



УКРАЇНА

(19) UA (11) 42964 (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) u200902348

(22) 16.03.2009

(24) 27.07.2009

(46) 27.07.2009, Бюл.№ 14, 2009 р.

(72) ДУБОВИК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, ЛЕБЕДЄВ ЛЕВ МИКОЛАЙОВИЧ

(73) ДУБОВИК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, ЛЕБЕДЄВ ЛЕВ МИКОЛАЙОВИЧ

(57) Спосіб захисту електродвигуна, що включає безперервне вимірювання струму електродвигуна, відключення електродвигуна від мережі при перевищенні гранично допустимої тривалості струмового перевантаження в будь-якій з n-контрольованих точок, який відрізняється тим,

2

що струм електродвигуна підносять до квадрата, часовий ряд квадратів струму електродвигуна записують в елементи пам'яті часового ряду заданої довжини і дискретності, при надходженні чергового значення квадрата струму електродвигуна вміст елементів пам'яті зрушують на крок, останнє значення видаляють, знов виміряне значення квадрата струму ставлять на перше місце часового ряду і додають до вмісту всіх подальших елементів пам'яті часового ряду, при перевищенні суми квадратів струму в будь-якому елементі пам'яті часового ряду гранично допустимого значення електродвигун відключають від мережі.

Корисна модель відноситься до електротехніки і може бути використана для захисту електродвигуна як від великих, так і незначних, але тривалих струмових перевантажень.

Відомий спосіб захисту електродвигуна, що включає безперервне вимірювання струму електродвигуна, формування сигналу пропорційного квадрату струму електродвигуна, усереднювання вказаного сигналу в часі, відключення електродвигуна від мережі при перевищенні гранично допустимої тривалості струмового перевантаження [SU № 1365226 A1, H02h 5/04, 7/08. В.В.Аистов, Б.И.Левашов, И.Н.Медяков. Способ тепловой защиты электродвигателя следящей системы. 07.01.88. Бюл. №1]. Причина низької точності роботи аналога пов'язана з непрямим вимірюванням струму за допомогою аперіодичної фільтрації імпульсів, площа яких пропорційна квадрату струму.

Найбільш близьким до того, що заявляється є спосіб захисту електродвигуна, що включає безперервне вимірювання струму електродвигуна, відключення електродвигуна від мережі при перевищенні гранично допустимої тривалості струмового перевантаження в будь-якій з n-контрольованих точок [SU 1677769A1, H02h 7/08, 5/04, 3/08. Способ защиты электрического аппарата от токовых перегрузок. Н.А.Гаврилов, Н.А. Красноперов. 15.09.91. Бюл.№34]. Причиною низької точності роботи прототипу при змінному характері

навантаження є контроль абсолютного, а не еквівалентного значення струму.

Технічною задачею, поставленою в основу корисної моделі, є підвищення точності роботи захисту при змінному характері навантаження як при великих, так і незначних, але тривалих струмових перевантаженнях шляхом одночасного безпосереднього вимірювання n-еквівалентних струмів, з наростаючим часом визначення еквівалентних струмів, в заданому тимчасовому проміжку, з дискретністю вимірювань достатньою для досягнення бажаної точності.

Для вирішення технічної задачі, спосіб захисту електродвигуна, що включає безперервне вимірювання струму електродвигуна, відключення електродвигуна від мережі при перевищенні гранично допустимої тривалості струмового перевантаження в будь-якій з n-контрольованих точок відрізняється тим, що струм електродвигуна зводять в квадрат, часовий ряд квадратів струму електродвигуна записують в елементи пам'яті часового ряду заданої довжини і дискретності, при надходженні чергового значення квадрата струму електродвигуна вміст елементів пам'яті зрушують на крок, останнє значення видаляють, знову зміряне значення квадрата струму ставлять на перше місце часового ряду і додають до вмісту всіх подальших елементів пам'яті часового ряду, при перевищенні суми квадратів струму в будь-якому елементі пам'яті часового ряду гранично допусти-

UA (19) 42964 (13) U

мого значення електродвигун відключають від мережі.

Причинно-наслідковий зв'язок між сукупністю істотних ознак і технічним результатом, що досягається, полягає в наступному. При змінному характері навантаження вимірюють не абсолютне, а еквівалентне по теплових втратах значення струму. При визначенні еквівалентного по втратах струму розрахунок ведуть в перебігу проміжку часу навантаження. Якщо еквівалентний струм визначають на коротких проміжках часу (секундах), то виявити незначні, але тривалі 5%...10% струмові перевантаження неможливо. Якщо еквівалентний струм визначають на тривалих проміжках часу (десятих хвилин), то неможливо вчасно відключити електродвигун при перевантаженнях пусковими струмами. Таким чином, для підвищення точності роботи захисту потрібне вимірювання еквівалентних струмів з різним часом усереднювання від Δt до $n \cdot \Delta t$, де Δt - крок дискретизації контрольованого часового інтервалу перевантаження, n - кількість кроків. Для цього формується часовий ряд зі збільшенням часового проміжку визначення еквівалентного струму із збільшенням номера елемента пам'яті. Таким чином, всі вказані у формулі винаходу суттєві ознаки істотні а їх сукупність дозволяє досягти заявленого технічного результату - підвищити точність спрацювання захисту як при великих, так і при малих але тривалих струмових перевантаженнях.

Здійснюється спосіб наступним способом. Безперервно вимірюють і зводять в квадрат струм електродвигуна. Вибирають довжину і дискретність часового ряду квадратів струму електродвигуна. Після чергового виміру проводять зрушення осередків ряду. На перше місце ставлять знов виміряне значення квадрата струму, останнє значення ряду видаляють. У всі осередки ряду до вмісту додають останнє виміряне значення квадрата струму. При цьому виходять з наступного.

Квадрат еквівалентного значення струму рівний:

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

При рівності часів $\Delta t_1 = \Delta t_2 = \dots = \Delta t_n = \Delta t$ квадрат еквівалентного струму в кожному з n - осередків буде рівний:

$$\begin{aligned} I_{\text{екв1}}^2 &= I_1^2, \\ I_{\text{екв2}}^2 &= (I_1^2 + I_2^2) / 2, \\ I_{\text{екв3}}^2 &= (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2) / 3. \end{aligned}$$

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

Відповідно сума квадратів струмів в кожному з осередків буде рівна:

$$\begin{aligned} I_1^2 &= I_{\text{екв1}}^2, \\ I_1^2 + I_2^2 &= 2I_{\text{екв2}}^2, \\ I_1^2 + I_2^2 + I_3^2 &= 3I_{\text{екв3}}^2 \end{aligned}$$

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

Отже, сума квадратів струмів в кожному осередку є $I_{\text{екв}}^2 \cdot n$, де n - номер елемента пам'яті в часовому ряду $I_{\text{екв}n}^2$ - квадрат гранично допустимого струму для даного n -ного осередку.

В результаті в кожному з осередків в порядку зростання знаходяться наступні суми квадратів струму електродвигуна:

$$(I_1^2), (I_1^2 + I_2^2), (I_1^2 + I_2^2 + I_3^2), (I_1^2 + I_2^2 + \dots + I_n^2).$$

Визначення гранично допустимих значень сум квадратів струму в кожному осередку часового ряду проводять виходячи з рекомендацій для реле з витримкою часу, що зменшується відповідно до збільшення характеристичної величини.

Гранично допустиме значення сум квадратів струмів n -ному осередку часового ряду рівне:

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

де: n - порядковий номер осередку часового ряду, $I_{\text{ном}}^2$ - номінальний струм електродвигуна в квадраті, K - постійна, Δt - період дискретизації.

Порівнюють значення сум квадратів струму в осередках з їх гранично допустимими значеннями. При виході поточного значення за межі хоча б в одному осередку відключають електродвигун від мережі. Таким чином, проводиться контроль кривої допустимого навантаження від часу у всьому часовому діапазоні дозволених струмових перевантажень. Спосіб забезпечує високу точність як при великих, так і при малих, але тривалих перевантаженнях електродвигуна.

Вибір періоду дискретизації визначає кількість контрольованих точок і бажану точність спрацювання захисту.