



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202550538 U

(45) 授权公告日 2012. 11. 21

(21) 申请号 201220138717. 9

H02J 13/00(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 04. 01

(73) 专利权人 上海市电力公司

地址 200122 上海市浦东新区源深路 1122 号

(72) 发明人 何维国 刘隽 包海龙 张宇 沈勇

(74) 专利代理机构 上海三和万国知识产权代理 事务所 31230

代理人 章鸣玉

(51) Int. Cl.

H02J 3/00(2006. 01)

H02H 9/02(2006. 01)

H02J 3/01(2006. 01)

H02J 3/18(2006. 01)

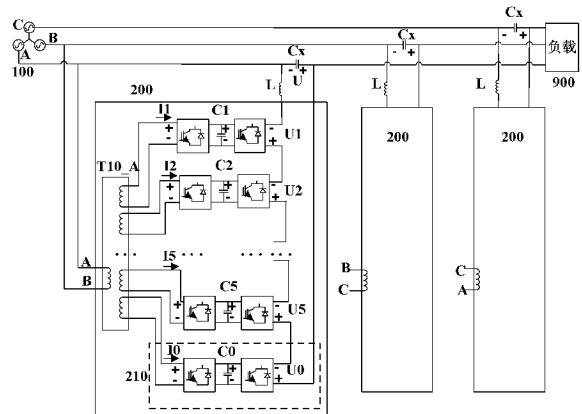
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

一种逐周限流保护电能质量控制装置

(57) 摘要

一种逐周限流保护电能质量控制装置, 涉及一种用于交流干线或交流配电网络的电路装置, 尤其是涉及到一种适用于高压交流电网稳定电压和减少谐波或波纹的装置, 包括电压电流调节模块和检测控制模块, 连接在三相系统电源和敏感负载之间, 电压电流调节模块为多重化级联 IGBT 功率模块, 每相由 n 个串联连接的电压补偿单元组成; 检测控制模块的 IGBT 驱动电路设置比较器和与门逻辑电路连接组成的逐周限流保护单元, 在每个控制周期对过电流进行限制。该装置可以显著提高敏感用户供电电能质量, 减少电网和敏感负载用电设备的故障、降低电网损耗、提高电能利用率, 提高了短路保护电路的可靠性。



1. 一种逐周限流保护电能质量控制装置,包括电压电流调节模块和检测控制模块,所述的逐周限流保护电能质量控制装置连接在三相系统电源和敏感负载之间,所述的检测控制模块的检测输入端连接到三相系统电源,所述的检测控制模块通过 IGBT 驱动电路,连接到电压电流调节模块,其特征在于:

所述的电压电流调节模块为多重化级联 IGBT 功率模块,每相由 n 个串联连接的电压补偿单元组成,其中 $1 \leq n \leq 20$;

所述的 IGBT 驱动电路设置逐周限流保护单元,逐周限流保护单元包括正限定值设定元件,负限定值设定元件,补偿电流检测元件,第一比较器,第二比较器,第一与门,第二与门,上管触发脉冲输入端,下管触发脉冲输入端,上管驱动元件和下管驱动元件;

所述的正限定值设定元件连接到第一比较器的同相输入端,所述的负限定值设定元件连接到第二比较器的反相输入端,第一比较器的反相输入端和第二比较器的同相输入端并联连接到所述的补偿电流检测元件;

所述的第一与门的三个输入端分别连接到上管触发脉冲输入端、第一比较器的输出端和第二比较器的输出端,第一与门的输出端连接到上管驱动元件;

所述的第二与门的三个输入端分别连接到下管触发脉冲输入端、第一比较器的输出端和第二比较器的输出端,第二与门的输出端连接到下管驱动元件。

2. 根据权利要求 1 所述的逐周限流保护电能质量控制装置,其特征在于所述的电压补偿单元的主电路是 IGBT 连接组成的 H 桥功率单元电路,各个电压补偿单元通过一个多绕组隔离变压器连接到三相系统电源,每一路 H 桥功率单元电路的输入端,通过整流电路连接到隔离变压器的一个二次绕组。

3. 根据权利要求 1 所述的逐周限流保护电能质量控制装置,其特征在于所述的电压电流调节模块包含谐波电流补偿单元,所述的谐波电流补偿单元的主电路是 IGBT 连接组成的 H 桥功率单元电路;所述的隔离变压器的每一相还包含为谐波电流补偿单元供电的二次绕组;每一相的谐波电流补偿单元分别通过隔离变压器的二次绕组连接到三相系统电源,谐波电流补偿单元的 H 桥功率单元电路的输入端,通过整流电路连接到隔离变压器的一个二次绕组;连接在三相系统电源同一相上的谐波电流补偿单元与电压补偿单元串联连接。

4. 根据权利要求 1、2 或 3 所述的逐周限流保护电能质量控制装置,其特征在于所述的检测控制模块包含数字信号处理器、信号调理元件和电流 / 电压转换元件;所述的数字信号处理器设有 AD 转换器和 PWM 输出端口,所述 AD 转换器的模拟信号输入端,通过信号调理元件和电流 / 电压转换元件连接到三相系统电源的电压互感器和电流互感器;所述 PWM 输出端口通过 IGBT 驱动电路,分别连接到各路电压补偿单元和谐波电流补偿单元的 IGBT 的栅极。

5. 根据权利要求 4 所述的逐周限流保护电能质量控制装置,其特征在于所述的检测控制模块还包含网络接口单元,所述的数字信号处理器通过网络接口单元连接到三相系统电源的电网监控系统。

一种逐周限流保护电能质量控制装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种用于交流干线或交流配电网的电路装置,尤其是涉及到一种适用于高压交流电网稳定电压和减少谐波或波纹的装置。

背景技术

[0002] 城市电网中现代工业、商业和居民用电设备,如高性能办公设备、精密实验仪器、变频调速设备、可编程逻辑控制器、各种自动生产线以及计算机系统等对电源特性变化敏感性负荷呈逐年上升趋势,对电能质量的要求不断提高。对敏感用户(如半导体制造企业)而言,几十毫秒的电压暂降就可能造成设备损坏、生产线停产,造成巨大经济损失。与此同时,分布式能源、冲击性和干扰性负荷的大量接入等因素都使得电网电能质量存在日趋恶化的趋势,严重威胁电力系统的安全运行和用电设备的正常工作。

[0003] 针对敏感负荷电能质量控制问题,国内外开展了电能质量控制产品的研究制造。但是,电能质量控制装置还没有形成标准化的产品,并且主要停留在低压小容量范围,中国实用新型专利“低谐波电源质量控制系统”(实用新型专利号:ZL201020133972 公开号:CN201656479)公开了一种低谐波电源质量控制系统。该低谐波电源质量控制系统包含检测装置、电力调整装置、阻性负载装置。检测装置接收来自于阻性负载装置的反馈信号。检测装置输出的控制信号可以用电压或电流为信号。电力调整装置接收到所述控制信号后,以比例方式输出驱动电压。所述比例方式为在连续输出时间间隔输出全功率驱动电压,并在连续不输出时间间隔停止输出全功率驱动电压。阻性负载装置接收驱动电压后,输出反馈信号到检测装置。以比例方式在连续输出时间间隔输出全功率驱动电压,并在连续不输出时间间隔停止输出全功率驱动电压,将能够有效的减少产生电力的谐波。但是该装置仅适用于小功率的阻性负载装置,不适用于高压大功率的电网电能质量控制;其目的是减少阻性负载装置产生的谐波对电源质量的影响,而不是通过改善供电电网的电能质量,为敏感负载提供更高质量的电源。

实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的是要提供一种逐周限流保护电能质量控制装置,解决提高敏感用户供电电能质量,减少电网和敏感负载用电设备的故障、降低电网损耗、提高电能利用率的技术问题。

[0005] 本实用新型解决上述技术问题所采用的技术方案是:

[0006] 一种逐周限流保护电能质量控制装置,包括电压电流调节模块和检测控制模块,所述的逐周限流保护电能质量控制装置连接在三相系统电源和敏感负载之间,所述的检测控制模块的检测输入端连接到三相系统电源,所述的检测控制模块通过 IGBT 驱动电路,连接到电压电流调节模块,其特征在于:

[0007] 所述的电压电流调节模块为多重化级联 IGBT 功率模块,每相由 n 个串联连接的电压补偿单元组成,其中 $1 \leq n \leq 20$;

[0008] 所述的 IGBT 驱动电路设置逐周限流保护单元,逐周限流保护单元包括正限定值设定元件,负限定值设定元件,补偿电流检测元件,第一比较器,第二比较器,第一与门,第二与门,上管触发脉冲输入端,下管触发脉冲输入端,上管驱动元件和下管驱动元件;

[0009] 所述的正限定值设定元件连接到第一比较器的同相输入端,所述的负限定值设定元件连接到第二比较器的反相输入端,第一比较器的反相输入端和第二比较器的同相输入端并联连接到所述的补偿电流检测元件;

[0010] 所述的第一与门的三个输入端分别连接到上管触发脉冲输入端、第一比较器的输出端和第二比较器的输出端,第一与门的输出端连接到上管驱动元件;

[0011] 所述的第二与门的三个输入端分别连接到下管触发脉冲输入端、第一比较器的输出端和第二比较器的输出端,第二与门的输出端连接到下管驱动元件。

[0012] 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的一种优选的技术方案,其特征在于所述的电压补偿单元的主电路是 IGBT 连接组成的 H 桥功率单元电路,各个电压补偿单元通过一个多绕组隔离变压器连接到三相系统电源,每一路 H 桥功率单元电路的输入端,连接到隔离变压器的一个二次绕组。

[0013] 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的一种较佳的技术方案,其特征在于所述的电压电流调节模块包含谐波电流补偿单元,所述的谐波电流补偿单元的主电路是 IGBT 连接组成的 H 桥功率单元电路;所述的隔离变压器的每一相还包含为谐波电流补偿单元供电的二次绕组;每一相的谐波电流补偿单元分别通过隔离变压器的二次绕组连接到三相系统电源,谐波电流补偿单元的 H 桥功率单元电路的输入端,通过整流电路连接到隔离变压器的一个二次绕组;连接在三相系统电源同一相上的谐波电流补偿单元与电压补偿单元串联连接。

[0014] 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的一种更好的技术方案,其特征在于所述的检测控制模块包含数字信号处理器、信号调理元件和电流/电压转换元件;所述的数字信号处理器设有 AD 转换器和 PWM 输出端口,所述 AD 转换器的模拟信号输入端,通过信号调理元件和电流/电压转换元件连接到三相系统电源的电压互感器和电流互感器;所述 PWM 输出端口通过 IGBT 驱动电路,分别连接到各路电压补偿单元和谐波电流补偿单元的 IGBT 的栅极。

[0015] 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的一种进一步改进的技术方案,其特征在于所述的检测控制模块还包含网络接口单元,所述的数字信号处理器通过网络接口单元连接到三相系统电源的电网监控系统。

[0016] 本实用新型的有益效果是:

[0017] 1. 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置,可以显著提高敏感用户供电电能质量,减少电网和敏感负载用电设备的故障、降低电网损耗、提高电能利用率。利用 U_{ce} 检测单元和电流传感器检测,对被保护的 IGBT 功率模块实现综合保护,大大提高了短路保护电路的可靠性。

[0018] 2. 采用多重化级联 IGBT 功率模块,通过功率单元的串联,降低了功率器件的耐压要求,可采用技术成熟、价格低廉的低压 IGBT 组成逆变单元,通过串联单元的个数适应不同的输出电压要求。

[0019] 3. 由于逆变器采用多重化 PWM 技术,经叠加可得到理想的相电压波形,堪称完美

无谐波。输入功率因数可达 0.95 以上,不必设置输入滤波器和功率因数补偿装置,进一步降低了系统成本。波形的改善除减小输出谐波外,还可以降低噪声和 dv/dt 值。

[0020] 4. 由于电压电流调节模块的各功率单元具有相同的结构及参数,便于将功率单元做成模块化,实现冗余设计,即使在个别单元故障时也可通过单元旁路功能将该单元短路,系统仍能正常或降额运行。

附图说明

[0021] 图 1 是本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的主电路图;

[0022] 图 2 是多重化级联 IGBT 功率模块的工作原理框图;

[0023] 图 3 是本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的 H 桥单元电路图;

[0024] 图 4 是本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的控制单元电路图;

[0025] 图 5 是逐周限流保护单元的原理框图。

[0026] 以上图中的各部件的标号:100-三相电源,200-多重化级联 IGBT 功率模块,201~20n H 桥功率模块,210-谐波电流补偿单元,300-数字信号处理器,310-AD 转换器,320-PWM 输出端口,321-上管触发脉冲输入端,322-下管触发脉冲输入端,400-信号调理元件,410-电流/电压转换元件,420-补偿电流检测元件,500-网络接口单元,700-IGBT 驱动电路,710-第一比较器,711-正限定值设定元件,720-第二比较器,721-负限定值设定元件,730-第一与门,740-第二与门,750-上管驱动元件,760-下管驱动元件,900-敏感负载。

具体实施方式

[0027] 为了能更好地理解本实用新型的上述技术方案,下面结合附图和实施例进行进一步详细描述。

[0028] 图 1 是本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的主电路图,包括电压电流调节模块 200 和检测控制模块(图中未表示),所述的逐周限流保护电能质量控制装置连接在三相系统电源 100 和敏感负载 900 之间,所述的检测控制模块的检测输入端连接到三相系统电源 100,所述的检测控制模块通过 IGBT 驱动电路,连接到电压电流调节模块 200。电压电流调节模块 200 为多重化级联 IGBT 功率模块,每相由 n 个串联连接的电压补偿单元 201-20n 组成,其中 $1 \leq n \leq 20$ (参见图 3)。所谓多重化级联,就是每相由几个低压 PWM 功率单元串联组成,各功率单元由一个多绕组的隔离变压器供电,用高速数字信号处理器控制各功率单元的开启和关闭,以光耦或光导纤维隔离驱动。

[0029] 所述的 IGBT 驱动电路设置逐周限流保护单元,逐周限流保护单元如图 5 所示,包括正限定值设定元件 711,负限定值设定元件 721,补偿电流检测元件 420,第一比较器 710,第二比较器 720,第一与门 730,第二与门 740,上管触发脉冲输入端 321,下管触发脉冲输入端 322,上管驱动元件 750 和下管驱动元件 760;正限定值设定元件 711 连接到第一比较器 710 的同相输入端,负限定值设定元件 721 连接到第二比较器 720 的反相输入端,第一比较器 710 的反相输入端和第二比较器 720 的同相输入端并联连接到所述的补偿电流检测元件 420;第一与门 730 的三个输入端分别连接到上管触发脉冲输入端 321、第一比较器 710 的输出端和第二比较器 720 的输出端,第一与门 730 的输出端连接到上管驱动元件 750;第二与门 740 的三个输入端分别连接到下管触发脉冲输入端 322、第一比较器 710 的输出端和

第二比较器 720 的输出端,第二与门 740 的输出端连接到下管驱动元件 760。当系统发生短路故障时,将使补偿电流迅速增加。这样的电流流经 IGBT 功率模块时,将会造成 IGBT 过流,严重时使 IGBT 损坏,因此必须采取相应的保护措施。逐周限流保护单元可以在每个控制周期对过电流进行限制。这种方法不同于传统意义上的封锁脉冲,因为它不是真的封锁脉冲,而是在必要的情况下“切脉冲”。它不是单纯让 IGBT 功率模块停止运行,而是在过流情况下能让 IGBT 功率模块在自己的能力范围内继续起补偿调节作用。这种方法通过检测补偿电流,当补偿电流超过限定值时,相应的比较器输出低电平,通过与门“切除”所有相关 IGBT 功率模块的触发脉冲,使本实用新型的装置的输出电流限定在给定范围内,补偿装置可在其自身安全的情况下,继续起到补偿作用。

[0030] 图 3 是本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的 H 桥单元电路图,图 3 中仅表示了三相多重化级联 IGBT 功率模块中的一相,另外两相的电路结构完全相同。图中,电压补偿单元 201 ~ 20n 的主电路是绝缘栅双极型晶体管 (IGBT) 连接组成的 H 桥功率单元电路,每个功率单元 201 ~ 20n 由 IGBT(T1 至 T4) 构成,组成三相输入、单相输出的 PWM 电压型逆变器。每个功率单元 201 ~ 20n 的输出电压为 1、0、-1 三种状态电平,每相 n 个单元叠加,就可产生 $2n+1$ 种不同的电平等级。各个电压补偿单元通过一个多绕组隔离变压器 T10 连接到三相系统电源,每一路 H 桥功率单元电路的输入端,通过整流电路连接到隔离变压器 T10 的一个二次绕组;隔离变压器 T10 为三相电力变压器,共有 $3n$ 个二次绕组,分成 n 组,每组之间通过隔离变压器的不同联接组别,实现 $180/3n$ 的相位差(参见图 2)。图 2 中以 5 单元级联模式为例,以中间 Δ 接法为参考(相位差为 0),上下方各有两套分别超前 $(+180/3n, +360/3n)$ 和滞后 $(-180/3n, -360/3n)$ 的 4 组绕组。通过变压器的不同联接组别,可以实现所需相差角度。若每组由 5 个额定电压为 690V 的功率单元串联,相电压为 $690V \times 5 = 3450V$,所对应的线电压为 6000V,从而实现了用低压功率元件实现高压电压补偿的功能。采用功率单元串联,而不是用传统的器件串联来实现高压输出,所以不存在器件均压的问题。每个功率单元承受的输出电流都等于负载相电流,即, $I_1 = I_2 = \dots = I_n$;每个功率单元承受的电压 $U_i (i = 1 \sim n)$ 为输出相电压 U 的 $1/n$;每个功率单元承受 $1/3n$ 的输出功率。

[0031] 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的电压电流调节模块包含谐波电流补偿单元 210,图 1 中仅表示了 A 相的谐波电流补偿单元 210 的主电路。该主电路与电压补偿单元相同,也是 IGBT 连接组成的 H 桥功率单元电路。隔离变压器 T10 的每一相还包含为谐波电流补偿单元供电的二次绕组;3 个谐波电流补偿单元分别通过隔离变压器 T10 的二次绕组连接到三相系统电源,每一路 H 桥功率单元电路的输入端,连接到隔离变压器的一个二次绕组;连接在三相系统电源同一相上的谐波电流补偿单元和电压补偿单元串联连接后,通过电感 L 与电容器 C_x 组成的 LC 滤波电路,串联接入三相系统电源 100 和敏感负载 900 之间。滤波电感 L 在负载侧发生短路时具有限流作用。

[0032] 本实用新型的逐周限流保护电能质量控制装置的检测控制模块如图 4 所示,包含数字信号处理器 300、信号调理元件 400、电流 / 电压转换元件 410 和网络接口单元 500,数字信号处理器 300 设有 AD 转换器 310 和 PWM 输出端口 320,AD 转换器 310 的模拟信号输入端,通过信号调理元件 400 和电流 / 电压转换元件 410 连接到三相系统电源的电压互感器和电流互感器,接收电源电压和电流检测信号;PWM 输出端口 320 通过 IGBT 驱动电路 700,

分别连接到各路电压补偿单元和谐波电流补偿单元的 IGBT(T1 至 T4) 的栅极,把数字信号处理器 300 产生的 PWM 控制信号传送给多重化级联的各个功率单元;数字信号处理器 300 通过网络接口单元 500 连接到三相系统电源的电网监控系统,实现远程监控和联网控制。

[0033] 在本实用新型的一个实施例中,数字信号处理器 300 为 T1 公司的 TMS320F28335 型数字信号处理器,该处理器具有 150MHz 的高速处理能力,具备 32 位浮点处理单元,6 个 DMA 通道支持 ADC、McBSP 和 EMIF,有多达 18 路的 PWM 输出,其中有 6 路为 T1 特有的更高精度的 PWM 输出 (HRPWM),12 位 16 通道 ADC。IGBT 驱动电路 700 可以使用任何现有的 IGBT 驱动集成电路,典型的实施例是 EXB8 系列的 EXB840,EXB841,EXB850,EXB851,M579 系列的 M57957,M57958,M57962,HL 系列的 HL402,GH 系列的 GH-039 等。在该实施例中,网络接口单元 500 采用 EtherCAT 从站控制器 ET1100,EtherCAT 是开放的实时以太网网络通讯协议,能够满足电力系统规模的不断扩大,系统运行方式越来越复杂,对自动化水平的要求越来越高的要求。

[0034] 28335 产生 8 路 PWM 波,经过 IGBT 驱动电路 700 送出。板卡上将所有输入故障信号相“或”送给 6 路封锁 PWM 输入信号 (TZ),确保一旦发生故障 28335 可直接从硬件上封锁所有 PWM。

[0035] 模拟量采集通道连接的信号调理元件 400 和电流 / 电压转换元件 410 包括:两路电压霍尔元件 (CHV-50P/1200A) 输入,2 路电流霍尔元件输入,4 路热敏电阻采样输入,AD 转换器采用 28335 内部 12bitAD。

[0036] DIDO 连接的 4 路 DI 输入端子连接的数字输入信号包括:整流桥左桥臂故障,右桥臂故障,逆变桥左桥臂故障,右桥臂故障,驱动板电源欠压故障;DO 输出端的数字输出信号包括:8 路 PWM 信号,封锁旁路信号和驱动板复位信号。

[0037] 本技术领域中的普通技术人员应当认识到,以上的实施例仅是用来说明本实用新型的技术方案,而并非用作为对本实用新型的限定,任何基于本实用新型的实质精神对以上所述实施例所作的变化、变型,都将落在本实用新型的权利要求的保护范围内。

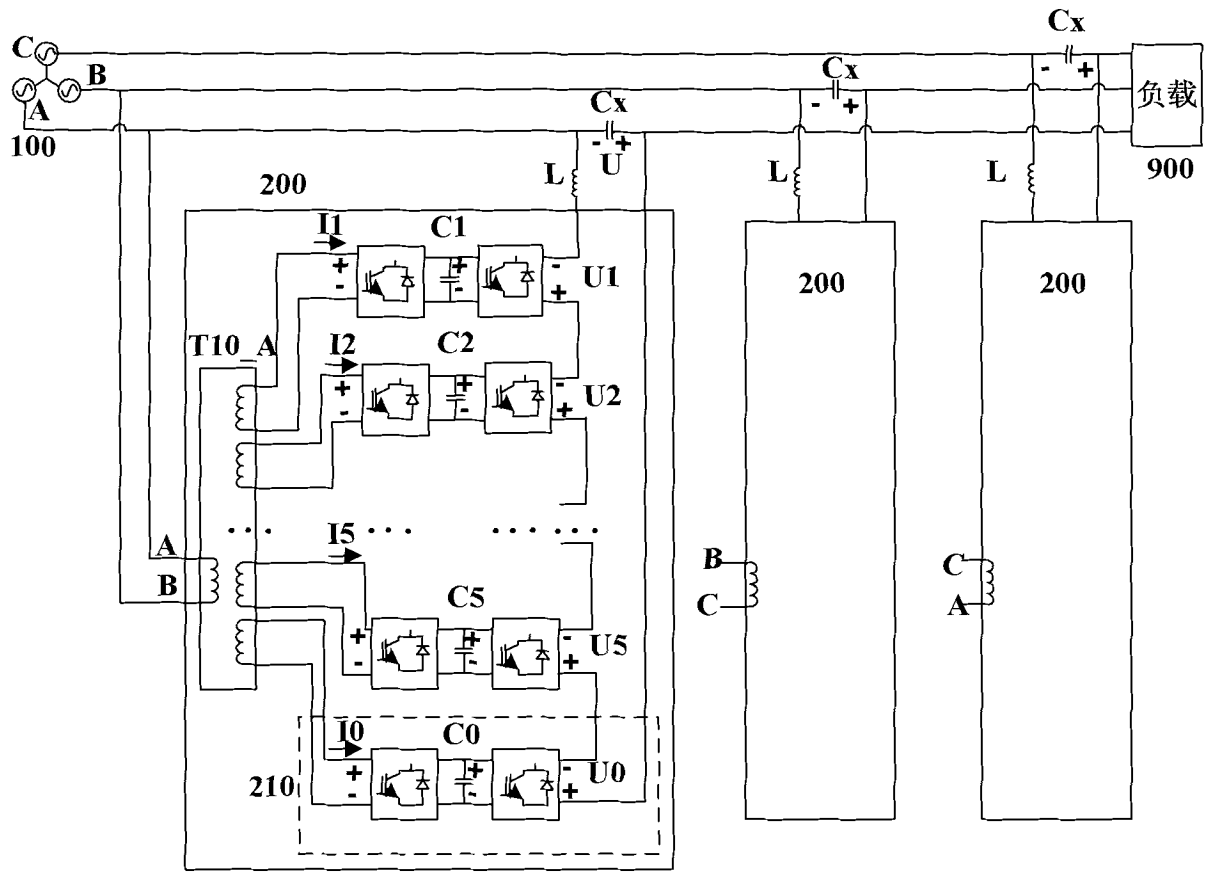


图 1

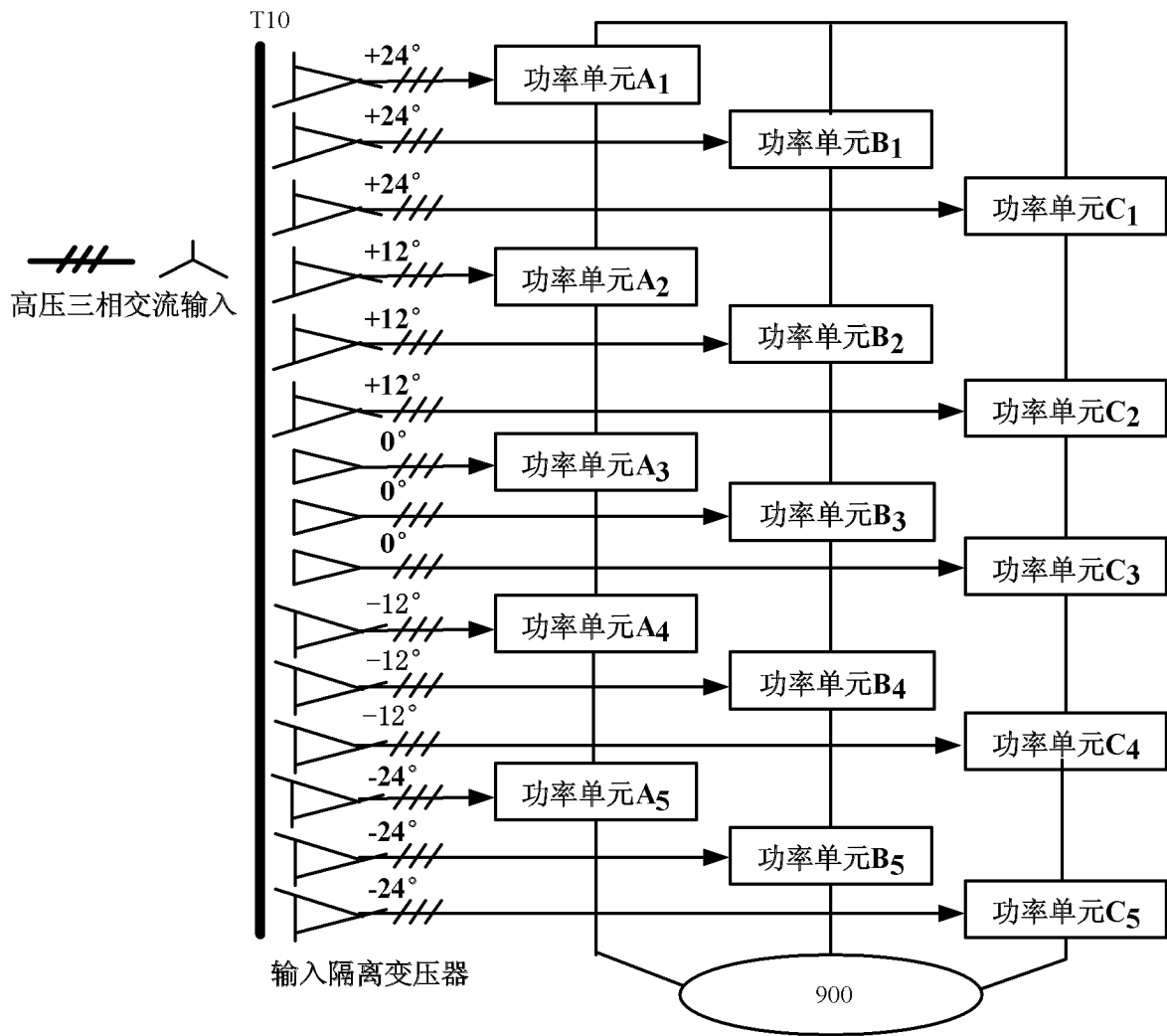


图 2

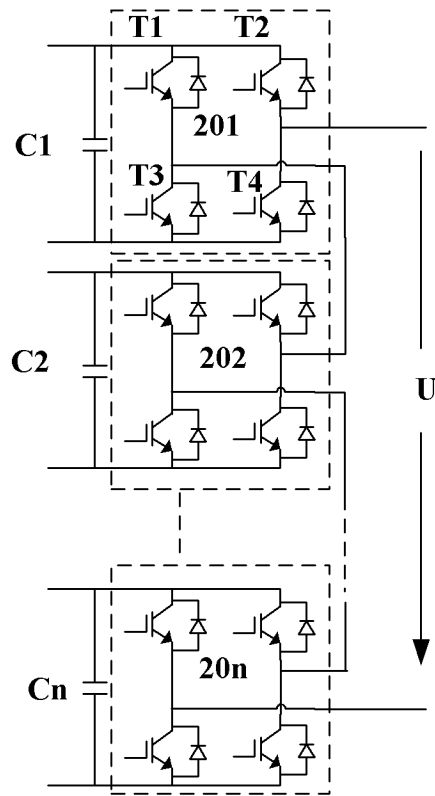


图 3

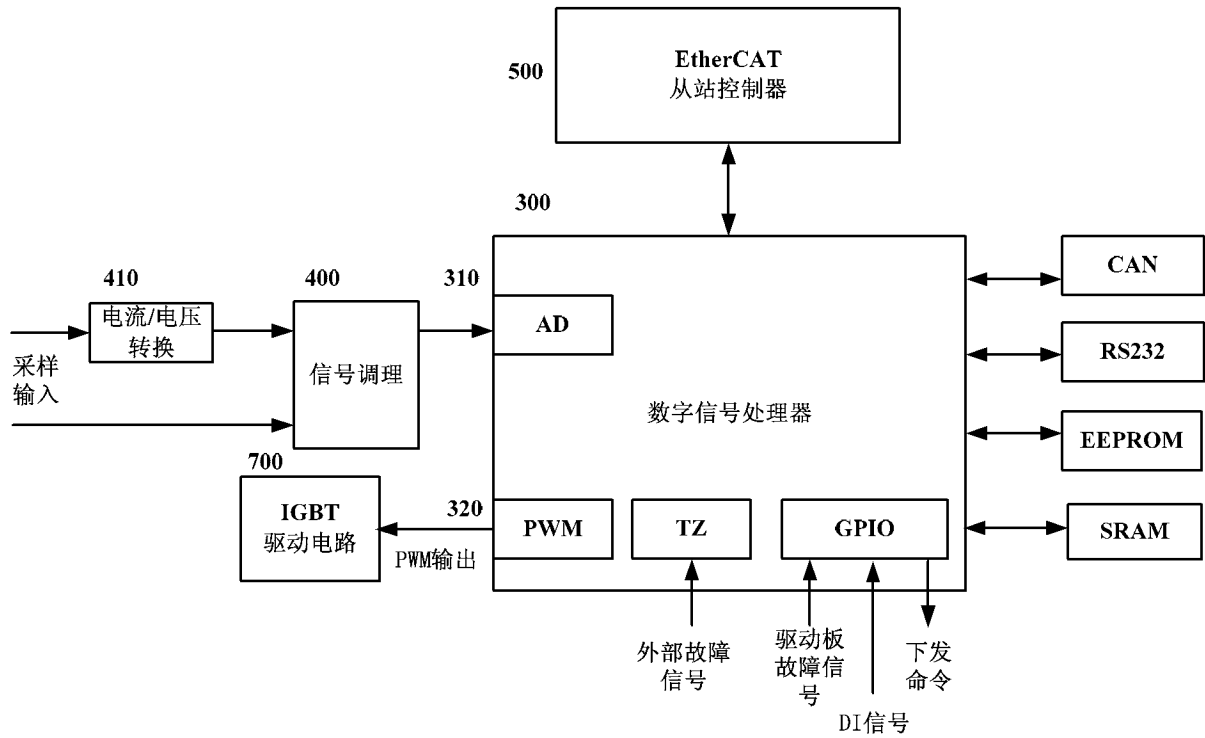


图 4

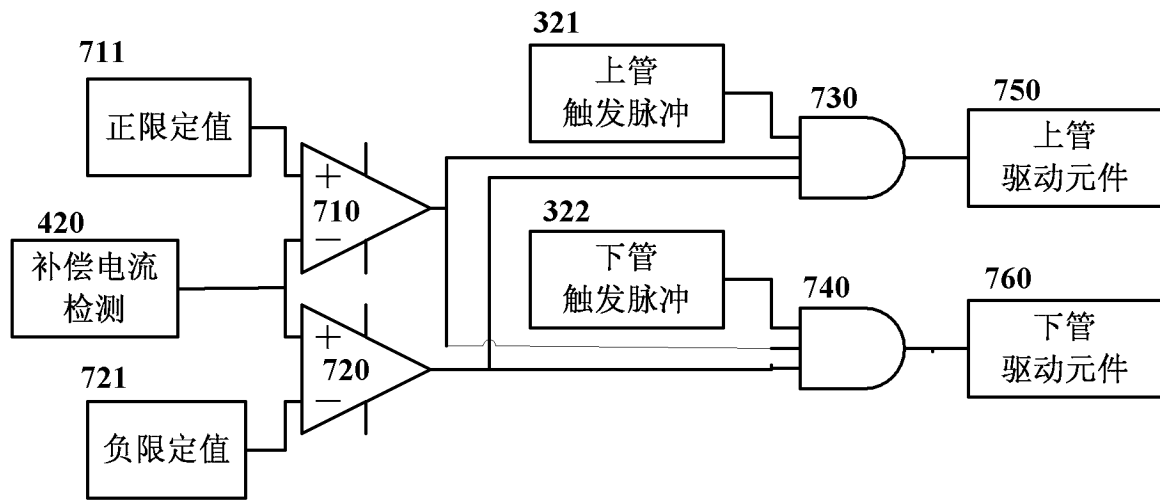


图 5