

应用CMOS逻辑门控制交流电源

杨 炳 聪

(生产设备处)

摘 要

本文从实验的角度阐述了CMOS器件的电压转移特性,并对应用该特性控制交流供电的“JZB型家用电器保安器”的结构和原理作了较详尽的分析。

一、前 言

CMOS器件由PMOS和NMOS场效应管互补而成的结构特点,决定了其功耗甚低这个其它集成器件所无法比拟的优点。同时,它还具有输入阻抗高、噪声容限大及电源简单、成本低等一系列突出优点,这就使得CMOS器件成为80年代最热门的集成器件。纵观当今国外先进的自动控制仪器,尤其小型便携式仪器,几乎无例外地以CMOS为核心。国内则CMOS器件更多应用于数字电路方面,而在模拟电路中尚没有得到广泛的应用。本文以CMOS的许多优点为前提,从其逻辑转移特性入手,寻求一种对交流供电简单易行、可靠而又节能的控制办法。这在电器日益普及的今天,在国内供电质量不高的情况下,是有一定实际意义的。

二、CMOS逻辑门的转移特性

所谓转移特性,又称电压传输特性或输出-输入曲线等,是指电路的输出电压 V_o 随着输入电压 V_i 的变化而变化的特性。从图1所示的几种与CMOS相关的不同逻辑电路的比较可以看出,CMOS的转移特性最接近理想开关^[1],因而它是模拟开关、自动控制的最合理的选用品。

一般认为,在 $V_i = 1/2V_{DD}$ (V_{DD} 为器件的电源电压)附近,电路的 V_o 逻辑翻转^[1-5]。这就提供了利用CMOS器件可能有两种方式,或者

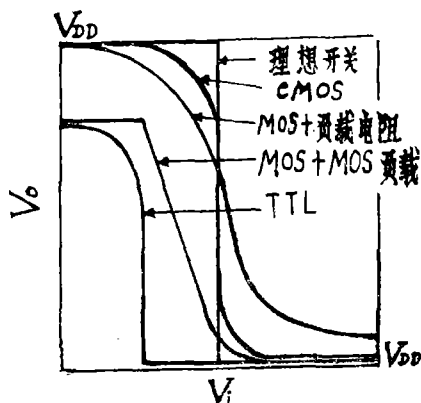


图 1

本文1987年4月20日收到。

V_{DD} 不变通过 V_i 来控制 V_o ，或者 V_i 不变而改变 V_{DD} 以实现 V_o 的逻辑转换。我们对日本日立公司产品四2输入端或非门（HD14001B）任意抽取30只，就上述两种方式作了实验，图2是以 V_i 控制 V_o 的实验装置图。实验结果取平均值如图3（具体数据略）、表1。

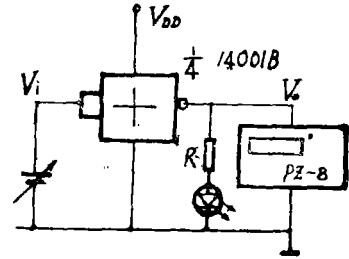


图 2

输出-输入曲线如图3所示。

表1 输出电压随电源电压变化表(单位为V, $V_i = 4.000\text{ V}$)

V_{DD}	0.000	6.000	9.000	9.300	9.350	9.381	9.400	9.422	9.451	10.000
V_o	0.000	0.000	0.000	0.000	0.044	0.147	0.853	8.681	8.758	9.362

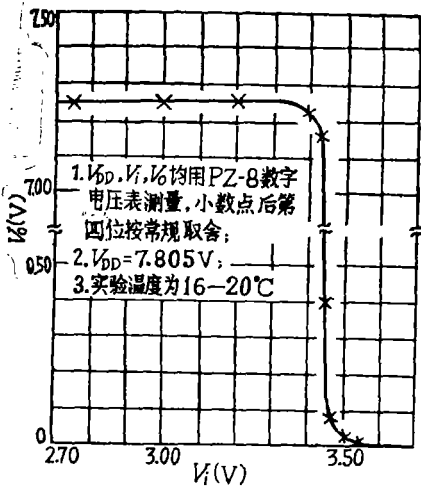


图 3

由表1和图3可以看出：（1）由图3 $V_o \div V_{DD} \times 44.20\%$ ，由表1 $V_c \div V_{DD} \times 42.50\%$ ，其中 V_c 为转折电压。（2）在 V_c 附近 V_i 的微小变化（指 V_{DD} 不变的情况）就可以使输出从高电平（即所谓逻辑“1”）翻转为低电平（逻辑“0”），反之亦然。也就是说CMOS的转移特性十分类似开关的作用。（3）显而易见，表1所给的数据的转折特性不如图3的理想。这是由于器件的电源不一样而引起的参数稍异所致。它告诉人们利用CMOS器件作模拟开关时，应当以固定 V_{DD} 而改变 V_i 来实现逻辑转换更能获得满意的效果，除非有其它考虑。

三、应用实例

CMOS由于具有上述的特性，故可以在许多领域中得到极广泛的应用。这里只就人们最熟悉、制造工艺最成熟、成本最低廉的逻辑门对日用交流电源的保护性控制作一尝试。

在常规的日用电器中，大多设计时已考虑到电网的波动情况，因而这些电器无须稳压供电，例如电冰箱、彩色电视机等。然而，这并不意味着不必对电源加以限制。随时监视供电情况，避免它们经常工作于超限电压下是延长其寿命，充分发挥其经济效益的必不可少的措施。不同电器的额定电压也不同，电热器具要求电压上限不能太高；而电动器具除了不能长时间工作于上限电压外，更要求电压下限不能太低；一些电器（如电冰箱、空调机）不允许工作于电源时断时续的场合；另一些电器则对浪涌电流尤其敏感、易受损坏，等等。除此之外，防止触电，保护用电者人身安全也应引起重视。

根据上述考虑,我们研制了既能保护各种日用电器,又能保障人身安全的多功能JZB 日用电器保护保安器。

1. 总体要求 (1) 超上限可靠保护电压 250—380V; (2) 超下限可靠保护电压 165—0 V; (3) 电压恢复正常能自动供电,回差电压 $\Delta V = 4-8V$; (4) 触电保护: 动作电流不大于 15mA, 动作时间为 0.1 s; (5) 延时及缓冲: 延时档 $t = 3-8 \text{ min}$; 不延时档 $t = 0.5 \text{ s}$ (缓冲); (6) 显示: 包括电源、正常、保护和漏电显示; (7) 连续可靠工作; (8) 负载功率: 1300W。

2. 原理及框图

按总体要求必须有几个输入端分别响应不同状态的信号,而在同一机构中控制交流电源,选用CMOS四2输入端或非门为核心器件,能很好地实现之。

表 2 为四2输入端或非门的真值表。根据该表,仅在A、B两个输入端均为低电平时才有高电平输出。

表 2 真值表

输入端	输出端	输出
A	B	
1	1	0
0	1	0
1	0	0
0	0	1

原理方框图如图 4 所示。

常态的过压取样、漏电取样均处低电平,故 F_1 输出高电平而 F_3 输出低电平;而欠压取样与延时皆处高电平, F_2 输出为低电平,可见 F_4 两输入端均为低电平,而输出端则为高电平,这个高电平输出(其电压值几乎等于器件的电源电压 V_{DD})使控制部分正常工作,因而交流电源正常供电。

每当过压取样、欠压取样及漏电取样三者之一不处常态(例如,因电网电压

太高而使过压取样处高电平状态),或者因延时时间未到从而 F_2 的一个输入端为低电平时,都将使 F_4 输出几乎为零,此时控制部分使交流电源无输出。一旦上述异常情况不存在,则逻辑转换使得 F_4 输出高电平。这就达到保护用电器具,保障人身安全,又能自动恢复的目的。

3. 线路的实现及说明 按照图 5 的线路,完全实现了总体要求各点。现说明如下: (1) 漏电取样由零序电流互感器 B_2 和 BG_1 、 BG_2 及有关元器件组成, W_1 可控制动作电流; (2) 为保证控制的可靠性,专门设置一组电源供其工作; (3) 几个开关的作用: K_1 为用以模拟触电试验; K_2 为漏电保护之复位; K_3 为控制延时(电冰箱)及基本不延时(其它电器); (4) 继电器取吸合工作型,以保证出故障时能可靠切断电源; (5) 除交流电源用电压表显示外,余均采用发光二极管显示(通过 BG_7 、 BG_8 、 BG_9)加以控制。

4. 问题的讨论

(1) 控制部分采用继电器,增加了能量的消耗和触点火花的影响。如改用可控硅可避免之,只是可控硅的额定电流应有足够的富余量以提高其可靠性,而且使用时必须确认所控

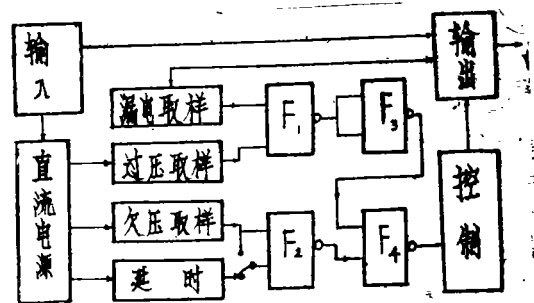


图 4

制的是相线而不是零线,以免触电。

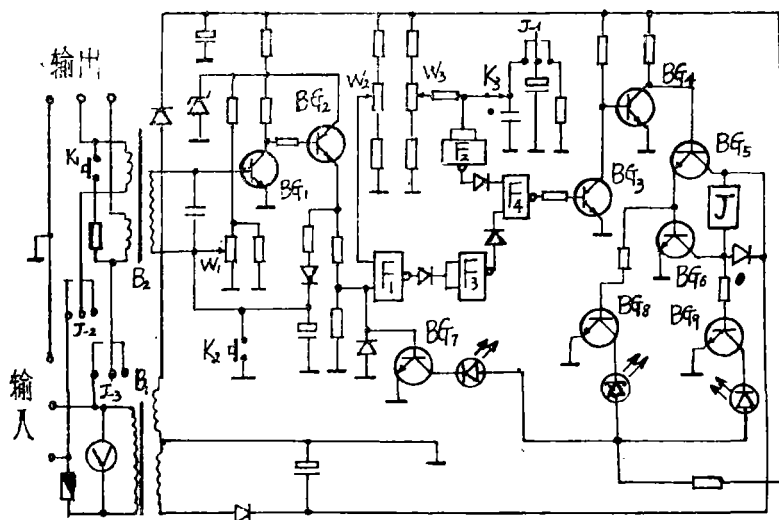


图 5

(2) 温度的变化将使转折电压有所改变^[2], 见图6。温度的这种变化使得上下限保护电压稍有偏差, 但在室温从10℃增加到35℃时, 其偏差仅在4V左右, 属允许范围之内。倘要求较高精度, 则可以用热敏电阻改变 V_{DD} 以补偿之。至于触电动作电流则因多次稳压而不受温度变化的影响。

(3) 耗能估算:

次级12V组 $I_2 = 80\text{mA}$

$$P_2 = 12 \times 80 = 960\text{mW}$$

9V组 $I_2' = 15\text{mA}$

$$P_2' = 9 \times 15 = 135\text{mW}$$

初级 $P_1 \eta = P_2 + P_2' = 1095\text{mW}$

若考虑到其它损耗, 变压器效率 η 取0.7, 则

$$P_1 = \frac{1095}{0.7} = 1564\text{mW} = 1.56\text{W}$$

月耗电量为 $1.56 \times 24 \times 30 = 1.123 (\text{kWh})$ 。

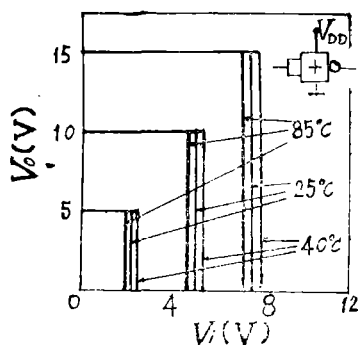


图 6

四、结 语

对CMOS器件的应用, 尤其是用于控制交流供电, 我们还仅仅是初步尝试, 尚有不完善

之处。尽管如此, JZB家用电器保安器经福建省中心检验所检验, 各项性能指标符合要求, 现已小批量生产并投放市场, 反映良好。

参 考 文 献

- 〔1〕(美)威廉·L·亨特著, 潘鼎铭等译, CMOS实用手册, 上海翻译出版公司, (1984)。
- 〔2〕(日)铃木八十二著, 赵春成等译, CMOS集成电路原理与应用, 电子工业出版社, (1985)。
- 〔3〕刘有正, 电子设备电源保护技术, 陕西科学技术出版社, (1983)。
- 〔4〕Berlin, H·M·, Guide to CMOS Basics Circuits, & Experiments, (1979)。
- 〔5〕张廷庆等, 半导体集成电路, 上海科技出版社, (1986)。

To Control AC Supply Power with CMOS Logic Gate

Yang Bingcong

Abstract

From the angle of experiment, this paper describes the voltage transfer characteristics of CMOS devices at first. And then it analyses in detail the structure and principle of "electric appliance protector model JZB" which using the characteristics of CMOS in controlling AC supply power.