



УКРАЇНА

(19) UA (11) 43034 (13) U
(51) МПК (2009)
H02H 7/08

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА

1

(21) u200902817

(22) 26.03.2009

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ДУБОВИК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, ЛЕБЕДЄВ ЛЕВ МИКОЛАЙОВИЧ, РОЗЕН ВІКТОР ПЕТРОВИЧ

(73) ДУБОВИК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, ЛЕБЕДЄВ ЛЕВ МИКОЛАЙОВИЧ, РОЗЕН ВІКТОР ПЕТРОВИЧ

(57) Спосіб захисту електродвигуна, який містить безперервне вимірювання струмів електродвигуна і піднесення їх у квадрат, запис сум квадратів струму в елементи пам'яті вихідного часового ряду заданої довжини і дискретності, видалення вмісту останнього елемента та зсовування на крок вмісту

2

всіх елементів пам'яті часового ряду при надходженні чергового значення виміряного струму, вміщення нового значення квадрата струму на перше місце і підсумовування його до вмісту всіх подальших елементів пам'яті вихідного часового ряду, відімкнення електродвигуна від мережі при перевищенні в елементі пам'яті гранично допустимого значення суми квадратів струмів, який **відрізняється** тим, що з даних, які постійно оновлюють в елементах пам'яті вихідного часового ряду при черговому вимірюванні струмів, формують додаткові часові ряди з вибраною дискретністю та довжиною, прогнозують їх зміну, при перевищенні будь-яким прогнозованим значенням гранично припустимого рівня суми квадратів струмів відмикають електродвигун від мережі.

Корисна модель належить до електротехніки і може бути використаний для захисту електродвигуна від струмових перевантажень.

Відомий спосіб захисту електродвигуна, який містить безперервне вимірювання інформативного параметра, формування часового ряду інформативного параметра, прогнозування його зміни, відімкнення електродвигуна від мережі при перевищенні прогнозним інформативним параметром гранично допустимого значення [Патент України на корисну модель №39230, заявка №u200812436 від 22.10.2008 Дубовик В.Г., Лебедєв Л. М., Розен В.П. Спосіб захисту електродвигуна]. Причиною низької надійності способу в умовах змінного характеру навантаження є контроль за еквівалентними струмами лише з одним певним часом усереднення.

Найближчим до того, що пропонується є спосіб захисту електродвигуна, який містить безперервне вимірювання струмів електродвигуна і піднесення їх у квадрат, запис сум квадратів струму в елементи пам'яті вихідного часового ряду заданої довжини і дискретності, видалення вмісту останнього елемента та зсовування на крок вмісту всіх елементів пам'яті часового ряду при надходженні

чергового значення виміряного струму, вміщення нового значення квадрата струму на перше місце і підсумовування його до вмісту всіх подальших елементів пам'яті вихідного часового ряду, відімкнення електродвигуна від мережі при перевищенні в елементі пам'яті гранично допустимого значення суми квадратів струмів [Заявка на видачу патенту на корисна модель (КМ) u 200902348 Дубовик В.Г., Лебедєв Л.М. Спосіб захисту електродвигуна. 16.03.2009, вх. №545134]. Причиною низької надійності роботи прототипу є контроль за виміряними, а не прогнозованими значеннями еквівалентних струмів.

Технічною задачею, поставленою в основу корисної моделі, є підвищення надійності роботи захисту, при змінному характері навантаження, шляхом контролю прогнозованих значень еквівалентних струмів з наростаючим часом усереднення в заданому часовому проміжку, з дискретністю вимірювань і прогнозів достатньою для досягнення бажаної надійності.

Для вирішення технічної задачі спосіб захисту електродвигуна, який містить безперервне вимірювання струмів електродвигуна і піднесення їх у квадрат, запис сум квадратів струму в елементи

UA (19) 43034 (13) U

пам'яті часового ряду заданої довжини і дискретності, видалення вмісту останнього елемента та зсовування на крок вмісту всіх елементів пам'яті часового ряду при надходженні чергового значення виміряного струму, вміщення нового значення квадрата струму на перше місце і підсумовування його до вмісту всіх подальших елементів пам'яті вихідного часового ряду, відімкнення електродвигуна від мережі при перевищенні в елементі пам'яті гранично допустимого значення суми квадратів струмів відрізняється тим, що з даних, які постійно оновлюють в елементах пам'яті вихідного часового ряду при черговому вимірюванні струмів, формують додаткові часові ряди з вибраною дискретністю та довжиною, прогнозують їх зміну, при перевищенні будь-яким прогнозованим значенням гранично припустимого рівня суми квадратів струмів відмикають електродвигун від мережі.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному. При змінному характері навантаження оперують не з абсолютними, а з еквівалентними за тепловими втратами значеннями струмів. Якщо еквівалентний струм усереднюють на коротких проміжках часу (секундах), то виявити тривалі незначні 5%...10% струмові перевантаження неможливо. Якщо еквівалентний струм усереднюють на тривалих проміжках часу (десятиках хвилин), то неможливо вчасно виявити перевантаження пусковими струмами. Для надійної роботи захисту потрібне знання еквівалентних струмів з різним часом усереднювання від Δt до $n \cdot \Delta t$, де Δt - крок дискретизації контрольованого часового інтервалу перевантаження, n - кількість кроків. Це забезпечується формуванням часового ряду зі збільшенням часу усереднення сум квадратів струму із збільшенням номера елемента пам'яті. Для підвищення надійності способу передбачено прогнозування змін сум квадратів струму в елементах пам'яті вихідного часового ряду. Для прогнозування формують додаткові часові ряди. Вибирають їх кількість та довжину. Довжина додаткових часових рядів забезпечує потрібну для підвищення надійності точність прогнозування, кількість - бажану надійність захисту. Таким чином, усі вказані у формулі корисної моделі суттєві ознаки є істотними а їх сукупність достатня для досягнення заявленого технічного результату - підвищення надійності захисту при змінному характері навантаження.

Здійснюється спосіб наступним чином. Вибирають довжину і дискретність вихідного часового ряду квадратів струмів електродвигуна. Безперервно вимірюють і підносять у квадрат струми електродвигуна. Після чергового виміру вміст останнього елемента пам'яті видаляють і проводять зсовування вмісту елементів пам'яті часового ряду на один крок вперед. Знову виміряне значення квадрата струму ставлять на перше місце і підсумовують до вмісту усіх подальших елементів пам'яті часового ряду. При цьому виходять з наступного. Квадрат еквівалентного струму

$$I_{\text{екв}}^2 = (I_1^2 \Delta t_1 + I_2^2 \Delta t_2 + \dots + I_n^2 \Delta t_n) / (\Delta t_1 + \Delta t_2 + \dots + \Delta t_n).$$

При рівності часових проміжків

$\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t_n = \Delta t$ значення квадратів еквівалентних струмів

$$I_{\text{екв}1}^2 = I_1^2;$$

$$I_{\text{екв}2}^2 = (I_1^2 + I_2^2) / 2$$

$$I_{\text{екв}3}^2 = (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2) / 3$$

.....

$$I_{\text{екв}}^2 = (I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2) / n$$

Відповідно суми квадратів струмів у кожному з елементів пам'яті часового ряду

$$I_1^2 = I_{\text{екв}1}^2;$$

$$I_1^2 + I_2^2 = 2I_{\text{екв}2}^2;$$

$$I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 = 3I_{\text{екв}3}^2;$$

.....

$$I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2 = nI_{\text{екв}n}^2.$$

Отже, сума квадратів струмів у кожному з елементів пам'яті дорівнює $I_{\text{екв}}^2 \cdot n$, де n - номер елемента пам'яті часового ряду,

$I_{\text{екв}n}^2$ - квадрат еквівалентного струму останнього елемента пам'яті. Таким чином, у кожному з елементів пам'яті, починаючи з першого, вміщують значення сум квадратів еквівалентних струмів з часом усереднення зростаючим на Δt . Час усереднення еквівалентного струму в останньому елементі дорівнює $n \cdot \Delta t$.

Для того, щоб спрогнозувати значення сум квадратів струму на крок вперед формують додаткові часові ряди. Вибирають кількість та довжину додаткових часових рядів. Довжина додаткових часових рядів забезпечує бажану точність прогнозування, кількість - потрібну надійність захисту. Кількість цих додаткових рядів не обов'язково повинна співпадати з кількістю елементів пам'яті вихідного часового ряду. Формують додаткові часові ряди за допомогою даних, що оновлюють в елементах пам'яті вихідного часового ряду при кожному черговому вимірюванні.

Визначення гранично допустимих значень сум квадратів струму для кожного з елементів пам'яті часового ряду проводять виходячи з рекомендацій для реле з витримкою часу, яка зменшується відповідно до збільшення характеристичної величини. Гранично допустиме значення сум квадратів струмів n -го елемента пам'яті часового ряду

$$\sum_{j=1}^n I_{\text{екв}n}^2 = nI_{\text{ном}}^2 [(K/n\Delta t) + 1], \text{ де } n - \text{порядковий}$$

номер елемента пам'яті часового ряду, $I_{\text{ном}}^2$ - квадрат номінального струму електродвигуна, K - стала, Δt - період дискретизації вихідного часового ряду.

Рішення про відімкнення електродвигуна від мережі приймають за прогнозними значеннями сум квадратів струму. При виході прогнозного значення за межі гранично припустимого в будь-якому з елементів пам'яті відмикають електродвигун від

мережі. Таким чином, контролюють струм у всьому припустимому часі та діапазоні перевантажень як

при великих, так і при малих але тривалих перевантаженнях електродвигуна.