

Silesian University of Technology
Faculty of Mechanical Engineering
Department of Fundamentals of Machinery Design

Doctoral Dissertation

The Method of Increasing the Flight Endurance of Vertical Take-Off and Landing Unmanned Aerial Vehicle

MSc, Eng. Krzysztof Mateja

Supervisor:

PhD, DSc, Eng. Wojciech Skarka, Prof. SUT

Gliwice, 2023

Streszczenie

Bezzałogowe Statki Powietrzne (BSP) zyskują w ostatnich latach coraz większą popularność zarówno w przemyśle komercyjnym jak i w zastosowaniach hobbystycznych. Zastosowania BSP są bardzo szerokie. Można do nich zaliczyć robienie filmów i zdjęć z lotu ptaka, monitorowanie zagrożeń np. pożarów, mapowanie terenów, kontrolę upraw, prace poszukiwawcze oraz ratunkowe. W zależności od konstrukcji, geometrii, sposobu przenoszenia napędu, długości lotu docelowe przeznaczenie BSP może ulegać zmianie.

Jednym z rodzajów Bezzałogowych Statków Powietrznych są pionowzloty (z ang. Vertical Take-off and Landing, VTOL). Możliwość pionowego startu pozwala na rozpoczęcie lotu w dowolnym miejscu bez konieczności korzystania z pasa startowego. Zaletą VTOL-i jest również dostęp do mocno zurbanizowanych terenów, odległych obszarów oraz obserwacji w trudnych warunkach pogodowych.

Kwestią, która najbardziej ogranicza BSP oraz inne pojazdy latające jest czas oraz zasięg lotu. Ograniczony czas lotu BSP powoduje konieczność lądowania i związaną z tym stratę czasu w zakresie przerwania misji, lądowania czy wymiany akumulatorów. W celu wydłużenia misji konstruktorzy szukają możliwości na pozyskanie energii z zewnątrz. Celem jest osiągnięcie pełnej autonomii energetycznej umożliwiającej ciągły lot bez konieczności zbędnych lądowań. Autonomia energetyczna UAV jest ważnym kierunkiem w dziedzinie kosmonautyki, ponieważ oprócz możliwości ciągłej pracy dodatkową zaletą jest niższy koszt tego rodzaju aplikacji niż przy użyciu satelity.

Celem rozprawy doktorskiej było opracowanie metody pozwalającej na wydłużenie czasu lotu Bezzałogowego Statku Powietrznego Pionowego Startu i Lądowania. Metoda ze względu na swoją uniwersalność miała również być możliwa do zastosowania w różnych typach BSP wliczając w to m.in. VTOL, BSP klasy HALE (High-Altitude Long-Endurance), LALE (Low-Altitude Long-Endurance) oraz w innych rodzajach BSP.

W pracy doktorskiej skupiono się na opracowaniu ogólnego modelu układu zasilania solarnego BSP. Uwzględniał on m.in. model nasłonecznienia zależny od daty, lokalizacji i warunków atmosferycznych, model układu fotowoltaicznego, model magazynu energii oraz model zapotrzebowania energetycznego.

Owocem pracy autora jest model symulacyjny, który został odpowiednio dostrojony danymi uzyskanymi podczas licznych badań laboratoryjnych. Badano m.in. ogniwa fotowoltaiczne, ogniwa bateryjne oraz inne układy znajdujące się pokładzie BSP.

W rozprawie doktorskiej uwzględniono trzy studia przypadków: dwa fixed-wing UAV – po jednym obiekcie klasy LALE oraz HALE — a także pionowzlot typu tail-sitter. Dla każdego studium przypadku opracowano inną konfigurację układu zasilania. Przeprowadzone analizy pozwoliły na uzyskanie danych dotyczących bilansu energetycznego, stanu naładowania baterii, stopnia możliwości wydłużenia lotu BSP w zależności od rodzaju klasy obiektu latającego.

Podczas prac związanych z pracą doktorską zbudowano prototyp BSP klasy LALE, który był uwzględniony w niniejszej rozprawie doktorskiej jako jedno ze studiów przypadku. Weryfikacja układów oraz poszczególnych elementów pozwoliła na porównanie wyników modelu symulacyjnego z układem rzeczywistym.