

прив'язані отримані в MatLab коефіцієнти ПІ-регулятора, таким чином організовано управління витратою другого розчину.

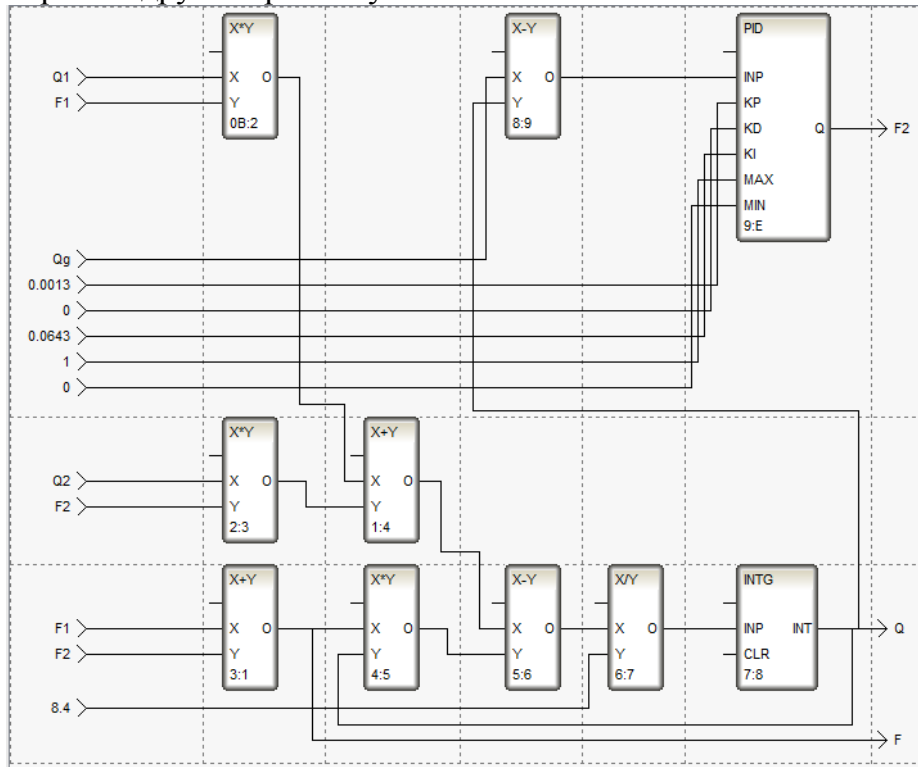


Рис. 2. Програма регулювання на мові FBD в Trace Mode

Графічна частина проекту в Trace Mode являє собою динамічну форму відображення апарату з мішалкою. За допомогою монітора реального часу і графічного екрану організовано імітаційне моделювання об'єкта управління в реальному масштабі часу. Графік, що відображає динаміку зміни вихідної концентрації речовини, показаний на рисунку 3.

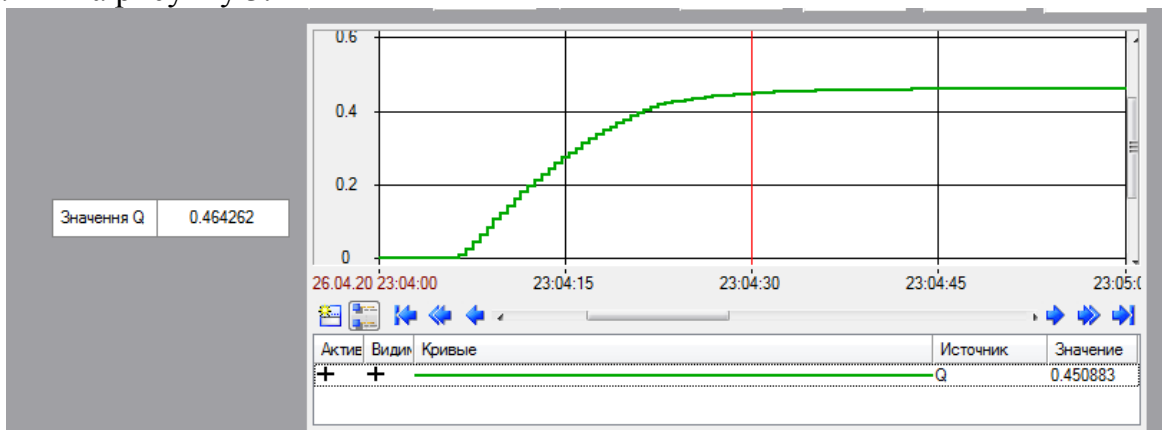


Рис. 3. Тренд зміни вихідної концентрації речовини

В результаті засобами пакету Simulink Design Optimization були знайдені оптимальні коефіцієнти ПІ-регулятора:  $K_i = 0,0643$ ;  $K_p = 0,0013$ . За допомогою Trace Mode визначено: час регулювання перехідного процесу - 26 с; стає значення концентрації - 0,46426.

## ВИКОРИСТАННЯ ЛАЗЕРНО-ПРАСУВАЛЬНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ДЛЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ДРУКОВАНОЇ ПЛАТИ

Матюк Д.С. Студент групи КІ-19д, Деркач М.В. к.т.н., доцент  
Східноукраїнський національний університет ім. В. Даля

Мета роботи – показати можливість виготовлення друкованої плати в домашніх умовах завдяки використанню лазерно-прасувальної технології.

Суть методу виготовлення друкованих плат в тому, що на фольгований текстоліт наноситься захисний рисунок, який запобігає травленню міді. В результаті, після травлення, на платі залишаються доріжки провідників. Способів нанесення захисних рисунків багато. Раніше рисунки наносили нітрофарбою, за допомогою скляної трубочки, потім стали використовувати водостійкі маркери або навіть вирізати зі скотчу та наклеювати на плату. Також для аматорського застосування став доступний фоторезист, що наноситься на плату, а потім засвічується. Засвічені ділянки стають розчинні в лузі і змиваються. Але за простотою застосування, дешевизні та швидкості виготовлення всі ці методи сильно програють методу ЛУТ (лазерно-прасувальній технології).

ЛУТ - технологія створення друкованої плати методом лазерної праски. Захисний рисунок утворюється тонером, який за допомогою нагрівання переноситься на текстоліт. Метод ЛУТ застосовується в якості альтернативи класичним монтажним платам, так як відмінно підходить для виконання фінальних пристроїв, завдяки досить високій якості друкованих плат, одержуваних таким методом.

Отже, спочатку необхідно накреслити схему виготовленої плати, в нашому випадку, використано програмне забезпечення Kicad (рис. 1).

Потім після друку вирізаємо схему плати точно по контуру, а також готуємо потрібного розміру текстоліт. Тоді прикладаємо схему на плату, тонером донизу. Розігрів праску на максимум, сильно притискаємо і пропрасовуємо так, щоб тонер прилип до міді. Виготовлення двосторонньої плати відбувається також, тільки робиться три отвори, як можна меншого діаметру. І після витравлення однієї сторони за цими отворами сполучають і накочують другу сторону.

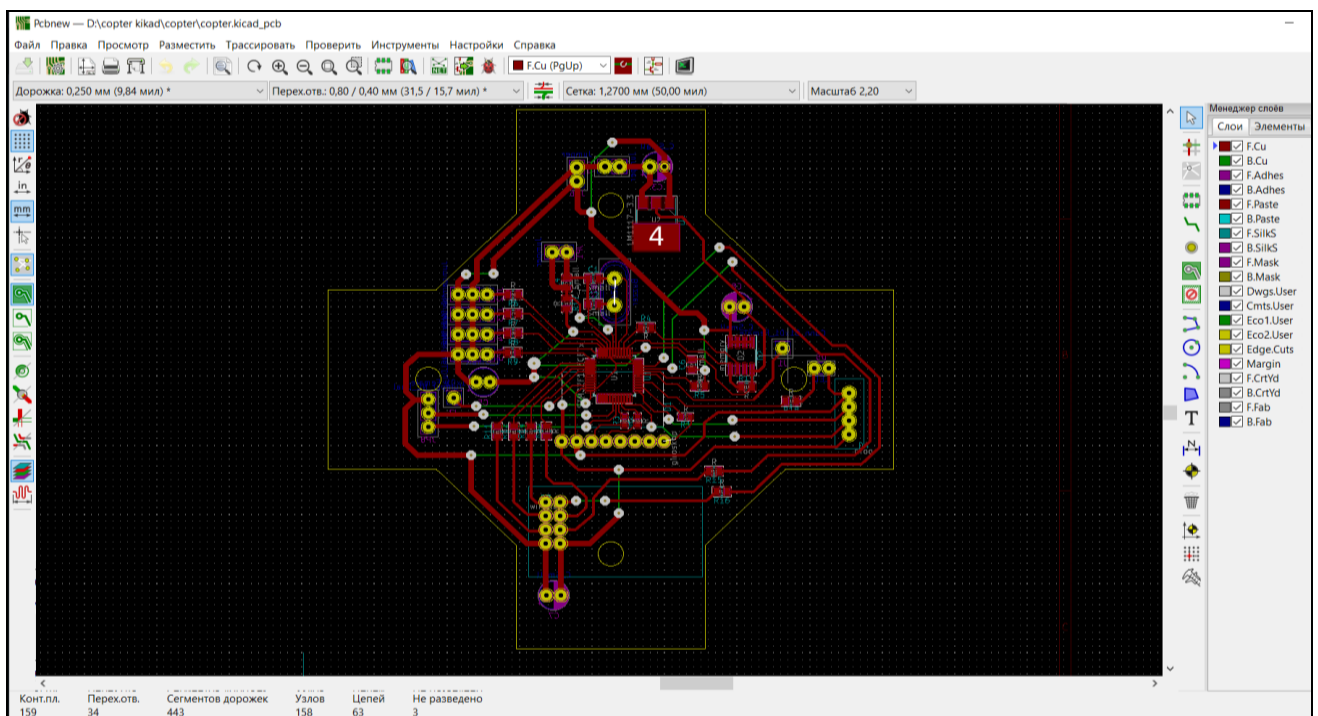


Рисунок 1 - Схема виготовленої плати

Так, завдяки методу ЛУТ було виготовлено двосторонню друковану плату із застосуванням персульфату натрію, що, зазвичай, використовують для витравлення друкованих схем, і міді (рис. 2).

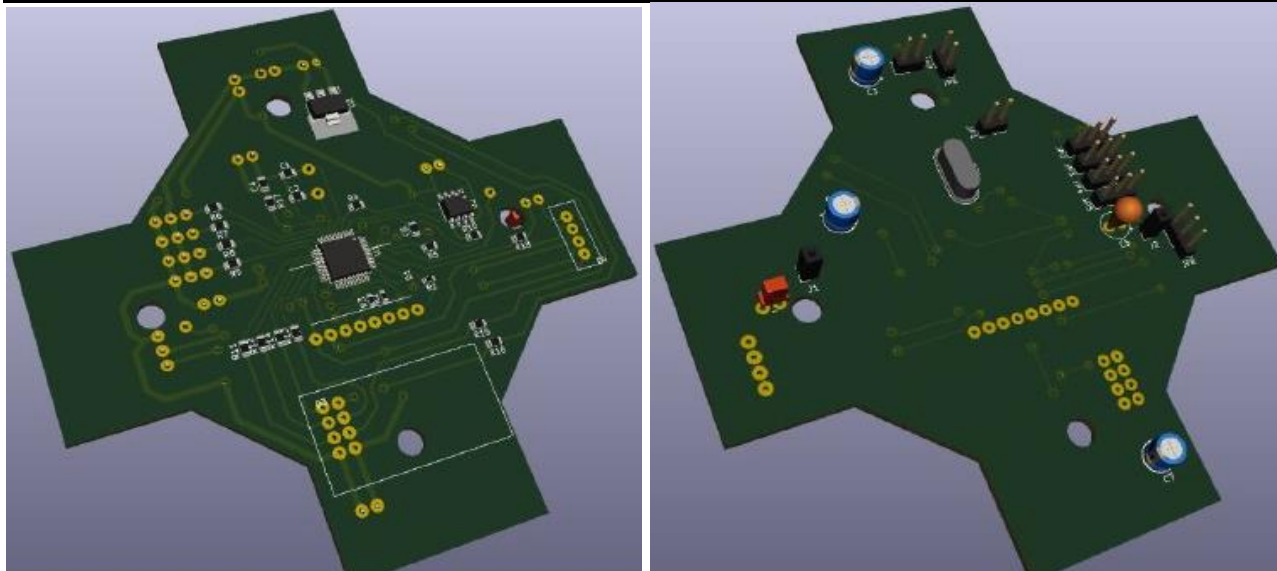


Рисунок 2 – Вид друківної плати з двох сторін

Плата, в основі якої лежить мікроконтролер STM32F4xx, має специфічну хрестоподібну форму для розміщення на конкретній моделі рами.

Популярність сімейства STM32 від компанії STMicroelectronics, яка є найбільшим виробником мікроконтролерів в світі, багато в чому визначається величезним вибором моделей, та відповідності вимогам, що пред'являються до продуктивності / рівня інтеграції / споживання / вартості.

Для реалізації проєкту використана універсальна рама F450 – це доступне та популярне рішення для квадрокоптерів розміром 450мм. Балки рами виконані з пластика з армованим скловолокном, що дає підвищену міцність навіть при падінні та неакуратних приземленнях. По центру рами достатньо місця для встановлення різного бортового обладнання, польового контролера, акумулятора, а також FPV (First Person View) систем.

Окрім мікроконтролера STM32 і рами для БПЛА F450, при розробці квадрокоптера, використані наступні компоненти:

- модуль GY-521 на мікросхемі MPU-6050, який містить в собі MEMS гіроскоп і MEMS акселерометр;
- двигуни безколекторні a2212 / 13t 1000kv;
- драйвера двигунів hw30a;
- бездротовий модуль NRF24L01;
- лопаті.

В підсумку, для зручності в домашніх умовах для виготовлення двосторонньої друківної плати використано лазерно-прасувальну технологію. Таким чином, розмір плати відповідає розмірам шасі квадрокоптера, що дозволило розмістити на виготовленій платі всі необхідні компоненти, тим самим знизити кількість дротів до мінімуму та уникнути надбудови декількох плат.

## УДОСКОНАЛЕННЯ ГІДРОПРИВОДУ З ОБ'ЄМНИМ РЕГУЛЮВАННЯМ ДЛЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Кучма І.В., Соколов В.І., д.т.н., професор

*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля*

Метою роботи є удосконалення автоматичного гідроприводу з об'ємним регулюванням, що може бути використаний у металорізальних верстатах та системах,