

# Praca dyplomowa inżynierska

## Projekt oraz budowa automatycznego systemu dozowania do wyznaczenia czasu mieszania w reaktorze *single-use*



**Autor:** Bartosz Kłosiewicz

Nr albumu: 306861

Promotor: dr hab. inż. Maciej Pilarek, prof. uczelni

Opiekun pomocniczy: mgr. inż. Mateusz Bartczak

Rok akademicki: 2022/2023

### Wprowadzenie

W zastosowaniach bioinżynieryjnych dużą popularnością cieszą się bioreaktory *single-use*, w których stosuje się jednorazowych naczynia hodowlane wykonanych z tworzywa sztucznego. Są one chętnie stosowane w przemyśle biofarmaceutycznym ze względu na szereg zalet. Jednym z typów bioreaktorów *single-use* są bioreaktory z mieszaniem typu *wave*, do których należy wykorzystany w badaniach przeprowadzonych w ramach niniejszej pracy bioreaktor *ReadyToProcess™ WAVE 25* firmy Cytiva (USA). Ważnym parametrem używanym do charakteryzowania pracy tego typu urządzeń jest czas mieszania, czyli okres potrzebny do uzyskania określonego stopnia homogeniczności. Można go mierzyć metodą kolorymetryczną, polegającą na dodaniu traseru i obserwacji jego zmiany barwy wraz z upływem czasu.

### Cel i zakres pracy

Celem pracy było zaprojektowanie oraz wykonanie automatycznego systemu dozowania traseru do wyznaczenia czasu mieszania w reaktorze *single-use*.

Zakres pracy obejmował:

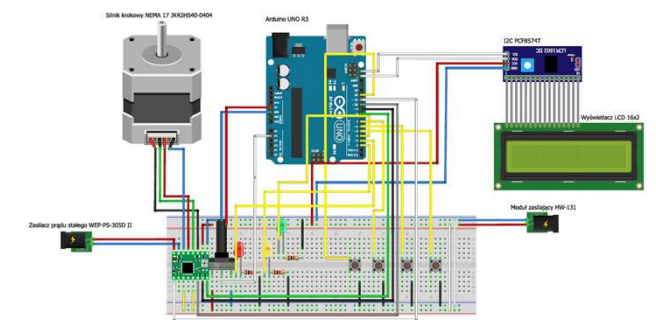
- Przegląd literatury dotyczącej najważniejszych cech oraz typów bioreaktorów *single-use*, definicji czasu mieszania oraz metod jego wyznaczenia, ze szczególną uwagą poświęconą metodzie kolorymetrycznej.
- Zaprojektowanie i wykonanie elementów konstrukcyjnych układu dozowania przy użyciu oprogramowania CAD oraz z zastosowaniem technik druku 3D.
- Opracowanie kodu źródłowego programu sterującego pracą układu elektronicznego opartego o mikrokontroler na płycie Arduino UNO R3.
- Zredagowanie dokumentacji opracowanego układu, obejmującej: schemat układu elektronicznego, rysunki techniczne części konstrukcyjnych, opis działania kodu źródłowego programu oraz procedury kalibracji układu.
- Sformułowanie wniosków końcowych i przygotowanie manuskryptu pracy dyplomowej.

### Część teoretyczna

W ramach pracy przedstawiono historię i rozwój bioreaktorów *single-use*, omówiono aktualnie najpopularniejsze ich rodzaje. Przedstawiono poszczególne parametry, pozwalające na scharakteryzowanie reaktorów, wraz z przykładami ich aplikacyjności. Następnie zdefiniowano czas mieszania i omówiono metody jego wyznaczenia z wyszczególnieniem metody kolorymetrycznej.



Rys. 1 Dozownik traseru przymocowany do platformy reaktora



Rys. 2 Schemat układu elektronicznego systemu dozowania traseru.

### Wykonanie projektu

W trakcie prac, za pomocą oprogramowania CAD zaprojektowano modele 3D poszczególnych elementów dozownika (rys. 1), które następnie zostały wydrukowane za pomocą drukarki 3D. W trakcie prac doświadczalnych opracowano następujące elementy systemu dozownika: zacisk montażowy (uchwyt do bioreaktora), uchwyt na strzykawkę, uchwyt na silnik krokowy oraz przekładnię zębatkową złożoną z koła zębatego i zębataki poruszającej tłokiem strzykawki. Silnik krokowy napędza przekładnię zgodnie z układem elektronicznym (rys. 2). Najważniejszym elementem układu jest płyta Arduino UNO R3 z wgranym programem sterującym pracą układu.

### Wnioski

Zaprojektowany dozownik dobrze pasuje do platformy reaktora oraz stabilnie utrzymuje strzykawkę i silnik krokowy. Dzięki potencjometrowi możliwe jest ustawienie objętości dozowanego składnika z dokładnością do 0,1 ml w zakresie objętości roboczej strzykawki: 0 - 5 ml). Tłok strzykawki może być wciskany i wysuwany przy użyciu jednego przycisku. Przekładnia zębatkowa precyzyjnie porusza tłokiem. Dzięki spełnieniu powyższych kryteriów urządzenie bardzo dobrze spełnia funkcje dozownika traseru, w zakresie precyzyjnego i powtarzalnego dozowania odczynników.