

Винахід стосується способу контролю ступінчастого перемикача, який служить для безперервної комутації відводів ступінчастого трансформатора.

Відомий регулятор напруги з мікропроцесорною системою керування типу TCS (фірмовий проспект фірми Maschinenfabrik Reinhausen GmbH: Mikroprozessorgesteuerten Spannungsregler TCS, Druckvermerk VK34/96 de-0896/1000), який також реалізує певні функції контролю, наприклад:

- контроль контурного реактивного струму двох паралельно включених трансформаторів
- реалізація блокування струму перенавантаження ступінчастого перемикача
- контроль пониженої напруги
- контроль підвищеної напруги із захисним відключенням
- порівняння номінального та дійсного значень регульованої напруги.

При цьому також відсутня реєстрація даних, які дозволяють контролювати експлуатаційний стан відповідного ступінчастого перемикача. Для цього випадку в якості вхідних даних виступають струм та напруга у вигляді, який без додаткової інформації та без спеціальних методів інформаційної обробки не може давати оцінку експлуатаційному стану.

Крім того, з японської патентної заявки JP-60-176213 A вже також відомо, що обертовий момент приводного валу, що веде до ступінчастого перемикача, можна виміряти та запам'ятати для того, щоб характеристиці фактичного обертового моменту можна було протиставити характеристичну апаратну характеристику номінального обертового моменту.

Схожий спосіб був пізніше описаний ще раз в патенті НДР DD 246 409, однак при цьому часова характеристика обертового моменту повинна бути виміряна при комутації та результат має порівнюватись з типовою часовою характеристикою відповідного ступінчастого перемикача. Якщо при цьому з'являється недопустиме відхилення дійсної характеристики від номінальної, то має бути здійснене відключення. Однак, через труднощі, що пов'язані з реєстрацією обертового моменту, цей метод до цих пір не може знайти визнання.

Із опису патенту до винаходу ФРН 42 14 431, МПК⁶: H 02 J 13/00, опубл. 24.02.64 р., технічне рішення якого вибрано в якості прототипу, відомий спосіб контролю ступінчастого перемикача, при якому реєстрування поточного положення ступінчастого перемикача здійснюють під час кожної комутації навантаження.

Однак, одержаних при цьому даних недостатньо для контролю експлуатаційної придатності відповідного ступінчастого перемикача, тобто, для здійснення функцій моніторингу.

Нарешті, було також запропоновано визначити відповідний обертовий момент не безпосередньо за допомогою механічних вимірювальних засобів, а побічно, за допомогою реєстрації активної потужності працюючого приводного двигуна. Але цей спосіб, наскільки це є очевидно, до цих пір ще не був реалізований.

Задачею винаходу є представити спосіб контролю ступінчастого перемикача, в якому шляхом спрощування вимірювання електричних величин забезпечувалась би можливість надійно контролювати ступінчастий перемикач, і при появі виявлених помилкових функцій, дозволялось би формувати відповідні реакції на це відхилення від норми.

Поставлена задача вирішується в способі контролю ступінчастого перемикача, при якому реєстрування поточного положення ступінчастого перемикача здійснюють під час кожної комутації навантаження, тим, що під час комутації навантаження, тобто, під час приведення в дію ступінчастого перемикача, вимірюють ефективні значення напруги та струму на двигуні, сполученому з приводом, за цими значеннями обчислюють активну потужність і за ними в свою чергу визначають обертовий момент, визначені обертові моменти ставлять у відповідність поточному положенню, при якому вони виникли і утворюють відповідні числові пари, які порівнюють з попередньо занесеними в пам'ять і при необхідності скоригованими відповідно до температури навколишнього середовища, специфічними для даного перемикача номінальними числовими парами і при відхиленнях порівнюваних числових пар одна від одної, що виходять за межі попередньо встановлених порогових значень, формують повідомлення про зупинку моторного приводу, і таким чином, ступінчастого перемикача, або про необхідність обслуговування.

Поставлена задача вирішується також в способі контролю ступінчастого перемикача, при якому реєстрування поточного положення ступінчастого перемикача здійснюють під час кожної комутації навантаження, тим, що під час комутації навантаження, тобто, під час приведення в дію ступінчастого перемикача, вимірюють ефективні значення напруги та струму на двигуні, сполученому з приводом, за цими значеннями обчислюють активну потужність і за ними в свою чергу визначають обертовий момент, заносять в пам'ять значення обертового моменту, визначені співвідносно з часом, здійснюють синхронізацію за допомогою синхроімпульсу, сформованого при досягненні характеристичного стану при перемиканні навантаження в певний момент часу (t_{syn}), наприклад, при розмиканні акумулятора енергії, потім нормовану характеристику обертового моменту розкладають на типові інтервали часу ($t_0 - t_1, \dots, t_{syn} - t_n$), які відповідають певним, специфічним для перемикача частинам комутаційної послідовності, значення цих інтервалів часу ($t_0 - t_1, \dots, t_{syn} - t_n$), так звані вікна, порівнюють з відповідними, попередньо занесеними в пам'ять, номінальними характеристичними значеннями і при відхиленнях порівнюваних числових пар одна від одної, що виходять за межі попередньо встановлених порогових значень, формують повідомлення про зупинку моторного приводу, і таким чином, ступінчастого перемикача, або про необхідність обслуговування.

Крім того, до кількісної оцінки, тобто до порівняння заданих і дійсних величин, залучають інші вимірювані величини, такі, як температура масла перемикача навантаження, масла для охолодження трансформатора, повітря навколишнього середовища та/або вигорання механічного контакту.

Обидва способи є рівнозначними альтернативними рішеннями однієї задачі.

Способи згідно з винаходом дозволяють простим шляхом провадити контроль ступінчастого перемикача протягом всього часового діапазону комутації потужності, тобто, це означає функціонування підключеного моторного приводу. Згідно з винайденими способами, можливо простим шляхом, керуючись визначеними характеристиками обертових моментів, певним частинам цих характеристик поставити у відповідність певні часові діапазони процесу комутації. Таким чином, можна зробити висновок про функціонування окремих вузлів ступінчастого перемикача, таких як пре-селектор чи перемикач реверсу, ступінчастий селектор точного

регулювання та перемикач навантаження, які при кожній комутації навантаження один за іншим приводяться в дію в певній, типовій для даного перемикача, послідовності.

Винаходи повинні бути далі детально пояснені, на прикладі приведених нижче фігур.

На них представлені:

Фіг. 1 схематичне зображення процесу, який лежить в основі способів, описаних в пунктах 1 та 2 формули винаходу;

Фіг. 2 дві типові зареєстровані характеристики обертового моменту, причому, а) та в) в залежності від обставин, зображують такий хід обертання моторного приводу в протилежних напрямках, тобто, при переведенні ступінчастого перемикача в напрямку "Вище" та в напрямку "Нижче";

Фіг. 3 наступне схематичне зображення, яке порівняно Фіг.1 є більш детальним, з врахованими додатково вимірюваними величинами та моделями;

Фіг. 4 схематичне зображення загальних, використаних, згідно з винайденими способами, етапів моніторингу.

Спочатку необхідно більш детально пояснити фігуру 1.

В моторному приводі, сполученому з відповідним ступінчастим перемикачем, при кожній комутації навантаження визначаються ефективні значення струму та напруги, звідси відомим шляхом обчислюється активна потужність і звідси в свою чергу обчислюється обертовий момент.

Одночасно відбувається визначення положення моторного приводу, тобто визначається, який діапазон послідовностей комутацій буде пройдений безпосередньо при переключенні. Звідси можна вивести, в якій активній позиції, в межах загальної поточної послідовності комутацій, знаходяться безпосередньо окремі конструктивні групи, такі, як пре-селектор, селектор або перемикач навантаження.

Ця реєстрація положення реалізується, переважно, за допомогою обчислювача, який дозволяє безперервно реєструвати дані.

Згідно з першим, описаними в п. 1 формули винаходу, способом із поточних номерів позицій під час комутації навантаження, які можуть розміщатися по ступеням практично з будь-якою точністю, тобто, фіксуватися, з одного боку, та визначених у цих позиціях значень обертового моменту з іншого боку утворюють числові пари.

Ці визначені числові пари порівнюються з попередньо занесеними в пам'ять специфічними для перемикача числовими парами номінальних та граничних величин.

В залежності від результату порівняння, видаються певні повідомлення про стан системи. Якщо, порівняння виявляє узгодженість відповідних кореспондованих дійсних та номінальних числових пар, то генерується повідомлення "Ок", яке, однак, також може бути блоковане. Якщо, в результаті вищеописаного порівняння, в межах точного, попередньо встановленого діапазону, виявляється відхилення і/або це проявляється лише для однієї з попередньо встановлених числових пар, то генерується повідомлення, яке вказує на необхідність термінового обслуговування, без переривання нормального режиму експлуатації ступінчастого перемикача.

Якщо виявляється, що це відхилення виходить за встановлену межу, то генерується повідомлення про збій, яке приводить до зупинки моторного приводу.

Наступний, описаний в п. 2 формули винаходу, спосіб згідно з винаходом включає такий же самий перший етап: і при ньому також визначають ефективні значення струму та напруги і одночасно визначають позиції, як вже було пояснено.

Потім при цьому способі обертовим моментам ставлять у відповідність час, який у свою чергу кореспондується з попередньо занесеним в пам'ять при комутації навантаження кутом повороту. При цьому формують дійсне значення обертового моменту через рівномірні короткі відрізки часу, наприклад, кожні 20 мсек, і заносять в кільцевий буфер пам'яті. Потім, за допомогою синхроімпульсу, здійснюють синхронізацію. Такий синхроімпульс формують від початку особливого характеристичного функціонального процесу під час комутаційної послідовності, в момент часу t_{syn} . Особливо вигідно для формування цього імпульсу може використовуватися, наприклад, спрацьовування акумулятора енергії, яке, в свою чергу, викликає стрибкоподібне розмикання перемикача навантаження. Таким чином, відбувається запис вимірюваної величини за відомим принципом реєстратора перехідних процесів.

Переваги цього способу будуть далі детально пояснені з використанням фігури 2. Фігура 2a показує вимірювану характеристику обертового моменту при перемикачній протягом часу t , або шляху S , який проходить перемикач в процесі комутації. Фігура 2b, що розміщена нижче, зображає характеристику обертового моменту при протилежному напрямку обертання приводного валу, тобто, зворотному напрямку комутації. Звідси видно, що внаслідок механічних допусків кінематичної схеми, так званих люфтів та інших впливів, в залежності від напрямку обертання, проходять різні відрізки часу від старту моторного приводу в точці t_0 до першої характеристичної точки обертового моменту в точці t_0 . Відповідні характеристики не можуть бути порівняні, спочатку вони повинні пройти часове нормування. Саме це і реалізовано, завдяки вже поясненій синхронізації. Потім в другому способі винаходу таким чином синхронізована характеристика обертового моменту розкладається на характеристичні частини, так звані, вікна. При цьому кожне вікно відповідає характеристичній частині відповідної поточної комутаційної послідовності. Такі вікна можуть, наприклад, охоплювати інтервал часу, потягом якого задіяні пре-селектор, ступінчастий селектор точного регулювання або перемикач навантаження. Кожне вікно при цьому, відповідно обмежене двома часовими характеристичними часовими точками, які встановлюють його початок та кінець: $t_0 - t_1, t_1, \dots, t_{syn} - t_n$.

Кожне з таких вікон порівнюється з попередньо занесеними в пам'ять характеристичними номінальними значеннями. Завдяки цьому селективному порівняльному методу виявляється не тільки відхилення дійсних значень обертового моменту від номінальних, і таким чином, відбувається виявлення помилки, але й виявлена помилка ідентифікується з певною конструктивною групою, яка її викликала.

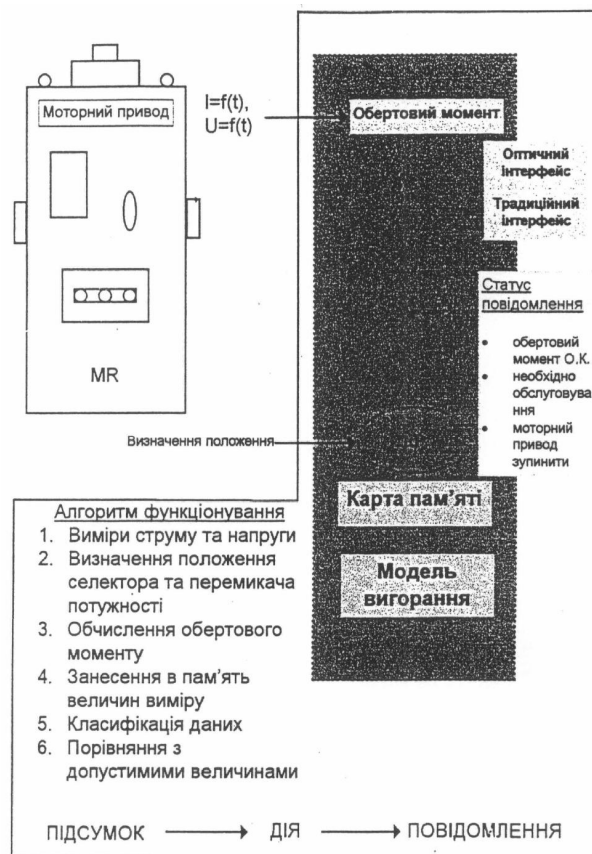
Поруч з описаним виявленням помилок, одночасно є можливим прогностичний аналіз механічних компонент.

Додатково для обох способів винаходу можна задавати максимальне значення обертового моменту, при перевищенні якого, незалежно від інших критеріїв, відбувається негайне відключення моторного приводу.

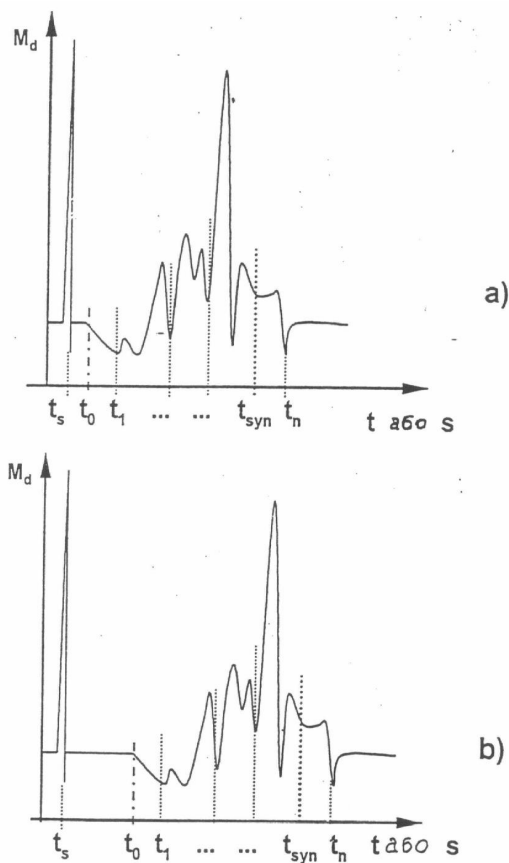
При вдосконаленні винаходу, в способи винаходу можна вводити додатково контроль інших параметрів. Це показано на фігурі 3, причому додатково до описаної реєстрації активної потужності двигуна, і тим самим

обертового моменту з однієї сторони, та реєстрації положення ступінчастого перемикача, з іншої сторони, враховуються ще й температура ізоляційного середовища в перемикачі навантаження, температура трансформаторного масла, в якому, зазвичай, також знаходиться селектор ступінчастого перемикача, а також температура повітря навколишнього середовища. Крім того, може бути визначене вигорання контактів перемикача навантаження і по моделі вигорання використана для визначення експлуатаційного стану.

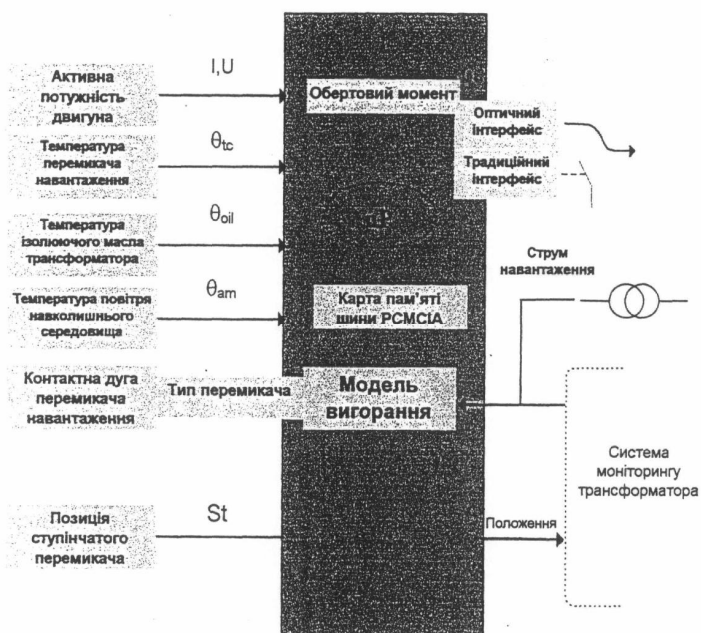
Суть способів винаходу можна ще раз підсумувати, керуючись, фігурою 4: Реєструються характеристичні вимірювані величини під час процесу комутації, в даному випадку струм та напруга, звідси визначається відповідно діючий активний струм I , тим самим, поточний обертовий момент. Потім відбувається порівняння з номінальними значеннями та його оцінка. В результаті цього формуються дані, наприклад, повідомлення, які можуть виражати різні пріоритети. При значних відхиленнях від відповідних номінальних значень, може виникнути необхідність негайного відключення, наприклад, коли обертовий момент при комутації навантаження перевищує безпосередньо абсолютно допустиме (екстремальне) значення. При відхиленнях в некритичному діапазоні, які не ставлять під загрозу безпеку, можуть видаватися дані, що рекомендують негайне обслуговування, вказують на закінчення терміну експлуатації та роблять інші прогностичні повідомлення.



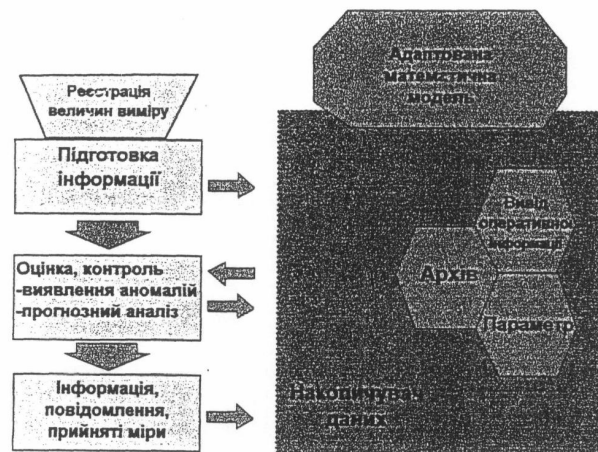
Фіг. 1



Фіг. 2



Фіг. 3



Фіг. 4