



Projektowanie strukturalne multikopterów w systemach CAD

Karta opisu przedmiotu

Informacje podstawowe

Kierunek studiów Inżynieria multikopterów		Cykl dydaktyczny 2026/2027				
Edycja Wszystkie			Kod przedmiotu MIMSPS.P1.20165.26			
Jednostka organizacyjna Wydział Inżynierii Metali i Informatyki Przemysłowej				Języki wykładowe polski		
Poziom kształcenia Studia podyplomowe					Obligatoryjność Obowiązkowy	
Forma studiów Stacjonarne						Blok zajęciowy Studia podyplomowe
Profil studiów Podyplomowe						

Cele kształcenia dla przedmiotu

C1	Biegłość w modelowaniu struktur dronowych: Opanowanie technik szkicowania i tworzenia złożów w SolidWorks pod kątem specyficznych wymagań strukturalnych elementów multikopterów.
C2	Integracja mechaniki z elektroniką: Nabycie umiejętności projektowania obudów i uchwytów uwzględniających rozmieszczenie anten, kamer oraz okablowania, z zachowaniem optymalnego środka ciężkości.
C3	Projektowanie funkcjonalnych mechanizmów wykonawczych: Zrozumienie zasad działania napędów serwo w bezzałogowcach i umiejętność zaprojektowania, zmontowania oraz skonfigurowania układu zrzutu ładunku.

Efekty uczenia się dla przedmiotu

Kod	Efekty w zakresie	Kierunkowe efekty uczenia się	Metody weryfikacji
Wiedzy - Student zna i rozumie:			
W1	Rozumie zasady projektowania elementów strukturalnych multikopterów	IMSP_W01, IMSP_W02	Udział w dyskusji
Umiejętności - Student potrafi:			
U1	Potrafi zaprojektować w SolidWorks elementy strukturalne i dodatkowe (trzymacze anten, kamer, serw) multikopteru oraz zoptymalizować rozmieszczenie komponentów w złożeniu.	IMSP_U01	Projekt
U2	Umie skonfigurować wyjścia UART w kontrolerze lotu (Betaflight) do sterowania serwomechanizmem mechanizmu zrzutu.	IMSP_U01, IMSP_U02	Projekt
Kompetencji społecznych - Student jest gotów do:			
K1	Jest gotów do brania odpowiedzialności za bezpieczeństwo podczas testów poligonowych zrzutu ładunku w obecności osób trzecich.	IMSP_K01, IMSP_K02	Udział w dyskusji, Projekt

Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się dla modułu zajęć

Przedmiot stanowi pomost między koncepcją a fizycznym produktem. Skupia się na mistrzowskim opanowaniu narzędzi modelowania bryłowego i powierzchniowego w systemie SolidWorks. Uczestnicy przechodzą przez pełną ścieżkę projektową: od rysowania ram wycinanych technologią CNC, przez projektowanie uchwytów (holderów) dla peryferiów FPV, aż po zaawansowane mechanizmy ruchome sterowane serwomechanizmami. Finałem kursu jest integracja zaprojektowanego urządzenia z systemem sterowania Betaflight i wykonanie próby poligonowej zrzutu ładunku.

Nakład pracy studenta

Rodzaje zajęć studenta	Średnia liczba godzin* przeznaczonych na zrealizowane aktywności
Wykład	6
Ćwiczenia projektowe	8
Przygotowanie do zajęć	20
Samodzielne studiowanie tematyki zajęć	50
Łączny nakład pracy studenta	Liczba godzin 84
Liczba godzin kontaktowych	Liczba godzin 14

* godzina (lekcyjna) oznacza 45 minut

Treści programowe

Lp.	Treści programowe	Efekty uczenia się dla przedmiotu	Formy prowadzenia zajęć
1.	1. Metodyka projektowania ram CNC. Zasady tworzenia dokumentacji DXF pod cięcie węgla. Projektowanie ramion drona – geometria, pasowania typu "press-fit" i rozmieszczenie stand-offów. (2g) 2. Projektowanie holderów i akcesoriów FPV. Optymalizacja kątów nachylenia kamer. Zasady projektowania uchwytów anten VTX (SMA/U.FL) i RC pod kątem charakterystyki promieniowania. (2g) 3. Kinematyka mechanizmów pomocniczych. Projektowanie układów dźwigniowych i zatrzaskowych sterowanych serwowym. Konfiguracja w systemie Betaflight. (2g)	W1, K1	Wykład
2.	1. Projektowanie ramy 5" FPV. Modelowanie płyt dolnej, górnej oraz ramion. Tworzenie złożenia drona i sprawdzanie kolizji między śmigłami a ramą. (2g) 2. Holder anteny 7" (Rama Mark 4). Projektowanie dedykowanego uchwytu pod antenę VTX Long Range. Uwzględnienie elastyczności materiału przy pasowaniu na stand-offy ramy Mark 4. (2g) 3. Mechanizm zrzutu ładunku – od projektu do lotu. Zaprojektowanie uchwytu serwa i mechanizmu wyzwalającego w SolidWorks. Montaż wydrukowanych elementów i serwomechanizmu na 7-calowym dronie FPV. Konfiguracja Betaflight (Resource Remapping) i przypisanie zrzutu do przełącznika na aparaturze. Eksperyment: Próba lotna ze zrzutem butelki wody (0.5kg) w wyznaczonej strefie bezpieczeństwa. (4g)	U1, U2, K1	Ćwiczenia projektowe

Informacje rozszerzone

Metody i techniki kształcenia :

Wykład, Metoda warsztatowa (ang. workshop), Metoda projektowa (ang. Project Based Learning), Dyskusja

Rodzaj zajęć	Metody zaliczenia	Warunki zaliczenia przedmiotu
Wykład	Udział w dyskusji	Pozytywne zaliczenie wyników dyskusji
Ćwiczenia projektowe	Projekt	Wykonanie projektów

Dodatkowy opis

Ten kurs przygotowuje Cię do roli Mechanical Designera w firmach produkujących systemy BSP. Zamiast korzystać z gotowych rozwiązań, uczysz się tworzyć własne, dedykowane akcesoria, które decydują o przewadze operacyjnej drona. Umiejętność zaprojektowania i uruchomienia mechanizmu zrzutu ładunku jest jedną z najbardziej poszukiwanych kompetencji w sektorze dronów cywilnych (dostawy medyczne, rolnictwo) oraz w sektorze technologii obronnych.

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych, a także warunki dopuszczenia do egzaminu

Warunki i sposób zaliczenia poszczególnych form zajęć, w tym zasady zaliczeń poprawkowych podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze.

Sposób obliczania oceny końcowej

OK = Ocena projektu

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach

Sposób i tryb wyrównywania zaległości powstałych wskutek nieobecności studenta na zajęciach podaje Prowadzący na pierwszych zajęciach w semestrze.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa znajomość fizyki i mechaniki

Zasady udziału w poszczególnych zajęciach, ze wskazaniem, czy obecność studenta na zajęciach jest obowiązkowa

Wykład: Studenci uczestniczą w zajęciach poznając kolejne treści nauczania zgodnie z sylabusem przedmiotu. Studenci winni na bieżąco zadawać pytania i wyjaśniać wątpliwości. Rejestracja audiowizualna wykładu wymaga zgody prowadzącego.

Ćwiczenia projektowe: Studenci wykonują ćwiczenia laboratoryjne zgodnie z materiałami udostępnionymi przez prowadzącego. Student jest zobowiązany do przygotowania się w przedmiocie wykonywanego ćwiczenia, co może zostać zweryfikowane kolokwium w formie ustnej lub pisemnej. Zaliczenie zajęć odbywa się na podstawie zaprezentowania rozwiązania postawionego problemu. Zaliczenie modułu jest możliwe po zaliczeniu wszystkich zajęć projektowych.

Literatura

Obowiązkowa

1. SolidWorks Bible (M. Lombard) – Najobszerniejszy podręcznik technik modelowania w SolidWorks.
<https://my.solidworks.com/training>
2. "Drone Frame Design Fundamentals" – Artykuły techniczne dotyczące geometrii ram i rozkładu masy.
<https://oscarliang.com/fpv-drone-frames/>

Dodatkowa

1. Betaflight Wiki - Servo Configuration – Dokumentacja techniczna dotycząca mapowania zasobów dla serwomechanizmów. https://betaflight.com/docs/wiki/guides/current/Servos-And-SERVO_TILT-for-3-1

Kierunkowe efekty uczenia się

Kod	Treść
IMSP_K01	Jest gotów do przyjmowania odpowiedzialności za bezpieczeństwo własne, osób trzecich oraz mienia podczas wykonywania operacji lotniczych i testowania prototypów.
IMSP_K02	Jest gotów do pracy w interdyscyplinarnych zespołach technicznych, skutecznie komunikując się z ekspertami z zakresu mechaniki, elektroniki i informatyki.
IMSP_U01	Potrafi zaprojektować i wykonać elementy strukturalne multikoptera, wykorzystując oprogramowanie CAD oraz techniki druku 3D.
IMSP_U02	Potrafi skonfigurować, zaprogramować i zoptymalizować jednostkę sterującą (Flight Controller) oraz dobrać optymalny układ napędowy do założeń misji.
IMSP_W01	Zna budowę oraz zasadę działania wielowirnikowych statków powietrznych oraz rozumie fizyczne aspekty generowania siły nośnej i stabilizacji lotu.
IMSP_W02	Zna i rozumie właściwości materiałów konstrukcyjnych (kompozytów, metali lekkich) oraz potencjał i ograniczenia technologii wytwarzania przyrostowego (druku 3D) w prototypowaniu multikopterów.