

# Драйвер для силовых запираемых тиристоров с жёсткой коммутацией

ДЕРМЕНЖИ П.Г., СТРИГУЛИН А.П.

*Дано описание драйвера для силовых запираемых тиристоров с жёсткой коммутацией. Драйвер обеспечивает формирование импульсов отпирающего тока управления амплитудой 200 А, поддерживающий ток управления 10 А и формирование импульсов запирающего тока управления амплитудой до 5500 А при длительности фронта менее 1 мкс.*

**Ключевые слова:** запираемый тиристор с жёсткой коммутацией, драйвер, отпирающий ток управления, запирающий ток управления

Силовые запираемые тиристоры (СЗТ) являются самыми мощными полностью управляемыми полупроводниковыми приборами. Такие тиристоры (английское наименование Gate Turn-Off thyristor – GTO thyristor) на 4,5 кВ/4 кА выпускаются уже с 1990 г., а на 6 кВ/6 кА – с 1994 г. [1]. Однако время задержки выключения мощных GTO тиристоров достигает нескольких десятков микросекунд, что существенно ограничивает их быстродействие и возможности последовательного и параллельного соединений. К тому же, при применении СЗТ необходимо использовать защитные RCD-цепи, что приводит к увеличению габаритов и стоимости оборудования.

Логическим развитием традиционных СЗТ являются СЗТ с жёсткой коммутацией (английская аббревиатура GCT – Gate Commutated Thyristor) [2, 3]. Топология кремниевых кристаллов GCT и GTO тиристоров практически одинакова, но кристаллы GCT имеют более тонкую структуру. Кроме этого, конструкция корпусов мощных GCT такова, что паразитная индуктивность цепи управления не превышает 2–3 нГн. Поэтому GCT допускают так называемую жёсткую коммутацию: амплитуда импульса запирающего тока управления достигает значения амплитуды запираемого анодного тока, причём время его нарастания не превышает 1 мкс. Включение GCT также осуществляется быстронарастающими импульсами тока управления. При этом:

резко уменьшаются время задержки включения и выключения и их разброс, что облегчает параллельное и последовательное включение GCT;

увеличиваются допустимые скорости нарастания тока в открытом состоянии и уменьшаются коммутационные потери при включении;

примерно в 2 раза уменьшаются потери в цепи управления при выключении GCT;

*A driver (gate unit) for gate commutated thyristor (GCT) is described. The driver produces impulses of gate trigger current with amplitude of 200 A, holding gate current equal to 10 A, and impulses of gate turn-off current with amplitude up to 5500 A and rise time less than 1  $\mu$ s.*

**К e y w o r d s:** gate commutated thyristor, driver, gate unit, gate trigger current, gate turn-off current

отпадает необходимость в использовании защитных RCD-цепей или, по крайней мере, резко уменьшается ёмкость конденсатора.

Недостатком GCT является потребность в специальном малоиндуктивном (практически безындуктивном) драйвере [4], обеспечивающем мощные быстронарастающие (до 3–6 кА/мкс) импульсы тока управления при напряжении источника около 20 В. Создание таких драйверов – трудная задача, которая под силу не каждому потребителю. Поэтому компании АВВ (Швейцария), Mitsubishi Electric (Япония) и др., производящие GCT, выпускают их только совместно с драйверами, т.е. в составе IGCT (Integrated Gate Commutated Thyristor).

Во ФГУП ВЭИ при выполнении совместно с ОАО «Электровыпрямитель» НИР по созданию IGCT на импульсные токи до 4 кА, повторяющиеся напряжения 4500 и 6500 В был разработан соответствующий драйвер. Структурная схема драйвера показана на рис. 1. Драйвер конструктивно выполнен на восьмислойной печатной плате, имеющей посадочное отверстие для установки GCT и подсоединения его катодного и управляющего контактов с помощью изолированных прижимных полуколец. Структурно схема драйвера включает следующие функциональные блоки (рис. 1): выпрямитель питающего напряжения 1, стабилизатор напряжения (19 В) и токоограничитель 2, вторичный источник питания (ВИП) цепей управления 3, формирователь импульсов отпирающего тока управления 4, формирователь импульсов запирающего тока управления 5, блок управления и контроля параметров 6, фотоприёмник командных сигналов (КС) 7, передатчик оптических сигналов обратной связи (ОС) 8, светодиодная панель индикации 9.

