



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107534395 B

(45)授权公告日 2020.05.29

(21)申请号 201580071428.8

(72)发明人 M·欧多乐兹力克 D·兹卢娜

(22)申请日 2015.12.10

M·兹卢娜

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107534395 A

(74)专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

(43)申请公布日 2018.01.02

代理人 徐东升 赵蓉民

(30)优先权数据

PV2014-885 2014.12.10 CZ

(51)Int.Cl.

H02M 7/06(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2017.06.28

(56)对比文件

GB 2137442 A, 1984.10.03,

(86)PCT国际申请的申请数据

US 2003043607 A1, 2003.03.06,

PCT/CZ2015/000150 2015.12.10

CN 103166498 A, 2013.06.19,

(87)PCT国际申请的公布数据

CN 103000963 A, 2013.03.27,

W02016/091234 EN 2016.06.16

审查员 丁冉

(73)专利权人 纳美科技公司

权利要求书2页 说明书14页 附图19页

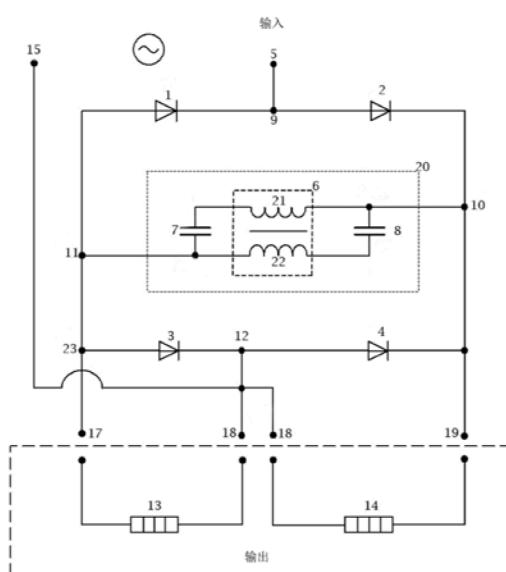
地址 捷克,兹琳

## (54)发明名称

具有振荡器的转换器以及具有振荡器的转换器与负载耦合的系统

## (57)摘要

一种具有振荡器的转换器，其特征在于，其包括用于将相位经由第一节点(9)连接到第一二极管(1)的阴极以及连接到第二二极管(2)的阳极的输入(5)，其中所述第一二极管(1)具有经由第三节点(11)连接到第三二极管(3)的阳极以及连接到第一输出(17)的阳极，其中第三二极管(3)的阴极经由第四节点(12)连接到第四二极管(4)的阳极以及连接到中性导体(15)或连接到第二相位(16)以及连接到第二输出(18)，其中所述第四二极管(4)具有连接到第三输出(19)且经由第二节点(10)连接到所述第二二极管(2)的阴极的阳极，其中至少一个振荡器电路(20)与所述第二节点(10)和所述第三节点(11)并联连接，所述振荡器电路(20)包括具有第一绕组(21)和第二绕组(22)的双线圈(6)以及至少一个电容器。CN 本发明的另一目标是一种包括具有振荡器的转换器和负载的系统，以及一种三相系统。



1. 一种具有振荡器的转换器，所述振荡器经由第一相位输入端子(5)和中性导体(15)或第二相位输入端子(16)连接到AC电压供应，其特征在于，其包括用于将相位经由第一节点(9)连接到第一二极管(1)的阴极以及连接到第二二极管(2)的阳极的所述转换器的所述第一相位输入端子(5)，其中所述第一二极管(1)具有经由第三节点(11)连接到第三二极管(3)的阳极以及连接到所述转换器的第一输出端子(17)的阳极，其中所述第三二极管(3)的阴极经由第四节点(12)连接到第四二极管(4)的阳极以及连接到所述中性导体(15)或连接到所述转换器的所述第二相位输入端子(16)以及连接到所述转换器的第二输出端子(18)，其中所述第四二极管(4)具有连接到所述转换器的第三输出端子(19)且经由第二节点(10)连接到所述第二二极管(2)的阴极的阴极，其中包括具有第一绕组(21)和第二绕组(22)的双线线圈(6)和至少一个电容器的一或多个互相并联的振荡器电路(20)连接在所述第二节点(10)和所述第三节点(11)之间；其中

所述振荡器电路(20)经连接使得所述双线线圈(6)的所述第一绕组(21)经由第一电容器(7)连接到所述第三节点(11)且所述双线线圈(6)的所述第二绕组(22)的第一端连接到所述第三节点(11)，而所述双线线圈(6)的所述第一绕组(21)的另一端连接到所述第二节点(10)且所述双线线圈(6)的所述第二绕组(22)的另一端经由第二电容器(8)连接到所述第二节点(10)；或

所述振荡器电路(20)经连接使得所述双线线圈(6)的所述第一绕组(21)和所述双线线圈(6)的所述第二绕组(22)的第一端直接连接到所述第三节点(11)，且所述双线线圈(6)的所述第一绕组(21)和所述双线线圈(6)的所述第二绕组(22)的另一端经由至少一个电容器连接到所述第二节点(10)；或

所述振荡器电路(20)经连接使得所述双线线圈(6)的所述第一绕组(21)和所述双线线圈(6)的所述第二绕组(22)的第一端直接连接到所述第三节点(11)，且所述双线线圈(6)的所述第一绕组(21)的另一端经由第一电容器(7)连接到所述第二节点(10)且所述双线线圈(6)的所述第二绕组(22)的另一端经由第二电容器(8)连接到所述第二节点(10)。

2. 根据权利要求1所述的具有振荡器的转换器，其特征在于，所述振荡器电路(20)的电容器分支的电容等于包括所述第一绕组(21)和所述第二绕组(22)的所述双线线圈(6)的电感 $XL$ 的完整 $\pi/2$ 倍 $\pm 20\%$ 。

3. 根据权利要求1所述的具有振荡器的转换器，其特征在于，所述振荡器电路(20)中连接的电容器的总电容 $XC$ 等于包括所述第一绕组(21)和所述第二绕组(22)的所述双线线圈(6)的电感 $XL$ 的完整 $\pi/2$ 倍 $\pm 20\%$ 。

4. 根据权利要求2所述的具有振荡器的转换器，其特征在于，所述第一电容器(7)的电容等于所述第二电容器(8)的电容，且其进一步等于包括所述第一绕组(21)和所述第二绕组(22)的所述双线线圈(6)的电感 $XL$ 的完整 $\pi/2$ 倍。

5. 根据权利要求3所述的具有振荡器的转换器，其特征在于，所述振荡器电路(20)中连接的电容器的总电容 $XC$ 等于包括所述第一绕组(21)和所述第二绕组(22)的所述双线线圈(6)的电感 $XL$ 的完整 $\pi/2$ 倍。

6. 根据前述权利要求中任一权利要求所述的具有振荡器的转换器，其特征在于，两个互相并联的振荡器电路(20)连接在所述第二节点(10)和所述第三节点(11)之间。

7. 一种包括根据前述权利要求中任一权利要求所述的具有振荡器的转换器的系统，其

特征在于，第一负载(13)连接到所述转换器的所述第一输出端子(17)且连接到所述转换器的所述第二输出(18)端子，且第二负载(14)连接到所述转换器的所述第二输出(18)端子且连接到所述转换器的所述第三输出端子(19)，其中所述第一负载(13)的电阻等于所述第二负载(14)的电阻±20%。

8. 根据权利要求7所述的系统，其特征在于，所述第一负载(13)的电阻等于所述第二负载(14)的电阻。

9. 根据权利要求7或8所述的系统，其特征在于，所述负载(13、14)的电阻等于所述双线圈(6)的电感 $XL \pm 20\%$ 。

10. 根据权利要求7到9中任一权利要求所述的系统，其特征在于，所述负载(13、14)的电阻的范围在 $12\Omega$ 和 $150\Omega$ 之间。

11. 根据权利要求7到10中任一权利要求所述的系统，其特征在于，所述双线圈(6)的每一绕组中的匝数的范围在50和6000匝之间。

12. 一种三相系统，其特征在于，其由根据权利要求7到11中任一权利要求所述的三个系统组成，所述三个系统级联连接使得具有振荡器的第一转换器连接在所述转换器的所述第一相位输入端子(5)和所述转换器的所述第二相位输入端子(16)之间，具有振荡器的第二转换器连接在所述转换器的所述第二相位输入端子(16)和所述转换器的第三相位输入端子(24)之间，且具有振荡器的第三转换器连接在所述转换器的所述第三相位输入端子(24)和所述转换器的所述第一相位输入端子(5)之间。

## 具有振荡器的转换器以及具有振荡器的转换器与负载耦合的系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种包括LC、LC-LC或LC-CL振荡器的转换器，其具有格雷茨桥(Graetz bridge)的中间处连接的双线线圈的电感耦合，这在转换器与负载耦合时修改了输出处电压和电流的流动且延长了其动作。此外，本发明涉及一种转换器和负载的系统，其包括前述转换器和至少两个负载。

### 背景技术

[0002] 在电气工程中，转换器表示既定用于改变电的参数的装置。电的基本参数是电压、电流以及交替电源中的频率的大小。基于物理定律，其暗示能量转换效率始终小于100%且每一转换器具有能量损失。电转换器大多以操作点附近约5-10%的损失以极好效率操作，然而当装置未负载时，相对损失往往较高。最常使用的转换器为变压器，其为实现对AC电压的大小的改变的装置。在过去，机电旋转式转换器用于改变DC电压的大小，其由布置在公共转轴上的DV电马达和发电机组组成。

[0003] 当今，最常见的转换器为用于改变电压或频率的半导体转换器。取决于其应用，所述转换器可为：整流器；反相器，其将AC电力反转为DC电力；频率转换器，其转换交变电压和电流的频率。

[0004] 已经使用最新的有源整流器，其还允许恢复(电力逆向流动-且使能量返回到AC电力网中)。

[0005] 如今半导体转换器可见于几乎每个电气装置中，用于计算机或其它消费型电子器件的开关电源；紧凑型荧光灯中的频率转换器、可再充电电池、微波炉或感应式加热炊具中。半导体转换器的最重要应用之一在于经调节的电驱动器，从而允许驱动器的使用的效率、动力学、稳定性、准确性和价值显著增加。

[0006] 电压倍增器为由二极管和电容器组成的电压转换器，其将AC电压转换为高于其值若干倍的DC电压。电路以某一方式连接使得交变电流的一个半循环并行地对电容器充电，且第二(相反)半循环以串联连接对其放电。对于一对二极管和电容器，在输出处形成两倍的输入电压。有可能以级联方式重复此基本电路，且因此产生具有高得多的电压的输出。电压倍增器已经用作变压器的便宜且小型替换物，其中存在高电压下较低的电流消耗。一实例为旧式电捕虫器，其中干线电压(220V)产生数千伏用于燃烧昆虫。并且，一些TV使用电压倍增器作为屏幕的预负载源。此电路还在物理学中以及每当需要容易地产生高DC电压时使用，因为其提供电压的优选空间分布。理想地，在一个电平处，电压对应于对其供电的源极电压的双倍振幅。基于此原理工作的装置称为级联发电机。

[0007] 大体来说，基于此原理工作的电路称为电荷泵，且每当需要具有低电力的便宜的电源时在电子器件中使用。举例来说，用于标准串联RS232的电平转换器，例如MAX232电路。

[0008] 其已经在无变压器的接收器中使用，具有干线电压110到125V，其中AC电压不足以达到足够高的DC电压。

[0009] 整流器为将AC电力转换为DC电力的电气装置。因为电气电路需要DC电流来运作且AC电流用于电的分布,所以整流器通常为由干线电源供电的电气装置和消费型电子装置的一部分。整流器常常在电牵引车辆的电力系统中使用(例如,火车机车、有轨电车、无轨电车或地铁车厢的推进)。如今几乎专门使用基于硅的半导体整流器,其已几乎完全取代其它装置。可出现具有较高温度下操作的优点的基于碳化硅的新装置。

[0010] 复杂的单端口谐振电路通过电容器和线圈的并联或串联连接形成。在特定频率(谐振频率)处,电容和电感电抗经平衡,且在此频率处谐振电路表现为类似于有源电阻器。谐振频率处发生的电路的状态称为谐振。其为一种现象:在特定频率处,RLC电路增加串联电路中的电流或大量地增加并联电路中的电压。串联谐振电路具有最低阻抗处的谐振频率。并联谐振电路具有最高阻抗处的谐振频率。此频率处的电路仅具有有效电阻。

[0011] 我们具有能够搜集能量的两个电组件:

[0012] • 电容器-搜集静电能量

[0013] • 线圈-搜集磁性能量

[0014] 我们将两个组件连接到电CL电路,对电容器充电且接着将其与线圈耦合。电容器经由线圈短路,开始放电,然而,电流并不急剧增加(线圈感应反电压),电容器被放电(其能量减小),增加的电流流动穿过线圈且产生增加的磁场(并且还增加线圈中包括的能量),电容器放电(电压减小到零)且所有能量传递到线圈。电容器板上不存在将刺激电流的其它电荷,然而电流并不下降到零,因为线圈维持当前状态(电流流动)且感应在与其在开始时的方向相同的方向上流动的电流,使得电容器与开始时相比充电到相反极性(能量从线圈传递回到电容器)。电流逐步地减小且电容器上的电压增加,电容器充电到相同电压但相反极性(能量从线圈传递回到电容器),且在相反方向中再次重复此过程。

[0015] 电气工程中的双线线圈被界定为由双导体(一对同时卷绕的电线)制成的线圈。如果我们在一端上连接两个导体,那么相邻导体中的电流在相反的方向中流动。所得磁场彼此抵消且其效应彼此抵消。此类线圈用于产生具有极低寄生电感的电线缠绕电阻器。

[0016] 当我们使用两个导体作为单独变压器线圈时,获得具有格外低的漏感的变压器。双线以及多绕组变压器因其尤其良好的脉冲发射特性脱颖而出。这些特性可例如在操作开关晶体管对时使用。此类变压器的导体并联缠绕且最终互相绞拧。当然,缺点是此类紧密相关的线圈的容量增加。双线线圈现如今用作各种电压滤波器和补偿部件的扼流线圈。几何特性决定每一线圈的特性。线圈芯的表面影响所发射的电力,电线直径和其材料影响电阻以及流动的电流的大小,且匝数影响输出电压的大小。

[0017] 如今使用各种形式的电加热。使用电路中连接的电阻实现电能到热的直接转换。由AC电压和电流供电的具有电阻的加热元件用作这些装置中的负载。此原理在热阻装置(例如,电炉)中使用,其通常由具有AC电压和电流的干线以50Hz的频率供电。还出现使用DC电压和电流的装置,其被认为是更有效的。这些装置就热阻而言还较经济,因为不发生恒定振动和温度改变。

[0018] 在如今的装置中,我们已经满足现有以及新安装和生产的加热系统的增加的加热容量的要求。另外,我们已论证对于相当且恒定的输入,加热时间的缩减以及达到较高温度。在特定技术过程中,此已实现增加生产工艺的效率。在商业和家用性质方面,其已通过缩短加热时间和增加内部空间中的温度同时减少电力消耗而实现提供较高热舒适度,即使

存在未充分设定尺度的加热时依然如此。

## 发明内容

[0019] 本发明的目标是提出一种具有振荡器的转换器，其修改了转换器的输出上电压和电流的流动且延长了其在经连接负载上作用的时间。

[0020] 此目标由一种具有振荡器的转换器实现，所述振荡器经由第一相位输入端子和中性导体或第二相位输入端子连接到AC电压供应，所述具有振荡器的转换器的特征在于，其包括用于将相位经由第一节点连接到第一二极管的阴极以及连接到第二二极管的阳极的所述转换器的所述第一相位输入端子，其中所述第一二极管具有经由第三节点连接到第三二极管的阳极以及连接到所述转换器的第一输出端子的阳极，其中所述第三二极管的阴极经由第四节点连接到第四二极管的阳极以及连接到所述中性导体或连接到所述转换器的所述第二相位输入端子以及连接到所述转换器的第二输出端子，其中所述第四二极管具有连接到所述转换器的第三输出端子且经由第二节点连接到所述第二二极管的阴极的阴极，其中包括具有第一绕组和第二绕组的双线线圈和至少一个电容器的一或多个互相并联的振荡器电路连接在所述第二节点和所述第三节点之间。

[0021] 根据本发明的具有振荡器的转换器可具有振荡器电路的布置不同的三个实施例。在第一实施例中，振荡器电路经连接使得双线线圈的第一绕组的第一端经由第一电容器连接到第三节点且双线线圈的第二绕组的第一端直接连接到第三节点，而双线线圈的第一绕组的另一端直接连接到第二节点，且双线线圈的第二绕组的另一端经由第二电容器连接到第二节点。其为LC-CL类型的实施例。

[0022] 在第二实施例中，振荡器电路经连接使得双线线圈的第一绕组和双线线圈的第二绕组的第一端直接连接到第三节点，且双线线圈的第一绕组和双线线圈的第二绕组的另一端经由至少一个电容器连接连接到第二节点。其为LC实施例。

[0023] 在第三实施例中，振荡器电路经连接使得双线线圈的第一绕组和双线线圈的第二绕组的第一端直接连接到第三节点，且双线线圈的第一绕组的另一端经由第一电容器连接在第二和第三节点之间，且双线线圈的第二绕组的另一端经由第二电容器连接到第二节点。其为LC-LC实施例。

[0024] 此转换器因此基于CL、LC-LC或CL-CL振荡器，其中双线线圈的电感耦合连接到格雷茨桥的中心，且此修改了电压和电流的流动(如下文描述)。

[0025] 将较容易产生振荡器电路的以下实施例变型：双线线圈的第一绕组和双线线圈的第二绕组的第一端直接连接到第三节点，且双线线圈的第一绕组和双线线圈的第二绕组的另一端经由至少一个电容器连接到第二节点(CL类型的振荡器电路)。其还允许串联、并联或串联-并联布置的电容器的系统的连接，例如以实现振荡器电路的所需总电容。此连接已展示在实践中不如利用CL-LC配置的连接强大。

[0026] 振荡器电路实施例的以下变型展示在连接之后对负载的最有利效应：双线线圈的第一绕组的第一端经由第一电容器连接到第三节点且双线线圈的第二绕组的第一端直接连接到第三节点，而双线线圈的第一绕组的另一端直接连接到第二节点且双线线圈的第二绕组的另一端经由第二电容器连接到第二节点(CL-LC类型的振荡器电路)。

[0027] 振荡器电路实施例的以下变型与利用CL-LC配置的连接相比缺乏双线线圈的相互

感应的效应的时间分布的优点且因此在连接之后不太有效:双线线圈的第一绕组和双线线圈的第二绕组的一端直接连接到第三节点,且双线线圈的第一绕组的另一端经由第一电容器连接到第二节点且双线线圈的第二绕组的另一端经由第二电容器连接到第二节点(CL-CL类型的振荡器电路)。

[0028] 在优选实施例中,所有经连接的电容器(CL类型的振荡器电路中的)的总电容 $XC$ 或振荡器电路的电容器(确切地说,分支)的电容 $XC1$ 和 $XC2$ (CL-LC和CL-CL类型的振荡器电路)等于包括第一和第二绕组的双线线圈的 $XL$ 电感的完整 $\pi/2$ 倍。在此情况下,我们实现经修改的电压和电流的最优先流动。然而,所执行的测量展示,即使在偏离所述关系的情况下也可实现有利修改,所述偏离可能是例如由线圈和电容器的生产中的容差或具有所需参数的线圈和电容器的不可用性引起,即使在以下条件下也实现电压和电流的流动的有利修改:所有经连接的电容器(CL类型的振荡器电路中的)的总电容 $XC$ 或 $XC1$ 和 $XC2$ 振荡器电路的电容器(确切地说,分支)的电容(在每一分支中一个电容器的情况下,因此第一电容器的电容和第二电容器的电容)(CL-LC和CL-CL类型的振荡器电路中)等于双线线圈的 $XL$ 电感的完整 $\pi/2$ 倍 $\pm 20\%$ 。

[0029] 本发明的另一特征为一种包括如上文所描述的具有振荡器的转换器和负载的系统,所述系统的特征在于,第一负载连接到转换器的第一输出端子且连接到转换器的第二输出端子,且第二负载连接到转换器的第二输出端子且连接到转换器的第三输出端子,其中第一负载的电阻等于第二负载的电阻 $\pm 20\%$ 。理想地,负载的电阻相同。然而,其可在实践中不同,这归因于生产中的不一致和容差以及类似现象。负载之间的增加的差导致具有振荡器的转换器与负载连接的系统的效力减小。已以实验方式证明,电阻的变动应处于 $\pm 20\%$ 的范围内。每一负载可由若干部分负载组成,其中必须满足总体负载的要求。

[0030] 归功于所述连接、具有并联连接到第三二极管和第四二极管格的两个相同负载的雷茨桥的中间的LC-CL振荡器电路,和具有根据所界定参数构造的电感耦合的双线线圈的性质的利用,初始电压和电流分裂成正和负波(脉冲)。这些脉冲以不同时序穿过电路。在第二和第三节点中,即在振荡器电路连接到格雷茨桥的地方,输入脉冲分裂成两个部分。输入脉冲的第一部分直接到达负载。在脉冲为正的情况下因此从第二节点到第二负载,在负脉冲的情况下从第三节点到第一负载。输入脉冲的第二部分随后继续到振荡器电路。此处,来自第二节点的方向的第一(例如)正脉冲穿过串联-并联的振荡器电路到达第三节点中。在振荡器电路中,脉冲分裂成其并联分支中的两个。脉冲因此在第一分支的第一电容器上和第二分支中的双线线圈的第二绕组上同时呈现,且归功于双线线圈的感应耦合,也在第一分支中的双线线圈的第一绕组上呈现(此时,不无源地使用双线线圈)。脉冲进一步继续到第二分支的第二电容器,且同时到达第一分支中的双线线圈的已经有源的第一绕组。这些脉冲在CL-LC电路后方联合且脉冲继续到第五节点,其中其再次分裂,且第一部分直接继续到第一负载且第二部分穿过第三二极管到达第二负载,第二负载由于直接来自第二节点的脉冲而已经部分饱和。每一输入脉冲的持续时间由输入电压的持续时间的 $\pi$ 周期界定。归功于恰当设定的值 $XL$ 和 $XC$ ,振荡器电路在输入电压频率确定的频率处在优选模式中操作。 $XL$ 电感和 $XC$ 电容的值必须始终根据输入电压参数、其频率,且相对于第一和第二负载的电阻计算,其中理想地, $XC1=XC2=XL*n*\pi/2$ 。正和负脉冲始终周期性地交替来重复振荡器电路中的整个过程。电路中脉冲的重复过程导致CL-LC电路中脉冲的撷取(归功于分量的正确值

和精确定时)。此外, $2\pi$ 周期期间负载上的电压和电流的作用的总持续时间延长为完整 $\pi$ 到3 $\pi$ 。其为在此期间特定电容器放电的持续时间的总和,在CL-LC电路中每一者针对 $1/4\pi$ ,因此对于两个电容器和两个脉冲(正和负),因此一起为 $4 \times 1/4\pi$ 。

[0031] 在CL-CL连接中,因此振荡器电路的两个分支具有电容器以及双线线圈的第一和第二绕组的相同布置,信号分裂成两个部分,其以与传统CL电路中相同的方式流动穿过特定分支,归因于双线线圈的电感耦合仅脉冲受影响。

[0032] CL连接中穿过振荡器的流动更容易。此处,信号表现得类似于串联CL电路中,然而,发生归因于双线线圈的电感耦合的脉冲的相互影响。

[0033] 在优选实施例中,第一负载的电阻和第二负载的电阻等于双线线圈的电感。已以实验方式论证,可接受偏差为约20%。在实践中,因此优选地相对于既定负载选择转换器的参数,即所使用的双线线圈的电感和所使用的电容器的电容。共同负载的电阻将通常在 $12\Omega$ 到 $150\Omega$ 之间的范围内移动。已以实验方式在具有高含量的铁的加热装置(例如,坎塔耳)上论证转换器的功能性。

[0034] 具有振荡器的转换器中或具有振荡器的转换器和负载的复杂系统中双线线圈L的匝数将在50到6000匝之间的范围内移动。

[0035] 在我们想要连接具有低电阻的负载、高电流负载的情况下,我们使用与双振荡器电路的连接,其中两个相同串联-并联的振荡器电路并联连接到第三和第四二极管。在此情况下,对于第一和第二负载的电阻,以下关系成立: $R_1 = R_2 =$ 第一电路的 $XL =$ 第二电路的 $XL$ 。

[0036] 在我们想要连接三相装置或实现特定相位的均等负载的情况下,我们将三个具有振荡器的转换器连接成级联使得转换器1连接在相位L1和L2之间,转换器2连接在相位L2和L3之间且转换器3连接在相位L3和L1之间。

[0037] 根据本发明的具有振荡器的转换器可由230V/50Hz干线以及由400V/50Hz干线供电。当然,其对于替代干线(例如120V/60Hz,最终任何其它)同样合适。电容器的电容和双线线圈的电感取决于电源的频率。其从已知关系导出: $X_C = 1/2\pi * \text{频率} * \text{电容}$ 且 $X_L = 2\pi * \text{频率} * \text{感应率}$ 。在实践中,这意味着,为实现转换器与负载耦合的系统的优选实施例,我们必须考虑干线的电压的频率,且根据给定负载和已知频率选择具有对应电感的双线线圈,以及选择具有对应容量的电容器。

## 附图说明

- [0038] 附图用以说明发明内容,其中
- [0039] 图1说明根据本发明的转换器和CL-LC振荡器的单相连接的方案。
- [0040] 图2a说明根据本发明转换器和CL-LC振荡器与负载连接的系统的单相连接的方案。
- [0041] 图2b说明根据本发明转换器和CL-LC振荡器与负载连接的系统的双相连接的方案。
- [0042] 图3说明根据本发明转换器和两个CL-LC振荡器与负载连接的系统的连接的方案。
- [0043] 图4说明根据本发明转换器和CL-LC振荡器与负载连接的三个系统的三相连接的方案。

- [0044] 图5说明根据本发明在锅炉中6个具有CL-LC振荡器的转换器的实验装置。
- [0045] 图6说明根据本发明无转换器和振荡器的标准连接中的实验装置-空气测试台的方案。
- [0046] 图7说明根据本发明在到空气测试台的输入上具有CL-LC振荡器的转换器的实验装置的方案。
- [0047] 图8说明具有转换器以及无转换器的情况下空气测试台中测得的温度的进程的图。
- [0048] 图9说明具有转换器以及无转换器的情况下空气测试台中测得的温度增加的图。
- [0049] 图10说明在稳定模式中具有转换器的情况下空气测试台中测得的所实现温度值的图。
- [0050] 图11说明根据本发明具有LC振荡器的转换器的连接的方案。
- [0051] 图12说明根据本发明转换器和LC振荡器与负载的系统的连接的方案。
- [0052] 图13说明根据本发明转换器和LC-LC振荡器的连接的方案。
- [0053] 图14说明根据本发明具有LC-LC振荡器的转换器与负载连接的系统的连接的方案。
- [0054] 图15说明根据图2a连接的负载的输入上测得的电压的进程的图。
- [0055] 图16说明根据图2a连接的负载上测得的电压的进程的图。
- [0056] 图17说明根据图2a连接的输入上和负载上测得的电流的进程的图。
- [0057] 图18说明根据图2a连接的负载上测得的电流的进程的图。
- [0058] 图19说明根据图2a的连接中输入上测得的电压和电流以及R2负载上的电压和电流的进程的图(230V/50Hz作为标准)。
- [0059] 图20说明根据图2a的连接中R2负载上测得的电压和电流值的进程的图(230V/50Hz作为标准)。
- [0060] 图21说明根据图2a的连接中的中性导体上的电压、电流和电阻的进程。
- [0061] 图22说明转换器和振荡器以及三相电力分配器与负载连接的系统的连接的测试框图。
- [0062] 图23说明根据图22温度与时间的相依性以及输入电力与时间的相依性的测试测得的进程的图。

## 具体实施方式

- [0063] 图1a中说明在一示范性实施例中具有CL-LC类型的振荡器的转换器的连接方案。在转换器的第一相位输入端子5处,具有振荡器的转换器的相位经由第一节点9并联连接到第一二极管1的阴极以及连接到第二二极管2的阳极,其中第一二极管1具有经由第三节点11连接到第三二极管3的阳极以及连接到转换器的第一输出端子17的阳极,其中第三二极管3的阴极经由第四节点12连接到第四二极管4的阳极以及连接到中性导体15(图1a)或连接到转换器的第二相位输入端子16(未图示)并且还连接到转换器的第二输出端子18,其中第四二极管4具有连接到转换器的第三输出端子19以及经由第二节点10连接到第二二极管2的阴极的阴极,这产生标准格雷茨桥连接。一个振荡器电路20连接在第二节点10和第三节点11之间,所述振荡器电路20进一步包括具有第一绕组21和第二绕组22的双线线圈6以及

两个电容器。振荡器电路20经连接使得双线线圈6的第一绕组21的第一端经由第一电容器7连接到第三节点11且双线线圈6的第二绕组22的第一端直接连接到第三节点11,而双线线圈6的第一绕组21的另一端直接连接到第二节点10且双线线圈6的第二绕组22的另一端经由第二电容器8连接到第二节点10。

[0064] 图2a和2b说明根据本发明具有CL-LC振荡器的转换器与负载耦合的系统的连接方案。所述转换器实施例与图1a中说明的相同,且用负载补充,如下。第一负载13连接到转换器的第一输出端子17且连接到转换器的第二输出端子18,且第二负载14连接到转换器的第二输出端子18且连接到转换器的第三输出端子19,其中第一负载13的电阻与第二负载14的电阻 $\pm 20\%$ 相同。在我们的示范性实施例中,负载由陶瓷加热元件表示,在其上布置 $30\Omega$ 的两个相同电阻。第一电容器7和第二电容器8的电容等于双线线圈6的电感的 $3\pi/2$ 倍。在此情况下,双线线圈6的电感为 $30\Omega$ ,且每一电容器7和8的电容为 $94,2\Omega$ 。

[0065] 根据本发明的转换器和CL-LC类型的振荡器与负载耦合的系统的第二示范性实施例以与第一实施例中(对应于图2中的连接)相同的方式连接。在此实施例中,负载13和14也由在此情况下具有 $26\Omega$ 的电阻的陶瓷加热元件表示。双线线圈6的电感为 $26\Omega$ 且每一电容器7和8的电容为 $81,64\Omega$ 。图3中说明根据本发明的转换器与负载耦合的系统的优选实施例。在此情况下,转换器具备两个CL-LC振荡器电路,其经论证为当我们想要连接具有低电阻的负载和高电流负载时的优选变型。在此实施例中,两个相同且互相并联的CL-LC振荡器电路并联连接到第二节点10和第三节点11。

[0066] 图4说明根据本发明转换器和振荡器与负载耦合的三个系统的三相连接方案。在此情况下,使用三个具有CL-LC类型的振荡器的转换器,其中两个负载连接到每一转换器。三个具有振荡器的转换器连接成级联,使得转换器1连接在相位L1和L2之间,转换器2连接在相位L2和L3之间且转换器3连接在相位L3和L1之间。

[0067] 根据本发明的两个转换器连接的效应在若干切实可行的应用中测试。

[0068] 图5说明锅炉上的实验装置中的三相连接的框图。具有振荡器的转换器已以实验方式在标准操作中安装在烤箱Revent中。此烤箱具备27件标准加热电阻元件Backer S1136,具有电阻 $21\Omega$ 。处于恒定三个档位操作的烤箱中的温度维持在 $105^\circ\text{C}$ 。空烤箱预加热到 $205^\circ\text{C}$ (模式1),随后放入一批烘焙商品,在商品放置在烤箱中之后,加热增加直到标准焙烤温度 $280^\circ\text{C}$ (模式2)。在标准烤箱连接中(即,不使用转换器),所有电阻元件用于加热。当使用根据本发明的具有振荡器的转换器加热烤箱时,6个具有CL-LC类型的转换器的转换器连接成级联,每一者具备具有 $21\Omega$ 的电感 $XL$ 的双线线圈以及具有 $Xc1$ 和 $Xc2=65,9\Omega$ ( $50\mu\text{F}$ )的电容的两个电容器,其如图5中说明而连接。具有振荡器的转换器经由其自身的静电计和共同接触器连接到电源。烤箱具备温度传感器,其调节接触器的操作。在热气已经分布之后,确保借助于风扇的强制流通。仅12件加热元件用于加热(2个电阻性加热元件连接到每一转换器)。

[0069] 已经在安装转换器之前(标准实施例)和安装6个转换器(具有转换器的连接)之后反复地执行测量,始终处于相同焙烤模式和相同量。测得温度从 $105^\circ\text{C}$ 增加到 $205^\circ\text{C}$ (模式1),且接着从 $217^\circ\text{C}$ 又增加到 $280^\circ\text{C}$ (模式2)。还测量时间和消耗。

[0070] 标准实施例中的测量,即转换器未连接:

[0071] 表1:标准实施例中的模式1:

[0072]	时间	温度 °C	消耗 kW
	7:07	105	
	7:14	205	7,3

[0073] 此标准实施例中62,5kWh测得的输入电力下空锅炉从105°C到205°C的总体加热时间是7分钟,其中消耗是7,3kW。

[0074] 表2:标准实施例中的模式2:

[0075]	时间	温度 °C	消耗 kW
	7:17	217	
	7:26	280	10,8

[0076] 此标准实施例中72kWh测得的输入电力下具有插入的烘焙商品的锅炉从217°C到280°C的总体加热时间是9分钟,其中消耗为10,8kW。

[0077] 具有转换器的连接中的测量:

[0078] 表3:具有转换器的连接中的模式1:

[0079]	时间	温度 °C	消耗 kW
	8:14	105	
	8:22	205	5,9

[0080] 具有连接的转换器的实施例中44,25kWh测得的输入下具有插入的烘焙商品的锅炉从105°C到205°C的总体加热时间是8分钟,其中消耗为5,9kW。

[0081] 表4:具有转换器的连接中的模式2:

[0082]	时间	温度 °C	消耗 kW
	8:28	217	
	8:39	280	8,9

[0083] 具有连接的转换器的实施例中48,54kWh测得的输入电力下具有插入的烘焙商品的锅炉从217°C到280°C的总体加热时间是11分钟,其中消耗为8,9kW。

[0084] 与标准连接相比,在模式1中具有转换器的实验连接中,节省19,7%的能量,其中加热时间可忽略地从7分钟延长到8分钟。与标准连接相比,在模式2中,节省17,9%的能量,其中加热时间从9分钟延长到11分钟。

[0085] 烘培实践中转换器的工业实用性的有效性借助于此实验装置得以证明。

[0086] 其中测试转换器的另一实验装置(图式中未图示)是蒸汽浴中的转换器的安装。

[0087] 蒸汽浴加热器SAVO 18kW用于所述连接,其中安装9件加热元件2kW/230V/26 Ω。连接成级联的根据本发明的两个转换器用于蒸汽浴中的连接。两个元件2kW/230V/26 Ω连接到每一转换器。具有振荡器的转换器是相同的,电容器的电容是83 Ω (40μF)且线圈的电感是26,5 Ω。

[0088] 在标准连接中(即,未连接的转换器),已经在一周内反复地实行测量。

[0089] 给定某一天首次运行以将空蒸汽浴从41°C加热到92°C期间的平均电力消耗达到14kW。在已经加热的蒸汽浴的操作(调温)期间,平均消耗是69,13kW/天。

[0090] 在转换器的连接中且借助于四个电阻性加热元件加热的情况下,已经贯穿一个月实行每日测量:

[0091] 给定某一天首次运行以将空蒸汽浴从41°C加热到92°C期间的平均消耗是8,91kW。在已经加热的蒸汽浴的操作(调温)期间,平均消耗是55,215kW/天。

[0092] 这意味着,蒸汽浴的首次加热(其始终在相同条件下实行)期间转换器的操作期间节省的能量的量平均为36%,而定制的全天操作期间节省的能量的量约为20%。

[0093] 控制元件(恒温器和时间继电器)在两种情况下相同地设定。蒸汽浴仍由相同控制单元以相同程序控制。

[0094] 用于测试根据本发明的转换器的第三实验装置是在空气测试台上安装转换器。

[0095] 在空气测试台上实行连接的电阻性加热元件的性能的相当的测量,一次利用转换器(参看图6)且一次不利用转换器(参看图7)。测量组合件由180cm长的管件组成,所述管件由锌制成的两个同轴管件组成,第一端具有直径200mm且第二端具有直径300mm,其中管件之间的空间填充有热绝缘体,且管件进一步适配到具有每小时800m<sup>3</sup>的空气的容量的风扇上。具有以下电特性32Ω /150V的陶瓷电阻性加热元件附接在管件中。

[0096] 测量输入处空气的温度的温度传感器布置于风扇前方。另一温度传感器附接在管件中以便测量输出处的温度。此传感器距离加热元件的末端近似1米。

[0097] 首先,实行具有连接的转换器(瓦特计布置在其前方)的空气的输出温度的测量。在此电路中的加热期间,首先测量输入电力以及输入处空气的温度和输出处空气的温度。在瓦特计上读取2280W的输入电力,且测量输入和输出温度。对于无转换器的情况下的测量,瓦特计布置在调节变压器后方,在调节变压器上面设定与第一测量中相同的输入电力(因此2280W)。随后,测量输入和输出电力。电阻性元件在两种情况下是相同的。

[0098] 空气测试台上第一组检验测量的结果:

[0099] 空气测试台上的第一测试中,设定相同测试时间。测量结果如下:

[0100] 无转换器的情况下的测试时间..... 2.400秒.

[0101] 有转换器的情况下的测试时间..... 2.400秒

[0102] 无转换器的情况下的能量消耗..... 2.320kW/h

[0103] 有转换器的情况下的能量消耗..... 2.280kW/h

[0104] 无转换器的情况下输入/输出空气的所达到温差..... 18,75°C

[0105] 有转换器的情况下输入/输出空气的所达到温差..... 21.29°C

[0106] 温差..... 2,54°C, 即13,52%

[0107] 呈现的结果为5个测量循环的平均值。比较有和无转换器的情况下温度的平均改变。

[0108] 在空气测试台上的第二测试中,确定两个测量中的相同目标空气温度。结果如下:

[0109] 在此测量中,我们关注通过使用转换器以及不使用转换器达到相同温度。平均输出空气温度36,1°C确定为参考温度。

[0110] 无转换器的情况下的初始温度..... 15,4°C

[0111] 有转换器的情况下的初始温度..... 15,4°C

[0112] 无转换器的情况下达到36°C的时间..... 954秒

[0113] 有转换器的情况下达到36°C的时间..... 668秒

[0114] 无转换器的情况下的能量消耗..... 614,8W/h

[0115] 有转换器的情况下的能量消耗..... 423,1W/h

- [0116] 所节省的电力.....31,19%
- [0117] 两种情况下使用2280kW的相同输入电力,因此可得出结论:少消耗31,19%的能量以便实现相同输出温度。
- [0118] 3. 稳定模式
- [0119] 无转换器的情况下的测试时间.....900秒
- [0120] 有转换器的情况下的测试时间.....900秒
- [0121] 无转换器的情况下所消耗的能量.....580W/h
- [0122] 有转换器的情况下所消耗的能量.....570W/h
- [0123] 无转换器的情况下所达到的输入/输出温差.....21,26°C
- [0124] 有转换器的情况下所达到的输入/输出温差.....24,14°C
- [0125] 温差.....2,89°C,即15,40%
- [0126] 表中的结果表示平均5个测量循环。显而易见,在相同输入电力(近似15%)下达到较高输出温度。有必要注意,在有转换器的情况下少消耗10W/h能量。所述结果在图8,9和10中的图式中较清楚地展示。

[0127] 图11说明根据本发明在此情况下转换器和LC振荡器的示范性连接的方案。具有振荡器的转换器连接在转换器的第一相位输入端子5上用于经由第一节点9并联相位连接到第一二极管1的阴极以及连接到第二二极管2的阳极,其中第一二极管1具有经由第三节点11连接到第三二极管3的阳极以及连接到转换器的第一输出端子17的阳极,其中第三二极管3的阴极经由第四节点12连接到第四二极管4的阳极以及连接到中性导体15(图1a)或连接到转换器的第二相位输入端子16(未图示)并且还连接到转换器的第二输出端子18,其中第四二极管4具有连接到转换器的第三输出端子19且经由第二节点10连接到第二二极管2的阴极的阴极,这产生格雷茨桥的标准连接。包括具有第一绕组21和第二绕组22的双线线圈6以及两个电容器的一个振荡器电路20连接在第二节点10和第三节点11之间。在此情况下,振荡器电路20经连接使得双线线圈6的第一绕组21的第一端和双线线圈6的第二绕组22的第一端直接连接到第三节点11,且双线线圈6的第一绕组21和双线线圈6的第二绕组22的另一端经由至少一个电容器连接到第二节点10。

[0128] 图12说明根据本发明转换器和振荡器与负载耦合的系统的连接方案,其中使用图11中说明的转换器。

[0129] 图13说明根据本发明的转换器和LC-LC振荡器的连接方案。在此情况下,振荡器电路经设计使得双线线圈6的第一绕组21和双线线圈6的第二绕组22的第一端以直接方式连接到第三节点11,且双线线圈6的第一绕组21的另一端经由第一电容器7连接到第二节点10且双线线圈6的第二绕组22的另一端经由第二电容器8连接到第二节点10。

[0130] 图14说明根据本发明转换器和振荡器与负载耦合的系统的连接方案,其中使用图13中说明的转换器。

[0131] 为获得关于根据本发明的具有振荡器的转换器与负载耦合的系统的行为的构思,图2a(CL-LC类型的电路)、图12(LC类型)和图14(LC-LC类型)中说明所述系统,其具备RIGOL类型的数字示波器。具备具有 $42\Omega$ 的电感的双线线圈和具有 $66\Omega$  ( $50\mu F$ )的电容的电容器的具有振荡器的转换器与负载耦合,所述负载由BECKER ELTOP有限责任公司生产的针对240V的电压的陶瓷空气加热元件表示,其由两个电阻组成,每一电阻为 $42\Omega$ ,1350瓦。在所有三

个系统的测量期间测量电压和电流的相同流。

[0132] 图15展示输入处和负载上的电压的测得的进程的图。所述图展示具有振荡器的转换器的输出处电压的进程，其为典型正弦波，其中线在零上开始。负载上，具有振荡器的转换器的性质所导致的效应添加到正弦波。为了较好地定向，图16中仅展示两个负载上电压的进程。显而易见，在输出处，特定负载上电压的作用的持续时间延长，且还确定的是，由来自具有振荡器的转换器的输出电压的进程中的函数围封的区域较大。负载上的电压的均值因此高于输入电压的均值。还重要的是注意，两个负载上发生特定脉冲的动作的重叠，然而，其在输入处借助于整流器划分。

[0133] 用数值术语来说，此意味着：

[0134] 输入电压的函数围封的区域为：111.384

[0135] 输出电压的函数围封的区域：155.624

[0136] 数值差（绝对）：44.240

[0137] 百分率差：39,7%

[0138] 图17展示说明输入处和负载上电流的测得的波形的图。所述图展示转换器的输入处的电流和两个负载上的电压的进程。显而易见，输出处的电压上电流的流动时间也延长。还存在时间分离脉冲的输出处动作的持续时间的重叠。在电流的情况下，由来自具有振荡器的转换器的输入电流的进程的函数围封的区域也较大。为了较好地定向，图18中的图展示仅两个负载上的电流的进程。

[0139] 用数值术语来说，此意味着：

[0140] 输入电流的函数围封的区域为：1.381,6

[0141] 输出电流的函数围封的区域为：1.744,2

[0142] 数值差（绝对）：362,60

[0143] 百分率差：26,24%

[0144] 另一重要发现来自具有振荡器的转换器的输入处的电流和电压进程以及输出处（其在图19中说明）的电压和电流的图。为了更容易定向，展示仅一个负载，且电流增加50倍，其中负载上的电压和电流的单独图在图20中（电流再次增加50倍）。显而易见，输入处的电流和电压的相移可忽略，电流和电压在负载上相位反向。因此，可得出结论，LC-CL电路在优选模式中操作，且负载严格地有源。在实践中，任何相移意味着转换器电力的减小。

[0145] 图21中的展示根据图2a的连接中的中性导体上的电压、电流和电阻的进程。

[0146] 图22说明具有振荡器的转换器与负载耦合的系统的三相连接的测试框图，所述负载在此特定测试情况中由三个三相加热器34、35和36表示。在测试根据本发明的转换器的功能时，测量两个配置中到三相加热器中的输入电力（电流的交替分量、电流的直接分量、最大电流值、峰-峰电流、电压的交替分量、电压的直接分量、有效功率、无效功率、功率因数和频率）。第一配置为加热器到三相网络中的直接连接，且第二配置为具有振荡器的转换器的系统在三相网络和加热器之间的布置。同时，测量六个点中加热器34、35和36的输入和输出处的温度，其中T型热电偶用于此测量，所述热电偶连接到数据记录器。三个热电偶布置成每一个单独地在每一加热器34、35和36的输出侧上，且因此测量输入处的空气温度。另外三个热电偶以相同方式布置在加热器34、35和36的输出侧上，且因此测量输出空气的温度。热电偶的实施例允许快速响应，热电偶结设计成无壳的。热电偶的记录间隔是一秒。三通道

分析仪用于测量输入电力(电流和电压),其中一个通道用于测量一个相位。测量数据持续十分钟,每分钟记录两个值。测试测量由专业人员在链接到认可的实验室中的标准的仪器中实行。

[0147] 表5:本发明的功能性的测试期间的电力输入测量值

[0148]

测得的量/连接	无转换器和振荡器的系统的连接	有转换器和振荡器的系统的连接
相位1电流(A)	22,4	25,1
相位2电流(A)	22	24,2
相位3电流(A)	21,8	25,4
电压P1-N(V)	236,39	236,74
电压P2-N(V)	235,6	236,32
电压P3-N(V)	234,8	234,68
相位1功率因数(-)	0,99	0,967
相位2功率因数(-)	0,99	0,973
相位3功率因数(-)	0,99	0,973
总有效功率(W)	15600	17129

[0149]

表6:

无转换器和振荡器的系统的情况下的温度			
时间 (分钟)	平均输出温度	平均输出温度	温差
0:00:00	30,38	29,35	<b>1,03</b>
0:01:00	50,59	29,63	<b>20,96</b>
0:02:00	70,65	30,05	<b>40,60</b>
0:03:00	82,41	30,54	<b>51,87</b>
0:04:00	89,10	30,66	<b>58,44</b>
0:05:00	92,64	30,97	<b>61,67</b>
0:06:00	94,44	31,07	<b>63,37</b>
0:07:00	96,38	31,30	<b>65,08</b>
0:08:00	97,43	31,61	<b>65,82</b>
0:09:00	97,48	31,53	<b>65,95</b>
0:09:55	98,08	31,88	<b>66,20</b>

[0151]

表7:

有转换器和振荡器的系统的情况下的温度			
时间 (分钟)	平均输出温度	平均输出温度	温差
0:00:00	30,53	29,53	<b>1,00</b>
0:01:00	54,73	30,05	<b>24,68</b>
0:02:00	81,11	30,57	<b>50,54</b>
0:03:00	97,18	31,50	<b>65,68</b>
0:04:00	103,92	31,56	<b>72,36</b>
0:05:00	107,83	31,96	<b>75,87</b>
0:06:00	108,94	32,01	<b>76,93</b>
0:07:00	110,32	31,89	<b>78,43</b>
0:08:00	110,11	32,17	<b>77,93</b>
0:09:00	110,59	32,21	<b>78,38</b>
0:09:55	110,74	32,34	<b>78,40</b>

[0154] 图23展示布置在输出侧上的热电偶上测得的差分温度和根据图22随时间的对应电力输入的测得的测试进程的图。

[0155] 此测量期间,我们关注实现两个配置的测量中的相同输入电力。如表5中展示,具有连接的转换器的第二系统配置中的总体输入电力的所实现值仅比未连接转换器的第一系统配置中高9,8%,且功率因数在所确立的标准限制内。

[0156] 然而,从表6和表7中的值产生在上述输入电力的情况下具有转换器的第二系统配置中实现的较高温度梯度。在关闭的房间执行测量持续9分钟55秒。首先,实行无转换器的第一系统配置中的测量。借助于3个热电偶测量输入温度且求平均,其中在测量开始时,所有输入温度值的平均值为29,35°C,且在结束时,其为31,88°C,这大体来说是由关闭房间中的环境的加热所导致。再次借助于3个热电偶测量输出温度且接着求平均,其中在测量开始时输出温度值的平均值达到30,38°C,且在结束时其为98,08°C。测量开始时输入温度和输出温度之间的总体差是1,03°C,且测量结束时其为66,20°C。

[0157] 随后,实行具有连接的转换器的第二系统配置中的测量。测量开始时,输入温度值的平均值达到29,53°C,且结束时其为32,34°C,这再次是由关闭的房间中的环境的总体加热所导致。输入温度的平均值达到30,53°C,且结束时其为110,74°C。测量开始时输入温度和输出温度之间的总体差是1,00°C,且结束时其为78,40°C。

[0158] 从上述内容清楚地了解:输入和输出处测量值的总体所达到温差达到在有转换器的连接中比无转换器的连接中高18,4%的温度。在无转换器的连接中,输入和输出处的最大所达到温差约为66°C,其中在7分钟46秒之后第一次实现66°C的值,而在有转换器的连接中,输入和输出处的测量值的最大所达到温差约为78°C,其中在3分钟4秒之后达到66°C的差值。在无转换器的连接中在此测试中实现66°C的相同温度所需的能量消耗为2003W/h,且在有转换器的连接中其为864W/h。在59%的时间内达到此温度,且实现57%的能量节省。

[0159] 技术适用性:

[0160] 根据本发明的具有振荡器的转换器以及转换器和振荡器与负载耦合的系统既定增加电气装置的效率。

[0161] 参考标号列表

- [0162] 1. 第一二极管
- [0163] 2. 第二二极管
- [0164] 3. 第三二极管
- [0165] 4. 第四二极管
- [0166] 5. 转换器的第一相位输入端子
- [0167] 6. 双线线圈
- [0168] 7. 第一电容器
- [0169] 8. 第二电容器
- [0170] 9. 第一节点
- [0171] 10. 第二节点
- [0172] 11. 第三节点
- [0173] 12. 第四节点
- [0174] 13. 第一负载

- [0175] 14. 第二负载
- [0176] 15. 中性导体
- [0177] 16. 转换器的第二相位输入端子
- [0178] 17. 转换器的第一输出端子
- [0179] 18. 转换器的第二输出端子
- [0180] 19. 转换器的第三输出端子
- [0181] 20. 振荡器电路
- [0182] 21. 第一绕组
- [0183] 22. 第二绕组
- [0184] 23. 第五节点
- [0185] 24. 第三相位
- [0186] 25. 开关装置
- [0187] 26. 电流通道1
- [0188] 27. 电流通道2
- [0189] 28. 电流通道3
- [0190] 29. 电流通道4
- [0191] 30. 电流通道1
- [0192] 31. 电流通道2
- [0193] 32. 电流通道3
- [0194] 33. 转换器和振荡器的系统
- [0195] 34. 加热器1
- [0196] 35. 加热器2
- [0197] 36. 加热器3

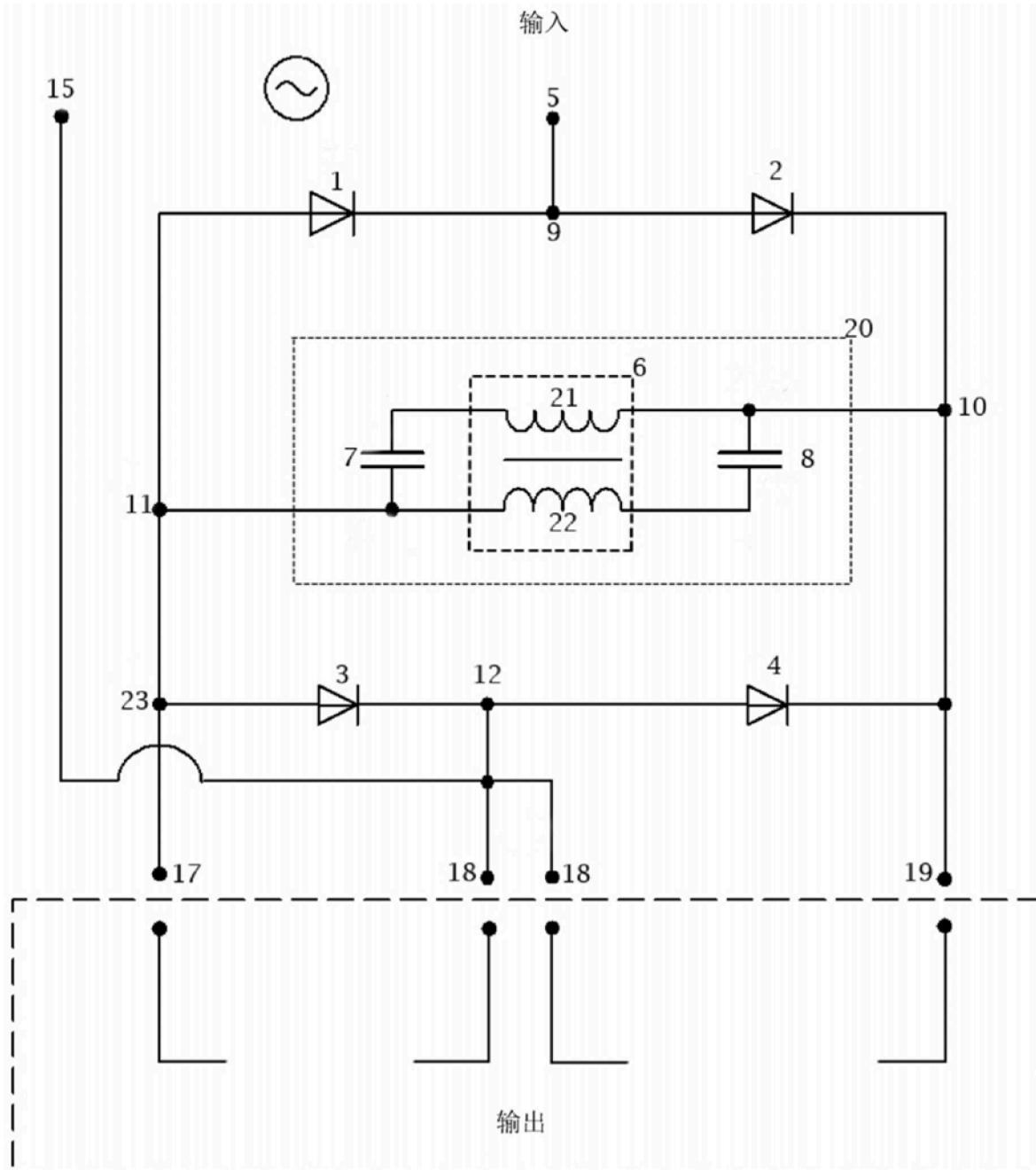


图1

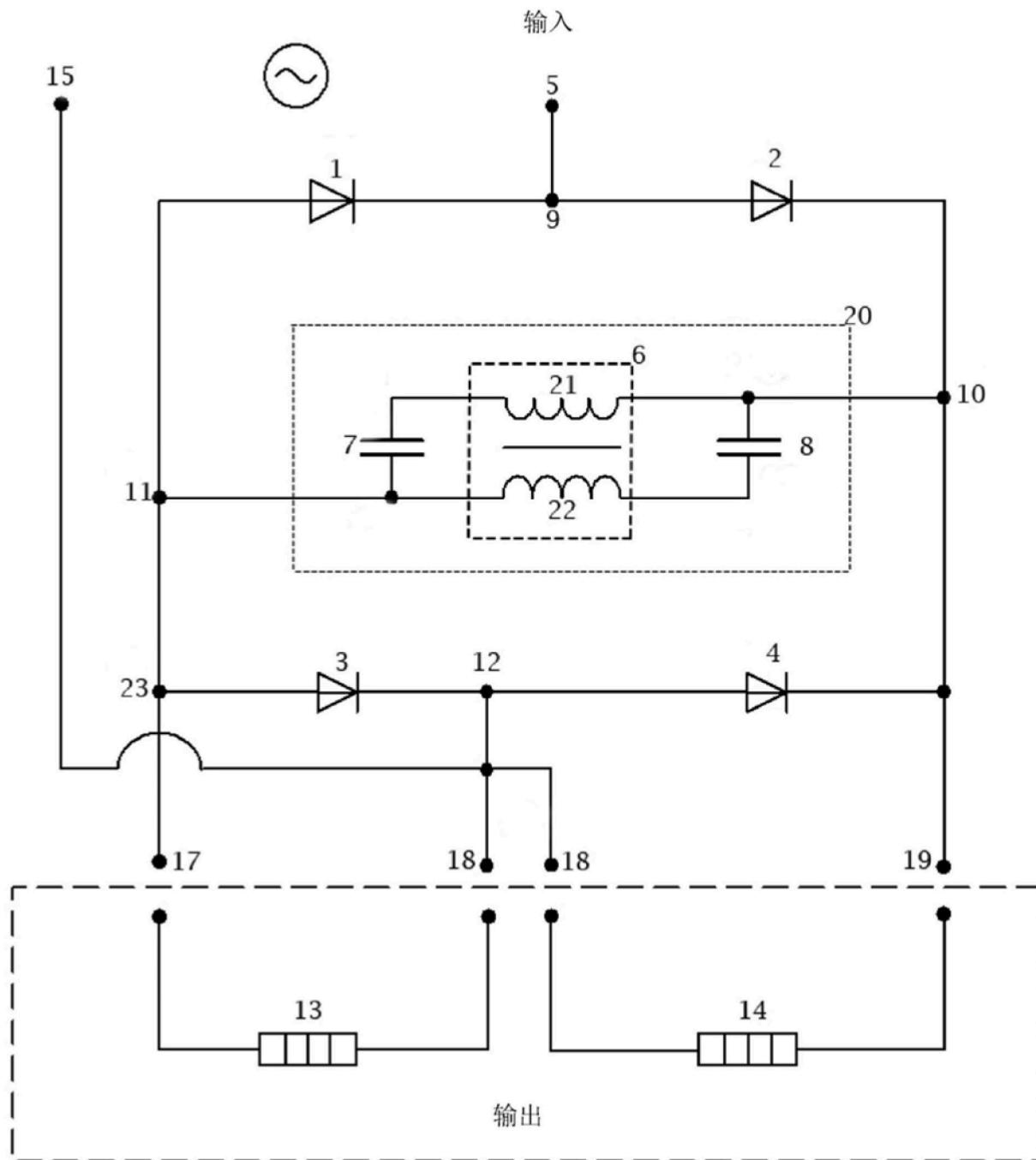


图2a

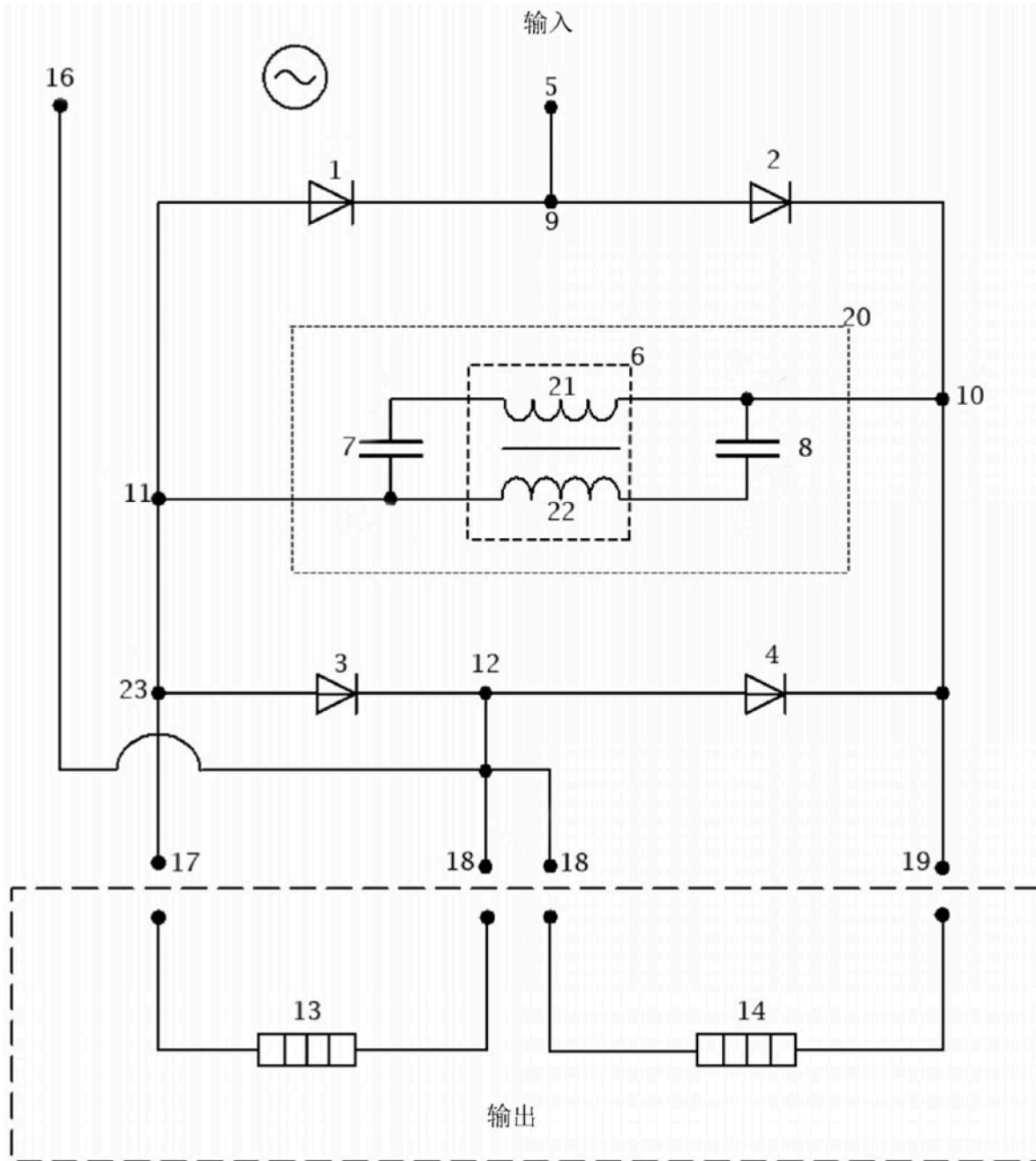


图2b

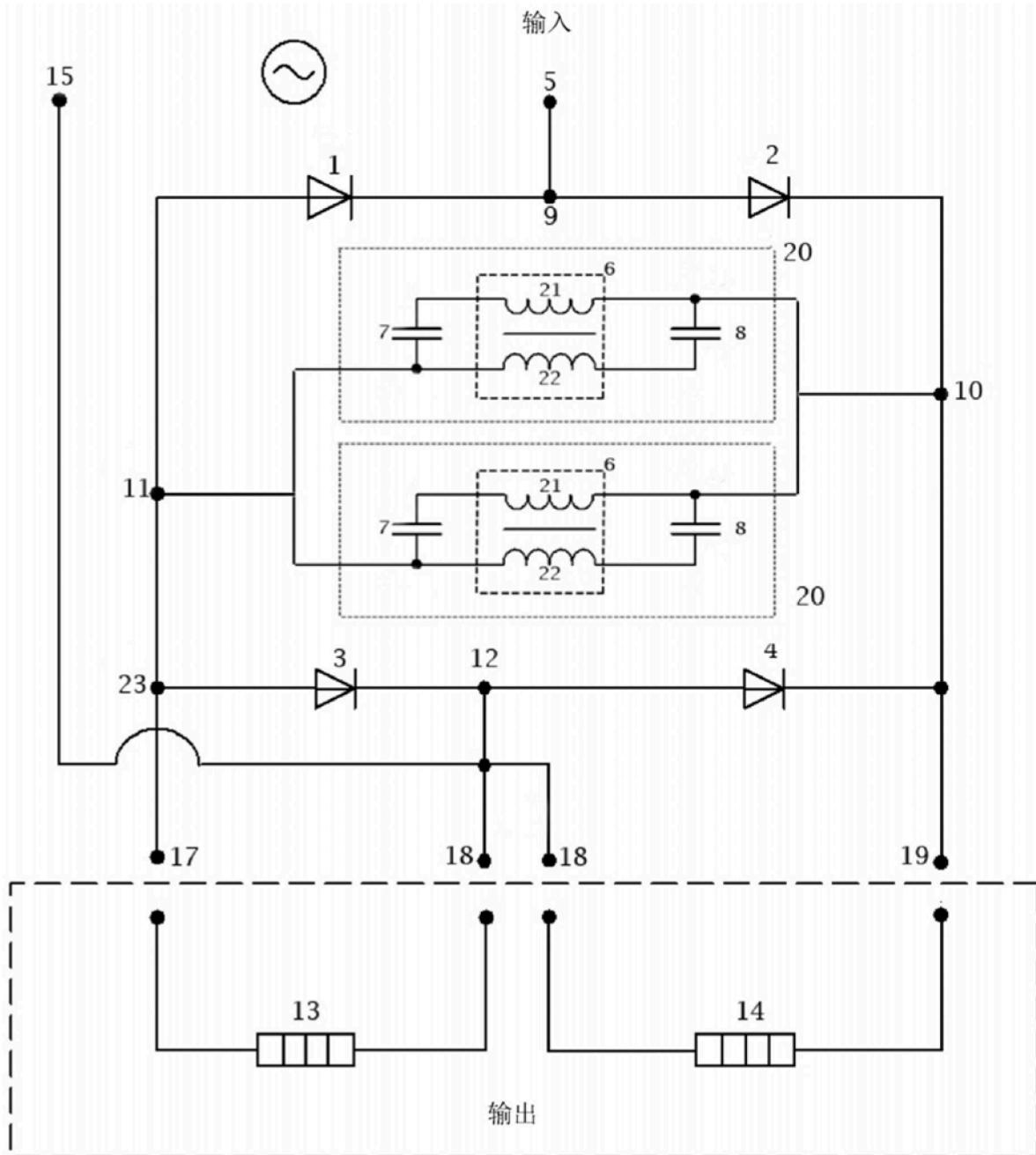


图3

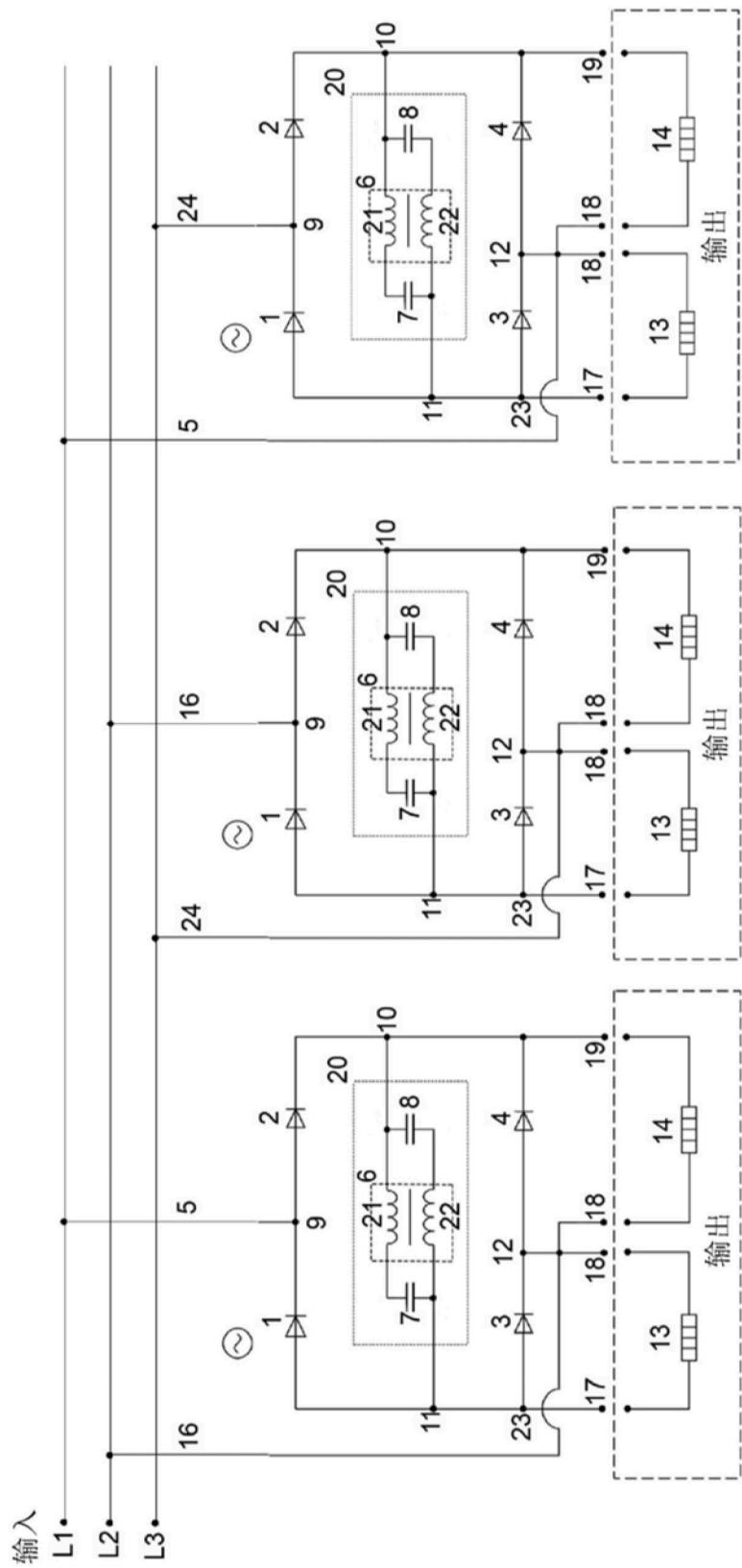


图4

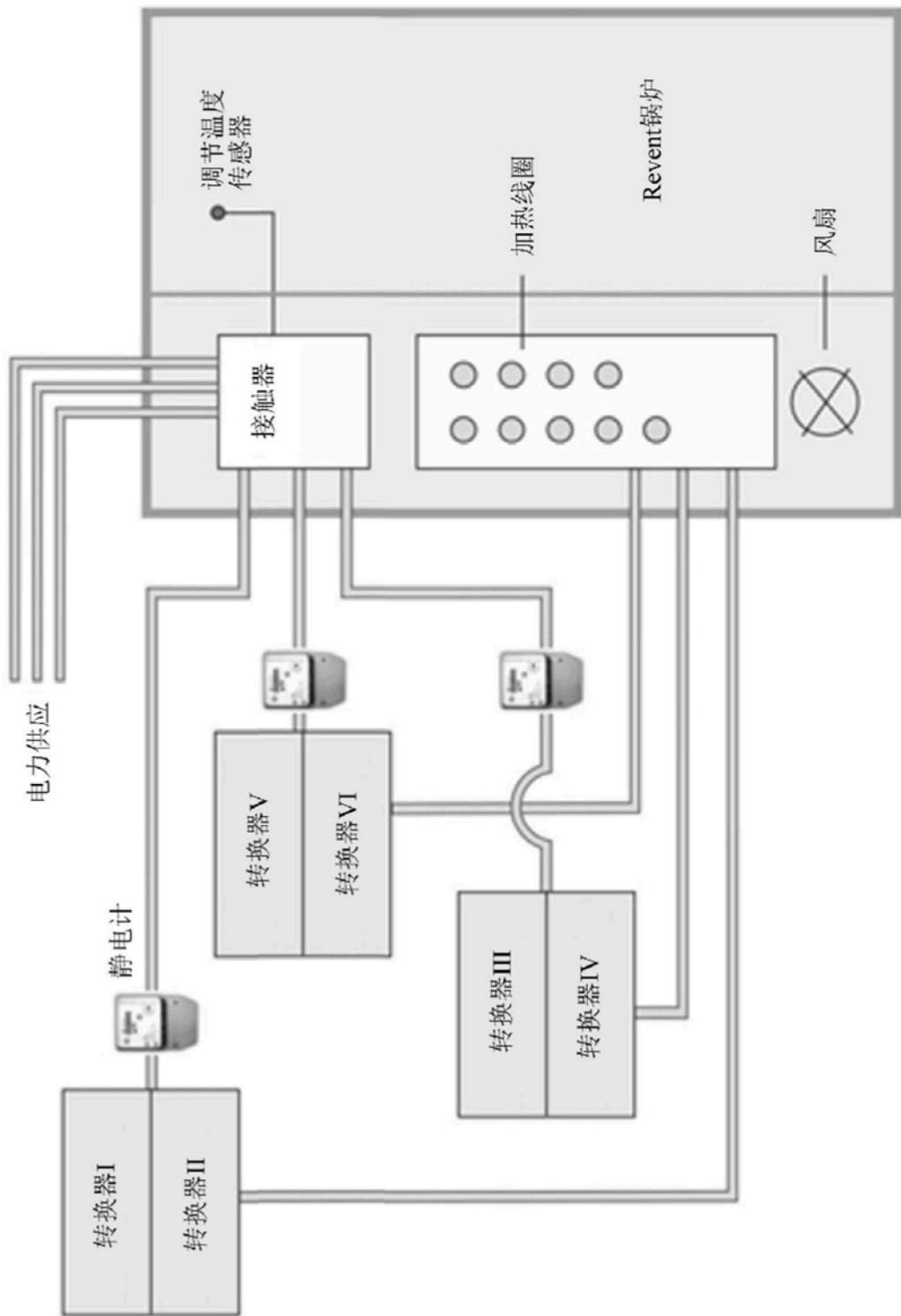


图5

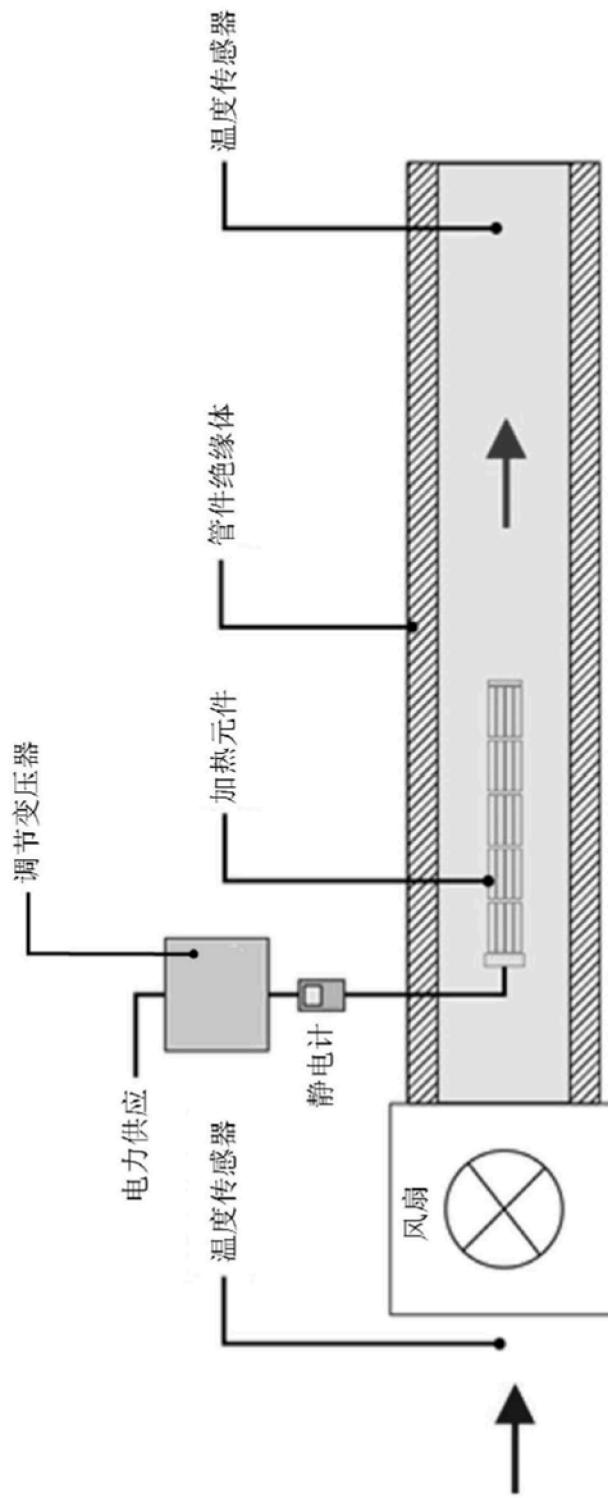


图6

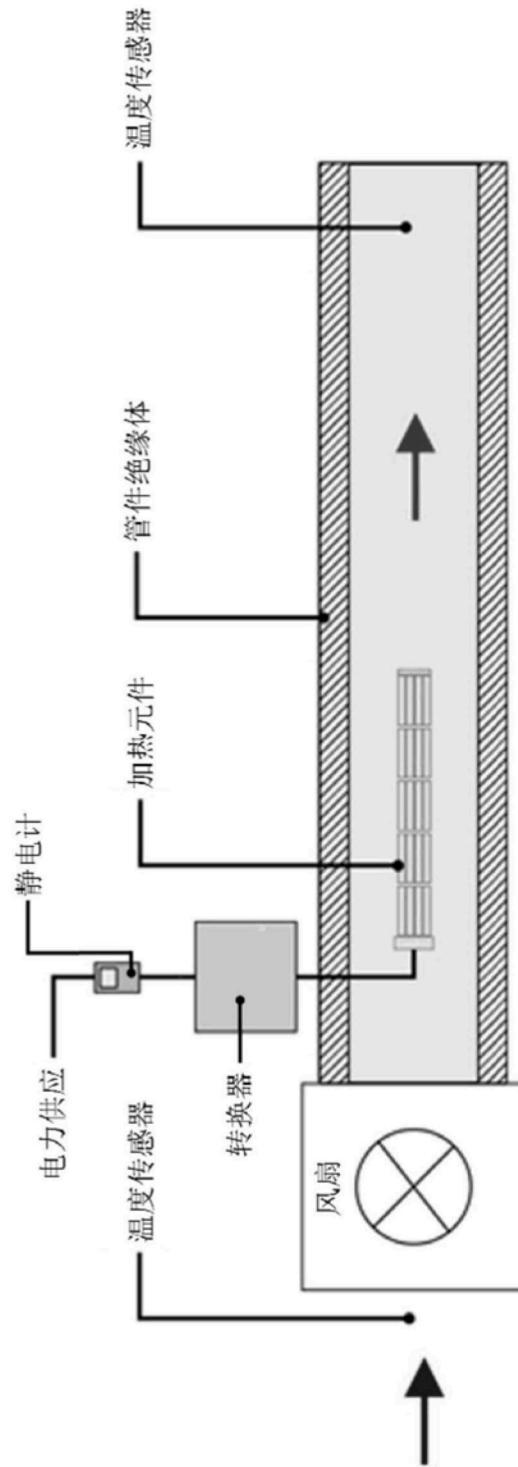


图7

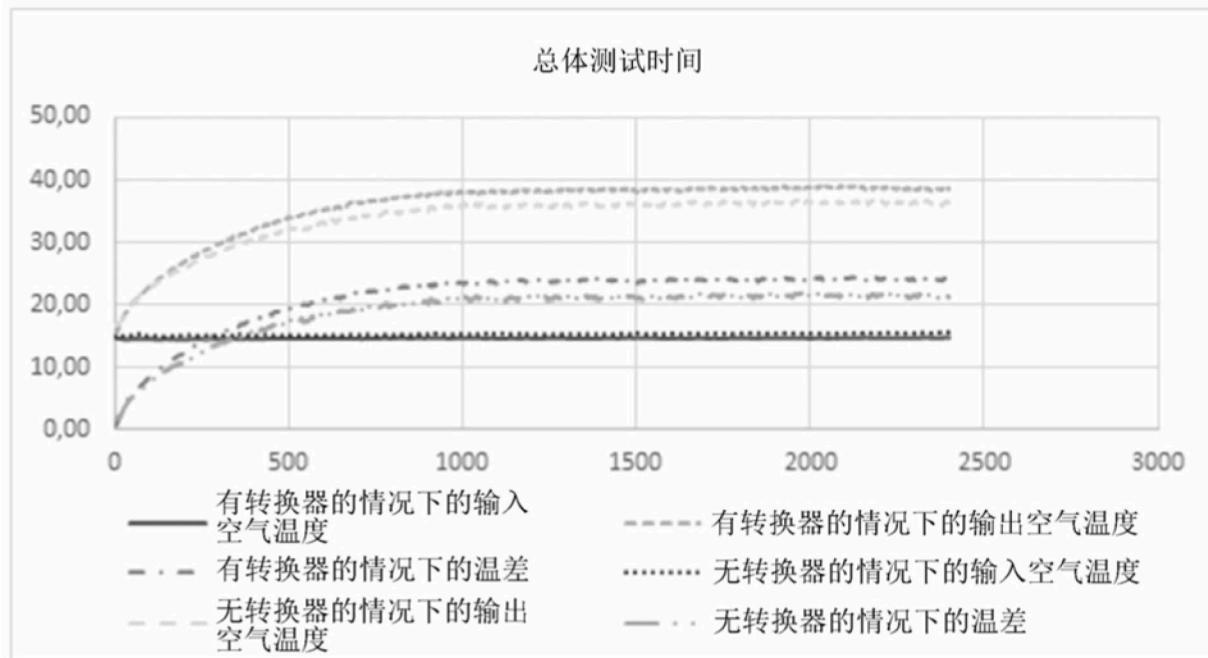


图8

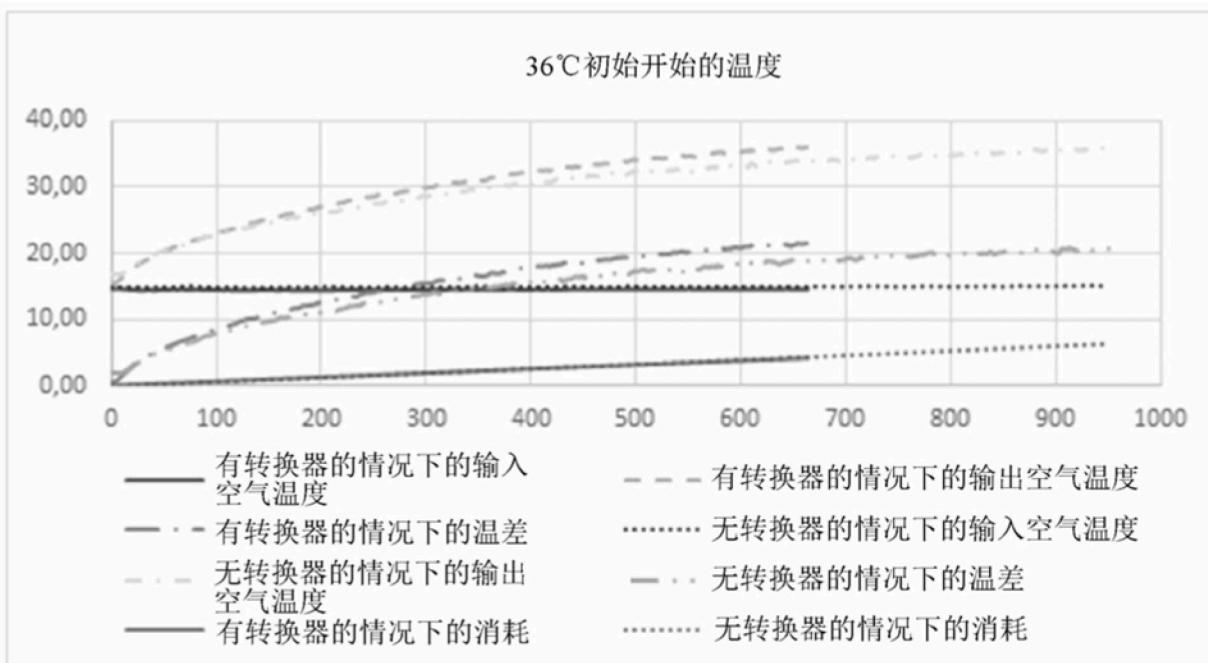


图9

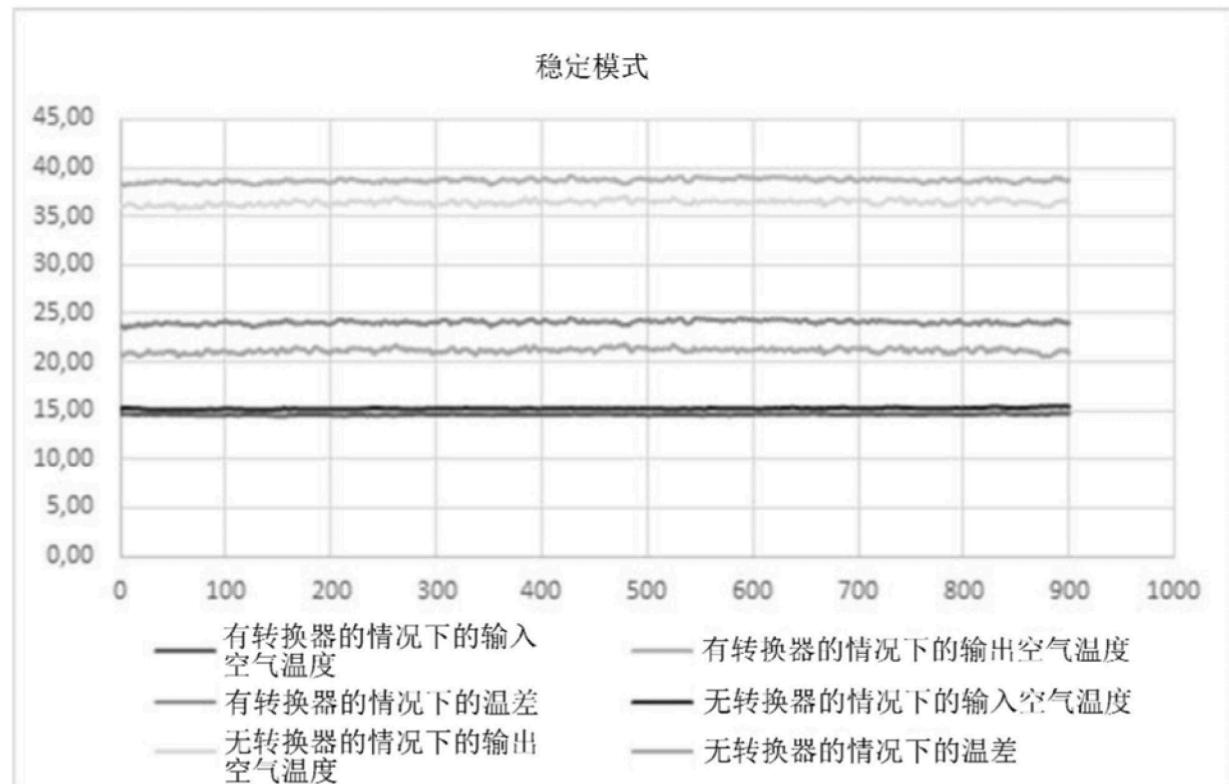


图10

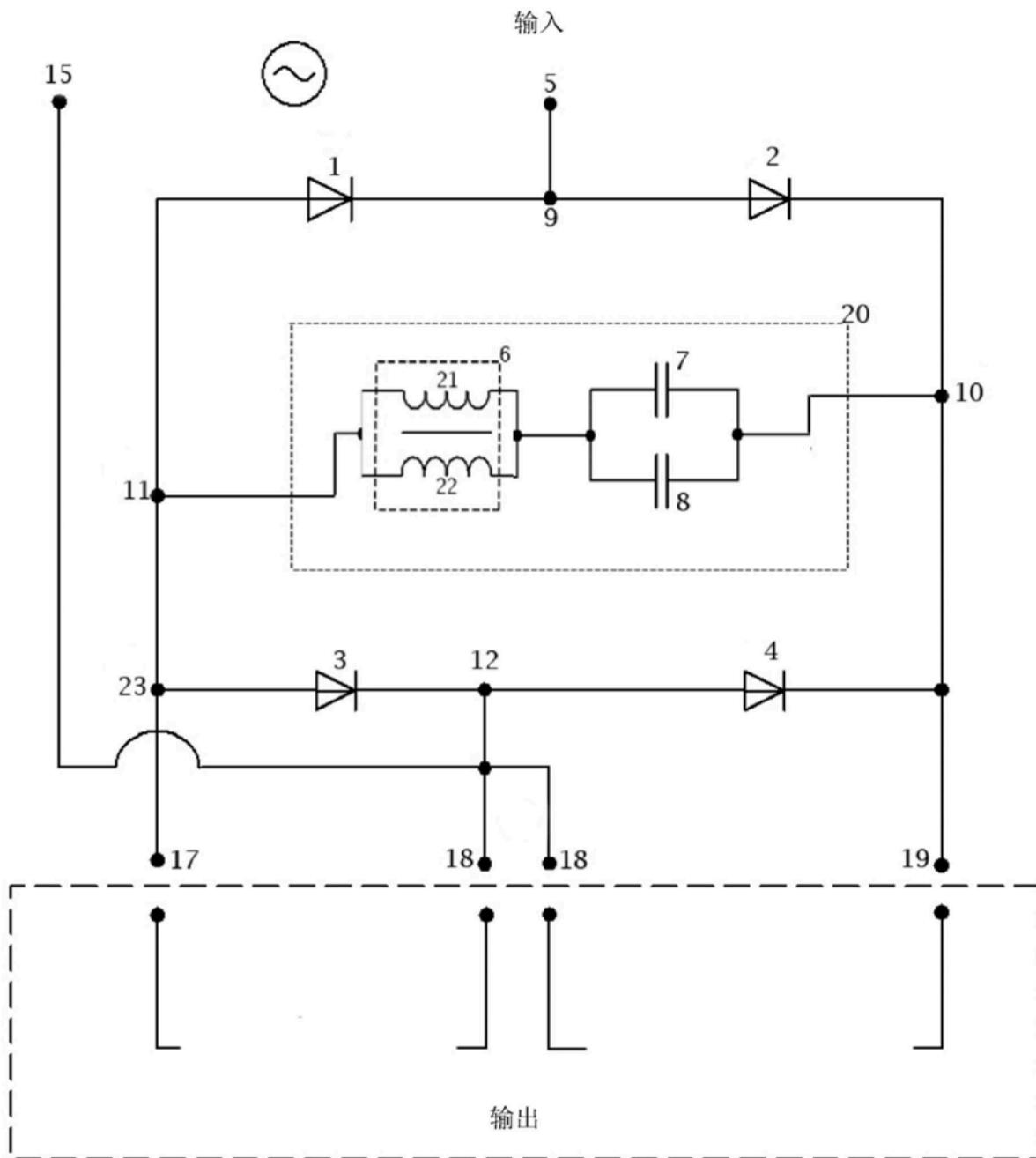


图11

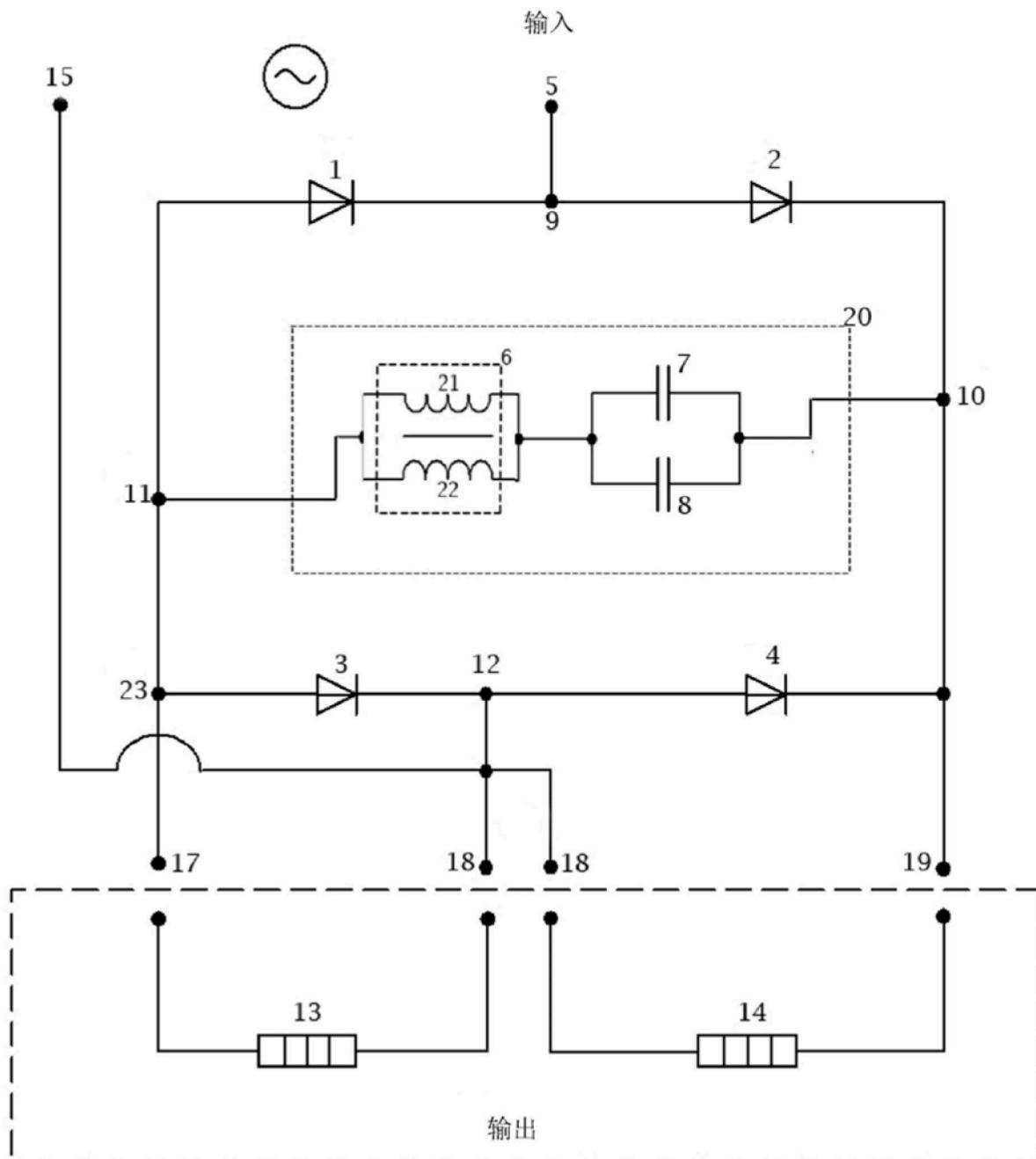


图12

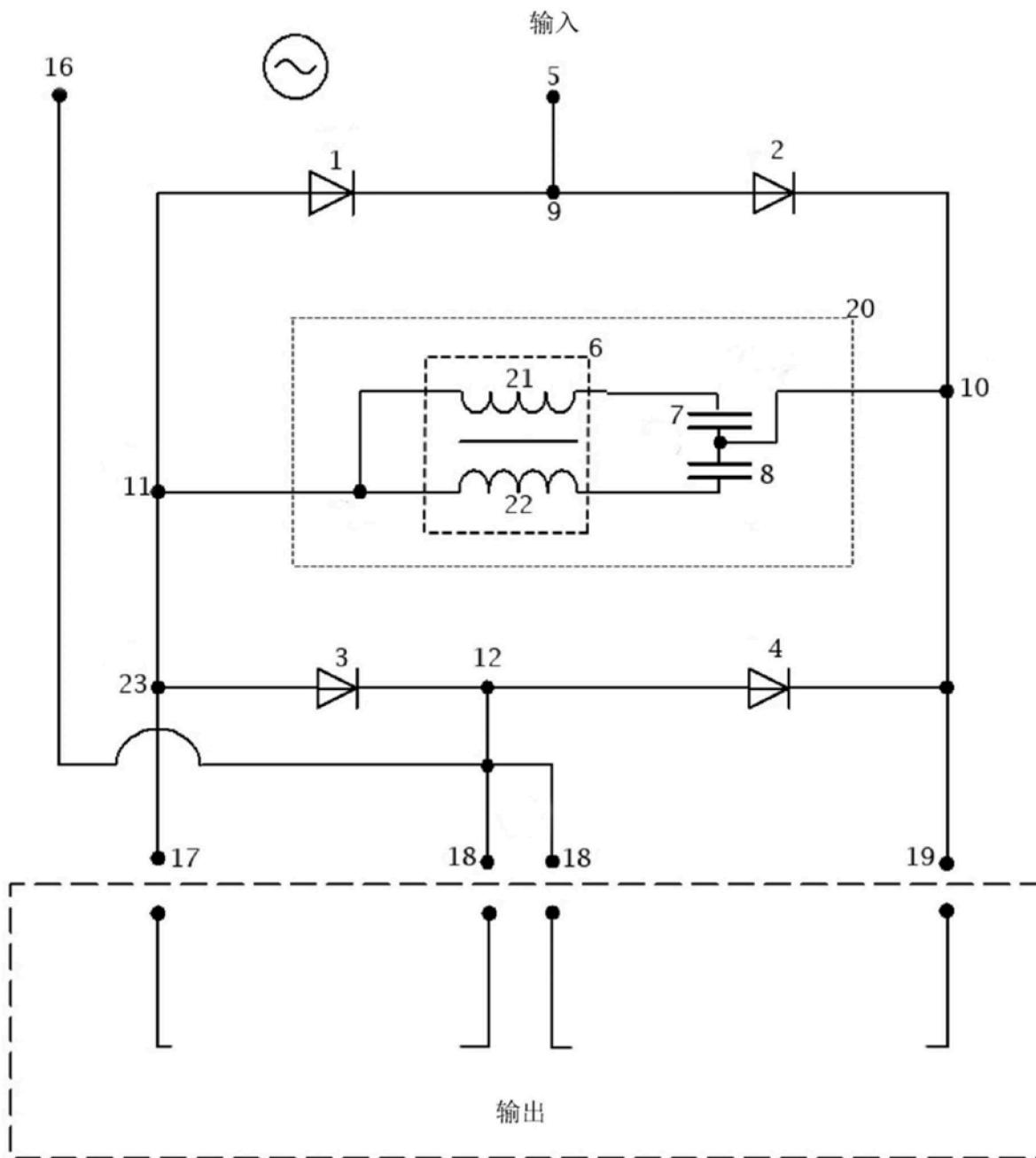


图13

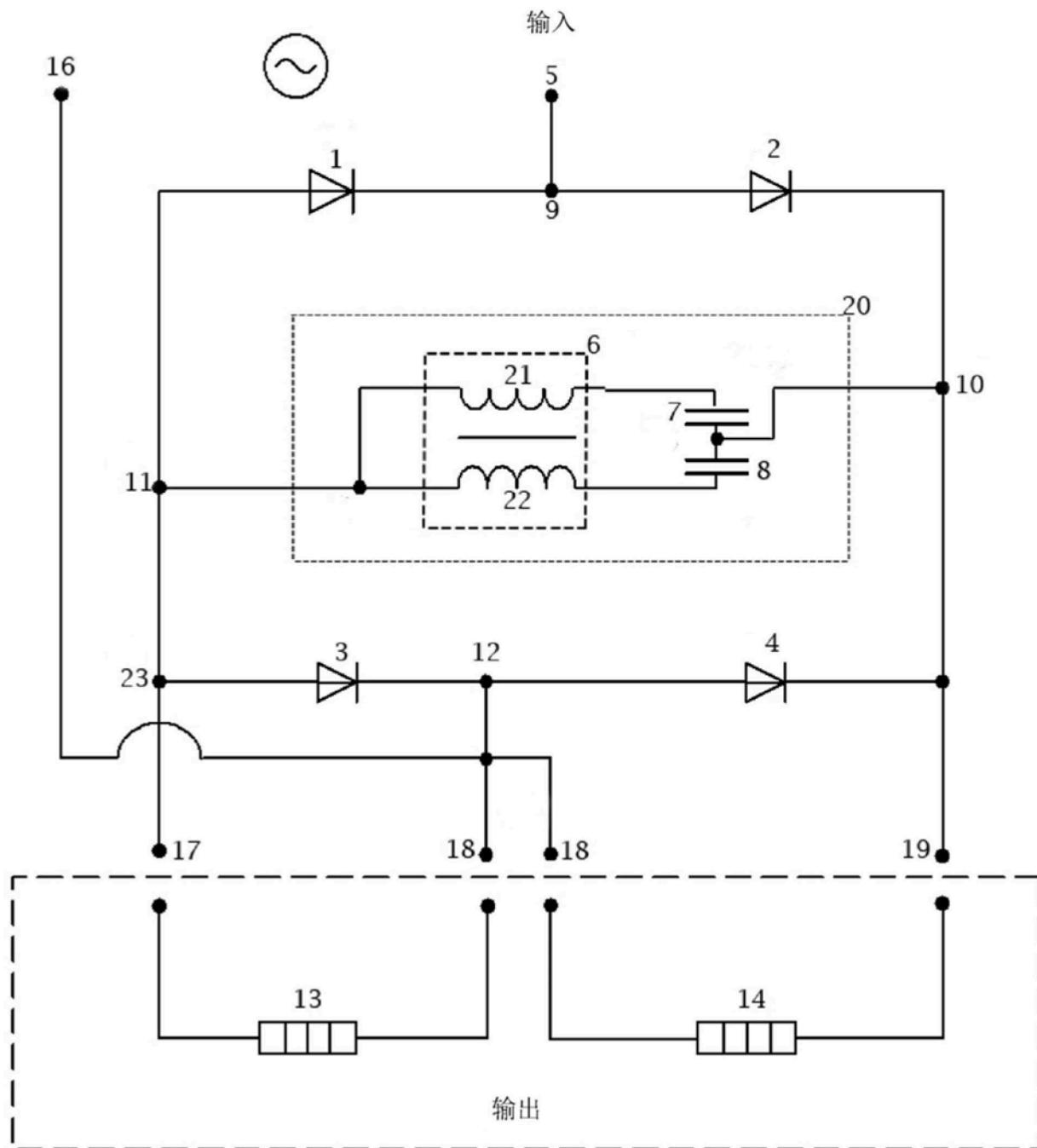


图14

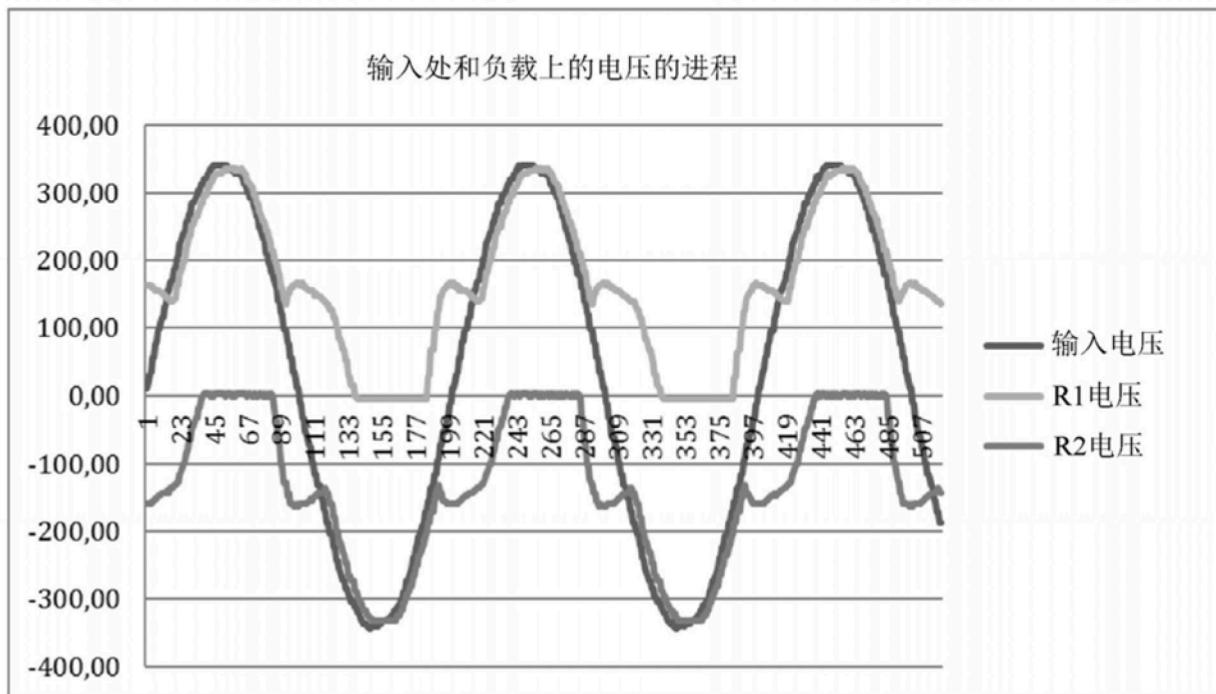


图15

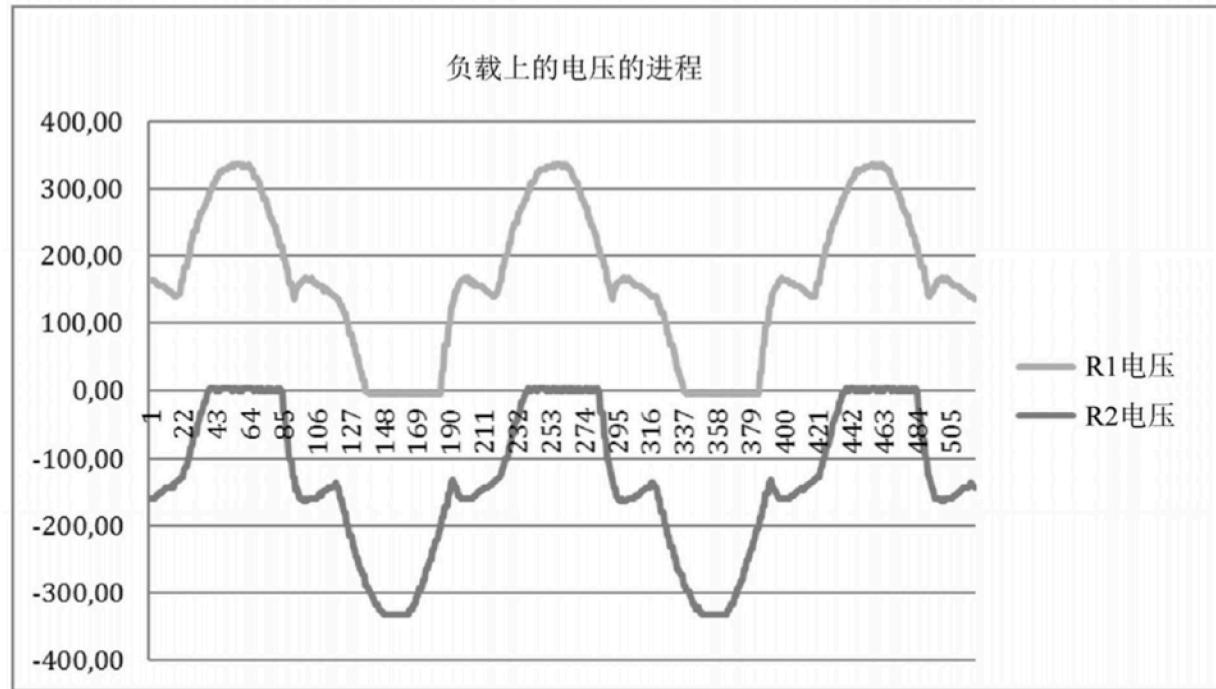


图16

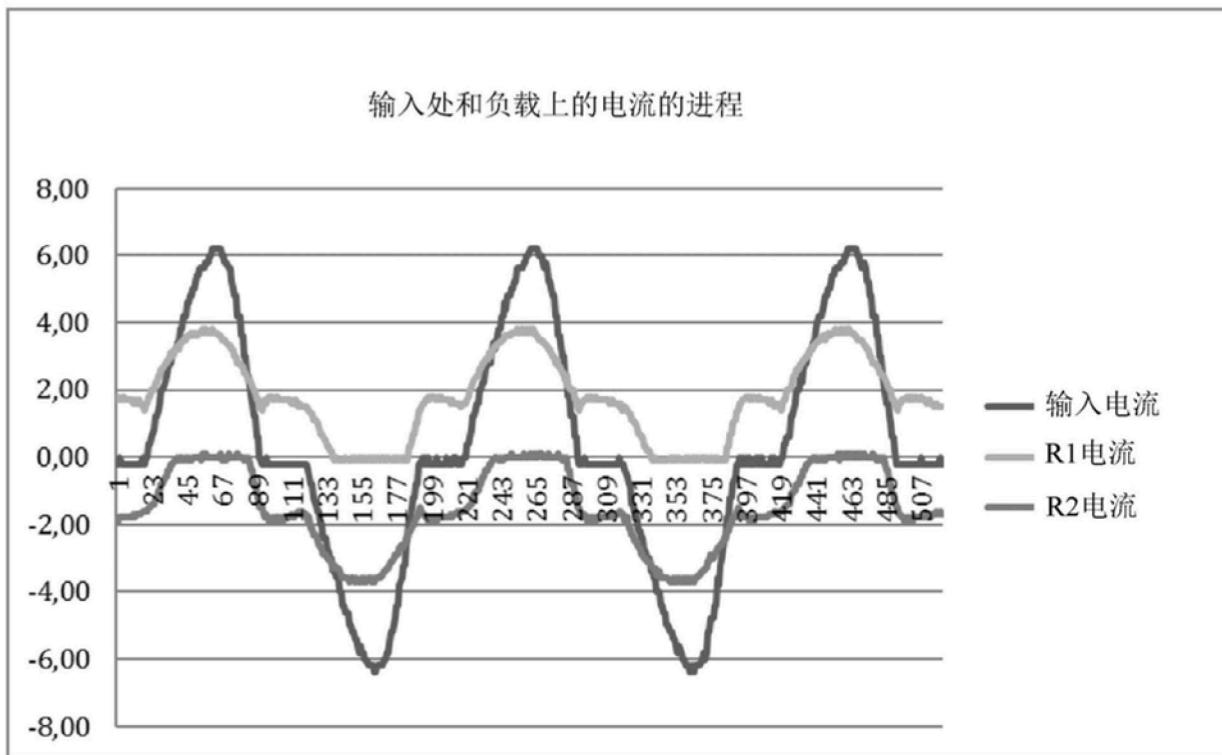


图17

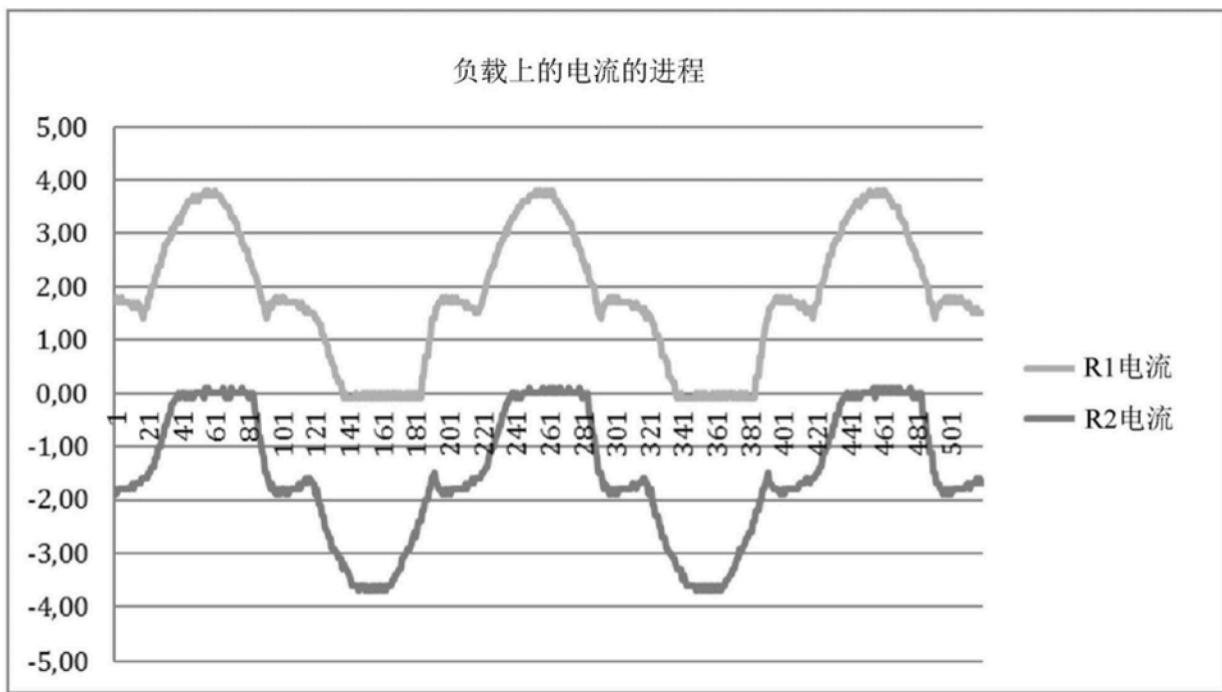


图18

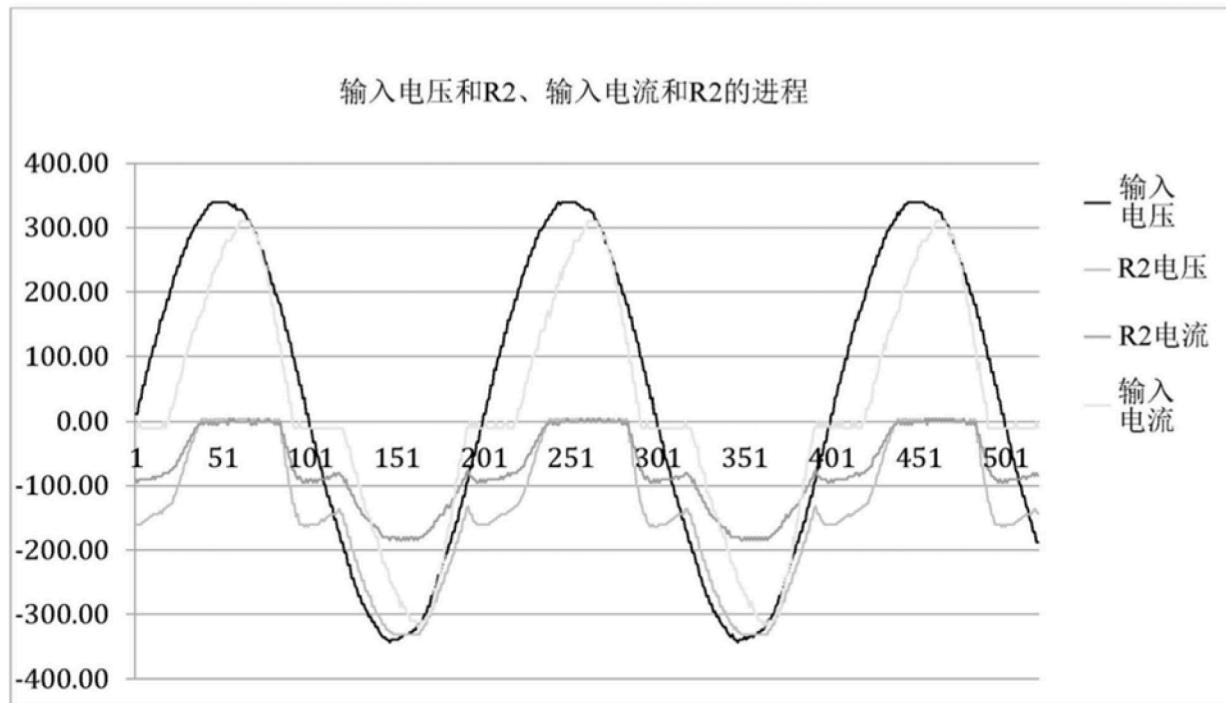


图19

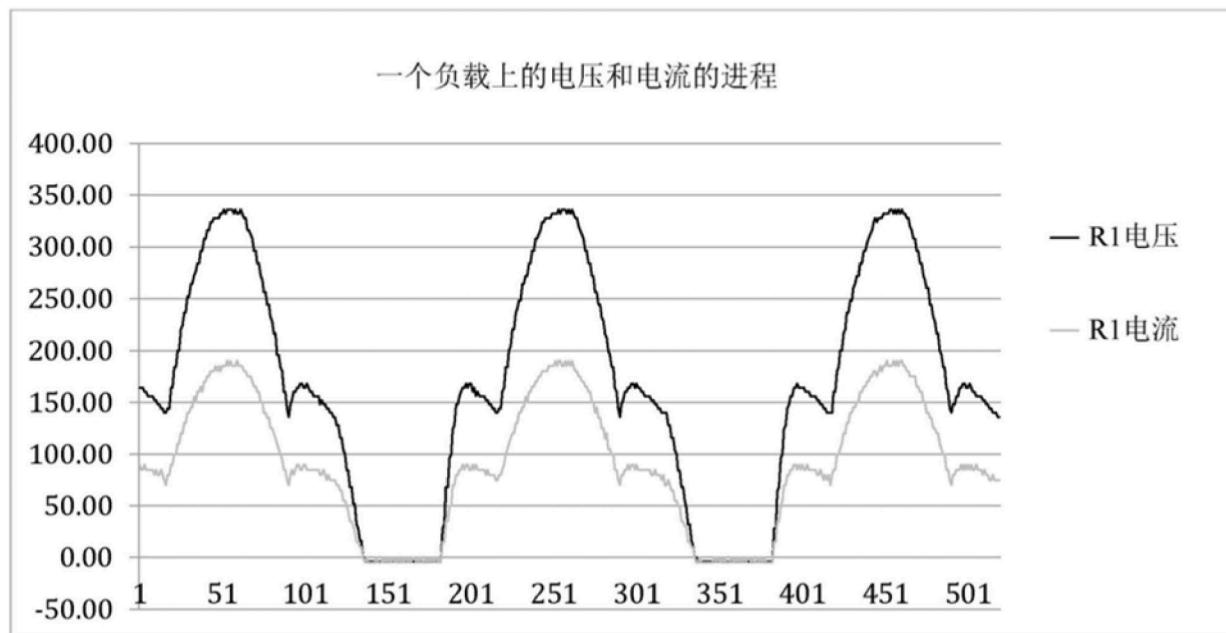


图20

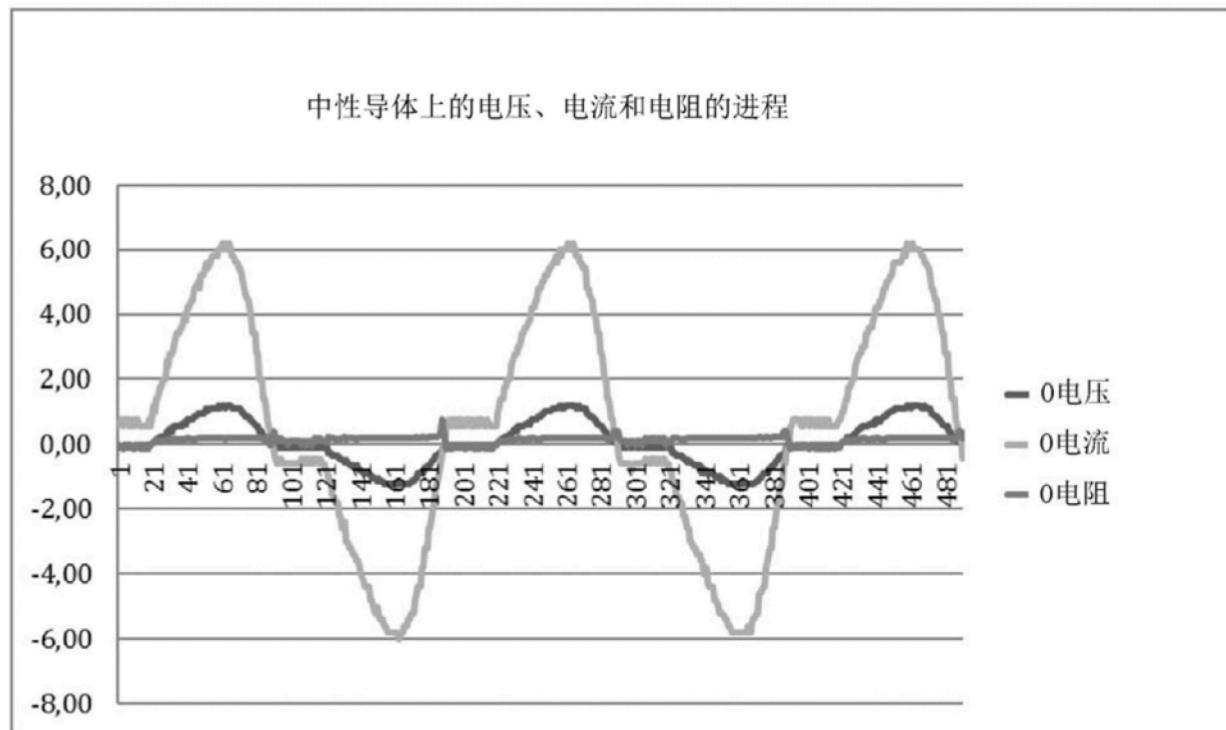


图21

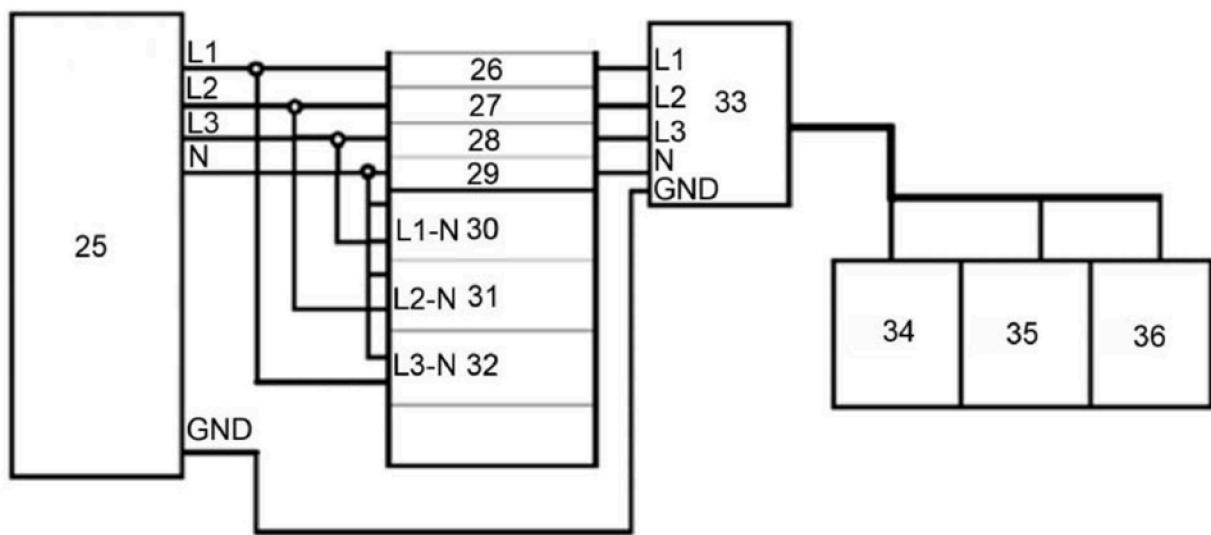


图22

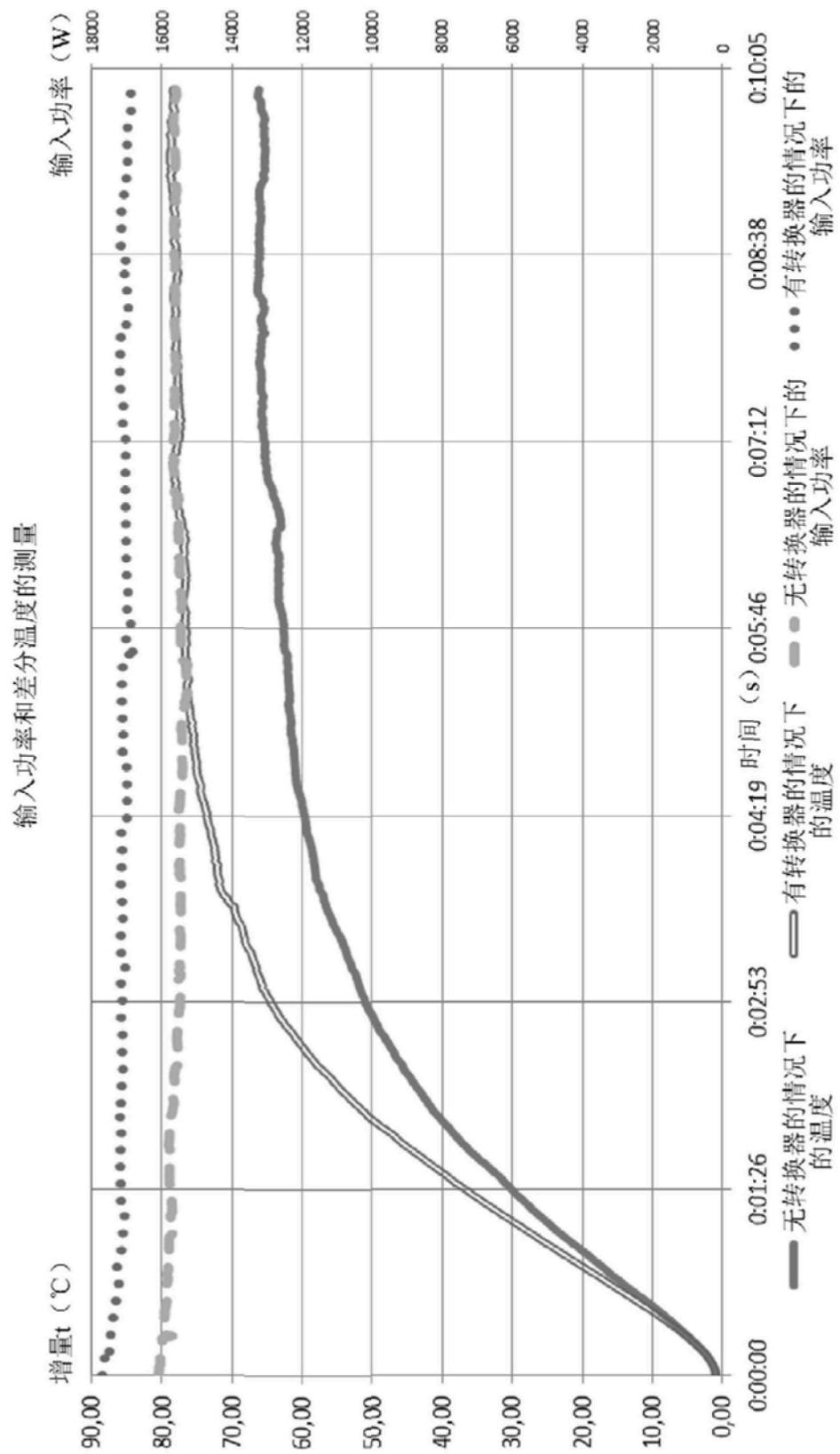


图23