(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103699162 B
(45)授权公告日 2015.05.20

(21)申请号 201310622608.3

(22)申请日 2013.11.30

(73)专利权人 刘建平
地址 035500 山西省忻州市五台县向前街经贸局

(72)发明人 刘涛 刘建平

(74)专利代理机构 太原晋科知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 14110
代理人 郑晋周

(51)Int.Cl.
G05F 1/24(2006.01)
H01F 27/28(2006.01)

(56)对比文件
CN 1375841 A,2002.10.23, 全文.
CN 2263390 Y,1997.09.24, 全文.
CN 2431582 Y,2001.05.23, 全文.
JP 2001145350 A,2001.05.25, 全文.
CN 2439054 Y,2001.07.11, 全文.
CN 2497350 Y,2002.06.26, 全文.

审查员 解鸿国

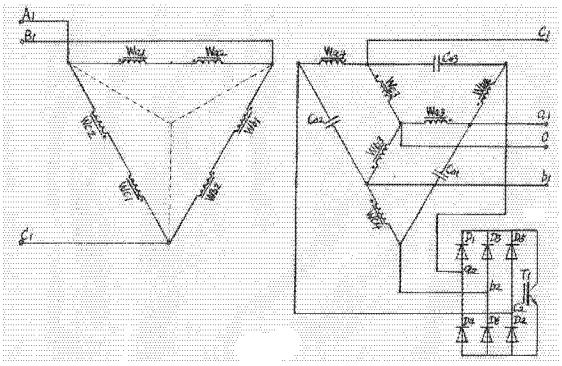
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种曲折移相调压变压器

(57)摘要

一种曲折移相调压变压器，目的是结构简单、可靠性高、损耗小；本发明包括装设在主铁心上的主一次绕组与主二次绕组、装设在调节铁心上的调节一次绕组与调节二次绕组、电容器、短开关和调节器，主一次绕组W_{a1}、W_{b1}、W_{c1}与调节一次绕组W_{a2}、W_{b2}、W_{c2}以相同的首端方向依次两两串联成三个支路，两组一次三相绕组整体联接成近似的三角形接线；主二次绕组W_{a3}、W_{b3}、W_{c3}的三个末端相联成中性点0，其三个绕组首端对应引出a_1、b_1、c_1三个二次输出端，在a_1端联接调节二次绕组的W_{b4}首端或W_{c4}末端或W_{c4}首端，在b_1端联接调节二次绕组的W_{c4}末端或W_{a4}末端或W_{a4}首端，在c_1端联接调节二次绕组W_{a4}首端或W_{b4}末端或W_{b4}首端，分别经调节二次绕组而至a_2、b_2、c_2三个调节端。



CN 103699162 B

1. 一种曲折移相调压变压器，包括装设在主铁心上的主一次绕组与主二次绕组、装设在调节铁心上的调节一次绕组与调节二次绕组、电容器、短接开关和调节器，其特征在于所述的主一次绕组 W_{a1}、W_{b1}、W_{c1}与调节一次绕组 W_{a2}、W_{b2}、W_{c2}以相同的首端方向依次两两串联成三个支路，并将 W_{a1}首端与 W_{c2}末端相联引出 A_1端、W_{b1}首端与 W_{a2}末端相联引出 B_1端、W_{c1}首端与 W_{b2}末端相联引出 C_1端，两组一次三相绕组整体联接成近似的三角形接线；主二次绕组 W_{a3}、W_{b3}、W_{c3}的三个末端相联成中性点 0，其三个绕组首端对应引出 a_1、b_1、c_1三个二次输出端，在 a_1端联接调节二次绕组的 W_{b4}首端或 W_{c4}末端或 W_{c4}首端，在 b_1端联接调节二次绕组的 W_{c4}末端或 W_{a4}末端或 W_{a4}首端，在 c_1端联接调节二次绕组 W_{a4}首端或 W_{b4}末端或 W_{b4}首端，分别经调节二次绕组而至 a_2、b_2、c_2三个调节端；电容器 Co_1、Co_2、Co_3分别联接在 a_1与 b_2、b_1与 c_2、c_1与 a_2三对接线端之间而同三个调节二次绕组构成闭合回路；调节器用整流管 D_1-D_6联接成三相整流桥，其直流两端以正极接正端方式联接一只可关断电力电子器件 T_1，并将三相整流桥的三个交流输入端与 a_2、b_2、c_2三端相联而成主回路接线。

2. 如权利要求 1 所述的曲折移相调压变压器，其特征在于所述的主铁心与调节铁心的设计容量为 1-10:1，主铁心与调节铁心垂直组合在一起成共用中间横轭的田字形结构；所述的主一次绕组与调节一次绕组的感应电压值为 1-10:1，主二次绕组与调节二次绕组的感应电压值选择为 1:1。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的曲折移相调压变压器，其特征在于所述的电容器 Co_1、Co_2、Co_3是单相电力电容器，其额定电压值选择为 250-600v，三只电容器的总容量选择为变压器额定容量的 3%-20%。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的曲折移相调压变压器，其特征在于所述的短接开关三对触点 ka、kb、kc 可以联接在 a_1与 a_2、b_1与 b_2、c_1与 c_2三对接线端而对三个调节二次绕组进行短接。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的曲折移相调压变压器，其特征在于所述的调节器的可关断电力电子器件 T_1是绝缘栅双极晶体管 IGBT 或是注入增强栅晶体管 IEGT，并用脉宽调制的 2-10KHz 的三角形载波频率对其进行直流载波式的脉冲控制。

一种曲折移相调压变压器

技术领域

[0001] 本发明属于电机及变压器领域，特别涉及一种曲折移相调压变压器。

背景技术

[0002] 现行的电力变压器一般是在高压绕组上抽出适当的分接头，以无励磁调压和有载调压方式进行中性点为主导方式的调压，从而改变高压绕组匝数及电压比。有载分接开关由快速切换电流的切换开关和选择分接头的选择器组成，其分接选择器在不带电情况下，使一个分接头断开前下一个分接头要接入；切换开关在带电切换分接时，要短接两个分接头，并在其间接入电阻或电抗以限制短路电流。对于低压三相四线的交流电源稳压，则用大功率补偿型稳压器，其中用补偿变压器与自耦式变压器两个电磁器件及电机传动方式来调节输出电压。随着供电及配电质量要求与节约电能要求的提高，现行的有载调压器件存在不宜装设在较小容量的变压器上，而使用低压稳压器又存在费用较高与造成1%以上的电能消耗问题。中国专利02101996.7的曲折补偿型变压器及移相调压方法，采用两组三相铁心与切换低压侧六边形调节绕组方位的方式，使得调节绕组的电压相量发生曲折转移，利用分级调节的绕组电压相量逐步转移而实现有载的变压器调节。但其需引出12个调节端与配用7只交流开关进行电压调节的方式存在结构复杂与不能连续调节的问题。中国专利200620108454.1的无触点无级有载调压变压器，采用动态电压调节器的串接补偿变压器两个输出端与主变压器的一次绕组串联连接方式，可实现对主变压器的无级电压调节，但其动态电压调节器由三相PWM整流器、电容储能器、智能逆变器和正弦滤波器组成，使其结构较复杂且造价较高。还有采用在高压绕组上用多组双向晶闸管分级调节，在电压过零点时用计算机发出指令改变相应的晶闸管的工作状态，自动改变变压器高压绕组匝数而实现低压侧输出电压调节的方式，也在其必须用大量晶闸管器件及其直接串联在主电路的结构下，存在结构复杂及可靠性较低的缺陷。现行的配电变压器由于大多数缺乏有载调压性能，其低压额定值采用231V，这在用电低峰时必然形成电压过高并形成一系列的损耗较大的问题。

发明内容

[0003] 本发明的目的是克服上述已有技术的不足，提供一种结构简单、可靠性高、造价低、损耗小的曲折移相调压变压器。

[0004] 本发明曲折移相调压变压器包括装设在主铁心上的主一次绕组与主二次绕组、装设在调节铁心上的调节一次绕组与调节二次绕组、电容器、短接开关和调节器；主一次绕组W_{a1}、W_{b1}、W_{c1}与调节一次绕组W_{a2}、W_{b2}、W_{c2}以相同的首端方向依次两两串联成三个支路，并将W_{a1}首端与W_{c2}末端相联引出A_1端、W_{b1}首端与W_{a2}末端相联引出B_1端、W_{c1}首端与W_{b2}末端相联引出C_1端，两组一次的三相绕组整体联接成近似的三角形接线；主二次绕组W_{a3}、W_{b3}、W_{c3}的三个末端相联成中性点0，其三个绕组首端对应引出a_1、b_1、c_1三个二次输出端，在a_1端联接调节二次绕组的W_{b4}首端或W_{c4}末端或W_{c4}首端，在b_1端联接调节二次绕组的W_{c4}末端或W_{a4}末端

或W_{a4}首端，在c_1端联接调节二次绕组W_{a4}首端或W_{b4}末端或W_{b4}首端，分别经调节二次绕组而至a_2、b_2、c_2三个调节端；电容器Co_1、Co_2、Co_3分别联接在a_1与b_2、b_1与c_2、c_1与a_2三对接线端之间而同三个调节二次绕组构成闭合回路；调节器用整流管D_1-D_6联接成三相整流桥，其直流两端以正极接正端方式联接一只可关断电力电子器件T_1，并将三相整流桥的三个交流输入端与a_2、b_2、c_2三端相联而成主回路接线。

[0005] 为进一步优化本发明曲折移相调压变压器，所述的主铁心与调节铁心的设计容量为1-10:1，并可设计成主铁心与调节铁心垂直组合在一起的共用中间横轭的田字形结构；所述的主一次绕组与调节一次绕组的感应电压值为1-10:1，主二次绕组与调节二次绕组分别的感应电压值选择为1:1；所述的电容器Co1、Co2、Co3是单相电力电容器，其额定电压值选择为250-600v，三只电容器的总容量选择为变压器额定容量的3%-20%；所述的短接开关三对触点ka、kb、kc可以联接在a_1与a_2、b_1与b_2、c_1与c_2三对接线端而对三个调节二次绕组进行短接；所述的调节器的可关断电力电子器件T_1是绝缘栅双极晶体管（IGBT）或是注入增强栅晶体管（IEGT），并用脉宽调制的2-10KHz的三角形载波频率对其进行直流载波式的脉冲控制。

[0006] 本发明的工作原理是：在主一次绕组与调节一次绕组的串联时形成了前者受后者控制的前提条件，并在调节二次绕组断开的星形联接点受调节器控制而逐渐同主二次绕组形成并联的联接时，调节二次绕组相对主二次绕组两者之间的电压相量可在0°-120°范围内曲折转移，以此形成一种基于调节（辅助）线圈转移相位的变压器有载调压技术；两一次绕组的串联联接使其在一次电压作用下流过相同的电流，调节二次绕组与主二次绕组经由调节器逐渐形成并联关系时，由两者的相差60°-120°的初始电压相位差形成一个环流，这个由主二次绕组提供（流出）的电流相量采用图2接线时是接近垂直（90°）于一次绕组电流的，由此使得调节绕组的电压相量向超前方向转移，主绕组的电压相量则向滞后方向转移；在调节器的脉冲宽度逐渐增大时，如图1所示的调节二次绕组逐渐向超前方向发生电压相量的转移，在主一次绕组与调节一次绕组的匝数及电压值比值为4-10倍时，由大小相等方向相反的环流使主二次绕组的电压相量转移较小角度，而调节二次绕组的则受环流的影响相对主二次绕组的电压相量接近转移120°，从而在调节二次绕组电压相量的变化中促使主二次绕组的电压值逐渐升高；电容器配合调节器也在初始阶段具有负向增压的性能，例如图1的电容器Co_3同Wc3、Wa3、W_{b4}联成的回路，Co_3的电容电流相量较W_{b4}绕组的电压相量（初始）是滞后30°的，这同W_{b2}绕组中初始的电流接近相位一致，由此使得Wb4的电压值可随电容电流的增大而增大；主一次绕组与调节一次绕组的匝数不同，在环流与初始电压相位差的作用下可使两绕组发生方向不同的相位变化，尤其在三个调节端接近于直接短接时，每相的调节二次绕组与二次绕组之间的电压相位差则从120°或60°变为0°，两个二次绕组的环流势必在电流决定磁通并产生电势的规律中使其分别串联的两个一次绕组的电压发生相位的曲折转移，从而在主一次绕组电压值的逐渐升高中使得低压输出相应提高；调节器的三相整流桥以间隔$\pi/3$换流及整流二极管分别导通$2/3\pi$方式形成了对三相交流绕组仅用一只可关断电子器件进行统一与连续调节的条件，并用三只电容器兼有的续流作用使其直流斩波瞬间的断流时能为电感电流提供续流回路；采用2-10HKz三角形载波频率进行简易的PWM控制，形成了平滑调节三个交流端电压的条件，并在调节一、二次绕组电压相位转移的配合下产生低压控制高压与以小控大的效果；在主一次绕组与调节

一次绕组采用相同的电压值时，两组三相铁心的设计容量相等，对此宜将两组三柱铁心垂直组合为一体而形成“田”字形结构，由此在调节二次绕组与主二次绕组接近并联时产生的合成磁通相量流经中间横轭，并由此使得上下层三柱式铁心对称并减少其体积；采用短接开关的三对触点将三个调节二次绕组两端短接时，高压的电源电压可由主一次绕组全部承担，这在调节一次绕组较主一次绕组的电压比值在15%及以下时，能够保证正常的不调压的运行；主一次绕组与调节二次绕组分别串联的方式也能采用三相星形接线，但三角形接线具有能为三次谐波提供回路的特点使其具有降低铁心损耗的优点。移相调压的本质是合成电流相量的相位转移，在两一次绕组通过相同的电流，由主二次绕组对调节二次绕组提供环流时必然形成两者的电流相量差异并产生绕组电压相位的转移。

[0007] 本发明用调节铁心及绕组作为中间环节，并用调节器的三相变单相及其PWM具有的连续调节特点使得变压器的有载调压具有简易性与平滑性，解决了现有技术的抽头分级或交流变频式无级调压存在的问题，适用于10/0.4或35/0.4KV配电变压器，尤其是干式变压器供电的场所，结构简单、可靠性高、造价低、损耗小，并有正负5%-20%无级调压及低成本的优点。

附图说明

[0008] 图1是本发明实施例1主电路接线图；

[0009] 图2是本发明实施例2主电路接线图；

[0010] 图3是本发明实施例3主电路接线图。

具体实施方式

[0011] 实施例1

[0012] 采用两只三柱式铁心制作无级调压的干式配电变压器。其设计指标是：低压输出的相电压在正负20%额定电压(低压)范围内连续可调，并有1.5%的稳压精度；三相调压铁心与三相主铁心均采用常规的三心柱式并垂直叠放，两者的铁心容量选择为2:10，两铁心相临处用铜片隔离；三相的主一、二次绕组按10/0.225kv设计额定电压及绕组匝数，三相的调节一、二次绕组按2/0.225kv设计，并引出三个高压接线端，四个低压端(包括零线)和三个低压调节端；其中的主一次绕组与调节一次绕组的电设计电压比值为5:1，采用常规的环氧树脂浇铸工艺制作干式变压器。

[0013] 主绕组、调节绕组、电容器和调节器的主回路的接线方式为：主一次绕组Wa_1、Wb_1、Wc_1与调节一次绕组Wa_2、Wb_2、Wc_2以相同的首端“。”方向两两同相串联成三个支路，将Wa_1首端Wc_2末端相联引出高压A_1接线端、Wb_1与Wa_2末端相联引出高压B_1端，Wc_1首端与Wb_2末端相联引出高压C_1端，两组一次三相绕组整体联接成其电势相量近似为三角形接线；主二次绕组Wa_3、Wb_3、Wc_3的三个绕组末端相联成中性点并引出零线，其三个绕组的首端对应引a_1、b_1、c_1三个二次(低压)输出端，在a_1端联接调节二次绕组的Wb_4的首端，在b_1端联接调节二次绕组Wc_4首端，在c_1端联接调节二次绕组Wa_4首端，分别经调节二次绕组而至a_2、b_2、c_2三个调节端而成曲折接线；电容器Co_1、Co_2、Co_3分别联接在a_1与b_2、b_1与c_2、c_1与a_2三对接线端之间而同三个调节绕组构成闭合回路；调节器用整流二极管D_1与D_4、D_3与D_6、D_5与D_2联成三个桥臂，其桥臂的中点与调节端的a_2、b_2、c_2三端相联，并在其直流两端以正极接正端方

式联接一只绝缘栅双极晶体管(IGBT),并用三角形载波及6KHz的载波频率对相似于直流斩波器的T1进行脉宽调制。电容器选用单相电力电容器,其额定电压选择为600V,三只电容器的总容量选择为配电变压器额定容量的20%。

[0014] 实施例2

[0015] 采用两只同等尺寸及同等容量的三个心柱式组合铁心与相同匝数的主一、二次绕组及调节一、二次绕组制作无级调压的配电变压器。有关的设计参数是:电压比是10±8%/0.39KV,即电网电压及负载波动在正、负8%范围内低压输出线电压稳定在390V;主铁心与调节铁心以共轭的"田"字型结构及相同的铁心截面装配成一体,其铁心容量比为1:1;三相主一次绕组与调节一次绕组分别按5400V电压值设计;调节二次绕组与主二次绕组分别按235V电压值设计,其主一次绕组与调节一次绕组设计电压(感应电势)比值为1:1,上、下对称而磁路联通的两组三相铁心及绕组取相同的尺寸及参数;低压输出端a_1、b_1、c、o与调节端a_2、b_2、c_2共七个低压接线端。

[0016] 主回路的接线方式是:主一次绕组Wa_1、Wb_1、Wc_1与调节一次绕组Wa_2、Wb_2、Wc_2以相同的首端方向依次串联成三个支路,将Wa_1首端与Wc_2末端相联并引出高压接线端A_1,Wb_1首端与Wa_2末端相联并引出高压接线端B_1,Wc_1首端与Wb_2末端相联并引出高压接线端C_1;主二次绕组Wa_3、Wb_3、Wc_3的三个末端相联成中性端并引出零线0,其三个绕组首端对应引出a_1、b_1、c_1三个低压输出端,在a_1端联接调节二次绕组的Wc_4末端而至a_2端,在b_1端联接调节二次绕组Wa_4末端而至b_2端,在c_1端联接调节二次绕组Wb_4末端而引出C_2端,三个调节二次绕组两端分别是低压输出端与调节端;电容器Co_1、Co_2、Co_3分别联接在a_1与b_2、b_1与c_2、c_1与a_2三对接线端之间,而同三个调节二次绕组相联成闭合回路;调节器里用整流二极管D_1-D_6相联成三个交流输入端为a_2、b_2、c_2的三相整流桥,并在其直流两端以正极接正端方式联接一只注入增强栅晶体管IEGT(T1),用2KHz的三角形载波频率对其近似的直流斩波器进行脉宽调制;有关的电压取样、比较、运算、触发电路环节延用现行技术及组件。电容器选用单相电容器,其额定电压选择为250V,电容器总容量选择为配电变压器额定容量的3%。本实施例具有采用共轭铁心而减少铁心材料及电容器电压较小的特点。

[0017] 实施例3

[0018] 采用两只三心柱铁心制作三相无级调压配电变压器。其设计参数是:电压比为10±10%/0.39KV;三相主铁心与三相调节铁心垂直叠放并在其间用铜片隔磁,其铁心容量之比为10:1;三相主一次绕组的感应电压(势)值设计为10KV,调节一次绕组为1.25KV,其电压比值为8:1,调节二次绕组与主二次绕组按225V电压设计,两者的电压比为1:1;高压端引出三个接线端(高压瓷瓶),低压四个接线端与调节三个接线端共引出七个低压接线端(低压瓷瓶)。其余结构同于现行油浸配电变压器。

[0019] 主回路的接线方式是:主一次绕组与调节一次绕组的接线方式同于上述两实施例;主二次绕组W_{a3}、W_{b3}、W_{c3}的三个末端相联成中性端,其三个首端引出a_1、b_1、c_1三个低压输出端,在a_1端联接调节二次绕组W_{c4}首端而经由其绕组至a_2端,在b_1端联接调节二次绕组Wa_4首端而经其绕组至b_2端,在c_1端联接调节二次绕组W_{b4}而经其绕组至c_2端;电容器C_{01}、C_{02}、C_{03}分别联接在c_1与a_2、a_1与b_2、b_1与c_2分别的两接线端之间,而同三个调节二次绕组相联成闭合回路;调节器由主回路接线同于上述两实施例,可关断电力电子器件T1是用绝缘栅双极晶体管IGBT,用频率为10KHZ的三角形载波进行PWM控制;有关的反馈信号与运

算触发电路可用现行补偿稳压器的组件。电容器选用单相460V电力电容器，其总容量选择为配电变压额定容量的10%。本实施例在调节二次绕组W_{a4}、W_{b4}、W_{c4}的分别两端用三相交流接触器的K_a、K_b、K_c触点分别进行联接，用其在调节器故障将其短接而保证配电变压器的正常运行。

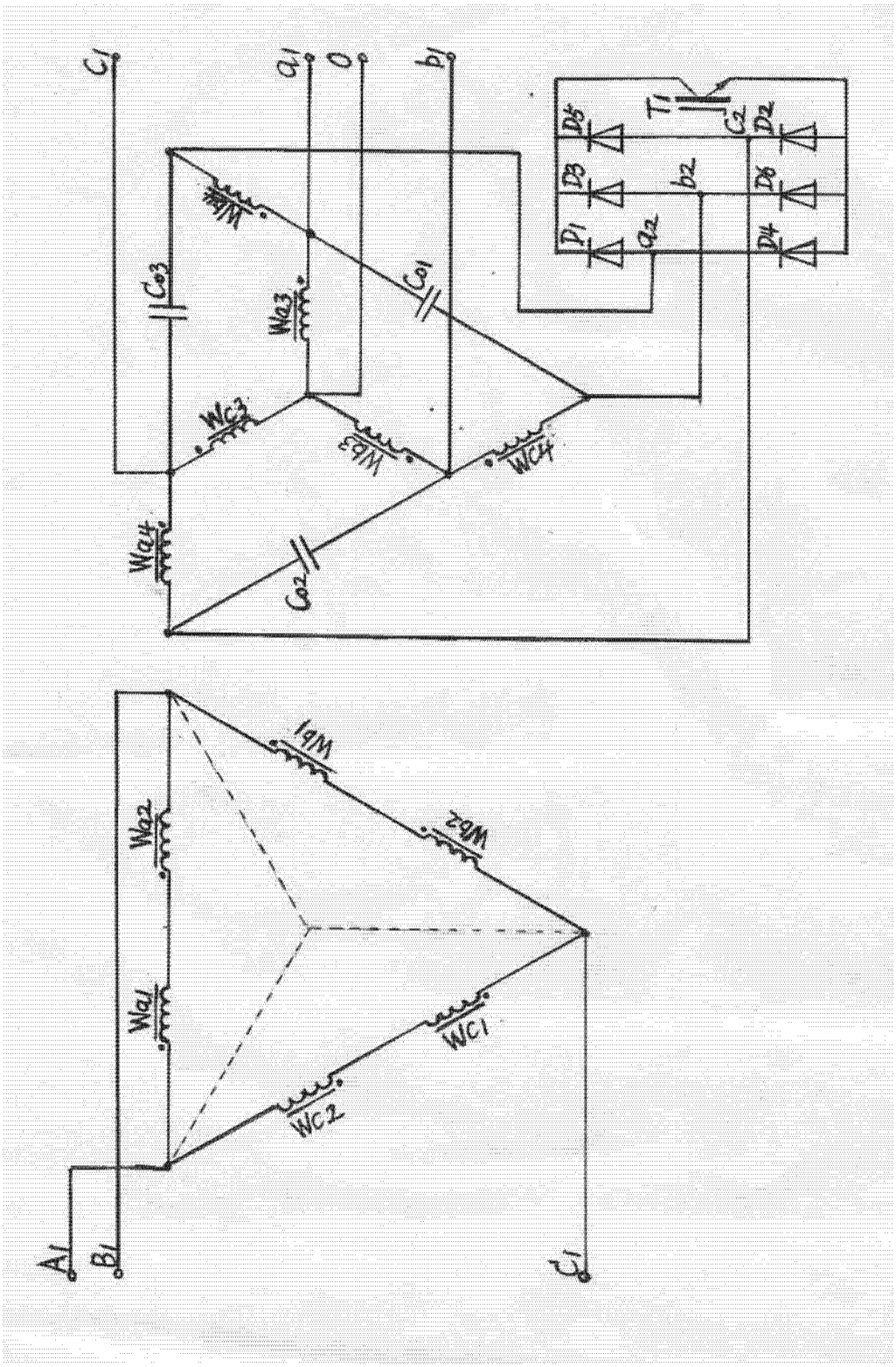

C1
a1
0
b1
T1
C2
D5
D2
D3
b2
D6
D1
a2
D4
Wa3
Co3
Co1
Wc3
Wb3
Wc4
Wa4
Co2
Wa2
Wb2
Wa1
Wc1
Wc2
A1
B1
C1

图 1

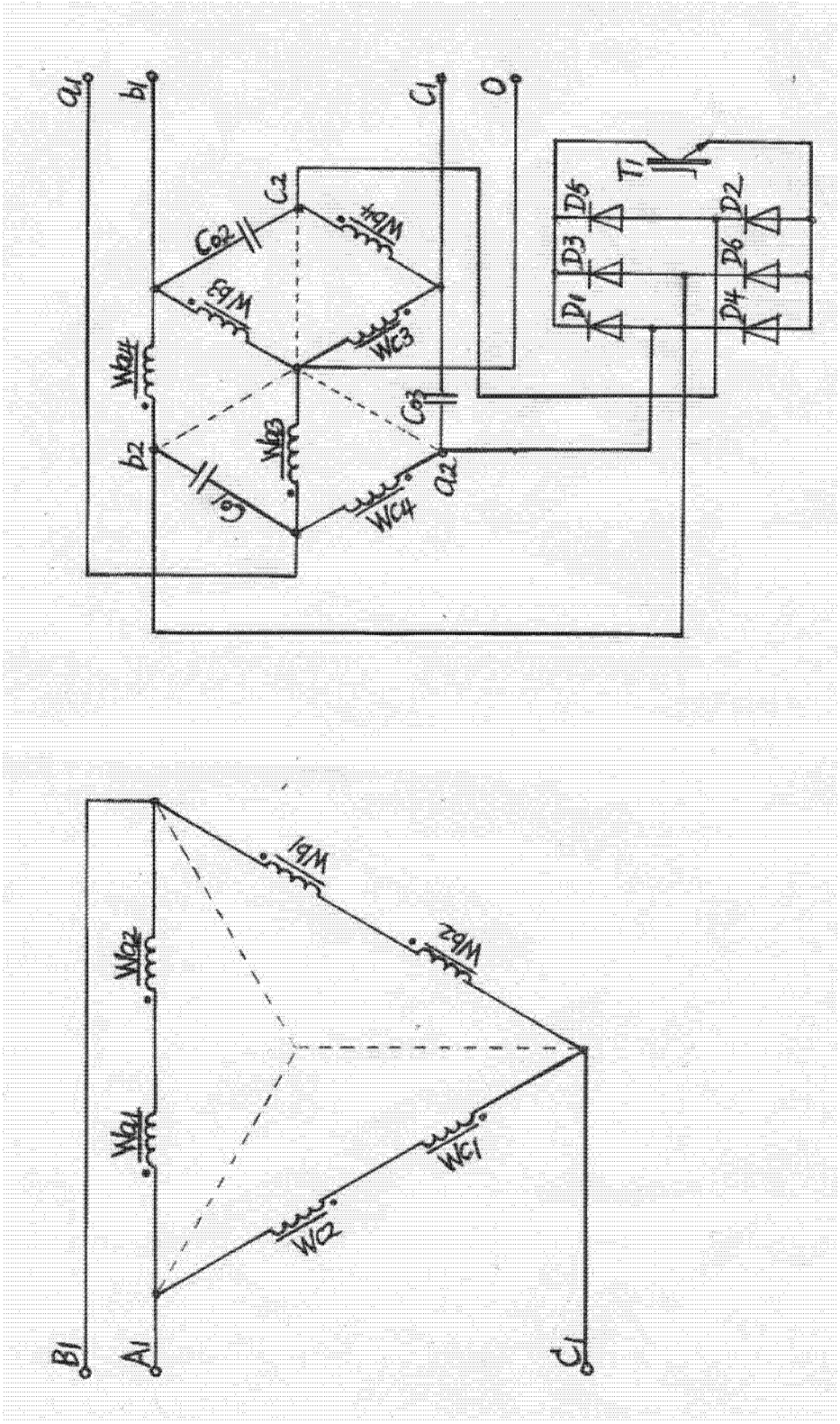

a1
b1
C1
O
T1
D5
D2
D3
D6
D1
D4
C2
C02
Wb1M
Wa1M
Wc3
Wa11
C03
Wb3
b2
a2
C3
Wc4
Wb1M
Wb2M
Wa2
Wc2
Wc1
B1
A1
C1

图 2

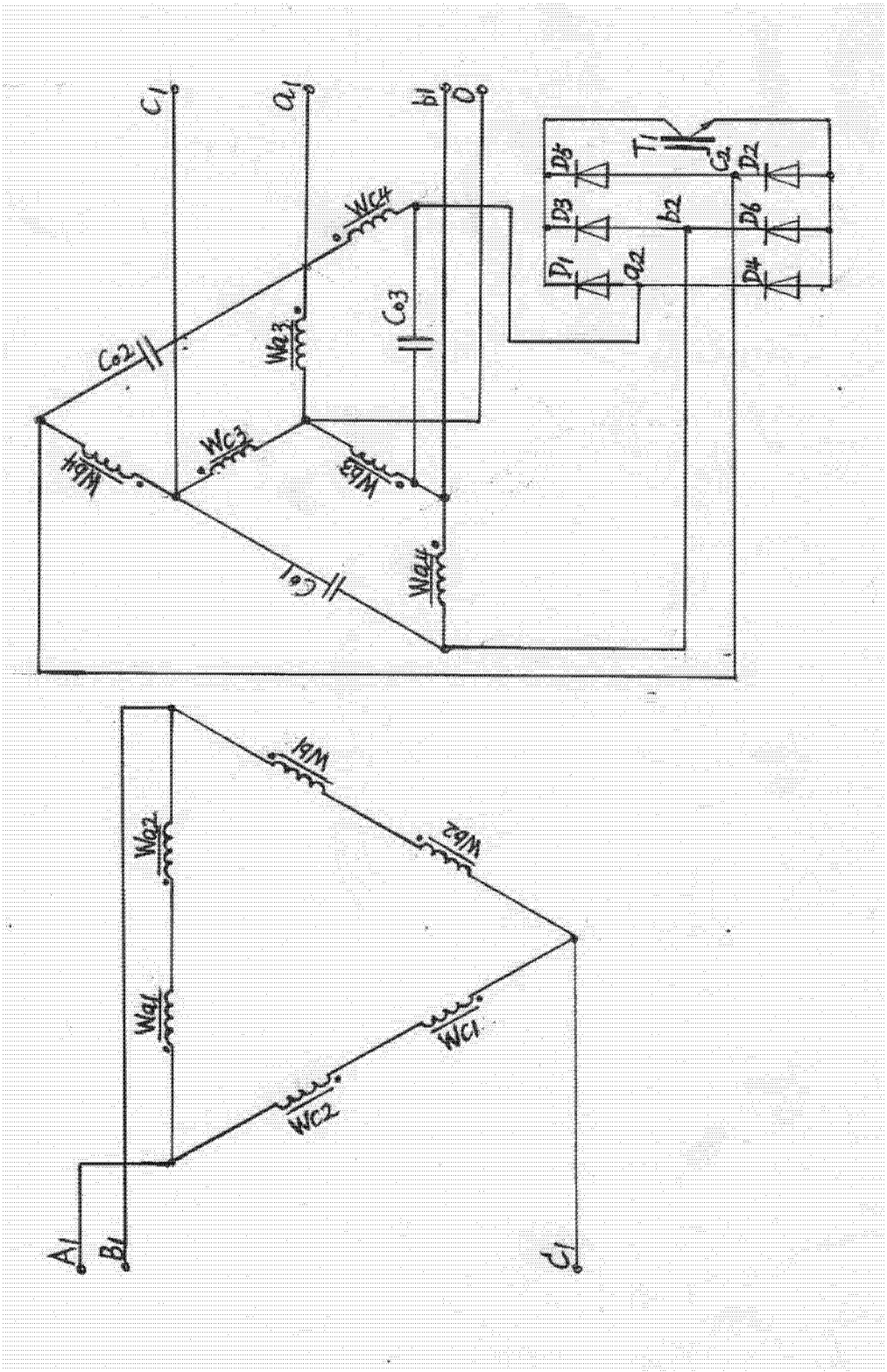

C1
a1
b1
O
T1
D5
C4
D2
D3
b2
D6
D1
a2
D4
WC4
C3
C2
Wa3
WC3
Wb4
Wb3
Wa4
C4
Wb1
Wb2
Wa2
Wa1
WC1
WC2
A1
B1
C1

图 3