

Гъвкав контролер за управление на инвертори

Петър Михалев Михалев, Антоанета Иванова Тонева,

Пани Андреев Карамански

ТУ-София, България, +35929652899,

E-mail : peterm@tu-sofia.acad.bg

Mihalev P.M., Toneva A.I. and Karamanski P.A., A FLEXIBLE CONTROLLER FOR POWER CONVERTERS. While analog based systems have proven successful, several reasons make digital control attractive. Digital control allows for the implementation of more functional control schemes. Digital circuits are potentially less susceptible to noise and parameter variations.

Digital control of power converters has been an active area of research since the advent of microprocessors in the 1970's. Advances in digital technology, both in performance and cost, allow considerably more than simple control and monitoring of power converters. This coupled with increasing demand for higher performance and monitoring capabilities, has made it appealing to integrate such technology into power designs. Technological advances in digital signal processors (DSPs), networking, microprocessors and programmable logic devices (PLDs) have empowered designers with entirely new techniques and methodologies that were economically unthinkable two decades ago.

In a power electronics R+D environment, where inverter control and evolution must be studied and fully analyzed, a simulation program is usually useful for trying alternatives and tuning filters. After controller design and implementation, observation of the resulting dynamics during the experiment gives valuable insights into design problems and their solution. For the development phase, a prototype is always required, preceding the serial production, to solve problems not considered before. In this paper a programmable tool is presented as a real circuit where it is possible to corroborate algorithms and prepare new products.

A development tool for research in the field of inverter technology is proposed. The system is divided in two parts: a power subsystem and a PLD-based control subsystem. The power subsystem must be flexible but fixed, so only external rewiring is allowed. At least two different applications are considered under the same hardware structure, both possible with minor changes in the electric circuit layout and specific software executed by a microprocessor, all controlled from a PC.

В силовата електроника при разработката и контролирането на инвертори трябва да се изучават и напълно анализират процесите, протичащи в тях, да се настройват управляващите алгоритми и различните филтри участващи в системите за управление. При фазата на разработка/настройка обикновено се използва прототип, за да се открият и отстранят проблемите, които по-рано не са били забелязани. В този доклад се описва един програмируем инструментариум, даващ възможност да се разработват нови алгоритми и продукти.

Още с появяването на микропроцесорите инверторите са свързани по някакъв начин с цифровата технология - от простото включване и изключване до пълно управление от компютри. Технологичните нововъведения в мрежите, микроконтролерите и програмируемите логически устройства дават

възможности на разработчиците да използват нови техники и методологии, които са били икономически немислими преди две десетилетия.

Системите за контрол на инверторите могат да се реализират основно с използване на някой от трите основни принципа на управление:

- ШИМ метод – определят се моментите на превключване, като се сравнява едно модулирано напрежение с високочестотен сигнал.

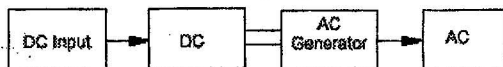
- сравнение на токове – сравняват се реалните токове през индуктивностите с опорни (предварително зададени) – този метод дава по-добри резултати, тъй като решенията се вземат след измерване на изходната величина

- сравнение на напрежения – подобен на предния метод, но тук се сравняват напреженията в изхода с опорни. Всички изброени методи имат подобна структура на вземане на решения – висока скорост и работна честота, докато товара е по-инертен.

Регулаторът, който може да бъде аналогов или цифров, контролира силовата част, осигурявайки съответствие на изходния ток и напрежение с предварително зададените стойности. Локалният контролер, който може да е микроконтролер, цифров сигнален процесор или прост компютърен интерфейс, и осигурява възможност за дистанционен контрол и мониторинг на силовата схема от контролна система. Цифровите регулатори са много добри при комплексни системи за контрол, понеже позволяват използването на по-модерни методи за контрол – fuzzy, neural network и др. Цифровите системи могат също да предложат предимства и там където е необходимо да се постигне много висока прецизност или където са необходими големи времеконстанти.

Структура на инвертора

Блоквата схема на произволен инвертор е показана на **фиг.1**:

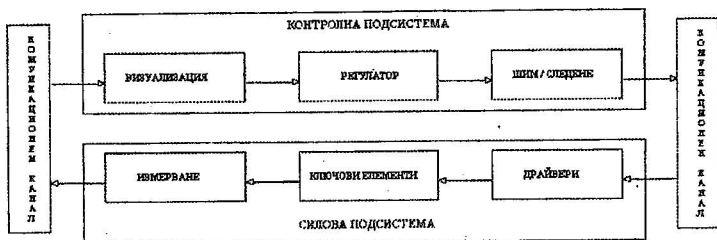


Фиг.1

в постояннотоковата част имаме някакъв постояннотоков източник – акумулатор или изход на мрежов токоизправител. В променливотоковата част се свързва някакъв тип инвертор и се използва директно или трансформаторно свързване на товара, различни типове LC филтри и др. Най-често контролера измерва постояннотоковото напрежение и ток V_{DC} и I_{DC} , товарните напрежения и токове u и i – като за целта се използват датчици на Хол.

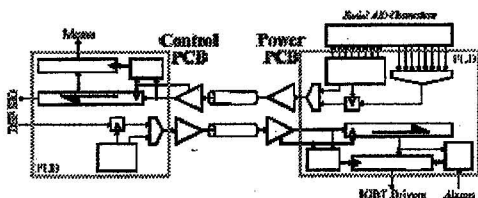
Блокова схема на контролера

Логическата схема на всеки DC/AC преобразувател е показана на **фиг.2**. драйверите за ключовите елементи се контролират с ШИМ или следяща техника, така че в променливотоковия товар се получават напрежение и ток с желаната форма и амплитуда. За да се поддържат зададените параметри на напрежението и тока е необходимо да се генерират съответните опорни сигнали – специфични за различните схеми и регулатори, като контролера се нуждае от точното следене или измерване на тези сигнали.



Фиг. 2

Следвайки тези идеи, оборудването може да се раздели на две физически части: *силова част* – инверторен мост, пасивни елементи, драйвери, датчици и *контролна подсистема* – микропроцесор изпълняващ различните алгоритми и памет, за съхранение на данните от измерванията. Двете части се развързват галванично с използване на оптрони.



Фиг. 3

За да се осигури гъвкавост и възможност за препрограмиране на прототипа, контролната подсистема може да се помести в РС, където с използването на приятелски настроен интерфейс може да се извършват настройки на системата или пък системата може да се реализира с дисплей и клавиатура за промяна и наблюдение на параметрите.

Мониторинг

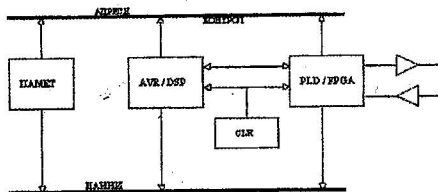
Времето за възтановяване на силовите ключове типично е 5-6 микросекунди. Това закъснение се включва при проектирането на системата за управление, така че ако микроконтролера подновява управляващите сигнали на всеки 6 микросекунди – ограничението е гарантирано.

В същото време е необходимо да се контролират високочестотните напрежения и токове в силовата част. Драйверите за управление на ключовете осигуряват галванично разделяне и защита от късо съединение. За да се обработват високочестотните сигнали се използва PLD - като за силовата част се използва по-комплексно решение, осигуряващо измерване на сигналите и комуникация с управляващия контролер. След като се стартира изпращането на данни се запомнят резултатите от измерванията, със статуса на ключовете за да

се осигури достатъчно време за възстановяването им. Възможно е да се замени PLD с FPGA – RAM структурата позволява всякакъв вид управление с голяма честота.

Блок схема за СУ

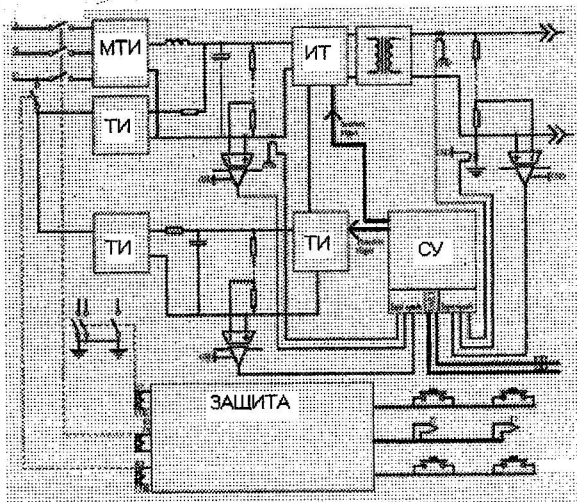
СУ изисква проста архитектура редуцирана с използване на програмируема логика. Контролерът, изпълняващ алгоритмите и инструкциите може да е евтин микроконтролер със серийни и паралелни портове, вградена или външна памет докато PLD управлява интерфейса на процесора с външните елементи и силовата схема.



Фиг.4

Силова част

Тя трябва да е гъвкава, но фиксирана, като е позволено само външно преопроводяване. Блоквата схема е показана на фиг.5 За да се характеризира напълно един инвертор е достатъчно да се измерват 4 напрежения и токове –



Фиг.5

захранващите постоянни напрежение и ток и товарните такива. Най-критично е осигуряването на галваничното разделяне на ключовете от PLD – за

осигуряването на необходимото бързодействие се използват оптрони. Необходимите захранващи напрежения за системата за управление се осигуряват от ТИ - DC/DC преобразувател с повече от едно изходно напрежение. Описаната схема може да се използва за проучвания и обучение, като регистрираните стойности може да се изведат на монитор и да се използват различни техники за настройка.

Примерни приложения:

- управление на АС мотор – инвертора се използва за регулиране на скоростта на индукционни мотори, като в случая е достатъчно да се измерват само едно постоянно напрежение и два променливи тока. Ако се познава много добре двигателя дори не е необходимо да има обратна връзка по скорост.

- когенератор за фотоволтаични клетки - тук е необходимо да има LC филтър и да се регулира тока за да се получи максимална изходна мощност. В този случай ШИМ не е много добро решение.

- UPS с едно или трифазни товари могат да са закачени през RLC филтри, батерията е съоръжена със зарядно устройство. Тук е достатъчно да се мери само товарното напрежение, за да се контролира процеса напълно.

Заключение

Представен е гъвкав контролер за управление на инвертор, позволяващ ускоряване на разработката на инвертори. Схемата е разделена на две части – силова, базирана на хардуер, който трябва да се преопроводява за всяка различна схема и контролна, базирана на софтуер, като за всяка нова схема само трябва да се програмира нова конфигурираща програма.

Литература

1. Ненова, З., PC-Базирани системи за събиране на данни и управление, Габрово
2. Gariglio, G.M., Interactive Monitoring and Control of Induction Heat Treat Processes, ACM 1997
3. Stefens, P.F., Microprocessor controlled power regulation in high frequency heating processes. Conference "Electroheat - for improved economy"
4. Alison Carter Using Dynamically Reconfigurable Hardware in Real-Time Communications Systems, Literature Survey, November 2001
5. <http://www.free-ip.com/about.htm>
6. <http://www.fpgacpu.org/>
7. Microprocessor quick reference guide, <http://www.intel.com/pressroom/kits/quickreffam.htm>