



УКРАЇНА

(19) **UA**

(11) **115050**

(13) **U**

(51) МПК

**H02J 3/01** (2006.01)

**H02J 3/16** (2006.01)

**H02J 3/18** (2006.01)

ДЕРЖАВНА СЛУЖБА  
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ  
ВЛАСНОСТІ  
УКРАЇНИ

**(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ**

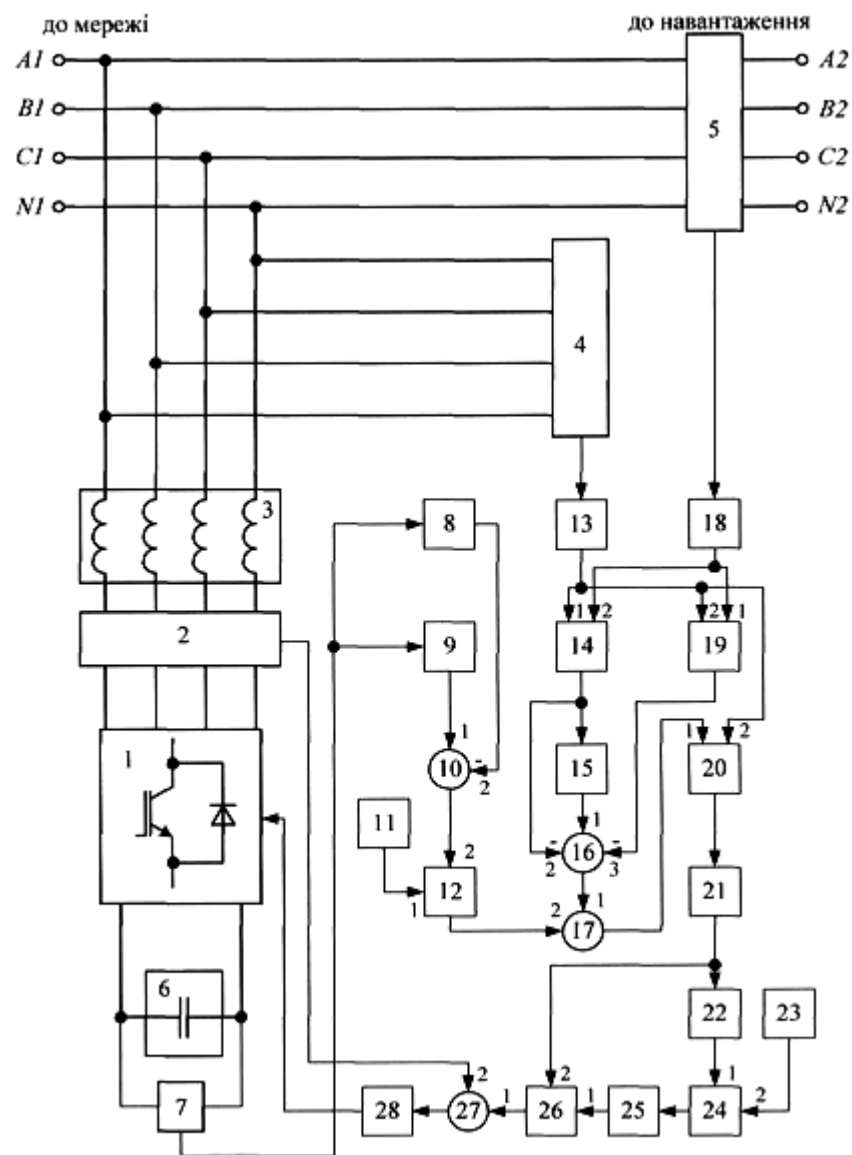
<b>(21)</b> Номер заявки: <b>u 2016 11797</b>	<b>(72)</b> Винахідник(и): <b>Кобеляцький Максим Дмитрович (UA),</b> <b>Бялобржеський Олексій Володимирович (UA),</b> <b>Власенко Руслан Володимирович (UA),</b> <b>Бондаренко Сергій Сергійович (UA)</b>
<b>(22)</b> Дата подання заявки: <b>21.11.2016</b>	
<b>(24)</b> Дата, з якої є чинними права на корисну модель: <b>27.03.2017</b>	
<b>(46)</b> Публікація відомостей про видачу патенту: <b>27.03.2017, Бюл.№ 6</b>	<b>(73)</b> Власник(и): <b>КРЕМЕНЧУЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ МИХАЙЛА ОСТРОГРАДСЬКОГО,</b> вул. Першотравнева, 20, м. Кременчук, Полтавська обл., 39600 (UA)

**(54) ПРИСТРІЙ ТРИФАЗНОГО ПАРАЛЕЛЬНОГО СИЛОВОГО АКТИВНОГО ФІЛЬТРА З ПІДСИСТЕМОЮ ПОПЕРЕДНЬОГО ЗАРЯДУ КОНДЕНСАТОРА**

**(57) Реферат:**

Пристрій трифазного паралельного силового активного фільтра з підсистемою попереднього заряду конденсатора шляхом введення блока обмеження максимальної напруги конденсатора, блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, блока завдання активної зарядної потужності та відповідних зв'язків, що реалізують підсистему попереднього заряду конденсатора, забезпечити контроль та підтримку напруги постійного струму в заданому діапазоні при забезпеченні компенсації неактивних складових потужності.

**UA 115050 U**



Фиг. 1

Корисна модель належить до області електротехніки і силової електроніки і може бути використана для поліпшення показників якості електричної енергії, а саме для одночасного вирішення задач компенсації неактивних складових потужності та гармонійних струмів трифазної мережі з нульовим проводом.

Відоме технічне рішення [Патент RU 2279748 С1. Устройство для заряда накопительного конденсатора / В.Н. Мещеряков, А.А. Коваль. Дата публикации 10.06.2007, МПК (51) H02J 7/10], що містить трифазне джерело живлення, виходи якого підключені до виводів трьох струмообмежуючих-дозуючих елементів, інші виводи яких підключені до входів трифазного мостового перетворювача, виходи якого з'єднані з керуючими входами трифазного мостового перетворювача, в якому струмообмежуючі-дозуючі елементи виконані у вигляді котушок індуктивності, мостовий перетворювач виконаний у вигляді автономного інвертора напруги на замикаючих ключах, до виводів трифазного джерела живлення додатково підключені входи трифазного датчика напруги, виходи якого підключені до одних входів блока управління, входи трифазного мостового перетворювача додатково з'єднані з входами датчиків струму фаз, виходи яких з'єднані з іншими входами блока управління, до виходу трифазного мостового перетворювача підключений датчик напруги ємнісного накопичувача; вихід якого з'єднаний з іншим входом блока управління, до іншого входу блока управління підключений вихід блока завдання величини напруги накопичувача, ще до одного входу блока управління підключений вихід блока завдання темпу заряду накопичувача.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: блок дроселів, транзисторний перетворювач в режимі інвертора, блок датчиків напруги мережі, блок датчиків струму транзисторного перетворювача, датчик напруги конденсатора.

Недоліки даного технічного рішення: відсутність блоків обмеження максимальної та мінімальної напруги конденсатора, що може призвести до автоколивальних процесів в колі конденсатора при відхиленні напруги від заданого значення; відсутність блока завдання активної зарядної потужності, яка фактично відбиває заряд конденсатора електричною енергією.

Відоме технічне рішення [Патент UA 73436 U. Паралельний активний фільтр / А.А. Колб, Ю.О. Мишанський. Дата публікації 25.09.2012, МПК (51) H02J 3/00], що містить повністю керований автономний інвертор напруги із двосторонньою провідністю, погоджуючий дросель для підключення до мережі, конденсатор у ланці постійного струму, трифазний мостовий випрямляч і керований підвищувальний перетворювач постійної напруги в постійну, вихід якого підключений до конденсатора в ланці постійного струму, а вхід до виходу трифазного мостового випрямляча, вхід якого призначений для підключення до мережі.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: транзисторний перетворювач в режимі інвертора, блок дроселів, накопичувальний конденсатор.

Недоліки даного технічного рішення: введення додатково в схему трифазного мостового випрямляча і керованого підвищувального перетворювача постійної напруги в постійну, внаслідок чого збільшується генерація вищих гармонік в мережу; відсутність блока датчиків та системи керування унеможлиблює роботу при різко змінному навантаженні; відсутність блоків обмеження максимальної та мінімальної напруги конденсатора унеможлиблює керуванням напругою в заданому діапазоні.

Відоме технічне рішення [Патент RU 131916 U1. Активный фильтр / А.Б. Лоскутов, Б.Ю. Алтунин, И.А. Карнавский, А.А. Кралин. Дата публикации 27.08.2013, МПК (51) H02J 3/16, H02J 3/18, H02J 3/26], що містить активний фільтр, що складається з трифазного мостового інвертора напруги на повністю керованих напівпровідникових ключових елементах із зустрічно-паралельними діодами, з'єднаного виходами з мережею через фазні реактори, ємнісного накопичувача на стороні постійного струму, системи управління, реалізованої на мікропроцесорі, встановлений додатковий напівмостовий інвертор на повністю керованих напівпровідникових ключових елементах із зустрічно-паралельними діодами, паралельно з'єднаний з трифазним мостовим інвертором на стороні постійного струму і виходом, підключений до нульової лінії мережі.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: транзисторний перетворювач в режимі інвертора, накопичувальний конденсатор, блок дроселів, блок датчиків напруги мережі та блок датчиків струму навантаження, блок датчиків струму транзисторного перетворювача.

Недоліки відомого технічного рішення: відсутність блоків, що забезпечують визначення неактивних складових потужності, що унеможлиблює компенсацію змінної складової активної потужності; відсутність блока завдання активної зарядної потужності та блоків, які забезпечують

обмеження діючого значення струму перетворювача, що може привести до перевантаження транзисторів перетворювача в режимі інвертора.

Відоме технічне рішення [Патент US 9,122,296, B2, G05F 1/70, Sept. 1, 2015. Adaptive DC-link voltage controlled LC coupling hybrid active power filters for reactive power compensation, Chi-Seng Lam, Man-Chung Wong, Wai-Hei Choi, Ying-Duo Han], в якому гібридний силовий активний фільтр для компенсації реактивної потужності, підключений паралельно між мережею та індуктивним навантаженням, оснащений адаптивним регулятором напруги постійного струму, містить два конденсатори постійного струму для забезпечення ланки постійної напруги, трифазний мережевий інвертор для перетворення постійної напруги в компенсуючу напругу, три з'єднання LC-кола для перетворення трифазної компенсаційної напруги в компенсаційні струми, що забезпечує інжекцію струму в точці з'єднання між джерелом живлення та навантаженням, блоки обмеження напруги ланки постійного струму за мінімальним та максимальним рівнями, блок компенсації миттєвої реактивної потужності для формування трифазного опорного реактивного компенсуючого струму  $i_{cx\_q}$ , ланка постійного струму включає зворотній зв'язок з П/ПІ-регулятором для формування вихідного трифазного опорного компенсуючого струму  $i_{cx\_dc}$ , три суматори для додавання трифазного реактивного опорного компенсуючого струму  $i_{cx\_q}$  та опорного компенсуючого струму  $i_{cx\_dc}$ , ланки постійного струму для виведення кінцевого опорного компенсуючого струму  $i_{cx}$ , блок ШІМ для отримання різниці між кінцевим опорним компенсуючим струмом  $i_{cx}^*$  та фактичним компенсуючим струмом  $i_{cx}$ , для генерації сигналів керування ШІМ перемикачними ключами трифазного джерела напруги інвертора.

Спільними ознаками відомого технічного рішення із корисною моделлю, що заявляється, є: транзисторний перетворювач в режимі інвертора; блок дроселів, накопичувальний конденсатор, блок обмеження мінімальної напруги конденсатора, блок обмеження максимальної напруги конденсатора.

Недоліки даного технічного рішення: відсутність блоків, що забезпечують визначення неактивних складових потужності, що унеможливорює компенсацію змінної складової активної потужності; відсутність блока завдання активної зарядної потужності та блоків, які забезпечують обмеження діючого значення струму перетворювача, що може привести до перевантаження транзисторів перетворювача в режимі інвертора.

Пристрій є найбільш близьким за сукупністю ознак до пристрою, який заявляється, та приймається за прототип.

В основу корисної моделі поставлено задачу керування рівнем напруги в колі постійного струму трифазного паралельного силового активного фільтра, шляхом введення блока обмеження максимальної напруги конденсатора, блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, блока завдання активної зарядної потужності та відповідних зв'язків, що реалізують підсистему попереднього заряду конденсатора, забезпечити контроль та підтримку напруги постійного струму в заданому діапазоні при забезпеченні компенсації неактивних складових потужності.

Поставлена задача вирішується тим, що пристрій трифазного паралельного силового активного фільтра з підсистемою попереднього заряду конденсатора, що містить транзисторний перетворювач, виходи якого з'єднані з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача, що з'єднаний з блоком дроселів, який з'єднаний з блоком датчиків напруги мережі та мережею, яка через блок датчиків струму навантаження з'єднана з навантаженням, вхідні виводи транзисторного перетворювача з'єднані з накопичувальним конденсатором, блок обмеження максимальної напруги конденсатора, блок обмеження мінімальної напруги конденсатора, згідно з корисною моделлю, з'єднаний з датчиком напруги конденсатора, вихід датчика напруги конденсатора з'єднаний з входом блока обмеження максимальної напруги конденсатора, вихід датчика напруги конденсатора з'єднаний з входом блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, вихід блока обмеження максимальної напруги конденсатора з'єднаний з другим входом першого суматора, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, перший вхід першого блока множення з'єднаний з виходом блока завдання активної зарядної потужності, а другий вхід першого блока множення з'єднаний з виходом першого суматора, вихід блока датчиків напруги мережі з'єднаний з входом блока визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$ , вихід блока датчиків струму навантаження з'єднаний з входом блоком визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$ , вихід блока визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$  з'єднаний з першим входом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження та з другим

входом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження, вихід блока визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$  з'єднаний з першим входом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження та з другим входом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження, вихід якого з'єднаний з блоком виділення постійної складової активної потужності, вихід блока виділення постійної складової активної потужності з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід другого суматора з'єднаний з виходом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження, третій вхід другого суматора з'єднаний з виходом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження, вихід другого суматора з'єднаний з першим входом третього суматора, вихід третього суматора з'єднаний з першим входом блока визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$ , а другий вхід з'єднаний з блоком визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$ , вихід блока визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$  з'єднаний з входом блока перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc, вихід якого з'єднаний з блоком визначення діючого значення заданого струму, вихід блока визначення діючого значення заданого струму з'єднаний з першим входом блока ділення, а другий вхід з'єднано з блоком обмеження максимального значення струму, вихід блока ділення з'єднаний з входом блока насичення, вихід якого з'єднаний з першим входом другого блока множення, другий вхід з'єднаний з блоком перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc, вихід другого блока множення з'єднаний з першим входом четвертого суматора, другий вхід з'єднаний з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача, вихід четвертого суматора з'єднаний з входом блока формування управляючих імпульсів, вихід блока формування управляючих імпульсів з'єднаний з керуючим входом транзисторного перетворювача.

Пропоноване технічне рішення пояснюється кресленнями:

Фіг. 1 - пристрій трифазного паралельного силового активного фільтра з підсистемою попереднього заряду конденсатора, на якому: 1 - транзисторний перетворювач; 2 - блок датчиків струму транзисторного перетворювача; 3 - блок дроселів; 4 - блок датчиків напруги мережі; 5 - блок датчиків струму навантаження; 6 - накопичувальний конденсатор; 7 - датчик напруги конденсатора; 8 - блок обмеження максимальної напруги конденсатора; 9 - блок обмеження мінімальної напруги конденсатора; 10 - перший суматор; 11 - блок завдання активної зарядної потужності; 12 - перший блок множення; 13 - блок визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$ ; 14 - блок визначення миттєвої активної потужності навантаження; 15 - блок виділення постійної складової активної потужності; 16 - другий суматор; 17 - третій суматор; 18 - блок визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$ ; 19 - блок визначення миттєвої неактивної потужності навантаження; 20 - блок визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$ ; 21 - блок перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc; 22 - блок визначення діючого значення заданого струму; 23 - блок обмеження максимального значення струму; 24 - блок ділення; 25 - блок насичення; 26 - другий блок множення; 27 - четвертий суматор; 28 - блок формування управляючих імпульсів.

Фіг. 2 - осцилограми, на яких: а - струм навантаження  $i_{ld}$ , б - поточний струм силового активного фільтра  $i_{APF}$ , в - струм мережі  $i_S$ , г - напруга конденсатора  $U_{dc}$ .

Пристрій трифазного паралельного силового активного фільтра з підсистемою попереднього заряду конденсатора (Фіг. 1) працює наступним чином.

Заряд конденсатора у складі трифазного паралельного силового активного фільтра виконується до заданої межі напруги конденсатора. Для контролю рівня заряду, вихід датчика напруги конденсатора 7, на якому діє сигнал  $u_c$ , з'єднаний з входом блока обмеження максимальної напруги конденсатора 8, з заданою максимальною напругою  $U_{DC}^{max}$ , на виході якого формується сигнал:

$$u_8 = \begin{cases} 1 & \text{при } u_c \geq U_{DC}^{max}; \\ 0 & \text{при } u_c < U_{DC}^{max}, \end{cases}$$

вихід датчика напруги конденсатора 7, на якому діє сигнал  $u_c$ , з'єднаний з входом блока обмеження мінімальної напруги конденсатора 9, з заданою мінімальною напругою  $U_{DC}^{min}$ , на виході якого формується сигнал:

$$u_9 = \begin{cases} 1 & \text{при } u_c \leq U_{DC}^{\min}, \\ 0 & \text{при } u_c > U_{DC}^{\min}. \end{cases}$$

Вихід блока обмеження максимальної напруги конденсатора 8, з'єднаний з другим входом першого суматора 10, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока обмеження мінімальної напруги конденсатора 9.

На виході першого суматора формується сигнал:

$$u_{10} = u_9 - u_8.$$

Перший вхід першого блока множення 12, з'єднаний з виходом блока завдання активної зарядної потужності 11  $P_{ch}$ , а другий вхід першого блока множення 12, з'єднаний з виходом першого суматора 10. На виході першого блока множення 12 формується зарядна потужність:

$$P_{12} = P_{ch} \cdot u_{10}.$$

Струм заряду конденсатора визначається активною зарядною потужністю  $P_{12}$ . Чим вища амплітуда струму заряду, тим швидше зарядиться конденсатор до потрібного значення. Також на швидкість заряду конденсатора буде впливати величина його ємності.

Напруга мережі  $u_{sa} u_{sb} u_{sc}$ , що контролюється блоком датчиків напруги мережі 4, його виходи з'єднано з входом блока визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$  13, в якому виконується перехід від трифазної системи координат до двофазної, використовуючи перетворення Кларка:

Миттєва напруга мережі в координатах  $\alpha\beta$  визначається як:

$$\begin{bmatrix} U_\alpha \\ U_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_{sa} \\ u_{sb} \\ u_{sc} \end{bmatrix}, \quad (1)$$

де  $u_{sa}, u_{sb}, u_{sc}$  - миттєва напруга мережі в трифазних координатах abc.

Вихід блока датчиків струму навантаження 5, що контролюють струм  $i_{lda}, i_{ldb}, i_{ldc}$ , який з'єднаний з входом блоком визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$  18, в якому розпочинається перетворення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$ :

$$\begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & -\frac{1}{2} & -\frac{1}{2} \\ 0 & \frac{\sqrt{3}}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_{lda} \\ i_{ldb} \\ i_{ldc} \end{bmatrix}. \quad (2)$$

де  $i_{lda}, i_{ldb}, i_{ldc}$  - миттєвий струм навантаження в трифазних координатах abc.

Вихід блока визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$  13, з'єднаний з першим входом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження 14 та з другим входом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження 19, вихід блока визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$  18, з'єднаний з першим входом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження 19 та з другим входом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження 14.

Миттєва активна і неактивна потужності навантаження знаходяться за формулою:

$$\begin{bmatrix} p_l \\ q_l \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_\alpha & U_\beta \\ U_\beta & -U_\alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_\alpha \\ I_\beta \end{bmatrix}. \quad (3)$$

Вихід блока визначення миттєвої активної потужності навантаження 14, з'єднаний з входом блока виділення постійної складової активної потужності 15, в якому миттєву активну і неактивну потужності розкладають на дві складові: постійну (середню)  $P_I$ ,  $Q_I$  та змінну  $\tilde{p}_I$ ,  $\tilde{q}_I$ :

$$\begin{aligned} P_I &= P_I + \tilde{p}_I; \\ Q_I &= Q_I + \tilde{q}_I. \end{aligned} \quad (4)$$

Вихід блока виділення постійної складової активної потужності 15, з'єднаний з першим входом другого суматора 16, другий вхід другого суматора 16, з'єднаний з виходом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження 14, третій вхід другого суматора 16, з'єднаний з виходом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження 19, на виході другого суматора 16 формується потужність компенсації:

$$P_C = -\tilde{p}_I + P_I - Q_I.$$

Вихід другого суматора 16, з'єднаний з першим входом третього суматора 17, а другий вхід з'єднаний з виходом першого блока множення 12, на виході третього суматора 17 формується корегована потужність компенсатора:

$$P_{comp} = P_C + P_{12}.$$

Вихід третього суматора 17, з'єднаний з першим входом блока визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$  20, а другий вхід з'єднаний з блоком визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$  13.

У загальному випадку корисною складовою є тільки постійна активна потужність  $P_I$ . Якщо на компенсатор покладається функція компенсації  $\tilde{p}_I$  і  $q_I$ , то заданий струм компенсатора в координатах  $\alpha\beta$ :

$$\begin{bmatrix} I_{\alpha}^* \\ I_{\beta}^* \end{bmatrix} = \frac{1}{(U_{\alpha}^2 + U_{\beta}^2)} \begin{bmatrix} U_{\alpha} & U_{\beta} \\ U_{\beta} & -U_{\alpha} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \tilde{p}_I \\ q_I \end{bmatrix}. \quad (5)$$

Вихід блока визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$  20, з'єднаний з входом блока перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc 21, перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc за допомогою зворотного перетворення Кларка:

$$\begin{bmatrix} i_a^* \\ i_b^* \\ i_c^* \end{bmatrix} = \sqrt{\frac{2}{3}} \begin{bmatrix} 1 & 0 \\ -\frac{1}{2} & \frac{\sqrt{3}}{2} \\ -\frac{1}{2} & -\frac{\sqrt{3}}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_{\alpha}^* \\ I_{\beta}^* \end{bmatrix}. \quad (6)$$

Заданий струм силового активного фільтра формується на базі отриманих даних з блока датчиків струму навантаження 5 та блока датчиків напруги мережі 4, у випадку коли струм навантаження перевищує розрахункові параметри, то система управління силового активного фільтра буде формувати струм, що ймовірно перевищує розрахунковий струм транзисторного перетворювача. Тому виникає необхідність обмеження заданого струму силового активного фільтра.

Вихід блока перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc 21, з'єднаний з входом блока визначення діючого значення заданого струму 22, в якому визначається поточне діюче значення струму для лінії фази "а":

$$I_{RMS,a} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i_a^2 dt}, \quad (7)$$

аналогічним чином для ліній фаз b та c. Вихід блока визначення дійсного значення заданого струму 22, з'єднаний з першим входом блока ділення 24, а другий вхід з'єднаний з блоком обмеження максимального значення струму  $I_{\max}$  23.

5 В блоці ділення 24, визначається кратність діючого значення струму  $K_a$  відносно максимального:

$$K_a = \frac{I_{\max}}{I_{\text{RMS},a}}, \quad (8)$$

10 аналогічним чином для ліній фаз b та c. Вихід блока ділення 24, з'єднаний з входом блока насичення 25, де знайдений коефіцієнт обмежується знизу значенням "1". В результаті на виході блока насичення 25, формується скорегована кратність:

$$K'_a = \begin{cases} 1 & \text{при } K_a > 1; \\ K_a & \text{при } K_a \leq 1, \end{cases}$$

15 аналогічним чином для ліній фаз b та c. Вихід блока насичення 25, з'єднаний з першим входом другого блока множення 26, а другий вхід з'єднаний з блоком перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в abc 21. На виході другого блока множення 26, формується обмежений заданий струм:

20

$$\begin{bmatrix} i'_a \\ i'_b \\ i'_c \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} K'_a & 0 & 0 \\ 0 & K'_b & 0 \\ 0 & 0 & K'_c \end{bmatrix} \begin{bmatrix} i_a^* \\ i_b^* \\ i_c^* \end{bmatrix}.$$

25

Вихід другого блока множення 26, з'єднаний з першим входом четвертого суматора 27, а другий вхід з'єднаний з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача 2, на виході якого діє сигнал  $i_{\text{APF}}$ . На виході четвертого суматора 27, формується помилка  $\Delta i$ :

$$\Delta i = i'_{abc} - i_{\text{APF}}. \quad (9)$$

30

Вихід четвертого суматора 27, з'єднаний з входом блока формування управляючих імпульсів 28. У блоці формування управляючих імпульсів задається значення зони гістерезису ( $H_B \sim 10\%$  (0,1) компенсаційного струму).

Блок формування управляючих імпульсів 28, на основі релейного регулятора формує імпульси управління у вигляді вектора напруг  $U_{y1-8}$  силовими ключами за співвідношенням:

35

$$U_{y1-8} = \begin{cases} 1 & \text{при } \left( \Delta i > H_B, \frac{d\Delta i}{dt} > 0 \right) \cup \left( \Delta i > -H_B, \frac{d\Delta i}{dt} < 0 \right); \\ -1 & \text{при } \left( \Delta i < -H_B, \frac{d\Delta i}{dt} < 0 \right) \cup \left( \Delta i < H_B, \frac{d\Delta i}{dt} > 0 \right). \end{cases} \quad (10)$$

40

В ході роботи в релейному регулюванні струму відбувається постійне порівняння різниці між миттєвими значеннями заданого струму з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача 2. В результаті цього порівняння, на виході формуються імпульси управління транзисторним перетворювачем. Імпульси управління надходять на керуючий вхід транзисторного перетворювача і формують на його виході, миттєві значення струму.

45

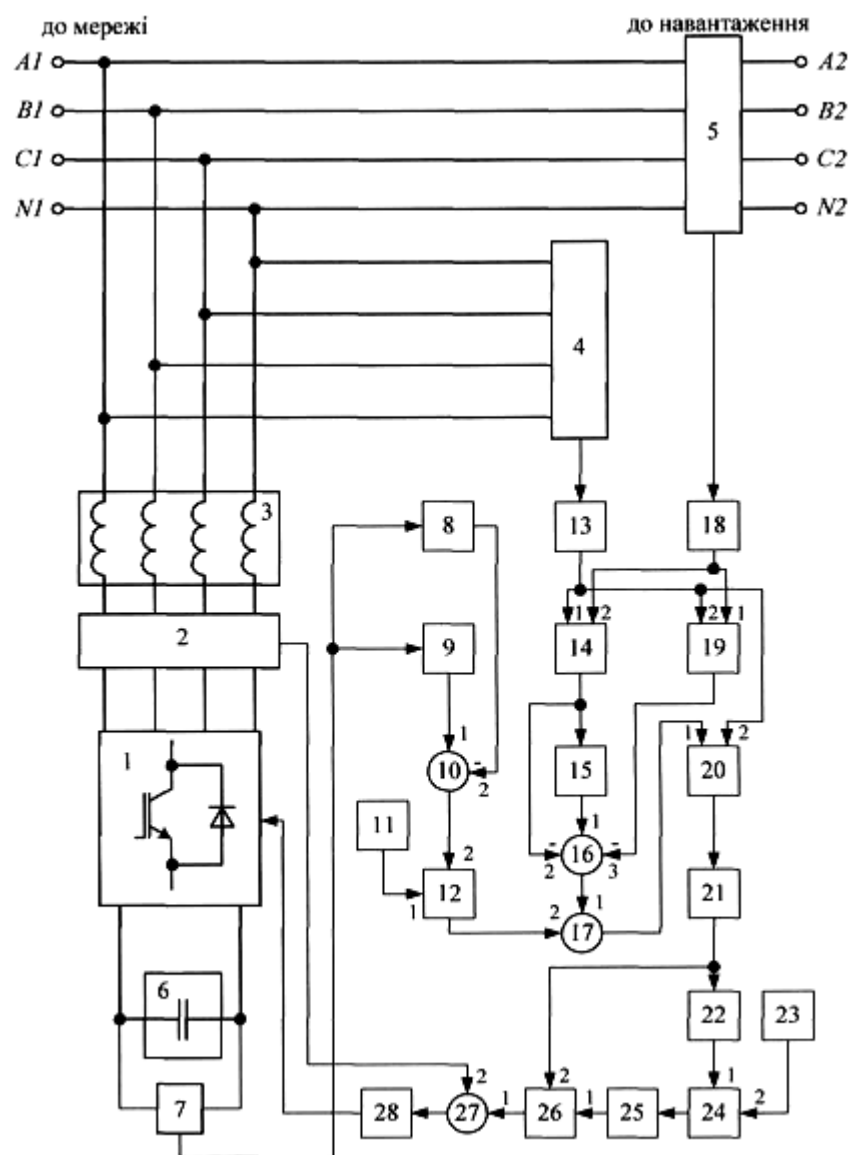
В ході дослідження схеми пропонуваного пристрою отримано осцилограми (Фіг. 2), де відображено процес неконтрольованого стрибка струму на 0,01 секунді, від 0,01 до 0,2 секунд відбувається режим заряду конденсатору, а від 0,2 до 0,35 секунд режим компенсації, на конденсаторі в цей час сталий процес. На 0,35 секунді змінюється кут керування перетворювача, внаслідок чого конденсатор розряджається та переходить в інший сталий процес.



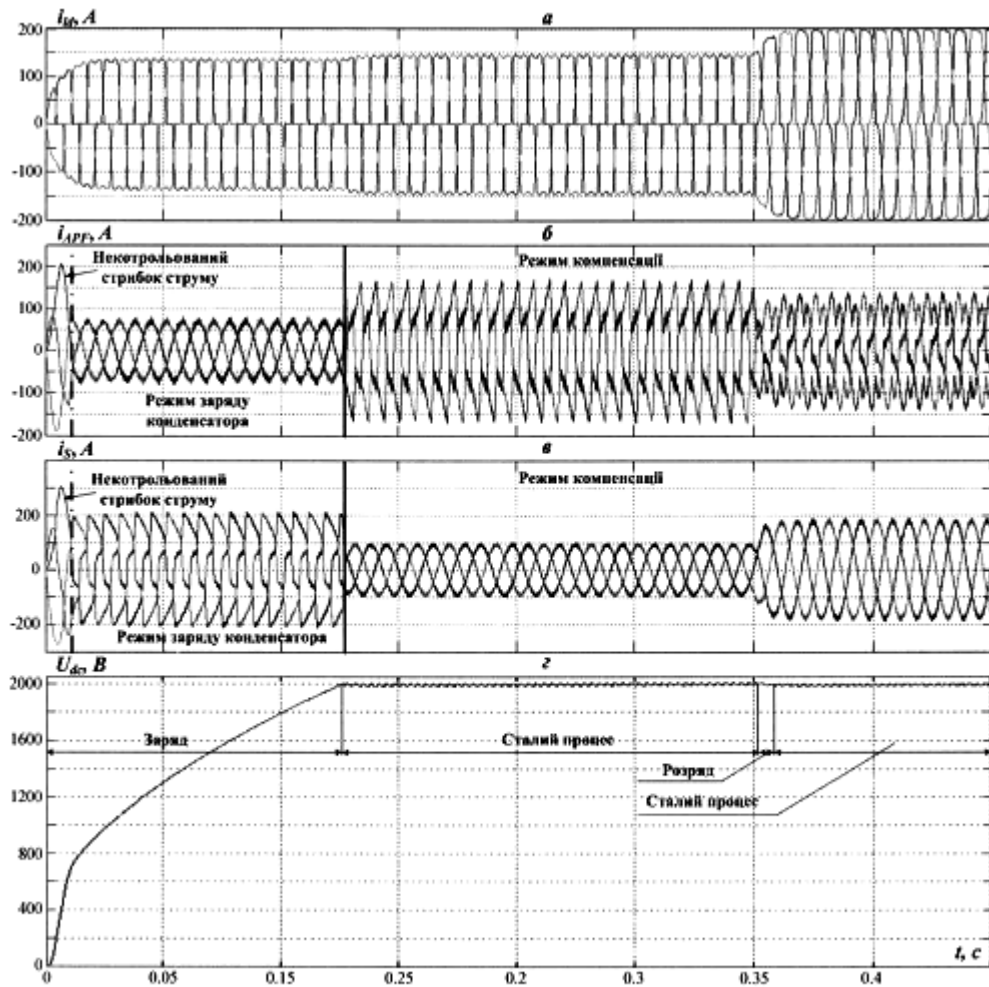
Таким чином, запровадження корисної моделі дозволяє керувати рівнем напруги в колі постійного струму трифазного паралельного силового активного фільтра, шляхом введення блока обмеження максимальної напруги конденсатора, блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, блока завдання активної зарядної потужності та відповідних зв'язків, що реалізують підсистему попереднього заряду конденсатора, що забезпечує контроль та підтримку напруги постійного струму в заданому діапазоні при забезпеченні компенсації неактивних складових потужності.

#### ФОРМУЛА КОРИСНОЇ МОДЕЛІ

Пристрій трифазного паралельного силового активного фільтра з підсистемою попереднього заряду конденсатора, що містить транзисторний перетворювач, виходи якого з'єднані з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача, що з'єднаний з блоком дроселів, який з'єднаний з блоком датчиків напруги мережі та мережею, яка через блок датчиків струму навантаження з'єднана з навантаженням, вхідні виводи транзисторного перетворювача з'єднані з накопичувальним конденсатором, блок обмеження максимальної напруги конденсатора, блок обмеження мінімальної напруги конденсатора, який відрізняється тим, що з'єднаний з датчиком напруги конденсатора, вихід датчика напруги конденсатора з'єднаний з входом блока обмеження максимальної напруги конденсатора, вихід датчика напруги конденсатора з'єднаний з входом блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, вихід блока обмеження максимальної напруги конденсатора з'єднаний з другим входом першого суматора, перший вхід якого з'єднаний з виходом блока обмеження мінімальної напруги конденсатора, перший вхід першого блока множення з'єднаний з виходом блока завдання активної зарядної потужності, а другий вхід першого блока множення з'єднаний з виходом першого суматора, вихід блока датчиків напруги мережі з'єднаний з входом блока визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$ , вихід блока датчиків струму навантаження з'єднаний з входом блоком визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$ , вихід блока визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$  з'єднаний з першим входом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження та з другим входом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження, вихід блока визначення миттєвого струму навантаження в координатах  $\alpha\beta$  з'єднаний з першим входом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження та з другим входом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження, вихід якого з'єднаний з блоком виділення постійної складової активної потужності, вихід блока виділення постійної складової активної потужності з'єднаний з першим входом другого суматора, другий вхід другого суматора з'єднаний з виходом блока визначення миттєвої активної потужності навантаження, третій вхід другого суматора з'єднаний з виходом блока визначення миттєвої неактивної потужності навантаження, вихід другого суматора з'єднаний з першим входом третього суматора, вихід першого блока множення з'єднаний з другим входом третього суматора, вихід третього суматора з'єднаний з першим входом блока визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$ , а другий вхід з'єднаний з блоком визначення миттєвої напруги мережі в координатах  $\alpha\beta$ , вихід блока визначення заданого струму в координатах  $\alpha\beta$  з'єднаний з входом блока перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в  $abc$ , вихід якого з'єднаний з блоком визначення діючого значення заданого струму, вихід блока визначення діючого значення заданого струму з'єднаний з першим входом блока ділення, а другий вхід з'єднано з блоком обмеження максимального значення струму, вихід блока ділення з'єднаний з входом блока насичення, вихід якого з'єднаний з першим входом другого блока множення, другий вхід з'єднаний з блоком перетворення заданого струму з координат  $\alpha\beta$  в  $abc$ , вихід другого блока множення з'єднаний з першим входом четвертого суматора, другий вхід з'єднаний з блоком датчиків струму транзисторного перетворювача, вихід четвертого суматора з'єднаний з входом блока формування управляючих імпульсів, вихід блока формування управляючих імпульсів з'єднаний з керуючим входом транзисторного перетворювача.



Фиг. 1



Фіг. 2

Комп'ютерна верстка Т. Вахричева

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