



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203708129 U

(45) 授权公告日 2014. 07. 09

(21) 申请号 201320716866. 3

(22) 申请日 2013. 11. 08

(73) 专利权人 湖南工学院

地址 421002 湖南省衡阳市珠晖区衡花路
18 号湖南工学院

(72) 发明人 李泽军 王翠

(51) Int. Cl.

H02M 7/483 (2007. 01)

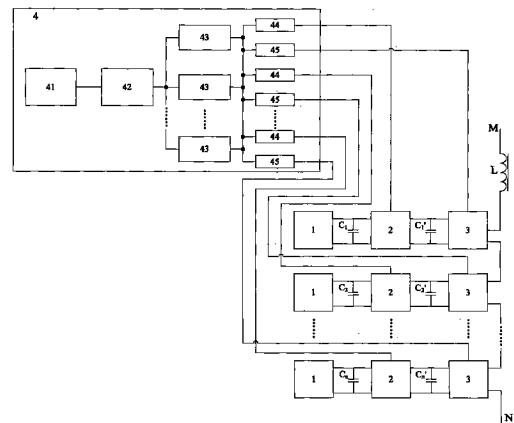
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统,它包括 n 个 PV 阵列、n 个 DC-DC 模块、n 个 DC-AC 模块及控制系统;所述控制系统由主控制器、通信单元、n 个分控制器、n 个驱动器一和 n 个驱动器二组成;所述通信单元包括 n+1 个光电转换模块、光纤耦合器一、n+1 个光电转换模块和光纤耦合器二。本实用新型采用多个逆变器组成等电压级联逆变电路,每级的开关器件承受的电流和电压强度低,不但元器件的选择方便而且价格低廉,无均压、均流的要求,可以很方便地采用 n+1 冗余设计方案,提高了电路可靠性和稳定性。本实用新型结构简单、操作方便,能量利用率高。



1. 单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统,其特征在于:它包括 n 个 PV 阵列 (1)、 n 个 DC-DC 模块 (2)、 n 个 DC-AC 模块 (3)、控制系统 (4),所述控制系统 (4) 由主控制器 (41)、通信单元 (42)、 n 个分控制器 (43)、 n 个驱动器一 (44) 和 n 个驱动器二 (45) 组成;所述分控制器 (43) 与驱动器一 (44) 连接,产生的驱动信号用于控制 DC-DC 模块 (2);所述分控制器 (43) 与驱动器二 (45) 连接,产生的驱动信号用于控制 DC-AC 模块 (3);所述通信单元 (42) 采用光纤通信,包括 $n+1$ 个电光转换模块 (421)、光纤耦合器一 (422)、 $n+1$ 个光电转换模块 (423) 和光纤耦合器二 (424),主控制器 (41) 产生的控制信号通过通信单元 (42) 被传送到各个分控制器 (43),各个分控制器 (43) 把故障信号通过通信单元 (42) 送回主控制器 (41)。

2. 根据权利要求 1 所述的单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统,其特征在于:所述主控制器 (41) 和分控制器 (43) 构成两级分布式控制系统,利用电网电压信号实现各个 DC-AC 模块的同步和协调。

单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统

所属技术领域

[0001] 本实用新型涉及到光伏逆变发电设备领域,特指一种专供光伏电站使用的单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统。

背景技术

[0002] 随着人类社会的发展,能源的消耗量正在不断增加,世界上的化石能源总有一天将达到极限。同时,由于大量燃烧矿物能源,全球的生态环境日益恶化,对人类的生存和发展构成了很大的威胁。在这样的背景下,太阳能作为一种巨量的可再生能源,引起了人们的高度重视,各国政府正在逐步推动太阳能光伏发电产业的发展。

[0003] 在国际国内市场中,光伏发电系统的结构形式分为两类,一种是不含蓄电池的系统——不可调度式光伏发电系统;另一种是含有蓄电池的系统——可调度式光伏发电系统。不可调度式光伏发电系统无须蓄电池,节省了投资,减少了充放电装置引起的损耗和废旧电池处理带来的环境污染,基于此,不可调度式光伏发电系统已经毫无争议的占据了市场的主导地位,达到了90%以上,成为该领域的发展潮流。不可调度式光伏发电系统主要分为四种结构:(1)工频变压器隔离方式,(2)高频变压器隔离方式,(3)高频无变压器方式,(4)无变压器方式。

[0004] 上述四种光伏逆变器都是两电平逆变器,对于高压大功率光伏发电系统,两电平逆变技术的逆变效率低, du/dt 和 di/dt 应力大,共模电压高,半导体功率器件开关频率高、开关损耗大,输出电压波形畸变率(thd)增加,谐波含量高,电磁干扰(EMI)严重,半导体功率器件的散热困难等,特别针对荒漠光伏电站,要进行电能的远距离传送,必须使用升压变压器。

[0005] 单相级联型多电平光伏逆变器及其控制系统采用一定数量光伏电池板的串并联来获得独立的直流电压源,利用控制系统对独立直流电源进行控制,使得各个直流电源输出电压大小相等,并对每个独立的直流电压源进行逆变,然后把逆变输出端串联即可得到满足电网需要的电压。单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统可以独立控制各单元的功率输出,使得光伏逆变系统中电池板工作在不匹配的状态下也可以进行独立的最大功率点跟踪(Maximum Power Point Tracking,简称mppt)控制。单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统可以在开关频率较低的情况下获得满意的输出效果,不仅降低了开关损耗,减小了滤波器体积,节约了滤波器成本,同时有效地提高了功率变换系统的效率。单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统的冗余特性,可以克服由于光照强度减弱而导致的输出电压降低,使得输出电压幅值的变化范围减少,输出电压波形质量提高。

实用新型内容

[0006] 本实用新型解决的技术问题在于:针对现有技术存在的技术问题,本实用新型提出一种结构简单、成本低廉、采用级联逆变电路以提高输出电压和功率、同时对串联的各个逆变桥采用分布式控制的单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统。

[0007] 为了解决上述技术问题,本实用新型提出的解决方案为:单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统,其特征在于:它包括 PV 阵列(即光伏电池阵列)、DC-DC 模块、DC-AC 模块、控制系统,所述 PV 阵列用于产生直流电源、DC-DC 模块实现直流电压变换和最大功率点跟踪控制(即 mppt 控制)、DC-AC 模块实现逆变功能,所述 PV 阵列输出直流电压经电容滤波后作为 DC-DC 模块的电源,DC-DC 模块由控制系统进行控制,实现 mppt 控制,且保证各个 DC-DC 模块的输出电压相等,满足等电压级联多电平逆变器的电源电压要求,DC-DC 模块输出电压经电容滤波后作为 DC-AC 模块的电源,DC-AC 模块由控制系统进行控制,多个 DC-AC 模块的输出端串联,经电感滤波后输出。

[0008] 所述控制系统包括主控制器、通信单元、多个分控制器和驱动器,主控制器通过通信单元与各个分控制器相连,分控制器的输出端与驱动器相连,驱动器包括驱动器一和驱动器二,驱动器一与 DC-DC 模块相连,用于实现 DC-DC 模块的电压变换和 mppt 控制,驱动器二与 DC-AC 模块相连,用于实现 DC-AC 模块的逆变。所述主控制器对整个控制系统进行统一调节,当系统出现故障的时候,保护及时动作;主控制器给 DC-DC 模块发出指令,要求各个 DC-DC 模块输出电压大小相等;主控制器通过检测电网电压信号,对各个 DC-AC 模块同步控制。分控制器首先检测 DC-DC 模块的输入电压和输出电流,计算出 DC-DC 模块的开关管的导通时间,给出 PWM 控制信号,实现光伏电池的 mppt 控制;然后分控制器根据主控制器的指令,计算各个 DC-AC 逆变单元的开关管开通时间及给出 PWM 信号;所述主控制器和分控制器构成两级分布式控制系统。

[0009] 所述通信单元包括电光转换模块、光纤耦合器一、光电转换模块和光纤耦合器二,电光转换模块把主控制器发出的控制信号转换为光信号,光信号通过光纤耦合器一把一路光信号转换为 n 路光信号,n 路光信号分别送给 n 个光电转换模块,把光信号还原成电信号,用于控制 n 个分控制器;n 个电光转换模块把 n 个分控制器反馈的故障信号转换为光信号,n 个光信号通过光纤耦合器二合并为一路光信号,光信号经光电转换模块还原成电信号,把故障信号传递给主控制器。

[0010] 与现有技术相比,本实用新型的优点在于:

[0011] 1、本实用新型采用多个逆变器组成等电压级联逆变电路,每级的开关器件承受的电流和电压强度低,不但元器件的选择方便而且价格低廉,无均压、均流的要求,任何一级的损坏不会影响其它级的工作,可以很方便地采用 n+1 冗余设计方案,提高了电路可靠性和稳定性;

[0012] 2、本实用新型能够实现各个 PV 阵列的 mppt 控制,直流电压的转换效率高;

[0013] 3、本实用新型的控制系统采用一个主控制器和多个分控制器的结构,主控制器与多个分控制器之间采用光纤通信,使光伏逆变系统构成一个两级分布式控制系统;

[0014] 4、本实用新型利用电网电压信号实现各个 DC-AC 模块之间的同步和协调,通信系统无须对逆变器的波形进行实时控制,提高了控制系统的可靠性,节约了成本。

附图说明

[0015] 下面结合附图和实施例对本实用新型进一步说明。

[0016] 图 1 是本实用新型的结构框架示意图;

[0017] 图 2 是本实用新型的控制系统框架结构示意图;

- [0018] 图 3 是本实用新型的主电路结构图；
- [0019] 图 4 是本实用新型的具体实施例。
- [0020] 图例说明
- [0021] 1、PV 阵列 2、DC-DC 模块 3、DC-AC 模块
- [0022] 4、控制系统 41、主控制器 42、通信单元
- [0023] 421、电光转换模块 422、光纤耦合器一 423、光电转换模块
- [0024] 424、光纤耦合器二 43、分控制器 44、驱动器一
- [0025] 45、驱动器二
- [0026] 符号说明
- [0027] $C_1、C_2、C_3、C_n、C_1'、C_2'、C_3'、C_n'$:滤波电容
- [0028] $Q_1、Q_2、Q_n、Q_{11}、Q_{12}、Q_{13}、Q_{14}、Q_{21}、Q_{22}、Q_{23}、Q_{24}、Q_{n1}、Q_{n2}、Q_{n3}、Q_{n4}$:IGBT
- [0029] $L、L_1、L_2、L_n$:电感 $D_1、D_2、D_n$:二极管

具体实施方式

[0030] 以下将结合附图和具体实施例对本实用新型做进一步详细说明。

[0031] 如图 1 所示,本实用新型的单相级联多电平光伏逆变器及其控制系统,它包括 n 个 PV 阵列 (1)、 n 个 DC-DC 模块 (2)、 n 个 DC-AC 模块 (3)、控制系统 (4),所述控制系统 (4) 由主控制器 (41)、通信单元 (42)、 n 个分控制器 (43)、 n 个驱动器一 (44) 和 n 个驱动器二 (45) 组成, n 个 PV 阵列 (1) 输出电压分别经电容器 $C_1、C_2、\dots、C_n$ 滤波后与 n 个 DC-DC 模块 (2) 连接, n 个 DC-DC 模块 (2) 输出电压分别经电容器 $C_1'、C_2'、\dots、C_n'$ 滤波后与 n 个 DC-AC 模块 (3) 连接, n 个 DC-AC 模块 (3) 输出端依次串联,经电感 L 滤波后,从 M、N 端输出与电网连接。PV 阵列 (1)、DC-DC 模块 (2) 和 DC-AC 模块 (3) 的连接如图 3 所示。

[0032] 参见图 2 所示,控制系统 (4) 包括主控制器 (41)、通信单元 (42) 以及 n 个分控制器 (43)、 n 个驱动器一 (44) 和 n 个驱动器二 (45),通信单元 (42) 包括 $n+1$ 个电光转换模块 (421)、光纤耦合器一 (422)、 $n+1$ 个光电转换模块 (423) 和光纤耦合器二 (424),主控制器 (41) 通过通信单元 (42) 与 n 个的分控制器 (43) 的输入端相连,分控制器 (43) 的输出端与 n 个驱动器一 (44) 和 n 个驱动器二 (45) 相连, n 个驱动器一 (44) 的输出信号直接接到各个 DC-DC 模块 (2) 的开关器件, n 个驱动器二 (45) 的输出信号直接接到各个 DC-AC 模块 (3) 的各个开关器件;DC-DC 模块 (2) 的输出电流通过电流互感器送到分控制器 (43);DC-DC 模块 (2) 的输入电压通过电压互感器送到分控制器 (43)。

[0033] 参见图 3,各个 DC-DC 模块 (2) 由一个开关器件 Q_i (i 取 1、2、 \dots 、 n) 和电感 L_i (i 取 1、2、 \dots 、 n) 以及二极管 D_i (i 取 1、2、 \dots 、 n) 组成,各个 DC-AC 模块 (3) 由四个开关器件 $Q_{i1}、Q_{i2}、Q_{i3}、Q_{i4}$ (i 取 1、2、 \dots 、 n)、组成,输出端电感 L 起滤波作用。

[0034] 参见图 4 所示,本实施例的主电路有 3 个 PV 阵列 (1)、3 个 DC-DC 模块 (2)、3 个 DC-AC 模块 (3),3 个 DC-AC 模块 (3) 的输出端串联组成三级逆变器。在本实施例中,通信单元 (42) 采用光纤通信,主控制器 (41) 和分控制器 (43) 均采用以 TMS320F240 为基础的嵌入式控制单元。本实施例中,控制系统 (4) 由 1 个主控制器 (41)、1 个通信单元 (42) 和 3 个分控制器 (43) 以及 3 个驱动器一 (44)、3 个驱动器二 (45) 组成;每个 DC-DC 模块 (2) 及其对应的 DC-AC 模块 (3) 共用一个独立的分控制器 (43),其作用为实现对 DC-DC 模块 (2) 以

及 DC-AC 模块 (3) 的控制和保护,产生每个开关器件的驱动信号,分控制器 (43) 检测 DC-DC 模块 (2) 的输入电压信号和输出电流信号用于实现对 PV 阵列 (1) 的 mppt 控制。DC-AC 模块 (3) 对地的电压是浮动的,因此,分控制器 (43) 互相之间及它们对地在电气上是隔离的,主控制器 (41) 和分控制器 (43) 之间采用光纤通信。分控制器 (43) 和主控制器 (41) 都是以 TMS320F240 为基础的嵌入式控制器,它们分别形成第 1 级的主控制器 (41) 和第 2 级的分控制器 (43)。

[0035] 工作时,第 1 级的主控制器 (41) 先进行数据处理,再通过通信单元 (42) 的光纤通信将控制信号分别送至位于第 2 级的分控制器 (43),分控制器 (43) 根据主控制器 (41) 的控制信号,分别控制 DC-DC 模块 (2) 和 DC-AC 模块 (3),DC-AC 模块 (3) 的输出端串连, M、N 端输出交流电压,在工作中,分控制器 (43) 检测 DC-DC 模块 (2) 的输入电压和输出电流实现对 PV 阵列 (1) 的 mppt 控制,主控制器 (41) 通过检测逆变器的电压反馈信号,给各个分控制器 (43) 发送控制信号,各个分控制器 (43) 调整相应的 DC-DC 模块 (2) 和 DC-AC 模块 (3) 的工作状态。来自 DC-DC 模块 (2) 和 DC-AC 模块 (3) 的故障信号分别通过分控制器 (43) 送到主控制器 (41)。

[0036] 以上仅为本实用新型的一个实施例,本实用新型并不局限于上述实施例,只要属于本实用新型构思下的技术方案,均应属于本实用新型的保护范围。

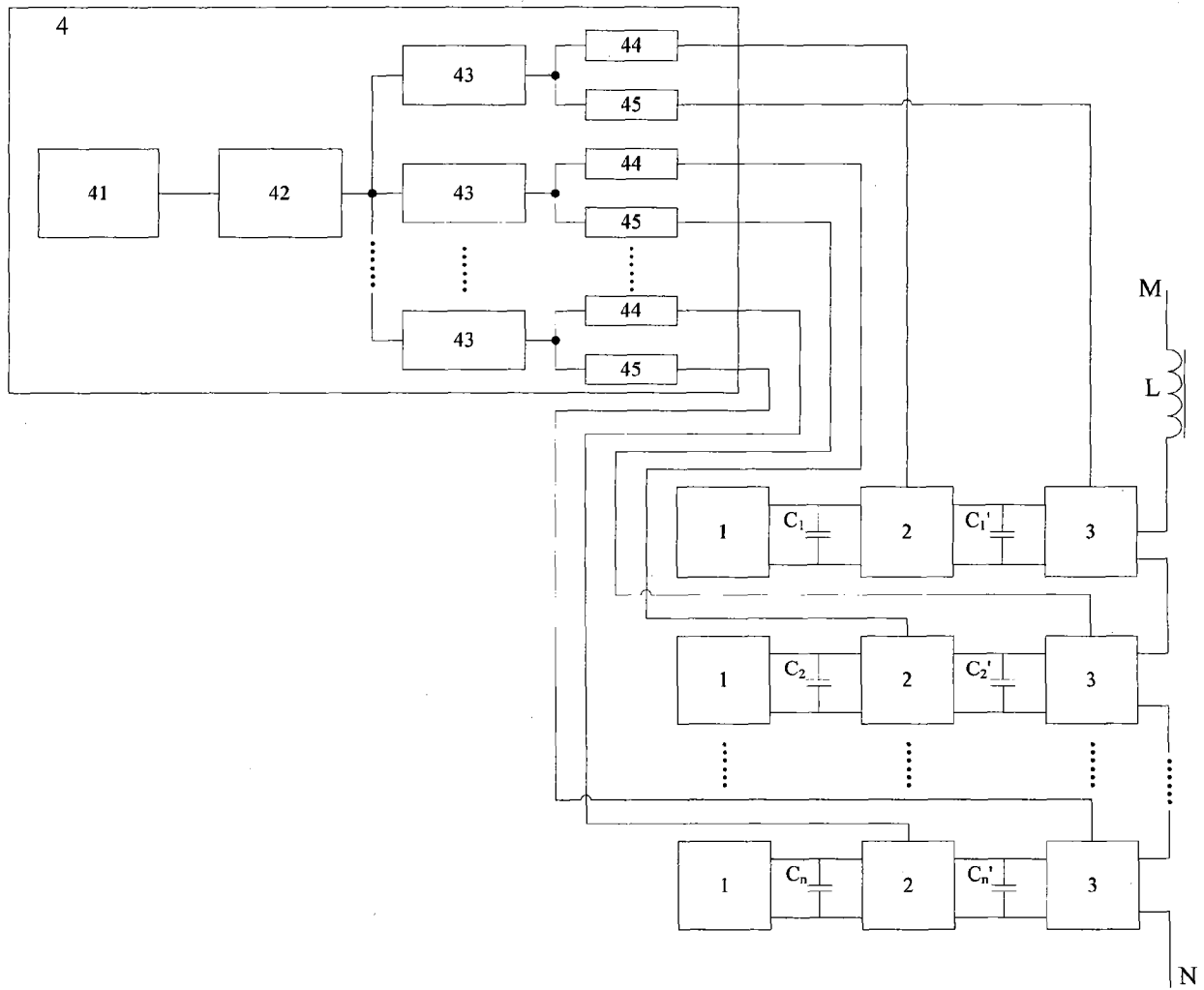


图 1

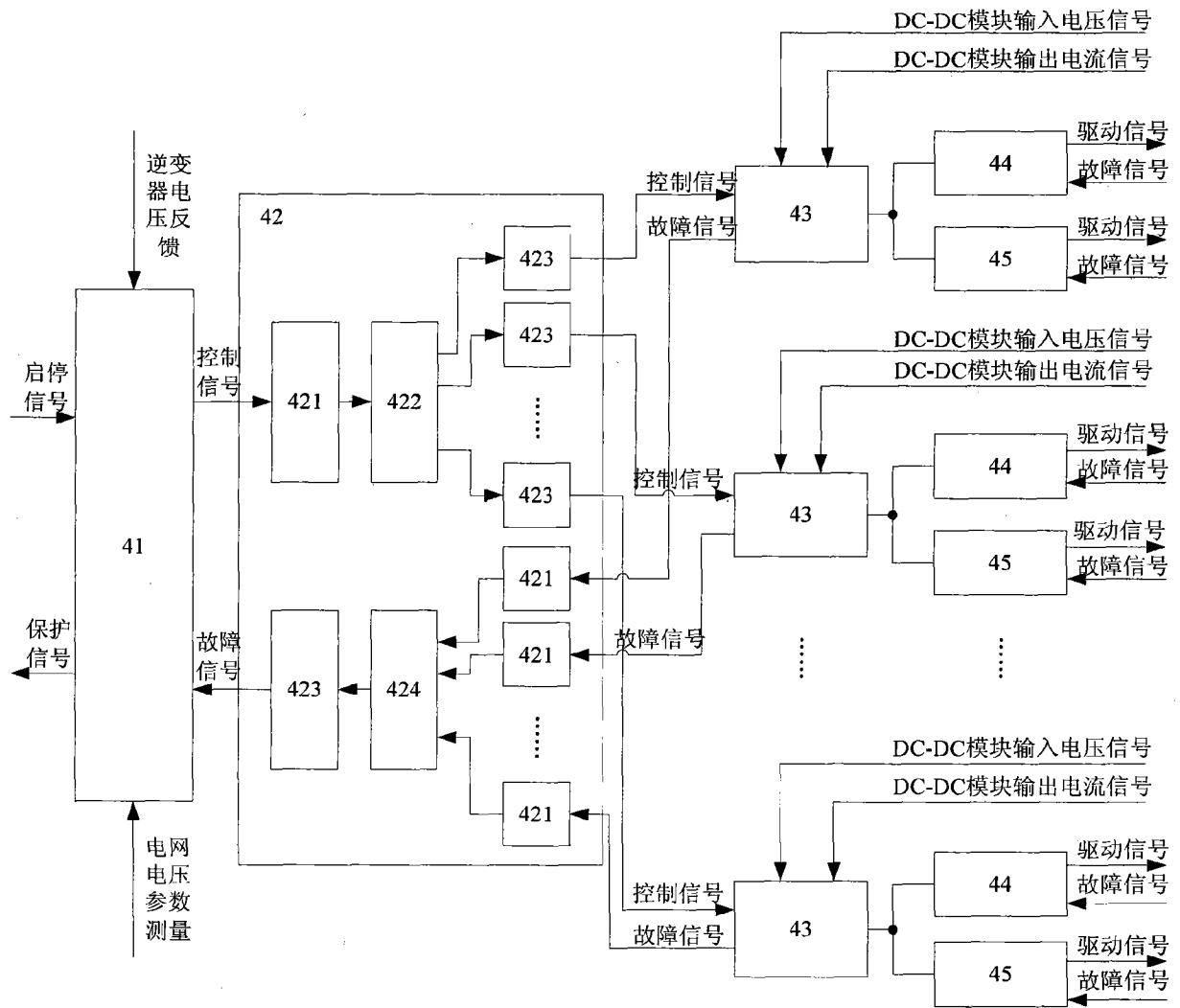


图 2

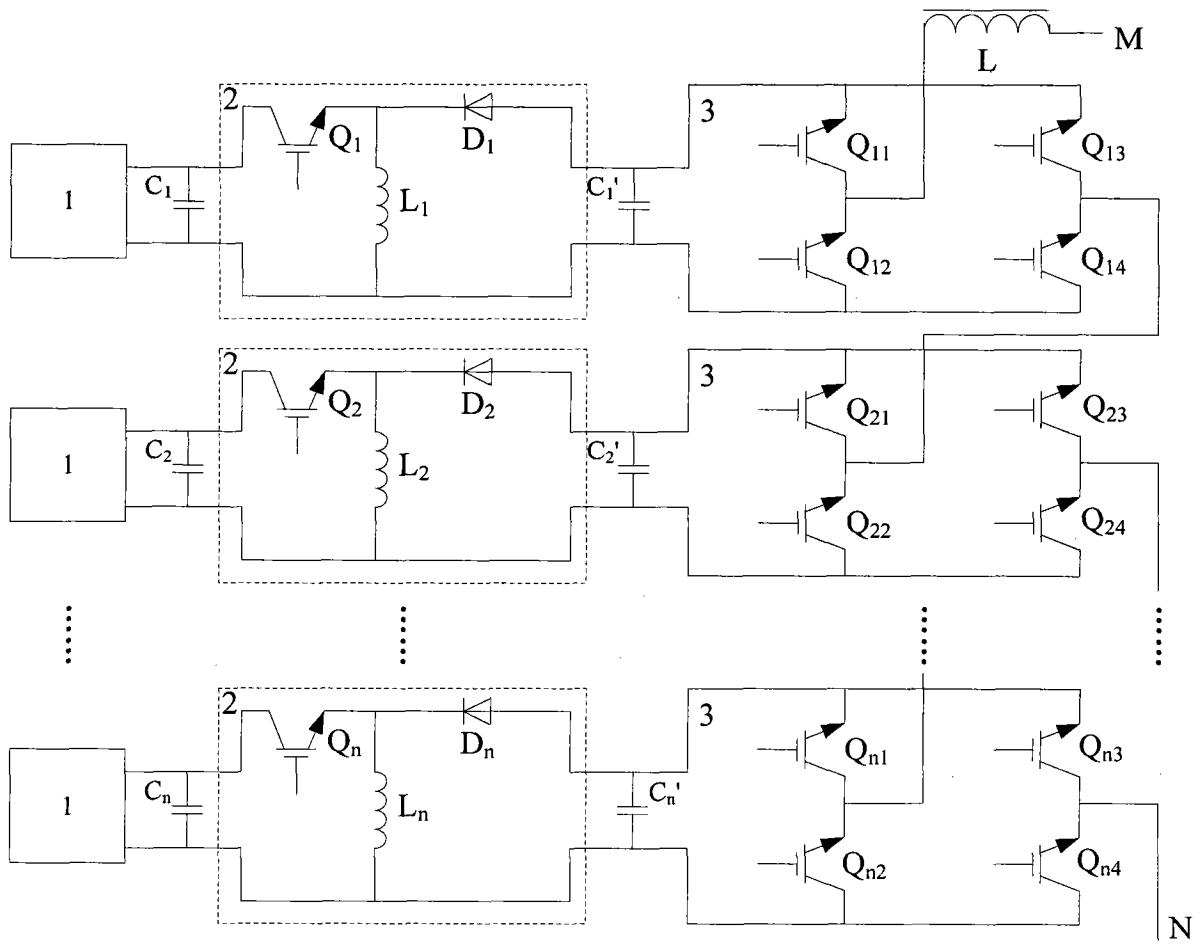


图 3

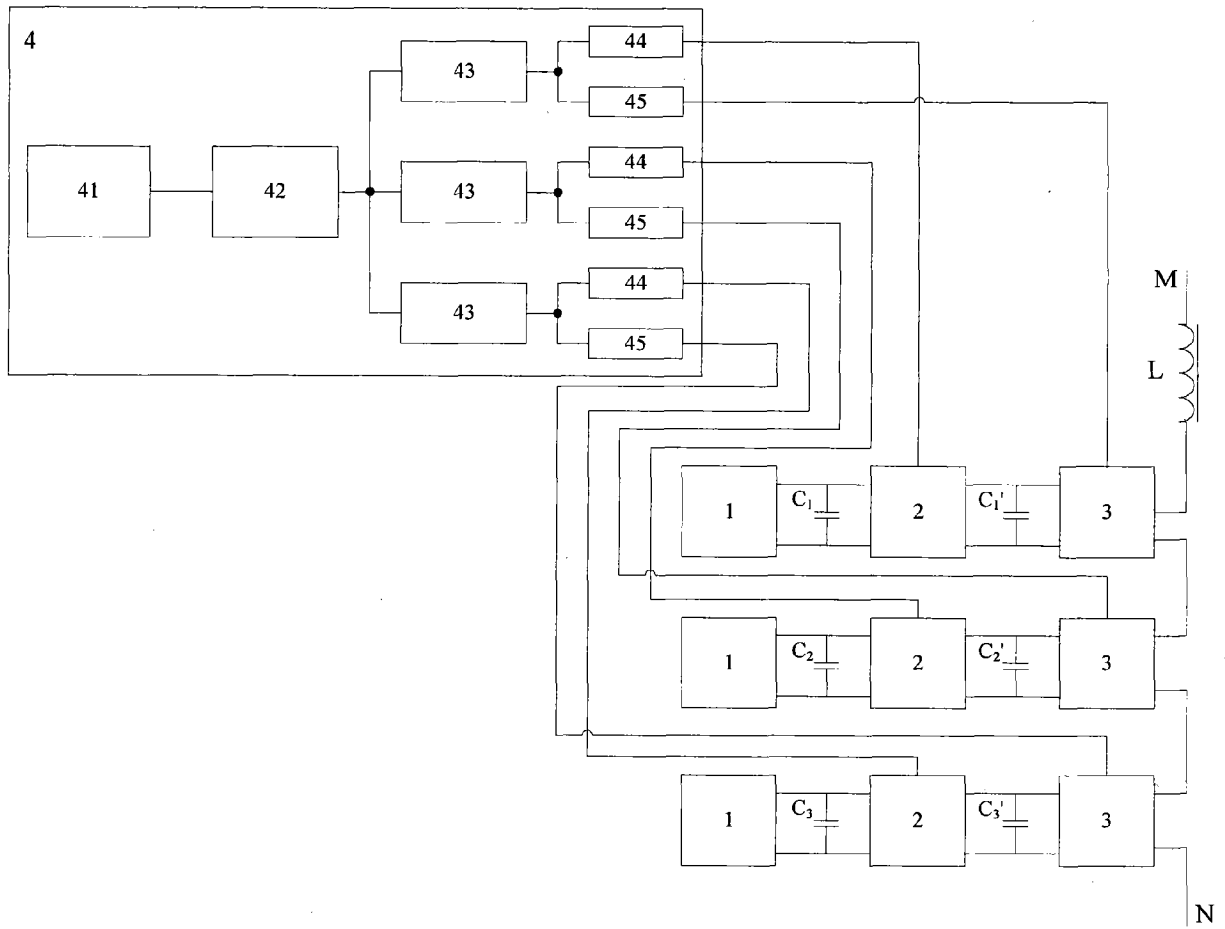


图 4