УКРАЇНА

(19) UA (11) 129679 (13) U

(51) МПК
H02H 7/08 (2006.01)

МІНІСТЕРСТВО ЕКОНОМІЧНОГО РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2018 04348**

(22) Дата подання заявки: **20.04.2018**

(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: **12.11.2018**

(46) Публікація відомостей про видачу патенту: **12.11.2018, Бюл.№ 21**

(72) Винахідник(и):
Лебедєв Лев Миколайович (UA),
Дубовик Володимир Григорович (UA),
Дженчако Данило Костянтинович (UA),
Майстренко Любов Юріївна (UA)

(73) Власник(и):
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМЕНІ ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО",
просп. Перемоги, 37, м. Київ-56, 03056 (UA)

(54) СПОСІБ ЗАХИСТУ ЕЛЕКТРОДВИГУНА З ЖИВЛЕННЯМ ВІД НАПІВПРОВІДНИКОВОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА

(57) Реферат:

Спосіб захисту електродвигуна з живленням від напівпровідникового перетворювача включає вимірювання діючих струмів, визначення їх квадратів, формування часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів з видаленням вмісту з останнього елементу цього ряду та зміщенням на крок вперед вмісту усіх його елементів при надходженні чергового квадрата діючого струму. Встановленням його на перше місце і підсумовування до складових решти елементів часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів. Електродвигун постійного або змінного струму підключають до виходу відповідного напівпровідникового перетворювача. Вимірюють значення діючих струмів на його вході, визначають квадрати діючих струмів. Ділять квадрати діючих струмів на квадрат номінального струму електродвигуна та на коефіцієнт умов охолодження на момент виміру діючого струму і отримують одновимірний часовий ряд кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження. Вбудовують цей ряд в двовимірний простір за допомогою суміщення вісі часу з віссю часу усереднення еквівалентних струмів, для чого формують ряд часткових сум кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження, ділять часткові суми на відповідну кількість складових часткових сум в елементах ряду і отримують двовимірний ряд, який формують впродовж 3…5 постійних часу нагріву електродвигуна. Відключають електродвигун від джерела живлення при перевищенні припустимого рівня в будь-якому елементі цього ряду.

UA 129679 U

Корисна модель належить до електротехніки і може бути використана для струмового захисту електродвигуна постійного чи змінного струму з регульованою швидкістю при живленні від напівпровідникового перетворювача.

Відомо спосіб захисту електродвигуна, що включає вимірювання струмів, формування сигналу пропорційного квадрату струму електродвигуна, усереднювання вказаного сигналу в часі, відключення електродвигуна від мережі живлення при перевищенні припустимої тривалості струмового перевантаження.

Недостатні функціональні можливості способу пов'язані з тим, що еквівалентний струм контролюють на вході електродвигуна, а не на вході напівпровідникового перетворювача [1].

Найбільш близьким аналогом до запропонованого пристрою є спосіб захисту електродвигуна від перевантажень, що включає вимірювання струмів електродвигуна, визначення значень їх квадратів струмів, формування часового ряду часткових сум квадратів струмів, видалення останнього значення цього часового ряду при надходженні чергового значення квадрата струму електродвигуна, зміщення на крок вперед складових усіх елементів часового ряду, встановлення на перше місце часового ряду нового виміряного значення квадрата струму і підсумовування його до складових решти елементів часового ряду, формування сигналу на відключення електродвигуна від мережі при перевищенні заданого рівня сум квадратів струму в будь-якому елементі часового ряду, крім того, часовий ряд часткових сум квадратів струму продовжують формувати також на період з моменту формування сигналу на відключення до моменту обнуління всіх складових елементів часового ряду або впродовж 3…4 постійних часу нагріву електродвигуна після його фактичного відключення від мережі живлення. Низькі функціональні можливості способу пов'язані з тим, що струми вимірюють на вході електродвигуна, а не напівпровідникового перетворювача, також обмежує функціональні можливості способу вид напруги живлення електродвигуна, спосіб не враховує погіршення умов охолодження в процесі зміни швидкості електродвигуна з самовентиляцією [2].

В основу корисної моделі поставлена задача розширення функціональних можливостей способу захисту електродвигуна постійного чи змінного струму при живленні від напівпровідникового перетворювача шляхом формування двовимірного часового ряду часткових сум кратності квадратів струмів зі входу напівпровідникового перетворювача в межах 3…5 постійних часу нагріву електродвигуна, з урахуванням зміни умов його охолодження, в результаті чого підвищується надійність захисту електродвигуна в цілому.

Поставлена задача вирішується тим, що у способі захисту електродвигуна з живленням від напівпровідникового перетворювача, який включає вимірювання діючих струмів, визначення їх квадратів, формування часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів з видаленням вмісту з останнього елемента цього ряду та зміщенням на крок вперед вмісту усіх його елементів при надходженні чергового квадрата діючого струму, встановленням його на перше місце і підсумовування до складових решти елементів часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів, згідно з корисною моделлю, електродвигун постійного або змінного струму підключають до виходу відповідного напівпровідникового перетворювача, вимірюють значення діючих струмів на його вході, визначають квадрати діючих струмів, ділять квадрати діючих струмів на квадрат номінального струму електродвигуна та на коефіцієнт умов охолодження на момент виміру діючого струму і отримують одновимірний часовий ряд кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження, вбудовують цей ряд в двовимірний простір за допомогою суміщення вісі часу з віссю часу усереднення еквівалентних струмів, для чого формують ряд часткових сум кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження, ділять часткові суми на відповідну кількість складових часткових сум в елементах ряду і отримують двовимірний ряд, який формують впродовж 3…5 постійних часу нагріву електродвигуна, відключають електродвигун від джерела живлення при перевищенні припустимого рівня в будь-якому елементі цього ряду.

У відповідності до ГОСТ 183-74 часострумову характеристику захисту електродвигуна можна визначити з виразу:

$$t = A/(k_I^2 - 1),$$

де k_I - кратність струму електродвигуна, $k_I = I^i / I_н$

A - стала величина, яка вибирається в залежності від можливої похибки дії захисту; I^i - діючий струм електродвигуна; $I_н$ - номінальний струм електродвигуна.

Для часострумової характеристики, згідно з [Коваленский И.В. Релейная защита электродвигателей высокого напряжения / И.В. Коваленский, - Л.: Энергия, 1964. - 81 с.]

приймають А=250 для закритих електродвигунів, що мають великі значення ваги і розмірів і А=150 (для відкритих електродвигунів).

У відомих пристроїв захисту перевантажувальна здатність електродвигуна повністю не використовується, що є недоліком, особливо це стосується невеликого значення перевантаження. Часострумова характеристика захисту не повинна перевищувати значень перевантажувальної характеристики. Це дозволяє налагоджувати захист з врахуванням параметрів конкретного двигуна.

Здійснюють спосіб наступним чином.

Вимірюють значення діючих струмів на вході відповідного напівпровідникового перетворювача, вихід якого сполучено з входом електродвигуна, наприклад, при використанні керованого випрямляча до його виходу підключають двигун постійного струму, якщо використовують пристрій плавного пуску, то до його виходу підключають асинхронний двигун, якщо використовують перетворювач частоти - до його виходу підключають двигун змінного струму, вентильний двигун постійного чи змінного струму і таке інше. Ділять виміряні значення діючих струмів на коефіцієнт β зміни умов охолодження на момент вимірювання. Коефіцієнт β зміни номінальних умов охолодження в процесі пуску або регулювання швидкості (рахуючи залежність лінійною) для системи пристрій плавного пуску асинхронний двигун, перетворювач частоти - двигун змінного струму, керований випрямляч - двигун постійного струму, вентильний двигун постійного та змінного струму, розраховується таким чином: $\beta = \beta_0 + (1+\beta_0)\omega / \omega_{ном}$, де $\beta_0 = 0{,}25$ - коефіцієнт погіршення тепловіддачі при нерухомому роторі асинхронного електродвигуна, або якорі двигуна постійного струму з самовентиляцією; $\omega, \omega_{ном}$ - поточна та номінальна кутові швидкості ротора (якоря) електродвигуна.

Ділять виміряні квадрати діючих струмів $I^{i\,2}$ також на квадрат номінального діючого струму $I_н^2$ електродвигуна і отримують кратності квадратів діючих струмів k_I^2 / β^2 з урахуванням зміни умов охолодження при регулюванні швидкості електродвигуна з самовентиляцією.

Вбудовують одновимірний часовий ряд кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження в двовимірний простір за допомогою суміщення вісі часу з віссю часу усереднення еквівалентних струмів, для чого формують ряд часткових сум кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження, далі ділять на відповідну кількість складових часткових сум в елементах ряду. Довжину ряду вибирають в межах 3…5 постійних часу нагріву електродвигуна.

Ряд часткових сум кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження має вид:

$$k_I^2 / \beta_1^2 = I_1^2 / I_н^2 \beta_1^2;$$

$$k_2^2 / \beta_2^2 = \left(I_1^2 / I_н^2 \beta_1^2 + I_2^2 / I_н^2 \beta_2^2\right) / 2;$$

$$k_3^2 / \beta_3^2 = \left(I_1^2 / I_н^2 \beta_1^2 + I_2^2 / I_н^2 \beta_2^2 + I_3^2 / I_н^2 \beta_3^2\right) / 3$$

і так далі.

При надходженні чергової визначеної кратності квадрату діючого струму зміщують на крок вперед вміст усіх елементів ряду часткових сум кратності квадратів діючих струмів. Нумерують елементи цього ряду. На перше місце ставлять знов виміряне значення і підсумовують це значення до складових решти елементів ряду. Останнє значення видаляють. Таким чином, суміщаючи вісь часу з віссю часу усереднення еквівалентних струмів отримаємо змогу одночасно контролювати струми з усіма можливим часом усереднення еквівалентних струмів електродвигуна.

Розраховують, або отримують від виробника електродвигунів залежність припустимого часу роботи електродвигуна від кратності його струмового перевантаження, в відповідності до виразу:

$$t = A / (k_I^2 - 1).$$

Перебудовують цю залежність в криву припустимого часу роботи електродвигуна від кратності k_I^2 перевантажень квадратами діючих струмів.

Час усереднення еквівалентного струму електродвигуна не може бути однаковим при виявленні великих короткочасних і малих довготривалих перевантажень. Так, якщо час усереднення еквівалентних струмів складає десятки хвилин, то вчасно виявити значні короткотривалі перевантаження в десятки секунд неможливо. Тому час усереднення

еквівалентних струмів в кожному з контрольованих елементів часового ряду є різним і дорівнює кількості складових часткової суми в елементі часового ряду помножених на дискретність спрацьовування датчика струму. Таке рішення дозволяє одночасно контролювати навантаження електродвигуна з усіма можливим часом усереднення еквівалентних струмів у межах 3…5 постійних часу нагріву електродвигуна.

При перевищенні в будь-якому елементі часового ряду припустимого значення формують сигнал на відключення електродвигуна від джерела живлення. Таке рішення дозволяє одночасно контролювати еквівалентні струми з усіма можливим часом усереднення еквівалентних струмів

Джерела інформації:

1. Авторское свидетельство СССР. SU № 1365226 AI, "Способ тепловой защиты электродвигателя следящей системы". МПК H02H 5/04, 7/08. Аистов В.В., Левашов Б.И., Медяков И.Н. Опубл. 07.01.1988.

2. Патент України на корисну модель UA 101343, "Спосіб захисту електродвигуна від струмових перевантажень". МПК H02H 7/08. Лебедев Л. М, Дубовик В.Г., Ковальчук А.О., Липський М.В. Опубл. 10.09.2015.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Спосіб захисту електродвигуна з живленням від напівпровідникового перетворювача, що включає вимірювання діючих струмів, визначення їх квадратів, формування часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів з видаленням вмісту з останнього елементу цього ряду та зміщенням на крок вперед вмісту усіх його елементів при надходженні чергового квадрата діючого струму, встановленням його на перше місце і підсумовування до складових решти елементів часового ряду часткових сум квадратів діючих струмів, який **відрізняється** тим, що електродвигун постійного або змінного струму підключають до виходу відповідного напівпровідникового перетворювача, вимірюють значення діючих струмів на його вході, визначають квадрати діючих струмів, ділять квадрати діючих струмів на квадрат номінального струму електродвигуна та на коефіцієнт умов охолодження на момент виміру діючого струму і отримують одновимірний часовий ряд кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження, вбудовують цей ряд в двовимірний простір за допомогою суміщення вісі часу з віссю часу усереднення еквівалентних струмів, для чого формують ряд часткових сум кратності квадратів діючих струмів з урахуванням умов охолодження, ділять часткові суми на відповідну кількість складових часткових сум в елементах ряду і отримують двовимірний ряд, який формують впродовж 3…5 постійних часу нагріву електродвигуна, відключають електродвигун від джерела живлення при перевищенні припустимого рівня в будь-якому елементі цього ряду.

Комп'ютерна верстка О. Рябко

Міністерство економічного розвитку і торгівлі України, вул. М. Грушевського, 12/2, м. Київ, 01008, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601