



[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 93117426.0

[51]Int.Cl⁶

H02H 7/08

[45]授权公告日 1996 年 10 月 9 日

[24]颁证日 96.8.31

[21]申请号 93117426.0

[22]申请日 93.9.9

[73]专利权人 魏有辑

[72]发明人 魏有辑

[74]专利代理机构 黑龙江省专利服务中心

代理人 李云霞

地址 151400黑龙江省安达市大庆石油学院
能源科

H02H 7/085

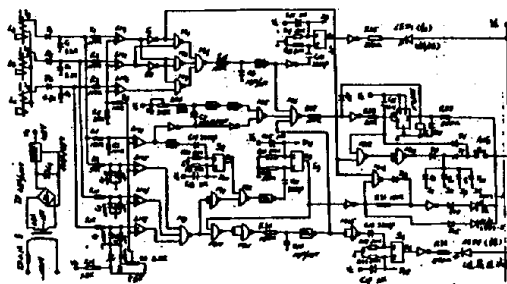
H02H 7/09

权利要求书 1 页 说明书 16 页 附图页数 5 页

[54]发明名称 三相异步电动机保护器

[57]摘要

一种三相异步电机保护器, 由电流检测电路、控制电路组成, 电流检测电路采用三相电流电压互感器, 控制电路由整流滤波电路、断相保护电路、过载过流保护电路、堵转保护电路、总控制门、驱动电路、断相故障记忆电路和断相故障显示电路、过载过流故障记忆电路, 过载过流故障显示电路以及电机工作状态和工作状态显示电路等组成, 具有检测精度高, 线性范围宽、铁芯不饱和等优点。



权 利 要 求 书

1、一种三相异步电机保护器，由电流检测电路，控制电路组成，其特征在于：电流检测电路采用三相电流—电压变换器，三相电流—电压变换器是由环形铁芯制成的三只电流—电压变换器组成。在每只环形铁芯上分别绕有平衡线圈 (L_0) 电压线圈 (L_2)，环形铁芯中间穿有原边线圈 (L_1)，(L_1) 串接于电机主回路，可以是一匝也可多匝，(L_2) 接控制电路，(L_0) 为短路线圈，用于平衡输入电流在 (L_1) 中产生的磁场，三只电流—电压变换器装在一个壳体内，其电压线圈接成星形由端子引出。

2、根据权利要求1所述的三相异步电机保护器，其特征在于，控制电路具有起动曲线跟踪电路和起动闭锁电路，能自动躲开异步电机起动电流。起动曲线跟踪电路由R—S触发器 (S_2)，(S_3) 非门 F_9 、 F_{10} 与非门 M_7 、 M_8 组成。

3、根据权利要求1、2所述三相异步电机保护器，其特征在于可在三相电机绕阻的输入和输出分别与两只相同的三相交流电流—电压变换器的原边 (L_1) 串联，其三相交流电流—电压变换器的电压线圈 (L_2) 接成两个星形，两个星形的节点连在一起作为一个公共节点，同其它六个电压线圈的出线端分别送到控制电路相应的输入端，可实现三相异步电动机的差动保护。

说 明 书

三相异步电动机保护器

本发明为三相异步电动机保护器，能有效地对三相异步电动机作断相、过载、过流及堵转保护。

目前已有的三相异步电机保护器采用普通的电流变换器检测三相电流信号(付边开路使用)，其检测精度低，线性差、动态范围小，且铁芯易于饱和。为了解决异步电动机起动电流高于额定电流而使保护器误动作的问题，一般均采用延时动作的方法以避开起动电流，这种方式在电机严重过载时，对电机是不利的。

本发明的目的在于提出一种采用特殊的交流电流—电压变换器作为检测电动机电流的方法。该变换器能够将电机的电流转换为与之成比例的电压信号。不仅提高了对电流的检测精度，而且线性范围宽，铁芯不饱和、故对电机的保护效果好。同时采用集成电路对起动电流曲线进行跟踪，在起动时不会发生误动作，起动完毕能进行正常的过载，过流保护。能够检测三相电流的有无，对断相故障进行逻辑判断。发生断相时，发出跳闸信号。当电机起动发生堵转故障时，亦能发出堵转信号切断电

源。而且本保护器对上述各种故障均能进行记忆，并显示故障原因。同时采用一只三色发光二极管发出橙、红、绿三种颜色分别显示电机起动前、起动过程和正常工作三种状态。

本发明的主要技术内容是：该三相异步电动机保护器由检测电路和控制电路组成。

电流检测电路I：采用三相电流—电压变换器1，该变换器是由用环形铁芯制成的三只电流—电压变换器组成。在每只环形铁芯上分别绕有平衡线圈 L_0 和电压线圈 L_2 ， L_0 用以平衡输入电流在原边线圈 L_1 中产生的磁势，以保障在电压线圈 L_2 上产生的电压信号与输入电流成正比，且波形不失真。电流—电压变换器结构示意图见图3，其原理图如图4（图3、图4仅画出一相）。电机的电源线穿过电流—电压变换器的穿芯孔。可以是一匝，也可以是数匝。三只这样的电流—电压变换器装在塑料制的壳内组成一只三相电流—电压变换器，其电压线圈接成星形由端子引出，外形如图5。

控制电路II：由整流电路2，断相保护电路3，过载过流保护电路4，堵转保护电路5，总控制门6，驱动电路7，断相故障记忆电路8，断相故障显示电路9，过载过流故障记忆电路10，过载过流显示电路11，电机工作状态识别电路12，电机工作状态显示电路13，复位电路

14, 电源电路15组成。如图1所示。

整流滤波路2: 由二极管 $D_1 \sim D_3$ 、电容 $C_1 \sim C_3$ 组成。该电路与三相电流—电压变换器输出端连接, 能够将三相电流—电压变换器输出的电压信号进行整流、滤波再同时送到断相保护电路和过载过流保护电路。

断相保护电路3: 由运算放大器 $LM_1 \sim LM_3$, 非门 F_1 、 F_2 , 与非门 $M_1 \sim M_3$ 、 R_{16} 、 C_8 及施密特反相器 F_3 等组成。 $LM_1 \sim LM_3$ 的输入端与整流滤波电路的输出端连接, 由 $LM_1 \sim LM_3$ 对电流信号进行检零, 即检测电机各相电流的有无。 $LM_1 \sim LM_3$ 的输出端送到由 F_1 、 F_2 及 $M_1 \sim M_3$ 组成的断相识别电路, 以识别电机是否发生断相故障。断相识别电路的输出再送到 R_{16} 、 C_8 、 F_3 组成的延时电路, 延时电路的输出同时送到总控制门电路和断相记忆电路。延时电路起避免误动作作用。同时该电路中的 F_1 的输出送到电机工作状态识别电路。

过载过流保护电路4: 该电路由反时限电路、电流整定电路、比较电路、控制门、起动闭锁电路、延时电路、起动电流检测电路、起动曲线跟踪电路等组成; 反时限电路由电阻 $R_9 \sim R_{13}$ 、电容 $C_5 \sim C_7$ 组成。输入端与整流滤波电路的输出端连接, 该电路的作用是将电流信号进行反时限延时、增强电机保护器的抗干扰能力。其输出端接到比较电路; 电流整定电路由电阻 R_{13} 、 R_{14} , 电位

器 W_1 和稳压管2CW组成。用以整定保护器动作电流的数值，稳压管的作用是提高了保护器的精度。该电路输出端接到比较电路的输入端；比较电路由运算放大器 $LM_5 \sim LM_7$ 组成。三个运放大器的正相输入端连在一起，接到电流整定电路 W_1 的中间动触头上。 $LM_5 \sim LM_7$ 的三个反相输入端分别接到反时限电路的三个输出端（这三只运放器采用反相输入式）。三只运放器的三个输出端送到控制门；控制门采用与非门 M_9 。与非门 M_9 的三个输入端分别接到比较电路的三个输出端，与非门 M_9 实际起或门的作用，电机无论哪相出现过载过流故障， M_9 都能发出故障信号。该电路输出端接到起动闭锁电路；起动闭锁电路采用与非门 M_{10} ， M_{10} 的一个输入端接控制门 M_9 的输出端，另一输入端接起动曲线跟踪电路的 S_3 的输出端。本电路的作用是在电机起动时与非门 M_{10} 被 S_3 输出的低电平封死，使起动时与非门 M_9 输出的过载过流信号不能通过 M_{10} ，保障电机顺利起动。该电路的输出端接到延时电路；延时电路由电阻 R_{30} 、电容 C_{10} 及施密特反相器 F_{11} 组成。其输入端接起动闭锁电路的输出端。本电路的作用是将过载过流信号延时1.2秒左右以提高保护器的抗干扰能力。其输出端同时接总控制门的输入端和过载过流故障的记忆电路；起动电流检测电路由电阻 R_6 、 R_7 和运算放大器 LM_4 组成。其输入端由整流滤波电路来，经 R_6 、 R_7 分压后

接到 LM_4 的正相输入端，用来检测电机的起动电流。其输出端同时接到堵转保护电路和起动电流曲线跟踪电路；起动电流曲线跟踪电路由R—S触发器 S_2 、 S_3 、非门 F_9 、 F_{10} 、与非门 M_7 、 M_8 等组成。该电路用于判别电机的起动状态和正常工作状态。当电机处于起动状态时，该电路将起动闭锁电路的 M_{10} 关掉，保障电机能顺利起动；当电机起动完毕，电机电流恢复到正常值时该电路又将 M_{10} 打开，保障电机在发生过载过流故障时能对电机进行保护。其输出端同时接到起动闭锁电路 M_{10} 的输入端和电机工作状态显示电路。

堵转保护电路5：由非门 $F_5 \sim F_7$ 、与非门 M_5 ，电阻 R_{25} 、电位器 W_2 及电容 C_2 组成。作用是当电机由于机械原因转动不起来，即发生堵转故障时，该电路发出堵转信号，保护电机。其输入端由起动电流检测电路来，输出端送到总控制门。

总控制门电路6：采用三输入端与非门 M_6 ，该电路的三个输入端分别接到断相保护电路、过载过流保护电路及堵转保护电路的输出端。该电路的作用是当上述三个保护电路任何一个输出故障信号， M_6 都能输出跳闸信号。 M_6 实际上是作为或门使用。其输出端接到驱动电路。

驱动电路7：由非门 F_{13} 、电阻 R_{27} 、 R_{28} ，时基电路NE555等组成。该电路的作用是将总控门输出的跳闸信

号变成合适电平，并提高驱动能力。其输入端接总控门的输出端。其输出端同时接中间继电器的线圈，和电机工作状态显示电路。

记忆电路8、10：由R—S触发器 S_1 、 S_4 、非门 F_4 、与非门 M_{15} 及电容 C_{12} 、 C_{13} 等组成。其输入端接到断相保护电路和过载过流保护电路的输出端，其作用是对断相和过载过流信号进行记忆。其输出端同时接到断相故障显示电路和过载过流故障显示电路。

故障显示电路9、11：由非门 F_{12} 、 F_{15} 及发光二极管 LED_1 、 LED_2 等组成。输入端由记忆电路来。该电路用来显示电机发生的故障原因。

工作状态识别电路12和工作状态显示电路13：由与非门 M_{14} 、 M_{15} 、非门 F_{14} 、 F_{15} 及一只三色发光二极管 $LED3-1$ 、 $LED3-2$ 等组成。该电路输入端分别接到断相保护电路和起动曲线跟踪电路的输出端。用来识别并显示电机起动前、起动过程和正常工作的三种状态。

复位电路14：由按钮ANF、二极管 D_7 、 $D_9 \sim D_{12}$ 、与非门 M_{12} 、 M_{13} 等组成。用来对各记忆元件进行复位。其输出端接到触发器 $S_1 \sim S_4$ 的复位端。

电源电路15：由变压器B、整流桥ID、滤波电容 C_4 及稳压块LM7812组成。作用是为各电路提供+12V工作电源。+12伏电压用 V_c 表示。

全部控制电路中的集成电路、二极管、电阻、电容等元件都焊在印刷电路板上，装在塑料制的壳内，发光二极管、电流整定电位器及复位按钮装在面板上；其电流信号输入、220伏电源输入以及继电器常闭接点的输出均通过塑料壳底部的端子引出。全部控制电路装在一起称为控制器，外型示意图如图6所示。三相电流—电压变换器的输出端子用导线和控制器的电流信号输入端子相连。

三相异步电动机保护器与电机控制电路的连接方法：该保护器的中间继电器的常闭接点JK串联在电机控制电路中。当电机发生故障时，保护器使JK断开，切断了电机的控制回路，也就使电机主电路切断，保护了电机。如图7所示。

本发明的技术效果在于采用三相交流电流—电压变换器检测三相电流，精度高、线性范围宽、输出电压波形不失真，由于铁芯不饱和，故本保护器适用电机容量范围大，4~400KW电动机均可。同时也适用于高压异步电动机。采用CMOS集成电路、功耗低、工作可靠。保护器结构紧凑、体积小(60×85×120)(单位毫米)。采用跟踪电机起动曲线的方法解决了异步电机起动时误动作的问题。保护效果良好。具有断相、过载过流及堵转保护功能，并能记忆故障原因，同时显示出来。能够用三色

发光二极管发出橙、红、绿三种颜色分别显示电机起动前、起动过程、正常工作三种状态；再增加一只相同的三相电流—电压变换器，在三相电机绕组的输入和输出端分别与两只三相电流—电压变换器的原边 L_1 串连，其三相交流电流—电压变换的电压线圈 L_2 接成两个星形电路，两个星形的节点连在一起作为一个公共端，同其它电压线圈的出线端分别与控制电路的相应输入端相连，可实现三相异步电动机的差动保护，用来对大型异步电机或重要的三相异步电动机进行更可靠的保护，两只三相电流—电压变换器的接线示意图如图8所示。

本发明能克服现有的电机保护器所用普通电流变换器检测精度低、线性差、动态范围小、铁芯易饱和的问题。同时采用跟踪电机起动曲线的办法解决电机起动时误动作问题，比用延时的办法解决这个问题对电机有利。用一只三色发光二极管显示电机的不同工作状态不仅新颖而且能判断出电机起动时间的长短。

图1为本发明的方框图；

图2为本发明的电路原理图；

图3为三相电流—电压变换器的一相结构示意图；

图4为三相电流—电压变换器的一相原理接线图；

图5为三相交流电流—电压变换器外型图；

图6为本发明控制电路的外型结构示意图；

图7为本发明对外电路接线示意图；

图8为差动保护三相交流电流—电压变换器与电机绕阻的接线示意图；

I 电流检测电路、II 控制电路、III 三相异步电动机控制电路。

1 三相电流—电压变换器、2 整流滤波电路、3 断相保护电路、4 过载过流保护电路、5 堵转保护电路、6 总控制门、7 驱动电路、8 断相故障记忆电路、9 断相故障显示电路、10 过载过流故障记忆电路、11 过载过流故障显示电路、12 电机工作状态识别电路、13 电机工作状态显示电路、14 复位电路、15 电源电路、16 异步电机控制电路(本保护器之外的电路)、1' 电流—电压变换器原边线圈、2' 电流—电压变换器铁芯、3' 电流—电压变换器电压线圈、4' 电流—电压变换器平衡线圈。

原理分析：保护器的电路原理图见图2，保护器在电机控制电路中的接法示意图见图7。

电流检测电路：电机三相电流经三相电流—电压变换器的三个穿芯孔流过，在其电压线圈产生三个与电流成正比的电压信号，此信号由变换器的端子输出送到控制电路中的整流滤波电路。

整流滤波电路：由端子引来的电流信号经 $D_1 \sim D_3$ 整流， $C_1 \sim C_3$ 滤波后再同时送到断相保护电路，过载过流保护电路及起动电流检测电路。

断相保护电路分析：该电路的输入与整流滤波电路连接，三个电流信号分别由 $R_1 \sim R_3$ 接到运算放大器 $LM_1 \sim LM_3$ 的三个输入端， $LM_1 \sim LM_3$ 的另外三个输入端连在一起接到由电阻 R_4 和 R_5 组成的分压器上，以取得合适的参考电平。 LM_1 、 LM_2 采用正相输入， LM_3 采用反相输入， $LM_1 \sim LM_3$ 组成了用以检测三相电流有无的检零电路，其三个输出端接到由非门 F_1 、 F_2 、与非门 $M_1 \sim M_3$ 组成的逻辑电路，用以判别是否发生断相。如果用A、B、C代表

三相电流信号，则门 M_1 的输出 $Y_1 = \overline{AB} \cdot \overline{AB} \cdot \overline{AC}$ ，这样，当三相电流都有或都没有时， M_1 输出为0，只有当任一相断相时， M_1 的输出才为1。 M_1 的输出接到由 R_{15} 、 C_9 及施密特非门 F_3 组成的延时电路，经延时0.8秒左右再同时送到总控制门 M_5 和断相记忆电路。延时的目的是增强抗干扰能力。

过载过流保护电路分析：其输入端接到整流滤波电路，三个电流信号输入到由电阻 $R_6 \sim R_{13}$ 及电容 $C_5 \sim C_7$ 组成的三个反时限电路，以便对电流信号进行反时限延时，再送到比较电路的输入端。

比较电路由运算放大器 $LM_5 \sim LM_7$ 组成，其三个反相输入端分别接反时限电路，正相输入端连在一起接到电流整定电路 W_1 的中间的动触点。该电路用以判别电机的

三相电流是否过载过流，当任一相发生过载过流故障时，相应的运放器便输出低电平（下文用1表示高电平、用0表示低电平）。该电路的三个输出端接到控制门 M_0 。

电流整定电路中，+12V电源 V_c 经电阻 R_{14} 限流接到稳压管2CW将电压稳定到+6V为 W_1 提供稳定的电压，以提高保护器的精度。 W_1 的中间触头接到 $LM_5 \sim LM_7$ 的三个正相输入端（连在一起）， W_1 用以调节整定电流的数值。

控制门电路中与非门 M_0 的三个输入端接到 $LM_5 \sim LM_7$ 的三个输出端，这样，无论任何一相过载过流时，与非门 M_0 都输出1。 M_0 的输出同时送到起动闭锁电路中的与非门 M_{10} 和起动曲线跟踪电路中的与非门 M_1 。

起动闭锁电路与非门 M_{10} 的一个输入端接到控制门 M_0 的输出端， M_{10} 的另一个输入端接到起动跟踪曲线电路中的 S_2 的输出端。在起动时， S_2 输出为0，故此时虽然由于大大高于额定电流的起动电流已使 M_0 输出为1，但由于 S_2 输出为0， M_{10} 被封死，所以 M_0 输出的故障信号无法通过 M_{10} ，保证电机顺利起动。 M_{10} 的输出端接延时电路。

延时电路将 M_{10} 输出的过载过流信号延时约1.2秒左右，以避免保护器误动作。延时电路由 R_{30} 、 C_{10} 、 F_{11} 组成，其输出同时送到总控制门和过载过流故障记忆电路。

起动电流检测电路的输入由整流滤波电路来。A相电流信号经 R_6 、 R_7 分压后送到运算放大器 LM_4 的正相输

入端、 LM_4 的反相输入端接到 $LM_5 \sim LM_7$ 的公共正相输入端。由于电流信号经电阻 R_6 、 R_7 衰减，故 LM_4 只有在起动电流达到2倍额定电流左右时输出才为1。这样便能检测电机是否处于起动状态，该电路的输出同时送到起动曲线跟踪电路和堵转保护电路。

起动曲线跟踪电路分析：起动电流检测电路输出的信号接到该电路的 F_9 的输入端，经 F_9 反相再由 C_{14} 耦合到R—S触发器 S_2 的置位端。在电机起动前，触发器 S_2 、 S_3 自动复位，同时 LM_4 输出为0， F_9 输出为1，当电机起动后，起动电流达到2倍额定电流时， LM_4 输出为1， F_9 输出由1变为0，但 S_2 仍处于复位状态（本R—S触发器采用脉冲上跳沿触发）， M_3 的输出仍为1，其输出对 S_3 无影响，所以 S_3 的输出仍为0， S_3 的输出将 M_{10} 封死。这时虽然电机起动电流很大、 M_6 输出已为1，但由于无法通过 M_{10} ，故 M_6 的故障信号不能达到总控门 M_5 ，保障电机顺利起动。当电机转速上升，起动电流已由最大值逐渐下降，当电流降到2倍额定电流以下时， LM_4 输出由1变为0， F_9 的输出由0变为1，这个跳变经 C_{14} 耦合到 S_2 ，使 S_2 置位，其输出 $Q_2=1$ ，但由于此时电流仍高于额定电流，故 M_6 输出仍为1， M_7 输出为0， M_8 输出仍为1， F_{10} 输出仍为0，故 S_3 仍处于复位状态， $Q_3=0$ ， M_{10} 仍被封死。当电流继续降到整定电流值以下时， M_9 输出变为0， M_7 输出为1，

前面已分析出 S_2 的输出 Q_2 已经是1，这样 M_8 的两个输入端都是1，其输出由1变为0， F_{10} 的输出由0变为1，经 C_{16} 耦合到 S_3 使 S_3 置位 $Q_3=1$ ， Q_3 将起动闭锁门 M_{10} 打开，使保护器转入到对电机的正常保护状态。 S_3 的输出同时接到电机工作状态识别及其显示电路。

堵转保护电路分析：在起动时，电机如发生堵转故障，电机起动电流使 LM_4 输出为1，并将一直保持为1。

(因为电机堵转后起动电流不能降到正常值)在电机起动前 LM_4 输出为0， F_7 输出为1，使电容 C_9 的负极为高电平， C_9 的正极经 W_2 和 R_{26} 接到电源 V_c ，也是高电平。这样在电机起动前 C_9 两端电压为0。当电机起动后， LM_4 输出为1， F_7 输出由1变为0，这样 C_9 的负极电位也变为0，由于电容器两端电压不能突变，故 C_9 的正极电位变为0，使 F_5 输出为1， F_6 输出为0，因而与非门 M_5 输出仍为1，无堵转信号输出。此时 F_7 输出为0， F_8 输出为1。随着电源 V_c 通过 W_2 和 R_{26} 向 C_9 充电， C_9 正极电位逐渐升高，当升高到 F_5 的门限电压时， F_5 输出由1变为0， F_6 输出由0变为1，此时 F_8 的输出也是1，这样 M_5 一两个输入端均为1，其输出由1变为0，发出堵转故障信号，经总控门 M_6 及驱动电路后发出跳闸信号，将电机电源切断。 W_2 用来调节堵转发生后发出信号的时间，以满足不同电机的需要。

总控制门电路分析：该电路采用与非门 M_6 ， M_6 的三

个输入端分别接到断相保护电路。过载过流保护电路及堵转保护电路的输出端，当上述任一保护电路输出故障信号时（故障信号为0的时候起作用）， M_4 的输出为1， M_6 实际起或门的作用。 M_6 的输出接驱动电路。

驱动电路分析：总控制门发出的故障信号后经 R_{27} 输入到该电路的 F_{13} ，再由 F_{13} 经电阻 R_{28} 到时基电路NE555的输入端， F_{13} 起电平变换作用，NE555起功率放大的作用，NE555用来驱动中间继电器JK的线圈。二极管 D_5 为续流二极管，用来保护NE555。 C_{19} 是抗干扰电容； R_{27} 、 R_{28} 为电平隔离电阻； D_4 用来将NE555的输出信号反馈到它的输入端的前级用来对NE555自锁。JK的常闭接点串联到电机的控制回路中，以便在电机发生故障时，切断电机的电源。JK常闭接点的两端由控制器的端子引出。

记忆电路分析：当电机发出断相信号时， F_3 的电平由1变为0， F_4 的电平由0变为1，经 C_{12} 耦合到 S_1 的置位端，对断相信号进行记忆， S_1 的输出接到断相显示电路，当电机发生过载过流故障时， F_{11} 电平由1变为0， M_{15} 的电平由0变为1，经 C_{18} 耦合到 S_4 使 S_4 置位，对故障信号进行记忆， S_4 输出到过载过流故障显示电路。

故障显示电路分析：输入由记忆电路来，断相记忆电路在断相时 S_1 输出为1，使 F_{12} 电平由1变为0，红色发光二极管 LED_1 通电发光，显示断相故障，当电机发生过

载过流故障时，记忆电路的 S_4 输出为0，绿色发光二极管 LED_2 导通发光，显示过载过流故障。 F_{12} 和 F_{15} 同时作为缓冲器，为发光二极管提供驱动电流。

工作状态识别电路及工作状态显示电路：该电路的门 M_{14} 的一个输入端接到断相保护电路的 F_1 的输出，当电机在起动前时， LM_1 输出为0， F_1 输出为1， S_3 输出为0， F_{14} 输出为1，故与非门 M_{14} 输出为0。 D_{13} 导通，将 F_{15} 的输入拉为低电平，使 F_{15} 输出为1，经 D_{14} 到三色发光二极管的绿色管芯 $LED3-1$ ，使之发出绿光， $LED3-1$ 通过电阻 R_{20} 限流到NE555的输出端，此时NE555处于复位状态，其输出为0，故对 $LED3-1$ 及 $LED3-2$ 能构成回路。另外，此时 S_3 输出为0， F_{14} 输出为1，经 D_{15} 加到三色发光二极管红色管芯 $LED3-2$ ，使之发红光，这样电机在起动前三色发光管红、绿管芯都发光，对外显示橙色光。

当电机起动时， LM_1 输出为1， F_1 输出为0，使门 M_{14} 输出为1， D_{13} 截止，对 F_{15} 不起作用，此时， S_3 输出仍为0， F_{14} 输出为1， F_{15} 输出为0使 $LED3-1$ 截止，绿色光熄灭，此时 F_{14} 输出仍为1，通过 D_{15} 至 $LED3-2$ ，仍然导通，发出红光，故电机起动时，三色发光管发出红光。

当电机起动完毕，由于仍有电流故 LM_1 输出仍为1， F_1 输出为0， M_{14} 输出为1， D_{13} 仍截止，但此时 S_3 输出为1， F_{14} 输出为0红色管芯 $LED3-2$ 熄灭。 F_{14} 的输出使 F_{15}

的输出为1，经 D_{14} 使LED3—1发出绿光，因而电机正常工作时三色发光二极管发绿色光。 D_{14} 、 D_{15} 为保护二极管， R_{31} 为隔离电阻。 R_{30} 为三色发光管的限流电阻。

复位电路分析：当电机发生故障后，电工排出故障后，按动复位按钮ANF，可以复位，ANF接电源 V_c ， V_c 经ANF至二极管 D_7 ，(D_7 用于电位隔离)，再由 D_7 至 $D_9 \sim D_{12}$ 阳极， $D_9 \sim D_{12}$ 阴极至各触发器 $S_1 \sim S_4$ 的复位端，使 $S_1 \sim S_4$ 复位，与非门 M_{12} 、 M_{13} 和二极管 D_8 组成自动复位电路，当电机断电时能对 $S_1 \sim S_4$ 自动复位（当发生故障时自动复位电路不起作用）。

电源部分：220伏电源经变压器B降压后经桥块ID整流， C_4 滤波后再经集成稳压块7812稳压后输出+12V电压作为本保护器的电源。原理图如图2所示。

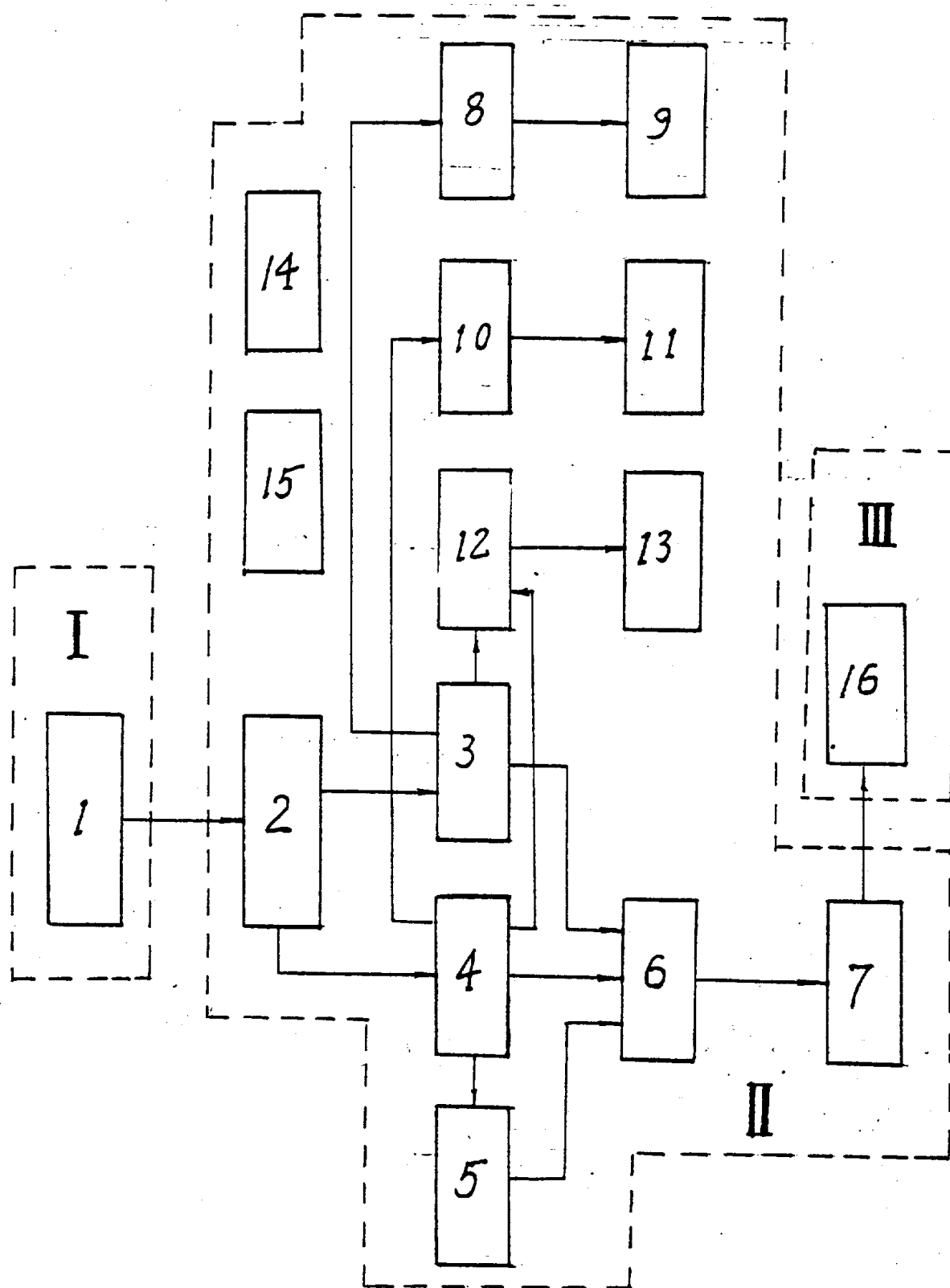


图 1

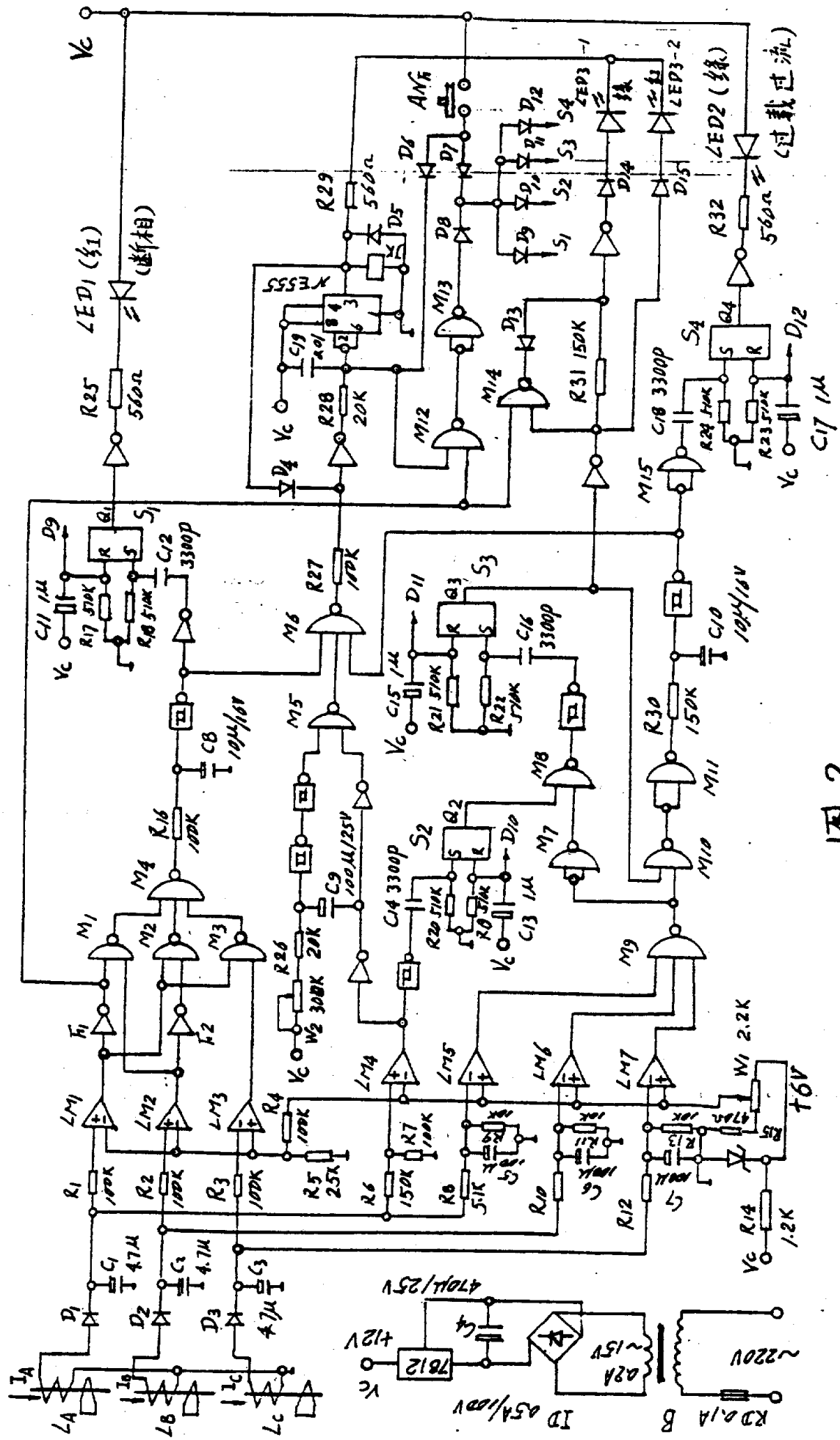


图 2

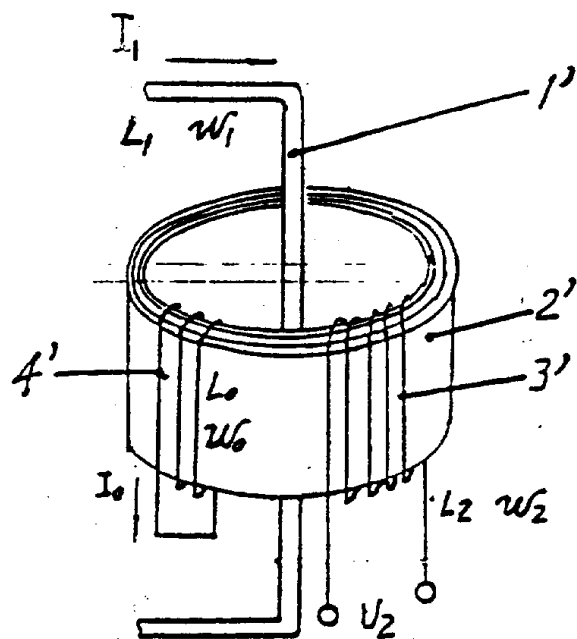


图 3

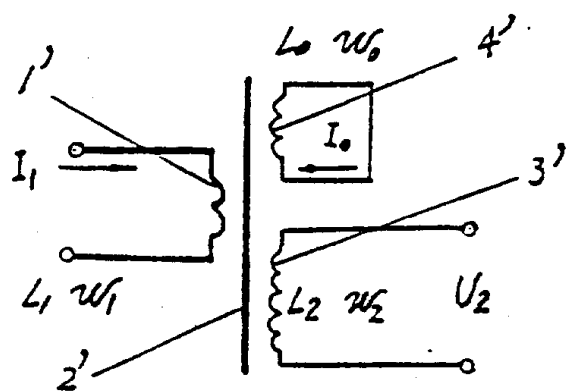


图 4

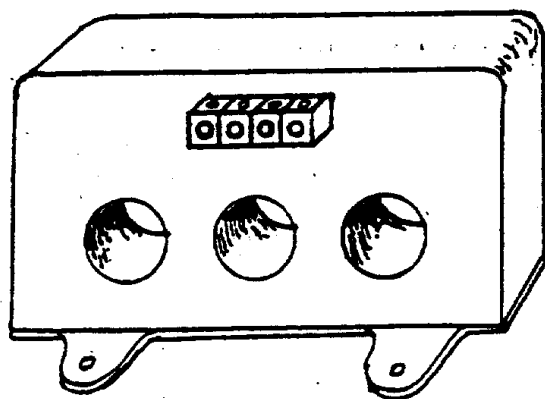


图 5

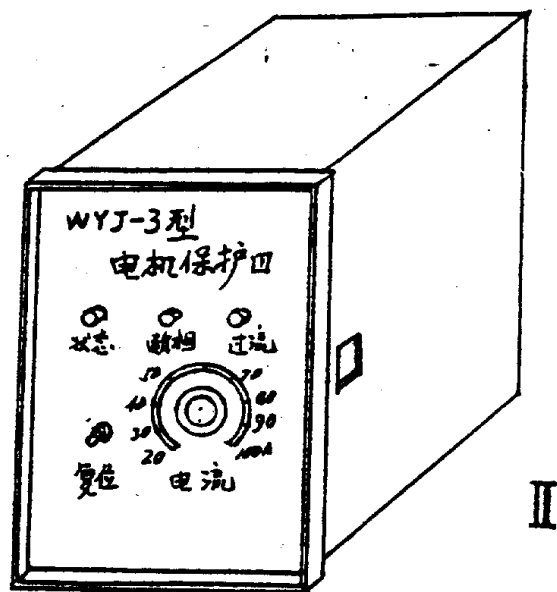


图 6

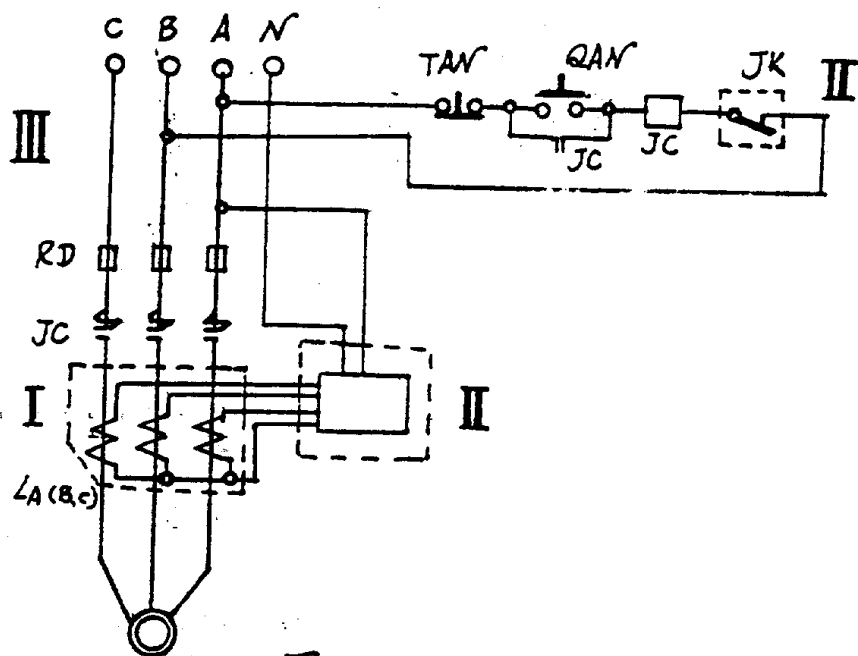


图 7

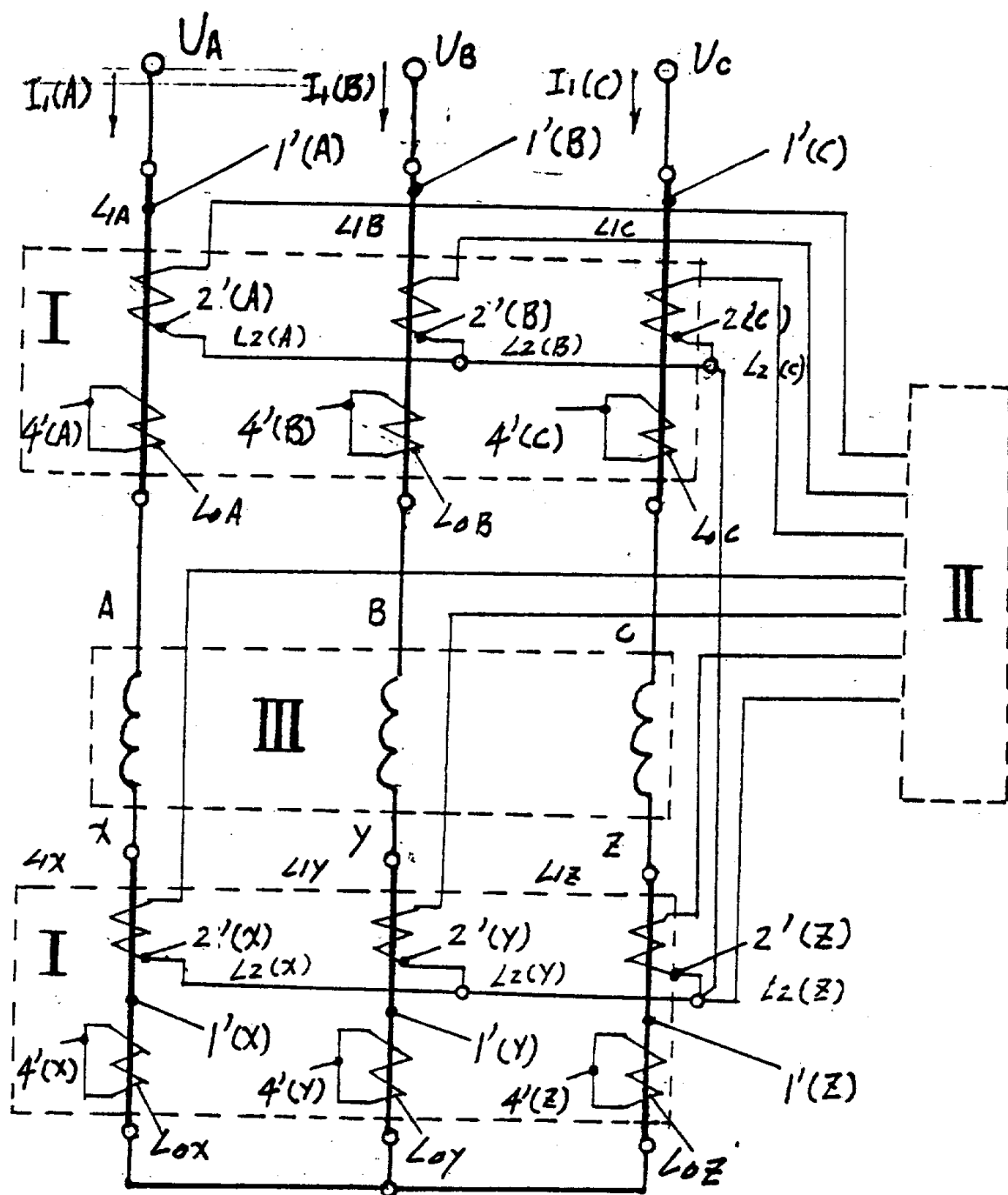


图 8