

一种直流变换器及电子设备



电力和功率电子

节能/发电/管理/储存 (电池)

机会

在电力电子领域，特别是非隔离型DC-DC变换器中，现有的挑战在于需要高效且经济的高降压比电压转换。传统解决方案，如两级式变换器或复杂控制方案，通常因多级转换而效率较低，并且由于元件数量增加（尤其是多个开关管）而导致成本更高。在数据中心等应用中，48V总线电压必须降至约1V以供处理器和内存使用，高效且经济地实现高降压比（例如25:1或更高）至关重要。传统的单级变换器通常提供有限的降压比（例如，与占空比 d 成正比），要实现高降压比需要级联多级，这会损害整体系统效率、增加尺寸、并提高控制复杂性和成本。因此，市场迫切需要一种单级、非隔离的DC-DC变换器拓扑，能够以更少的元件、更简单的控制和更高的效率提供极高的降压比，以满足现代高性能计算、电信和便携式电子设备的需求。

技术

本专利公开了一系列新颖的单级非隔离DC-DC变换器拓扑，旨在实现高降压比。其核心创新在于一种特定的电路配置，仅包含一个开关管（如MOSFET、BJT、IGBT）、三个二极管、两个电感和一个电容。这些元件的独特互连（如多个实施例图3A、4A、5A、6A中详述）使变换器能够在两种开关模式下工作。当单个开关管导通时（模式1），输入源通过特定的二极管导通路径为电容充电并在电感中储存能量。当开关管关断时（模式2），电感中储存的能量被释放，电容通过交替的二极管路径放电以供给输出负载。关键在于，通过由开关占空比（ d ）控制的这种周期性操作，变换器实现了 d^2 的电压增益，即 $1/d^2$ 的降压比。这种二次方关系相比传统增益为 d 的降压（Buck）变换器，允许实现更大的电压降幅。该技术将功率转换过程简化为单级，无需级联变换器或复杂的控制算法即可获得高降压比。

优势

- 高效率：单级转换过程最大限度地减少了传统高降压解决方案中通常与多级转换相关的能量损失。
- 低成本：仅使用一个有源开关管，与多开关或两级拓扑相比，显著降低了物料清单和整体系统成本。
- 控制简单：变换器仅需控制单个开关管的占空比，简化了控制电路和算法，通常使用标准PWM技术即可实现。
- 高降压比：提供 $1/d^2$ 的降压比，可在单级内实现显著的电压降低（例如，当 $d=0.2$ 时，可从48V降至约1.92V）。

备注

IDF:1679

IP状态

已申请专利



技术成熟度等级 (TRL) ?

4

发明人

江朝强教授

汪晓胜博士

莫李平博士

王一博

任昇

查询: kto@cityu.edu.hk

- 设计灵活：专利公开了多个电路实施例（四种拓扑），具有相同的核心元件但连接方式略有不同，提供了不同的特性（例如，共地、输出电流连续性），以适应不同的应用需求。
- 尺寸紧凑：元件数量的减少有助于实现更小的占用空间，有利于空间受限的应用。

应用

- 数据中心电源：用于将48V总线电压降至CPU、GPU、ASIC和内存模块所需的低电压（如1V，1.8V）。
- 负载点（PoL）变换器：用于服务器主板、电信设备和网络硬件。
- 便携式电子设备：如笔记本电脑、平板电脑和智能手机，用于高效地将电池电压调节至内部各种IC所需电压。
- 工业电源系统：在电机驱动、传感器和控制电路等需要高效高比例直流电压转换的场合。
- 可再生能源系统：如太阳能光伏阵列，用于与电池存储或并网逆变器接口。
- 汽车电子：用于将电池电压转换为信息娱乐系统、ADAS传感器和其他电子控制单元（ECU）所需的较低电压。

