УКРАЇНА

(19) UA **(11) 158612** **(13) U**

(51) МПК
G06G 7/48 (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ДЕРЖАВНА ОРГАНІЗАЦІЯ "УКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ОФІС ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ ТА ІННОВАЦІЙ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

(21) Номер заявки: **u 2024 04005**

(22) Дата подання заявки: **09.08.2024**

(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: **27.02.2025**

(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: **26.02.2025, Бюл.№ 9**

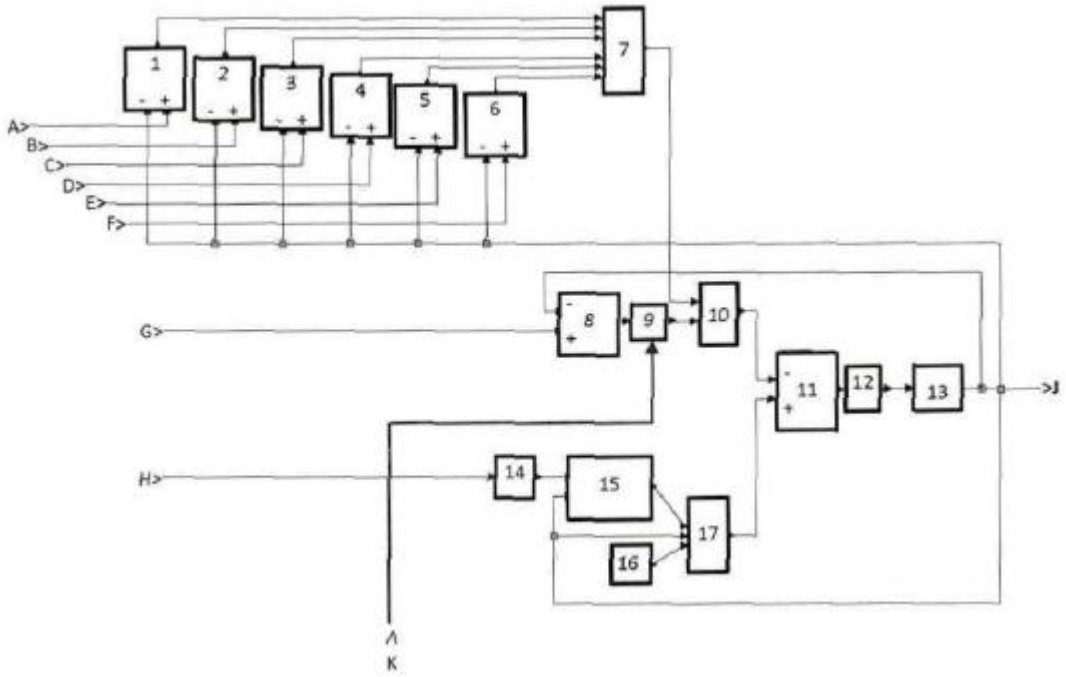
(72) Винахідник(и):
Дубовой Володимир Михайлович (UA),
Юхимчук Марія Сергіївна (UA),
Горчук Юрій Анатолійович (UA)

(73) Володілець (володільці):
ВІННИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ,
вул. Хмельницьке шосе, 95, м. Вінниця, 21021 (UA)

(54) ПРИСТРІЙ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ПАСИВНОГО ЕЛЕМЕНТА РОЗПОДІЛЕНОГО ТЕПЛОВОГО ВИРОБНИЧОГО ОБ'ЄКТА З НАЛАШТУВАННЯМ ЗНАЧЕННЯ ТЕПЛОПРОВІДНОСТІ ОБОЛОНКИ ОБ'ЄКТА

(57) Реферат:

Пристрій для моделювання пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об’єкта з налаштуванням значення теплопровідності оболонки об'єкта містить вісім двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", інтегратор, два блоки множення на постійний коефіцієнт, шестивходовий суматор з входами "+", блок визначення меншого з двох значень, блок задавання константи "0" і комутатор.



UA 158612 U

Корисна модель належить до аналогових обчислювальних машин і може бути використана в моделюючих пристроях для теплових процесів в розподілених виробничих об'єктах.

Як аналог вибрано базовий блок моделі теплопровідності в розподіленому об'єкті (М.М. Асадулаги, И.М. Перший. Способы моделирования распределенных систем при случайных воздействиях. - Современная наука и инновации, выпуск 1, 2017, с. 27-32). Модель містить чотири базові блоки. Відомий базовий блок містить суматор, інтегратор і три блоки множення на постійний коефіцієнт, причому виходи першого і другого блоків множення на постійний коефіцієнт з'єднані, відповідно, з першим і другим входами "+" суматора, а його вихід з'єднаний з входом інтегратора, вихід інтегратора з'єднаний з входом третього блока множення на постійний коефіцієнт, вихід третього блока множення на постійний коефіцієнт з'єднаний з третім входом "-" суматора, значення теплових потоків від сусідніх блоків подаються на входи першого і другого блоків множення на постійний коефіцієнт, а виходом базового блока є вихід інтегратора.

Недоліками аналога є вузька галузь застосування - виключно для лінійних одновимірних об'єктів, а також неможливість налаштування значення теплопровідності оболонки об'єкта, що обмежує функціональні можливості пристрою.

Як найближчий аналог вибрано пристрій для моделювання пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта (патент України № 148246, м. кл. G06G 7/48, бюл. № 29, 2021 р.), який містить вісім двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", інтегратор, три блоки множення на постійний коефіцієнт, шестивходовий суматор з входами "+", блок визначення меншого з двох значень, блок задавання константи "0" і комутатор, причому вихід першого двовходового суматора з'єднаний з входом першого блока множення на постійний коефіцієнт, вихід першого блока множення на постійний коефіцієнт з'єднаний з другим входом "+" двовходового суматора з двома входами "+", вихід якого з'єднаний з входом "+" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-",вихід восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-" з'єднаний з входом другого блока множення на постійний коефіцієнт, вихід другого блока множення на постійний коефіцієнт з'єднаний з входом інтегратора, вихід інтегратора з'єднаний з входом "-" першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", другим входом блока визначення меншого з двох значень і другим "керуючим" входом комутатора, виходи другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-" з'єднані з відповідними входами шестивходового суматора, вихід шестивходового суматора з'єднаний з першим входом "+" двохвходового суматора з двома входами "+", вихід третього блока множення на постійний коефіцієнт з'єднаний з першим входом блока визначення меншого з двох значень, вихід якого з'єднаний з першим входом комутатора, вихід блока задавання константи "0" з'єднаний з третім входом комутатора, вихід комутатора з'єднаний з входом "-" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", перший вхід пристрою з'єднаний з входом "+" першого суматора, другий вхід пристрою з'єднаний з входом третього блока множення на постійний коефіцієнт, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий, восьмий входи пристрою з'єднані, відповідно, з входами "+" другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", виходом пристрою є вихід інтегратора, коефіцієнт першого блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює теплопровідності оболонки об'єкта, коефіцієнт другого блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює теплопровідності пасивного елемента об'єкта, поділеній на його теплоємність, коефіцієнт третього блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює питомим витратам теплової енергії на одиницю сировини.

Недоліком найближчого аналога є відсутня можливість налаштування значення теплопровідності оболонки об'єкта, що обмежує функціональні можливості пристрою.

В основу корисної моделі поставлено задачу створення пристрою для моделювання розподіленого теплового виробничого об'єкта, в якому за рахунок введення нового елемента та його з'єднань з'являється можливість налаштування значення теплопровідності оболонки об'єкта, що сприяє розширенню функціональних можливостей пристрою.

Поставлена задача вирішується тим, що в пристрій для моделювання пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта з налаштуванням теплопровідності оболонки об'єкта, який містить вісім двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", інтегратор, два блока множення на постійний коефіцієнт, шестивходовий суматор з входами "+", блок визначення меншого з двох значень, блок задавання константи "0" і комутатор, причому вихід двовходового суматора з двома входами "+" з'єднаний з входом "+" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", вихід якого з'єднаний з входом

першого блока множення на постійний коефіцієнт, вихід якого з'єднаний з входом інтегратора, вихід інтегратора з'єднаний з входом "-" першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", другим входом блока визначення меншого з двох значень і другим "керуючим" входом комутатора, виходи другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-" з'єднані з відповідними входами шестивходового суматора, вихід шестивходового суматора з'єднаний з першим входом двовходового суматора з двома входами "+", вихід другого блока множення на постійний коефіцієнт з'єднаний з першим входом блока визначення меншого з двох значень, вихід якого з'єднаний з першим входом комутатора, вихід блока задавання константи "0" з'єднаний з третім входом комутатора, вихід комутатора з'єднаний з входом "-" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", перший вхід пристрою з'єднаний з входом "+" першого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", другий вхід пристрою з'єднаний з входом другого блока множення на постійний коефіцієнт, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий, восьмий входи пристрою з'єднані, відповідно, з входами "+" другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", виходом пристрою є вихід інтегратора, коефіцієнт множення другого блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює питомим витратам теплової енергії на одиницю сировини, коефіцієнт першого блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює теплопровідності пасивного елемента об'єкта, поділеній на його теплоємність, введено блок перемножування двох значень, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", другий вхід з'єднаний з дев'ятим входом пристрою, а вихід з'єднаний з другим входом двовходового суматора з двома входами.

На кресленні представлено принципову схему пристрою для моделювання пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта з налаштуванням теплопровідності оболонки об'єкта.

Пристрій містить інтегратор 13, два блоки множення на постійний коефіцієнт 12, 14, відповідно, перший 8, другий 1, третій 2, четвертий 3 п'ятий 4, шостий 5, сьомий 6, восьмий 11 двовходові суматори з одним входом "+" і одним входом "-", двовходовий суматор 10 з двома входами "+", шестивходовий суматор 7 з входами "+", блок визначення меншого з двох значень 15, блок задавання константи "0" 16 і комутатор 17, блок перемножування двох значень 9, причому вихід першого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-" 8 з'єднаний з першим входом блока перемножування двох значень 9, вихід блока перемножування двох значень 9 з'єднаний з другим входом "+" двовходового суматора з двома входами "+" 10, вихід якого з'єднаний з входом «+» восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-" 11, вихід восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-" 11 з'єднаний з входом першого блока множення на постійний коефіцієнт 12, вихід першого блока множення на постійний коефіцієнт 12 з'єднаний з входом інтегратора 13, вихід інтегратора 13 з'єднаний з входом "-" першого 8, другого 1, третього 2, четвертого 3, п'ятого 4, шостого 5, сьомого 6 двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", другим входом блока визначення меншого з двох значень 15 і другим "керуючим" входом комутатора 17, виходи другого 1, третього 2, четвертого 3, п'ятого 4, шостого 5, сьомого 6 двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-" з'єднані з відповідними входами шестивходового суматора з входами "+" 7, вихід шестивходового суматора з входами "+" 7 з'єднаний з першим входом "+" двовходового суматора з двома входами "+" 10, вихід другого блока множення на постійний коефіцієнт 14 з'єднаний з першим входом блока визначення меншого з двох значень 15, вихід якого з'єднаний з першим входом комутатора 17, вихід блока задавання константи "0" 16 з'єднаний з третім входом комутатора 17, вихід комутатора 17 з'єднаний з входом "-" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-" 11, перший вхід G пристрою з'єднаний з входом "+" першого суматора з одним входом "+" і одним входом "-" 8, другий вхід H пристрою з'єднаний з входом другого блока множення на постійний коефіцієнт 14, третій A, четвертий B, п'ятий C, шостий D, сьомий E, восьмий F входи пристрою з'єднані, відповідно, з входами "+" другого 1, третього 2, четвертого 3, п'ятого 4, шостого 5, сьомого 6 двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", вхід K з'єднаний з другим входом блока перемножування двох значень 9, виходом J пристрою є вихід інтегратора 13, коефіцієнт першого блока множення на постійний коефіцієнт 12 дорівнює теплопровідності пасивного елемента об'єкта, поділеній на його теплоємність, коефіцієнт другого блока множення на постійний коефіцієнт 14 дорівнює питомим витратам теплової енергії на одиницю сировини.

Пристрій працює таким чином.

Пристрій призначений для моделювання пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта. На входи A - F пристрою надходять значення температури оточуючих елементів тривимірного об'єкта. На вхід K подається значення теплопровідності оболонки об'єкта, поділене на його теплоємність. При меншій кількості оточуючих елементів незадіяні входи оточуючих елементів замикаються на вихід J. На вхід G надходить значення температури зовнішнього середовища. Якщо пасивний елемент розподіленого теплового виробничого об'єкта не межує із зовнішнім середовищем, то вхід G з'єднується з виходом J. На вхід H надходить значення кількості вхідної сировини. Якщо вхідна сировина не надходить до пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта, то на вхід H подається значення "0".

Стан пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта характеризується значенням на виході J, який приєднаний до виходу інтегратора 13, і дорівнює його температурі T_0. Температура T_0 змінюється в результаті накопичення тепла Q в пасивному елементі розподіленого теплового виробничого об'єкта

$$Q = \int_0^t \lambda \left[\sum_{i=1}^{6} (T_i - T_0) + \eta (T_{зс} - T_0) - \min(k_3, x, T_0) \right] dt ,$$

де T_i - температури оточуючих елементів розподіленого теплового виробничого об'єкта; $T_{зс}$ - температура зовнішнього середовища; x - кількість сировини; λ - теплопровідність середовища розподіленого теплового виробничого об'єкта; η - теплопровідність оболонки розподіленого теплового виробничого об'єкта, яка відокремлює його від зовнішнього середовища; k_3 - питомі витрати теплової енергії на одиницю сировини.

Функцію накопичення виконує інтегратор 13. Значення температури пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта на виході інтегратора 13

$$T_0 = \frac{1}{c} Q = k_2 \int_0^t \left[\sum_{i=1}^{6} (T_i - T_0) + \eta (T_{зс} - T_0) - \min(k_3, x, T_0) \right] dt ,$$

де c - теплоємність пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта, $k_2 = \frac{\lambda}{c}$, значення k_2 надходить з входу K пристрою.

Двовходові суматори 1-6 розраховують різниці температур $(T_i - T_0)$ елемента, який моделюється, і оточуючих елементів. Ці різниці надходять на входи шестивходового суматора 7, який обчислює значення $\sum_{i=1}^{6} (T_i - T_0)$. Перший двовходовий суматор 8 обчислює різницю температур елемента, який моделюється, і зовнішнього середовища $(T_{зс} - T_0)$. Блок перемноження двох значень 9 множить різницю температур на значення теплопровідності оболонки розподіленого теплового виробничого об'єкта η, яке подається на вхід K, результатом чого є значення теплового потоку через оболонку. Двовходовий суматор 10 підсумовує потоки теплообміну з сусідніми елементами і зовнішнім середовищем.

Другий блок множення на постійний коефіцієнт 14 множить значення кількості сировини, яка надходить до пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта в одиницю часу, на k_3 - питомі витрати теплової енергії на одиницю сировини. Результатом є необхідний для виробництва тепловий потік. Блок визначення меншого з двох значень 15 порівнює необхідний для виробництва тепловий потік, значення якого надходить на перший вхід з наявним тепловим потоком, значення якого надходить на другий вхід, і на виході блока визначення меншого з двох значень 15 отримуємо менше з двох значень.

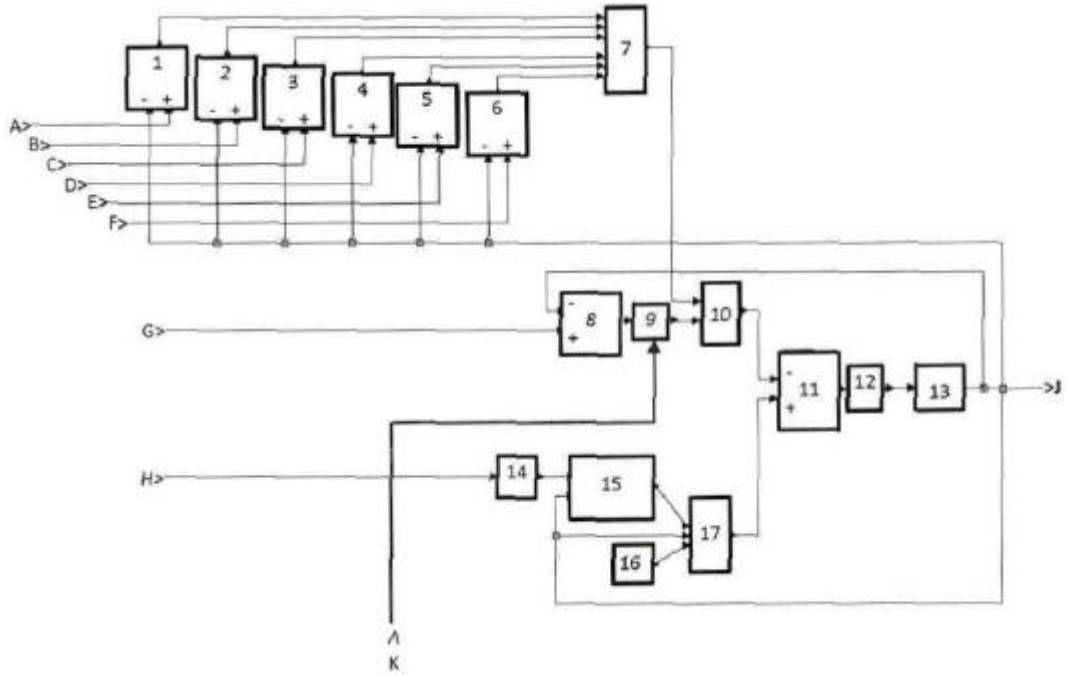
Восьмий двовходовий суматор 11 підраховує загальний баланс теплових потоків, які надходять від оточуючих елементів, від зовнішнього середовища і витрачаються на виробництво. Множенням на значення коефіцієнт η за допомогою блока перемножування двох значень 9 враховується теплопровідність оболонки розподіленого теплового виробничого об'єкта.

Комутатор 17 забезпечує нульові початкові умови моделювання, які задаються блоком 16 задавання константи "0".

ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій для моделювання пасивного елемента розподіленого теплового виробничого об'єкта з налаштуванням значення теплопровідності оболонки об'єкта, що містить вісім двовходових

суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", інтегратор, два блоки множення на постійний коефіцієнт, шестивходовий суматор з входами "+", блок визначення меншого з двох значень, блок задавання константи "0" і комутатор, причому вихід двовходового суматора з двома входами "+" з'єднаний з входом "+" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", вихід якого з'єднаний з входом першого блока множення на постійний коефіцієнт, вихід якого з'єднаний з входом інтегратора, вихід інтегратора з'єднаний з входом "-" першого, другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", другим входом блока визначення меншого з двох значень і другим "керуючим" входом комутатора, виходи другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-" з'єднані з відповідними входами шестивходового суматора, вихід шестивходового суматора з'єднаний з першим входом двовходового суматора з двома входами "+", вихід другого блока множення на постійний коефіцієнт з'єднаний з першим входом блока визначення меншого з двох значень, вихід якого з'єднаний з першим входом комутатора, вихід блока задавання константи "0" з'єднаний з третім входом комутатора, вихід комутатора з'єднаний з входом "-" восьмого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", перший вхід пристрою з'єднаний з входом "+" першого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", другий вхід пристрою з'єднаний з входом другого блока множення на постійний коефіцієнт, третій, четвертий, п'ятий, шостий, сьомий, восьмий входи пристрою з'єднані, відповідно, з входами "+" другого, третього, четвертого, п'ятого, шостого, сьомого двовходових суматорів з одним входом "+" і одним входом "-", виходом пристрою є вихід інтегратора, коефіцієнт множення другого блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює питомим витратам теплової енергії на одиницю сировини, коефіцієнт першого блока множення на постійний коефіцієнт дорівнює теплопровідності пасивного елемента об'єкта, поділеній на його теплоємність, введено блок перемножування двох значень, перший вхід якого з'єднаний з виходом першого двовходового суматора з одним входом "+" і одним входом "-", другий вхід з'єднаний з дев'ятим входом пристрою, а вихід з'єднаний з другим входом двовходового суматора з двома входами "+".



Комп'ютерна верстка Л. Бурлак

ДО "Український національний офіс інтелектуальної власності та інновацій", вул. Дмитра Годзенка, 1, м. Київ – 42, 01601