

ДИФЕРЕНЦІЙНИЙ ЗАХИСТ ДВОДВИГУННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ПОСТІЙНОГО СТРУМУ НА БАЗІ ВІКОННОГО КОМПАРАТОРА

^{1, 2} Вінницький національний технічний університет;

Анотація

У роботі запропоновано метод реалізації диференційного захисту дводвигунового приводу постійного струму, виконаний на основі аналогової схемотехніки з використанням віконного компаратора на операційних підсилювачах. Пристрій контролює напругу в точці з'єднання послідовно ввімкнених двигунів і спрацьовує, коли різниця напруг через розсинхронізацію швидкостей виходить за межі встановленого «вікна» допустимих значень. Завдяки використанню регульованих подільників напруги забезпечується висока точність налаштування меж спрацювання, а простота конструкції дозволяє ефективно впроваджувати систему для захисту приводів похилих дифузійних апаратів.

Ключові слова: диференційний захист, дводвигунний електропривод, віконний компаратор, похилий дифузійний апарат, постійний струм, операційний підсилювач, синхронне обертання.

Abstract

The article proposes a method for implementing differential protection of a twin-engine DC drive based on analog circuitry using a window comparator on operational amplifiers. The device monitors the voltage at the junction of series-connected motors and triggers when the voltage difference due to speed desynchronization exceeds the set "window" of acceptable values. The use of adjustable voltage dividers ensures high accuracy in setting the operating limits, and the simplicity of the design allows for effective implementation of the system for protecting inclined diffusion units.

Keywords: differential protection, two-engine electric drive, window comparator, inclined diffusion unit, direct current, operational amplifier, synchronous rotation.

Вступ

У приводі деяких механізмів доцільно використання двохдвигунових приводів, у яких між валами двигунів існує пружний кінематичний зв'язок, що значно впливає на динамічні характеристики такої системи. Прикладами таких систем є приводи деяких прокатних станів протяжних ескалаторів, шнекових систем значної довжини, тощо. Зокрема до останніх належить привод похилого дифузійного апарата.

У таких приводах гостро постає задача синхронного обертання валів двигунів, що можливе за умови однакових динамічних моментів, що розвивають обидва двигуни. В системах двохдвигунового приводу постійного струму ця умова забезпечується послідовним ввімкненням роторних обмоток двигунів з ідентичними механічними й електричними характеристиками, напруга на яких в нормальних режимах буде майже однаковою.

Однак, за певних обставин можуть виникати такі режими, коли двигуни починають обертатися з різними швидкостями, тоді напруги на двигунах стають не однакові через неоднаковість їх протиЕРС. Причинами цього можуть бути, як електричними, так і механічними, але не залежно від характеру причин такі режими, з одного боку, можуть бути спричиненні пошкодженнями певних елементів приводу, а з другого, призвести до незворотних наслідків, і по своїй суті є аварійними.

Тому виникає гостра необхідність використання спеціальних пристроїв захисту від таких режимів роботи. Такі пристрої відрізняються за способом реалізації (аналогові, мікропроцесорні), за параметрами, на які реагують (механічні параметри, різницю напруг двигунів). Такі пристрої розроблялись, зокрема, у [1, 2].

Серед безперечних переваг кожен з них має і певні свої, з наступного переліку, недоліки: складність конструкцій, нечутливість до певних видів пошкодження, застарілість, значну вартість тощо. Це зумовлює їх сферу застосування.

Метою даного дослідження є розробка простого та ефективного захисту приводу ПДА який би забезпечив його надійну роботу.

Результати дослідження

Пристрій захисту, що пропонується виконаний на основі аналогової схемотехніки [3], а величиною, на яку він реагує, є напруга в точці з'єднання двигунів приводу.

Поставлена задача доволі цікаво і просто вирішується при використанні так званого «віконного компаратора» – схеми, що містить два компаратора, кожен з яких відслідковує зміну напруги на вході – точці з'єднання двигунів, відносно опорної напруги, що задається окремо для компаратора верхньої межі та для компаратора нижньої межі. Вихідний сигнал отримують на виходах компараторів, про перетин, відповідно, верхньої чи нижньої межі напруги.

В схемі, поданій на рисунку 1, виходи компараторів DA1 та DA2 об'єднано, оскільки не важливо, яку межу перетнув сигнал вхідної напруги, необхідно лише в той же час увімкнути виконавчий орган захисту, при цьому перетині. Роботу пристрою пояснюють часові діаграми, подані на рис. 2.

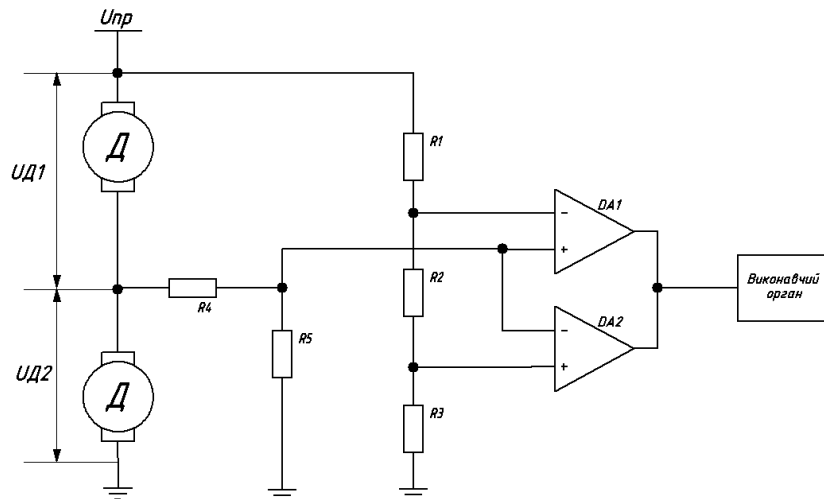


Рисунок 1. – Структурна схема пристрою.

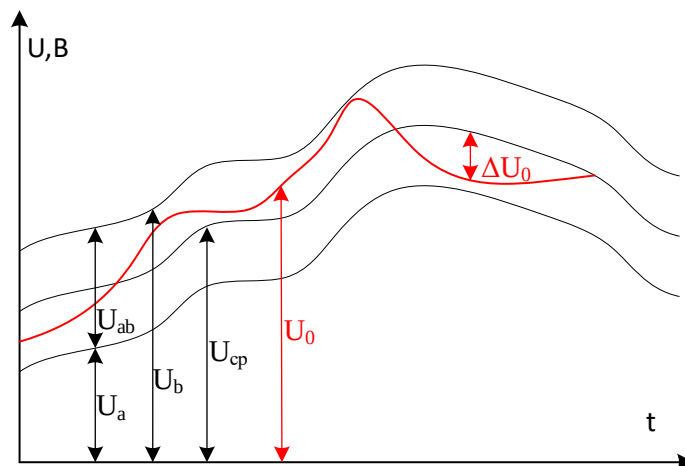


Рисунок 2 – Часові діаграми пристрою диференційного захисту

Пристрій диференційного захисту дводвигунного приводу постійного струму працює наступним чином. В нормальному режимі роботи вали двигунів 1 та 2 обертається синхронно з однаковою швидкістю. Оскільки двигуни увімкнуті послідовно та мають однакові механічні характеристики, то й напруги на них будуть однакові або близькими за значенням.

При виникненні аварійних режимів роботи, коли різниця напруг на двигунах ΔU перевищує встановлене значення з будь-яким знаком напруга на вході віконного компаратора U_0 виходить за межі створеного подільником R1-R2-R3 «вікна» допустимих значень відхилення напруг на двигунах, на виході відповідного операційного підсилювача формується сигнал відключення, що подається до виконавчого органу пристрою захисту, який здійснює аварійну зупинку приводу.

Верхня та нижня межі спрацювання в даному випадку задається подільниками напруги, на опорах R1, R2 та R3. Величини опорів даного подільника напруги можуть бути розраховані для певних конкретних випадків, та для різних значень напруг. Також даний подільник напруги може бути побудований з використанням підстроєчних чи змінних резисторів, це дасть можливість регулювати верхню та нижню межу спрацювання захисту.

Вимірювальний сигнал подається відразу на обидва компаратори, через подільник напруги R4 та R5, що знижує вхідну напругу до рівня, сприйнятного для компаратора.

Висновки

В ході роботи було розроблено схему захисту на основі віконного компаратора. Робота схеми була промодельована в різних пакетах прикладного ПЗ, призначених для моделювання електротехнічних та електронних систем.

Завдяки простоті й невисокій вартості компонентів такий пристрій захисту доволі просто використовувати та масштабувати під різні компонування приводів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Патент України на корисну модель UA 122663, H02K 7/08 Пристрій диференційного захисту послідовно увімкнених електродвигунів постійного струму / В. В. Кухарчук, А. М. Коваль, В. С. Голодюк. – № u201706551; заявл. 26.06.2017; опубл. 25.01.2018. – Бюл. № 2/2018
2. Патент України 34252 H02 H7/08 Пристрій для захисту від коротких замикань і перевантажень послідовно ввімкнутих електродвигунів постійного струму / В. І. Родінков, Г. В. Корячев.; заявл. 18.06.1999, опубл. 15.02.2001, Бюл. №1, 2001р.
3. Paul Horowitz, Winfield Hill. The art of electronics. Monograph, Cambridge university press - 1998. – 704 p.

Андрій Миколайович Коваль — кандидат технічних наук, старший викладач кафедри комп'ютерних електромеханічних систем та комплексів, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: koval.a.m@vntu.edu.

Koval Andrii M. — Candidate of Technical Sciences, of the Department of Computer Electric Electric Systems and Complexes, Vinnytsia National Technical University, Vinnitsa, E-mail: koval.a.m@vntu.edu.