



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **46121** (13) **U**
(51) МПК (2009)
H02H 7/085

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ЗАХИСТУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА

1

(21) u200906081

(22) 12.06.2009

(24) 10.12.2009

(46) 10.12.2009, Бюл.№ 23, 2009 р.

(72) ДУБОВИК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, ЛЕБЕДЄВ ЛЕВ МИКОЛАЙОВИЧ, ПЕРЕВОЗНИК ЄВГЕН ПЕТРОВИЧ

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"

(57) Пристрій захисту асинхронного електродвигуна, що містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої сполучена з "загальним" провідником пристрою, причому входи датчиків струму є вхідними виводами пускача, виходи якого з'єднані з асинхронним електродвигуном, блок контролю часу пуску і струму, послідовно сполучені блок контролю наявності напруги і блок порядку чергування фаз, блок незалежної витримки часу, три елементи І-НЕ, три джерела постійної вхідної дії і три порогові елементи, перші входи яких сполучені з першим джерелом постійної вхідної дії, а другі входи - з відповідними трьома виходами блока датчиків струму і трьома входами блока контролю часу пуску і струму, четвертий, п'ятий входи

2

якого сполучені відповідно з другим і третім джерелами постійної вхідної дії, а вихід сполучений з другими входами першого, другого, третього елементів І-НЕ, виходи яких сполучені з трьома входами блока контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, регулятор напруги, перший та другий входи якого мають виводи для підключення до контактів розмикаючого блок-контакту пускача, третій вхід підключений до виходу блока незалежної витримки часу, а четвертий вхід сполучений з входом блока живлення, при цьому вихід регулятора напруги має вивід для підключення до входу пускача, який **відрізняється** тим, що додатково містить елемент АБО, блок гальванічної розв'язки, послідовно з'єднані аналізатор спектра, формувач коефіцієнта несинусоїдальності (THD) напруги, четвертий пороговий елемент, другий вхід якого з'єднаний із четвертим джерелом постійної вхідної дії, а вихід - з елементом АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока контролю наявності напруги й порядку чергування фаз, вихід елемента АБО з'єднаний з блоком незалежної витримки часу, три входи асинхронного електродвигуна через блок гальванічної розв'язки підключені до трьох входів аналізатора спектра.

Корисна модель відноситься до електротехніки і може бути використана для захисту асинхронного електродвигуна при виникненні аварійних ситуацій: обрив або порушення порядку чергування фаз, затягнутий пуск, технологічне перевантаження, збільшення коефіцієнта несинусоїдальності (THD_U) в мережі.

Відомий пристрій для захисту асинхронного електродвигуна від перевантаження, що містить магнітний пускач, обмотка якого через кнопку СТОП і з'єднана з нею послідовно кнопку ПУСК, шунтовану замикаючим блоком-контактом магнітного пускача, приєднана до нульового й фазного проводів мережі живлення, а силові контакти магнітного пускача включені послідовно з обмоткою електродвигуна, максимальне струмове реле, котушка якого з'єднана із вторинною обмоткою

трансформатора струму, включеного в один з проводів живлення електродвигуна, і проміжне шунтуюче реле [2].

Недоліком пристрою є недостатні функціональні можливості, пов'язані з відсутністю контролю спотворень форми напруги для електродвигуна.

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій захисту асинхронного електродвигуна від перевантаження і обриву фази, що містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої сполучена з "загальним" провідником пристрою, причому входи датчиків струму є вхідними виводами пускача, виходи якого з'єднані з асинхронним електродвигуном, блок контролю часу пуску і струму, послідовно сполучені блок контролю наявності напруги і блок порядку чергу-

(13) **U**

(11) **46121**

(19) **UA**

вання фаз, блок незалежної витримки часу, три елементи І-НЕ, три джерела постійної вхідної дії і три порогові елементи, перші входи яких сполучені з першим джерелом постійної вхідної дії, а другі входи - з відповідними трьома виходами блока датчиків струму і трьома входами блока контролю часу пуску і струму, четвертий, п'ятий входи якого сполучені відповідно з другим і третім джерелами постійної вхідної дії, а вихід сполучений з другими входами першого, другого, третього елементів І-НЕ, виходи яких сполучені з трьома входами блока контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, регулятор напруги, перший та другий входи якого мають виводи для підключення до контактів розмикаючого блок-контакту пускача, третій вхід підключений до виходу блока незалежної витримки часу, а четвертий вхід сполучений з входом блока живлення, при цьому вихід регулятора напруги має вивід для підключення до входу пускача [1].

Недоліком пристрою є відсутність аналізу спотворень форми напруги для електродвигуна, що не дозволяє забезпечити його захист при збільшенні рівня спотворень вище граничного значення.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення відомого пристрою захисту, шляхом введення додаткових елементів, що забезпечує підвищення ефективності захисту за рахунок контролю нелінійних спотворень напруги, що дозволяє не допустити додаткове нагрівання електродвигуна і допомагає збільшити строк його служби.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що в пристрої захисту асинхронного електродвигуна, що містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої сполучена з "загальним" провідником пристрою, причому входи датчиків струму є вхідними виводами пускача, виходи якого з'єднані з асинхронним електродвигуном, блок контролю часу пуску і струму, послідовно сполучені блок контролю наявності напруги і блок порядку чергування фаз, блок незалежної витримки часу, три елементи І-НЕ, три джерела постійної вхідної дії і три порогові елементи, перші входи яких сполучені з першим джерелом постійної вхідної дії, а другі входи - з відповідними трьома виходами блока датчиків струму і трьома входами блока контролю часу пуску і струму, четвертий, п'ятий входи якого сполучені відповідно з другим і третім джерелами постійної вхідної дії, а вихід сполучений з другими входами першого, другого, третього елементів І-НЕ, виходи яких сполучені з трьома входами блока контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, регулятор напруги, перший та другий входи якого мають виводи для підключення до контактів розмикаючого блок-контакту пускача, третій вхід підключений до виходу блока незалежної витримки часу, а четвертий вхід сполучений з входом блока живлення, при цьому вихід регулятора напруги має вивід для підключення до входу пускача, який відрізняється тим, що додатково містить елемент АБО, блок гальванічної розв'язки, послідовно з'єднані аналізатор спектру, формувач

ТНД напруги, четвертий пороговий елемент, другий вхід якого з'єднаний із четвертим джерелом постійної вхідної дії, а вихід - з елементом АБО, другий вхід якого з'єднаний з виходом блока контролю наявності напруги й порядку чергування фаз, вихід елемента АБО з'єднаний з блоком незалежної витримки часу, три входи асинхронного електродвигуна через блок гальванічної розв'язки підключені до трьох входів аналізатора спектру.

На Фіг. представлена структурна схема пристрою захисту асинхронного електродвигуна.

Пристрій захисту асинхронного електродвигуна 1 складається з блоку 2 датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої сполучена з "загальним" провідником пристрою. Фазні виводи датчиків струму сполучені з входами блоку 5 контролю часу пуску і струму, а також з пороговими елементами 3.1...3.3, виходи яких через елементи І-НЕ 4.1...4.3 підключені з трьома входами блоку 6 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, який через другий вхід елемента 7 АБО, блок 8 незалежної витримки часу, сполучений з входом регулятора напруги 9, включеного в ланцюг живлення котушки 10 пускача електродвигуна 1, три входи якого підключені через блок 11 гальванічної розв'язки з аналізатором 12 спектру, вихід якого через формувач 13 ТНД напруги, четвертий пороговий елемент 14 з'єднано з входом елемента 7 АБО. Вихід блоку 5 контролю часу пуску і струму сполучений з другими входами елементів І-НЕ 4.1...4.3. Силкові контакти пускача включені в ланцюг живлення статора електродвигуна 1, один блок-контакт пускача включений паралельно кнопці ПУСК, а виводи другого сполучені, відповідно, з першим і другим входами регулятора 9 напруги, четвертий вхід якого сполучений з блоком живлення 15 і виводом кнопки СТОП. Перше джерело постійної вхідної дії Е1 сполучене з другими входами порогових елементів 3.1...3.3. Друге і третє джерела постійної вхідної дії Е2, Е3 сполучені, відповідно, з четвертим і п'ятим входами блоку 5 контролю часу пуску і струму, четверте джерело постійної вхідної дії Е4 сполучене з другим входом четвертого порогового елемента 14.

Прийняті позначення U_i - напруга на і виході n-го блоку.

Працює пристрій таким чином.

Після подачі напруги в силіві і ланцюги управління натискається кнопка ПУСК і вона подається також через розмикаючий контакт кнопки СТОП на блок живлення 15 і через регулятор 9 напруги на котушку 10 пускача електродвигуна 1. Пусковий режим пускача забезпечується при одиничному вихідному логічному рівні блоку 8 і замкнутому розмикаючому його блок-контакті, що забезпечує максимальний струм в котушці. Силкові контакти пускача підключають статор асинхронного двигуна 1 до мережі, замикаючий блок-контакт ставить кнопку ПУСК на блокування, а розмикаючий блок-контакт розмикається, що забезпечує зменшення струму через котушку 10 пускача в режимі утримання. По статору починає протікати струм. Сигнали датчиків струму 2 імпульсні за формою, поступають в блок 5 контролю часу пуску і струму, а

також через порогові елементи 3.1...3.3 і елементи I-HE 4.1...4.3 на блок 6 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз.

Якщо амплітуди імпульсів струму кожної з фаз перевищують значення порогу спрацювання порогових елементів 3.1...3.3 з характеристикою

1 при $U_2 > E_1$

$U_{3.1} =$

0 при $U_2 < E_1$

то імпульси проходять на входи елементів I-HE 4.1...4.3. На їх другі входи поступає сигнал логічної одиниці з виходу блоку 5 контролю часу пуску і струму, що дозволяє проходження сигналів на блок 6 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз. Логічна схема контролю блоку 6 контролює наявність імпульсів на виході кожного порогового елементу 4.1...4.3 і порядок їх проходження. При нормальному робочому режимі на виході блоку 6 сигнал рівний логічному нулю. При зниженні струму в одній з фаз нижче за пороговий рівень або при зміні порядку проходження імпульсів на вході елементів 3.1...3.3 на виході блоку 6 сигнал стає рівним логічній одиниці, він передається через елемент АБО 7 і блок 8 незалежної витримки часу, який видає сигнал $U_8=0$ зі встановленою витримкою на вхід блоку 9 і знімається живлення котушки 10 пускача. При цьому блок 9 забезпечує відключення пускача, замикаючий блок-контакт пускача розмикається і блок 15 живлення схеми пристрою буде знеструмлений.

До фідера, що подає напругу електродвигуну 1 можуть бути підключені пристрої з нелінійними навантаженням, які споживають струм несинусоїдальної форми (наприклад, безтрансформаторні випрямлячі з ємкісним фільтром) і при великих значеннях коефіцієнта амплітуди струму навантаження відбувається погіршення якості напруги із-за зростання коефіцієнта спотворення синусоїдальності вище допустимого. По своїй природі спотворення форми напруги також виходить при симетричних перешкодах, коли напруга перешкоди прикладена між фазними і нейтральними проводами і несиметричних, - напруга перешкоди прикладена між фазним або нейтральним проводом і землею.

За формою перешкода може бути моносинусоїдальна, при підвищеній або зниженій напрузі мережі, полісинусоїдальна, що спотворена регуляторами напруги, наприклад, з тиристорними елементами, імпульсна, наприклад, при комутації індуктивного навантаження. Високовольтні імпульсні перешкоди не тільки спотворюють форму напруги живлення, а приводять до виникнення резонансних явищ, коливань напруги.

Напруга мережі подається на електродвигун 1 також і на блок 11 гальванічної розв'язки, який забезпечує рівень сигналів напруги, необхідний для функціонування аналізатору 12 спектру, вихідний сигнал якого залежить від амплітуд вищих гармонік.

Гранично допустимі значення гармонійних складових напруги в точці загального підключення до електричних мереж з номінальною напругою 380В по ГОСТ 13109-97 (Сумісність технічних засобів електромагнітна. Норми якості електричної

енергії в системах електропостачання загального призначення) не повинні перевищувати 9% для 5-ої гармоніки і 5,25% для 11-ої гармоніки. Граничне допустиме значення коефіцієнта спотворення синусоїдальності напруги мережі 380В не повинно перевищувати 12%. При цьому відбувається збільшення значення струму, споживаного з мережі, що приводить до підвищеного завантаження електродвигуна 1. Пристрій дозволяє контролювати значення коефіцієнта несинусоїдальності THD_U в вигляді сигналу, який формується на виході блоку 13 і подається на пороговий елемент 14, а його вихідний сигнал $U_{14}=0$ не змінюється, якщо сигнал формувача 13 THD_U не перевищує значення уставки E_4 . В випадку, коли $U_{13} > E_4$, на виході елементу 14 встановлюється рівень логічної одиниці, який через елемент 7 АБО подається на блок 8, що викликає відключення електродвигуна 1 в порядку описаному раніше.

При звичайному пуску за час пуску рівень сигналу на виході блоку 5 контролю часу пуску і струму не змінюється, а сигнали з виходу блоку 2 через порогові елементи 3.1...3.3 і елементи I-HE 4.1...4.3 поступають на блок 6. При затягнутому пуску сигналом блоку 5 відбувається заборона на проходження сигналів на блок 6, що приводить до перемикання рівня сигналу на виході блоку 8 з нульового у високий, відключенню сигналу управління на вході $U_8=0$ регулятора напруги 9, відключенню живлення котушки 10 пускача і відключенню електродвигуна 1. При пуску електродвигуна 1 не блокується робота блоку 6 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз.

При перевантаженні електродвигуна 1 його струм перевищує допустимий, визначуваний значенням E_2 і сигнал з виходу блоку 5 подається на елементи I-HE 4.1...4.3, що приводить до відключення електродвигуна 1 аналогічно приведеному вище.

Як відомо, електрична потужність, споживана електродвигуном 1 може бути активна, реактивна і ще потужністю спотворення D . D - частина реактивної потужності, яка характеризує процеси, обумовлені взаємодією різних по частоті гармонік струму і напруги.

Несинусоїдальність напруги може бути охарактеризована коефіцієнтом гармонік THD (THD - Total Harmonic Distorsion) по напрузі

$$THD_U = \frac{\sqrt{U^2(2) + U^2(3) + \dots + U^2(n)}}{U_1(1)} = \frac{U_\Sigma}{U_1(1)}$$

де $U(1)...U(n)$ - ефективні значення напруги першої й т.д. гармонік,

U_Σ - ефективна напруга всіх вищих гармонік.

Потужність спотворень $D=3U_\Sigma I_1$.

Низька якість заземлення або його неправильне виконання можуть послужити причиною виникнення перешкод. Іноді замість заземлення використовують занулення - підключення до заземлення найближчої трансформаторної підстанції, на якій заземляється нейтраль трифазної мережі. При цьому виникають струми через ланцюги заземлення, особливо при нелінійних навантаженнях, що приводить до появи перешкод, які збільшують потужність спотворень.

Тому застосування введених елементів 7, 11-14 до складу пристрою захисту дозволяє уникнути порушень електромеханічного і теплового режиму електродвигуна при виникненні потужності спотворень і запобігти порушенню протікання технологічного процесу, пов'язаного з роботою електродвигуна 1, а також підвищити ефективність і надійність його функціонування.

Для використання пристрою в широкому діапазоні потужностей електродвигуна використовуються джерела постійної вхідної дії, що дозволяють проводити його налаштування на потужність електродвигуна по значеннях робочого струму за

допомогою джерела Е1, максимального струму - Е2 і допустимого часу розгону - Е3.

Використані джерела:

1. Патент України №28445. Пристрій захисту асинхронного електродвигуна від перевантаження та обриву фази. МПК H02H 7/09. Дубовик В.Г., Лебедев Л.М. Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут». Бюлетень №20. 10.12.2007.

2. Авторское свидетельство СССР №1001292.
Устройство для защиты асинхронного электродвигателя от перегрузки. Н02Н07/08. 30.04.81.

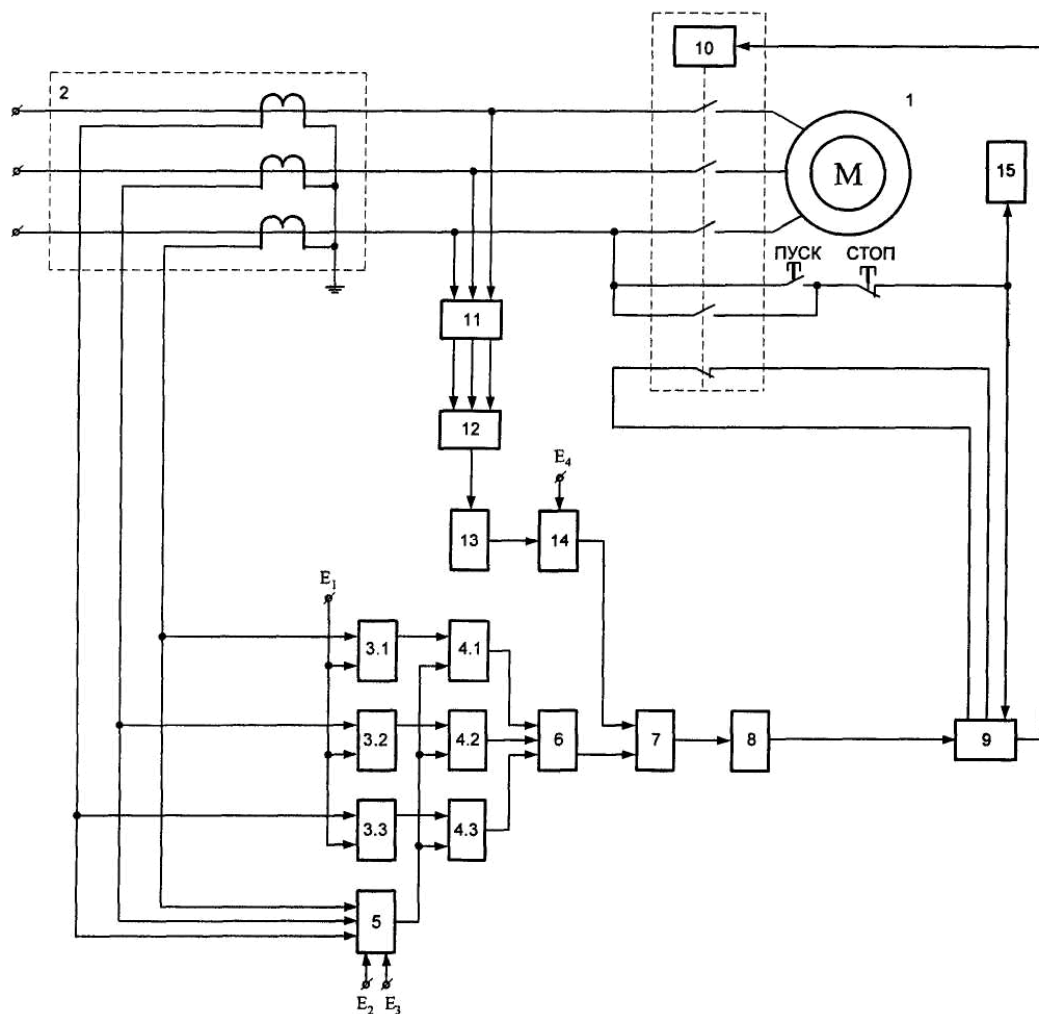


Fig.