

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА ВИНАХІДвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) РЕГУЛЯТОР НАПРУГИ ДЛЯ СИЛОВИХ ТРАНСФОРМАТОРІВ

(21) 99094925

(22) 03.09.1999

(24) 15.03.2001

(46) 15.03.2001, Бюл. № 2, 2001 р.

(72) Мокін Борис Іванович, Грабко Володимир Віталійович, Львов Ілля Юрійович

(73) ВІННИЦЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

(57) 1. Регулятор напруги для силових трансформаторів, що містить датчик струму, вхід якого підключений до кола струму навантаження, а вихід з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до кола напруги навантаження, а перший вихід 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, блок визначення похідної опинаючої 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 перетворювача 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 "НІ", вхід якого з'єднаний з виходом блоку визначення похідної опинаючої 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 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 електроприводу 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", який відрізняється тим, що в нього введено фільтр, перший і другий тригери Шмітта, третій, четвертий і п'ятий логічні елементи "АБО", сьомий і восьмий логічні елементи "І", третій і четвертий блоки часової затримки, другий логічний елемент "НІ" та блок сигналізації, причому 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 "НІ" підключений до виходу блоку перемикання 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", четвер-

ті входи яких з'єднані з виходом блоку блокування, вхід блоку сигналізації підключений до виходу блоку блокування.

2. Регулятор напруги для силових трансформаторів по п 1, який відрізняється тим, що блок контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" містить шостий логічний елемент "АБО", п'ятий блок часової затримки та дев'я-

тий логічний елемент "І", причому перший і другий входи шостого логічного елемента "АБО" з'єднані з виходами першого і другого підсилювачів, а вихід через п'ятий блок часової затримки підключений до першого входу дев'ятого логічного елемента "І", другий вхід якого з'єднаний з виходом генератора тактових імпульсів, а вихід підключений до другого входу блоку блокування.

Винахід відноситься до області електротехніки і може бути використаний для регулювання напруги силових трансформаторів під навантаженням.

Відомий автоматичний регулятор напруги для силових трансформаторів (А.С. СРСР № 514412, М. кл. Н 02 Р 13/06, Н 02 J 3/46, бюл. № 18, 1976), що містить перший і другий датчики струму, входи яких з'єднані з колами струмів I_1 та I_2 відповідно, а виходи підключені до першого і другого входів першого перемикача входів, третій і четвертий входи якого з'єднані з колами напруг U_{n1} і U_{n2} відповідно, а вихід підключений до входу суматора, вихід якого з'єднаний з першим входом елемента зміни зони, вихід якого підключений до першого входу елемента зміни уставки, вихід якого з'єднаний з входом вимірювального органу, перший і другий входи якого підключені до входів відповідно першого і другого інтеграторів, перші входи яких з'єднані відповідно з першим і другим входами генератора тактових імпульсів (ГТІ), а другі входи підключені до перших входів відповідно першого і другого елементів витримки часу, другі входи яких з'єднані з виходом ГТІ, а виходи підключені до перших входів відповідно першого і другого вихідних реле, другі входи яких з'єднані з мінусовою шиною напруги живлення, а виходи з'єднані відповідно з першим і другим входами елемента контролю справності електроприводів, третій вхід якого підключений до виходу ГТІ, четвертий вхід з'єднаний з колом подачі сигналу "Скид", а вихід з'єднаний з першим входом елемента блокування, вихід якого підключений до контактів першого і другого вихідних реле, елемент контролю справності регулятора, перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого вихідних реле, третій вхід підключений до виходу ГТІ, а вихід з'єднаний з другим входом елемента зміни зони та другим входом елемента блокування, елемент фіксації додаткового параметра, перший і другий входи якого підключені до других виходів відповідно першого і другого інтеграторів, третій вхід з'єднаний з виходом ГТІ, а вихід підключений до другого входу елемента зміни уставки, перший і другий електроприводи, перші входи яких з'єднані з контактами першого вихідного реле, другі входи з'єднані з контактами другого вихідного реле, а виходи підключені відповідно до першого і другого входів другого перемикача входів, перший вихід якого з'єднаний з п'ятим входом першого перемикача входів, другий вхід підключений до четвертого входу елемента контролю справності регулятора та до четвертого входу елемента фіксації додаткового параметра, третій вихід з'єднаний з п'ятим входом елемента контро-

лю справності електроприводів, четвертий вихід підключений до третього входу елемента блокування, а п'ятий вихід з'єднаний з входом елемента зміни періоду імпульсів, вихід якого підключений до третього входу ГТІ

Недоліком даного регулятора є те, що він не дозволяє швидко повертати контрольовану напругу до нормованого значення при її значних відхиленнях.

За прототип обрано регулятор напруги для силових трансформаторів (А.С. СРСР № 1140094, М. кл. G 05 B 11/01, бюл. № 6, 1985), що містить датчик струму, вхід якого підключений до кола струму навантаження I_{n1} , а вихід з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до кола напруги навантаження U_{n1} , а перший вихід з'єднаний з першим входом елемента формування і зміни зони нечутливості, вихід якого підключений до входу елемента 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, входи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого елементів часової затримки, входи яких підключені до перших входів відповідно першого і другого елементів заборони, входи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів "І", входи яких з'єднані з виходами відповідно першого і другого репейних виконавчих елементів, перші входи яких підключені до електроприводу, блок визначення похідної огинаючої регульованої напруги, вхід якого з'єднаний з другим входом суматора, а вихід підключений до входу блоку визначення знаку похідної, перший і другий входи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів "АБО", входи яких підключені до перших входів відповідно першого і другого триходових ключів, другі входи яких з'єднані з виходами відповідно першого і другого елементів заборони, треті входи підключені до виходів відповідно першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний, а входи з'єднані з виходами відповідно першого і другого елементів пам'яті, входи яких підключені до других входів відповідно першого і другого логічних елементів "І", логічний елемент "НІ", вхід якого з'єднаний з виходом блоку визначення похідної огинаючої регульованої напруги, а вихід підключений до других входів першого і другого логічних елементів "АБО", елемент зміни періоду тактових імпульсів, перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого елементів часової затримки, а вихід підключений до входу ГТІ, вихід якого з'єднаний з другими входами пер-

шого і другого елементів часової затримки, а також з третім входом елемента контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", перший і другий входи якого підключені до других виходів відповідно першого і другого релейних виконавчих елементів, елемент перемикання ГТІ в нормальному режимі, вхід якого з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу елемента формування і зміни зони нечутливості, до третього входу елемента зміни періоду тактових імпульсів, а також до першого входу елемента контролю електроприводу в режимі "Застрягання", другий вхід якого з'єднаний з виходом ГТІ, а вихід підключений до першого входу елемента блокування і сигналізації, другий вхід якого з'єднаний з виходом елемента контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній", третій вхід підключений до кола подачі сигналу "Скид", а вихід з'єднаний з другими входами першого і другого елементів заборони.

Головним недоліком даного регулятора є те, що він не дозволяє швидко повертати контрольовану напругу до нормованого значення при її значних відхиленнях.

В основу винаходу поставлено задачу вдосконалення регулятора напруги для силових трансформаторів, в якому за рахунок введення нових блоків та зв'язків між ними досягається підвищення якості регульованої напруги.

Поставлена задача досягається тим, що в регулятор напруги для силових трансформаторів, що містить датчик струму (ДС), вхід якого підключений до кола струму навантаження $I_{н1}$, а вихід з'єднаний з першим входом суматора, другий вхід якого підключений до кола напруги навантаження $U_{н1}$, а перший вихід з'єднаний з першим входом блоку формування і зміни зони нечутливості (БФЗН), вхід якого підключений до входу блоку формування і зміни уставки напруги (БФУН), вихід якого з'єднаний з виходом порогового блоку (ПБ), вихід якого підключений до входів першого і другого перетворювачів імпульсного сигналу в потенційний (ПСП), виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого блоків часової затримки (БЧЗ), виходи яких підключені до перших входів відповідно першого і другого блоків заборони (в подальшому - третього і четвертого логічних елементів "І"), виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів "І", перший і другий релейні виконавчі елементи (в подальшому - перший і другий підсилювачі), виходи яких підключені до електроприводу, блок визначення похідної ознаючої регульованої напруги (БВП), вхід якого з'єднаний з другим виходом суматора, а вихід підключений до входу блоку визначення знаку похідної (БВЗП), перший і другий виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого і другого логічних елементів "АБО", виходи яких підключені до перших входів відповідно першого і другого триходових ключів (в подальшому - 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 ПСП, а виходи з'єднані з входами відповідно першого і другого блоків пам'яті (БП), виходи яких підключені до других вхо-

дів відповідно першого і другого логічних елементів "І", перший логічний елемент "НІ", вхід якого з'єднаний з виходом БВП, а вихід підключений до других входів першого і другого логічних елементів "АБО", блок зміни періоду тактових імпульсів (БЗПТІ), перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого БЧЗ, а вихід підключений до входу ГТІ, вихід якого з'єднаний з другими входами першого і другого БЧЗ, 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 перемикання ГТІ в нормальному режимі, вхід якого з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу БФЗН, до третього входу БЗПТІ, а також до першого входу блоку контролю електроприводу в режимі "Застрягання", другий вхід якого з'єднаний з виходом ГТІ, а вихід підключений до першого входу блоку блокування (ББ), 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 фільтр, перший і другий тригери Шмітта (ТШ), третій, четвертий і п'ятий логічні елементи "АБО", сьомий і восьмий логічні елементи "І", третій і четвертий БЧЗ, другий логічний елемент "НІ" та блок сигналізації (БС), причому вхід фільтра підключений до другого виходу суматора, а вихід з'єднаний з входами першого і другого ТШ, 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 БЧЗ, вихід якого з'єднаний з другими входами сьомого і восьмого логічних елементів "І", вхід другого логічного елемента "НІ" підключений до виходу блоку перемикання ГТІ в нормальному режимі, а вихід з'єднаний з виходом четвертого БЧЗ, вихід якого підключений до третіх входів сьомого і восьмого логічних елементів "І", четверті входи яких з'єднані з виходом ББ, вхід БС підключений до виходу ББ.

Крім того, блок контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" містить шостий логічний елемент "АБО", перший і другий входи якого з'єднані з виходами відповідно першого і другого підсилювачів, а вихід через п'ятий блок часової затримки підключений до першого входу дев'ятого логічного елемента "І", другий вхід якого з'єднаний з виходом ГТІ, а вихід підключений до другого входу блоку блокування.

За рахунок введення в регулятор фільтра, першого і другого тригерів Шмітта, третього, четвертого і п'ятого логічних елементів "АБО", сьомого і восьмого логічних елементів "І", третього і четвертого блоків часової затримки, другого логічного елемента "НІ", блоку сигналізації та відповідних зв'язків з'являється можливість швидко повер-

тати регульовану напругу до нормованого значення при її значних відхиленнях, що дозволяє підвищити якість регульованої напруги.

Регулятор напруги для силових трансформаторів пояснюється кресленнями, причому на фіг. 1 зображена структурна схема запропонованого регулятора, на фіг. 2 - структурна схема блоку контролю електропривода в режимі "Застрягання", на фіг. 3 - діаграми, що ілюструють роботу блоків регулятора, на фіг. 4 - діаграми сигналів, що ілюструють роботу регулятора в нормальному режимі, на фіг. 5 - діаграми сигналів, що ілюструють роботу регулятора при застряганні електропривода в процесі перемикавання, на фіг. 6 - діаграми сигналів, що ілюструють роботу регулятора при несправності власної схеми, на фіг. 7 - діаграми сигналів, що ілюструють роботу регулятора при несправності електропривода.

На схемі (фіг. 1): 1 - фільтр, 2 - перший ТШ; 3 - другий ТШ; 4 - п'ятий логічний елемент "АБО"; 5 - третій БЧЗ; 6 - сьомий логічний елемент "І"; 7 - восьмий логічний елемент "І"; 8 - другий логічний елемент "НІ"; 9 - четвертий БЧЗ; 10 - п'ятий логічний елемент "І"; 11 - перший БП; 12 - перший логічний елемент "І"; 13 - третій логічний елемент "АБО"; 14 - перший логічний елемент "НІ"; 15 - перший логічний елемент "АБО"; 16 - третій логічний елемент "І"; 17 - перший підсилювач; 18 - ДС; 19 - БВП; 20 - БВЗП; 21 - другий логічний елемент "АБО"; 22 - перший ПІСП; 23 - перший БЧЗ; 24 - суматор; 25 - БФЗН; 26 - БФУН; 27 - ПБ; 28 - БЗПТІ; 29 - ГТІ; 30 - другий ПІСП; 31 - другий БЧЗ; 32 - другий підсилювач; 33 - четвертий логічний елемент "І"; 34 - шостий логічний елемент "І"; 35 - другий БП; 36 - другий логічний елемент "І"; 37 - четвертий логічний елемент "АБО"; 38 - блок контролю схеми регулятора і електропривода в режимі "Рух відсутній"; 39 - блок перемикавання ГТІ в нормальному режимі; 40 - блок контролю електропривода в режимі "Застрягання"; 41 - ББ; 42 - БС, причому вхід ДС 18 підключений до кола струму навантаження $I_{н1}$, а вихід з'єднаний з першим входом суматора 24, другий вхід якого підключений до кола напруги навантаження $U_{н1}$, а перший вихід з'єднаний з першим входом БФЗН 25, вихід якого підключений до входу БФУН 26, вихід якого з'єднаний з входом ПБ 27, вихід якого підключений до входів першого 22 і другого 30 ПІСП, виходи яких з'єднані з першими входами відповідно першого 23 і другого 31 БЧЗ, виходи яких підключені до перших входів відповідно третього 16 і четвертого 33 логічних елементів "І", виходи першого 17 і другого 32 підсилювачів підключені до електроприводу, вхід БВП 19 з'єднаний з другим виходом суматора 24, а вихід підключений до входу БВЗП 20, перший і другий виходи якого з'єднані з першими входами відповідно першого 15 і другого 21 логічних елементів "АБО", виходи яких підключені до перших входів відповідно п'ятого 10 і шостого 34 логічних елементів "І", другі виходи яких з'єднані з виходами відповідно третього 16 і четвертого 33 логічних елементів "І", треті виходи підключені до виходів відповідно першого 22 і другого 30 ПІСП, а виходи з'єднані з входами відповідно першого 11 і другого 35 БП, виходи яких підключені до других входів

відповідно першого 12 і другого 36 логічних елементів "І", вхід першого логічного елемента "НІ" 14 з'єднаний з виходом БВП 19, а вихід підключений до других входів першого 15 і другого 21 логічних елементів "АБО", перший і другий виходи БЗПТІ 28 з'єднані з виходами відповідно першого 23 і другого 31 БЧЗ, а вихід підключений до входу ГТІ 29, вихід якого з'єднаний з другими входами першого 23 і другого 31 БЧЗ, а також третім входом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" 38, перший і другий виходи якого підключені до виходів відповідно першого 17 і другого 32 підсилювачів, вхід блоку перемикавання ГТІ в нормальному режимі 39 з'єднаний з електроприводом, а вихід підключений до другого входу БФЗН 25, до третього входу БЗПТІ 28, а також до першого входу блоку контролю електропривода в режимі "Застрягання" 40, другий вхід якого з'єднаний з виходом ГТІ 29, а вихід підключений до першого входу ББ 41, другий вхід якого з'єднаний з виходом блоку контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" 38, третій вхід з'єднаний з колом подачі сигналу "Схід", а вихід підключений до других входів третього 16 і четвертого 33 логічних елементів "І", вхід фільтра 1 підключений до другого виходу суматора 24, а вихід з'єднаний з входами першого 2 і другого 3 ТШ, виходи яких підключені відповідно до першого і другого входів п'ятого логічного елемента "АБО" 4, а також до перших входів відповідно сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І", виходи яких з'єднані з першими входами відповідно третього 13 і четвертого 37 логічних елементів "АБО", другі виходи яких підключені до виходів відповідно першого 12 і другого 36 логічних елементів "І", а виходи з'єднані з входами відповідно першого 17 і другого 32 підсилювачів, вихід п'ятого логічного елемента "АБО" 4 підключений до входу третього БЧЗ 5, вихід якого з'єднаний з другими входами сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І", вхід другого логічного елемента "НІ" 8 підключений до виходу блоку перемикавання ГТІ в нормальному режимі 39, а вихід з'єднаний з входом четвертого БЧЗ 9, вихід якого підключений до третіх входів сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І", четверті виходи яких з'єднані з виходом ББ 41, вхід БС 42 підключений до виходу ББ 41.

Крім того, блок контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" 38 (фіг. 2) містить шостий логічний елемент "АБО" 43, п'ятий блок часової затримки 44 та дев'ятий логічний елемент "І" 45, причому перший і другий виходи шостого логічного елемента "АБО" 43 з'єднані з виходами відповідно першого 17 і другого 32 підсилювачів, а вихід через п'ятий блок часової затримки 44 підключений до першого входу дев'ятого логічного елемента "І" 45, другий вихід якого з'єднаний з виходом ГТІ 29, а вихід підключений до другого входу блоку блокування 41.

Запропонований регулятор працює таким чином.

Основний регульований параметр - напруга мережі $U_{н1}$, яка береться з виходу вимірювального трансформатора напруги, встановленого на трансформаторній підстанції, і коригуючий вплив, який формується ДС 18, пропорційний струму навантаження $I_{н1}$, що знімається з виходу шинного транс-

форматора струму, подаються на суматор 24, який формує сумарну напругу U_k (фіг. 3,а). Суматор 24 має два виходи, перший а і другий б. З виходу а суматора 24 надходить пульсуюча напруга U_k (фіг. 3,б), яка створюється двохлапівперіодним випрямленням сумарної напруги u_k і несе інформацію про зміни огинаючої цієї напруги з виходу б суматора 24 надходить змінна напруга U_k (фіг. 3,в), амплітуда X від'ємних імпульсів якої пропорційна середньому значенню сумарної напруги. В БФЗН 25 відбувається модуляція сигналу U_k (фіг. 3,в) сигналом трапецедальної форми U_2 (фіг. 3,г), що задає значення зони нечутливості. На виході БФЗН 25 має місце сигнал $U_{кз}$ (фіг. 3,д), різниця амплітуд $X = X_1 - X_2$ імпульсів від'ємної полярності якого несе інформацію про задане значення зони нечутливості. Сигнал $U_{кз}$ з виходу БФЗН 25 подається на вхід БФУН 26, у якому з нього формується імпульсний сигнал $U_{кзу}$ (фіг. 3,е), амплітуди імпульсів якого Y_1 і Y_2 посилюються або послаблюються так, щоб задавати необхідний рівень напруги на шинях трансформаторної підстанції. Імпульсний сигнал $U_{кзу}$ (фіг. 3,е), який несе інформацію про задану зону нечутливості й уставку регулятора по напрузі, з виходу БФУН 26 надходить на вхід ПБ 27, основним елементом якого є стабілітрон із заданим порогом спрацювання $U_{пор}$. Якщо $Y_1 < U_{пор}$ і $Y_2 < U_{пор}$, то струм через стабілітрон настільки малий, що на виході ПБ 27 сигнал відсутній. Якщо $Y_1 > U_{пор}$, але $Y_2 < U_{пор}$, то тільки імпульси більшої амплітуди збуджують стабілітрон, в результаті чого на виході ПБ 27 з'являється послідовність прямокутних імпульсів з частотою мережі 50 Гц. Якщо ж $Y_1 > U_{пор}$ і $Y_2 > U_{пор}$, то стабілітрон збуджується кожним імпульсом сигналу $U_{кзу}$ (фіг. 3,е), тому на виході ПБ 27 має місце послідовність прямокутних імпульсів із частотою 100 Гц. Таким чином, відсутність імпульсного сигналу на виході ПБ 27 вказує на те, що регульований параметр U_k (фіг. 3,в) має значення менше допустимого; наявність на цьому виході послідовності імпульсів з частотою 50 Гц свідчить про те, що параметр U_k знаходиться в області допустимих значень, які задаються обраною зоною нечутливості й уставкою; якщо ж на виході ПБ 27 має місце послідовність імпульсів з частотою 100 Гц, то це свідчить про те, що параметр U_k має значення, більше допустимого. З виходу ПБ 27 імпульсний сигнал подається на входи ПІСП 22 і 30. Обидва ПІСП побудовані так, що при подачі на їх вхід послідовності імпульсів з частотою 50 Гц на виході потенційний сигнал відсутній - це відповідає знаходженню регульованої напруги в області допустимих значень. На виході ПІСП 30 потенційний сигнал з'являється тільки тоді, коли на його вхід імпульсний сигнал відсутній - це свідчить про те, що рівень регульованої напруги нижче допустимого. На виході ПІСП 22 потенційний сигнал має місце тільки при надходженні на його вхід послідовності імпульсів з частотою 100 Гц - це відповідає перевищенню регульованою напругою верхнього допустимого значення. Вихідний потенційний сигнал ПІСП 22 запускає БЧЗ 23 каналу видачі команди "Зменшити", а вихідний потенційний сигнал ПІСП 30 запускає БЧЗ 31 каналу видачі команди "Збільшити". БЧЗ 23 і 31 необхідні для того, щоб регулятор не посилав в схему електропривода пристрою РПН ко-

манди "Зменшити" або "Збільшити" у відповідь на короточасні імпульсні коливання напруги, які виникають в мережі щораз при вмиканні або відключенні потужного споживача БЧЗ 23 (або 31) спрацьовує по закінченні встановленої витримки часу від імпульсу ГТІ 29, його вихідний сигнал подається на вхід першого 16 (або другого 33) логічного елемента "І", на другий (інвертуючий) вхід якого подається сигнал з виходу ББ 41. При справному регуляторі і електроприводі на виході ББ 41 присутній сигнал логічного нуля, тому на виході першого 16 (або другого 33) логічного елемента "І" з'являється сигнал логічної одиниці, який подається на вхід третього 12 (або четвертого 36) логічного елемента "І". На другий вхід цього логічного елемента надходить потенційний сигнал, що формується в БП 11 (або 35), який запам'ятовує знак "плюс" (або "мінус") похідної огинаючої регульованої напруги. Знак похідною визначається в БВЗП 20 по вихідному сигналу БВП 19, який визначає цю похідну шляхом обробки сигналу \bar{U}_k (фіг. 3, б), що надходить на вхід БВП 19 з виходу а суматора 24. Знакові сигнали з виходів БВЗП 20 поступають на входи першого 15 і другого 21 логічних елементів "АБО", з виходів яких сигнали логічної одиниці надходять на перші входи відповідно п'ятого 10 і шостого 34 логічних елементів "І", на другі входи яких поступають сигнали з виходів ПІСП відповідно 22 і 30, а на треті (інвертуючі) входи надходять сигнали з виходів БЧЗ відповідно 23 і 31 через відповідні логічні елементи "І" 16 і 33. Таким чином, п'ятий 10 і шостий 34 логічні елементи "І" відкриті тільки протягом заданої витримки часу, встановленої в БЧЗ 23 і 31. Цього часу достатньо для проходження на БП 11 і 35 знакових сигналів.

Відсічка цих сигналів після початку руху електропривода і їх запам'ятовування необхідні для того, щоб забезпечити стійкість алгоритму перемикання пристрою РПН на одне відгалуження при можливих змінах огинаючої регульованої напруги в одному такті регулювання. Наявність логічних елементів "АБО" 15 і 21 у трактах проходження знакових сигналів обумовлена тим, що БВЗП 20, який формує знакові сигнали, має зону нечутливості, в межах якої сигнал, що характеризує похідну огинаючої регульованої напруги, слід вважати рівним нулю. Якщо ж похідна в момент появи сигналу на виході БЧЗ 23 або 31 дорівнює нулю, тобто регульована напруга не має тенденції до зростання в допустимий діапазон значень, які задаються зоною нечутливості, то варто виробити команду на формування цього приумовлення. Перший логічний елемент "НІ" 14 перетворює нульовий вихідний сигнал блоку БВП 19 в одиничний, на який реагують логічні елементи "АБО" 15 і 21. Таким чином, якщо в момент появи потенційного сигналу на виході БЧЗ 23 регульована напруга має значення, більше допустимого, але похідна його огинаючої має від'ємний знак, то на другому вході третього логічного елемента "І" 12 сигнал відсутній і команда "Зменшити" не буде вироблена. Ця команда буде видаватись тільки в тому випадку, якщо похідна стане рівною нулю або набуде позитивного знаку. Аналогічно, якщо в момент появи сигналу на виході БЧЗ 31 регульована напруга має значення, менше допустимого, а похідна його огинаючої має позитивний знак, то на другому вході

логічного елемента "1" 38 сигнал відсутній і команда "Збільшити" не видається. Вона буде вироблена, якщо похідна стане рівною нулю або набуде від'ємного знаку.

Вихідними сигналами підсилювачів 17 або 32, що відповідають командам "Зменшити" або "Збільшити", запускаються електроприводи пристроїв РПН силових трансформаторів, які можуть бути і різномісними і характеризуватись неоднаковим часом перемикачів. Для забезпечення одночасності перемикачів електроприводів період імпульсів ГТІ 29 за допомогою БЗПТІ 28 може задаватися на рівні 0,6-0,8 часу перемикачів як швидкохідного електропривода, так і тихохідного. Управління БЗПТІ 28 блоком перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39. ГТІ 29 задає послідовність усіх процесів керування і контролю під час циклу перемикачів пристрою РПН на одне відгалуження.

Так роботи пристрою в нормальному режимі пояснюється діаграмою сигналів, приведеною на фіг. 4. Якщо регульована напруга знаходиться в області допустимих значень, то ГТІ 29 генерує послідовність імпульсів із періодом t_1 (фіг. 4,а). При виході регульованої напруги в момент t_1 (фіг. 4,д) з області допустимих значень регулятор видає у схему електропривода пристрою РПН команду "Зменшити" або "Збільшити" (фіг. 4,б). При вмиканні електроприводу кулачковим елементом забезпечує собі режим самоутримання (фіг. 4,в) при перемикачів пристрою РПН на одне відгалуження незалежно від сигналів на виходах підсилювачів 17 і 32 регулятора. Той же кулачковий елемент забезпечує подачу на вхід блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 сигналу "Перемикачів" (фіг. 4,г). По сигналу "Перемикачів" блок перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 посилав сигнал, який змінює структуру БЗПТІ 28 таким чином, що ГТІ 29 починає генерувати імпульси з періодом t_2 (фіг. 4,а). Якщо період тактових імпульсів не змінюється, то це свідчить про несправність регулятора. Справний електропривод повинний завершити перемикачів пристрою РПН на одне відгалуження за час t' (фіг. 4,д). Якщо тривалість сигналу "Перемикачів" (фіг. 4,г), що надходить на вхід блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 і відповідає тривалості режиму самоутримання електроприводу (фіг. 4,в), буде більше t' , то це свідчить про те, що електропривод "застряг". Якщо регулятор і електроприводи пристрою РПН справні, то після здійснення перемикачів пристрою РПН на одне відгалуження електропривод відключається, що приводить до зникнення сигналу "Перемикачів" на вході блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39, який посилав сигнал на зміну структури БЗПТІ 28, встановлюючи знову період тактових імпульсів рівний t_1 (фіг. 4, а). Якщо перемикачів на одне відгалуження пристрою РПН виявилось недостатнім для того, щоб регульована напруга вийшла в область допустимих значень, то регулятор здійснює другий такт перемикачів, аналогічний першому. Блок перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 крім формування команди на зміну періоду тактових імпульсів виконує ще одну функцію - по сигналу "Перемикачів" він встановлює таке значення зони нечутливості в БФЗН 25, при якому будь-який

сигнал, що надходить на вхід БФЗН 25 по тракту регулювання, знаходиться в зоні нечутливості. Це приводить до того, що після вмикання електроприводу сигнал на виході підсилювача 17 або 32 зникає. При цьому електропривод встигає увійти в режим самоутримання (фіг. 4,в), а зникнення сигналів з виходів підсилювачів 17 і 32 використовується для перевірки справності власної схеми регулятора.

Якщо імпульс ГТІ, позначений I (фіг. 4,а), формує команду "Зменшити" або "Збільшити" (фіг. 4,б), яка нормально відпрацьовується електроприводом (фіг. 4,в), то імпульс ГТІ, позначений II (фіг. 4,а), надходить на вхід блоку контролю електроприводу в режимі "Застрягання" 40 вже після того, як на його другий вхід перестав надходити сигнал з виходу блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39, який зникає разом із зникненням сигналу "Перемикачів" (фіг. 3,г). Тому на виході блоку контролю електроприводу в режимі "Застрягання" 40, що реалізує логічну функцію "1", сигнал не з'явиться. Якщо ж відбулося "Застрягання" електроприводу (фіг. 5, в), то під дією сигналу "Перемикачів" (фіг. 5, г) на вхід блоку контролю електроприводу в режимі "Застрягання" 40 надходить сигнал з виходу блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 і в той момент, коли на другий вхід блоку 40 прийде імпульс II (фіг. 5,а) з виходу ГТІ 29. Внаслідок цього на виході блоку 40 з'являється імпульс, який поступає на вхід ББ 41, останній переходить в режим самоутримання і на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить на другі (інвертуючі) входи третього 16 і четвертого 33 логічних елементів "1" і закриває їх. Це забороняє видачу команд "Зменшити" або "Збільшити" на електропривод. Сигнал логічної одиниці з виходу ББ 41 поступає також на БС 42, який забезпечує світлову і звукову сигналізацію про несправність. В початковий стан ББ 41 повертається тільки після полагодження несправності і ручної подачі на нього сигналу "Скид" від зовнішнього джерела. Якщо команда "Зменшити" або "Збільшити" (фіг. 6,б) сформувалась в результаті несправності власної схеми регулятора, що привело до блокування тракту регулювання, то по сигналу "Перемикачів" (фіг. 6,г) БЧЗ 23 або 31 не може повернутись у вихідний стан. В цьому випадку, незалежно від приходу з виходу блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 на вхід БЗПТІ 28 сигналу на перебудову структури останнього, ГТІ 29 продовжує генерувати імпульси з періодом t_1 (фіг. 6, а). Тому імпульс, позначений номером II (фіг. 6,а) ГТІ, поступаючи на вхід блоку контролю електроприводу в режимі "Застрягання" 40, на другому вході якого вже є вихідний сигнал блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39, викликає появу на виході блоку 40 сигналу, який поступає на вхід ББ 41, що приводить до блокування керуючих сигналів регулятора і до сигналізації про несправність.

Якщо при появі команди "Зменшити" або "Збільшити" (фіг. 7,б) електропривод знаходиться в режимі "Рух відсутній" (фіг. 7,в), то на вхід блоку перемикачів ГТІ в нормальному режимі 39 не надходить сигнал "Перемикачів" (фіг. 7,г), тому ГТІ 29 продовжує генерувати послідовність імпульсів з періодом t_1 . Імпульс номер II ГТІ (фіг. 7,а), впли-

ваючи на блок контролю схеми регулятора і електроприводу в режимі "Рух відсутній" 38 разом з сигналом, що надійшов з виходу підсилювача 17 або 32, викликає появу на виході блоку 38 сигналу, який поступає на вхід ББ 41, що приводить до блокування керуючих сигналів регулятора і до сигналізації про несправність.

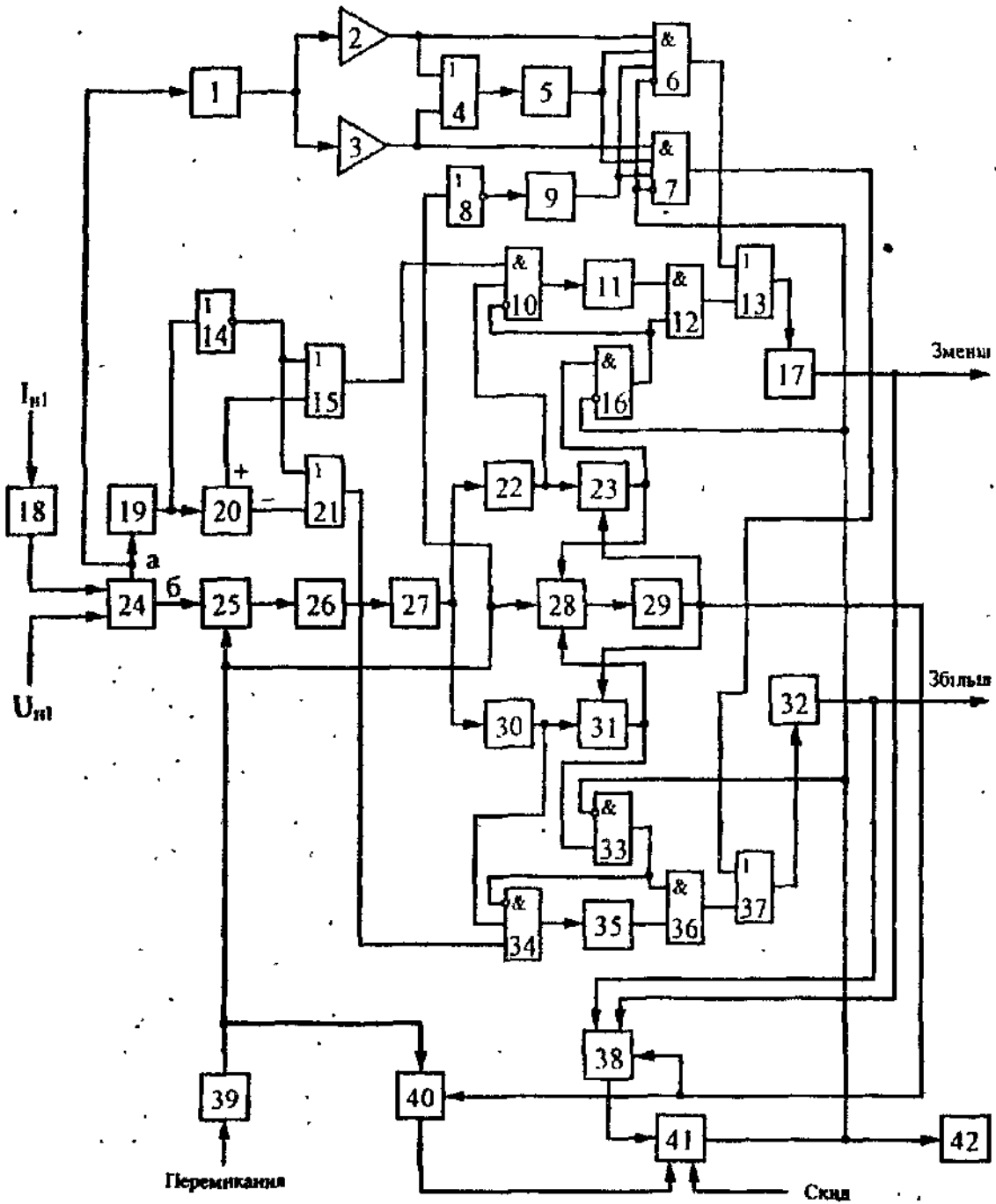
З виходу а суматора 24 пульсуюча напруга U_c (фiг. 3,б) поступає на фільтр 1, з виходу якого потенціальний сигнал подається на входи ТШ 2 і 3, які виконують роль порогових елементів і задають межі другої зони нечутливості, ширина якої більша за ширину зони нечутливості, що формується БФЗН 25. ТШ 2 контролює вихід напруги за верхню межу другої зони нечутливості, а ТШ 3 - за нижню. Якщо значення напруги виходить за межі другої зони нечутливості, то на виході ТШ 2 (при виході напруги за верхню межу зони) або ТШ 3 (при виході напруги за нижню межу зони) з'являється сигнал логічної одиниці. Цей сигнал поступає на перший вхід відповідно сьомого 6 або восьмого 7 логічного елемента "І", і одночасно, проходячи через п'ятий логічний елемент "АБО" 4 та третій БЧЗ 5, подається на другий вхід того ж логічного елемента "І". Затримка сигналу БЧЗ 5 необхідна для запобігання реакції системи на пікове збурення. Якщо РПН не заходить в процес перемикання, то на вхід другого логічного елемента "НІ" 8 поступає сигнал логічного нуля з виходу блоку перемикання ГТІ в нормальному режимі 39, а на виході другого логічного елемента "НІ" 8 присутній сигнал логічного одиниці. Цей сигнал, проходячи через четвертий БЧЗ 9, подається на треті входи сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І". При справних регуляторі і електроприводі з виходу ББ 41 на четверті (інвертуючі) входи сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І" поступає сигнал логічного нуля. Таким чином, сигнал логічної одиниці на виході сьомого 6 (або восьмого 7) логічного елемента "І" з'являється при виході значення контрольованої напруги за верхню (або нижню) межу другої зони нечутливості на протязі часу, який задається третім БЧЗ 5, і нерухомому електроприводі пристрою РПН силового трансформатора. Цей сигнал, проходячи через третій 13 (або четвертий 37) логічний елемент "АБО" і перший 17 (або другий 32) підсилювач, дає команду пристрою РПН на перемикання відгалуження в сторону зменшення (або збільшення) напруги вторинної обмотки силового трансформатора. Коли електропривод пристрою РПН починає рух, на вході другого логічного елемента "НІ" 8 з'являється сигнал логічної одиниці, який надходить з виходу блоку перемикання ГТІ в нормальному режимі 39, а на виході другого логіч-

ного елемента "НІ" 8 з'являється сигнал логічного нуля, який через четвертий БЧЗ 9 без затримки поступає на треті входи сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І" і забороняє подачу керуючих сигналів на пристрій РПН. По закінченні перемикання на вхід другого логічного елемента "НІ" 8 подається сигнал логічного нуля, а на його виході з'являється сигнал логічної одиниці, який, проходячи через четвертий БЧЗ 9, через деякий час з'являється на його виході і подається на треті входи сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І", що дозволяє проводити подальше перемикання пристрою РПН. Затримка сигналу дозволу на перемикання на час, який задається четвертим БЧЗ 9, потрібна для відстрочки від перехідних процесів в електричній мережі і фільтрі 1 після закінчення перемикання, що забезпечує стійку роботу системи регулювання. Коли в результаті серії перемикань напруга на вторинній обмотці силового трансформатора заходить в зону нечутливості, яка задається БФЗН 25, на виходах ТШ 2 і 3 з'являються сигнали логічного нуля, які подаються на перші входи сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І", що призводить до появи на їх виходах сигналів логічного нуля.

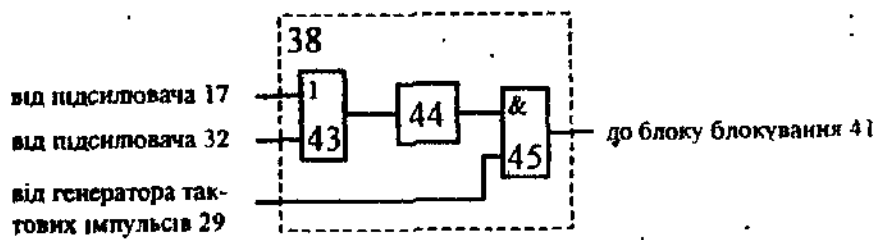
При несправності схеми регулятора або електропривода з виходу ББ 41 на четверті (інвертуючі) входи сьомого 6 і восьмого 7 логічних елементів "І" поступає сигнал логічної одиниці, що приводить до блокування видачі керуючих сигналів на електропривод.

Оскільки час затримки сигналів третього 5 і четвертого 9 БЧЗ значно менший за час затримки сигналів першого 23 і другого 31 БЧЗ, то при значних відхиленнях напруги регулятор швидко проводить серію перемикань пристрою РПН для приведення регульованої напруги до нормованого значення.

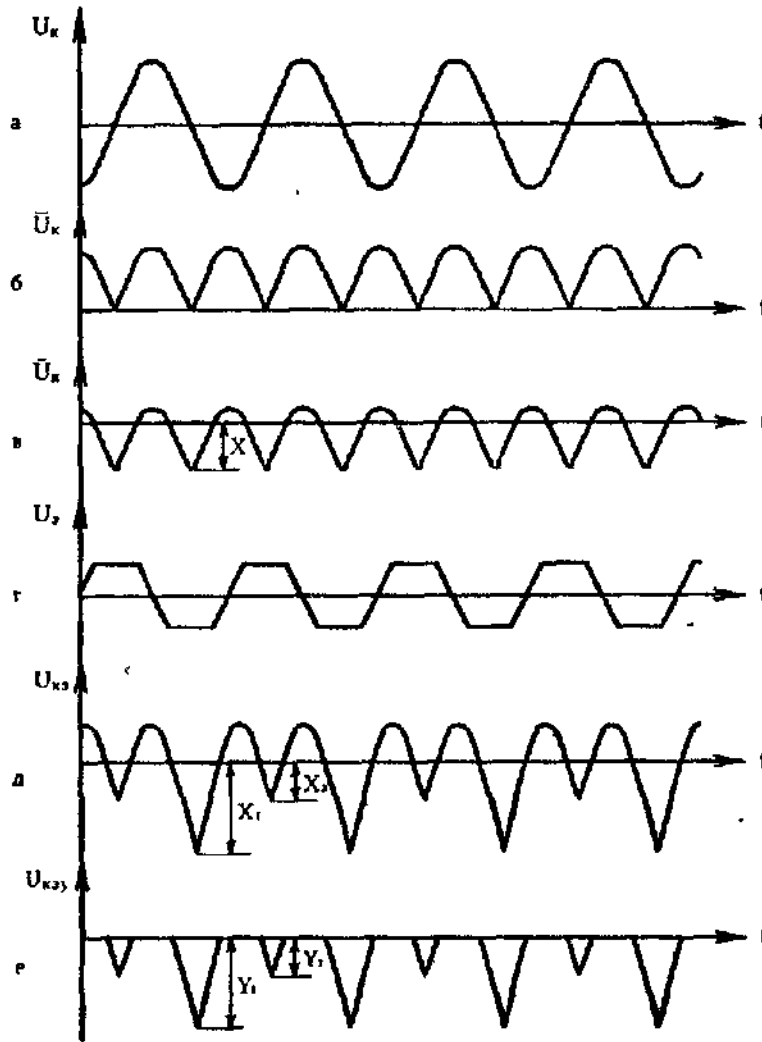
Для коректної роботи регулятора блок контролю схеми регулятора і електропривода 38 реалізовано на логічному елементі "АБО" 43 (фiг. 2), на входи якого подаються сигнали з виходів підсилювачів 17 і 32, а вихідний сигнал через БЧЗ 44 поступає на перший вхід логічного елемента "І" 45, на другий вхід якого подаються імпульси з ГТІ 29, а вихідний сигнал поступає на другий вхід ББ 41. Введення БЧЗ 44 обумовлене тим, що реакція регулятора на значні відхилення регульованої напруги не синхронізована з роботою ГТІ 29. А це може привести до хибного спрацювання ББ 41. Тому тривалість часу затримки сигналу в БЧЗ 44 вибирається не меншою за тривалість часу входження електроприводу в режим самоутримання і не більшою за t_1 .



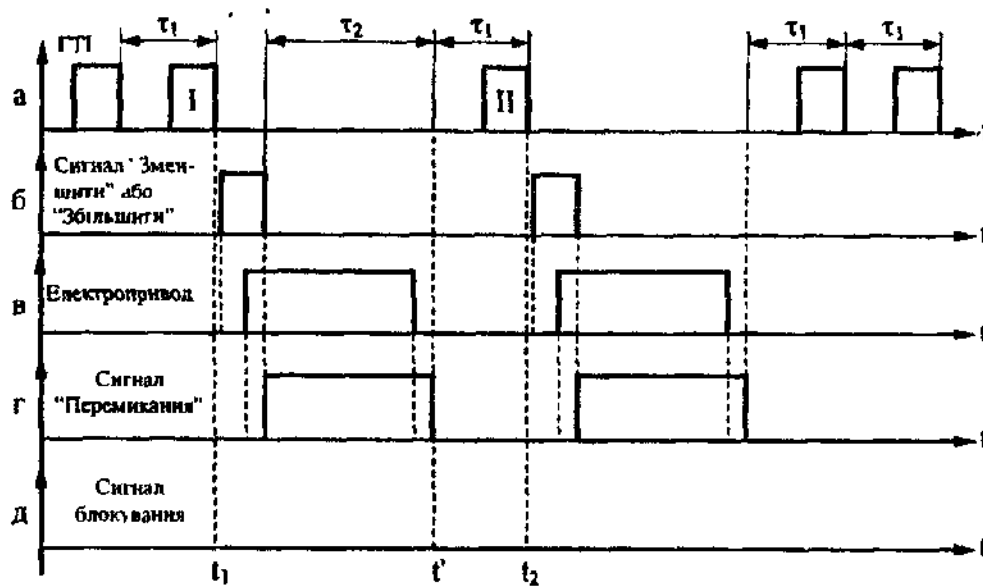
Фіг. 1



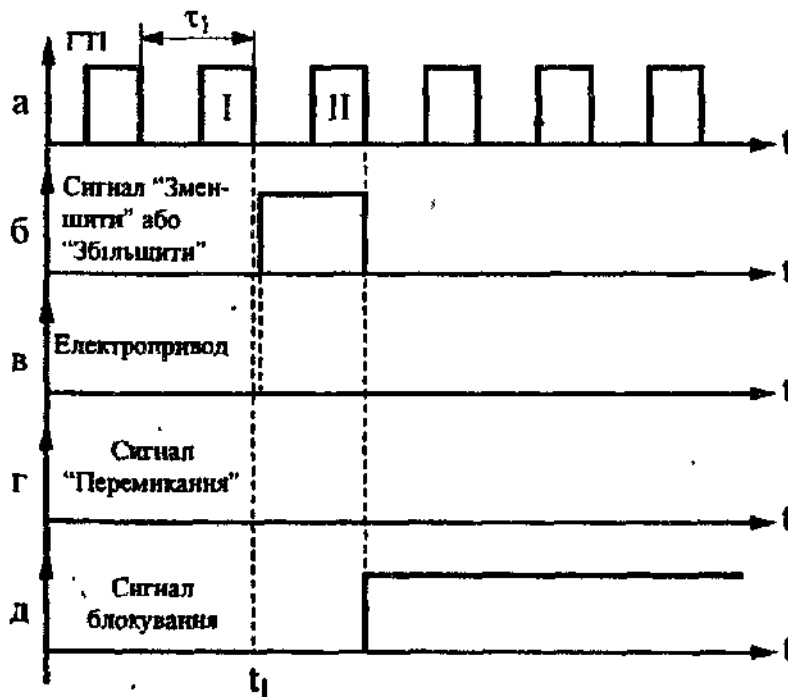
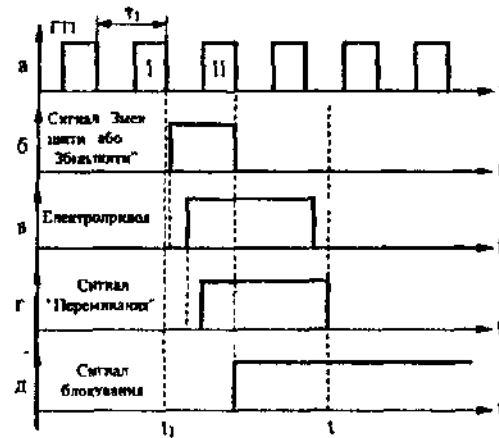
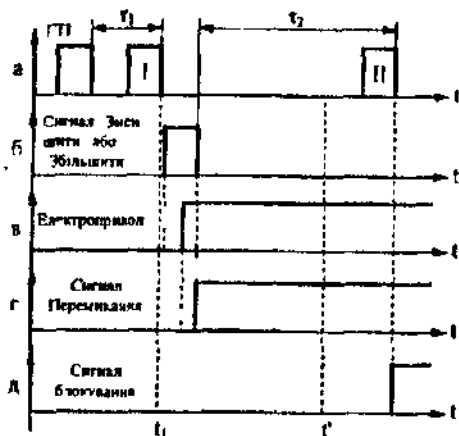
Фіг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Тираж 50 екз

Відкрите акціонерне товариство «Патент»
 Україна, 88000, м Ужгород, вул Гагаріна, 101
 (03122) 3-72-89 (03122) 2-57-03