XXVII EDYCJA KONKURSU IM. DRA INŻ. MARKA PONCYLIUSZA
NA NAJLEPSZĄ PRACĘ DYPLOMOWĄ
OBRONIONĄ NA WYDZIALE SAMOCHODÓW I MASZYN ROBOCZYCH

Projekt i badania wstępne stanowiska do czyszczenia metodą ultradźwiękową

Autor: inż. Filip Gruca, Promotor: dr hab. inż. Michał Makowski, prof. uczelni

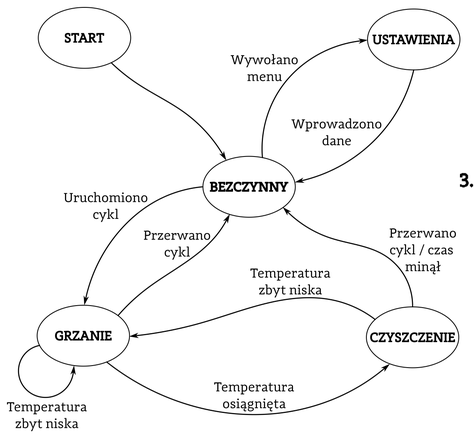
Cel pracy:

Osiągnięcie wyższej efektywności czyszczenia podzespołów pojazdów i maszyn przez zastosowanie myjni ultradźwiękowej wyposażonej w układ sterowania będący w stanie zapewnić dopasowanie generowanych fal do fizycznych właściwości obiektu.

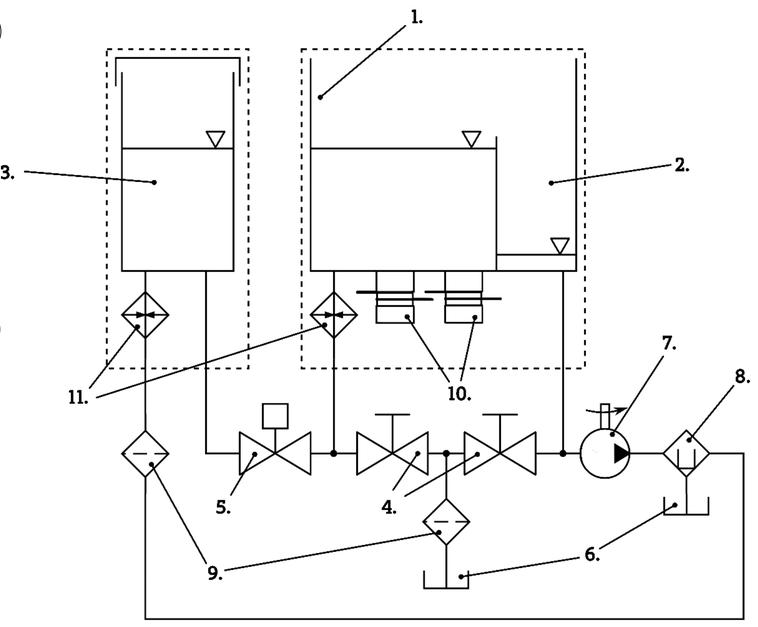
Zakres pracy:

1. Projekt i wykonanie stanowiska do czyszczenia ultradźwiękowego, gdzie częstotliwości i kształty fal są zadawane przez użytkownika;
2. Opracowanie układu do monitorowania parametrów istotnych z punktu widzenia czyszczenia ultradźwiękowego;
3. Zweryfikowanie poprawności działania stanowiska.

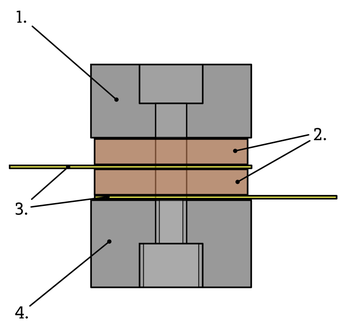
Etap I:
Przygotowanie koncepcji myjni ultradźwiękowej.



Maszyna stanu.

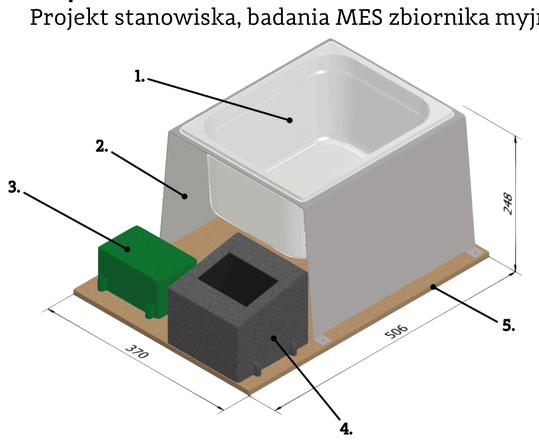


Schematyczna ilustracja obiegu cieczy myjącej w przemysłowej myjni ultradźwiękowej. 1. - zespół zbiornika głównego, wyposażony w grzałkę, przetworniki i zbiornik przelewowy, 2. - zbiornik przelewowy, 3. - zespół zbiornika buforowego, 4. - zawory serwisowe (normalnie zamknięte), 5. - elektrycznie sterowany zawór dopływu cieczy, 6. - zbiorniki utylizacyjne, 7. - pompa, 8. - filtr adsorpcyjny, 9. - filtry siatkowe, 10. - przetworniki piezoelektryczne, 11. - grzałki.

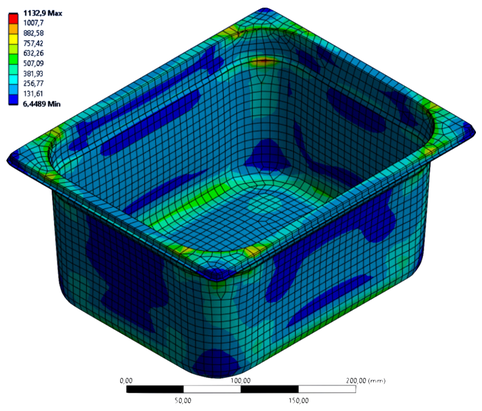


Schematyczna ilustracja konstrukcji typowego przetwornika piezoelektrycznego. 1. - górna masa stroająca z miejscem na śrubę, 2. - płytki piezoelektryka, 3. - elektrody, 4. - dolna masa stroająca z miejscem na śrubę i mocowaniem.

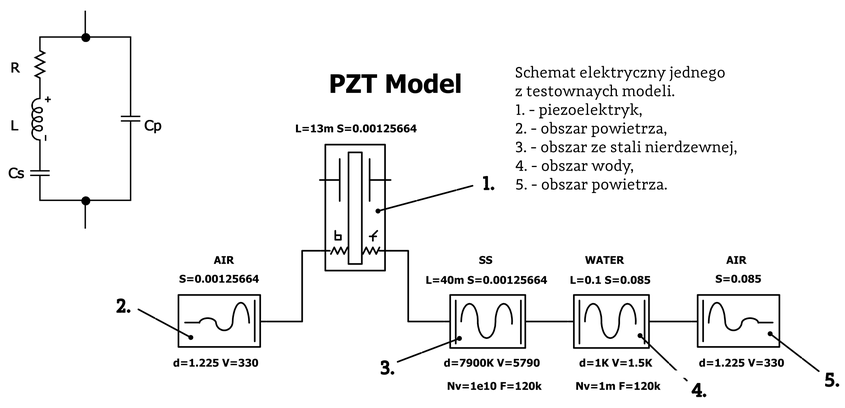
Etap II:
Projekt stanowiska, badania MES zbiornika myjni.



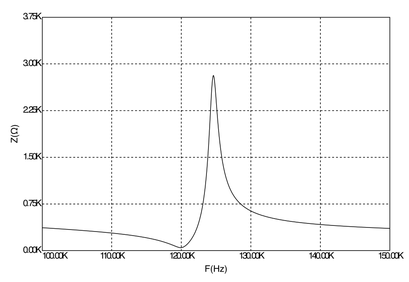
Schematyczna ilustracja planowanego rozmieszczenia elementów. 1. - zbiornik, 2. - mocowanie zbiornika, 3. - moduł zasilający, 4. - elektronika sterująca z panelem operatora, 5. - płyta PCV stanowiąca podstawę.

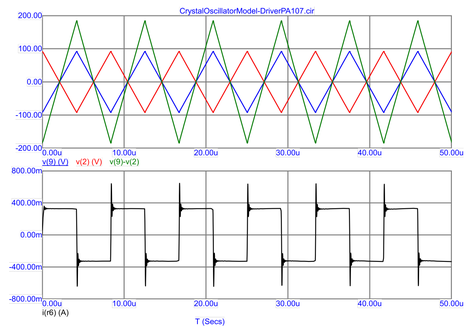


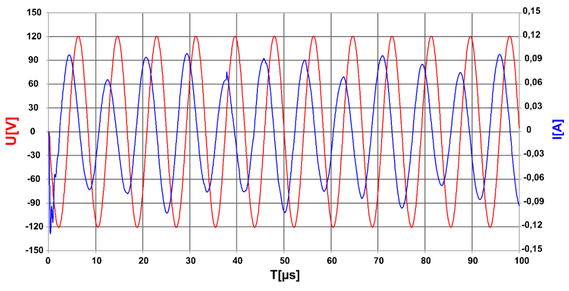
Etap III:
Zaprojektowanie układu wzmocnienia. Udowodnienie słuszności koncepcji na podstawie symulacji działania obwodów z wykorzystaniem dwóch różnych modeli matematycznych przetwornika piezoelektrycznego.



Schemat elektryczny jednego z testowanych modeli.
1. - piezoelektryk,
2. - obszar powietrza,
3. - obszar ze stali nierdzewnej,
4. - obszar wody,
5. - obszar powietrza.

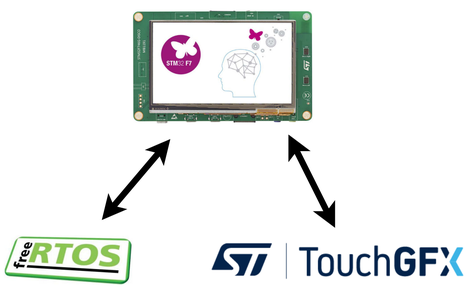




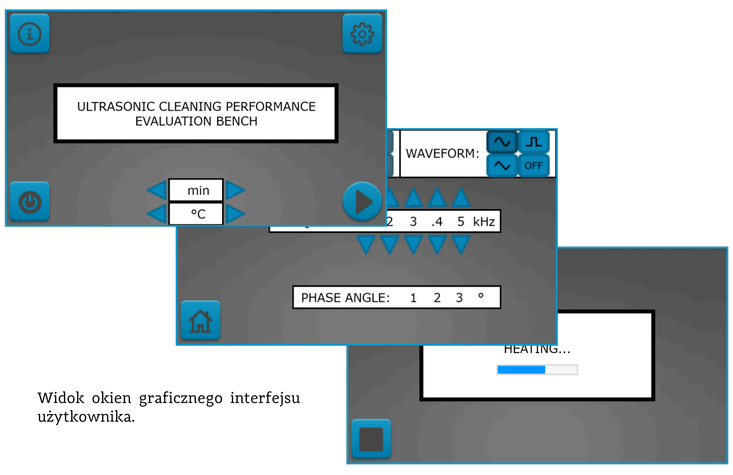


Modele przetworników których używano na potrzeby symulacji stworzono tak, aby swoimi charakterystykami odzwierciedlały ich rzeczywiste odpowiedniki. Przeprowadzone symulacje zwróciły przebiegi zmian impedancji przetworników w dziedzinie częstotliwości. Następnie testowano różne konfiguracje stopnia wzmocnienia mocy - zarówno z wykorzystaniem wzmacniaczy z kompensacją pojemnościowej natury przetwornika, jak i takich, które kompensacji tej nie posiadają. Brak kompensacji objawiał się wystąpieniem przesunięcia fazowego.

Etap IV:
Konstrukcja graficznego interfejsu użytkownika do sterowania stanowiskiem poprzez wykorzystanie środowiska TouchGFX. Implementacja systemu operacyjnego freeRTOS.

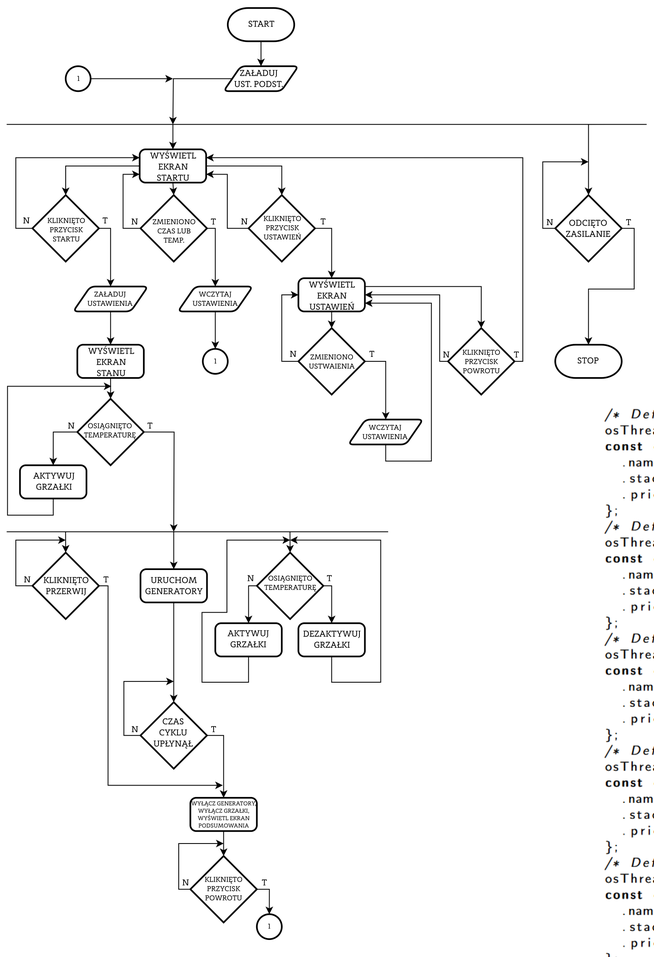


Schematyczna reprezentacja ekosystemu stworzonego na potrzeby obsługi stanowiska. Płytka STM32F746G-DISCOVERY wykorzystana jako urządzenie końcowe.



Widok okien graficznego interfejsu użytkownika.

Reprezentacja działania programu w postaci schematu blokowego.



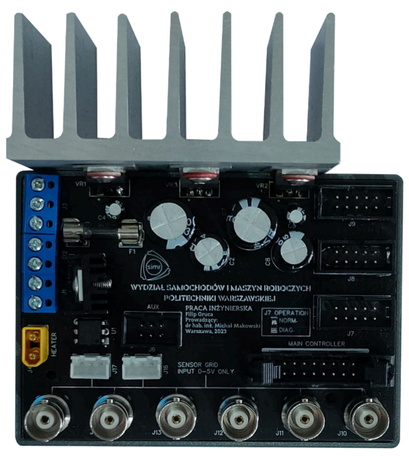
FreeRTOS jest tzw. systemem czasu rzeczywistego (RTOS - Real-Time Operating System). Oferuje on szereg funkcjonalności, które umożliwiają kontrolowanie procesów w czasie rzeczywistym, a także zarządzanie zadaniami i zasobami każdego z działających wątków.

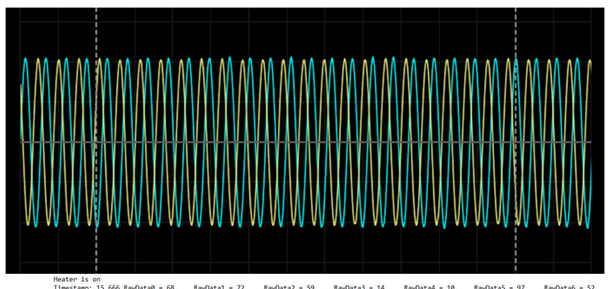
Jedną z najważniejszych funkcjonalności systemu FreeRTOS jest jego wielozadaniowość - system oferuje bowiem możliwość synchronizacji i komunikacji między wykonywanymi zadaniami.

Poniżej zamieszczono fragment kodu, odpowiedzialnego za przygotowanie wątków (zadań).

```
/* Definitions for defaultTask */
osThreadId_t defaultTaskHandle;
const osThreadAttr_t defaultTask_attributes = {
  .name = "defaultTask",
  .stack_size = 256 * 4,
  .priority = (osPriority_t) osPriorityNormal,
};
/* Definitions for TouchGFXTask */
osThreadId_t TouchGFXTaskHandle;
const osThreadAttr_t TouchGFXTask_attributes = {
  .name = "TouchGFXTask",
  .stack_size = 4096 * 4,
  .priority = (osPriority_t) osPriorityNormal,
};
/* Definitions for videoTask */
osThreadId_t videoTaskHandle;
const osThreadAttr_t videoTask_attributes = {
  .name = "videoTask",
  .stack_size = 1000 * 4,
  .priority = (osPriority_t) osPriorityLow,
};
/* Definitions for CycleActiveTask */
osThreadId_t CycleActiveTaskHandle;
const osThreadAttr_t CycleActiveTask_attributes = {
  .name = "CycleActiveTask",
  .stack_size = 256 * 4,
  .priority = (osPriority_t) osPriorityNormal,
};
/* Definitions for TransmitDataTas */
osThreadId_t TransmitDataTasHandle;
const osThreadAttr_t TransmitDataTas_attributes = {
  .name = "TransmitDataTas",
  .stack_size = 128 * 4,
  .priority = (osPriority_t) osPriorityNormal,
};
```

Etap V:
Zaprojektowanie i wykonanie płytki sterownika urządzenia, zapewnienie możliwości połączenia urządzenia z komputerem w celu rejestracji parametrów. Weryfikacja poprawności generowanych przebiegów napięć.





```
Heater is on
Timestamp: 15.666 RawData0 = 68    RawData1 = 72    RawData2 = 59    RawData3 = 14    RawData4 = 10    RawData5 = 97    RawData6 = 52    RawData7 = 17
Heater is on
Timestamp: 15.683 RawData0 = 67    RawData1 = 71    RawData2 = 58    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 96    RawData6 = 50    RawData7 = 31
Heater is on
Timestamp: 15.699 RawData0 = 66    RawData1 = 70    RawData2 = 57    RawData3 = 13    RawData4 = 9     RawData5 = 94    RawData6 = 49    RawData7 = 43
Heater is on
Timestamp: 15.715 RawData0 = 67    RawData1 = 71    RawData2 = 57    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 94    RawData6 = 51    RawData7 = 61
Heater is on
Timestamp: 15.731 RawData0 = 68    RawData1 = 71    RawData2 = 58    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 95    RawData6 = 53    RawData7 = 77
Heater is on
Timestamp: 15.747 RawData0 = 68    RawData1 = 71    RawData2 = 58    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 96    RawData6 = 52    RawData7 = 93
Heater is on
Timestamp: 15.763 RawData0 = 67    RawData1 = 71    RawData2 = 58    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 96    RawData6 = 51    RawData7 = 108
Heater is on
Timestamp: 15.779 RawData0 = 66    RawData1 = 70    RawData2 = 57    RawData3 = 13    RawData4 = 9     RawData5 = 95    RawData6 = 50    RawData7 = 121
Heater is on
Timestamp: 15.796 RawData0 = 67    RawData1 = 71    RawData2 = 58    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 95    RawData6 = 52    RawData7 = 128
Heater is on
Timestamp: 15.812 RawData0 = 68    RawData1 = 71    RawData2 = 58    RawData3 = 13    RawData4 = 10    RawData5 = 96    RawData6 = 54    RawData7 = 144
Heater is on
```

Podsumowanie:
Przedstawiono koncepcję budowy stanowiska do czyszczenia metodą ultradźwiękową. Wykonano analizy wytrzymałościowe oraz przeprowadzono symulacje działania obwodów. Zaprojektowano, oraz uruchomiono urządzenie do zadawania parametrów czyszczenia. Dzięki zastosowaniu układu akwizycji danych, osiągnięto możliwość monitorowania oraz analizy przebiegu procesu. Wstępne testy urządzenia wykazały, że nadaje się ono do wykonywania powierzonego zadania, jak również stanowi uniwersalną platformę do przeprowadzania eksperymentów wymagających generowania przebiegów o żądanych parametrach.