



МІНІСТЕРСТВО
ЕКОНОМІЧНОГО
РОЗВИТКУ І ТОРГІВЛІ
УКРАЇНИ

УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **116479** (13) **U**
(51) МПК
B60L 3/10 (2006.01)

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

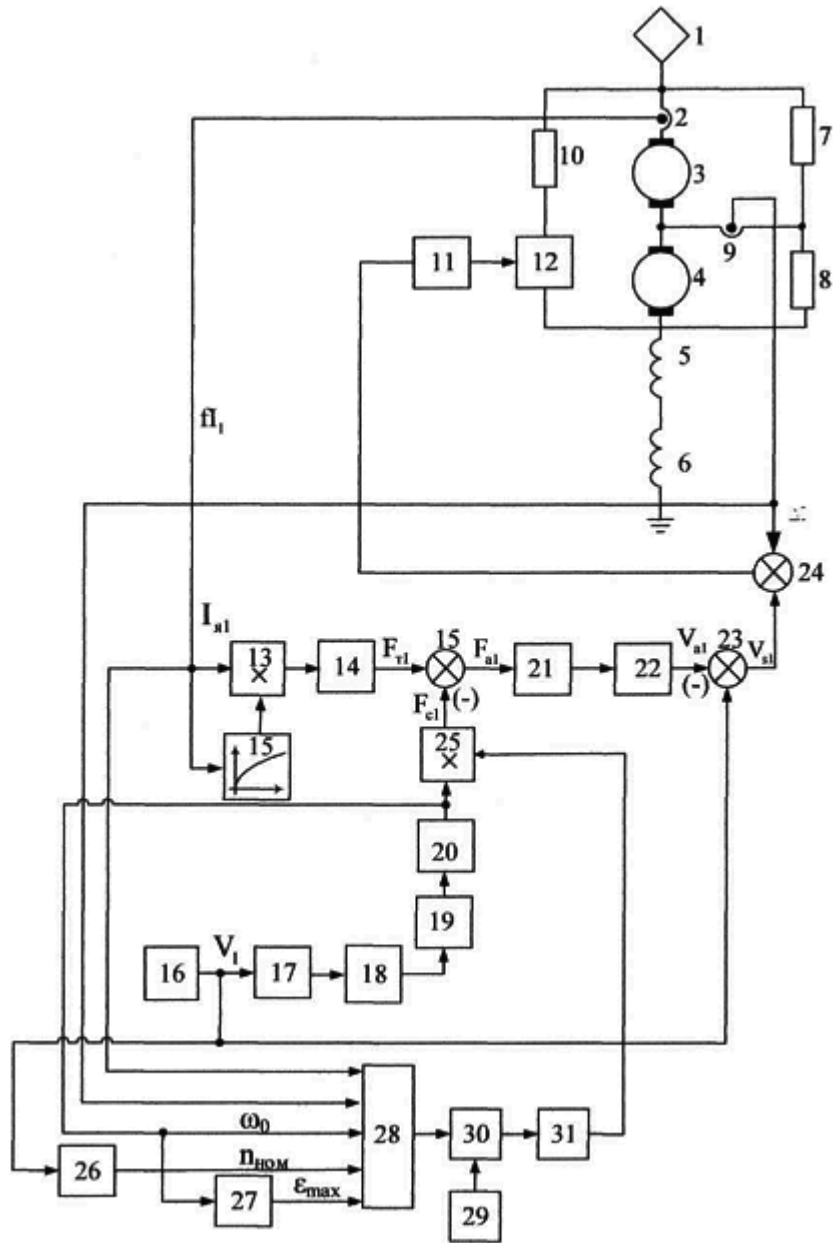
<p>(21) Номер заявки: u 2016 11748</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.11.2016</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 25.05.2017</p> <p>(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 25.05.2017, Бюл.№ 10</p>	<p>(72) Винахідник(и): Шевчук Юрій Володимирович (UA), Проценко Дмитро Петрович (UA), Мазур Андрій Сергійович (UA), Забужанський Михайло Володимирович (UA)</p> <p>(73) Власник(и): ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ, Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)</p>
--	---

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ ЗАХИСТУ ВІД БУКСУВАННЯ КОЛІСНИХ ПАР

(57) Реферат:

Пристрій для захисту від буксування колісних пар містить послідовно з'єднані джерело живлення, якірні обмотки першого і другого тягових електродвигунів, обмотки збудження першого і другого тягових електродвигунів, землю, послідовно з'єднані перший і другий резистори, сенсор струму, третій резистор, широтно-імпульсний модулятор, ключовий елемент. Введено пропорційний перетворювач, фазифікатор, функціональний перетворювач, блок нечіткого логічного висновку, базу знань нечітких значень, дефазифікатор та другий блок множення.

UA 116479 U



Корисна модель належить до рейкового електротранспорту і може бути використана для захисту від буксування колісних пар.

Відомо пристрій для захисту від буксування колісних пар [див. патент РФ № 45115, м.кл. В60L3/10, опубл. 27.04.2005, бюл. № 12], який містить послідовно з'єднані джерело живлення, 5 якірні обмотки першого і другого тягових електродвигунів, обмотки збудження першого і другого тягових електродвигунів, землю, послідовно з'єднані перший і другий резистори, сенсор струму, третій резистор, широтно-імпульсний модулятор, ключовий елемент, причому вільний вивід якірної обмотки першого тягового електродвигуна з'єднаний з вільним виводом першого резистора і загальним виводом джерела живлення і першим виводом третього резистора, 10 другий вивід третього резистора з'єднаний з першим виводом ключового елемента, інший вивід якого з'єднаний із загальною точкою з'єднання якірної обмотки другого тягового електродвигуна, обмотки збудження першого тягового електродвигуна і вільного вивода другого резистора, перший вивід сенсора струму підключений до загальної точки з'єднання якірних обмоток першого і другого тягових електродвигунів, його другий вивід підключений до загальної точки з'єднання першого і другого резисторів, вихід сенсора струму з'єднаний з першим входом широтно-імпульсного модулятора, вихід якого з'єднаний з входом ключового елемента.

Головним недоліком даного пристрою є низька швидкодія та висока чутливість до зміни параметрів тягових електродвигунів під час їх експлуатації, що призводить до помилкових спрацювань.

20 За найближчий аналог вибрано пристрій для захисту від буксування [106339], що містить послідовно з'єднані джерело живлення, якірні обмотки першого і другого тягових електродвигунів, обмотки збудження першого і другого тягових електродвигунів, землю, послідовно з'єднані перший і другий резистори, сенсор струму, третій резистор, широтно-імпульсний модулятор, ключовий елемент, вільний вивід якірної обмотки першого тягового електродвигуна з'єднаний з вільним виводом першого резистора і загальним виводом джерела живлення і першим виводом третього резистора, другий вивід третього резистора з'єднаний з 25 першим виводом ключового елемента, інший вивід якого з'єднаний із загальною точкою з'єднання якірної обмотки другого тягового електродвигуна, обмотки збудження першого тягового електродвигуна і вільного виводу другого резистора, перший вивід сенсора струму підключений до загальної точки з'єднання якірних обмоток першого і другого тягових електродвигунів, його другий вивід підключений до загальної точки з'єднання першого і другого резисторів, вихід сенсора струму з'єднаний з входом широтно-імпульсного модулятора, вихід якого з'єднаний з входом ключового елемента, сенсор струму двигуна вихід якого з'єднаний з 30 першим входом блока множення та входом блока розрахунку магнітного потоку, вихід якого з'єднаний з другим входом блока множення, вихід якого з'єднаний з входом першого масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом першого суматора, блок контролю режиму вибігу, вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари, а вихід з'єднаний з входом блока диференціювання, вихід якого з'єднаний з входом блока 35 запам'ятовування, вихід якого з'єднаний з входом другого масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з другим входом першого суматора, вихід якого з'єднаний з входом інтегратора, вихід якого з'єднаний з входом третього масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари, третій суматор, перший вхід якого з'єднаний з сенсором струму, другий вхід з виходом другого суматора, а вихід - з входом широтно-імпульсного модулятора.

45 Головним недоліком даного пристрою є неможливість визначення величини буксування в режимі тяги.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення такого пристрою для захисту від буксування колісних пар, в якому за рахунок введення нових елементів та їх розташування з'явиться можливість визначення величини буксування колісних пар не тільки в режимі вибігу, а 50 й в режимі тяги.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для захисту від буксування колісних пар, що містить послідовно з'єднані джерело живлення, якірні обмотки першого і другого тягових електродвигунів, обмотки збудження першого і другого тягових електродвигунів, землю, послідовно з'єднані перший і другий резистори, сенсор струму, третій резистор, широтно-імпульсний модулятор, ключовий елемент, вільний вивід якірної обмотки першого тягового електродвигуна з'єднаний з вільним виводом першого резистора і загальним виводом джерела живлення і першим виводом третього резистора, другий вивід третього резистора з'єднаний з 55 першим виводом ключового елемента, інший вивід якого з'єднаний із загальною точкою з'єднання якірної обмотки другого тягового електродвигуна, обмотки збудження першого тягового електродвигуна і вільного виводу другого резистора, перший вивід сенсора струму 60

підключений до загальної точки з'єднання якірних обмоток першого і другого тягових електродвигунів, його другий вивід підключений до загальної точки з'єднання першого і другого резисторів, вихід сенсора струму з'єднаний з входом широтно-імпульсного модулятора, вихід якого з'єднаний з входом ключового елемента, сенсор струму двигуна, з'єднаний з першим входом блока множення та входом блока розрахунку магнітного потоку, вихід якого з'єднаний з другим входом блока множення, вихід якого з'єднаний з входом першого масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом першого суматора, блок контролю режиму вибігу, вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари, а вихід з'єднаний з входом блока диференціювання, вихід якого з'єднаний з входом блока запам'ятовування, вихід якого з'єднаний з входом другого масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з другим входом першого суматора, вихід якого з'єднаний з входом інтегратора, вихід якого з'єднаний з входом третього масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари, третій суматор, перший вхід якого з'єднаний з сенсором струму, другий вхід з виходом другого суматора, а вихід - з входом широтно-імпульсного модулятора, згідно з корисною моделлю, введено пропорційний перетворювач, фазифікатор, функціональний перетворювач, блок нечіткого логічного висновку, база знань нечітких значень, дефазифікатор та другий блок множення, причому вхід пропорційного перетворювача з'єднано з виходом сенсора швидкості колісної пари, а його вихід сполучений з газифікатором, до якого під'єднано вихід функціонального перетворювача, крім того вихід фазифікатора під'єднано до входу блока нечіткого логічного висновку, до якого підключено вихід бази знань нечітких значень, що сполучений з входом дефазифікатора, вихід якого під'єднаний до другого входу другого блока множення.

На кресленні представлена структурна схема пристрою для захисту від буксування колісних пар, який містить послідовно з'єднані джерело живлення 1, якірні обмотки першого 3 і другого 4 тягових електродвигунів, обмотки збудження першого 5 і другого 6 тягових електродвигунів, землю, послідовно з'єднані перший 7 і другий 8 резистори, сенсор струму 9, третій резистор 10, широтно-імпульсний модулятор 11, ключовий елемент 12, сенсор струму двигуна 2, блок множення 13, блок розрахунку магнітного потоку 15, перший масштабний перетворювач 14, перший суматор 15, сенсор швидкості колісної пари 16, блок контролю режиму вибігу 17, блок диференціювання 18, блок запам'ятовування 19, другий масштабний перетворювач 20, інтегратор 21, третій масштабний перетворювач 22, другий 23 та третій 24 суматори, причому вільний вивід якірної обмотки першого тягового електродвигуна 3 з'єднаний з вільним виводом першого резистора 7 і загальним виводом джерела живлення 1 і першим виводом третього резистора 10, другий вивід третього резистора 10 з'єднаний з першим виводом ключового елемента 12, інший вивід якого з'єднаний із загальною точкою з'єднання якірної обмотки другого тягового електродвигуна 4, обмотки збудження першого тягового електродвигуна 5 і вільного виводу другого резистора 8, перший вивід сенсора струму 9 підключений до загальної точки з'єднання якірних обмоток першого 3 і другого 4 тягових електродвигунів, його другий вивід підключений до загальної точки з'єднання першого 7 і другого 8 резисторів, вихід сенсора струму з'єднаний з другим входом третього суматора 24, сенсор струму двигуна 2, з'єднаний з першим входом блока множення 13 та входом блока розрахунку магнітного потоку 15, вихід якого з'єднаний з другим входом блока множення 13, вихід якого з'єднаний з входом першого масштабного перетворювача 14, вихід якого з'єднаний з першим входом першого суматора 15, вхід блока контролю режиму вибігу 17 з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари 16, а вихід - з входом блока диференціювання 18, вихід якого з'єднаний з входом блока запам'ятовування 19, вихід якого з'єднаний з входом другого масштабного перетворювача 20, вихід якого з'єднаний з першим входом другого блока множення 25, вихід якого з'єднано з другим входом першого суматора 15, вихід якого з'єднаний з входом інтегратора 21, вихід якого з'єднаний з входом третього масштабного перетворювача 22, вихід якого з'єднаний з першим входом другого суматора 23, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари 16, перший вхід третього суматора 24 з'єднаний з сенсором струму 9, другий вхід з виходом другого суматора 23, а вихід - з входом широтно-імпульсного модулятора 11, вихід якого з'єднано з входом ключового елемента 12, пропорційний перетворювач 26, вхід якого з'єднано з виходом сенсора швидкості колісної пари 16, а вихід з'єднано з четвертим входом фазифікатора 28, функціональний перетворювач 27, вхід якого з'єднано з виходом другого масштабного перетворювача 20, а вихід з п'ятим входом фазифікатора 28, перший вхід якого з'єднано з виходом сенсора струму двигуна 2, другий вхід з'єднано з першим виводом сенсора струму 9, третій вхід з'єднано з виходом другого масштабного перетворювача 20, вихід фазифікатора 28 з'єднаний з першим входом блока нечіткого логічного висновку 30, другий вхід

якої з'єднано з базою знань нечітких правил 29, вихід блока нечіткого логічного висновку 30 з'єднаний з входом дефазифікатора 31, вихід якого з'єднано з другим входом другого блока множення 25, вихід якого з'єднано з другим входом першого суматора 15.

5 Пристрій працює наступним чином: при наявності напруги джерела живлення 1 в силовому колі з'являється струм, сигнал струму з сенсора струму двигуна 2 надходить на вхід блока розрахунку магнітного потоку 15, який має передаточну функцію, що відповідає кривій намагнічування тягового електродвигуна, тому на виході блока 15 отримуємо сигнал пропорційний магнітному потоку тягового електродвигуна. Сигнали пропорційні струму та магнітному потоку двигуна надходять на входи блока множення 13, який формує сигнал добутку магнітного потоку та струму двигуна, і після масштабного перетворення в першому масштабному перетворювачі 14, отримуємо сигнал, пропорційний значенню тягового зусилля колісної пари F_{T1} , що подається на перший вхід першого суматора 15. Сигнал, пропорційний силі опору руху колісної пари F_{c1} , подається на другий вхід першого суматора 15 із знаком мінус, таким чином, на виході першого суматора 15 формується сигнал динамічного зусилля F_{a1} .

10 15 Визначення F_{c1} відбувається тоді, коли блок контролю режиму вибігу 17 перебуває в активному стані, тобто, коли тягові електродвигуни працюють в режимі вибігу, при цьому сигнал, отриманий з виходу сенсора швидкості колісної пари 16 потрапляє на вхід блока диференціювання 18, на виході якого формується сигнал, пропорційний силі опору руху колісної пари. Поточне значення опору руху колісної пари записується в пристрій запам'ятовування 19.

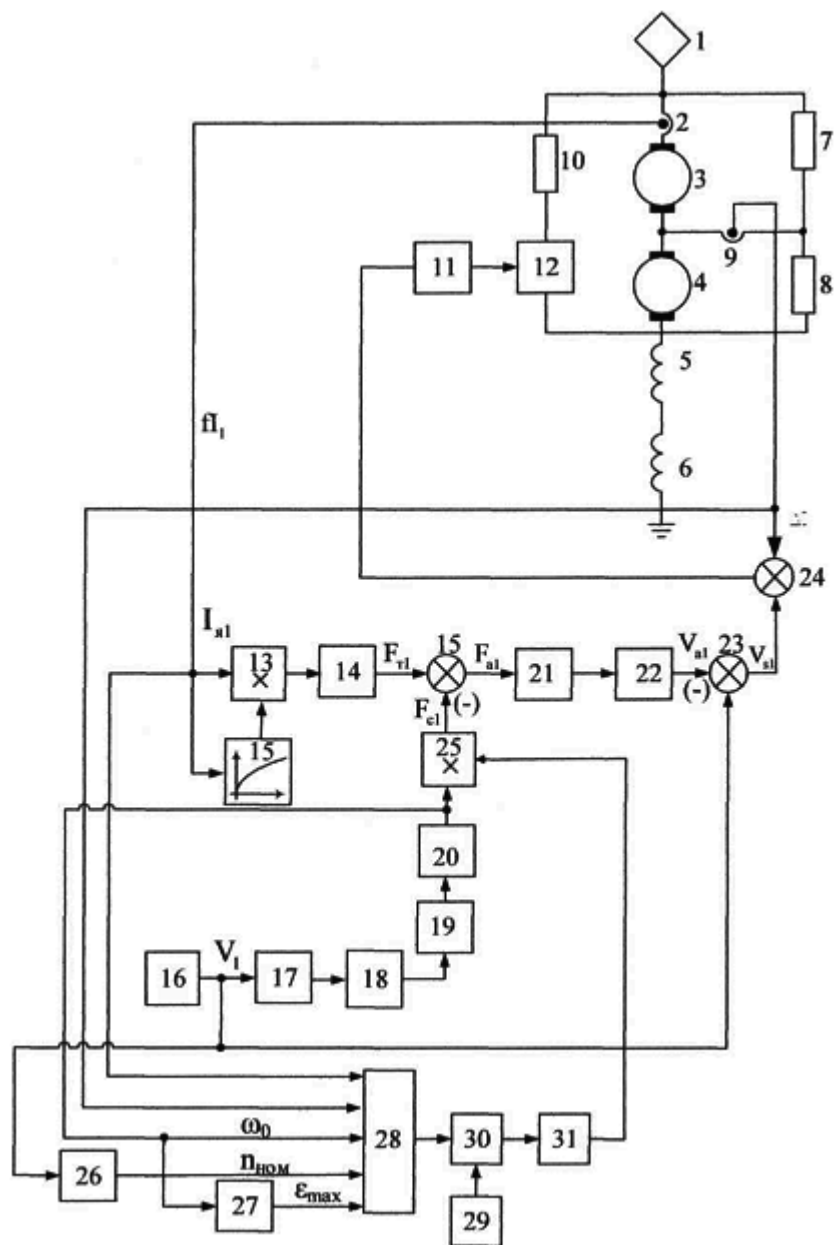
20 25 Враховуючи, що режим вибігу чергується з режимом тяги, можна вважати, що в пристрої запам'ятовування 19 міститься фактичне значення опору руху колісної пари, яке після масштабного перетворення в другому масштабному перетворювачі 20, з якого подається сигнал на перший вхід другого блока множення. На вхід фазифікатора 28 подається сигнал відносного значення струму тягового двигуна I_a , сигнал ΔI , який пропорційний різниці напруг якорів тягових електродвигунів, опір руху на вибіг, що передував режиму тяги ω_0 , частота обертання колісної пари $n_{ном.}$, яка обраховується в пропорційному перетворювачі 26, кутове прискорення обертання колісної пари ε_{max} , яке обраховується в функціональному перетворювачі 27, сигнали якого фазифікуються згідно з заданими термінами, та розраховуються нечіткі множини, які подаються на вхід блока нечіткого логічного висновку 30, який функціонує за алгоритмом Сугено, використовуючи експертну базу знань нечітких правил 29, в якій містяться лінгвістичні правила. На основі експериментальних даних в блоці нечіткого логічного висновку 30 порівнюється два значення з бази знань нечітких правил 29 і фазифікатора 28 знаходиться нечітка множина, яка подається на вхід дефазифікатора 31, де після операції дефазифікації, за методом центра ваги, отримуємо значення коригувального коефіцієнта сили опору руху трамвая в режимі тяги, який подається на вхід другого блока множення 25, де перемножується з сигналом з масштабного перетворювача 20, отриманий сигнал подається на другий вхід першого суматора. Після інтегрування сигналу динамічного зусилля F_{a1} в блоці 21, і його масштабного перетворення в третьому масштабному перетворювачі 22, отримуємо сигнал швидкості руху V_{s1} , який подається на перший вхід другого суматора 23 із знаком мінус. На другий вхід другого суматора 23 подається сигнал швидкості сенсора швидкості колісної пари V_1 , в результаті, на виході другого суматора 23 отримуємо значення сигналу швидкості ковзання колісної пари V_{s1} . Який додається в суматорі 24 з сигналом ΔI , який пропорційний різниці напруг якорів тягових електродвигунів. Сигнал ΔI формується на виході сенсора струму 9, враховуючи, що значення опорів першого 7 та другого 8 резисторів рівні, струм, що протікає через сенсор струму 9 пропорційний різниці напруг якорів тягових електродвигунів, що характерно при наявності буксування однієї колісної пари. Таким чином на виході суматора 24 формується сигнал керування широтно-імпульсним модулятором 11, який в свою чергу керує ключовим елементом 12. Якщо буксування колісних пар немає, то сигнали V_{s1} та ΔI мають мінімальні значення, а на виході суматора 24 буде сигнал менше

45 50 порогового значення широтно-імпульсного модулятора і 1, в цьому випадку ключовий елемент 12 буде закритий і тяговий електродвигун працюватиме в штатному режимі. При виникненні буксування колісних пар, сигнали V_{s1} та ΔI зростають, і коли на виході суматора 24 буде сигнал більше порогового значення широтно-імпульсного модулятора 11, відбувається відкривання ключового елемента 12 імпульсами широтно-імпульсного модулятора 11 з коефіцієнтом заповнення пропорційним сумі V_{s1} та ΔI , як наслідок пропорційно збільшується струм, який протікає через третій резистор 10. Зростання струму через третій резистор 10 призводить до зниження струму якорів тягових електродвигунів 3 і 4 та збільшення струму в обмотках збудження тягових електродвигунів 5 і 6, а це в свою чергу приводить до зниження швидкості та припинення буксування колісної пари.

55 60

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для захисту від буксування колісних пар, що містить послідовно з'єднані джерело живлення, якірні обмотки першого і другого тягових електродвигунів, обмотки збудження першого і другого тягових електродвигунів, землю, послідовно з'єднані перший і другий резистори, сенсор струму, третій резистор, широтно-імпульсний модулятор, ключовий елемент, вільний вивід якірної обмотки першого тягового електродвигуна з'єднаний з вільним виводом першого резистора і загальним виводом джерела живлення і першим виводом третього резистора, другий вивід третього резистора з'єднаний з першим виводом ключового елемента, інший вивід якого з'єднаний із загальною точкою з'єднання якірної обмотки другого тягового електродвигуна, обмотки збудження першого тягового електродвигуна і вільного виводу другого резистора, перший вивід сенсора струму підключений до загальної точки з'єднання якірних обмоток першого і другого тягових електродвигунів, його другий вивід підключений до загальної точки з'єднання першого і другого резисторів, вихід сенсора струму з'єднаний з входом широтно-імпульсного модулятора, вихід якого з'єднаний з входом ключового елемента, сенсор струму двигуна, з'єднаний з першим входом блока множення та входом блока розрахунку магнітного потоку, вихід якого з'єднаний з другим входом блока множення, вихід якого з'єднано з входом першого масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом першого суматора, блок контролю режиму вибігу, вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари, а вихід з'єднаний з входом блока диференціювання, вихід якого з'єднаний з входом блока запам'ятовування, вихід якого з'єднаний з входом другого масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з другим входом першого суматора, вихід якого з'єднаний з входом інтегратора, вихід якого з'єднаний з входом третього масштабного перетворювача, вихід якого з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід якого з'єднаний з виходом сенсора швидкості колісної пари, третій суматор, перший вхід якого з'єднаний з сенсором струму, другий вхід з виходом другого суматора, а вихід - з входом широтно-імпульсного модулятора, який **відрізняється** тим, що введено пропорційний перетворювач вхід якого з'єднано з виходом сенсора швидкості колісної пари, а вихід з фазифікатором, функціональний перетворювач, вхід якого з'єднано з виходом масштабного перетворювача, а вихід з фазифікатором, вихід якого з'єднано з входом блока нечіткого логічного висновку, базу знань нечітких значень, вихід якої з'єднано з входом блока нечіткого логічного висновку, вихід якого з'єднано з входом дефазифікатора, а вихід дефазифікатора - з другим входом другого блока множення.



Комп'ютерна верстка Л. Ціхановська

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