

# УПРАВЛЯЕМА ГАЛВАНОМАГНИТНА МАКСИМАЛНОТОКОВМА ЗАЩИТА

АНАТОЛИЙ АЛЕКСАНДРОВ, ПЕТКО ТОДОРОВ

Технически Университет – Габрово, 5300 Габрово Х. Димитър 4,

E-mail: alex@tugab.bg, jecsev@tugab.bg

***Alexandrov A., P. Todorov. Controllable Galvanomagnetic Over-current Protection.** The paper proposes the block schematic of a controllable over-current protection of powerful induction electric motors using a digital magnetosensitive integrated circuit. The operation principle is explained as well as the operation algorithm of the controllable protection.*

*The paper presents the results of the experimental studies done on the dependences of current and protection actuation time on the number of turns in the operating winding of the magneto-modulator system, as well as the dependences of the protection cut-in and cut-out current on the direction and the magnitude of the controlling current.*

*A controllable over-current protection covering the range from 1 to 5 A has been developed and studied.*

## I. Въведение

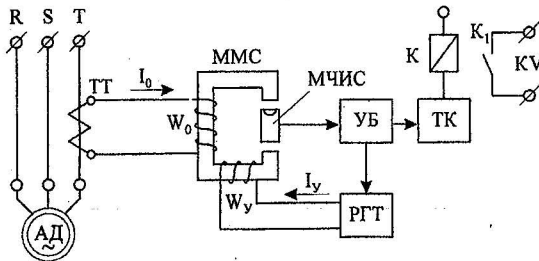
В съвременната автоматика актуален остава въпросът за създаването на бързодействащи максималнотокови защиты (МТЗ) на мощни електрически съоръжения и в частност на асинхронни електродвигатели. Те са предназначени да изключат съответните съоръжения при възникване на аварийна ситуация. Способността на тези устройства да осигуряват защита се оценява с така наречената защитна характеристика, която представлява зависимост на времето, за което защитата се включва от тока на задействане [5]. Ефективността на защитата се оценява чрез сравняване на защитната характеристика с възможността на защитаваното съоръжение да понесе претоварване. Във всеки конкретен случай защитата трябва да се задейства за време по-малко или най-много равно на допустимото. Но за да не се получат многократни включвания на защитата, тя не трябва да се задейства за време много по-малко от допустимото.

В практиката намират приложение биметални, релейни и електронни МТЗ. Развитието на галваномагнитната електроника дава възможност да се създадат ефективни защиты на тяхна основа. Известни са безконтактни защиты на базата на елементи на Хол, магниторезистори и др. [1,2,3,4,6].

Целта на настоящата разработка е създаването на управляема МТЗ на базата на цифрова магниточувствителна интегрална схема (МЧИС).

## II. Изложение

Структурната електрическа схема на управляемата галваномангнитна максималнотокова защита (ГМТЗ) е показана на фиг.1. Тя се състои от регулируем генератор на ток (РГТ), магнитомодулаторна система (ММС), магниточувствителна интегрална схема (МЧИС), токов трансформатор (ТТ), логически блок (ЛБ) и транзисторен ключ с релеен изход (ТК). Защитата работи на принципа на двойното преобразуване на енергията. В магнитомодулаторната система електрическият сигнал се преобразува в магнитно поле, а МЧИС преобразува магнитното поле в електрически сигнал с дискретна форма (логическо ниво). Магнитомодулаторната система се състои от магнитопровод, намотка и въздушна междина.



фиг.1 Структурна схема на управляема галваномангнитна максималнотокова защита

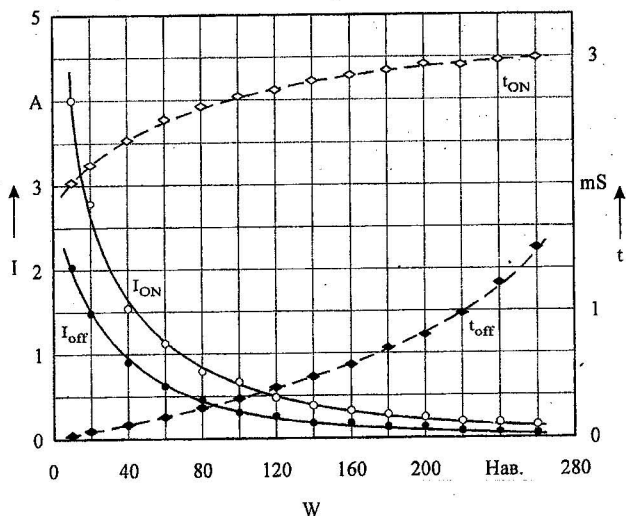
При протичане на ток през намотката на електромагнита във въздушната междина на магнитопровода, където е поместена МЧИС, възниква магнитно поле с индукция  $B$ . При ток  $I$ , по-малък от тока, при който се задейства защитата, създаваната магнитна индукция  $B$  е по-малка от магнитната индукция на включване  $B_{ON}$  на МЧИС и изходът ѝ се намира във високо логическо ниво. Когато токът нарасне и магнитната индукция стане равна на магнитната индукция на включване  $B_{ON}$  на МЧИС, изходът на ИС се превключва в ниско логическо ниво. Връщане на МЧИС в изходно състояние става чрез намаляване на стойността на магнитната индукция до тази на магнитната индукция на изключване  $B_{OFF}$ . Използвана е МЧИС тип UGN 3113U със следните основни параметри:  $B_{ON}=45mT$ ;  $B_{OFF}=30mT$ ;  $I_{Omax}=25mA$ . Тя е с отворен колектор и затова в изхода ѝ се включва товарен резистор  $R$ . Изходният сигнал на МЧИС е с достатъчна мощност и директно може да се използва за управление на ключовия елемент. Максималнотоковата защита може да бъде с ръчно или автоматично повторно включване. Това се определя от алгоритъма, зададен в логическия блок.

При избраната магнитна верига (магнитна проникваемост  $\mu$ , брой на навивките  $W$  и въздушна междина  $\delta$ ) магнитните индукции на включване  $B_{ON}$

и изключване  $V_{off}$  на МЧИС, а следователно и задействването на транзисторния ключ, зависят от тока  $I$ , протичащ през електромагнита.

Използваната магнитна верига се състои от две намотки, едната е основната (работна) намотка  $W_0$ , през която протича тока който се следи, а другата е допълнителна (управляваща) намотка  $W_y$ , през която токът  $I_y$  може да се регулира плавно с помощта на РГТ.

Чрез стъпкова промяна на броя на навивките  $W_0$  и ток  $I_y=0$  може да се постигне задействване на МТЗ при различен ток. Експериментално получените резултати за стойността на тока на включване на МТЗ във функция на броя на навивките  $I_{ON}=f(W)$  и на стойността на тока на изключване на МТЗ във функция на броя на навивките  $I_{OFF}=f(W)$  за реализирания опитен образец ( $\mu=2000$ ,  $\delta=2\text{mm}$ ) са представени на фиг. 2. На същата фигура са показани и резултатите от експерименталното изследване на бързодействието на ММС и на МЧИС чрез времето на включване  $t_{ON}$  и изключване  $t_{OFF}$  във функция от броя на навивките. Анализът на получените резултати показва, че изследваните характеристики са нелинейни. С нарастването на броя на намотките  $W$  токът на включване  $I_{ON}$  и токът на изключване  $I_{OFF}$  намаляват по експоненциален закон. Разликата между токът на включване и изключване на защитата се дължи на хистерезиса на МЧИС. Зависимостите на времето на включване  $t_{ON}$  и времето на изключване  $t_{OFF}$  също са нелинейни, като при промяна на броя на навивките от 10 до 260 времето за включване  $t_{ON}$  се изменя от  $2 \div 3\text{ms}$ , а времето на изключване  $t_{OFF}$  от  $0,06 \div 1,5\text{ms}$ .



фиг.2 Експериментални характеристики  $I=f(W)$  и  $t=f(W)$ .

МЧИС е с много високо бързодействие и закъснението практически се определя от преходните процеси в ММС.

За приложение на този тип защита при мощни асинхронни електродвигатели се налага използването на токови трансформатори.

При разглеждания режим на работа ( $I_y=0$ ), вследствие неизбежните толеранси в параметрите на МЧИС и ММС при серийно производство на такива защити ще се получат отклонения от зададения ток на задействане на защитата. В автоматичен режим при повторно включване, токът при който се изключва защитата се определя от  $V_{off}$  на МЧИС. Очевидно малка е вероятността този ток да съвпада със зададения ток на включване, зависещ от мощността на асинхронния електродвигател.

Тези недостатъци се избягват при регулируемите галваномагнитни МТЗ.

В този случай управляващият ток  $I_y \neq 0$ . Магнитната индукция на включване  $V_{ON}$  на МЧИС е функция на тока  $I_0$ , който протича през основната намотка  $W_0$  и тока  $I_y$ , който протича през управляващата намотка  $W_y$ . При фиксиран брой на намотките  $W_0$  и  $W_y$ , чрез плавно регулиране на  $I_y$  от РГТ се променя плавно и токът, при който се задействува МТЗ. Тъй като магнитните потоци зависят и от посоката на тока, то ако  $I_y$  създава магнитен поток  $\Phi_y$  с посока, еднаква с тази на магнитния поток в основната верига  $\Phi_0$ , то двата магнитни потока се сумират и токът  $I_0$ , при който се задейства защитата намалява. Ако посоките на магнитния поток  $\Phi_y$ , който се създава от  $W_y$ , и на основния магнитен поток  $\Phi_0$  не съвпадат, двата магнитни потока се изваждат, в резултат на което и токът  $I_0$ , при който се задействува максималнотоковата защита нараства. Токът  $I_y$  се задава от РГТ, управляван от напрежение с ОУ и съставен поледи n-канален транзистор по схема Дарлингтон. Реализираният генератор на ток осигурява плавно регулиране на тока  $I_y=0 \div 100\text{mA}$ .

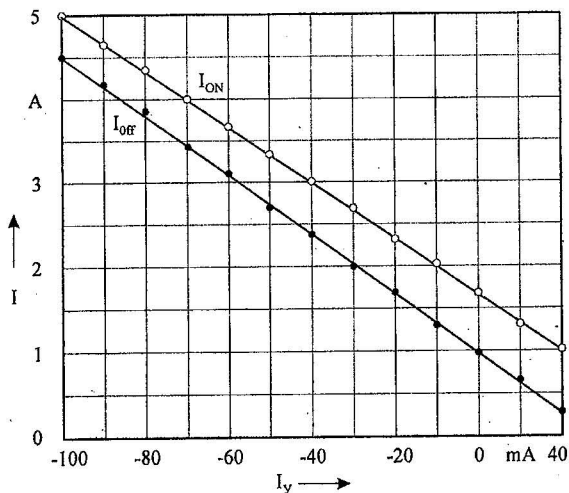
На фиг.3 е показана експериментално получената характеристика  $I_0=f(I_y)$  при  $W_0=25$  нав. и  $W_y=900$  нав..

Отрицателният знак пред регулиращия ток  $I_y$  означава, че той създава магнитен поток с посока, обратна на основния. Получената експериментална зависимост е линейна и позволява плавно регулиране на тока на задействане  $I_0=1 \div 5\text{A}$ .

Отместването между характеристиките на тока на включване  $I_{ON}$  и тока на изключване  $I_{off}$  на фиг.2 и фиг.3 се дължи на хистерезиса на магнитната интегрална схема, широчината на който е практически постоянен.

Освен плавно регулиране на тока на задействане на МТЗ управляващият блок позволява и точно задаване на тока на повторно включване след определено време в автоматичен режим на работа. За целта е необходимо след задействане на МТЗ, да се зададе необходимата стойност и посока на тока  $I_y$ . Тази настройка се извършва индивидуално за всяка МТЗ.

При реализиране на защити на асинхронни електродвигатели, за да се избегне включване на защитата по време на преходния процес, е предвидено регулируемо времезакъснение след което може да сработи МТЗ.



фиг.3. Експериментална характеристика на тока на включване и изключване от управляващия ток

### III. Заключение

Реализираните галваномангнитни МГЗ отговарят на изискванията, които се поставят пред този клас устройства. Те се отличават със сравнително високо бързодействие, ниска консумирана мощност, малки габарити и маса. Отсъства галванична връзка между управляващата и силовата верига.

Управляемите галваномангнитните максималнотокови защиты притежават широки функционални възможности като: плавно и точно задаване на тока на задействане и тока на повторно включване; задаване в широки граници на времето за повторно включване и времезакъснението при първоначално включване.

### IV Литература

1. Alexandrov A.T. Maximum Current Protection by Means of digital Galvanomagnetic Integrated Circuit. FIFTH NATIONAL scientific CONFERENCE, ELECTRONICS'96, TU-Sofia and TU Delft, 1996, book 1, p.92-97.
2. Alexandrov, A.T. Theoretical - Experimental Model of a Galvanomagnetic Sensor for Overcurrent Protection. Journal of the University of Applied Sciences Mittweida, IWKM 2000, Band F Mikrosystem - and Sensortechnik, 2000, №10, pp. 157-161.

3. Baltès, H.P., R.S.Popovic. Integrated semiconductor magnetic field sensors. -IEEE 74,1986, 1107-1132.
4. Егазрян Г.А., В.И. Стафеев Магнитодиоди, магнитотранзистори и их приложение. М. Радио и связь, 1987.
5. Николов Н. Електрически апарат., С., Техника, 1986.
6. Таков Т., В. Минчев. Полупроводникови датчици. С., Техника, 1986.

Работата е рецензирана от доц. д-р И. Колев.