

ВЪЗМОЖНОСТ ЗА ПОВИШАВАНЕ ЕФЕКТИВНОСТТА НА МАГНИТНИЯ ШУНТ

Тодор Върбев¹, Андрей Козаров²

¹Минно-геоложки университет „Св.Ив.Рилски“,София 1700, vat1955@abv.bg

²Минно-геоложки университет „Св.Ив.Рилски“,София 1700

РЕЗЮМЕ: В статията се изследва теоритично една възможност за повишаване на ефективността на подвижен магнитен шунт използван в понижаващ трансформатор за ниско напрежение.

A POSSIBILITY TO INCREASE THE EFFECTIVENESS OF A MAGNETIC SHUNT

Todor Varbev¹ Andrei Kozarov²

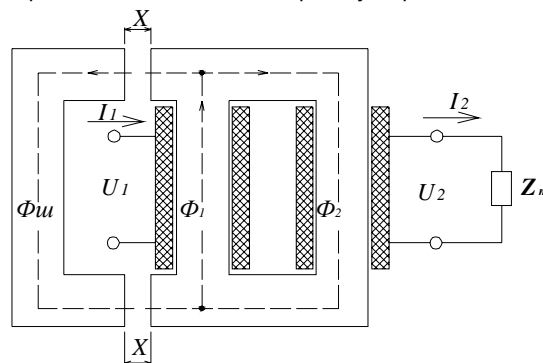
University of Mining and Geology "St. Ivan Rilski", 1700 Sofia, vat1955@abv.bg

ABSTRACT:The paper investigates theoretically one possibility to increase the effectiveness of a mobile magnetic shunt which is used in a step-down transformer for low voltage.

За захранване на електрически консуматори с ниско напрежение най-често се използват понижаващи трансформатори. Напрежението на вторичната страна на трансформаторите се променя, както от изменението на товара, така и при отклонение на захранващото напрежение на първичната им страна. Върху напрежение на трансформатора оказва влияние и мястото му на захранване от разпределителната мрежа /по-близо или подалеч от силовия трансформатор/. За нормално захранване на електрическите консуматори е необходимо неизменно напрежение/променящото се в определени граници/. За тази цел се използват различни по конструкция стабилизатори /електромагнитни, електронни/. При електромагнитните стабилизатори един от начините за стабилизиране на изходното напрежение е чрез използването на подвижен магнитен шунт [1,2]. В [2] са показани различните възможности, които може да има едно такова устройство принципната схема на което е показана на фиг.1.

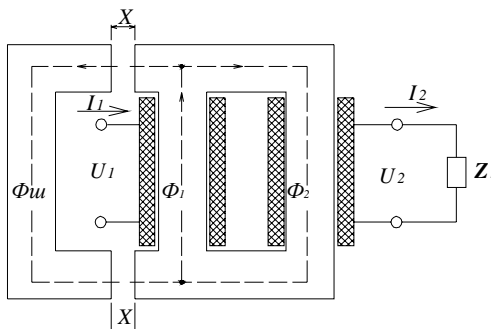
Една от възможностите е магнитният шунт да бъде използван, като максималнотокова защита. В [3] е направен анализ на работата му в този режим. В [2] са изведени изрази, които дават зависимостта между изходящото напрежение U_2 от променливото разстояние x при различни товари, активен и индуктивен. От тях се вижда, че напрежението на вторичната намотка при $x = 0$ ще намалее значително спрямо $U_{2н}$, но не е равно на нула. Магнитното съпротивление на шунтиращата магнитна верига е от порядъка на $R_{мш}$. Към него трябва да се добави и магнитното съпротивление на неизбежните въздушни междини, които съществуват между магнитния шунт и шунтираната магнитна верига. При това положение

$\Phi_{ш}$ теоритично ще бъде равен на половината от основния магнитен поток. Това ограничава възможностите за регулиране на магнитния поток чрез шунтиране.



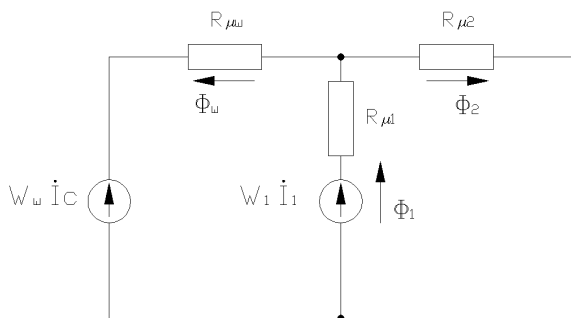
фиг.1

Един от начините за повишаване на възможностите на шунта е показан на фиг.2. Върху магнитния шунт е навита допълнителна намотка w_c и към нея е свързан кондензатор C .



фиг.2.

На фиг.3 е показана заместваща схема при допрян магнитен шунт, $x = 0$ и при условие, че загубите в магнитопроводите и разсейването са пренебрегнати. Пренебрегва се и токовата реакция на тока I_2 , което е допустимо при чисто активен товар, включен към w_2 .



Фиг.3

За схемата на Фиг.3 могат да се напишат следните уравнения,

$$\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_2 + \dot{\Phi}_{w_u} \quad /1/$$

$$w_1 \dot{I}_1 - w_{u_c} \dot{I}_c = \dot{\Phi}_1 R_{m1} + \dot{\Phi}_{w_u} R_{m_{ш}} \quad /2/$$

$$w_1 \dot{I}_1 = \dot{\Phi}_1 R_{m1} + \dot{\Phi}_2 R_{m2} \quad /3/$$

$$\dot{I}_c = j\omega C \cdot j\omega w_{u_c} \dot{\Phi}_{w_u} = -\omega^2 w_{u_c} C \dot{\Phi}_{w_u} \quad /4/$$

След заместване на уравнения /3/ и /4/ в /2/ получаваме израза,

$$R_{m2} \dot{\Phi}_2 = / R_{m_{ш}} - \omega^2 w_{u_c}^2 C / \dot{\Phi}_{w_u}$$

От тук за $\dot{\Phi}_2$ получаваме,

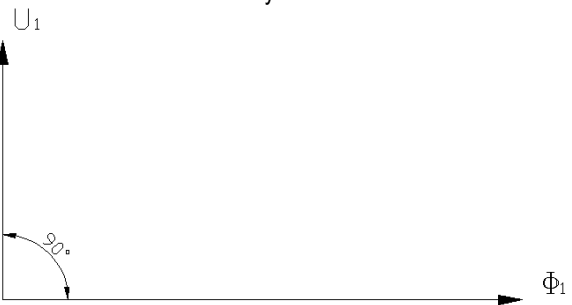
$$\dot{\Phi}_2 = \frac{/ R_{m_{ш}} - \omega^2 w_{u_c}^2 C /}{R_{m2}} \dot{\Phi}_{w_u} \quad /5/$$

От получената зависимост се вижда, че при зададена стойност на $\dot{\Phi}_1$, магнитния поток $\dot{\Phi}_2$ може да се нулира или дори да смени посоката си, при подходящо подбрани стойности на w_{u_c} , C и $R_{m_{ш}}$.

Например ако $R_{m_{ш}} = \omega^2 w_{u_c}^2 C$, то $\dot{\Phi}_2$ ще бъде равно на нула а $\dot{\Phi}_{w_u} = \dot{\Phi}_1$, уравнение /1/

За илюстрация на казаното по-горе с помощта на векторни диаграми ще разгледаме няколко случая при допрян до основния магнитопровод магнитен шунт. На следващата фигура са показани векторите на напре-

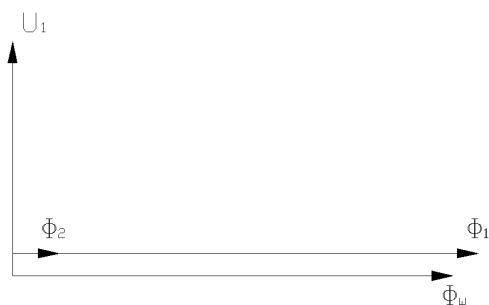
жението U_1 , основния магнитен поток $\dot{\Phi}_1$ и ъгъла на дефазирание между тях. От формула /5/ разликата $R_{m_{ш}} - \omega^2 w_{u_c}^2 C = R_{m_{ш} общо}$ ще означим като общо съпротивление на магнитния шунт.



Фиг.4

В режим на празен ход, когато $R_m = \infty$ са възможни следните случаи

а/ Нека $\omega^2 w_{u_c}^2 C < R_{m_{ш} общо}$. Ако приемем, че $R_{m_{ш} общо} = 0.1 R_{m2}$ след заместване във формула /5/ ще получим за $\dot{\Phi}_2 = 0.1 \dot{\Phi}_{w_u}$. След заместване в /1/ за $\dot{\Phi}_{w_u}$ ще получим $\dot{\Phi}_{w_u} = \frac{10}{11} \dot{\Phi}_1$. Това е показано на фиг.5.

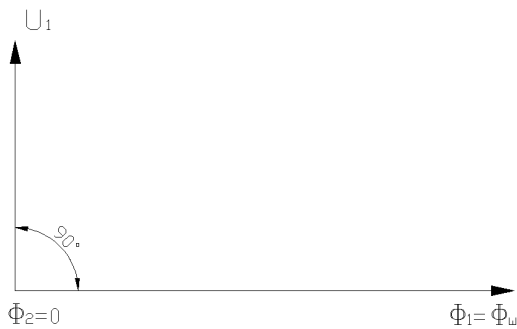


Фиг.5

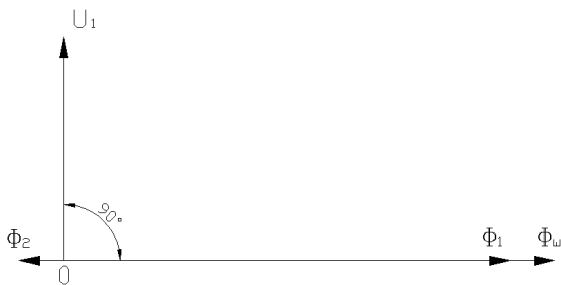
б/ Нека $\omega^2 w_{u_c}^2 C = R_{m_{ш} общо}$, то $R_{m_{ш} общо} = 0$ а същотока и $\dot{\Phi}_2 = 0$. Следователно $\dot{\Phi}_1 = \dot{\Phi}_{w_u}$.

Тогава напрежението на вторичната страна U_2 ще бъде равно на нула а векторната диаграма ще има вида показан на фиг.6.

в/ Ако $\omega^2 w_{u_c}^2 C > R_{m_{ш} общо}$, то $R_{m_{ш} общо} < 0$ а $\dot{\Phi}_2$ ще има стойност различна от нула, но ще има посока обратна на потоците $\dot{\Phi}_1$ и $\dot{\Phi}_{w_u}$. Векторната диаграма ще има вида показан на фиг.7



Фиг.6



фиг.7

г/ Възможен е и следния случай.

$$\text{Ако } \omega^2 w_{ш}^2 C > R_{ми} \text{ но } \| R_{ми общо} \| \rightarrow R_{м2}.$$

Тогава за резултантното магнитно съпротивление между паралелно свързаните $R_{ми общо}$ и $R_{м2}$ получаваме, че клони към ∞ ,

$$R_{ми2} = \frac{R_{ми общо} \cdot R_{м2}}{R_{ми общо} + R_{м2}} \rightarrow \infty$$

Намагнитващия ток през w_1 нараства много а също така нарастват и потоците $\dot{\Phi}_2$ и $\dot{\Phi}_{ш}$. На практика такъв режим може да се получи поради влиянието на пренебрегнатите фактори.

Изводи

1. От разгледаните случаи се вижда, че при подходящи стойности на $w_{ш}$ и C напрежението на вторичната страна на трансформатора може да бъде понижено значително. То може да бъде и равно на нула.

2. Това дава възможност без изключване на първичното захранващо напрежение да се работи по мрежата на вторичната страна на захранващият трансформатор.

Литература

1. Бонев С.Г., Малки и специални трансформатори, С. Техника, 1977г.
2. Козаров А.С., Т.А. Върбев, Възможност за подобряване на захранването на осветителния товар в подземните рудници, Минно дело и геология, бр.8, 2004г.
3. Върбев Т.А., А. Козаров, Възможност за използване на трансформатор с магнитен шунт като максимално-токова защита. Годишник на МГУ "Св.Ив.Рилски