不到规定值，其可用有功功率将达不到指标，这也是对低功率因数用户的一种处罚，可促进其提高功率因数。③、当用户电压低于额定值时，说明电网可能供电能力不足，由于电流定值不变，此时用户可用功率也下降，即自动调整了用电指标，对电网的稳定运行起积极作用。因此，本监控器采用电流作定值间接控制用户负荷是可行的。

实际上，本装置在发送定值时，也是以有功功率为定值输入 IBM-PC 微机的，微机自动将有功功率值换算为电流值发送。

(2)、用户负荷电流测量。

①、电流-电压变换器。

为了测量用户负荷电流，需要设置电流-电压变换器，将用户电流量转换为相应比例的直流电压量，以便进行模/数 (A/D) 转换。电流-电压变换器原理见图 3，主要由二次电流互感器 LB_2 、整流器 ZL_1 、稳压管 WD_1 、电阻 R_6 、 R_7 组成。

LB_2 初级匝数极少，只有几匝，串联于用户电流互感器次级回路。 LB_2 次级匝数很多，所以次级电流很小。稳压管 WD_1 的作用是防止大电动机启动时或 LB_2 次级开路时产生的感应电压。 R_6 为负荷电阻； R_7 为调整电阻，作为电流测量时满量程调整之用。

现有教科书及现有电流-电压变换器定型产品都将负荷电阻接在整流器之前，以防整流器开路产生高电压，这种结构由于整流器二极管的正向特性，将在 0-1.3 伏（峰值）时产生盲区，如果输出电压不大，会产生相当大的非线性（见《电力系统继电保护》上册，125 页）。为了克服此缺点，本发明将负荷电阻接在整流器之后，使电流-电压变换器的输出电压从 0 至额定值都是线性的。这种方法能克服非线性的原理如下：利用电流互感器次级开路会产生高电压的特点，电流互感器二次侧开路时，二次去磁磁势等于零，而一次磁势仍保持不变，且全部用于励磁，此时合成磁势较正常状态下增大许多倍，使铁芯中的磁通急剧增加，在磁通急剧变化时，开路的副绕组将感应出相当高的电势。当初级电流很小时，假设其次级电压小于 1.3 伏，整流器不导通，于是电流互感器次级开路，开路的电流互感器会产生相当高的电压，这个电压一定能使整流器导通，于是负载电阻一定会

有电流通过，消除了盲区，从而消除了非线性。二极管具有相当强的过流能力，即使损坏，也是短路，而短路是电流互感器的正常运行方式，因此这种接法也不用担心整流器开路而产生高电压。

②、模/数 (A/D) 转换电路

该电路的作用是将电流、电压模拟量转换成数字量，供单片机显示及控制用。为降低成本，本装置采用最简单的计数式A/D转换方法。

A/D转换器原理图见图4，主要由单片机串行口P_{3.0}、P_{3.1}、移位寄存器74LS164，D/A转换器DAC0832、运放A₁、A₂构成。单片机端口P_{1.0}作为A/D转换控制口。

计数式A/D转换原理如下：单片机的串行口P_{3.0}、P_{3.1}在软件控制下逐次加1输出00H~FFH八位二进制数码，此数码由移位寄存器74LS164的串行口接收，而从其8位并行口把数码输出至DAC0832进行数/模(D/A)变换，DAC0832输出的模拟电压经A₁放大后送到比较器A₂的同相端，与从电流-电压变换器来的负荷电流(或电压)信号进行比较，如果信号电压大于模拟电压，则A₂输出为0，数码继续增加，当数码增加到使模拟电压与信号电压相等时，A₂输出由0变1，单片机通过检测到P_{1.0}=1，转换过程结束。此时保存在单片机内的计数数码代表了负荷电流(或电压)值，可由LED数码管显示出来。

(3)、显示电路

需要在监控器上显示的数据有：负荷电流、电压、定量值、超负荷报警次数、超负荷跳闸次数、监控器内部时钟等。电流显示用了3位数码管，显示范围0.00~5.10A，电压显示也是3位，与电流显示的区别是没有小数点，显示范围0~300V，定量值的显示规格与电流显示完全相同；超负荷次数显示采用2位数，范围00~99；内部时钟为24小时制，显示4位，准确到分，秒位不显示。由于0832只能转换一字节，所以电流、电压、定量值的分辨率为1/256。

显示器采用4位共阴极LED数码管，显示器平时只显示负荷电流，其他数据的显示采用按钮转换，按下AN₁显示相电压，按下AN₂（见图4）循环显示定量值、超负荷报

零次数、超负荷跳闸次数、内部时钟，每项显示1秒。

LED数码管采用动态扫描显示法，需要显示的数据，先转换为BCD码，由单片机串行口输出给移位寄存器74LS164，BCD码由移位寄存器并行数据口低四位输出到BCD-七段译码/驱动器件74LS48的输入端(A、B、C、D)，其输出端(a、b、c、d、e、f、g)经反相后作为显示器的段选，LED的位选由单片机的P_{2.6}、P_{2.7}、P_{2.5}控制，三个端口组合共有8种状态，这里显示器位选使用了000、001、010、111四个状态，这些状态由八选一译码器74LS138进行译码输出，经反相后对四位LED数码管进行位选扫描。

这里有一个问题要解决：A/D变换与LED显示共用了单片机的串行口、移位寄存器，会不会引起混乱，这里是采用轮流使用串行口的办法解决，由于每秒只测一次电流（或电压），A/D变换时间又较快（ms级），因此在A/D变换期间干脆让LED停止显示，方法是此时使位选码为111，所有LED数码管都因选不中而不亮，由于停显时间很短，只感觉显示器闪动一下，对视觉无影响。

电压测量信号取自电源变压器B₁，见图3，电压信号经图4的A₁缓冲级后送至A₂进行比较，AN₁₋₁是电流、电压测量手动转换按钮，J₃₋₁是自动转换接点。

§ 3、用户开关遥控通信电路

本发明装置最多能遥控通信用户5台电力开关，这些开关至少必须具有电动分闸线圈，如少油开关、空气开关（带失压线圈）、交流接触器，前两类开关只能自动跳闸，手动合闸，后一种可以做到全自动，比较理想。

这5台开关中，有一台定为主开关，其余为1号-4号副开关，这5台开关可以接于同一电压母线，分路向不同性质的负荷供电。一般最重要的生活（或生产）用电接于主开关，次一级的用电按重要性次序接于1号-4号开关上。超负荷跳闸时，从4号开关开始，每分钟跳闸一台开关，这样安排可以保证用户最重要的负荷不至于受超负荷停电的影响。当然，用户不一定要装设全部5台开关，数量可任意选择，甚至只装一台主开关。

用户开关遥控通信电路见图6，图6只示出主开关及1号副开关遥控通信电路原理，其余3台副开关控制电路与此相同。

图6中,单片机的 $P_{1.2}$ 接口用于对1号开关进行遥控通信,它具有两种功能:遥控时输出合闸、跳闸命令;通信时输入开关的开或合状态信号。两种功能用继电器触点 J_{4-1} 进行转换。正常情况下, $P_{1.2}$ 处于输出状态,此时如果 $P_{1.2}=1$,则反相器1输出为0,使D触发器置1,其 $Q=1$,驱动器2导通,光电耦合器 T_1 也导通,反相器3输出为1,使驱动器4导通,于是继电器 J_{01} 得电吸合,其触点接通双可控硅 SCR_{01} 的控制极, SCR_{01} 导通, SCR_{01} 是与1号开关的电磁线圈串联的,于是1号开关合闸。当 $P_{1.2}=0$ 时,各元件状态相反, SCR_{01} 关断,1号开关跳闸。

触发器D在这里起锁存器的作用,它能记忆住 $P_{1.2}$ 的输出状态(0或1)。即使转换触点 J_{4-1} 把 $P_{1.2}$ 转换到“通信”位置(在此位置不超过1秒),仍能使1号开关保持原来的开、合状态。

开关状态信号由1号开关的常开辅助触点1DL取得,当1号开关合闸时,1DL闭合,光电耦合器 T_2 导通,输出为0,反相器6输出也为0。当1号开关跳闸时,1DL断开,光电耦合器 T_2 输出为1,反相器6输出也为1。因此,当 $P_{1.2}$ 转换到“通信”位置时,如测得结果为0,表示1号开关合闸,如为1,则为跳闸状态。

主开关由单片机 $P_{1.6}$ 直接控制,当 $P_{1.6}=1$ 时,为合闸信号,继电器 J_1 吸合,但是否使 SCR_0 导通,还要由转换开关K的位置决定,以适应不同类型的开关。主开关状态信号由 $P_{2.2}$ 取得,工作原理与1号开关完全相同,具体电路见图6。

§4、功率因数 $\cos\phi$ 测量电路

(1)、 $\cos\phi$ 值的测量:

作为负荷监控装置,除了要测电流、电压外,对用户的负荷(有功功率、无功功率)也必须测量。但是,为降低成本,本监控器不采用成品功率变送器,所以用户功率值无法直接获得。根据(1)式,如果测得电流、电压、功率因数 $\cos\phi$ 三个量,就可以把用户的有功功率、无功功率计算出来。前已述及,电流、电压已被单片机测量并能由控制中心遥测,因此以下主要说明功率因数 $\cos\phi$ 的测量原理。

为了测量功率因数,必须先求出用户电流电压间的相位差,相位差测量电路原理图见图7(e),其中 U_0 为正弦交流电压,其波形见图7(a), U_1 为同一相正弦电流变换而成的

电压波，见图7(c)，相位差有超前、滞后两种情况，相位差变化范围在 $0-90^\circ$ 之间。

图7(c)电路中的 K_1 、 K_2 为运算放大器，它的作用是对正弦波放大并整形为矩形波。门1-5组成异或电路，异或电路的输入输出关系是：两端输入相同时，输出为0；输入不同时，输出为1。

应用异或电路的上述特性，对照图7(c)-(e)，很容易将相位差转换为宽度 T 等于 ϕ 角的矩形脉冲，如图7(e)中，在时间 t_0-t_1 、 t_2-t_3 、 t_6-t_7 、 t_8-t_9 时，因 U_0 、 U_1 不相同而输出为1，成为宽度 T 等于 ϕ 角的脉冲。异或门有专用符号，见图7(f)。

对于50Hz工频交流电，当最大相位差 90° 时，异或门输出脉冲的最大宽度为5毫秒，因此相位差每度代表的时间：

$$t = 5000/90 \approx 55.56 \quad \text{微秒/度}$$

当相位差角为 0° ，即电流电压同相时，异或门输出为正电压，无脉冲。

因此，只要测出异或门输出脉冲的宽度 T ，再除以 t ，即可求得以度表示的相位差 ϕ 角，进而通过查三角函数表即可求得 $\cos\phi$ 值。当然，这一切全部由计算机自动完成。

(2)、 $\cos\phi$ 超前滞后的鉴别。

交流电路负荷性质可分成如下几种：a，纯电阻性， $\cos\phi=1$ ，电流电压同相；b，纯电容性， $\cos\phi=0$ ，电流超前电压 90° ；c，纯电感性， $\cos\phi=0$ ，电流滞后电压 90° ；d，混合型， $0^\circ < \text{相位差角}\phi < 90^\circ$ ，电流滞后于电压或电流超前于电压（过补偿时）。一般情况下，用户性质以第4种为主，因此，对用户功率因数的测量，不但要测其数值，还要对负荷性质即功率因数是超前还是滞后进行鉴别。

超前滞后鉴别电路见图7(g)，由门1-5组成，其中门2-4组成单稳态触发器，该电路工作过程详细分析如下：

①，当负荷为感性时，电流滞后电压 ϕ 角，波形图见图8(a)-(e)：

a，在时间 t_0-t_1 时， $U'_0=1$ ， $U'_1=0$ ；由于 $U'_1=0$ ，所以门1输出为1，门2输出为0，门3输出为1，门4输出为0，迫使门5输出为1（见图7(g)下同）。

b，在时间 t_1-t_2 时， $U'_0=1$ ， $U'_1=1$ ；门1由于两输入端为1而输出为0，于是门3输出为1，门4输出为0，迫使门5输出保持为1。

c, 在时间 $t_2 - t_3$ 时, $U'_0 = 0, U'_1 = 1$, 由于 $U'_0 = 0$, 直接使门5 保持输出为1。

d, 在时间 $t_3 - t_4$ 时, $U'_0 = 0, U'_1 = 0$, 由于 $U'_0 = 0$, 所以门5 继续保持输出为1。

②, 当用户负荷为容性时, 电流超前电压 ϕ 角, 见图8(c)-(d):

a, 在时间 $t_0 - t_1$ 时, $U'_0 = 0, U'_1 = 1$, 由于 $U'_0 = 0$, 迫使门5 输出为1。

b, 在时间 $t_1 - t_2$ 时, $U'_0 = 1, U'_1 = 1$, 门1 由于两输入端均为1 而输出为0, 此时, 门1 一方面使门3 输出为1, 门4 输出为0, 使门5 维持输出为1, 另一方面使门2 输出为1, 电容C 充电。

c, 在时间 $t_2 - t_3$ 时, $U'_0 = 1, U'_1 = 0$, 在 t_2 时, U'_1 由1 突变为0, 此时门1 输出由0 变1, 门2 输出由1 变0, 电容器C 通过电阻R 放电, 但由于电容器C 上的电压不能突变, 所以在 t_2 开始的一段时间内, 门3 因两入端均为1 而输出为0, 使门4 输出为1, 此时由于 $U'_0 = 1$, 所以门5 因两输入端均为1 而输出为0 (负脉冲)。经过由RC 决定的延时时间T, C 放电到门3 的门槛电压时, 门3 输出由0 变1, 门4 由1 变0, 使门5 的输出由0 恢复为1。

d, 在时间 $t_3 - t_4$ 时, $U'_0 = 0, U'_1 = 0$, 由于 $U'_0 = 0$, 直接使门5 输出维持为1。

由以上分析可见, 在感性负载情况下, 门5 输出一直维持高电平, 波形见图8(a), 而在容性负载时, 门5 输出有脉冲宽度为T (RC 决定) 的负脉冲, 波形见图8(d), 这是容性负荷与感性负荷之间的差别。因此, 由单片机检测同门5 输出相连的 $P_{1.3}$ 端是否有地电位 (由继电器触点 J_{3-3} 转换), 即可鉴别负荷是容性还是感性, 也就能鉴别 $\cos \phi$ 超前还是滞后。

§ 5、电源、信号源电路

电源部分原理见图3。为了提高抗干扰能力, 在电源部分采用由LAS6380P 单片集成开关稳压电路对单片机供电, 并采用单独电源变压器 B_1 。收/发讯电路及用户开关控制继电器的电源由变压器 B_2 供电。

电流信号采用 LB_1 、 LB_2 两个电流-电压变换器取得,其中 LB_2 专门作电流测量用; LB_1 用于 $\cos\phi$ 测量, R_2 、 R_3 、 R_4 、 C_2 组成RC移相电桥,其作用是通过调节 R_4 对电流互感器、电流-电压变换器的角误差进行校正。稳压管 WD_1 、 WD_2 用于防止变换器次级可能出现的高压。 C_1 、 C_3 用于消除变换器铁芯励磁特性引起的正弦波形失真。

电压测量信号由 B_1 的27V绕组整流后经 R_{13} 、 R_{14} 、 R_{15} 、 R_{16} 分压输出; $\cos\phi$ 测量所需电压信号由 B_1 的3V绕组经 R_6 限流输出。

§6、抗干扰措施

单片微机音频电力负荷监控器安装在用户配电间中,平时运行处于无人管理状态,除环境温度变化大外,由于用户负荷频繁起动停止,电磁干扰相当严重,运行条件恶劣,但可靠性又是监控器最重要的指标,因此,如何提高抗干扰能力,保证供电可靠性,是最重要的任务。为此,本监控器采取了以下一系列抗干扰措施:

(1),软件方面:对信号采用中值滤波、定长接收、冗余编码、奇偶校验等措施。

(2),硬件方面:

a,采用光电隔离、电源隔离、继电器隔离、变压器隔离;

b,对信号采用双T滤波、单稳态触发器滤波;

c,对单片机采用开关稳压电源供电。据资料介绍及实践证明,开关稳压电源确实比普通降压稳压电源有强得多的抗干扰能力。

d,采用备用电池。电池平时处于充电状态,当用户大容量负荷起动、线路短路、电网自动重合闸等原因造成瞬间电压严重下降或消失时,自动转为电池供电,保证了监控器的正常运行。

e,采用电源监测芯片TL7705(见图6)。实践证明,这是迄今为止最新颖、最有效的抗干扰技术。其特点是干扰从电网传入时,自动发出单片机复位信号,使系统重新起动运行。

由于采用了多种抗干扰措施,使单片微机音频电力负荷监控器具有很强的抗干扰能力。经试验,即使在监控器电话线路输入端长时间输入音乐语言信号,监控器不会误动作;把监控器电源长期并接到工作中的电焊机电源线上,或在监控器电源端并接整流子式单相

电钻，监控器也不会误动作。

三、软件简述

§ 1、主机软件：

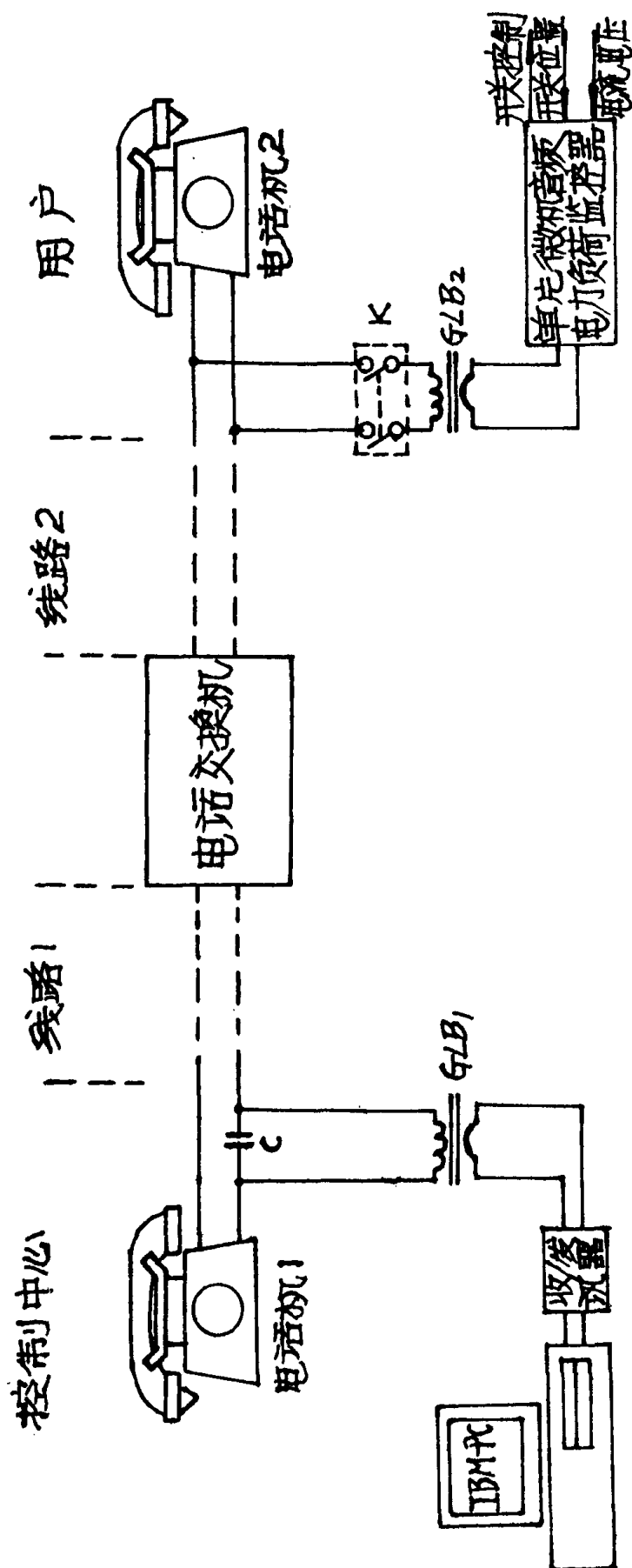
主机软件用于对单片微机音频电力负荷监控器进行遥控、遥测、通信、遥给，并给每个用户建立一个可记录19项数据的磁盘文件，软件具有文件操作功能（文件建立、修改、查询、删除），可对遥测、通信得到的信息进行打印、并存在该用户的磁盘文件中。

软件采用IBM-BASICA高级语言编制，经编译后成为可直接在DOS下执行的EXE文件，文件长度80K，保存在磁盘上，该软件需在11行汉字系统下运行，软件应用彩色汉字菜单，色彩鲜艳，人机会话，操作很简单方便。

§ 2、单片微机音频电力负荷监控器监控软件：

该软件采用MCS-51系列单片机汇编语言编制，程序机器码长2K左右，直接固化在8751单片机的EPROM中（采用8031时固化在2732中），时钟频率要求为6MHz。

程序由初始化、A/D变换、LED显示、实时时钟、信号收发、 $\cos\phi$ 测量、超前滞后鉴别、中值滤波、开关控制及通信、超负荷处理（报警、跳闸）等部分组成。其功能是对单片微机音频电力负荷监控器起监控作用。



一
[X]

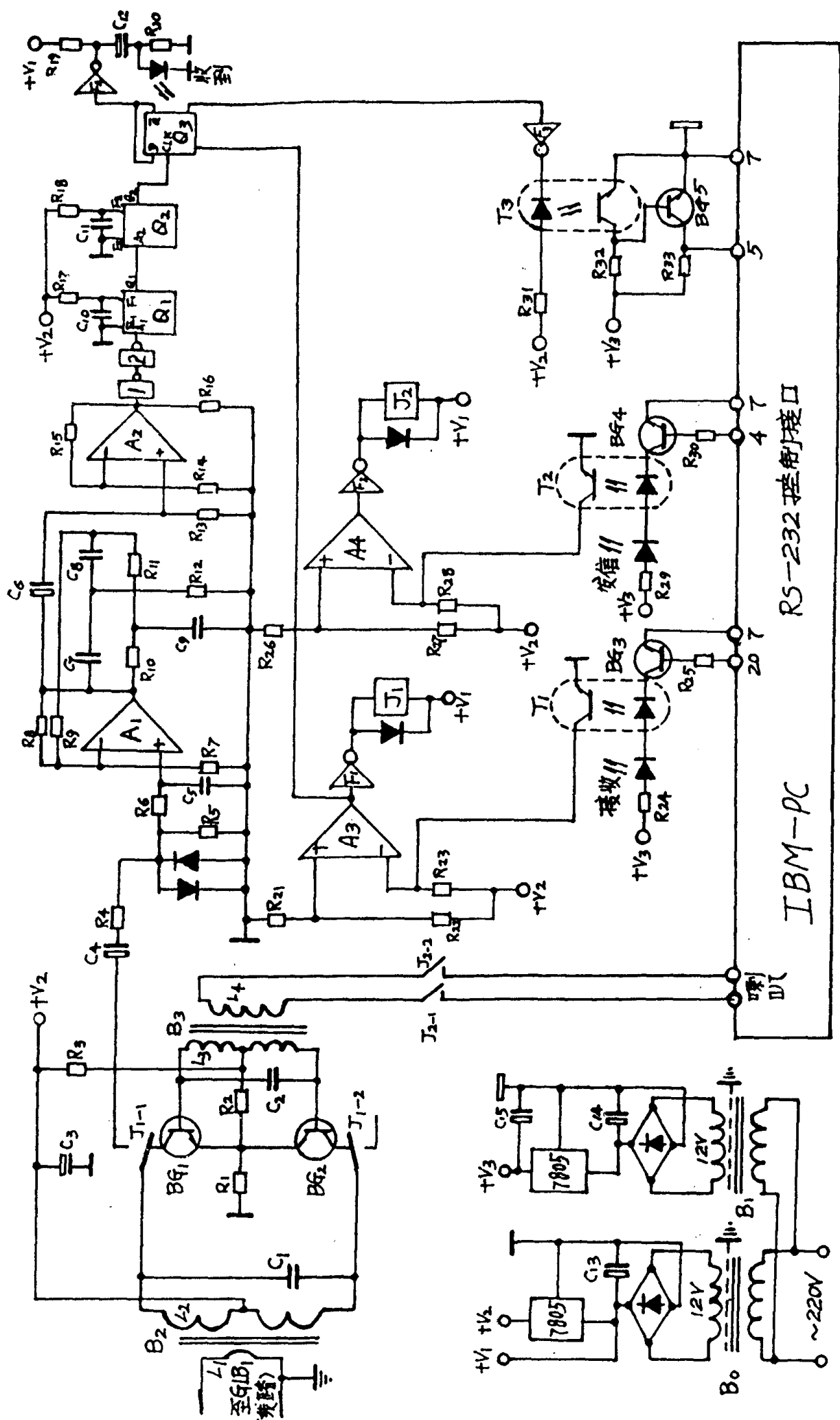


图 2

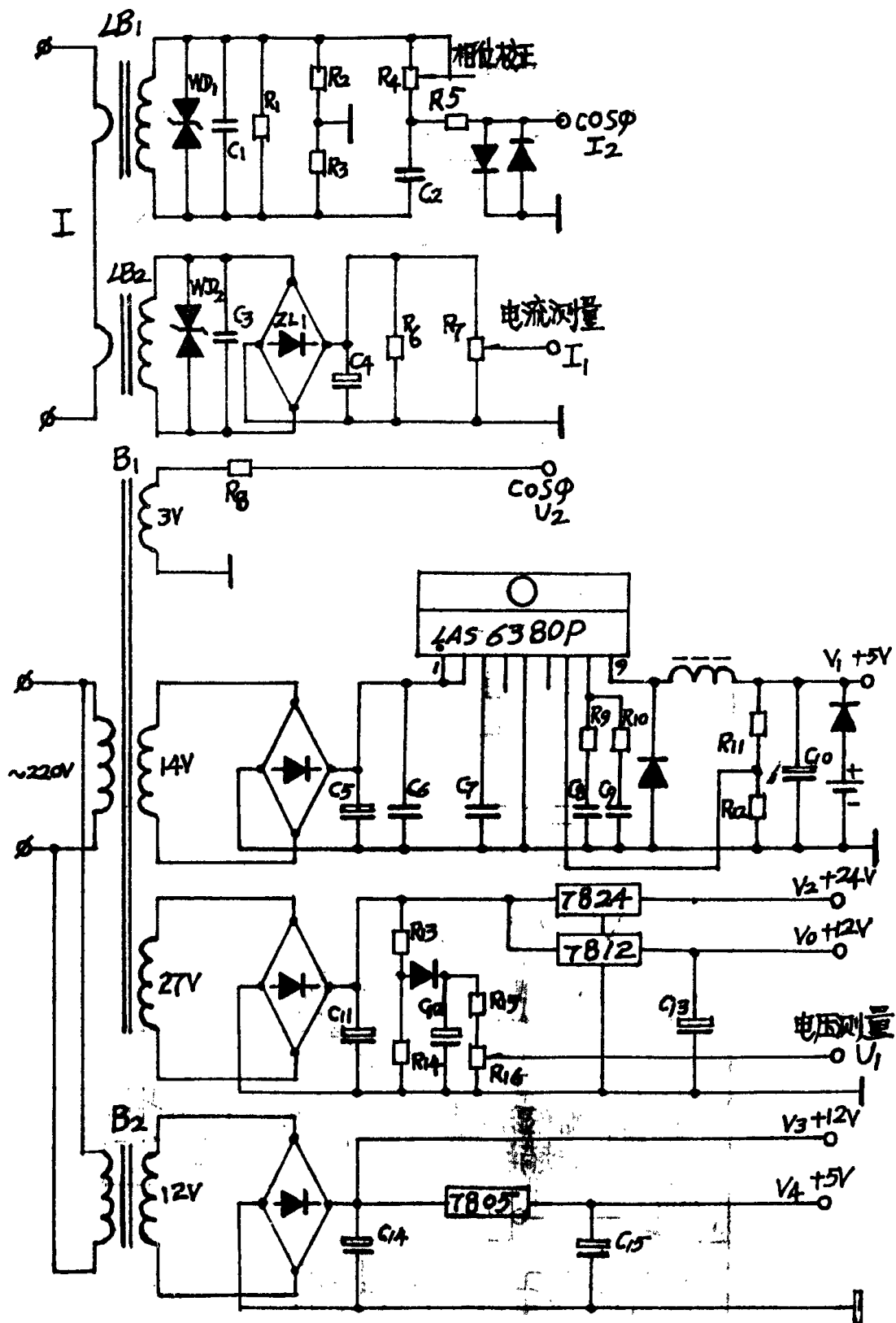
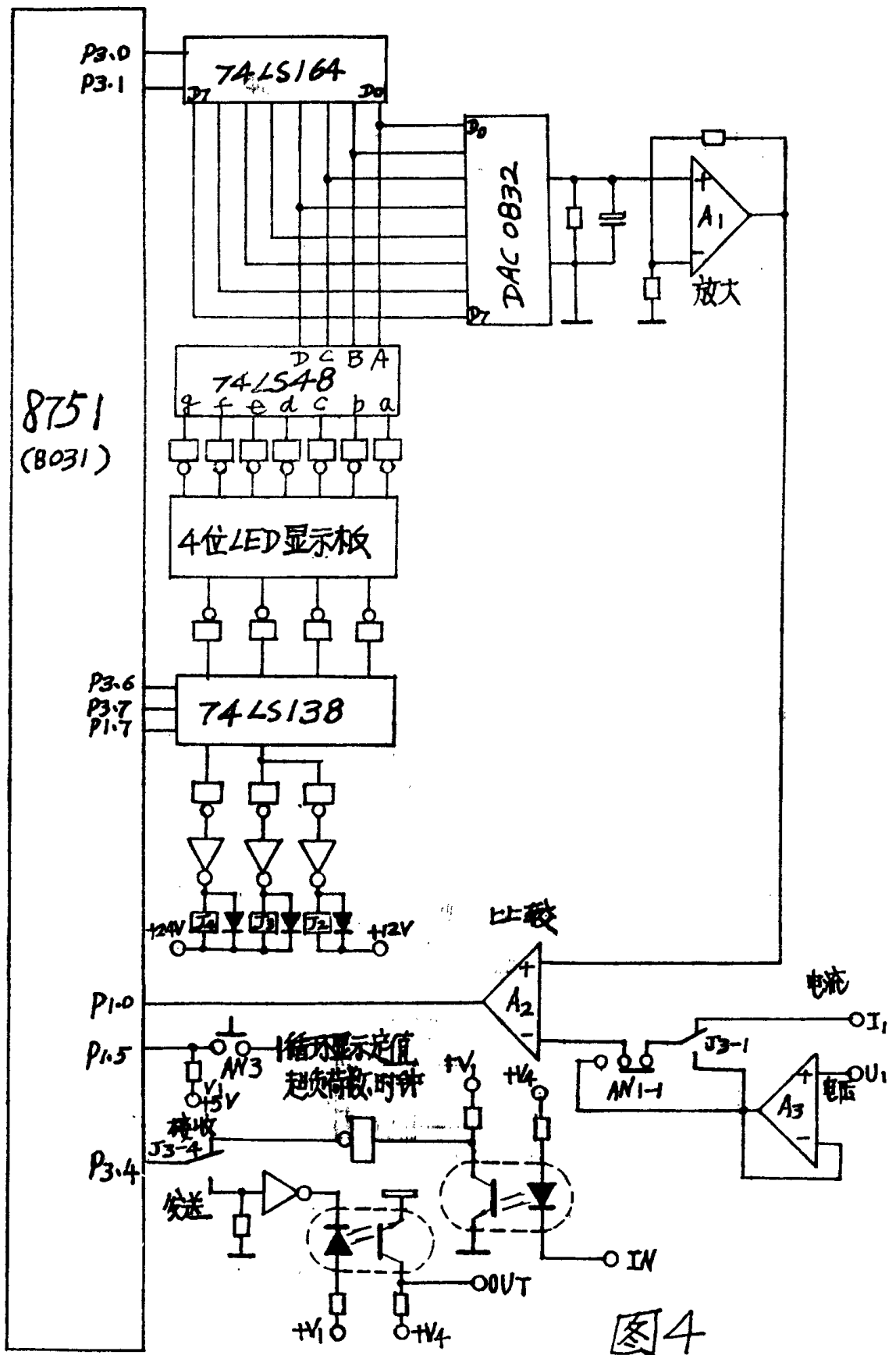
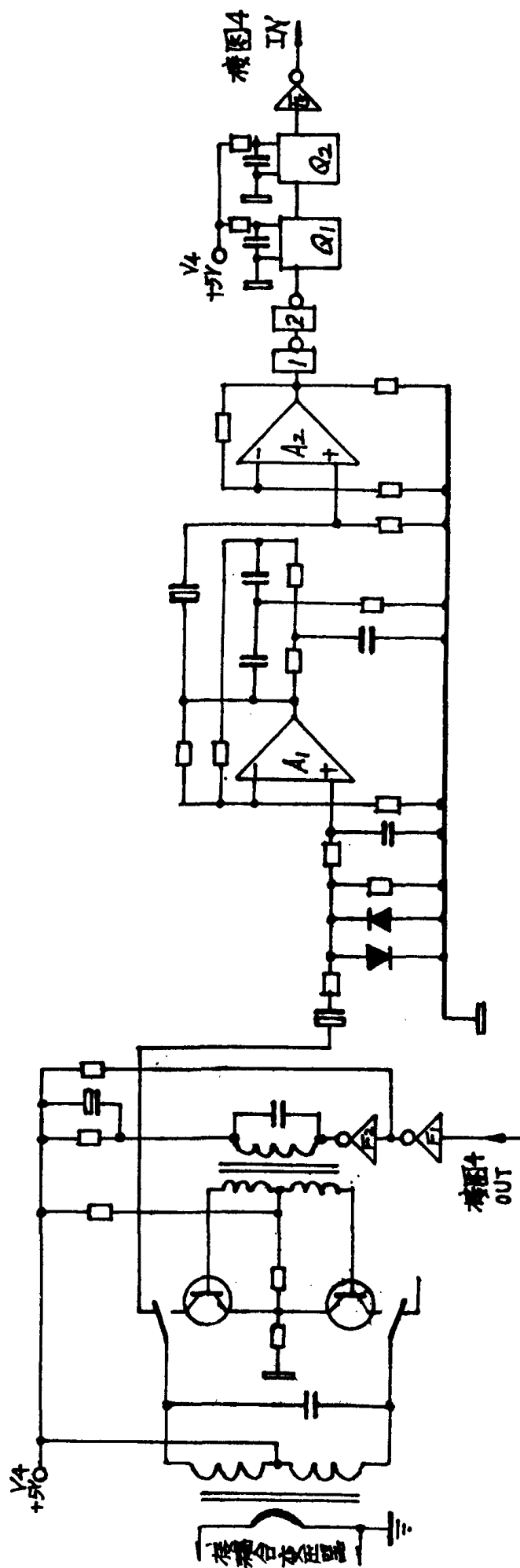


图 3





5 图

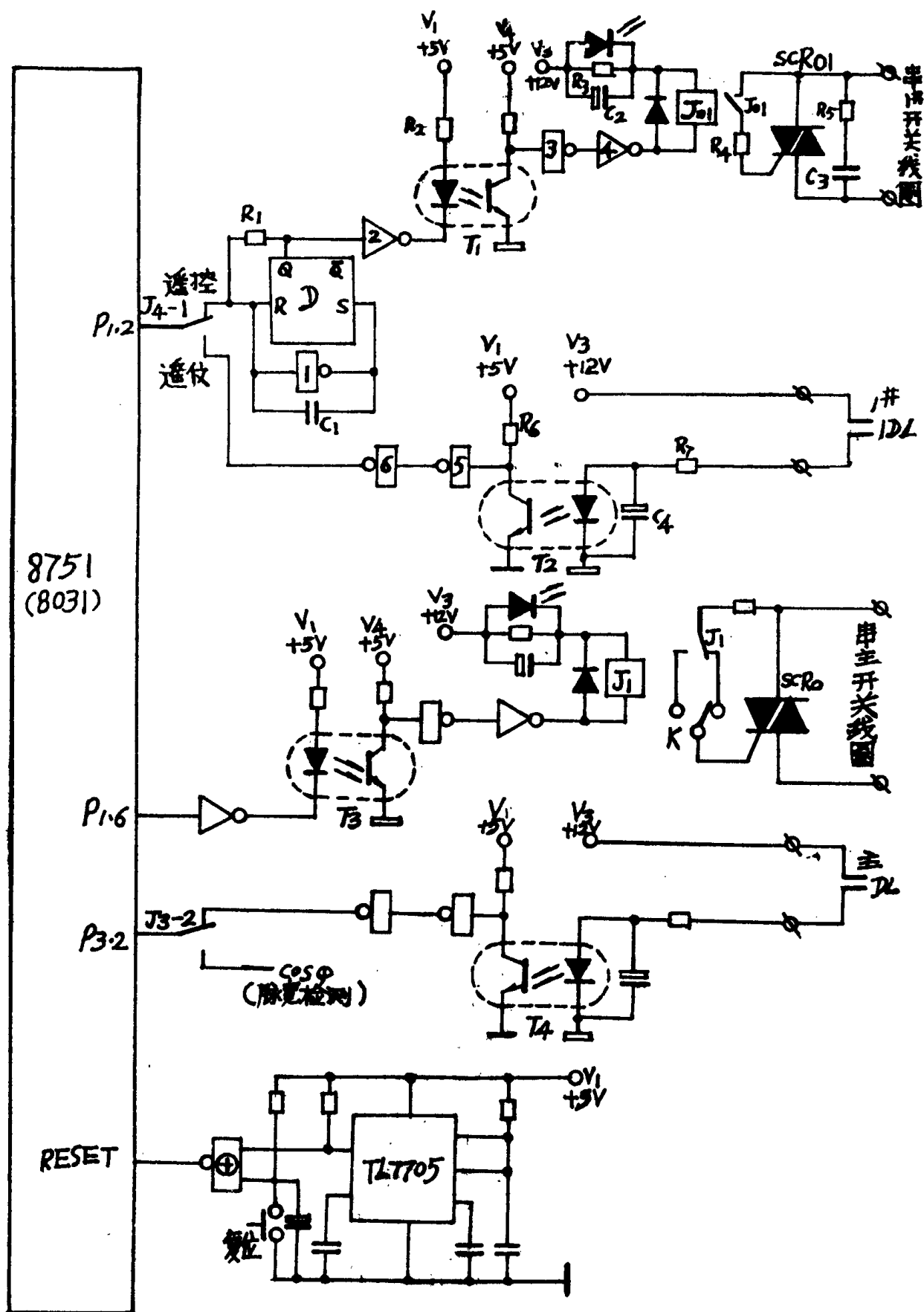


图 6

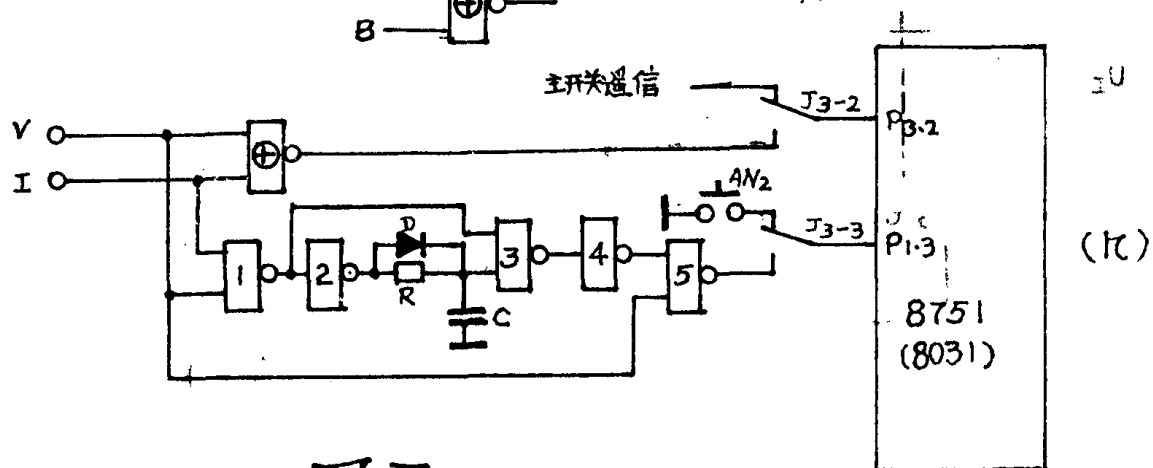
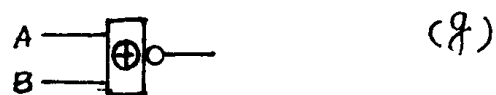
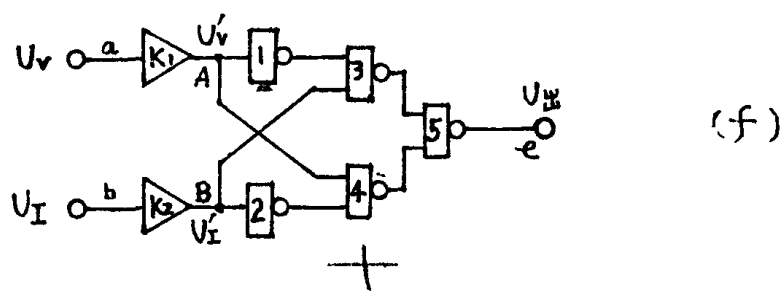
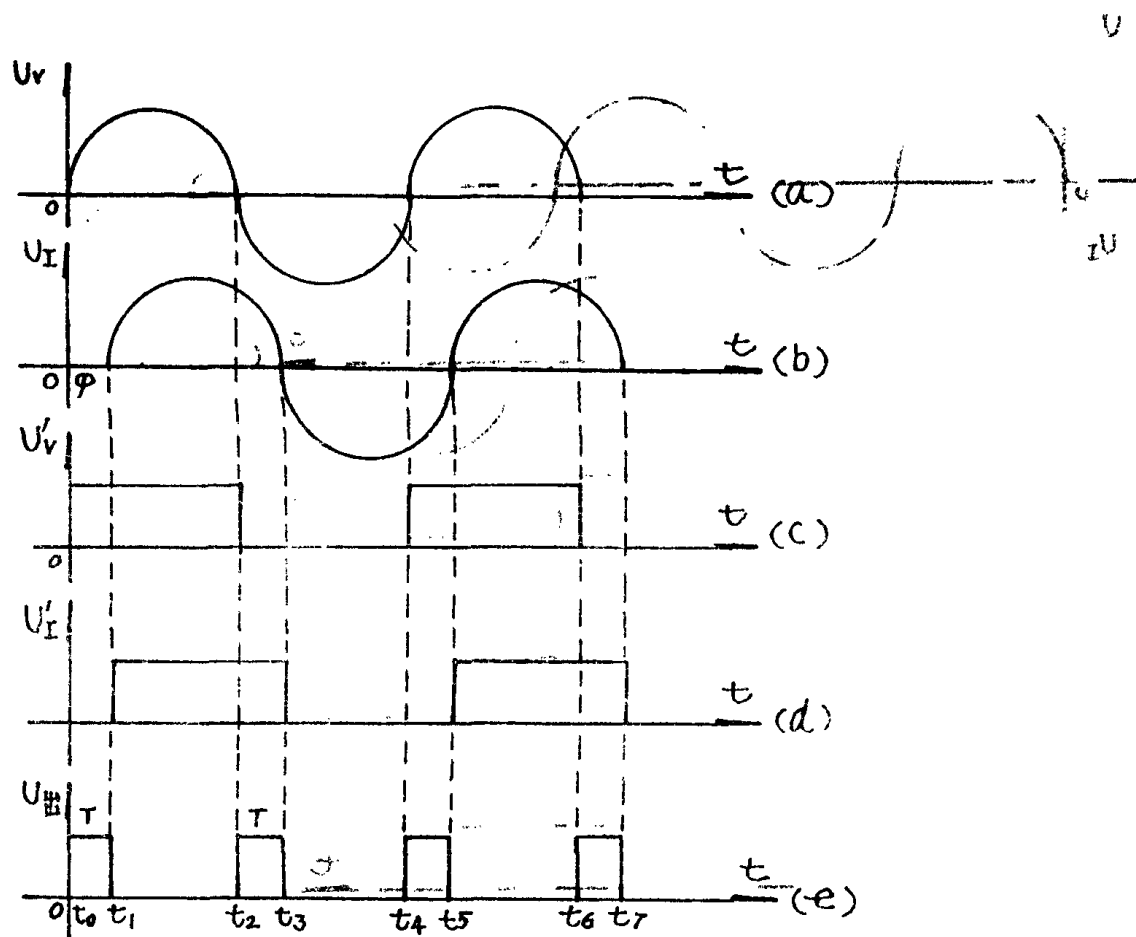


图 7

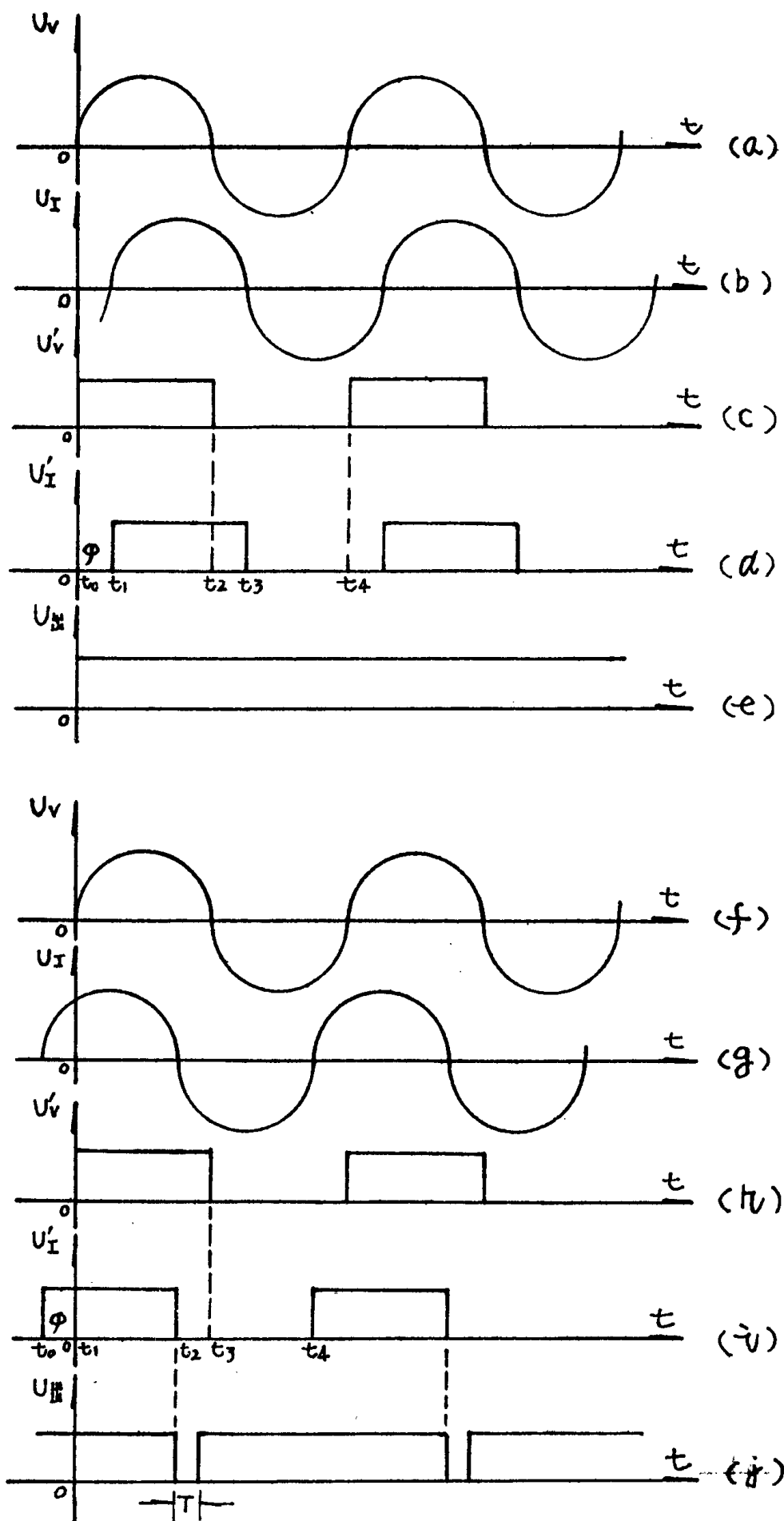


图8