



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **64316** (13) **U**
(51) МПК
H02H 7/09 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОДВИГУНА ПО МЕРЕЖІ ЖИВЛЕННЯ

1

(21) u201102537

(22) 03.03.2011

(24) 10.11.2011

(46) 10.11.2011, Бюл.№ 21, 2011 р.

(72) ДУБОВНИК ВОЛОДИМИР ГРИГОРОВИЧ, ЛЕБЕДЄВ ЛЕВ МИКОЛАЙОВИЧ, ПИЛИПЧУК АНДРІЙ ОЛЕКСАНДРОВИЧ

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

(57) Пристрій для захисту асинхронного електродвигуна по мережі живлення, що містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої сполучена з "загальним" провідником пристрою, блок управління, що включає електромагнітний пускач з контактами управління та котушкою, сполученою з виходом ключового елемента, підключеним першим входом до входу блока, другий вхід ключового елемента сполучений з ланцюгом управління електродвигуна, блок незалежної витримки часу, а також блок захисту, що включає, підключені до його трьох входів, три входи блока контролю струму і часу пуску і, відповідно, входи трьох порогових елементів, виходи яких сполучені з входами трьох елементів I-НІ, а їх виходи - з трьома входами блока контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, вихід якого підключений до виходу блока захисту, підключеного четвертим входом до других входів трьох порогових елементів та до першого джерела постійної вхід-

2

ної дії, п'ятим і шостим входами, відповідно, до другого і третього джерел постійної вхідної дії та до четвертого і п'ятого входів блока контролю струму і часу пуску, вихід якого сполучений з другими входами трьох елементів I-НІ, який **відрізняється** тим, що додатково містить перетворювачі температури та вібрації, другий блок живлення, елемент АБО, два порогові елементи, два блоки підключення, два модеми, два блоки контролерів мережі живлення та блок індикації, який трьома входами сполучений з трьома виходами блока контролера мережі живлення, вихід якого сполучений з входом блока управління, а вхід - через послідовно сполучені модем, блок підключення з ланцюгом мережі живлення, до якого підключено другий блок живлення, а також через другий блок підключення, другий модем, другий блок контролера мережі живлення, другий вихід блока захисту, який також підключено до виходу блока контролю струму та часу пуску, перетворювач вібрації через пороговий елемент сполучено з входом елемента АБО та другим входом другого блока контролера мережі живлення, третій вхід якого сполучено з другим входом елемента АБО та через другий пороговий елемент - з перетворювачем температури, а четвертий вхід через блок незалежної витримки часу сполучено з виходом елемента АБО, четверте та п'яте джерела постійної вхідної дії сполучені з другими входами, відповідно, перетворювача вібрації та перетворювача температури.

Корисна модель відноситься до електротехніки і може бути використана для захисту асинхронного електродвигуна по мережі живлення при виникненні аварійних ситуацій: обрив або порушення порядку чергування фаз, затягнутий пуск, технологічне перевантаження, перевищенні допустимої температури або амплітуди вібрації електродвигуна.

Відомий пристрій захисту асинхронного електродвигуна, що містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, з'єднаними за схе-

мою "зірка", нульова точка якої з'єднана з "загальним" провідником пристрою, блок контролю часу пуску й струму, послідовно з'єднані блок контролю наявності напруги й блок порядку чергування фаз, блок незалежної витримки часу, три елементи I-НІ, три джерела постійного вхідного впливу і три граничних елементи, перші входи яких з'єднані з першим джерелом постійного вхідного впливу, а другі входи - з відповідними трьома виходами блока датчиків струму й трьома входами блока контролю часу пуску й струму, четвертий, п'ятий вхо-

(13) U

(11) 64316

(19) UA

ди якого з'єднанні відповідно із другим і третім джерелами постійного вхідного впливу, а вихід з'єднаний із другими входами перших, другого, третього елементів І-НЕ, виходи яких з'єднанні із трьома входами блока контролю наявності напруги й порядку чергування фаз, блок незалежної витримки часу, вихід якого з'єднаний із ключовим регулятором напруги, підключений своїми двома входами до контакту, що розмикається, пускача, а вихід з'єднаний із входом пускача, третій вхід підключений до виходу блока незалежної витримки часу, а четвертий вхід з'єднаний із входом блока живлення, який відрізняється тим, що додатково містить елемент АБО, послідовно з'єднані датчик вібрації, перетворювач сигналів, блок фільтрів, четвертий граничний елемент, другий вхід якого з'єднаний із четвертим джерелом постійного вхідного впливу, 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 через блок незалежної витримки часу із входом ключового регулятора напруги [1].

Недоліком пристрою є відсутня можливість передачі телеметричних сигналів по ланцюгах мережі живлення, його низька надійність та висока ціна, а також не використовуються для контролю стану електродвигуна його температура, а також відсутня можливість індикації аварійних режимів.

Найбільш близьким до запропонованого пристрою є пристрій захисту асинхронного електродвигуна від перевантажень і обриву фази, що містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої сполучена з "загальним" провідником пристрою, блок контролю часу пуску і струму, послідовно сполучені блок контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, блок незалежної витримки часу, ключовий елемент в ланцюзі живлення котушки пускача електродвигуна, а також містить три елементи І-НЕ, три джерела постійної вхідної дії і три порогові елементи, перші входи яких сполучені з першим джерелом постійної вхідної дії, другі входи - з відповідними трьома виходами блоку датчиків струму і трьома входами блоку контролю часу пуску і струму, четвертий і п'ятий входи якого сполучені, відповідно з другим і третім джерелами постійної вхідної дії, а вихід сполучений з другими входами першого, другого і третього елементів І-НЕ, перші входи яких сполучені з виходами порогових елементів відповідно, а вихід кожного з елементів І-НЕ сполучений відповідно з першим, другим і третім входом блока контролю наявності напруги і порядку чергування фаз [2].

Недоліком пристрою є відсутня можливість передачі телеметричних сигналів по ланцюгах мережі живлення, його низька надійність та висока ціна, а також не використовуються механічні складові стану електродвигуна та його температура, а також відсутня можливість індикації аварійних режимів.

В основу корисної моделі поставлена задача удосконалення відомих пристроїв захисту, шляхом введення додаткових елементів, блоків та нових

функціональних зв'язків між ними та створити новий пристрій захисту електродвигуна по мережі живлення, що забезпечує підвищення надійності, зниження собівартості, розширює функціональні можливості.

Рішення поставленої задачі досягається тим, що пристрій захисту асинхронного електродвигуна по мережі живлення, який містить блок живлення, блок датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі «зірка», нульова точка якої сполучена з «загальним» провідником пристрою, блок управління, що включає електромагнітний пускач з контактами управління та котушкою, сполучену з виходом ключового елемента, підключеним першим входом до входу блока, другий вхід ключового елемента сполучений з ланцюгом управління електродвигуна, блок незалежної витримки часу, а також блок захисту, що включає, підключені до його трьох входів три входи блока контролю струму і часу пуску і, відповідно, входи трьох порогових елементів, виходи яких сполучені з входами трьох елементів І-НЕ, а їх виходи з трьома входами блока контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, вихід якого підключений до виходу блока захисту, підключеного четвертим входом до другого входів трьох порогових елементів та до першого джерела постійної вхідної дії, п'ятим і шостим входами, відповідно, до другого і третього джерел постійної вхідної дії та до четвертого і п'ятого входів блока контролю струму і часу пуску, вихід якого сполучений з другими входами трьох елементів І-НЕ, згідно корисної моделі новим є те, що додатково містить перетворювачі температури та вібрації, другий блок живлення, елемент АБО, два порогові елементи, два блоки підключення, два модеми, два блоки контролерів мережі живлення та блок індикації, який трьома входами сполучений з трьома виходами блока контролера мережі живлення, вихід якого сполучений з входом блока управління, а вхід - через послідовно сполучені модем, блок підключення з ланцюгом мережі живлення, до якого підключено другий блок живлення, а також через другий блок підключення, другий модем, другий блок контролера мережі живлення другий вихід блока захисту, який також підключено до виходу блока контролю струму та часу пуску, перетворювач вібрації через пороговий елемент сполучено з входом елемента АБО та другим входом другого блока контролера мережі живлення, третій вхід якого сполучено з другим входом елемента АБО та через другий пороговий елемент - з перетворювачем температури, а четвертий вхід через блок незалежної витримки часу сполучено з виходом елемента АБО, четверте та п'яте джерела постійної вхідної дії сполучені з другими входами, відповідно, перетворювача вібрації та перетворювача температури.

На фіг. 1 представлена структурна схема пристрою захисту асинхронного електродвигуна по мережі живлення, на прикладі підключення асинхронного електродвигуна до мережі з напругою до одного кіловольта, а на фіг. 2 представлена структурна схема блока захисту 3.

Пристрій захисту асинхронного електродвигуна 1 (фіг. 1) по мережі живлення складається з

блока 2 датчиків струму з датчиками, сполученими по схемі "зірка", нульова точка якої з'єднана з "загальним" провідником пристрою, три виходи блока 2 підключені до трьох входів блока захисту 3, четвертий, п'ятий та шостий входи якого підключені, відповідно, до трьох джерел постійної вхідної дії E1, E2, E3, а другий вихід підключений від мережі живлення через другий блок підключення 4, другий модем 5, другий блок контролера мережі живлення 6, а перший вихід сполучено з третім входом елемента 7 АБО, вихід якого через блок 8 незалежної витримки часу сполучено з четвертим входом блока контролера мережі живлення 6, другий вхід якого підключений до першого входу елемента 7 АБО та через перший пороговий елемент 9 до перетворювача вібрації 10, третій вхід до другого входу елемента 7 АБО та через другий пороговий елемент 11 до перетворювача температури 12, від мережі живлення через блок підключення 13, модем 14, блок контролера мережі живлення 15 підключено блок управління 16, а перший, другий, третій виходи блока контролера мережі живлення 15 сполучені з трьома входами блока індикації 17, другі входи порогових елементів 9 та 11 підключені, відповідно, до четвертого E4 та п'ятого E5 джерел постійної вхідної дії, блок живлення 18 підключено до ланцюга живлення електродвигуна, а другий блок живлення 19 підключено до входу другого блока підключення 4.

Блок управління 16 включає електромагнітний пускач з контактами управління, кнопки ПУСК і СТОП, підключені до входу послідовно сполучених ключовий елемент 20 та котушка 21 пускача, другий вхід ключового елемента 20 сполучено з ланцюгами управління електродвигуном.

Блока захисту 3 (фіг. 2) трьома входами сполучений з входами трьох порогових елементів 22.1...22.3, підключених другими входами до четвертого входу блока 3 і джерела E1 постійної вхідної дії, а також з трьома входами блока 23 контролю струму і часу пуску, четвертий вхід якого являється п'ятим входом блока 3 і підключений до другого E2 джерел постійної вхідної дії, п'ятий вхід якого являється шостим входом блока 3 і підключений до третього E3 джерела постійної вхідної дії. Вихід блока 23 контролю струму і часу пуску сполучений з другими входами трьох елементів 24.1...24.3 I-HE, перші входи яких сполучені з виходами трьох порогових елементів 22.1...22.3, а виходи - з трьома входами блока 25 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, вихід якого підключений до виходу блока 3. Другий вихід блока захисту 3 сполучено з виходом блока 23 контролю струму і часу пуску.

Блоки підключення 4 та 13 можуть бути виконані по схемі фаза-земля з послідовно сполучених конденсатора зв'язку, погоджувального трансформатора, фільтра. Конденсатор зв'язку являє собою високочастотний високовольтний конденсатор. У загальному випадку блок підключення здійснює дві функції: ізолює апаратуру комунікаційного вузла від напруги живлення і виділяє інформаційний сигнал, що проходить по електромережі.

Блоки контролерів мережі живлення 6 та 15 можуть бути виконані з використанням інтегральних мікросхем, наприклад, фірми Intellon Corporation типу INT5200, INT5500, або фірми Xeline типу XPLC21, що забезпечує можливість для кожного блока контролера зв'язуватися і взаємодіяти з іншим, можливість адресації пакетів одному, групі, всім підключеним блокам контролерів мережі живлення, а також простоту підключення до іншого телекомунікаційного устаткування, інтерфейсів між абонентами через мережу живлення. Вони працюють під управлінням спеціальних мікропрограм. Така технологія підключення відома, як PLC - Power Line Communications. Інформація передається в смузі частот 50-530 kHz. Принцип роботи PLC-систем заснований на розділенні за допомогою фільтрів низько-частотних електричних сигналів і високошвидкісного трафіку даних, що передається на вищих частотах. Переваги технології PLC: не потрібна прокладка кабелю та використання для його коробів, свердлення стін і опорних конструкцій, простота використання, швидкість монтажу, забезпечення стабільного зв'язку, велика безпека інформації, на якість зв'язку не впливає матеріал і товщина стін в будинку.

Відома технологія передачі даних по силових лініях (PLC) X10 - стандарт передачі даних між передавачем і приймачем по силових лініях. Ці сигнали включають короткі радіочастотні спалахи, що передають цифрову інформацію. Передача спалахів синхронізована з нулем силової напруги. Це пов'язано з тим, що біля нульової напруги рівень перешкод в мережі мінімальний. Час прийому даних - близько 200 мікросекунд. Тривалість спалаху частотою 120 кГц близько 1 мс. Бінарна одиниця - спалах тривалістю 1 мс біля нуля, бінарний нуль - відсутність спалаху. Блоки контролерів ланцюгів живлення 6, 15 є важливими функціональними блоками пристрою, які здійснюють також обробку вхідних параметрів, формують електричні сигнали управління, які надходять на блок індикації, що надає візуальну інформацію про струм, амплітуду вібрації, температуру статорної обмотки електродвигуна, який знаходиться в аварійному стані, електричний сигнал надходить на блок управління для виключення електродвигуна. В пристрої передбачений роз'єм для підключення програматора, який дозволяє записувати програми в контролери, а також забезпечує спраження пристрою з комп'ютером.

Модеми 5, 14 являються передавачами-приймачами, забезпечують гальванічну розв'язку між вхідними і вихідними сигналами і можуть бути реалізовані з використання мікросхем, наприклад, AMIS-30585.

Перетворювач вібрації 10 може бути виконаний з послідовно сполучених датчика вібрації, віброперетворювача, фільтра і забезпечує формування вихідного сигналу пропорційного амплітуді вібрації на його вході.

Блок підключення 13, як показано на фіг. 1, має підключення до вихідного контакту ланцюга пускача або він може бути підключений і до

вхідного контакту ланцюга пускача, сполученого з мережею живлення.

Блок індикації 17 виконаний триканальним забезпечує запам'ятовування аварійних ситуацій з елементами індикації в вигляді сигналів для кожного каналу при таких аварійних ситуаціях:

а) перевантаження по струму, обрив або порушення порядку чергування фаз, технологічне перевантаження, затягнутий пуск;

б) перевищення допустимого значення температури;

в) перевищення допустимого значення амплітуди вібрації.

Блоки живлення 18 та 19 підводять напругу, відповідно, до блоків, елементів (14-17), які забезпечують приймання та перетворення аварійних сигналів та блоків, елементів (3-1), які забезпечують формування і перетворення інформаційних сигналів.

Прийняті позначення U_n^i - напруга на i -му виході n -го блока.

Працює пристрій наступним чином.

Після подачі напруги в ланцюги живлення електродвигуна 1 та на блок живлення 18 натискається кнопка ПУСК і вона подається через розмикаючий контакт кнопки СТОП та через ключовий елемент 13 на котушку 21 пускача електродвигуна 1 та на другий блок живлення 19. Силові контакти пускача підключають статор асинхронного двигуна 1 до мережі, замикаючий блок-контакт пускача ставить кнопку ПУСК на блокування. Робочий режим пускача забезпечується при нульовому вихідному логічному рівні блока 3, який передається через елемент 7 АБО на блок незалежної витримки часу 8, де при цьому на його виході одиничний логічний рівень, який подається на блок 6 контролера мережі живлення і далі через модем 5, блок підключення 4 в ланцюг мережі живлення, до якого підключений блок підключення 13, який передає сигнал через модем 14, блок 15 контролера мережі живлення на вхід блока управління 16 і далі на ключовий елемент 19. По статору починає протікати струм. Сигнали датчиків струму блока 2 імпульсні за формою поступають на входи блока захисту 3 і далі на порогові елементи 22.1...22.3 елементи І-НЕ 24.1...24.3 на блок 25 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, а також в блок 23 контролю струму та часу пуску.

Якщо амплітуда імпульсів струму кожної з фаз перевищує значення порогу спрацьовування порогових елементів 21.1...21.3 з характеристикою

$$1 \text{ при } U_2 > E_1$$

$$U_{22.1} =$$

$$0 \text{ при } U_2 < E_1,$$

то імпульси проходять на входи елементів І-НЕ 24.1...24.3. На їх перші входи поступає сигнал логічної одиниці з виходу блока 23 контролю струму та часу пуску, що дозволяє проходження сигналів на блок 25 контролю наявності напруги і порядку чергування фаз, логічна схема якого контролює наявність імпульсів на виході кожного порогового елементу 22.1...22.3 і порядок їх проходження. При нормальному робочому режимі на

виході блока 25 сигнал рівний логічному нулю, то $U_3=0$, а на виході блока 8 незалежної витримки часу $U_8=1$.

При зниженні струму в одній з фаз нижче за пороговий рівень, наприклад при обриві фази електродвигуна 1, а також при зміні порядку чергування фаз змінюється порядок проходження імпульсів на входах елементів 22.1...22.3 і на виході блока 3 сигнал стає рівним логічній одиниці $U_3=1$, він передається через елемент 7 АБО на блок 8 незалежної витримки часу, який видає сигнал $U_8=0$ зі витримкою часу $t \leq 5$ сек, який передається через блок 6 контролера мережі живлення, модем 5, блок підключення 4, блок підключення 13, модем 14, блок 15 контролера мережі живлення на вхід блока управління 16 і далі на ключовий елемент 20, який перемикається та знімається живлення котушки 21 пускача. Він також передається на блок індикації, запам'ятовується і появляється індикація відповідного аварійного режиму. Силові контакти і замикаючий блок-контакт пускача розмикаються, напруга з електродвигуна 1 знімається. Блок незалежної витримки часу 8 дозволяє встановлювати і іншу витримку часу, залежно від технологічного процесу. Елементи для відключення живлення на фіг. 1 не приведені.

Пристрій дозволяє контролювати як наявність напруги й порядок чергування фаз, так і амплітуду струму навантаження електродвигуна 1. На блок 3 подається сигнал джерела Е2 постійної вхідної дії, що визначає допустиме значення перевантаження по струму, завдяки цьому пристрій може бути підключений до різних електродвигунів по діапазону значень номінальної потужності.

При затягнутому пуску час розгону електродвигуна 1 перевищує витримку часу, що встановлюється за допомогою джерела Е3 і на виході блока 23 з'являються імпульси низького рівня всіх трьох фаз, які подаються на блок 25 і далі на вихід блока 3, що приводить до перемикавання рівня сигналу на його виході з нульового у високий, а на виході блока 8 з високого в низький, що викликає розмикання ключового елементу 20, відключенню живлення котушки 21 пускача та відключенню електродвигуна 1. При цьому послідовність імпульсів з другого виходу блока захисту 3 передається також на блок індикації 17 і появляється інформація про перевантаження електродвигуна 1. Під час звичайних пусків електродвигуна на виході блока 23 встановлюється рівень логічної одиниці і не порушується робота блока 25 контролю наявності напруги і напрямку чергування фаз.

При перевантаженні, як і при затягнутому пуску коли значення $U_2 > E_2$ сигнали з виходу блока 23 і далі з другого виходу блока 3 мають вигляд послідовностей імпульсів з частотою 150 Гц при симетричних струмах в фазах електродвигуна 1, з частотою 50 і 100 Гц при перевантаженні, відповідно, в одній або двох фазах. Відбувається порушення черговості проходження сигналів від елементів 22.1...22.3 на блок 25, що приводить до перемикавання рівня сигналу на першому виході блока 3 з нульового у високий, який передається

через елемент 7 АБО, блок 8, блок 6 контролера мережі живлення, модем 5, блок підключення 4, блок підключення 13, модем 14, блок 15 контролера мережі живлення на вхід блока управління 16 і далі на ключовий елемент 20, який перемикається та знімається живлення котушки 21 пускача і електродвигун 1 відключається, появляється індикація в блоці 17 аналогічно приведену раніше.

Сигнал з перетворювача вібрації 10, що забезпечує вимірювання значення амплітуди вібрації при роботі двигуна 1, подається на пороговий елемент 9, на другий вхід якого подається сигнал джерела Е4 постійної вхідної дії. На виході порогового елемента 9 з'являється сигнал, якщо його вхідний сигнал $U_{10} > E_4$, у випадку зношування підшипників і підвищеній вібрації вала електродвигуна 1, порушенні центрування або балансування на його вісі навантажувального механізму. Уставка постійного вхідної дії Е4 залежить від потужності двигуна й області його використання, відповідно до ГОСТ ИСО 10816-1-97. При нормальному режимі роботи на виході елемента 9 логічний нуль. Якщо ж параметри вібрації перевищують значення Е4, то на виході порогового елемента 9 з'являється логічна одиниця, що приводить до відключення електродвигуна, аналогічно розглянутому раніше, а також в блоці індикації 17 появляється інформація про аварійну вібрацію електродвигуна.

Перетворювач температури 12, що контролює температуру статорної обмотки електродвигуна 1 забезпечує вимірювання значення температури і формує пропорційний сигнал, який подається на пороговий елемент 11, на другий вхід якого подається сигнал джерела Е5 постійної вхідної дії. На виході порогового елемента 11 з'являється сигнал якщо його вхідний сигнал $U_{12} > E_5$ при тривалому перевантаженні електродвигуна, зміні умов його охолодження. Уставка постійного вхідної дії Е5 залежить від класу ізоляції двигуна й області його використання. При нормальному режимі роботи на виході порогового елемента 11 рівень логічного нуля. Якщо ж температура перевищить допустиме значення і рівень сигналу на

виході перетворювача температури 12 перевищить Е5, то на виході порогового елемента 11 з'являється логічна одиниця, що приводить до відключення електродвигуна, аналогічно розглянутому раніше, а також в блоці індикації 17 появляється інформація про перегрів електродвигуна.

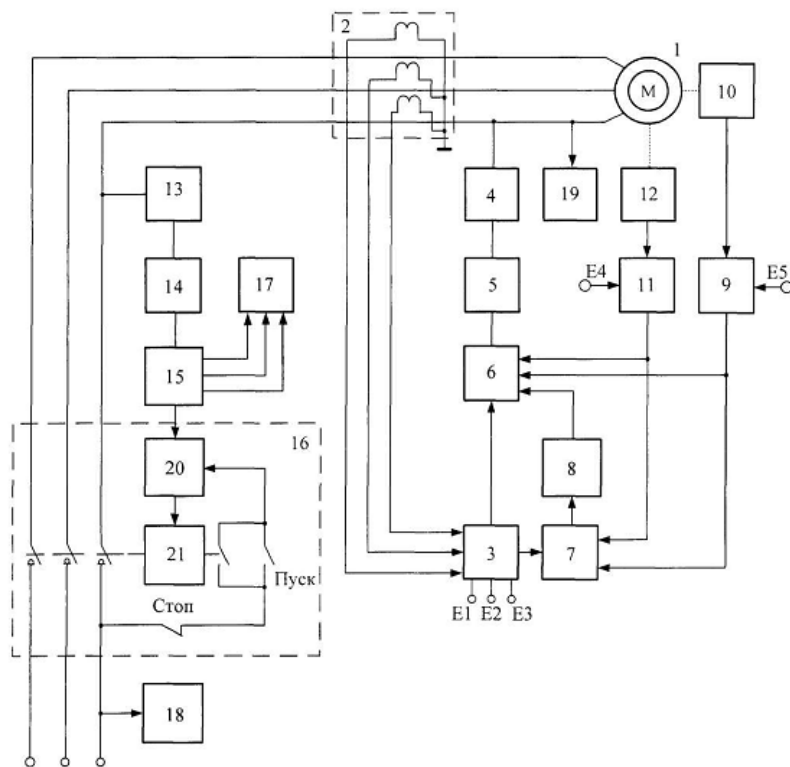
Застосування введених двох блоків підключення, двох модемів, двох блоків контролера мережі живлення, блока живлення, елемента АБО до складу пристрою захисту дозволяє зменшити кількість ліній зв'язку, забезпечити можливість передачі телеметричних сигналів по ланцюгах мережі живлення, контролювати тепловий режим при підвищенні нагріву обмоток статора, амплітуди вібрації електродвигуна та забезпечити його відключення, забезпечити індикацію аварійних режимів. Це дозволяє підвищити надійність роботи електродвигуна знизити затрати на обслуговування та забезпечити зручність використання пристрою захисту. Пристрій також забезпечує відключення при інших аварійних ситуаціях: обрив або порушення порядку чергування фаз, технологічне перевантаження, затягнутий пуск.

Для використання пристрою в широкому діапазоні потужностей електродвигунів використовуються джерела постійної вхідної дії, що дозволяє просто робити його налаштування на конкретну потужність електродвигуна за значеннями робочого струму за допомогою джерела Е1, максимального струму - Е2, припустимого часу розгону - Е3, допустимого рівня вібрації - Е4, допустимого значення температури - Е5.

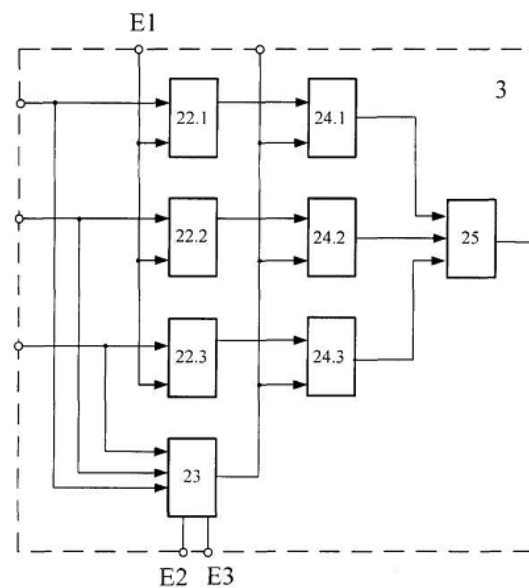
Використані джерела:

1. Патент України № 37820. Дубовик В.Г., Лебедев Л.Н., Масло В.С. Пристрій захисту асинхронного електродвигуна. МПК H02h 7/09. Бюл. № 23, 2008 р.

2. Патент України № 7650. Дубовик В.Г., Агліулін В.Ф., Калінчик В.П. Пристрій захисту асинхронного електродвигуна від перевантаження та обриву фази. H02H 7/09. Бюл. № 4. 1995 р.



Фиг. 1



Фиг. 2