

Корисна модель відноситься до області електротехніки і може бути використана для регулювання напруги в споживачів електроенергії з обмеженням споживання реактивної енергії з розподільчої мережі.

Відомий автоматичний адаптивний регулятор напруги [Пат. РФ, МПК H02J3/12, Сухов М.Ю., Герман Л.А. - №2055440, бюл. №6, 1996.02.27], в якому вхід блоку визначення поточного значення перемикача РПН підключений до привода РПН, а перший і другий виходи його з'єднані відповідно з входом блоку розрахунку числа перемикачів РПН і першим входом блоку розрахунку дисперсії напруги, перший і другий виходи блоку розрахунку ефективності регулювання підключені відповідно до вихода блока розрахунку дисперсії напруги і виходу «Так» блоку порівняння числа перемикачів РПН за добу з заданим значенням, а його вихід підключений до входу блоку порівняння ефективності регулювання з заданим значенням, вихід «Так» якого з'єднаний з входом блоку зменшення витримки часу, вхід блоку порівняння числа перемикачів РПН за добу з допустимим значенням підключений до вихода блоку розрахунку числа перемикачів РПН, а вихід «Ні» його підключений до блоку збільшення витримки часу, вхід блоку порівняння зони нечутливості з заданими значеннями підключений до виходу блока зменшення затримки часу, а його виходи «Так» та «Ні» підключені відповідно до першого входу блока зміни зони нечутливості і до входу блока зміни знаку приросту зони нечутливості регулювання напруги, вихід якого з'єднаний з другим входом блоку зміни зони нечутливості, вихід вимірювального перетворювача з'єднаний з входом блоку розрахунку дисперсії напруги і з першим входом блоку контролю і управління, вихід якого з'єднаний з входом блоку формування сигналу управління, другий вхід блоку контролю і управління з'єднаний з виходом блоку збільшення витримки часу, з виходом «Ні» блоку ефективності регулювання з заданим значенням і виходом блоку зміни зони нечутливості.

Недоліком даного пристрою є те, що він регулює лише напругу у споживачів та не впливає на баланс споживання реактивної енергії з розподільчої мережі.

За найближчим аналогом обрано автоматичний регулятор напруги [Пат. 35207А Україна, МКИ H02P13/06// Б.І. Мокін, В.В. Грабко, І.Ю. Львов. - №99094925 бюл. №2, 15.03.2001], в якому вхід датчика струму підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до виходу датчика напруги, а вхід датчика напруги підключений кола напруги навантаження, перший вихід суматора з'єднаний з першим входом блоку формування і зміни зони нечутливості, вихід якого підключений до входу блоку формування і зміни уставки напруги, вихід якого з'єднаний з входом порогового блоку, вихід якого підключений до входів першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки, виходи яких підключені до перших входів відповідно третього і четвертого логічних елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів І, перший і другий підсилювачі, виходи яких підключені до електроприводу пристрою регулювання під навантаженням (РПН) силового трансформатора, блок визначення похідної огибаючої регульованої напруги, вхід якого з'єднаний з другим виходом суматора, а вихід підключений до входу блоку визначення знаку похідної, перший і другий виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів "АБО", виходи яких підключені до перших входів відповідно п'ятого і шостого логічних елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно третього і четвертого логічних елементів І, треті входи підключені до виходів відповідно першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, а виходи з'єднані з входами відповідно першого і другого блоків пам'яті, виходи яких підключені до других входів відповідно першого і другого логічних елементів І, перший логічний елемент ІІ, вхід якого з'єднаний з виходом блоку визначення похідної огибаючої регульованої напруги, а вихід підключений до других входів першого і другого логічних елементів АБО, блок зміни періоду тактових імпульсів, перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого блоків часової затримки, а вихід підключений до входу генератора тактових імпульсів, вихід якого з'єднаний з другими входами першого і другого блоків часової затримки, а також з третім входом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", перший і другий входи якого підключені до виходів відповідно першого і другого підсилювачів, блок перемикачів генератора тактових імпульсів в нормальному режимі, вхід якого з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу блоку формування і зміни зони нечутливості, до третього входу блоку зміни періоду тактових імпульсів, а також до першого входу елемента контролю електропривода в режимі "Застрягання", другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора тактових імпульсів, а вихід підключений до першого входу блоку блокування, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", третій вхід з'єднаний з колом подачі сигналу "Скид", а вихід підключений до других входів третього і четвертого логічних елементів І, вхід фільтра підключений до другого виходу суматора, а вихід з'єднаний з входами першого і другого тригерів Шмітта, виходи яких підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого логічного елемента АБО, а також до перших входів відповідно сьомого і восьмого логічних елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно третього і четвертого логічних елементів АБО, другі входи яких підключені до виходів відповідно першого і другого логічних елементів І, а виходи з'єднані з входами відповідно першого і другого підсилювачів, вихід п'ятого логічного елемента АБО підключений до входу третього блоку часової затримки, вихід якого з'єднаний з другими входами сьомого і восьмого логічних елементів І, вхід другого логічного елемента ІІ підключений до виходу блоку перемикачів генератора тактових імпульсів в нормальному режимі, а вихід з'єднаний з входом четвертого блоку часової затримки, вихід якого підключений до третіх входів сьомого і восьмого логічних елементів І, четверті входи яких з'єднані з виходом блоку блокування, вхід блоку сигналізації підключений до виходу блоку блокування.

Недоліком пристрою є відсутність каналу вимірювання реактивної складової струму розподільчої мережі та введення управляючої дії на баланс реактивної енергії, що споживається з розподільчої мережі.

В основу корисної моделі поставлено задачу вдосконалення автоматичного регулятора напруги з врахуванням обмеженого споживання реактивної енергії, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними з'являється можливість безпосередньо регулювати рівень споживання реактивної енергії з розподільчої мережі та стабілізувати напругу в споживачів електроенергії, що дозволяє розширити функціональні можливості

регулятора.

Поставлена задача досягається тим, що в регулятор напруги в умовах обмеженого споживання реактивної енергії, в якому вхід датчика струму підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до виходу датчика напруги, а вхід датчика напруги підключений кола напруги навантаження, перший вихід суматора з'єднаний з першим входом блоку формування і зміни зони нечутливості, вихід якого підключений до входу блоку формування і зміни уставки напруги, вихід якого з'єднаний з входом порогового блоку, вихід якого підключений до входів першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки, виходи яких підключені до перших входів відповідно першого і другого логічних елементів І, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів І, перший і другий підсилювачі, виходи яких підключені до електроприводу пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора, блок визначення похідної огинаючої регульованої напруги, вхід якого з'єднаний з другим виходом суматора, а вихід підключений до входу блоку визначення знаку похідної, перший і другий виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів "АБО", виходи яких підключені до перших входів відповідно п'ятого і шостого логічних елементів І, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно третього і четвертого логічних елементів І, треті входи підключені до виходів відповідно першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, а виходи з'єднані з входами відповідно першого і другого блоків пам'яті, виходи яких підключені до других входів відповідно першого і другого логічних елементів І, перший логічний елемент ІІ, вхід якого з'єднаний з виходом блоку визначення похідної огинаючої регульованої напруги, а вихід підключений до других входів першого і другого логічних елементів АБО, блок зміни періоду тактових імпульсів, перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого блоків часової затримки, а вихід підключений до входу генератора тактових імпульсів, вихід якого з'єднаний з другими входами першого і другого блоків часової затримки, а також з третім входом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", перший і другий входи якого підключені до входів відповідно першого і другого підсилювачів, блок перемикання генератора тактових імпульсів в нормальному режимі, вхід якого з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу блоку формування і зміни зони нечутливості, до третього входу блоку зміни періоду тактових імпульсів, а також до першого входу елемента контролю електропривода в режимі "Застрягання", другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора тактових імпульсів, а вихід підключений до першого входу блоку блокування, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", третій вхід з'єднаний з колом подачі сигналу "Скид", а вихід підключений до других входів третього і четвертого логічних елементів І, введено вимірвальний трансформатор напруги розподільчої мережі, вимірвальний перетворювач струму розподільчої мережі, фазовий детектор та блок обчислення синуса кута зсуву фаз напруги і струму мережі, блок множення, другий блок формування і зміни зони нечутливості, другий блок формування і зміни уставки рівня споживання реактивної потужності, другий пороговий блок, другий блок визначення похідної огинаючої регульованого рівня споживання реактивної потужності, другий блок визначення знаку похідної, другий елемент ІІ, третій і четвертий елементи АБО, сьомий і восьмий елементи І, третій і четвертий блоки пам'яті, третій та четвертий перетворювачі імпульсного сигналу в потенційний, третій та четвертий блоки часової затримки, дев'ятий, десятий, одинадцятий та дванадцятий елементи І, а також третій та четвертий підсилювачі, причому вихід вимірвального трансформатора напруги розподільчої мережі з'єднано з першим входом блоку множення, а вихід вимірвального перетворювача струму розподільчої мережі з другим входом блоку множення, перший вхід фазового детектору з'єднано з виходом перетворювача струму розподільчої мережі, а другий вхід фазового детектора з'єднано з виходом перетворювача напруги розподільчої мережі, вихід фазового детектора з'єднано з входом блоку обчислення синуса, а вихід блоку обчислення синуса - з третім входом блоку множення, вихід блоку множення з'єднано з входом другого блоку визначення похідної огинаючої вхідного сигналу та першим входом другого блоку формування і зміни зони нечутливості, вихід другого блоку визначення похідної огинаючої вхідного сигналу з'єднано з другим елементом ІІ, а також з входом другого блоку визначення знаку похідної, вихід другого елемента ІІ сполучено з другими входами третього та четвертого елементів АБО, перший вихід блоку визначення знаку похідної з'єднаний з першим входом третього елемента АБО, а другий вихід блоку обчислення знаку похідної - з першим входом четвертого елемента АБО, виходи третього та четвертого елементів АБО з'єднано з першими входами відповідно сьомого та восьмого елементів І, другий вхід другого блоку формування і зміни зони нечутливості по каналу реактивної потужності з'єднано з виходом блоку перемикання генератора тактових імпульсів в нормальному режимі, вихід другого блоку формування і зміни зони нечутливості по каналу реактивної потужності з'єднано з входом другого блоку формування і зміни уставки рівня споживання реактивної потужності, вихід блоку формування і зміни уставки реактивної потужності з'єднано з входом другого порогового блоку, входи третього та четвертого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний з'єднано з виходом другого порогового блоку, а їх виходи - з першими входами відповідно третього та четвертого блоків часової затримки та третіми входами сьомого та восьмого елементів І відповідно, другі входи третього та четвертого блоків часової затримки сполучено з виходом генератора тактових імпульсів, виходи третього та четвертого блоків часової затримки відповідно з першими входами дев'ятого та десятого елементів І, а також з четвертим та п'ятим входами блоку зміни періоду тактових імпульсів генератора, другі входи дев'ятого та десятого елементів І з'єднано з виходом блоку блокування і сигналізації, виходи дев'ятого та десятого елементів І з'єднано з другими входами відповідно одинадцятого та дванадцятого елементів І, а також з другими входами відповідно сьомого та восьмого елементів І, перші входи одинадцятого та дванадцятого елементів І з'єднано з виходами третього та четвертого блоків пам'яті відповідно, а входи третього та четвертого блоків пам'яті з'єднано з виходами сьомого та восьмого елементів І відповідно, виходи одинадцятого та дванадцятого елементів І сполучено відповідно з входами управління третього та четвертого підсилювачів каналів регулятора «Збільшити» та «Зменшити», перші виходи третього та четвертого підсилювачів включено в схему керування електроприводом пристрою РПН трансформатора поперечного регулювання

розподільчої підстанції, а другі виходи третього та четвертого релейних виконавчих елементів «Збільшити» та «Зменшити» з'єднано з третім та четвертим входами блоку контролю електроприводу в режимі «Рух відсутній».

На Фіг.1 представлена структурна схема запропонованого регулятора напруги в умовах обмеженого споживання реактивної енергії; на Фіг.2 - епюри напруг та реактивної потужності, що пояснюють роботу тракту регулювання рівня споживання реактивної потужності; на Фіг.3 - епюри напруг, що пояснюють роботу тракту регулювання напруги на споживачах; на Фіг.4 - епюри напруг, що пояснюють роботу пристрою в нормальному режимі роботи; на Фіг.5 - епюри напруг, при несправності електроприводу «Стопоріння»; на Фіг.6 - епюри напруг при несправності елементів власної схеми; на Фіг.7 - епюри напруг, при несправності електроприводу «Рух відсутній».

Регулятор напруги в умовах обмеженого споживання реактивної енергії (Фіг.1) 1 - вимірювальний трансформатор напруги розподільчої мережі; 2 - вимірювальний перетворювач струму розподільчої мережі; 3, 32 - другий та перший елементи НІ; 4, 10, 33, 39 - третій, четвертий, перший та другий елементи АБО; 5, 26, 34, 55 - сьомий, восьмий, п'ятий та шостий елементи І; 6, 27, 35, 56 - третій, четвертий, перший та другий блоки пам'яті; 7, 36 - другий та перший блоки визначення похідної огинаючої вхідного сигналу; 8, 37 - другий та перший блоки визначення знаку похідної; 9, 25, 38, 54 - одинадцятий, дванадцятий, перший та другий елементи І; 11, 21, 40, 50 - третій, четвертий, перший та другий перетворювач імпульсного сигналу в потенційний; 12, 22, 41, 51 - третій, четвертий, перший та другий блоки часової затримки; 13, 24, 42, 52 - дев'ятий, десятий, третій та четвертий елементи І; 14, 23, 43, 53 - третій, четвертий, перший та другий підсилювачі регулятора; 15 - блок множення; 16, 45 - другий та перший блоки формування і зміни зони нечутливості; 17, 46 - другий та перший блоки формування і зміни уставки регулятора; 18, 47 - другий та перший порогові блоки; 19 - фазовий детектор; 20 - блок обчислення синуса; 28 - блок перемикавання генератора тактових імпульсів в нормальному режимі; 29 - блок зміни періоду тактових імпульсів генератора; 30 - генератор тактових імпульсів; 31 - елемент контролю електроприводу і схеми регулятора в режимі «Рух відсутній»; 44 - суматор; 48 - вимірювальний перетворювач напруги на навантаженні; 49 - вимірювальний перетворювач струму навантаження; 57 - елемент контролю електроприводу в режимі «Стопоріння»; 58 - блок блокування і сигналізації, при чому вихід вимірювального трансформатора напруги розподільчої мережі 1 з'єднано з першим входом блоку множення 15, а вихід вимірювального перетворювача струму розподільчої мережі 2 з другим входом блоку множення 15, перший вхід фазового детектора 19 з'єднано з виходом перетворювача струму розподільчої мережі 2, а другий вхід фазового детектора 19 з'єднано з виходом вимірювального трансформатора напруги розподільчої мережі 1, вихід фазового детектора 19 з'єднано з входом блоку обчислення синуса 20, а вихід блоку обчислення синуса 20 - з третім входом блоку множення 15, вихід блоку множення 15 з'єднано з входом другого блоку визначення похідної огинаючої вхідного сигналу 7 та першим входом другого блоку формування і зміни зони нечутливості 16, вихід другого блоку визначення похідної огинаючої вхідного сигналу 7 з'єднано з входом другого елементу НІ 3, а також з входом другого блоку визначення знаку похідної 8, вихід другого елементу НІ 3 сполучено з другими входами третього та четвертого елементів АБО 4 та 10 відповідно, перший вихід блоку визначення знаку похідної 8 з'єднаний з першим входом третього елементу АБО 4, а другий вихід блоку обчислення знаку похідної 8 - з першим входом четвертого елементу АБО 10, виходи третього та четвертого елементів АБО 4 та 10 відповідно з'єднано з першими входами відповідно сьомого та восьмого елементів І 5 та 26 відповідно, другі входи другого блоку формування і зміни зони нечутливості 16 по каналу реактивної потужності з'єднано з входом блоку перемикавання генератора тактових імпульсів в нормальному режимі 28, вихід другого блоку формування і зміни зони нечутливості 16 по каналу реактивної потужності з'єднано з входом другого блоку формування і зміни уставки 17 рівня споживання реактивної потужності, вихід другого блоку формування і зміни уставки 17 реактивної потужності з'єднано з входом другого порогового блоку 18, входи третього та четвертого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 11 та 21 відповідно з'єднано з виходом другого порогового блоку 18, а їх виходи - з першими входами відповідно третього та четвертого блоків часової затримки 12 та 22 відповідно та третіми входами сьомого та восьмого елементів І 5 та 26 відповідно, другі входи третього та четвертого блоків часової затримки 12 та 22 сполучено з виходом генератора тактових імпульсів 30, виходи третього та четвертого блоків часової затримки 12 та 22 сполучено відповідно з першими входами дев'ятого та десятого елементів І 13 та 24 відповідно, а також з четвертим та п'ятим входами блоку зміни періоду тактових імпульсів 29 генератора тактових імпульсів 30, другі входи дев'ятого та десятого елементів І 13 та 24 з'єднано з виходом блоку блокування і сигналізації 58, виходи дев'ятого та десятого елементів І 13 та 24 відповідно з'єднано з другими входами відповідно одинадцятого та дванадцятого елементів І 9 та 25 відповідно, а також з другими входами відповідно сьомого та восьмого елементів І 5 та 26, перші входи одинадцятого та дванадцятого елементів І 9 та 25 з'єднано з виходами третього та четвертого блоків пам'яті 6 та 27 відповідно, а входи третього та четвертого блоків пам'яті 6 та 27 з'єднано з виходами сьомого та восьмого елементів І 5 та 26 відповідно, виходи одинадцятого та дванадцятого елементів І 9 та 25 сполучено відповідно з входами управління третього та четвертого підсилювачів 14 та 23 каналів регулятора «Збільшити» та «Зменшити», вхід датчика струму навантаження 49 підключений до кола струму навантаження, його вихід з'єднаний з першим входом суматора 44, другий вхід якого підключений до виходу датчика напруги 48, а вхід датчика напруги 48 підключений до кола напруги навантаження, перший вихід суматора 44 з'єднаний з першим входом блоку формування і зміни зони нечутливості 45, вихід якого підключений до входу першого блоку формування і зміни уставки 46 напруги, вихід якого з'єднаний з входом першого порогового блоку 47, вихід якого підключений до входів першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 40 та 50 відповідно, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки 41 та 51 відповідно, виходи яких підключені до перших входів відповідно третього і четвертого логічних елементів І 42 та 52 відповідно, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів І 38 та 54, перший і другий підсилювачі 43 та 53, виходи яких підключені до електроприводу пристрою регулювання під навантаженням силового трансформатора, блок визначення похідної огинаючої регульованої напруги 36, вхід якого з'єднаний з другим виходом суматора 44, а

вихід підключений до входу першого блоку визначення знаку похідної 37, перший і другий виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів АБО 33 та 39, виходи яких підключені до перших входів відповідно п'ятого і шостого логічних елементів І 34 та 55 відповідно, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно третього і четвертого логічних елементів І 42 та 52 відповідно, треті входи логічних елементів І 34 та 55 підключені до виходів відповідно першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 40 та 50, а виходи логічних елементів І 34 та 55 з'єднані з входами відповідно першого і другого блоків пам'яті 35 та 56 відповідно, виходи яких підключені до других входів відповідно першого і другого логічних елементів І 38 та 54, перший логічний елемент НІ 32, вхід якого з'єднаний з виходом блоку визначення похідної огибаючої регульованої напруги 36, а вихід підключений до других входів першого і другого логічних елементів АБО 33 та 39, блок зміни періоду тактових імпульсів 29, перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого блоків часової затримки 41 та 51, а вихід підключений до входу генератора тактових імпульсів 30, вихід якого з'єднаний з другими входами першого і другого блоків часової затримки 41 та 51, а також з третім входом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" 31, перший і другий входи якого підключені до виходів відповідно першого і другого підсилювачів 43 та 53, блок перемикання генератора тактових імпульсів в нормальному режимі 28, вхід якого з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу блоку формування і зміни зони нечутливості 16, до третього входу блоку зміни періоду тактових імпульсів 29, а також до першого входу елемента контролю електропривода в режимі "Застрягання" 57, другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора тактових імпульсів 30, а вихід підключений до першого входу блоку блокування і сигналізації 58, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" 31, третій вхід з'єднаний з колом подачі сигналу "Скид", а вихід підключений до других входів третього і четвертого логічних елементів І 42 та 52, перші виходи третього та четвертого підсилювачів 14 та 23 включено в схему керування електроприводом пристрою РПН трансформатора поперечною регулювання (ТПР) розподільчої підстанції, а другі виходи третього та четвертого підсилювачів 14 і 23 з'єднані з третім та четвертим входами блоку контролю електроприводу в режимі «Рух відсутній» 31.

Регулятор напруги в умовах обмеженого споживання реактивної енергії працює наступним чином.

Напруга розподільчої мережі вимірюється за допомогою вимірювального трансформатора напруги 1, з якого поступає сигнал (Фіг.2а) на другий вхід блоку множення 15 та на другий вхід фазового детектора 19 в якості опорного сигналу. Струм, який споживається з розподільчої мережі, вимірюється за допомогою вимірювального перетворювача 2, що складається з вимірювального трансформатора струму та нормуючого перетворювача струмового сигналу в пропорційний сигнал по напрузі, з якого вихідний сигнал (Фіг.2б) поступає на перший вхід блоку множення 15 та одночасно на перший вхід фазового детектора 19 в якості сигналу порівняння. Вихідний сигнал фазового детектора 19 у вигляді напруги, що пропорційна куту зсуву фаз напруги та струму розподільчої мережі φ (Фіг.2б) поступає для обчислення значення синуса цього кута на блок обчислення синуса 20. В блоку множення 15 обчислюється миттєве значення спожитої реактивної потужності за формулою (1)

$$q(t) = u(t) \cdot i(t) \cdot \sin(\varphi(t)), \quad (1)$$

де $q(t)$ - миттєве значення споживаної реактивної потужності; $u(t)$ - миттєве значення напруги розподільчої мережі; $\varphi(t)$ - кут зсуву фаз між напругою та струмом розподільчої мережі.

На його виході має місце сигнал (Фіг.2в), частотою, вдвічі більшою, ніж частота напруги і струму мережі, та постійною складовою, що наближено рівна середньому значенню змінної складової. Амплітуда цього сигналу залежить від величини струму, що споживається з мережі та характеру навантаження (співвідношення між його активним та реактивним опорами). При сталому характері навантаження (наприклад, силове обладнання з $\cos\varphi \rightarrow 0,8$) миттєве значення реактивної потужності зберігає відносно положення відносно осі абсцис, і зі зміною струму змінюється лише амплітуда сигналу на виході блоку множення 15, а постійна складова цього сигналу залишається незмінною, якщо характер навантаження має тенденцію до збільшення споживання реактивної енергії (збільшується реактивний опір або зменшується активний), а струм залишається незмінним, то сигнал на виході блоку множення $Q_{\text{мер}}$ (Фіг.2в) має напрямку до зниження відносно осі абсцис за рахунок зменшення постійної складової. І в першому, і в другому випадках середнє значення споживаної реактивної потужності з розподільчої мережі є пропорційним до амплітуди x від'ємних імпульсів сигналу на виході блоку множення. В другому блоку формування і зміни зони нечутливості 16 здійснюється модуляція сигналу $Q_{\text{мер}}$ сигналом трапецеїдальної форми Q_3 (Фіг.2г), що задає значення зони нечутливості по тракту регулювання реактивної потужності. Зона нечутливості по цьому каналу встановлюється досить великою, з верхнім значенням, що відповідає дозволеним ліміту споживання реактивної енергії з розподільчої мережі. На виході другого блоку формування і зміни зони нечутливості 16 має місце сигнал $Q_{\text{кз}}$ (Фіг.2д), різниця амплітуд $\Delta x = x_1 - x_2$ імпульсів від'ємної полярності якого несе інформацію про задане значення зони нечутливості по каналу реактивної потужності. Сигнал $Q_{\text{кз}}$ з виходу блоку 16 поступає на вхід другого блоку формування і зміни уставки 17 реактивної потужності, в якому з нього формується імпульсний сигнал $Q_{\text{кзу}}$ (Фіг.2е), амплітуди імпульсів якого y_1 , y_2 підсилюються чи послаблюються в такій степені, щоб задавати потрібний рівень споживання реактивної потужності з розподільчої мережі. Імпульсний сигнал $Q_{\text{кзу}}$, що несе в собі інформацію про задану зону нечутливості і уставку регулятора по реактивній потужності, з виходу блоку 17 поступає на вхід другого порогового блоку 18, основним елементом якого є стабілітрон з заданим порогом спрацювання $Q_{\text{пор}}$. Якщо y_1 , $y_2 < Q_{\text{пор}}$, то струм через стабілітрон настільки малий, що на виході порогового блоку 18 сигнал відсутній. Якщо $y_1 > Q_{\text{пор}}$, а $y_2 < Q_{\text{пор}}$, то лише імпульси більшої амплітуди збуджують стабілітрон, що викликає на виході порогового блоку послідовність прямокутних імпульсів з частотою мережі 50Гц. Якщо ж $y_1 > Q_{\text{пор}}$ та $y_2 > Q_{\text{пор}}$, то стабілітрон збуджується кожним імпульсом сигналу $Q_{\text{кзу}}$ (Фіг.2е), тому на виході порогового блоку має місце послідовність прямокутних імпульсів з частотою 100Гц. Таким чином, відсутність імпульсного сигналу на виході другого порогового блоку 18 (навіть при значній зоні нечутливості, як було вказано вище) відповідає низькому рівню споживання реактивної енергії з мережі, що веде до нестійкого режиму мережі з $\cos\varphi \rightarrow 1,0$; наявність на виході порогового блоку послідовності імпульсів з частотою 50Гц свідчить про те, регульований параметр $Q_{\text{мер}}$

знаходиться в допустимих межах, що задаються вибраними зоною нечутливості та уставкою; якщо ж на виході порогового блоку має місце послідовність імпульсів з частотою 100Гц, то це свідчить про те, що параметр $Q_{мер}$ має значення, більше допустимого. З виходу другого порогового блоку 18 імпульсний сигнал поступає на входи третього та четвертого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 11, 21. Обидва перетворювачі влаштовані таким чином, що при подачі на їх входи імпульсів з частотою 50Гц на виході потенціальний сигнал відсутній - це відповідає знаходженню рівня споживання реактивної енергії в допустимих межах. На виході перетворювача 11 потенційний сигнал логічної 1 має місце при поступанні на його вхід послідовності імпульсів з частотою 100Гц - це відповідає перевищенню допустимої межі споживання реактивної енергії з мережі. Вихідний сигнал перетворювача 11 запускає третій блок часової затримки 12 каналу вироблення команди «Збільшити» для переключення пристрою РПН трансформатора поперечної регулювання (ТПР) і введення додаткової поперечної ЕРС в напругу мережі, що випереджує її на 90° ел., а вихідний потенційний сигнал перетворювача 21 запускає четвертий блок часової затримки 22 каналу вироблення команди «Зменшити». Блоки часової затримки 12 та 22 необхідні для того, щоб регулятор не посилав в схему електроприводу пристрою РПН ТПР команди «Збільшити» та «Зменшити» у відповідь на миттєві коливання рівня споживання реактивної енергії в даний момент часу. Збуджений від третього перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 11 (або 21) блок часової затримки 12 (або 22) спрацьовує по закінченні встановленої витримки часу від імпульса генератора тактових імпульсів ГТІ 30, його вихідний сигнал подається через відкритий дев'ятий елемент І 13 (або десятий елемент І 24) і потім на вхід одинадцятого логічного елемента І 9 (або дванадцятого елемента І 25). На інший вхід одинадцятого логічного елемента І 9 (або дванадцятого елемента І 25) поступає потенційний сигнал, що формується у третьому блоку пам'яті 6 (або четвертому блоку пам'яті 27), де зберігається інформація у вигляді логічного сигналу про знак похідної огинаючої рівня споживання реактивної потужності на протязі затримки часу вироблення сигналу перемикачів третім блоком часової затримки 12 (або четвертим блоком часової затримки 22). Знак похідної визначається в другому блоку визначення знаку похідної огинаючої 8 по вихідному сигналу другого блока визначення похідної огинаючої вхідного сигналу 7, що визначає цю похідну шляхом обробки сигналу $Q_{мер}$ (Фіг.2в), який поступає на вхід блоку 7 з виходу блоку множення 15. Знакові сигнали з виходів блока 8 поступають на входи третього та відповідно четвертого логічних елементів АБО 4 та 10 і звідти на перші входи сьомого та відповідно восьмого елементів І 5 та 26. Стан елементів управляється вихідними сигналами третього та четвертого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 11 та 21, а також сигналами переривання з третього та четвертого блоків часової затримки 12, 22 та відкритих третього і четвертого блоків заборони 13 та 24. Така конструкція дозволяє утримувати логічні елементи 5 та 26 відкритими тільки на протязі заданої затримки часу, встановленої в блоках 12 та 22. Цього часу достатньо для проходження на третій та четвертий блоки пам'яті 6 та 27 знакових сигналів з виходів логічних елементів АБО 4 і 10. Відсічка цих сигналів після збудження одного з підсилювачів 14 або 23 та їх запам'ятовування необхідні для забезпечення стійкого перемикачів пристрою перемикачів під навантаженням для зміни коефіцієнту трансформації трансформатора поперечної регулювання на одне відгалуження при можливих змінах огинаючої регульованого рівня споживання реактивної потужності в одному такті регулювання. Включення елементів АБО в тракти проходження знакових сигналів похідної обумовлено тим, що блок визначення знаку похідної огинаючої має зону нечутливості, в межах якої сигнал, що характеризує похідну огинаючої регульованого рівня реактивної потужності слід вважати рівним нулю. Якщо похідна в момент появи сигналу на виходах блоків заборони 13 або 24 рівна нулю, тобто регульований рівень споживаної реактивної потужності не має тенденції до повернення в область допустимих значень, що задаються зоною нечутливості в блоку 16, то слід виробити команду на перемикачів. Другий логічний елемент НІ 3 перетворює нульовий вихідний сигнал блоку визначення похідної огинаючої вхідного сигналу 7 в одиничний, на який реагують третій та четвертий елементи АБО 4 та 10. Таким чином, якщо в момент появи потенційного сигналу на виході блоку часової затримки 12 регульований рівень споживання реактивної потужності має значення, вище допустимого, але похідна його огинаючої має від'ємний знак, то на першому вході елемента І 9 сигнал відсутній і команда «Збільшити» не буде вироблена. Ця команда буде вироблятися тільки тоді, якщо похідна огинаючої реактивної потужності стане рівною нулю, або набуде додатного знаку. Аналогічно, якщо в момент появи сигналу на виході блоку часової затримки 22 регульований рівень споживання реактивної потужності з мережі матиме значення, менше допустимого, а похідна його огинаючої має додатний знак, то на другому вході елемента І 25 сигнал відсутній і команда «Зменшити» не буде вироблена. Вона буде вироблена в тому разі, якщо похідна стане рівною нулю або набуде від'ємного знаку і матиме місце сигнал на виході четвертого логічного елемента АБО 10.

Тракт регулювання напруги на споживачах в запропонованому регуляторові працює наступним чином. Напруга на споживачах вимірюється за допомогою вимірювального трансформатора напруги 48, встановленого на стороні високої напруги (ВН) трансформаторної підстанції нижнього рівня та подається на перший вхід суматора 44. Струм навантаження для введення корегуючого впливу на регулювання напруги вимірюється за допомогою датчика струму 49, що підключається до шинного трансформатора струму, а сигнал, що пропорційний вимірному значенню струму поступає на другий вхід суматора 44. Суматор 44 формує сумарну напругу U_k (Фіг.3а). Суматор 44 має два виходи, перший а і другий б. З вихода а суматора 44 поступає пульсуюча напруга \dot{U}_k (Фіг.3б), що отримується двохнапівперіодним випрямленням сумарної напруги U_k , що несе інформацію про зміни огинаючої цієї напруги. З виходу б суматора поступає змінна напруга \ddot{U}_k (Фіг.3в), амплітуда А від'ємних імпульсів якої пропорційна середньому значенню сумарної напруги. В першому блоку формування і зміни нечутливості 45 здійснюється модуляція сигналу \ddot{U}_k (Фіг.3в) сигналом трапецеподібної форми U_s (Фіг.3г), амплітуда якого задає значення зони нечутливості регулятора по каналу регулювання напруги на споживачах. На виході блока 45 має місце сигнал $U_{кз}$ (Фіг.3д), різниця амплітуд $\Delta A = A_1 - A_2$ імпульсів від'ємної полярності якого несе інформацію про задане значення зони нечутливості по каналу регулювання напруги. Сигнал $U_{кз}$ з виходу блока 45 поступає на вхід першого блоку установки і зміни уставки 46, в якому з нього формується імпульсний сигнал $U_{кзу}$ (Фіг.3е), амплітуди імпульсів якого V_1 , V_2 підсилюються або послаблюються до потрібного рівня напруги на шинах

трансформаторної підстанції. Імпульсний сигнал $U_{кз\gamma}$, що несе в собі інформацію про задану зону нечутливості і уставку регулятора по напрузі на споживачах, з виходу блоку 46 поступає на вхід першого порогового блоку 47, основним елементом якого також є стабілітрон з заданим порогом спрацювання $U_{пор}$. Якщо $V_1, V_2 < U_{пор}$, то струм через стабілітрон малий, і на виході першого порогового блоку 47 сигнал відсутній. Якщо $V_1 > U_{пор}$, а $V_2 < U_{пор}$, то лише імпульси більшої амплітуди збуджують стабілітрон, що викликає на виході порогового блоку 47 послідовність прямокутних імпульсів з частотою мережі 50Гц. Якщо ж $V_1 > U_{пор}$ та $V_2 > U_{пор}$, то стабілітрон збуджується кожним імпульсом сигналу $U_{кз\gamma}$ (Фіг.3е), тому на виході порогового блоку має місце послідовність прямокутних імпульсів з частотою 100Гц. Таким чином, відсутність імпульсного сигналу на виході першого порогового блоку 47 відповідає випадку, коли напруга на споживачах нижче допустимого значення, що задане в блоках формування зони нечутливості 45 та установки і зміни уставки напруги 46; наявність на виході порогового блоку 47 послідовності імпульсів з частотою 50Гц означає, що напруга на споживачах знаходиться в допустимих межах; коли на виході порогового блоку має місце послідовність імпульсів з частотою 100Гц, то це свідчить про те, що параметр $U_{нав}$ має значення, більше допустимого. З виходу порогового блоку 47 імпульсний сигнал поступає на входи першого та другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 40, 50. Як і вищеописані, обидва перетворювачі імпульсного сигналу в потенційний влаштовані таким чином, що при подачі на їх входи імпульсів з частотою 50Гц на виході потенціальний сигнал відсутній - це відповідає знаходженню напруги $U_{нав}$ в допустимих межах. На виході першого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 40 потенційний сигнал має місце при поступанні на його вхід послідовності імпульсів з частотою 100Гц - це відповідає перевищенню допустимого значення напруги. Вихідний сигнал перетворювача 40 запускає перший блок часової затримки 41 каналу вироблення команди «Зменшити» для переключення пристрою РПН силового трансформатора, а вихідний потенціальний сигнал перетворювача 50 запускає другий блок часової затримки 51 каналу вироблення команди «Збільшити». Блоки часової затримки 41 та 51, як і блоки часової затримки в тракті регулювання реактивної потужності, необхідні для того, щоб регулятор не посилав в схему електроприводу пристрою РПН силового трансформатора команди «Збільшити» та «Зменшити» у відповідь на коточасні імпульсні коливання напруги при підключенні чи відключенні потужних споживачів тощо. Збуджений від першого перетворювача імпульсного сигналу в потенційний 40 (або 50) блок часової затримки 41 (або 51) спрацьовує по закінченні встановленої витримки часу від імпульса генератора тактових імпульсів ГПІ 30, його вихідний сигнал подається через відповідний відкритий третій елемент І 42 (або четвертий елемент І 52) і потім на вхід першого логічного елемента І 38 (або другого логічного елемента І 54). На інший вхід цього логічного елемента І 38 (або 54) поступає потенційний сигнал, що формується у першому блокові пам'яті 35 (або 56), де зберігається інформація про знак похідної огинаючої напруги. Знак похідної огинаючої напруги визначається в блокові 37 по вихідному сигналу першого блока визначення похідної огинаючої вхідного сигналу 36, що визначає цю похідну шляхом обробки сигналу U_k (Фіг.3б), який поступає на вхід блоку 36 з виходу а суматора 44. Знакові сигнали з виходів блоку 37 поступають на входи першого та другого відповідно логічних елементів АБО 33 та 39 і зводяться на входи п'ятого та шостого відповідно елементів І 34 та 55. Стан логічних елементів управляється вихідними сигналами першого та другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний 40 та 50, а також сигналами переривання з першого та другого елементів часової затримки 41, 51 та відкритих третього та четвертого елементів І 42 та 52. За час затримки між дозволяючим та забороняючим сигналами на перший та другий блоки пам'яті 34 та 55 поступають знакові сигнали з виходів першого та другого відповідно логічних елементів АБО 33 і 39. Відсічка цих сигналів після збудження одного з підсилювачів 43 або 53 та їх запам'ятовування також необхідні для забезпечення стійкого алгоритму перемикання пристрою РПН силового трансформатора на одне відгалуження при можливих змінах огинаючої напруги в одному такті регулювання. Якщо похідна огинаючої напруги в момент появи сигналу на виходах елементів І 42 або 52 рівна нулю, тобто регульований параметр $U_{нав}$ не має тенденції до повернення в область допустимих значень, що задаються зоною нечутливості в блокові 45, то слід виробити команду на перемикання. Перший логічний елемент Ні 32 перетворює нульовий вихідний сигнал блоку визначення похідної огинаючої напруги 36 в одиничний, що проходить через перший та другий елементи АБО 33 та 39. Таким чином, якщо в момент появи потенційного сигналу на виході першого блоку часової затримки 41 регульована напруга на споживачах має значення, вище допустимого, але похідна його огинаючої має від'ємний знак, то на першому вході елемента І 38 сигнал відсутній і команда «Зменшити» не буде вироблена. Ця команда буде вироблятися тільки тоді, якщо похідна огинаючої напруги стане рівною нулю, або набуде додатнього знаку. Аналогічно, якщо в момент появи сигналу на виході блоку часової затримки 51 регульований рівень напруги на споживачах матиме значення, менше допустимого, а похідна його огинаючої має додатній знак, то на другому вході елемента І 54 сигнал відсутній і команда «Збільшити» не буде вироблена. Вона буде вироблена в тому разі, якщо похідна стане рівною нулю або набуде від'ємного знаку.

По сигналах третього та четвертого підсилювачів 14 або 23, що відповідають командам «Збільшити» чи «Зменшити» вольтодобавку, запускається електропривод пристрою РПН трансформатора поперечного регулювання, а по сигналах першого та другого підсилювачів 43 або 53, що також відповідають командам «Збільшити» чи «Зменшити» напругу на споживачах запускається електропривод пристрою РПН силового трансформатора. Блок зміни періоду тактових імпульсів генератора 29 управляється блоком 28 перемикання генератора тактових імпульсів в нормальному режимі. Генератор тактових імпульсів (ГПІ) 30 представляє собою релаксаційний генератор прямокутних коливань, а блок зміни періоду тактових імпульсів 29 набір RC-ланцюгів з різними постійними часу, кожен з яких вмикається в схему ГПІ по відповідній команді блоку 28 або по сигналам з виходів блоків затримки часу 12, 22, 41, 51. ГПІ задає послідовність всіх процесів управління і контролю під час циклу перемикання пристроїв РПН на одне відгалуження.

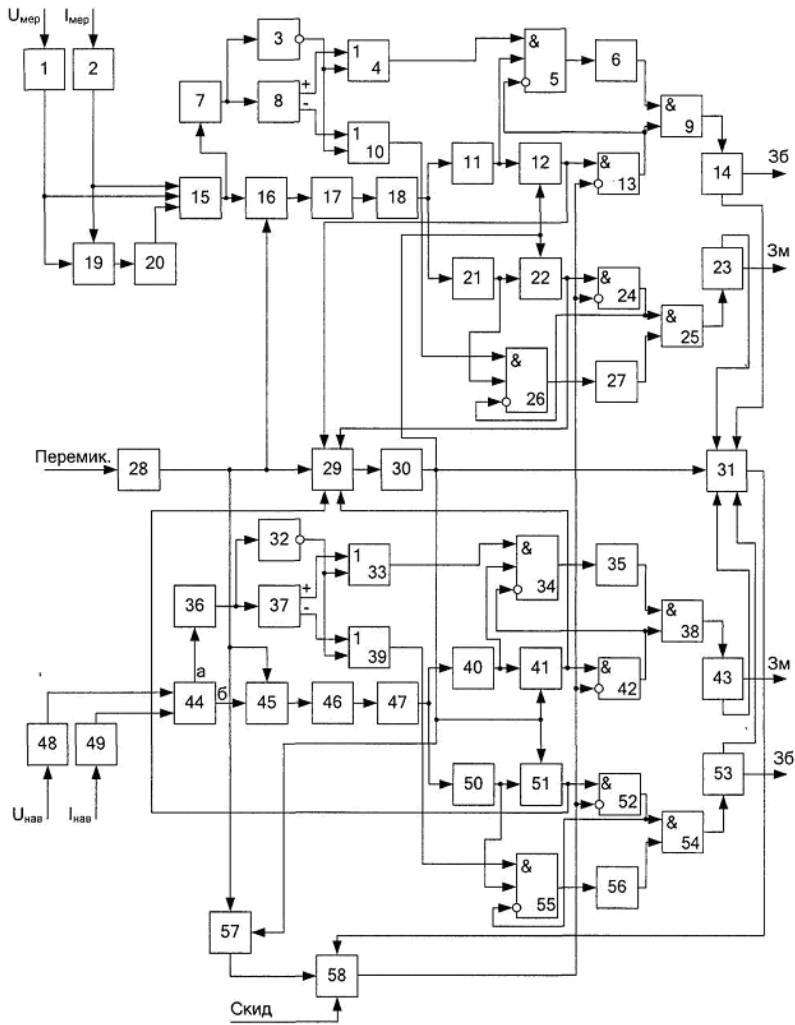
Такт роботи пристрою в нормальному режимі пояснюється діаграмою сигналів, приведеною на Фіг.4. Якщо регульовані параметри - споживана реактивна потужність чи напруга на споживачах знаходяться в області допустимих значень, то ГПІ генерує послідовність імпульсів з періодом τ_1 (Фіг.4а). При виході якогось з параметрів в момент t_1 (Фіг.4д) з області допустимих значень регулятор посилає в схему відповідного

електроприводу пристрою РПН команду «Зменшити» або «Збільшити» (Фіг.4б). Електропривод, увімкнувшись, кулачковим елементом забезпечує собі режим самоутримання (Фіг.4в) при переключенні пристрою РПН на одне відгалуження незалежно від стану підсилювачів 14, 23 (або 43, 53) регулятора. Той же кулачковий елемент забезпечує подачу на вхід блоку 28 сигналу «Перемикання» (Фіг.4г). По сигналу «Перемикання» блок 28 посилає сигнал, що змінює структуру блоку 29 зміни періоду тактових імпульсів генератора таким чином, що ГТІ починає генерувати імпульси з періодом τ_2 (Фіг.4а). Збереження попереднього періоду слідування імпульсів ГТІ відповідає несправності регулятора. Справний електропривод повинен закінчити перемикання пристрою РПН на одне відгалуження за час t' (Фіг.4д). Якщо тривалість сигналу «Перемикання» (Фіг.3г), що поступає на вхід блоку 28 і відповідає тривалості режиму самоутримання електроприводу (Фіг.4в), буде більшою часу t' , то це свідчить про «стопоріння» електроприводу. Блок 58 блокування і сигналізації здійснює перевірку справності регулятора і виявлення несправностей електроприводу в період з моменту t_1 до моменту t_2 (Фіг.4д). Якщо регулятор і електропривод справні, то після проведення перемикання на одне відгалуження обмотки відповідного трансформатора, електропривод вимикається, що приводить до відсутності сигналу на вході блоку 28. Блок 28 посилає сигнал на перемикання структури блоку 29 зміни періоду тактових імпульсів ГТІ 30 до попередньої, з заданим періодом слідування імпульсів τ_1 (Фіг.4а). Якщо перемикання на одне відгалуження пристрою РПН є недостатнім для компенсації відхилень по споживанню реактивної енергії (або напруги), то регулятор здійснює другий такт перемикання, аналогічний першому. Блок 28 крім формування команди на зміну періоду тактових імпульсів ГТІ 30 виконує додаткову функцію - по сигналу «Перемикання» він встановлює таке значення зони нечутливості в блоках 16 та 45, при якому будь-який сигнал, що поступає на їх входи знаходиться в зонах нечутливості регулятора по відповідному трактові регулювання. Це приводить до того, що після вмикання, релеїні виконавчі елементи 14, 23 (або 43, 53) пославши команду «Збільшити» або «Зменшити» в схему електроприводу пристрою РПН (Фіг.4б), відключаються. При цьому електропривод, відпрацьовуючий команду, встигає увійти в режим самоутримання (Фіг.4в), а відключення релеїних виконавчих елементів 14, 23 (або 43, 53) використовується для контролю справності його власної схеми та необхідне для встановлення їх у вихідний стан готовності до наступного такту перемикання.

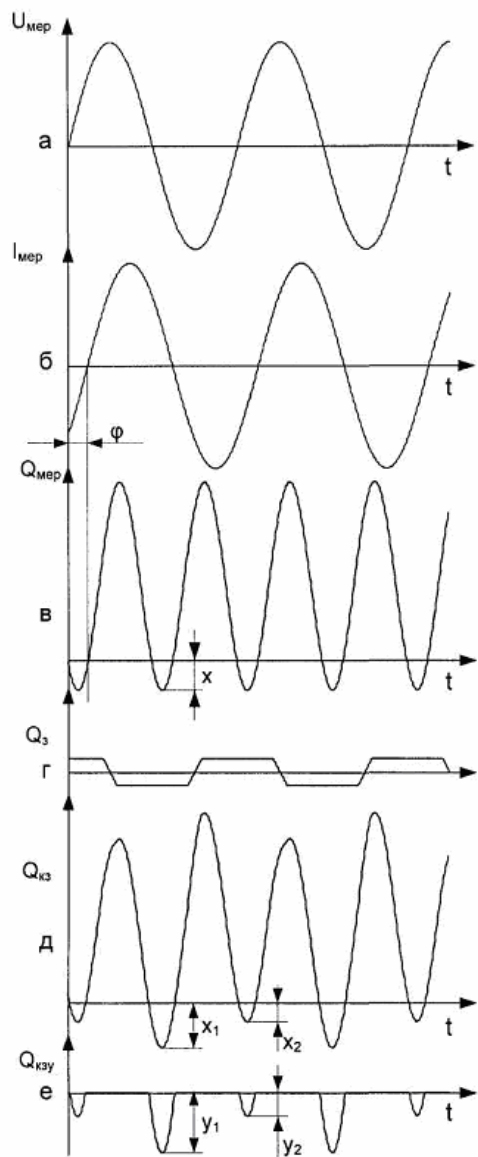
Блок блокування і сигналізації 58 здійснює виявлення несправностей електроприводу «Стопоріння» і «Рух відсутній», а також несправностей власної схеми регулятора наступним чином. Якщо імпульс ГТІ 30, позначений I на Фіг.4а, формує команду «Збільшити» або «Зменшити» (Фіг.4б), яка нормально відпрацьовується електроприводом (Фіг.4в), то імпульс ГТІ 30, позначений II (Фіг.4а), поступає на вхід блоку 57 контролю електроприводу в режимі «Стопоріння» вже після того, як на його перший вхід перестав поступати сигнал з виходу блоку 28, що припиняється з припиненням сигналу «Перемикання» та зупинкою електроприводу (Фіг.4г). Тому на виході блоку 57, що реалізує логічну функцію I, сигнал буде відсутній. Якщо ж виникло «Стопоріння» електроприводу (Фіг.5в), то під дією сигналу «Перемикання» (Фіг.5г) на вхід блоку 57 поступає сигнал з виходу блоку 28 і в той момент, коли на другий вхід цього блоку поступить імпульс II з ГТІ 30. Внаслідок цього на виході блоку 57 з'являється імпульс, що відкриває блок блокування і сигналізації 58 (який реалізує логічну функцію АБО в якості основної) який, відкриваючись, переходить в режим самопідхвату. Спрацювання блоку блокування і сигналізації 58 приводить до посилення ним сигналу логічної 1 на інверсні входи елементів 113, 24, 42, 52 і тим самим розривання ланцюга подачі сигналів з виходів блоків витримки часу 12, 22, 41, 51 на входи елементів I 9, 25, 38 та 54. Це приводить до відключення підсилювачів 14, 23, 43 та 53, що відповідає відміні формування та виконання команд «Збільшити» або «Зменшити» регулятора. При цьому здійснюється також сигналізація про несправності. В вихідний стан блок блокування і сигналізації встановлюється тільки після усунення несправності і ручної подачі на нього сигналу «Скид» від зовнішнього джерела. Якщо команда «Збільшити» або «Зменшити» (Фіг.6б) зформувалась в результаті включення підсилювача 14, 23, 43 або 53 сигналом, що з'явився на виході відповідного блоку затримки часу 12, 22, 41 або 51 в результаті несправності власної схеми регулятора, що блокує тракти регулювання, то по сигналу «Перемикання» (Фіг.6г) блоки перемикання періоду тактових імпульсів в нормальному режимі та блоки 16 і 45 формування і зміни зон нечутливості регулятора не можуть повернути спрацювавший блок затримки часу в вихідний стан. В цьому випадку, незалежно від приходу на вхід блоку зміни періоду тактових імпульсів 29 з виходу блоку перемикання 28 сигналу на перелаштування структури для формування періоду імпульсів ГТІ 30 τ_2 , ГТІ 30 продовжуватиме формувати імпульси з періодом τ_1 (Фіг.6а), що обумовлено впливом на час перезаряду RC-ланцюга ГТІ 30, що задає період коливачів генератора високого потенціалу, що поступає з виходу несправного елемента затримки часу. Тому імпульс, позначений номером II (Фіг.6а) ГТІ 30, поступаючи на вхід блоку 57, на іншому вході якого вже присутній вихідний сигнал блоку перемикання 28, викликає появу на виході блоку 57 сигналу, що вмикає блок блокування і сигналізації 58 (Фіг.6д), який в свою чергу через елементи I 13, 24, 42, 52 здійснює заборону формування нової команди (Фіг.6б), а також здійснює сигналізацію несправності.

Якщо при появі команди «Збільшити» або «Зменшити» (Фіг.7б) електропривод знаходиться в режимі «Рух відсутній» (Фіг.7в), то з схеми електроприводу на вхід блоку перемикання 28 не поступає сигнал «Перемикання» (Фіг.7г), тому ГТІ 30 продовжує генерувати послідовність імпульсів з періодом τ_1 . Імпульс II ГТІ 30 (Фіг.7а), впливаючи на блок 31 разом з сигналом, що поступив від відповідного включеного підсилювача, викликає появу на виході блоку 31 сигналу, що поступає на вхід блоку блокування і сигналізації 58 (Фіг.7д), який через елементи I 13, 24, 42, 52 блокує обидва тракти регулювання, відмінюючи команду та сигналізуючи про несправність.

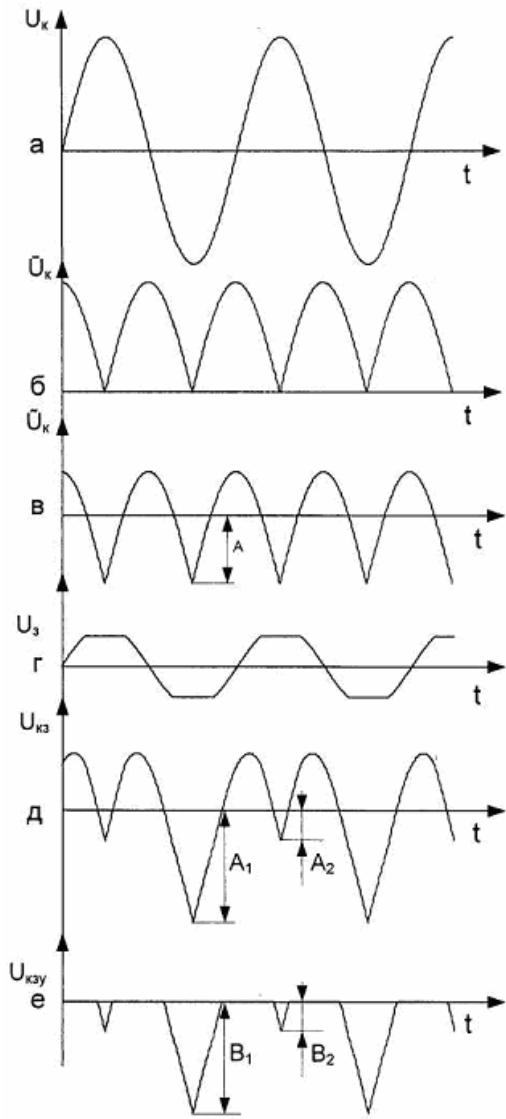
Втілення запропонованого регулятора дозволить розширити функціональні можливості прототипа, і за рахунок цього встановлювати та підтримувати бажаний баланс споживаної реактивної енергії з розподільчої мережі та комплексно вирішити задачу покращення якості напруги на споживачах при одночасному збільшенні надійності електропостачання за рахунок зменшення загальної кількості перемикачів пристроїв РПН трансформаторів.



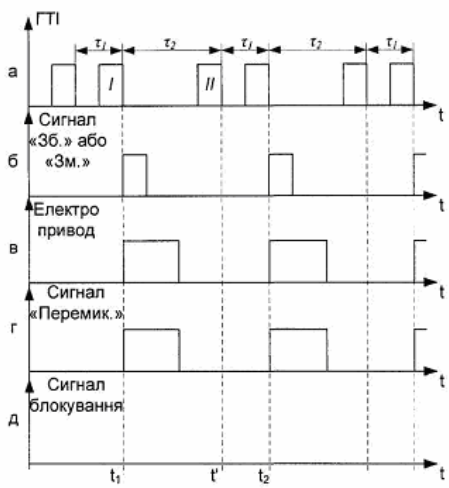
Фиг. 1



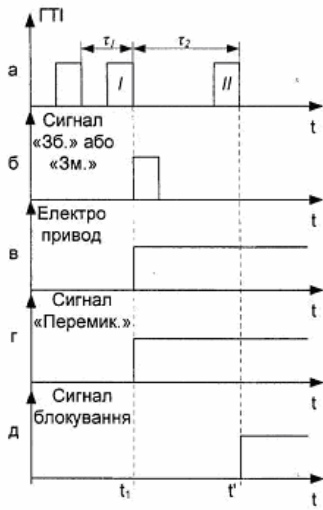
Фиг. 2



Фіг. 3



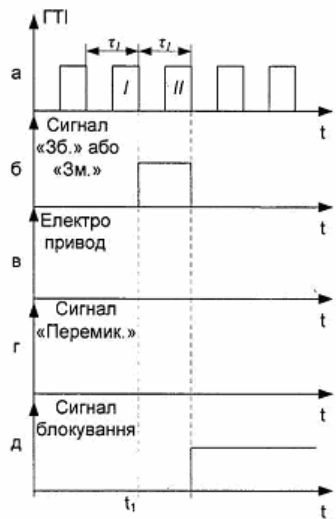
Фіг. 4



Фіг. 5



Фіг. 6



Фіг. 7