

ЛАБОРАТОРНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ДИСКРЕТНИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ НАСОСНИХ УСТАНОВОК

Бур'ян С.О., к.т.н., доц., Печеник М.В. к.т.н., доц., Геращенко І.М., Фомін Б.В., студенти

КПІ ім. Ігоря Сікорського, кафедра автоматизації електромеханічних систем та електроприводу

Вступ. З кожним роком в промисловості підвищується рівень автоматизації, що дозволяє досягати високої надійності роботи обладнання і здійснювати ефективний контроль та керування технологічними процесами. Однією з сфер впровадження систем автоматизації, де триває заміна застарілих релейно-контактних схем на сучасні програмовані логічні контролери або реле є гідравлічні системи.

Промислові насосні установки, які здійснюють перекачування великої кількості рідини, наповнюють резервуари, здійснюють полив та ін. зазвичай керуються по дискретним алгоритмах, що дає можливість реалізувати систему керування на простих логічних реле. Такий підхід зводить до мінімуму витрати на модернізацію і не потребує втручання у гідравлічну мережу.

Якщо насосів у системі декілька, переключення їх схем з'єднань виконується зазвичай вручну за допомогою вентилів без використання додаткового обладнання (наприклад керованих засувки та ін.), яке у декілька раз збільшує собівартість системи. Таким чином актуальним завданням є розробка лабораторної установки для вивчення дискретних систем автоматизації насосних установок, які широко використовуються у промисловості та інших сферах діяльності людини.

Мета роботи. Метою роботи є модернізація лабораторії з дисципліни «Автоматизація технологічних процесів, установок і комплексів» шляхом розробки нового лабораторного стенда для дослідження систем автоматизації насосних установок на основі програмованого логічного реле Lovato.

Матеріали і результати досліджень. Лабораторна установка складається з трьох мембранних насосів потужністю 9 Вт, які можна за допомогою вентилів переключати у будь-яке гідравлічне з'єднання між собою, двох баків об'ємом 15 літрів з трьома дискретними датчиками рівня в кожному, програмованого логічного реле Lovato LRD20RA024 та кнопок керування. Стенд також має два імпульсні давачі продуктивності, які будуть застосовані у подальшій роботі.

Схема електричних з'єднань стенду, представлена на рис. 1. На схемі зображено 3 насоси M1, M2, M3; 2 кнопки керування SB1, SB2 – «Пуск» та «Стоп», та контакти дискретних датчиків SQ1-SQ6. SQ1 та SQ4 встановлені знизу баків, SQ2 та SQ5 – посередині, а SQ3 та SQ6 – зверху, причому ці датчики мають інверсний контакт. Двигуни живляться від джерела живлення постійної напруги 12В, ПЛК – від джерела живлення змінної напруги 24 В. Живлення на стенд подається вимикачем QF1.

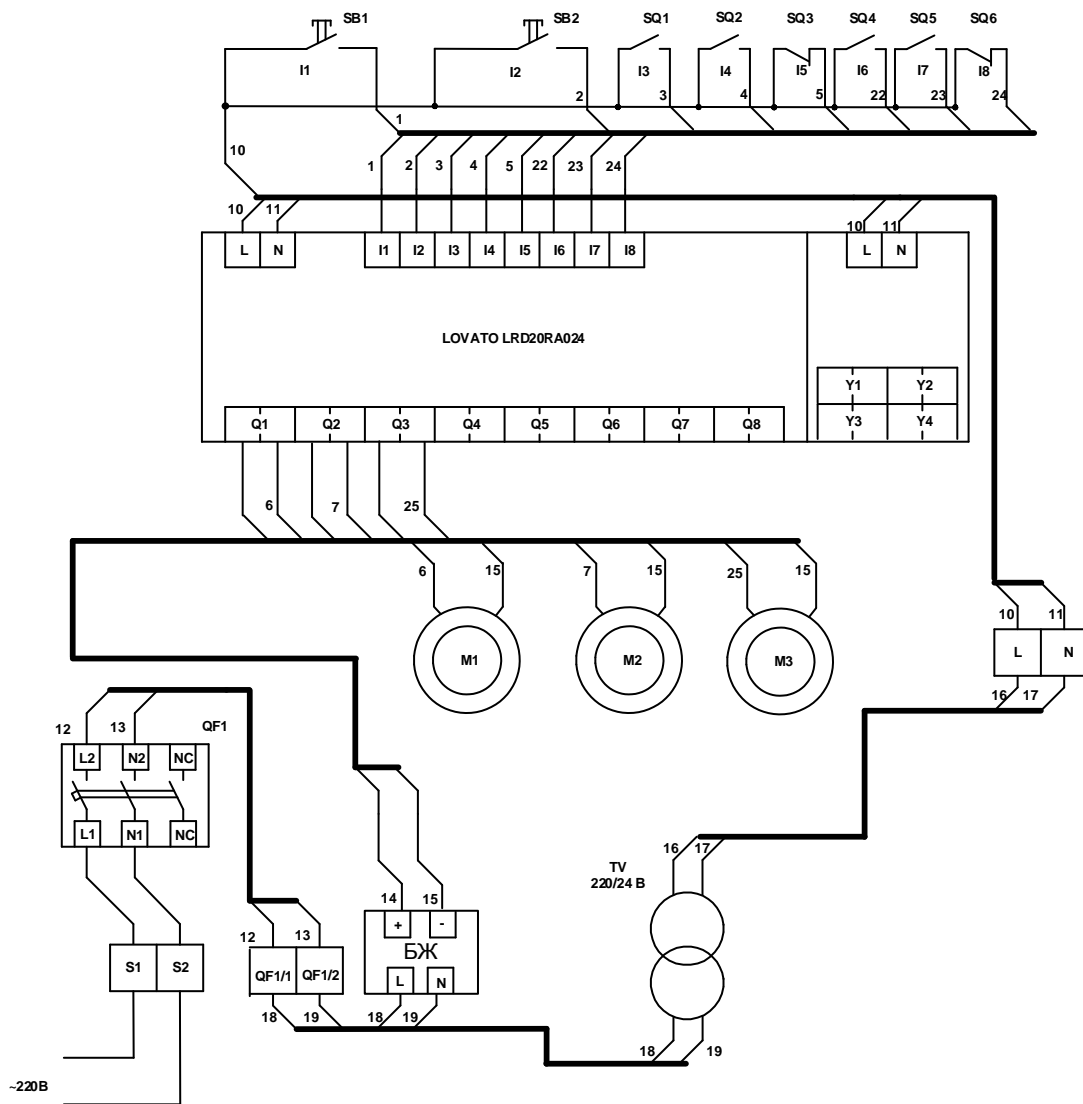


Рисунок 1 – Схема електричних з'єднань лабораторного станду

На рисунку 2 зображено гідравлічну схему підключень лабораторної насосної установки з наступними умовними позначеннями: Б1 та Б2 – баки 1 та 2 відповідно; ДР1-ДР6 – датчики рівня; Н1-Н3 – насоси; ДП1, ДП2 – датчики продуктивності. Переключення гідравліки відбувається вручну на основі вентилів К1-К11.

Дана схема дозволяє виконувати різноманітні варіанти включення насосів в контур гідросистеми в залежності від поставленої задачі, а саме:

- окреме включення кожного насосу для перекачування води із баку 1 в бак 2 (Н1 – відкриваються К1, К6; Н2 – відкриваються К1, К3, К11; Н3 – відкриваються К2, К8);
- послідовна робота всіх трьох насосів (відкриваються К2, К4, К7, К11);
- паралельна робота всіх трьох насосів (відкриваються К1, К2, К3, К4, К5, К6, К11);

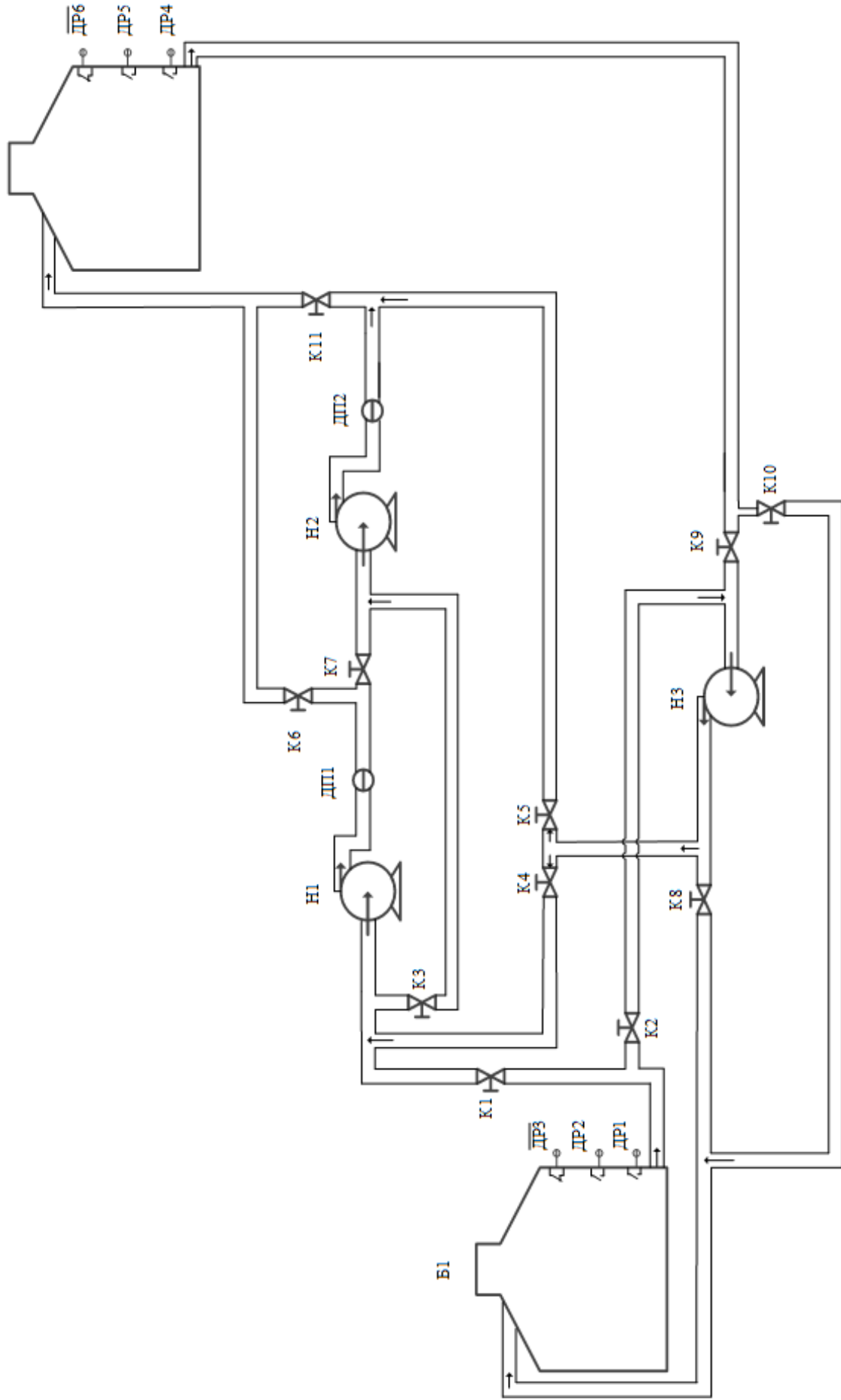


Рисунок 2 – Гідралічна схема підключень наносної установки

- паралельна робота двох насосів (відкриті К1, К3, К6, К11);
- послідовна робота двох насосів (відкриті К1, К7, К11);
- послідовно-паралельна робота насосів (відкриті К2, К3, К4, К6, К11);
- відкачування води третім насосом (відкриті К8, К9);
- відкачування води третім насосом при роботі двох насосів паралельно на закачування (відкриті К1, К3, К6, К8, К9, К1).

Розглянемо приклад синтезу схеми керування двома насосами Н1 та Н2. Перед ввімкненням насосів необхідно відкрити кран К10 та переключити насоси у режим паралельного закачування (відкрити К1, К3, К6, К11). При натисненні кнопки «а» та відсутності води у баку 2 ($SQ_4=0$) вмикаються два насоси Н1 та Н2. При досягненні рідиною датчика верхнього рівня ($SQ_6=0$) насоси вимикаються. Коли води стане менше половини ($SQ_5=0$) насоси знову вмикаються і т.д. У будь-якому режимі кнопка «b» вимикає насоси та переводить схему у вихідний стан. Графоперехід, що описує роботу схеми, зображений на рис. 3 [1].

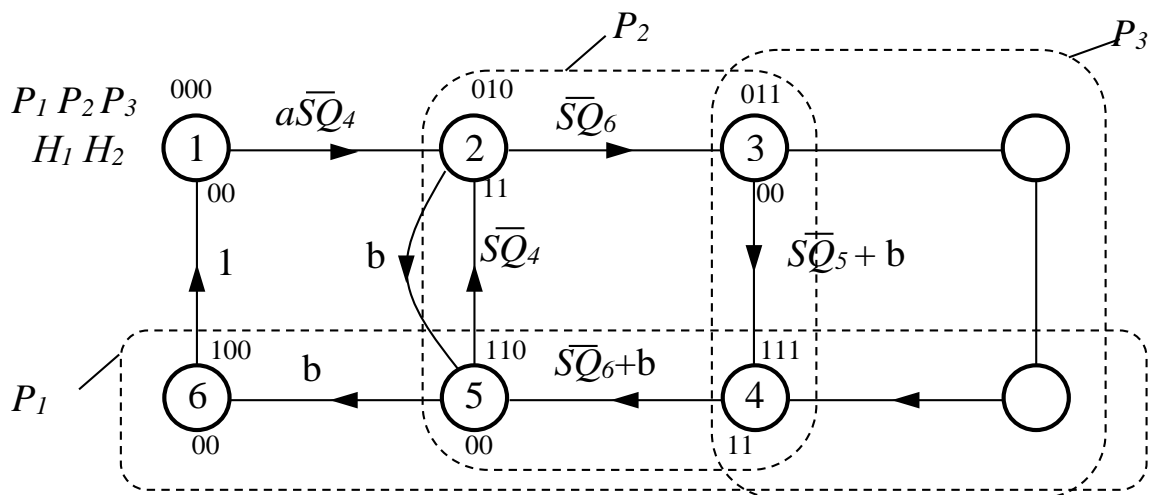


Рисунок 3 – Графоперехід за умовою роботи схеми

Складаємо рівняння для тригерів та вихідних змінних.

Умови встановлення та скидання тригерів:

$$S_{p1} = (\overline{SQ_5} + b) \cdot \overline{p_2 p_3} + b p_2 p_3 = \overline{SQ_5} p_2 p_3 + b p_2;$$

$$R_{p1} = \overline{SQ_4} p_2 p_3 + \overline{p_2 p_3};$$

$$S_{p2} = a \overline{SQ_4} p_1 p_3;$$

$$R_{p2} = b p_1 p_3;$$

$$S_{p3} = \overline{SQ_6} p_1 p_2;$$

$$R_{p3} = (\overline{SQ_6} + b) p_1 p_2.$$

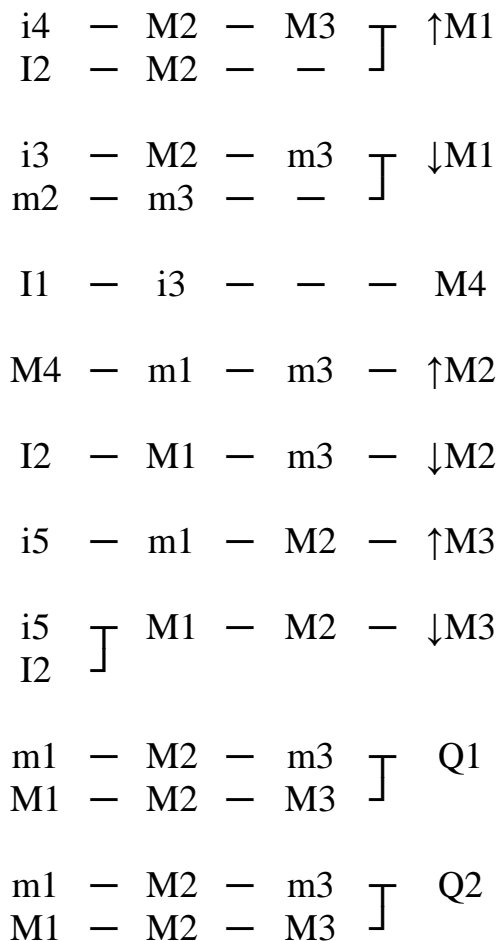
Умова роботи вихідних змінних:

$$H_1 = \overline{p_1 p_2 p_3} + p_1 p_2 p_3;$$

$$H_2 = \overline{p_1 p_2 p_3} + p_1 p_2 p_3.$$

Написання програми для логічного реле Lovato LRD20RA024 необхідно виконати адресацію змінних: a – I1, b – I2, SQ4 – I3, SQ5 – I4, SQ6 – I5, P1 – M1, P2 – M2, P3 – M3, H1 – Q1, H2 – Q2.

Програма на мові Ladder Diagram (LD) [2] за отриманими вище рівняннями має вигляд:



Після проведення експериментального тестування системи, можна сказати, що вона виконує всі умови поставленої задачі.

Висновки. В даній статті була вирішена актуальна задача вдосконалення лабораторної бази шляхом розробки сучасного лабораторного стенда для дослідження систем автоматизації насосних установок на основі програмованого логічного реле Lovato LRD20RA024. Для перевірки працездатності стенду за умовою роботи схеми був виконаний синтез задачі керування двома насосами, складена програма на мові LD, яка була відпрацьована на стенді. На основі прикладу будуть розроблені більш складні задачі автоматизації для лабораторних робіт.

Перелік посилань

1. Ковальчук О.В. Логічний синтез дискретних схем автоматики: навч. посіб. / О.В. Ковальчук – К.: НТУУ «КПІ», 2008. – 168 с. ISBN 978-966-622-294-0.
2. Ковальчук О.В. Застосування різних методів в синтезу для складних програм для логічних програмованих контролерів / О.В. Ковальчук, С.О. Бур'ян // Інформаційний збірник Промелектро. «Промислова електроніка та електротехніка». – №4. – 2010 р. – С. 51-53.