

НЯКОИ ОСОБЕНОСТИ НА ЧЕТИРИКВАДРАНТНИТЕ СИЛОВИ КЛЮЧОВЕ ПРИ ДИРЕКТНИТЕ ЧЕСТОТОПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ

доц.к.т.н.инж. Пенчо Венков Георгиев
н.с. III ст.к.т.н. инж. Румен Миланов Стойчев
ТУ - Габрово

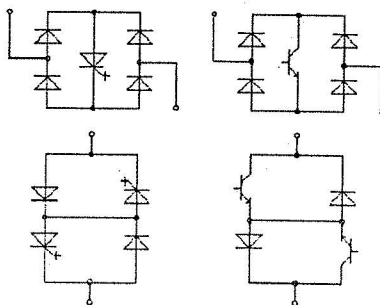
Независимите директни честотопреобразуватели (НДЧП) съставляват едното от направленията, обособили се през последните години в областта на преобразователната техника, свързана с директното преобразуване на електроенергията. При тях благодарение използването на нови видове мощни полупроводникови елементи стана възможно отстраняването на основните недостатъци на класическите директни честотопреобразуватели. Един от основните проблеми, предмет на активна изследователска дейност представлява усъвършенствването на силовия блок. Ето защо целта на настоящия доклад е да се представят особеностите му и някои решения, които могат да се използват при конкретната работа на изследователите и по-конкретно управлението на MOS транзистори и IGBT при НДЧП.

Полупроводниковите ключове, изграждащи силовия блок на НДЧП са съставени или от диодни мостове, в едното рамо на които е свързан комутиращият елемент - транзистор, GTO- или MC тиристор, или от два такива елемента с инверсни диоди - фиг.1. Вторият случай е за предпочитане, когато производителят е предвидил в корпуса на силовия прибор и съответния инверсен диод, оразмерен за работните електрически параметри. Тогава са възможни две решения - поотделно подаване на управляващи импулси към двата мощни ключа [1] или едновременното им управление [2]. Вторият вариант е целесъобразен за приложение при управлението на транзистори, изискващо изразходването на сравнително малка енергия (MOS транзистори или IGBT). И за двата случая е необходимо в драйверите да се предвидят съответните блокове.

УПРАВЛЯВАЩА ЕЛЕКТРОНИКА НА MOS ТРАНЗИСТОРИ И IGBT

Възможността за отпушване и запушване на транзисторите трябва да се обезпечи от съответната електроника. При това трябва да се осигурява надеждното управление на тези процеси при възможно най-малка загуба на мощност.

При статични условия на работа транзисторите не се нуждаят от контрол на силата на управляващия ток, тъй като управлението им е при ниско напрежение. Въпреки това при краткотрайни последователни комутации резултат на входния капацитет се генерират токови импулси, които също трябва да се отчетат [3, 4].

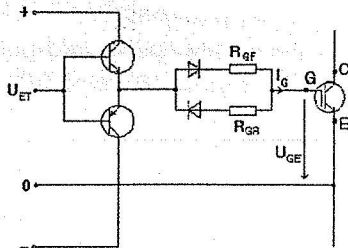


фиг.1

Обикновено изключването става посредством нулиране - $U_{GE} = 0$. Предимствата на такова управление се изразяват в компенсация на смущенията, получаванщи се в резултат на зареждането на паразитните капацитети при комутациите, влияещи върху гейта. Но дори и предпазното гейтово съпротивление да е правилно оразмерено, не може селективно да се влияе върху процесите на включване и изключване. За оптимизация на управлението е необходимо това съпротивление да се раздели на две (фиг.2). Отношенията на стойностите им са от 3:1 до 10:1. Връзките в устройството трябва да са с ниска индуктивност. При това е възможно и прилагането на отрицателен контрол за запущване.

ГАЛВАНИЧНО РАЗДЕЛЯНЕ НА ПОТЕНЦИАЛИТЕ

Обикновено системите за управление на НДЧП работят с ниски потенциали на логическите нива. Ето защо от особена важност за нормалното функциониране на преобразувателите се явява добрата шумоустойчивост. Една от мерките, които могат да се предприемат в тази насока е поставянето на интерфейс между драйверните стъпала и управляващата система.



фиг.2

За целта могат да се използват: импулсни трансформатори, оптрони и оптични влакна.

Предимствата и недостатъците на първите са добре известни - добра шумоустойчивост и гарантирани на изолационни свойства, но при предаване полярни сигнали е необходимо значително усложняване на схем

ние на другия подход, въпреки постигнатата защита от смущаещи импулси със стръмност на фронта на напрежението над 1000 V/mS от Hewlett Packard (HPCL 2201, HPCL 2601, HPCL 2602) за болшинството от наличните оптрони този проблем остава.

Една добра алтернатива на тези две решения през последните години се явяват оптичните влакна. При тях, използвайки условията за оптично пренасяне, усилване и комутиране на сигналите, става възможно предаването им във вид на светлинни излъчвания. За преобразуване на сигналите е разработена цяла гама от интегрални схеми (излъчватели и приемници), предназначени предимно за многомодови оптични влакна с диаметър 1000 μm .

ЗАХРАНВАНЕ

Характерна особеност на драйверните схеми при НДЧП, при които за галванична развръзка не се използват импулсни трансформатори е необходимостта от изграждането на допълнителни захранващи блокове към всеки драйвер. За целта могат да се приложат два подхода:

- изграждане на такива блокове за всеки драйвер;
- изграждане на блокове с общ импулсен трансформатор.

При втория случай се постига чувствително оптимизиране на структурата.

По своята същност тези захранващи блокове представляват DC-DC преобразуватели, с галванична развързка. Най-често на ШИМ се подлага едно от захранващите управляващата система напрежения и след прехвърлянето на импулсите с висока честота посредством импулсни трансформатори, сигналите се изправят, филтрират и стабилизират. При прилагането на специализирани интегрални схеми - модулатори и стабилизатори на напрежение, при тези блокове се постига една добра компактност.

ДРАЙВЕРНИ ИНТЕГРАЛНИ СХЕМИ

Още със създаването на мощните MOS и IGBT транзистори фирмите производители започнаха разработването и на драйвери за тяхно интегрално изпълнение. Днес в практиката с различен успех са намерили приложение голям брой такива схеми - SKHI 20 (SEMIKRON); FZL 4145, FZL 4146 (SIEMENS); UC 1709 (UNITRODE); IR2110, IR2125, IR2130 (INTERNATIONAL RECTIFIER); M57915, M57950, M57956 (MITSUBISHI); TLP250 (Toshiba); ICL 7667 (HARRIS); IXYS 4410, IXYS 4411; Si 9910 D (SILICONIX); PC 923 (SHARP); SG 1644 (SILICON GENERAL). С малки изключения основен техен недостатък се явява реализацията на защитните функции на драйверите. При това е необходимо да се подчертае, че тези схеми, притежаващи вградена защита по ток и температура имат значително по-висока търговска цена. Ето защо наред с използването им в практиката, не само при ИДЧП, е целесъобразно и разработването на хибридно изпълнение на драйвери.

ЗАЩИТА НА СИЛОВИТЕ КЛЮЧОВЕ

Изключванията при протичането на свръхтокове и ограниченията на пренапреженията са функции, с които се обезпечава нормалното функциониране на преобразувателите. Установяването на къси съединения става чрез следене на напрежения на транзисторите. Обикновено при констатирането на такива се въздейства върху управляващите импулси посредством окъсяването на управляващия контур чрез мощен MOS транзистор и блокиране на входа на драйвера. Понастоящем се водят изследвания на възможността за интегриране на токовия датчик в корпусите на транзисторите (SENSFET) и от тук към изграждането на

многофункционални (SMART) мощни модули, включващи и управлението. По отношение на пренапреженията, причина за които обикновено се явява запасената в товара енергия, за защита се използват R-C и RCD пасивни схеми.

МОЩЕН КЛЮЧ С IGBT ЗА НДЧП

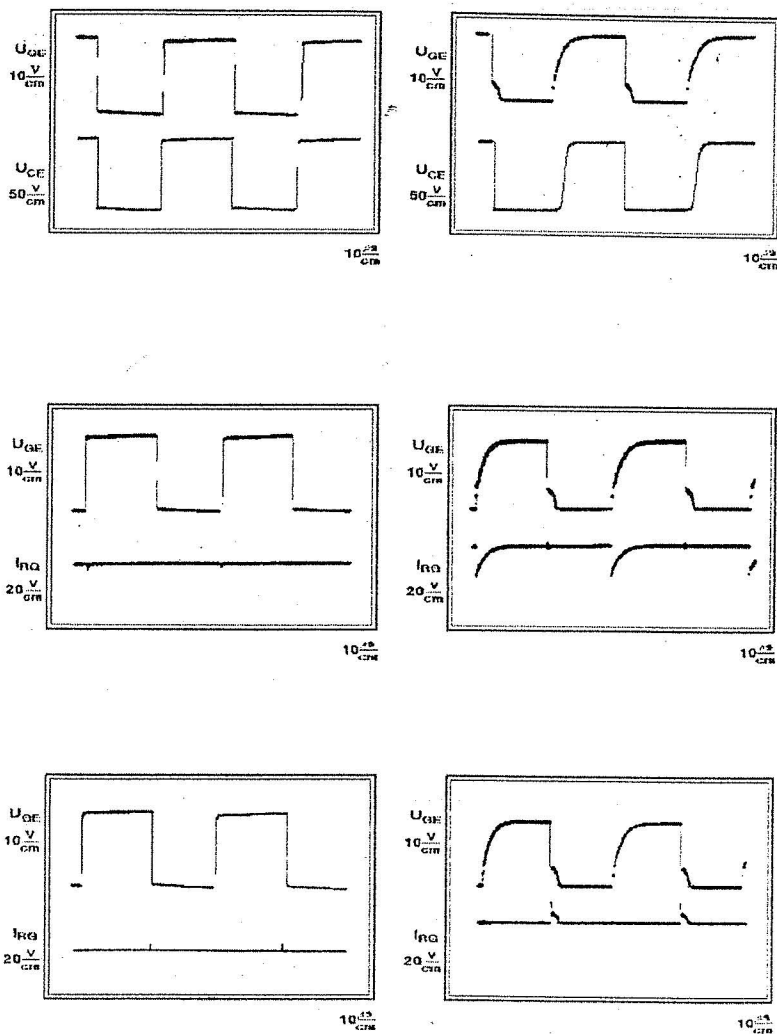
На фиг.3 са представени времедиаграмите от някои от експериментите, проведени с такъв ключ. Използвани са транзистори FF25R10KF2 (EUPEC). Съответните осцилограми са заснети при активен товар 5А и честоти 2kHz и 20kHz. Реализацията на драйвера е хибридна и съобразена с изнесените до тук особености. За галванична развръзка са използвани оптични влакна, производство на MITSUBISHI, а за импулсия трансформатор на захранващия блок е използван ферит, производство на SIEMENS - R25/10.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изнесеното до тук очертава тенденцията към успешно решаване на проблемите, възникващи при прилагането на IGBT и MOS транзистори за директно преобразуване на електрическа енергия. В това отношение се наблюдават значителни положителни резултати на изследователи и някои западни фирми за приложение на такива преобразуватели в системите за електрозадвижвания на различни производствени механизми.

ЛИТЕРАТУРА

1. Burany N. "Safe Control of Four Quadrant Switches" IEEE, IAS - Conf. Rec. 1989;
2. Rodriguez J. "Performance DC Motor Drive Using a PWM Rectifier With Power Transistor" IEEE 1982
3. Jaafari A., Sandali A. "A new IGBT Inverter for Synchronous Machine" PEMC'90 Proc. 6-th Conference on power Electronics and Motion Control, Budapest, 1990;
4. Vogel D. "IGBT - hochsperrende, schnell schaltende Transistormodule" ELEKTRONIK 9/1987
5. Rodriguez J., Sack L. "Schnelle Ansteuer- und Schutzschaltung für FET-Leistungstransistoren", ELEKTRONIK 18, 9.9.1983



Фиг.3

6.Lorenz L., Heinz A. "MOS - Module: Effektive Leistungs - Halbleiter Schalter bei hohen Taktfrequenzen" - Teil 1, ELEKTRONIK 11, 27.5.1988;

7..Lorenz L., Heinz A. "MOS - Module: Effektive Leistungs - Halbleiter Schalter bei hohen Taktfrequenzen" - Teil 2, ELEKTRONIK 12, 10.6.1988;

8.Oesterhaus R. "Leistungs - FET potentialfrei angesteuert" ELEKTRONIK 18, 9.9.1983

9.Horn W. "Leistungs - FET potentialfrei angesteuert" ELEKTRONIK 12 16.6.1983

SOME SPECIAL SHARACTERISTICS OF THE FOUR QUADRANT POWER SWITCHES AT THE MATRIX CONVERTER

ABSTRACT

Doz. Dr. Ing. Pentcho Wenkov Georgiev
Res. W. III gr. Ing. Rumen Milanov Stoytshev
TU - Gabrovo

In the report are presented some special characteristics of the power semiconductor swithes, the assembling of power blocks of the converters for direct converting of the frequency of the power (matrix converters), use based on. Here are presented some concret decisions, of such kind of switches on the base of power MOS transistors and IGBT. Their characteristics are cleared and the methods in constructing the such kinds of switches.