

**REZULTATELE ACTIVITĂȚILOR DE CERCETARE-DEZVOLTARE DESFĂȘURATE
ÎN CADRUL TEZEI DE DOCTORAT CU TITLUL**

**CONTRIBUȚII PRIVIND ANALIZA STRUCTURII UNEI DRONE DE TIP
QUADCOPTER ÎN VEDEREA CREȘTERII PERFORMANȚELOR TEHNICO-
TACTICE**

AUTOR Cpt. ing. Andra TOFAN-NEGRU		ÎNDRUMĂTOR Gl. bg. (r) prof. univ. dr. ing. Cristian BARBU			
DOMENIUL DE DOCTORAT Inginerie mecanică					
Data înmatriculării	01.10.2015	Data susținerii publice	18.09.2023	Data confirmării	
REZULTATELE ACTIVITĂȚII DE CERCETARE-DEZVOLTARE					
DENUMIRE REZULTAT					
CATEGORIA REZULTATULUI	Rezultat final		DETALIERE CARACTERISTICI ALE REZULTATULUI FINAL		
documentații, studii, lucrări	[X]		- efectuarea unei analize exhaustive a publicațiilor științifice realizate asupra dronelor, care s-a concentrat asupra identificării și sintetizării celor mai recente descoperiri și tendințe relevante; - proiectarea CAD a structurii de quadcopter Tarot Iron Man în software-ul Catia; - sintetizarea unei game variate de resurse științifice și publicații tehnice care se concentrează pe compozitele utilizate în construcția dronelor și prezentarea acestora printr-o abordare comprehensivă și sistematică cu scopul de a obține o înțelegere detaliată a caracteristicilor și performanțelor acestor materiale; - testarea la tracțiune a materialului compozit cu armătura din fibră de carbon (țesătură biaxială cu filament continuu) și matrice polimerică (rășină termorigidă epoxidică) ale cărui trei laminate, având orientări diferite ale laminelor, au fost realizate prin tehnica de fabricație manuală; - testarea la prelucrare prin variația parametrilor de tăiere (avansul de așchiere și viteza de tăiere) și a sculelor așchietoare a unui laminat compozit cu armătura din fibră de carbon (țesătură biaxială cu filament continuu) și matrice polimerică (rășină termorigidă epoxidică) fabricat prin tehnica VARTM (vacuum assisted resin transfer molding), cu rezultate obținute în urma analizei microscopice a suprafeței de tăiere a epruvetelor și a analizei regimului de vibrații produs de fiecare setare a parametrilor de tăiere; - dezvoltarea unui model numeric a tubului compozit al brațului de quadcopter din șapte straturi cu orientări diferite ale fibrelor în lamină, evaluarea prin simulare a comportamentului sub acțiunea încărcărilor și validarea acestui model numeric cu cel real prin teste de laborator specifice; - adaptarea și personalizarea a trei modele matematice pentru descrierea brațului de quadcopter cu scopul detalierii modurilor proprii de vibrații ale brațului quadcopterului; - dezvoltarea unui model numeric în software-ul Mathcad care a permis calcularea ecuațiilor transcendente ale celor trei modele matematice pentru obținerea frecvențelor proprii de vibrație și pentru reprezentarea grafică a primelor două forme ale modurilor proprii de vibrație transversală a		
planuri, scheme	[X]				
tehnologii	[]				
procedee, metode	[X]				
produse informatice	[]				
rețete, formule	[X]				
obiecte fizice/ produse	[X]				
brevet invenție/ altele asemenea	[]				
STADIUL DE DEZVOLTARE	soluție/ model conceptual	[X]			
	model experimental/ funcțional	[X]			
	prototip	[]			
	instalație pilot sau echivalent	[]			
	altele	[X]			
DOMENIUL DE CERCETARE	tehnologiile societății informaționale	[]			
	energie	[]			
	mediu	[]			
	sănătate	[]			
	agricultură, securitatea și siguranța alimentară	[]			
	biotehnologii	[]			
	materiale, procese și produse inovative	[X]			
	spații și securitate	[X]			
cercetări socio –economice și umaniste	[]				

		<p>brațului de dronă;</p> <ul style="list-style-type: none"> - realizarea și evaluarea mai multor simulări de analiză modală, pentru diferite cazuri de discretizare a modelului numeric al brațului de quadcopter, cu scopul marcării influenței dimensiunii elementelor discretizării în valorile frecvențelor și perioadelor; - testarea experimentală pentru obținerea datelor de referință folosite în analiză comparativă realizată în raport cu rezultatele analitice și cele numerice privind frecvențele primelor două moduri proprii de vibrații transversale; - adaptarea și personalizarea a trei modele matematice pentru analiza vibrațiilor forțate neamortizate de încovoiere datorate unei perturbații armonice; aceste modele descriu două excitații ale structurii ale căror cauze sunt dezechilibrul static al ansamblului rotor-elice și interacțiunea dinamică a aerului cu structura; - dezvoltarea unui model numeric de calcul prin diferențe finite în software-ul Mathcad pentru reprezentarea modului de vibrație a unui punct din capătul brațului de dronă (deplasarea în timp a capătului liber); - simularea dinamică a brațului la care a fost aplicată o forță de inerție reprezentând forța de excitație datorată dezechilibrului static al ansamblului rotor-elice; - realizarea analizei comparative între rezultatele obținute din modelul numeric cu diferențe finite din Mathcad și modelul numeric din Solidworks care descriu excitația datorată dezechilibrului static al ansamblului rotor-elice; - determinarea turațiilor motorului de dronă în regimurile sale de funcționare, prelucrare statistică a datelor înregistrate și trasarea curbei de performanță realizată de către ansamblul motor-elice; - testarea experimentală cu anemometrul cu fir cald pentru măsurarea variației vitezei fluidului produs de ansamblul rotor-elice în mișcarea de rotație, determinând câmpul de curgere a aerului în jurul brațului (abordare folosită în premieră pentru acest tip de aplicație, prin urmare constituind o contribuție semnificativă în domeniul dinamicii fluidelor); - dezvoltarea unui model numeric de curgere a fluidului rezultat în urma multor iterații ale parametrilor de intrare în CFD până la corelarea cât mai fidelă a rezultatelor numerice cu cele experimentale; aceste simulări numerice detaliate au permis obținerea legii de variație a distribuției forței de presiune pe braț; - analiza comparativă a datelor experimentale de curgere cu rezultatele numerice și validarea modelului CFD, model care ulterior a putut fi utilizat în calcule de curgere a aerului în jurul brațului de quadcopter cu adaptoare montate; - proiectarea CAD a noii adaptoare pentru brațul de quadcopter, cu profil aerodinamic în secțiune, care au condus la înregistrarea de rezultate numerice de curgere îmbunătățire comparativ cu brațul inițial; - simulările numerice de răspuns dinamic al brațului cu/fără adaptor, considerând atât influența jetului de aer, cât și influența unui dezechilibru static al ansamblului rotor-elice; - printarea 3D a adaptorului NACA0024 pentru testarea experimentală; - testarea experimentală de răspuns dinamic al brațului de dronă cu/fără adaptor.
--	--	---

CARACTERUL INOVATIV	produs nou	<input checked="" type="checkbox"/>	<p>Am dezvoltat și implementat un lanț de măsurare experimentală adaptabil pentru testarea oricărui braț de dronă cu aripă rotativă. Acest lanț, parte a unui stand de testare, permite o evaluare precisă a vitezei fluidului concomitent cu forța de tracțiune dezvoltată de motor și cu viteza de vibrație a brațului de dronă.</p> <p>Am propus și exemplificat experimental utilizarea unei noi tehnici de măsurare a variației vitezei fluidului produs de ansamblul rotor-elice în mișcarea de rotație, cu anemometrul cu fir cald, în vederea determinării câmpului de curgere a aerului în jurul brațului de quadcopter.</p> <p>Am proiectat CAD nouă adaptoare pentru brațul de quadcopter, cu profil aerodinamic în secțiune, pentru îmbunătățirea rezultatelor analizei numerice de curgere a fluidului.</p> <p>Am printat 3D un adaptor pentru brațul de dronă, cu profil NACA0024 în secțiune, care a oferit, în urma testărilor experimentale, un răspuns dinamic îmbunătățit.</p>
	produs modernizat	<input type="checkbox"/>	
	tehnologie nouă	<input type="checkbox"/>	
	serviciu nou	<input type="checkbox"/>	
	serviciu modernizat	<input type="checkbox"/>	
	altele	<input checked="" type="checkbox"/>	
INFORMAȚII PRIVIND PROPRIETATEA INTELECTUALĂ			
Cerere înregistrare brevet de invenție		-	
Brevet de invenție înregistrat (național, european, internațional)		-	
Cerere înregistrare modele și desene industriale protejate		-	
Modele și desene industriale protejate înregistrate (național, european, internațional)		-	
DOMENII DE APLICABILITATE		DETALIERE APLICABILITATE	
În domeniul de interes al MAPN		<ul style="list-style-type: none"> - contribuții la analiza teoretică, numerică și experimentală a comportamentului structurilor de dronă cu aripă rotativă; - contribuții la dezvoltarea unor soluții de îmbunătățire a răspunsului dinamic al brațelor de dronă cu aripă rotativă. 	
În alte domenii Aplicații în domenii de interes civil și al serviciilor de ordine și protecție		- tipul de dronă studiat este de interes pentru aplicații de supraveghere, căutare și salvare, teledetecție, recunoaștere aeriană, protecția mediului și aplicații de expediere și livrare din orice domeniu de interes civil și al serviciilor de ordine și protecție.	
DISEMINAREA REZULTATELOR CERCETĂRII REALIZATE ÎN CADRUL TEZEI DE DOCTORAT		DENUMIRE ARTICOL/REVISTĂ/CONFERINȚĂ	
Articole publicate în reviste / proceedings cotate ISI		<ol style="list-style-type: none"> 1. A.Negru, A. Ștefan and C. Barbu, "Aspects Regarding the Transverse Vibrations Eigenmodes of a Cantilever Beam Used for Clamping the Electric Motor on Unmanned Aerial Vehicle", 2019 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), Iasi, Romania, 2019, pp. 1-4, doi:10.1109/EHB47216.2019.8970024. 2. A.Tofan-Negru, A. Ștefan, L. Ștefăniță Grigore, and I. Oncioiu, "Experimental and Numerical Considerations for the Motor-Propeller Assembly's Air Flow Field over a Quadcopter's Arm", Drones, vol. 7, no. 3, p. 199, Mar. 2023, doi:10.3390/drones7030199. 3. Andra TOFAN-NEGRU, Amado ȘTEFAN, Cristian VIDAN, "Duty cycles mathematical analysis and empirical thrust-force performance curves of a brushless electric motor", Studies in Informatics and Control, ISSN 1220-1766, vol. 32(4), 2023 (ACCEPTAT SPRE PUBLICARE) 	

Articole publicate în reviste / proceedings cotate BDI	<ol style="list-style-type: none"> 1. Andra TOFAN-NEGRU, Cristian BARBU, Amado STEFAN, Ioana-Carmen BOGLIS, <i>Analysis and characterization of additive manufacturing processes</i>, pp. 167-180, https://doi.org/10.13111/2066-8201.2021.13.4.14 2. Ștefan Amado, Negru Andra, Bucur Florina, “<i>On the analytical, numerical and experimental models for determining the mode shapes of transversal vibrations of a cantilever beam</i>” UPB Bulletin -U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. 82, Iss. 4, 2020 ISSN 1454-2358, https://www.scientificbulletin.upb.ro/ 3. Negru Andra, Pahonie Radu-Călin, Răzvan-Viorel Mihai, Mihăilă-Andres Mihai, “<i>Tailoring capabilities of carbon fiber angle fly composites</i>”, MTA Review, vol. XXVI, no.4, ISSN: 1843-3391, 2016, Bucharest, Romania 4. Răzvan-Viorel Mihai, Mihai Mihailă-Andres, Paul Roșu, Radu-Călin Pahonie, Andra Negru, “<i>Designing a low-cost data acquisition system for vibration measurements</i>”, MTA Review, vol. XXVI, no.4, ISSN: 1843-3391, 2016, Bucharest, Romania 5. Carmen-Ioana BOGLIȘ, Anca BELEGA, and Andra NEGRU, “<i>Comparative Analysis of Flight Control Systems for Launching Vehicles</i>”, JOURNAL OF MILITARY TECHNOLOGY, Vol. 2, No. 1, ISSN: 2601-6613, June 2019, Bucharest, Romania 6. Larco, Ciprian; Grigorie, Lucian; Mihai, Razvan; Tofan-Negru, Andra; Pahonie, Radu. “<i>A miniaturised onboard platform for optic sensors stabilization on a small UAV platform</i>” International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia, Vol. 22, Iss. 6.2, (2022). DOI:10.5593/sgem2022V/6.2/s27.61.
Articole susținute la conferințe internaționale	<ol style="list-style-type: none"> 1. A.Negru, A. Ștefan and C. Barbu, “<i>Aspects Regarding the Transverse Vibrations Eigenmodes of a Cantilever Beam Used for Clamping the Electric Motor on Unmanned Aerial Vehicle</i>”, 2019 E-Health and Bioengineering Conference (EHB), Iasi, Romania. 2. Larco, Ciprian; Grigorie, Lucian; Mihai, Razvan; Tofan-Negru, Andra; Pahonie, Radu. “<i>A miniaturised onboard platform for optic sensors stabilization on a small UAV platform</i>”, International Multidisciplinary Scientific GeoConference: SGEM; Sofia.

Data
18.08.2023

Semnătura

