



УКРАЇНА

(19) UA

(11) 115031

(13) U

(51) МПК

H02P 21/10 (2016.01)

B60L 7/10 (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
УКРАЇНИ

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

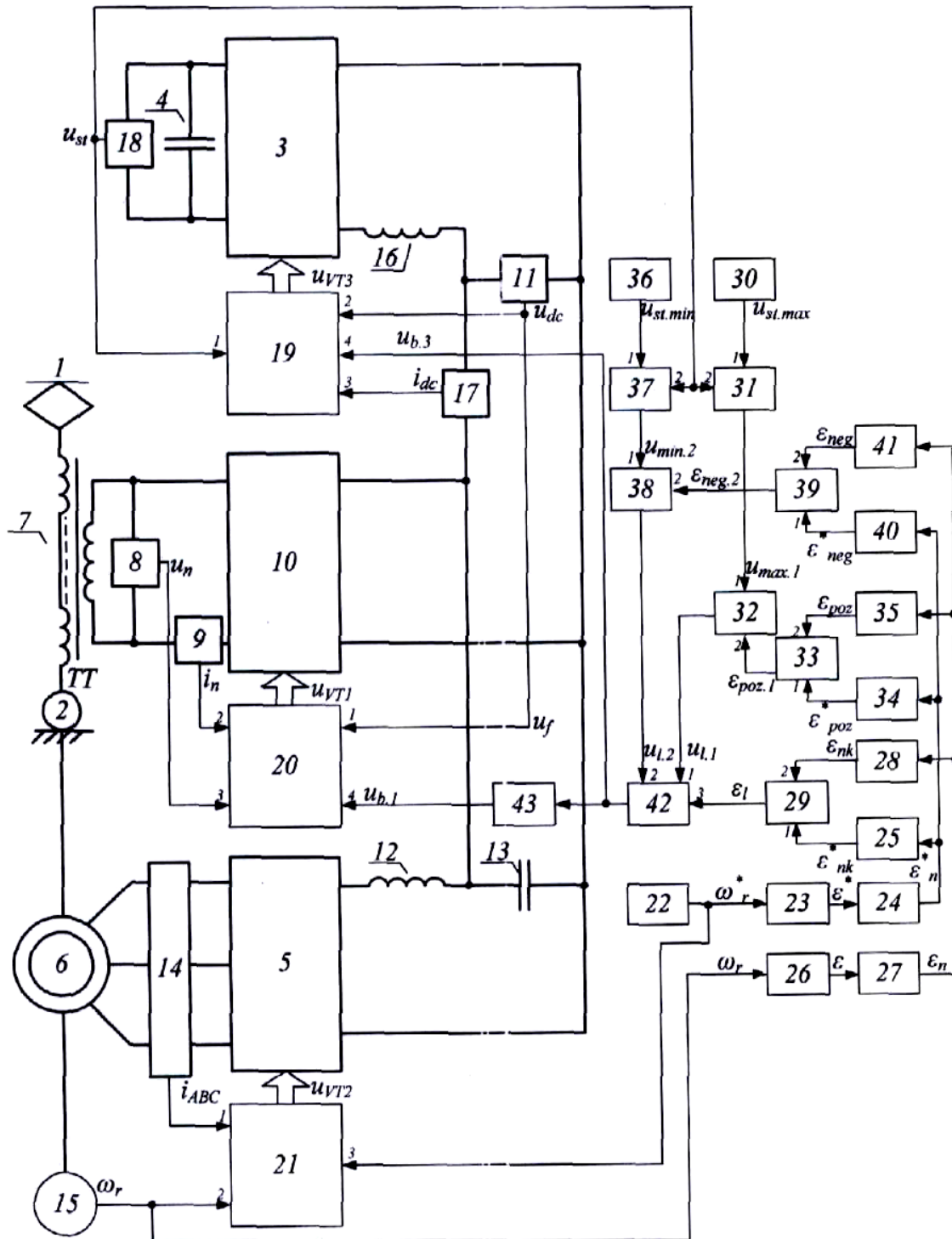
(21) Номер заявки: u 2016 11535	(72) Винахідник(и): Бялобржеський Олексій Володимирович (UA), Слободенюк Юлія Олександрівна (UA), Смірнова Тамара Олександрівна (UA)
(22) Дата подання заявки: 14.11.2016	
(24) Дата, з якої є чинними права на корисну модель: 27.03.2017	
(46) Публікація відомостей про видачу патенту: 27.03.2017, Бюл.№ 6	(73) Власник(и): КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО, вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавська обл., 39600 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ КЕРУВАННЯ ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ЕЛЕКТРОВОЗА З МІНІМІЗАЦІЄЮ ВТРАТ У КОНТАКТНІЙ МЕРЕЖІ

(57) Реферат:

Пристрій керування тяговим електротехнічним комплексом електровоза з мінімізацією втрат у контактній мережі містить контактну мережу, колесо, силовий перетворювач накопичувального пристрою, накопичувальний елемент, силовий перетворювач асинхронної машини, ланку постійного струму, асинхронну машину, згідно з корисною моделлю, містить тяговий трансформатор, силовий перетворювач мережі, перший, другий та третій датчики напруги, перший, другий та третій датчики струму, індуктивність і ємність LC-фільтра, датчик швидкості, буферний дросель, блок керування силового перетворювача накопичувального елемента, блок керування силовим перетворювачем мережі, блок керування силового перетворювача асинхронної машини, задатчик швидкості, перший та другий блоки диференціювання, перший та другий блоки зони нечутливості, перший та другий компаратори, перший, другий, третій та четвертий логічні блоки АБО, перший та другий задатчики напруги, перший та другий релейні регулятори, перший та другий RS-тригери, перший, другий, третій та четвертий блоки порівняння, логічний блок HI.

UA 115031 U



Корисна модель належить до галузі електротехніки і може бути використана в промисловості та на електрифікованих залізницях для векторного керування електродвигуном змінного струму з силовим перетворювачем асинхронної машини для забезпечення динамічних режимів руху та регенеративного гальмування з можливістю накопичення надлишкової енергії гальмування на накопичувальному елементі та з урахуванням енергетичних параметрів мережі та системи.

Відоме технічне рішення, пристрій [Маневровий електровоз, патент Російської Федерації 133060. МПК В60L 11/12, опубл. 27.07.2007, бюл. № 4. Бурдюгов О.С., Лебедев О.В., Кожемяка Н.М., Кононов Г.Н., Киреев О.С.], що містить тягові статичні напівпровідникові перетворювачі для живлення тягових індукторних двигунів, бортовий перетворювач, перемикач, що має двопозиційні нормально відкриті і нормально закриті механічно пов'язані групи контактів, забезпечений мережевим регулятором, вхід якого через струмоприймач з'єднаний з контактною мережею, а вихід через силові шини з'єднаний з входами тягових статичних напівпровідникових перетворювачів для живлення тягових індукторних двигунів, а також він додатково має накопичувач енергії, який через нормально відкриті контакти перемикача підключається до силових шин, а через нормально закриті контакти перемикача з'єднаний з першими виводами бортового перетворювача, другі виводи якого з'єднані з силовими шинами.

Спільними ознаками аналога і корисної моделі є те, що містить тягові статичні напівпровідникові перетворювачі для живлення тягових індукторних двигунів, бортовий перетворювач, додатково забезпечений мережевим регулятором, вхід якого через струмоприймач з'єднаний з контактною мережею, а вихід через силові шини з'єднаний з входами тягових статичних напівпровідникових перетворювачів для живлення тягових індукторних двигунів, а також він додатково має накопичувач енергії, який підключається до силових шин, та першими виводами бортового перетворювача, другі виводи якого з'єднані з силовими шинами.

Причини, що перешкоджають одержанню очікуваного технічного результату: пристрій не містить блока керування перетворювачами, що не дає змогу регулювати енергетичні параметри та забезпечувати задану тягову траєкторію.

Відоме технічне рішення [Спосіб управління тяговим приводом змінного струму, патент Російської Федерації 2314940. МПК В60L 15/00, опубл. 20.01.2008, бюл. № 2, Солтус К.П.], в якому щонайменше один трифазний електродвигун розрахований на постійне споживання потужності понад деякої заданої частоти обертання і живиться від дволанкового перетворювача змінного струму із змінною напругою проміжної ланки постійного струму, яка містить LC-фільтр, при цьому живлення на дволанковий перетворювач змінного струму подають від тягового трансформатора, який з'єднаний з мережею електропостачання і напругу проміжної ланки постійного струму в діапазоні частот обертання нижче заданої частоти обертання знижують в порівнянні з його максимальним значенням таким чином, щоб ця напруга проміжної ланки постійного струму не знижувалась нижче деякого мінімального значення, що визначається напругою мережі в процесі роботи, а в діапазоні частот обертання вище заданої частоти обертання, виходячи із зазначеного зниженої напруги проміжної ланки постійного струму, відбувається в залежності від частоти обертання перехід до максимальної напруги цієї проміжної ланки при максимальній частоті обертання, при цьому регулювання напруги проміжної ланки постійного струму виконують, виходячи з напруги навантаження.

Спільними ознаками аналога і корисної моделі, що заявляється, є: щонайменше один трифазний електродвигун, розрахований на постійне споживання потужності понад деякої заданої частоти обертання, який живиться від дволанкового перетворювача змінного струму із змінною напругою проміжної ланки постійного струму, яка містить LC-фільтр, при цьому живлення на дволанковий перетворювач змінного струму подають від тягового трансформатора, який з'єднаний з мережею електропостачання.

Причини, що перешкоджають одержанню очікуваного технічного результату: пристрій не має накопичувачів енергії, що робить неможливим режим регенеративного гальмування.

Найбільш близьким технічним рішенням до корисної моделі, що заявляється, є [Пристрій керування силовою установкою для електричного транспортного засобу, патент Російської Федерації 2478490, МПК В60L 15/08, опубл. 27.11.2012, Китанака Хидетоси], який включає в себе інвертор, що перетворює напругу постійного струму в напругу змінного струму, елемент накопичення енергії і перетворювач постійного струму в постійний струм, підключений до елемента накопичення енергії, що містить блок селектора кола, який вибирає будь-яке одне з живлень, що подається з зовнішнього джерела живлення через пристрій зняття потужності, і живлення, що подається з елемента накопичення енергії, і видає його на інвертор, при цьому інвертор налаштований для виконання попередньо певної операції зміни імпульсного режиму

відповідно до швидкості транспортного засобу або відповідно до вихідної напруги інвертора, і налаштований, щоб працювати, коли кількість імпульсів, включених в півперіод основної гармоніки вихідної напруги інвертора, є попередньо визначеною, шляхом зміни імпульсного режиму, і імпульсний режим перемикається в імпульсний режим роботи з кількістю імпульсів, яка є попередньо визначеною кількістю або меншим на більш низькій швидкості, вразі, коли електричний транспортний засіб переміщується за допомогою живлення від елемента накопичення енергії, ніж в разі, коли електричний транспортний засіб переміщується, отримуючи живлення з зовнішнього джерела живлення.

Спільними ознаками аналога і корисної моделі, що заявляється, є: інвертор, що перетворює напругу постійного струму в напругу змінного струму, елемент накопичення енергії і перетворювач постійного струму в постійний струм, підключений до елемента накопичення енергії, що містить блок селектора кола, який вибирає будь-яке одне з живлень, що подається з зовнішнього джерела живлення через пристрій зняття потужності, і живлення, що подається з елемента накопичення енергії, і видає його на інвертор.

Причини, що перешкоджають одержанню очікуваного технічного результату: пристрій не має вхідного випрямляча, що робить неможливим роботу пристрою від мережі змінного струму.

Відоме технічне рішення вибрано як прототип корисної моделі, що заявляється.

В основу корисної моделі поставлена задача керування потоком електричної енергії силових блоків тягового електротехнічного комплексу з накопичувальним елементом шляхом формування сигналів блокування, які дозволяють чи блокують роботу силових перетворювачів в залежності від рівня напруги на накопичувальному елементі та заданої чи поточної швидкостей, забезпечити мінімізацію електричної енергії, яка споживається з контактної мережі.

Зазначена задача вирішується тим, що пристрій керування тяговим електротехнічним комплексом електровозу з мінімізацією втрат у контактній мережі містить контактну мережу, колесо, силовий перетворювач накопичувального пристрою вихід якого з'єднаний з накопичувальним елементом, силовий перетворювач асинхронної машини вхід якого з'єднаний з ланкою постійного струму, асинхронну машину, згідно з корисною моделлю, містить тяговий трансформатор, вхід якого з'єднано і контактною мережею, а вихід якого з'єднаний з силовим перетворювачем мережі через перший датчик напруги та перший датчик струму, вихід силового перетворювача мережі з'єднано через індуктивність і ємність LC-фільтра у ланці постійного струму з входом силового перетворювача асинхронної машини, вихід якого через другий датчик струму з'єднаний з асинхронною машиною, вал асинхронної машини з'єднаний з датчиком швидкості, вхід силового перетворювача накопичувального пристрою з'єднаний з виходом випрямляча через другий датчик напруги, буферний дросель та третій датчик струму, вихід накопичувального елемента з'єднаний з третім датчиком напруги, вихід якого з'єднаний з першим входом блока керування силового перетворювача накопичувального елемента, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого датчика напруги, а третій вхід з'єднано з третім датчиком струму, вихід блока керування силового перетворювача накопичувального пристрою з'єднаний з керуючими виходами силового перетворювача накопичувального пристрою, блок керування силовим перетворювачем мережі, перший вхід якої з'єднаний з виходом другого датчика напруги, другий вхід якої з'єднано з виходом першого датчика струму, третій вхід якої з'єднано з виходом першого датчика напруги, вихід блока керування силового перетворювача мережі, з'єднаний з керуючими виходами силового перетворювача мережі, блок керування силового перетворювача асинхронної машин, перший вхід якої з'єднаний з виходом другою датчика струму, другий вхід якої з'єднаний з виходом датчика швидкості, вихід блока керування силового перетворювача асинхронної машини, з'єднаний з керуючими виходами силового перетворювача асинхронної машини, задатчик швидкості, вихід якого з'єднаний з третім входом блока керування силового перетворювача асинхронної машини та входом першого блока диференціювання, вихід якого з'єднаний з входом першого блока зони нечутливості, вихід якої з'єднано з входом першого компаратора, другий блок диференціювання вхід якого з'єднаний з виходом датчика швидкості, вихід другого блока диференціювання з'єднаний з входом другого блока зони нечутливості, вихід якої з'єднано з входом другого компаратора, перший логічний блок АБО перший вхід якого з'єднаний виходом першого компаратора, а другий вхід якого з'єднано з виходом другого компаратора, перший задатчик напруги, вихід якого з'єднаний з першим входом першого релейного регулятора, другий вхід якого з'єднано з виходом третього датчика напруги, вихід першого релейного регулятора, з'єднаний і першим входом першого RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного блока АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого блока порівняння, а другий вхід з виходом другого блока порівняння, входи першого та другого блоків порівняння з'єднані з виходами першого та другого блоків зони нечутливості - відповідно, другий задатчик напруги, вихід якого з'єднаний з першим

входом другого релейного регулятора, другий вхід якого з'єднано з виходом третього датчика напруги, вихід другого релейного регулятора з'єднаний з першим входом другою RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з виходом третьою логічного блока АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього блока порівняння, а другий вхід з виходом четвертого блока порівняння, входи третього та четвертого блоків порівняння з'єднані з виходами першого та другого блоків зони нечутливості - відповідно, четвертий логічний блок АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого RS-тригера, а другий вхід якого з'єднаний з виходом другого RS-тригера, а третій вхід якого з'єднано з виходом першого логічного блока АБО, вихід четвертого логічного блока АБО з'єднаний з четвертим входом блока керування силового перетворювача мережі, вихід четвертого логічного блока АБО з'єднаний з входом логічного блока НІ, вихід якого з'єднаний з четвертим входом блока керування силового перетворювача накопичувального пристрою.

Вказані додаткові елементи і зв'язки між ними, а також зміни в порівнянні з прототипом, дозволяють забезпечити: роботу тягового комплексу від мережі як змінного, так і постійного струму з мінімізацією втрат електроенергії в контактній мережі, за рахунок зменшення потоку електричної енергії, яка споживається тяговим електротехнічним комплексом.

Корисна модель пояснюється кресленням, на якому зображено:

1 - контактна мережа; 2 - колесо; 3 - силовий перетворювач накопичувального елемента; 4 - накопичувальний елемент; 5 - силовий перетворювач асинхронної машини; 6 асинхронна машина; 7 - тяговий трансформатор; 8 - перший датчик напруги; 9 - перший датчик струму; 10 - силовий перетворювач мережі; 11 - другий датчик напруги; 12 - індуктивність LC-фільтра; 13 - ємність LC-фільтра; 14 - другий датчик струму; 15 - датчик швидкості; 16 - буферний дросель; 17 - третій датчик струму; 18 - третій датчик напруги; 19 - блок керування силового перетворювача накопичувального пристрою, 20 - блок керування силового перетворювача мережі; 21 - блок керування силового перетворювача асинхронної машини; 22 - задатчик швидкості; 23 - перший блок диференціювання; 24 - перший блок зонти нечутливості; 25 - перший компаратор; 26 - другий блок диференціювання; 27 - другий блок зони нечутливості; 28 - другий компаратор; 29 - перший логічний блок АБО; 30 - перший задатчик напруги; 31 - перший релейний регулятор; 32 - перший RS-тригер; 33 - другий логічний блок АБО; 34 - перший блок порівняння; 35 - другий блок порівняння; 36 - другий задатчик напруги; 37 - другий релейний регулятор; 38 - другий RS-тригер; 39 - третій логічний блок АБО; 40 - третій блок порівняння; 41 - четвертий блок порівняння; 42 - четвертий логічний блок АБО; 43 - логічний блок НІ.

Пристрій працює наступним чином.

Електроенергія змінного струму від контактної мережі прикладається до тягового трансформатора звідки прикладається на вхід силового перетворювача мережі 10, який перетворює змінну напругу в постійну з урахуванням енергетичних параметрів мережі за допомогою блока керування силового перетворювача мережі 20.

Через ланку постійного струму, де знаходиться LC-фільтр, L_{ϕ} 12, C_{ϕ} 13, для зменшення впливу вищих гармонійних складових, енергія надходить на силовий перетворювач асинхронної машини 5, який виконує векторне керування роботою асинхронної машини для реалізації тягової кривої з обмеженням тягового моменту за допомогою блока керування силовим перетворювачем асинхронної машини 21. Електроенергія з силового перетворювача асинхронної машини 21 живить тягову асинхронну машину змінного струму 6. Зазначені вище блоки та зв'язки утворюють тяговий електротехнічний комплекс електровоза.

Накопичувальний елемент 4 з'єднаний з виходом силового перетворювача накопичувального пристрою 3, вхід якого з'єднаний з ланкою постійного струму через буферний дросель 16.

Силовий перетворювач накопичувального пристрою 3 конструктивно являє собою однофазний мостовий транзисторний перетворювач, напруга на якому пов'язана з параметрами режиму ланки постійного струму та силового перетворювача асинхронної машини 5.

Правильна робота силового перетворювача накопичувального пристрою 3 відбувається завдяки блоку керування силового перетворювача накопичувального пристрою 19, яка контролює напругу на накопичувачі і в ланці постійного струму і забезпечує її стабілізацію.

Блок логічних елементів забезпечує роботу чи блокує роботу силового перетворювача мережі та силового перетворювача накопичувального пристрою в залежності від сигналів, які надходять на нього, а саме у блоці задатчика кутової швидкості 22 формується сигнал кривої швидкості ω_r^* , яка відтворює потрібну тягову характеристику. Сигнал заданої кутової швидкості ω_r^* надходить на вхід першого блока диференціювання 23, на виході якого формується сигнал заданого кутового прискорення ε^* :

$$\varepsilon^* = \frac{d\omega_r}{dt} \cdot (2)$$

Сигнал заданого кутового прискорення ε^* надходить на вхід блока першої зони нечутливості 24, на виході якого формується сигнал ε_n^* , який становить $1,1\varepsilon^* \dots 0,9\varepsilon^*$.

Сигнал з виходу блока першої зони нечутливості 24 ε_n^* надходить на вхід блока першого компаратора 25, на виході якого формується сигнал ε_{nk}^* :

$$\varepsilon_{nk}^* = \begin{cases} 1 & \text{при } \varepsilon_n^* \neq 0; \\ 0 & \text{при } \varepsilon_n^* = 0. \end{cases} \cdot (3)$$

З виходу датчика швидкості 15 сигнал поточної кутової швидкості ω_r надходить на вхід другого блока диференціювання 26, на виході якого формується сигнал поточного кутового прискорення ε :

$$\varepsilon = \frac{d\omega_r}{dt} \cdot (4)$$

Сигнал заданого кутового прискорення ε надходить на вхід блока другої зони нечутливості 27, на виході якого формується сигнал ε_n , який становить $1,1\varepsilon \dots 0,9\varepsilon$.

Сигнал з виходу блока другої зони нечутливості 27 ε_n надходить на вхід блока другого компаратора 28, на виході якого формується сигнал ε_{nk} :

$$\varepsilon_{nk} = \begin{cases} 1 & \text{при } \varepsilon_n \neq 0; \\ 0 & \text{при } \varepsilon_n = 0. \end{cases} \cdot (5)$$

Сигнали ε_{nk}^* та ε_{nk} надходять на перший та другий входи першого логічного блока "АБО" 29, на виході якого формується сигнал ε_l :

$$\varepsilon_l = \varepsilon_{nk}^* \cap \varepsilon_{nk} \cdot (6)$$

У блоці першого задатчика напруги 30 формується сигнал заданого максимального значення напруги накопичувача $u_{st,max}$, який надходить на перший вхід блока першого релейного регулятора 31, на другий вхід якого надходить сигнал з третього датчика напруги 18 u_{st} . На виході блока першого релейного регулятора 31 формується сигнал $u_{max,1}$:

$$u_{max,1} = \begin{cases} 1 & \text{при } u_{st} > u_{st,max}; \\ 0 & \text{при } u_{st} < u_{st,max}. \end{cases} \cdot (7)$$

Сигнал ε_n^* надходить на вхід першого блока порівняння 34, на виході якого формується сигнал ε_{poz}^* :

$$\varepsilon_{poz}^* = \begin{cases} 1 & \text{при } \varepsilon_n^* > 0; \\ 0 & \text{при } \varepsilon_n^* < 0. \end{cases} \cdot (8)$$

Сигнал ε_n надходить на вхід другого блока порівняння 35, на виході якого формується сигнал ε_{poz} :

$$\varepsilon_{poz} = \begin{cases} 1 & \text{при } \varepsilon_n > 0; \\ 0 & \text{при } \varepsilon_n < 0. \end{cases} \cdot (9)$$

Сигнали ε_{poz}^* та ε_{poz} надходять на перший та другий входи відповідно другого логічного блока "АБО" 33, на виході якого формується сигнал $\varepsilon_{poz,1}$:

$$\varepsilon_{poz,1} = \varepsilon_{poz}^* \cap \varepsilon_{poz} \cdot (10)$$

Сигнали $u_{max,1}$ та $\varepsilon_{max,1}$ надходять на перший та другий входи відповідно першого RS-тригера 32, на виході якого формується сигнал $u_{l,1}$:

$$u_{l.1} = \begin{cases} 1 & \text{при } u_{\max.1} = 1; \varepsilon_{\text{poz.1}} = 0; \\ 0 & \text{при } u_{\max.1} = 0; \varepsilon_{\text{poz.1}} = 1; \\ u_{l.1} & \text{при } u_{\max.1} = 1; \varepsilon_{\text{poz.1}} = 0; \\ - & \text{при } u_{\max.1} = 1; \varepsilon_{\text{poz.1}} = 1. \end{cases} \quad (11)$$

У блоці другого задатчика напруги 36 формується сигнал заданого мінімального значення напруги накопичувача $u_{\text{st.min}}$, який надходить на перший вхід блока другого релейного регулятора 37, на другий вхід якого надходить сигнал з третього датчика напруги 18 u_{st} . На виході блока другого релейного регулятора 37 формується сигнал $u_{\text{min.2}}$:

$$u_{\text{min.2}} = \begin{cases} 0 & \text{при } u_{\text{st}} > u_{\text{st.min}}; \\ 1 & \text{при } u_{\text{st}} < u_{\text{st.min}}. \end{cases} \quad (12)$$

Сигнал ε_n^* надходить на вхід третього блока порівняння 40, на виході якого формується сигнал $\varepsilon_{\text{neg}}^*$:

$$\varepsilon_{\text{neg}}^* = \begin{cases} 0 & \text{при } \varepsilon_n^* > 0; \\ 1 & \text{при } \varepsilon_n^* < 0. \end{cases} \quad (13)$$

Сигнал ε_n надходить на вхід четвертого блока порівняння 41, на виході якого формується сигнал ε_{neg} :

$$\varepsilon_{\text{neg}} = \begin{cases} 0 & \text{при } \varepsilon_n > 0; \\ 1 & \text{при } \varepsilon_n < 0. \end{cases} \quad (14)$$

Сигнали $\varepsilon_{\text{neg}}^*$ та ε_{neg} надходять на перший та другий входи відповідно третього логічного блока "АБО" 39, на виході якого формується сигнал $\varepsilon_{\text{neg.2}}$:

$$\varepsilon_{\text{neg.2}} = \varepsilon_{\text{neg}}^* \cap \varepsilon_{\text{neg}}. \quad (15)$$

Сигнали $u_{\text{min.2}}$ та $\varepsilon_{\text{neg.2}}$ надходять на перший та другий входи відповідно другого RS-тригера 38, на виході якого формується сигнал $u_{l.2}$:

$$u_{l.2} = \begin{cases} 1 & \text{при } u_{\text{min.2}} = 0; \varepsilon_{\text{neg.2}} = 1; \\ 0 & \text{при } u_{\text{min.2}} = 1; \varepsilon_{\text{neg.2}} = 0; \\ u_{l.2} & \text{при } u_{\text{min.2}} = 0; \varepsilon_{\text{neg.2}} = 0; \\ - & \text{при } u_{\text{min.2}} = 1; \varepsilon_{\text{neg.2}} = 1. \end{cases} \quad (16)$$

Сигнали $u_{l.1}$, $u_{l.2}$ та ε_l надходять на перший, другий та третій входи четвертого логічного блока "АБО" 42, на виході якого формується сигнал $u_{b.3}$:

$$u_{b.3} = \varepsilon_l \cap u_{l.1} \cap u_{l.2}. \quad (17)$$

Сигнал $u_{b.3}$ надходить на керуючі входи силового перетворювача накопичувального пристрою 19 та на вхід логічного блока "НІ" 43, на виході якого формується сигнал $u_{b.1}$:

$$u_{b.1} = \begin{cases} 0 & \text{при } u_{b.3} = 1; \\ 1 & \text{при } u_{b.3} = 0. \end{cases}$$

Сигнал $u_{b.1}$ надходить на керуючі входи силового перетворювача мережі 20.

В результаті роботи наведеного пристрою забезпечується: накопичення енергії, яка виробляється електродвигуном в процесі гальмування, на накопичувальний елемент в ланці постійного струму (регенеративне гальмування), акумулювання та використання накопиченої енергії для роботи асинхронної машини в наступному циклі руху.

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій керування тяговим електротехнічним комплексом електровоза з мінімізацією втрат у контактній мережі, що містить контактну мережу, колесо, силовий перетворювач накопичувального пристрою, вихід якого з'єднаний з накопичувальним елементом, силовий

перетворювач асинхронної машини, вхід якого з'єднаний з ланкою постійного струму, асинхронну машину, який **відрізняється** тим, що містить тяговий трансформатор, вхід якого з'єднано з контактною мережею, а вихід якого з'єднаний з силовим перетворювачем мережі через перший датчик напруги та перший датчик струму, вихід силового перетворювача мережі

5 з'єднано через індуктивність і ємність LC-фільтра у ланці постійного струму з входом силового перетворювача асинхронної машини, вихід якого через другий датчик струму з'єднаний з асинхронною машиною, вал асинхронної машини з'єднаний з датчиком швидкості, вхід силового перетворювача накопичувального пристрою з'єднаний з виходом випрямляча через другий датчик напруги, буферний дросель та третій датчик струму, вихід накопичувального елемента

10 з'єднаний з третім датчиком напруги, вихід якого з'єднаний з першим входом блока керування силового перетворювача накопичувального елемента, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого датчика напруги, а третій вхід з'єднано з третім датчиком струму, вихід блока керування силового перетворювача накопичувального пристрою з'єднаний з керуючими виходами силового перетворювача накопичувального пристрою, блок керування силовим

15 перетворювачем мережі, перший вхід якої з'єднаний з виходом другого датчика напруги, другий вхід якої з'єднано з виходом першого датчика струму, третій вхід якої з'єднано з виходом першого датчика напруги, вихід блока керування силового перетворювача мережі з'єднаний з керуючими виходами силового перетворювача мережі, блок керування силового перетворювача асинхронної машин, перший вхід якої з'єднаний з виходом другого датчика струму, другий вхід

20 якої з'єднаний з виходом датчика швидкості, вихід блока керування силового перетворювача асинхронної машини з'єднаний з керуючими виходами силового перетворювача асинхронної машини, задатчик швидкості, вихід якого з'єднаний з третім входом блока керування силового перетворювача асинхронної машини та входом першого блока диференціювання, вихід якого з'єднаний з входом першого блока зони нечутливості, вихід якої з'єднано з входом першого

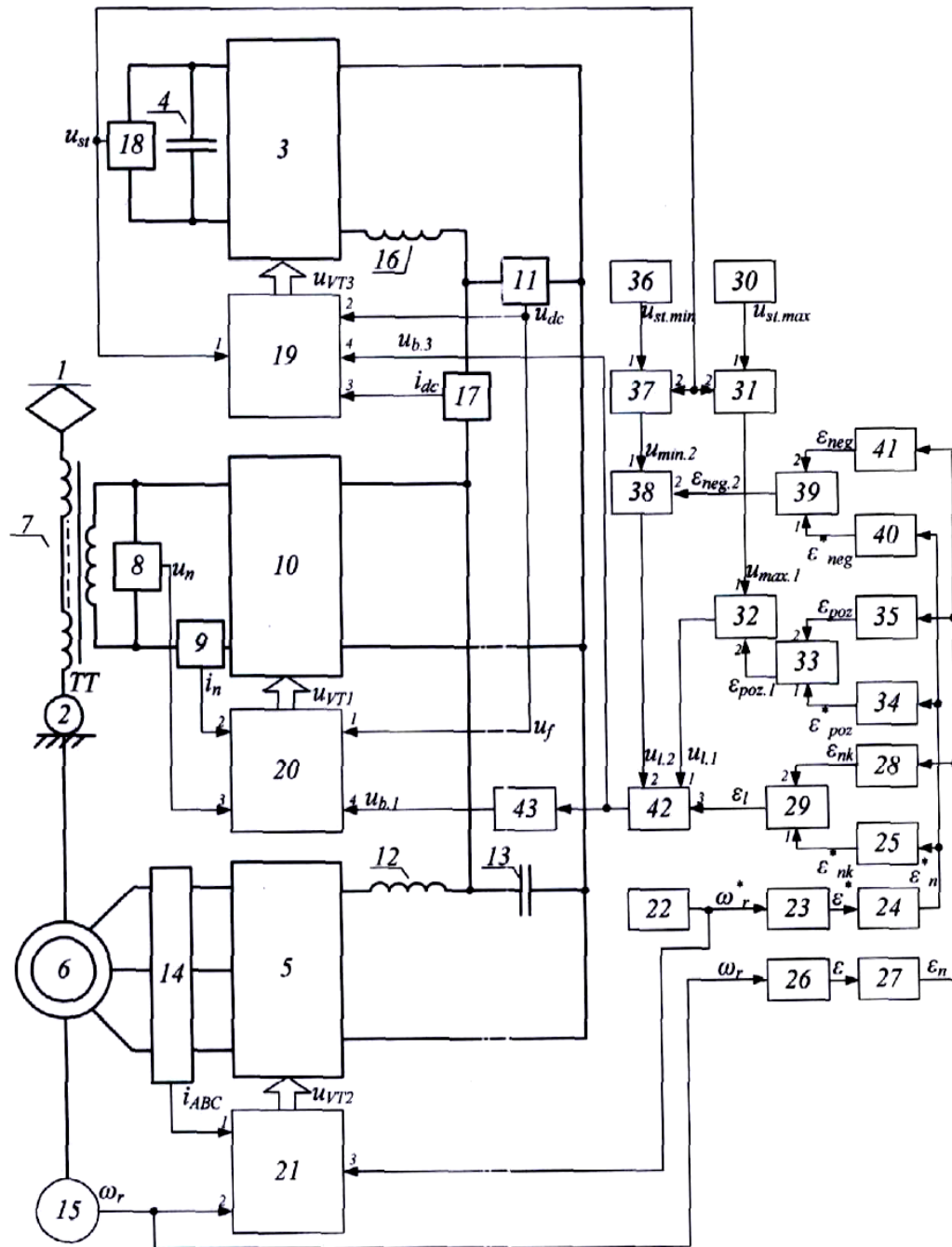
25 компаратора, другий блок диференціювання, вхід якого з'єднаний з виходом датчика швидкості, вихід другого блока диференціювання з'єднаний з входом другого блока зони нечутливості, вихід якої з'єднано з входом другого компаратора, перший логічний блок АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого компаратора, а другий вхід якого з'єднано з виходом другого компаратора, перший задатчик напруги, вихід якого з'єднаний з першим входом першого

30 релейного регулятора, другий вхід якого з'єднано з виходом третього датчика напруги, вихід першого релейного регулятора з'єднаний з першим входом першого RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого логічного блока АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого блока порівняння, а другий вхід з виходом другого блока порівняння, входи першого та другого блоків порівняння з'єднані з виходами першого та другого блоків зони нечутливості

35 відповідно, другий задатчик напруги, вихід якого з'єднаний з першим входом другого релейного регулятора, другий вхід якого з'єднано з виходом третього датчика напруги, вихід другого релейного регулятора з'єднаний з першим входом другого RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з виходом третього логічного блока АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом третього блока порівняння, а другий вхід з виходом четвертого блока порівняння, входи

40 третього та четвертого блоків порівняння з'єднані з виходами першого та другого блоків зони нечутливості відповідно, четвертий логічний блок АБО, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого RS-тригера, другий вхід якого з'єднаний з виходом другого RS-тригера, а третій вхід якого з'єднано з виходом першого логічного блока АБО, вихід четвертого логічного блока АБО з'єднаний з четвертим входом блока керування силового перетворювача мережі, вихід

45 четвертого логічного блока АБО з'єднаний з входом логічного блока HI, вихід якого з'єднаний з четвертим входом блока керування силового перетворювача накопичувального пристрою.



Комп'ютерна верстка М. Мацело

Державна служба інтелектуальної власності України, вул. Василя Липківського, 45, м. Київ, МСП, 03680, Україна

ДП "Український інститут інтелектуальної власності", вул. Глазунова, 1, м. Київ – 42, 01601