

10kV 新型 STATCOM 装置的研究

孙国歧¹ 连 艳² 颜 勇² 夏成山² 魏晓宾¹

(1. 山东德佑电气有限公司, 山东 淄博 255000; 2. 国网山东节能服务有限公司, 济南 250000)

摘要 本论文研究了基于热敏电阻的温度检测电路, 该电路具有较高的检测精度, 减少了开发成本, 检测方法更加简便; 基于 IGBT 驱动电路的信号隔离电路后, 隔离电路能够提供更小的信号延迟, 具有更好的共模抑制能力以及成本低廉。

关键词: 热敏电阻; 共模抑制; 信号隔离电路

STATCOM 正常工作时就是通过电力半导体开关的通断将直流侧电压转换成与电网同频率的交流侧输出电压, 就像一个电压型逆变器, 只不过其交流侧输出接的不是无源负载, 而是电网。因此, 当仅考虑基波频率时, STATCOM 可以被等效地视为幅值和相位均可以控制的一个与电网同频率的交流电压源, 它通过电抗器连接到电网上^[1-2]。

采用电压源逆变器结构的 STATCOM 的原理电路如图 1 所示, 电压源逆变器通过滤波电抗器串联并入电网。

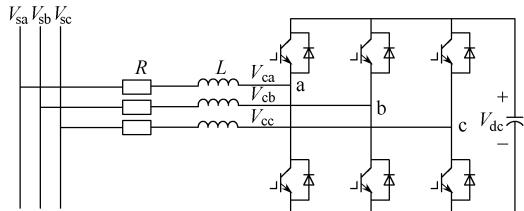


图 1 STATCOM 主电路

1 基于 IGBT 驱动电路的信号隔离电路

1.1 背景技术

目前市场上的驱动电路主要采用以下几种隔离方法: 高速光耦隔离、脉冲变压器隔离、高频脉冲调制变压器隔离。采用高速光耦隔离具有成本较高、输入输出延迟大、共模抑制能力较低, 基本上在 $30\text{kV}/\mu\text{s}$ 以下等缺点; 采用脉冲变压器隔离, 即使用变压器将驱动功率从二次侧传输给 IGBT, 其具有较低的延迟、较高的共模能力、不需要隔离电源等优点, 但同时具有变压器体积大、共模抑制能力不够好、不能传送低频信号、不能传送占空比高的信号、信号边沿不够陡峭的缺点; 高频脉冲调制变压器隔离, 即将驱动信号调制成高频信号后送到脉冲变压器初级, 变压器次级再解调出驱动信号, 隔离

变压器同时传送驱动能量, 具有成本较高、驱动电流较小、动作延时较大的缺点。

1.2 IGBT 驱动器的信号隔离电路

为了解决背景技术所存在的缺点, STATCOM 装置采用了一种基于 IGBT 驱动器的信号隔离电路。结构框图如图 2 所示。信号隔离电路由输入缓冲电路、延时缓冲电路、图腾柱驱动电路、隔离变压器、滤波电路和信号还原电路组成。输入缓冲电路的输出端分别与图腾柱驱动电路的输入端、延时缓冲电路的输入端相连接, 且延时缓冲电路的输出端与图腾柱驱动电路的输入端连接, 图腾柱驱动电路的输出端与变压器的输入端连接, 隔离变压器的输出端与滤波电路的输入端连接, 滤波电路的输出端与信号还原电路的输入端连接。

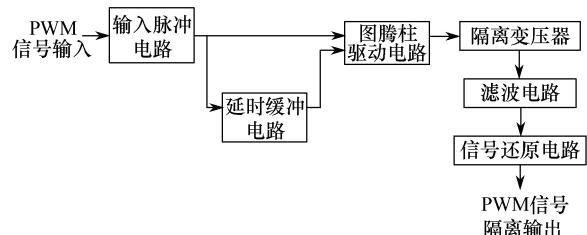


图 2 IGBT 驱动器的信号隔离电路结构框图

PWM 信号经过 PWM 信号输入缓冲电路后分成两路, 一路直接进入图腾柱驱动电路, 另一路经过延时缓冲电路后进入图腾柱驱动电路, 图腾柱驱动电路的输出接到隔离变压器的两端, 隔离变压器的输出经过滤波电路后进入信号还原电路还原成 PWM 信号隔离输出。

2 基于热敏电阻的温度检测电路

2.1 背景技术

IGBT 模块中的热敏电阻需精确检测其阻值, 根据阻值通过查表的方式来确定 IGBT 模块中热敏电

阻的温度。目前常用的热敏电阻检测电路有两种：第一种，直接采用一个恒值电压源 U_1 供电，通过一个已知阻值的电阻 R_1 和热敏电阻 R 分压，通过 A/D 检测热敏电阻上的电压 U_2 ，则可通过公式 $R = U_2 * R_1 / (U_1 - U_2)$ 法非常精确，但是 A/D 芯片昂贵，为了一个电阻阻值的检测采用 A/D 芯片成本上无法接受，而且 A/D 芯片使用复杂，开发难度大；第二种，采用检测 $R-C$ 充电时间常数来确定电阻的阻值。电阻 R_{11} 和 R_{12} 确定比较器的比较电压，通过 R 对电容充电直至 U_{out} 翻转为高电平。 U_{out} 信号同时触发 Q_1 导通来给电容放电。 U_{out} 成为脉冲电压波形，其频率为对应 R 的函数： $F_{out} = R$ 。这种检测方法成本低，开发简单，但是如果电容的容值选取较小，则 U_{out} 的频率比较高，难以精确检测 R 的阻值。反之，如果电容的容值较大，则其容值精度低，并且温漂大，故这种电路的检测精度较低。

2.2 基于热敏电阻的温度检测电路

为了解决背景技术所存在的问题，STATCOM 装置采用了一种基于热敏电阻的温度检测电路。温度检测电路如图 3 所示。它包含三极管 Q_1 、热敏电阻 R 、电容 C 、运算放大器 A、电阻 R_1 、 R_2 、 R_3 ，三极管 Q_1 的发射极与接地端连接、三极管 Q_1 的集电极分别与热敏电阻 R 和 R_1 的一端相连，热敏电阻 R 的另一端与电源连接， R_1 另一端分别与电容 C 、

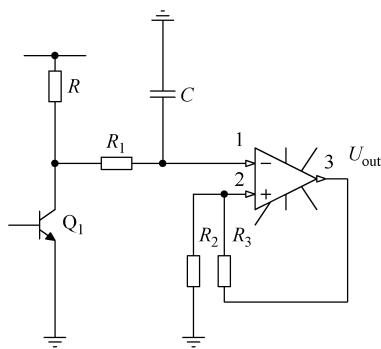


图 3 基于热敏电阻的温度检测电路

(上接第 119 页)

分析动作行为，找到事故的真正原因，积极采取防范措施，减少线路故障引起停电造成的经济损失。从电力系统各个环节提高管理水平，变电站事故将会逐步减少，电力系统的运行会更加安全稳定^[2]。

参考文献

- [1] 王显平, 张莉, 王微波. 电力系统故障分析[M]. 北

运算放大器 A 的引脚 1 连接，电容 C 的另一端与接地端连接，运算放大器 A 的引脚 1 分别与电阻 R_2 、 R_3 的一端连接，电阻 R_3 的另一端与接地端连接， R_2 的另一端与运算放大器 A 输出端 3 连接。

基于热敏电阻的温度检测电路的基本工作原理为：该运算放大器 A 的一端比较参考电压为一个滞环电压，比较器的另外一端电压是电容充放电的电压。电容的充放电在 U_{out} 上形成了脉冲波形， U_{out} 同时为 Q_1 的触发信号。 R 为热敏电阻， R_1 为参考电阻。当 U_{out} 为高电平时，电容 C 通过 R_1 来放电，其放电时间 T_{on} 与 $R_1 * C$ 的乘积成正比。当 U_{out} 为低电平时，电容 C 通过 R_1 来放电，其放电时间 T_{off} 与 $(R_1 + R) * C$ 的乘积成正比。所以 $T_{on}/T_{off} = R_1/(R_1 + R)$ 通过控制器可以精确检测出 T_{on} 和 T_{off} 的时间，同时 R_1 的电阻精度为 1%，比较常用，所以这个电路的开发成本低，无需 A/D 之类的高成本元件，而且有很高的检测精度。

3 结论

STATCOM 装置采用基于 IGBT 驱动电路的信号隔离电路后，隔离电路能够提供更小的信号延迟，具有更好的共模抑制能力以及成本低廉；STATCOM 装置采用基于热敏电阻的温度检测电路结构简单，具有较高的检测精度，减少了开发成本，检测方法更加简便。

参考文献

- [1] 罗承廉, 纪勇, 刘遵义. 静止同步补偿器(STATCOM)的原理与实现[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.
- [2] 张学亮, 陶以彬, 钟国基. 基于 DSP 和 FPGA 控制的并联有源电力滤波器[J]. 电力电子技术, 2009, 6: 6-8.

作者简介

孙国歧 (1975-)，男，工程师，主要从事电能质量评估、治理及电力电子产品的研发工作。

京: 中国电力出版社, 2008: 34-38.

- [2] 孙国凯. 电力系统继电保护原理[M]. 北京: 中国水利水电出版社, 2002: 72-86.

作者简介

刘航 (1986-)，男，河南许昌人，工程师，主要从事继电保护管理及运行工作。