

КОМПАКТНО СЕРВОУПРАВЛЕНИЕ ЗА ПОСТОЯННОТОКОВИ ЕЛЕКТРОДВИГАТЕЛИ НА БАЗАТА НА СЪВРЕМЕННИ ЕЛЕКТРОНИ КОМПОНЕНТИ

Веселин Борисов Георгиев, Борис Илиев Илиев
Централна лаборатория по механика и приборостроене - БАН
ул. "Акад. Г. Бончев", блок 2
1113 София, България

УВОД.

Постояннотоковите електродвигатели с постоянни магнити намират широко приложение при задвижването на роботи и манипулатори, най-вече при средни мощности (150VA до 4kVA).

В доклада се описват подробно отделните звъзла на сервосистема за цялостно управление, синтезирана на базата на специализираната интегрална схема L292 (SGS-Thomson) и мощни MOS полупроводникови транзистори, позволяващи постигане на компактна конструкция и висока надеждност. Сервосистемата притежава предимства, като:

- повишено бързодействие при "старт - стоп" режим;
- ефективна защита при късо съединение;
- висок клас за сметка на минимални загуби в управляващата електроника.

Разглеждат се предимствата на мощните MOS транзистори в сравнение с обикновените биполярни транзистори и тип "Дарлингтон". Представени са електрически схеми на отделните звъзла, изградени на основата на минимален брой активни и пасивни електронни компоненти.

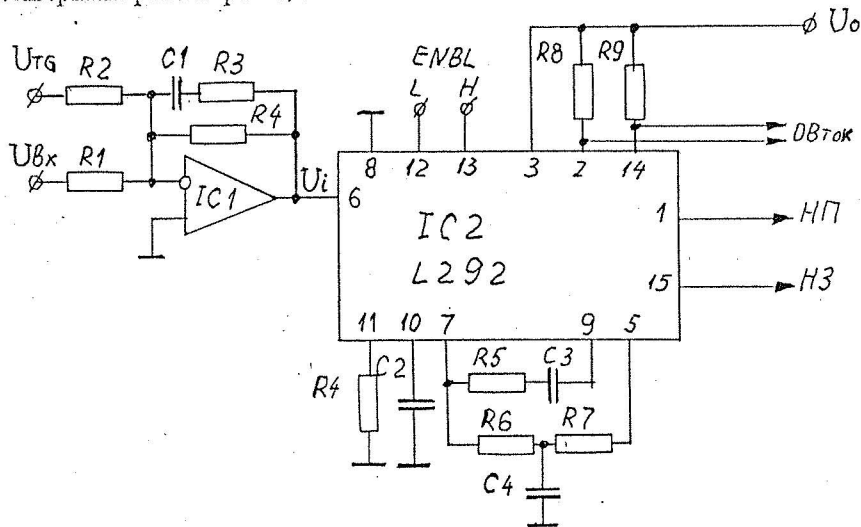
РЕГУЛАТОР НА СКОРОСТТА ПОСРЕДСТВОМ ИС L292.

Електрическата схема на регулатора е показана на фиг.1. Интегралната схема L292 е монолитна мощна ИС, която функционира ефективно като мощен краен импулсен усилвател. Тя осигурява импулсен ток за двигателя, пропорционален на управляващо напрежение от ПИ-регулатор на скоростта, представляващ основен усилвател на зръскава по скорост, изпълнен чрез отделен операционен усилвател (ОУ). Той сумира

Входното аналогово задание за скорост и сигнала от тахогенератор, купуиран към дъвкаателя. ИС L292 работи в импулсен режим, като осигурява ШИМ-управление на скоростта, адаптирано към реалния комбев ток. L292 съдържа верадеи диференциален усилвател за обратна връзка по ток. Сигнал за действителния ток на ротора се снима от два резистора /R8 и R9/, свързани последователно с крайното мощно стъпало за захранване на мотора. Максималният работен ток се изчислява от зависимостта:

$$I_{m} = 0,044 \cdot V_i / R_x \quad (11)$$

където V_i е входното управляващо напрежение за IC2, а R_x е стойността на сензорните резистори R8, R9.



фиг.1.

Коефициентът на усилване на верадеици в ИС L292 токов регулатор се определя от стойностите на R5 и C3, като се спазва условието:

$$C3 \cdot R5 = L_m / R_m \quad (12)$$

където L_m и R_m са съответно индуктивността и активното съпротивление на комбевата намотка на управляващия дъвкаател.

По този начин се получава линейна зависимост на скоростта на въртене от заданието за скорост, независимо от натоварването на мотора в границите на допуслимия ток за крайното стъпало на сервосистемата /Im/. Елементите R4 и C2 определят честотата на верадеици в инверсираща схема генератор на трифазно напрежение честотата на ШИМ.

Крайните компаратори на L292 са така построени, че се избягва застъпването на недопустимо оплутени рамена на крайното стъпало, което би довело до късо съединение. Изходното стъпало на L292 е пълен транзисторен H-мост. В описаната сервосистема изходите /1 и 15/ управляват допълнително крайно мощно стъпало, изпълнено чрез мощни MOS полеви транзистори, съответно за посока на въртене "напред" /НП/ и "назад" /НЗ/.

На двата разрешаващи входа на L292 /ENBL, H и L/ могат да се подават сигнали от крайни изключватели, съответно с високо и ниско ниво. Така се гарантира безаварийна работа на системата "сервоуправление - задвижван механизъм".

ПРЕДИМСТВА НА МОЩНИТЕ MOS ПОЛЕВИ ТРАНЗИСТОРИ.

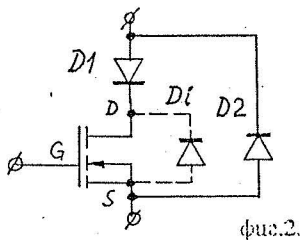
Мощните MOS полеви транзистори притежават някои съществени предимства в сравнение с обикновените биполарни транзистори и тези от типа "Дарлингтон". Те са главно в областта на по-високо бързодействие, термоустойчивост и простота при тяхното управление. При мощните MOS транзистори основните работни токоносители се управляват чрез потенциална разлика, приложена между гейта и сорса, а не чрез инжектиране на неосновни токоносители в базата. При тях не е необходимо преднапрежение за запущване на прехода "гейт - сорс" и отсъствува време за разсейване на неосновните токоносители в базата при биполарните транзистори. В следствие на това времето за превключване рязко намалява. Резултатът е значително намаляване на загубите при превключване, оптимално-висока работна честота и подобряване формата на тока през управлявания електродвигател.

Мощният MOS полеви транзистор представлява своеобразен еднороден полупроводник. Протичащият ток от дрейфи към сорса се ограничава само от съпротивлението на полупроводниковата среда и омическите контакти към нея. Повишаването на работната температура при биполарния транзистор води до увеличаване на тока през него /ощем до ново увеличаване на температурата/. Ако се остави без запущващо преднапрежение, в биполарния транзистор настъпва т.н. самозарядване и той се разрушава. Обратно, повишението на температурата при мощния MOS транзистор води до намаляване на основните токоносители /съгласно закона на Ом/, така че той е

термоустойчив прибор. Термоустойчивостта способствува за изравняване на първоначалната разлика между токовете на паралелно включените транзистори. Те се свързват лесно в паралел, без необходимост от изравняване на параметрите им чрез последователни мощни резистори.

МОЩЕН H-МОСТ НА БАЗАТА НА МОЩНИ MOS ТРАНЗИСТОРИ.

Но фиг.2 е показано едно рамо от моста, използван в описаната сервосистема.



фиг.2.

Вътрешноимплантираният /паразитен/ обратен диод $D1$ при мощните MOS транзистори е сравнително бавен при висока честота на преключване /време за запушване, повече от 600ns /]. За това последователно с транзистора се свързва блокиращият ултра бърз Шотки диод $D1$. Когато транзисторът на последователното рамо на моста се запушва, токовият ток се прехвърля от него през обратния бързодействащ диод $D2$.

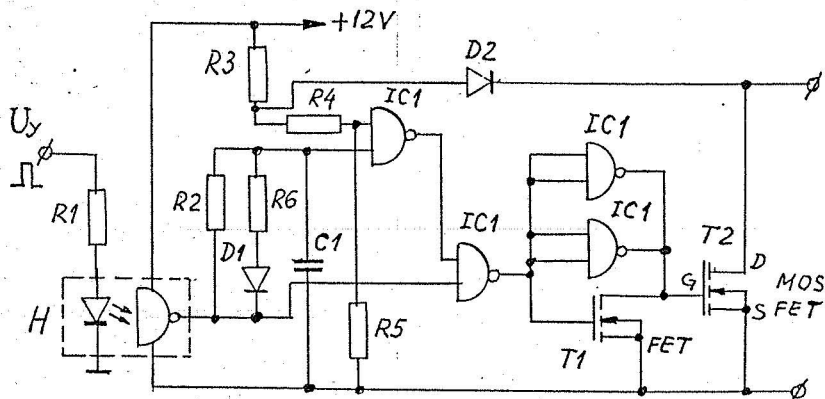
ДРАЙВЕРНИ И ЗАЩИТНИ ВЕРИГИ.

Приложеното положително напрежение "cepin - core" установява електрическо поле, което рязко намалява съпротивлението "drepin - core" и отпушва транзистора. Мощните MOS транзистори притежават много високо вътрешно съпротивление, така че могат да се управляват от сигнали с малка мощност /директно от изходите на логически интегрални схеми. Тук са на лице следните особености:

- прилагането на напрежение U_{gs} по-високо от $+15\text{V}$ води до намаляване на живота на приборите;
- паразитната индуктивност във веригата на ceipna може да предесе до осцилации с входния кондензатор на транзистора, тъй-като при паралелна работа на транзисторите;

- необходимо е достатъчно по стойност управляващо напрежение U_{gs} за пълно отпущване на транзистора.

На фиг.3 е показана електрическа схема на комбинирана драйверна и защитна верига за едно рамо от H-моста. Като драйвери се използват биполярни и полеви транзистори, CMOS и TTL интегрални схеми. При паралелно свързване на мощни MOS транзистори се предпочитат драйвери, изпълнени на дискретни елементи с цел осигуряване на по-голям заряден ток за входния капацитет на приборите.



фиг.3.

Подобно на съвпадения с биполярни транзистори, и тук се налага използването на ефективна защита от късо съединение. Транзисторът трябва да бъде запушен преди шокът през него да достигне максимално допустимата стойност. Този подход за защита е много ефективен при мощните MOS транзистори, тъй като те допускат максимален ток около три пъти над номиналния. В описаната схема се използва следене на напрежението U_{ds} и прекратяване на управляващото отпущащо напрежение в случай на късо съединение. Има се предвид, че в отпуснато състояние преходът "дрейн - source" е еквивалентен на активно съпротивление. Когато транзисторът се отпусне, падът на напрежение U_{ds} се сравнява с фиксирано опорно напрежение определено от делителя $R3, R4, R5$. Сравняването се извършва със забавение от около 300ns. Ако след това време $U_{ds} = I_d \cdot R_{ds(on)}$ стане по-голямо от опорното напрежение, което е приблизително равно на $3I_{ds(max)} / R_{ds}$, мощният транзистор се запушва до появата на нов управляващ импулс.

Управлението на "горните" /откъм положителния полус на захранването/ транзистори се осъществява чрез помощни нисковоолтови захранващи напрежения и изолирани командни сигнали през бързопревключващи оптрони.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

На базата на описаните схеми, използващи съвременни електронни компоненти, е осъществено апаратно решение на компактна сервосистема за управление на постояннотокови електродвигатели с постоянни магнити. Провежданите понастоящем изпитания в ЦАМН - БАИ дават основание да се счита, че тя е реално приложима при задвижване на модули за роботи и манипулатори при средни мощности. Посредством сервосистемата се постига минимизиране на обема на управляващата електроника, при осигуряване на изискванията за висока точност и надежност на функциониране.

Литература.

1. "Speed control of DC motors with the L292 switch mode driver" - SGS-Thomson, Design note DN370, 1990.
2. Э.С.Оксер - "Мощные полевые транзисторы и их применение" - "Радио и связь", М.1989.
3. "Compact high performance brush DS motor servo drives using MOSFETs" - С.К.Patni; Power modules Data book 1st edition, 1990, SGS-Thomson.

A COMPACT D.C. MOTOR SERVO CONTROLLER USING MODERN ELECTRONIC COMPONENTS

Veselin Borisov Geortchev, Boris Iliev Iliev

Central Laboratory for Mechatronics and Instrumentation - BAS

Acad. G. Bontchev Str., bl.2

1113 Sofia, Bulgaria

tel:71401, fax:723571

ABSTRACT.

The brush D.C. permanent magnet motors are extensively used as velocity servo drives for robots and machine-tools, mainly at a medium power range /150VA to 4kVA/.

A D.C. servo controller using modern servo I.C. from leading companies /SGS Thomson, Philips/, is described in detail in this paper. The MOSFET's advantages are discussed in comparison to the power bipolar transistors and darlingtones.

The power pulse mode H-bridge electric diagrams and description based on up-to-date power MOSFETs are described as well as gate driver and protection circuits.

The servo controller has essential advantages, such as:

- an increased acceleration and deceleration;
- an effective protection in average situations;
- a high efficiency based the minimum power dissipation in the control electronics.

The described servo controller has a compact design and a high reliability. It provides the best control characteristics at a wide range of a speed control.