

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

Projekt T.A.Z.

Projektna dokumentacija

Verzija <3.0>

Studentski tim: Teo Putarek
Marko Šimić
Toni Vuković
Baraa Yasin
Vedran Kumanović
Libor Zima
Gabrijel Biočić
Marko Blažević

Voditelj: Marko Šimić

Mentor: Matko Orsag

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

Sadržaj

1.	Puni naziv projekta	3
2.	Skraćeni naziv projekta	3
3.	Opis problema teme projekta	3
4.	Cilj projekta	4
5.	Voditelj studentskog tima	4
6.	Rezultat(i)	4
7.	Slični projekti	5
8.	Resursi	5
9.	Glavni rizici	4
10.	Smanjivanje rizika	6
11.	Glavne faze projekta	6
12.	Struktura raspodijeljenog posla (engl. <i>Work Breakdown Structure</i> - WBS)	7
13.	Kontrolne točke projekta	7
14.	Gantogram	8
15.	Zapisnici sastanaka	8

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

1. Puni naziv projekta

Projekt „Totalno Autonomni Zrakomlat“

2. Skraćeni naziv projekta

Projekt T.A.Z.

3. Opis problema teme projekta

Bespilotne letjelice, poznate i kao dronovi, predstavljaju inovativno tehnološko dostignuće koje ima značajan utjecaj na različita područja, uključujući vojne operacije, istraživanje, sigurnost, ali i komercijalne i zabavne svrhe.

U današnjem digitalnom dobu, rapidan napredak u području bespilotnih letjelica otvara vrata novim perspektivama u istraživanju, radu i svakodnevnom životu. Raznolikost dronova na tržištu odražava se u širokom spektru konstrukcija, veličina, namjena i tehnoloških karakteristika. Svaka vrsta drona ima svoje mjesto u različitim scenarijima upotrebe, a odabir ovisi o specifičnim zahtjevima i preferencijama korisnika. Primjerice, quadcopter (četverokraki dron), iliti dron pokretan s četiri motora, svaki na svom kraku, jedan je od najzastupljenijih, komercijalnih dronova. Ističe se jednostavnom konstrukcijom, stabilnošću leta i lakim kontroliranjem i manevriranjem. Međutim, on dakako nije savršen. Ukoliko samo jedan od motora otkáže, dron automatski gubi stabilnost i ruši se na tlo. Hexacopter (šesterokraki dron) i octocopter (osmerokraki dron) imaju povećanu stabilnost i nosivost u odnosu na quadcoptere. Još jedna prednost ovih dronova je mogućnost nastavka leta nakon što jedan ili čak više motora otkáže. S druge strane, javljaju se problemi s napajanjem zbog povećane mase te problem financijskog troška radi složenije konstrukcije i samog održavanja drona. Kao što možemo vidjeti, trenutno ne postoji savršen dron koji bi zadovoljio sve kriterije, već kao što je na početku rečeno, svaki dron ima svoje područje namjene.

U ovom projektu, pokušati ćemo unaprijediti, već postojeću ideju tricopter (trokrakog) drona. Ova inačica drona donosi specifične prednosti u smislu manevriranja, stabilnosti i modularnosti, čineći ju zanimljivom opcijom za različite primjene, od rekreativnih do profesionalnih. Sada se možda pitate zašto smo izabrali dron s 3 kraka, ako smo ranije spomenuli da je mana četverokrakih dronova ne mogućnost rada nakon otkaza jednog od motora. Upravo to je problem koji ovim projektom nastojimo riješiti. Ideja je da na krakove drona postavimo krila pod određenim kutom, koja bi zajedno činila jedan propeler, te na rub svakog krila mali DC motor s propelerom. Ti motori imali bi ulogu rotiranja čitave konstrukcije, a krila bi tada u teoriji trebala stvoriti dovoljan potisak za uzgon te bi zahvaljujući krilima dron mogao ostati u zraku čak i nakon otkaza jednog od motora. Međutim, u ovom projektu bavit ćemo se samo idealnim slučajem kada sva tri motora rade.

Većina dronova ima mogućnost snimanja okoline pa bi i mi htjeli imati tu opciju. S obzirom da će cijelo tijelo drona zajedno s kamerom biti fiksirano za krila, nema smisla snimati sadržaj oko nas na uobičajen način. Za stvaranje uporabljive fotografije, morat ćemo implementirati poseban algoritam koji će u zadanim trenucima okidati fotografije te ih onda spojiti u jednu.

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

4. Ciljevi projekta

4.1 Glavni cilj

Primarni cilj ovog projekta je, u zadanom vremenskom roku od jednog semestra, napraviti funkcionalnu letjelicu kojom ćemo moći upravljati i okidati fotografije željenog prostora te u samom procesu izrade letjelice istražiti njene prednosti i mane.

4.2. Stabilnost i upravljanje

Cilj je ostvariti visok stupanj stabilnosti tijekom leta uz istovremeno očuvanje sposobnosti agilnog manevriranja. Također, želimo razviti kontrolni sustav koji omogućuje precizno održavanje ravnoteže, posebice u dinamičkim uvjetima te kretanje letjelice u željenom smjeru. Neki od naprednijih ciljeva bio bi implementirati napredne algoritme za autonomno upravljanje letjelicom, uključujući sposobnost automatskog uzlijetanja, slijetanja i putovanja do određenih točaka.

4.3 Efikasnost

U svrhu što bolje efikasnosti, želimo postići što dulje trajanje leta uz optimalnu potrošnju energije razvojem učinkovitog sustava pogona koji minimizira gubitke energije i optimizira performanse. Trebamo težiti konstrukciji drona koji je jednostavan za održavanje i popravak, uključujući zamjenu motora ili drugih ključnih komponenata. Isto tako, omogućiti letjelici dovoljnu nosivost za različite vrste tereta, poput kamere, senzora, upravljačke pločice i ostalih komponenti te na kraju optimizirati strukturu drona kako bi se poboljšala nosivost bez žrtvovanja stabilnosti ili performansi.

5. Voditelj studentskog tima

Student Marko Šimić

6. Rezultat(i)

Rezultat projekta je treća verzija T.A.Z. letjelice, čije mogućnosti su vertikalno polijetanje i stabilan let, uz mogućnost snimanja panoramskih slika prostora oko letjelice u rasponu od 360°.

Letjelica je dizajnirana s cilindričnim tijelom i polukružnom bazom, što joj omogućava aerodinamičnu rotaciju. Na vrhu cilindra integrirana su tri krila, raspoređena pod jednakim kutom od 120°. Nakon serije testiranja, odabrali smo dizajn krila s zaobljenim završecima i motorima postavljenim na gornjim rubovima krila. Propeleri, pokretani tim motorima, usklađeni su s rotacijskim smjerom letjelice, čime se osigurava efikasnost u letu.

Upravljanje motorima ostvarili smo putem joystick kontrolera, koristeći softverski paket koji uključuje softver za prijem i obradu signala s kontrolera te softver za regulaciju brzine motora pomoću PWM (Pulse Width Modulation) signala. Integrirali smo i sigurnosne funkcije u slučaju prekida komunikacije s kontrolerom. Ovakvim pristupom postigli smo preciznu kontrolu nad visinom letjelice, regulirajući brzinu vrtnje motora za održavanje stabilnog leta na željenoj visini.

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

7. Slični projekti

1. Letjelica inspirirana plodom javora - plod koji se sastoji od dvije nasuprotno smještene duge perutke, plod je lagan pa se plodovi rasprostranjuju vjetrom koji ih raznosi te tako odnese sjeme dalje od stabla nego što bi išlo obično sjeme
Autori: Songnan Bai, Qingning He, Pakpong Chirarattananon
Naslov rada: "A Bioinspired Revolving-Wing Drone"
Datum nastanka: 11. svibanj, 2022
Datum pristupa dokumentu: 8. studeni 2023
URL: [A bioinspired revolving-wing drone](#)
2. Modificirana trokraka letjelica koja koristi krila montirana na krakovima kako bi značajno povećao učinkovitost lebdenja okretanjem oko svoje osi
Autor: Nick Rehm
Naslov rada: "The "Cyclone-Rotor" UFO Drone"
Datum nastanka: 19. srpanj, 2022
Datum pristupa dokumentu: 12. prosinac, 2023
URL: [The "Cyclone-Rotor" UFO Drone](#)

8. Resursi

Tablica ljudskih resursa

Ime i prezime	E-mail adresa	GSM broj	Napomene
Marko Blažević	marko.blazevic@fer.hr	/	/
Baraa Yassin	baraa.yassin@fer.hr	/	/
Gabrijel Biočić	gabrijel.biočić@fer.hr	/	/
Libor Zima	libor.zima@fer.hr	/	/
Teo Putarek	teo.putarek@fer.hr	/	/
Toni Vuković	toni.vukovic@fer.hr	/	/
Vedran Kumanović	vedran.kumanovic@fer.hr	/	/
Marko Šimić	marko.simic2@fer.hr	/	/
Matko Orsag	matko.orsag@fer.hr	/	/

9. Glavni rizici

Glavne zapreke za uspjeh projekta mogu biti tehničke prirode. Jedan od potencijalnih rizika mogao bi biti da će konstrukcija biti slabe čvrstoće što može dovesti do loma i potrebe za ojačavanjem konstrukcije, no prevelikim povećanjem mase konstrukcije dolazimo do problema da motori neće biti dovoljno jaki za podizanje letjelice. Kod prvih testiranja leta postoji mogućnost da će letjelica izgubiti kontrolu što bi moglo uzrokovati lom konstrukcije i ostalih komponenti za čiju zamjenu neće biti novaca u budžetu ili da iste komponente više neće biti dostupne za kupovinu. Postoji i rizik od naručivanja nekompatibilnih komponenti koji će utjecati na plan projekta i izazvati kašnjenje zbog čekanja novih kompatibilnih komponenti. Također komponente mogu doći neispravne što će također izazvati kašnjenja zbog procesa reklamacije. Zbog nedostatka komunikacije unutar tima, nesuglasica i poteškoća u suradnji može doći do gubitka vremena te na posljertku i do otežavanja pa čak i nemogućnosti provedbe projekta.

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

10. Smanjivanje rizika

Redovitim testiranje prototipa u kontroliranim uvjetima smanjiti će se rizik od loma letjelice i komponenti. Dobivenim rezultatima testiranja saznati će se što treba mijenjati kod konstrukcije, komponenti i programskog koda. Kod nabavke komponenti pokušat što je više moguće naručivati kod lokalnih trgovaca da se što brže mogu nabaviti nove ukoliko dođe do kvara ili loma. Da ne bi došlo do nabavke nekompatibilnih komponenti svaku komponentu treba dobro istražiti i provjeriti podržanost istih te po potrebi konzultirati se sa stručnijim osobama. Kako ne bi došlo do problema u komunikaciji redovito će se održavati kontakt sa svim članovima tima i jasno definirati zadaci i rokovi za provedbu pojedinih članova tima.

11. Glavne faze projekta

Faza 0 : Dogovor oko projekta

Dogovor oko teme projekta, rastavljanje projekta na manje cjeline te dogovor oko potrebne opreme za izradu. Podjela tima na manje grupe za rad na različitim segmentima projekta.

Faza 1 : Priprema i nabavka materijala

Razgovor o potrebnim dijelovima kao što su motori, baterije, upravljačka računala, itd., te procjena njihovog utjecaja na performanse drona. Analiza bitnih podataka kao što su snaga motora i težina svih dijelova za optimalan raspored na trupu drona.

Faza 2 : Izrada i testiranje konstrukcije

Izrada dizajna krila i trupa letjelice, ispis dijelova te montiranje i testiranje motora za procjenu uzgona. Analiza i revizija krila i motora na temelju rezultata testa za postizanje boljeg dizajna i većeg uzgona. Provjera kvalitete naručenih dijelova te razvoj ili prilagodba algoritma za upravljanje na temelju testnih letova. Povratak na fazu 1 po potrebi za nabavku novih dijelova.

Faza 3: Razvoj i testiranje softvera

Razvoj softvera: Instalacija i testiranje potrebnih biblioteka i skripti za upravljanje dronom. Povezivanje i komunikacija među elektroničkim komponentama, te testiranje integriranog sustava. Ispravak grešaka i optimizacija po potrebi.

Upravljanje motorima: Integracija elektroničkih komponenti s motorima i testiranje reakcija na kontrolne inpute. Provjera i prilagodba ponašanja motora na temelju rezultata.

Faza 4: Integracija i finalno testiranje

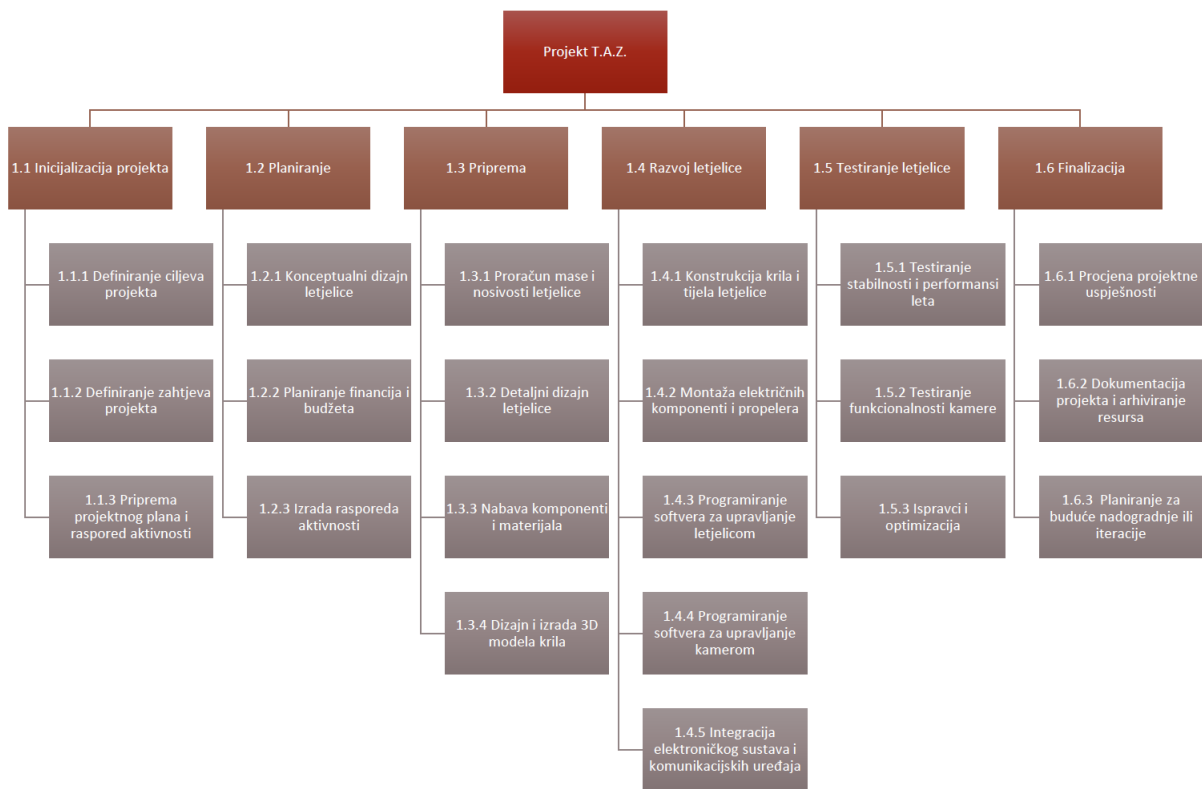
Integracija softvera i hardvera: Spajanje svih komponenti u funkcionalan dron. Provođenje konačnog testa s ciljem postizanja osnovnog cilja projekta.

Faza 5 : Analiza i optimizacija

Analiza rezultata testa i, ako je potrebno, povratak na prethodne faze za dodatnu analizu, ispravak grešaka, i optimizaciju.

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

12. Struktura raspodijeljenog posla (engl. *Work Breakdown Structure - WBS*)



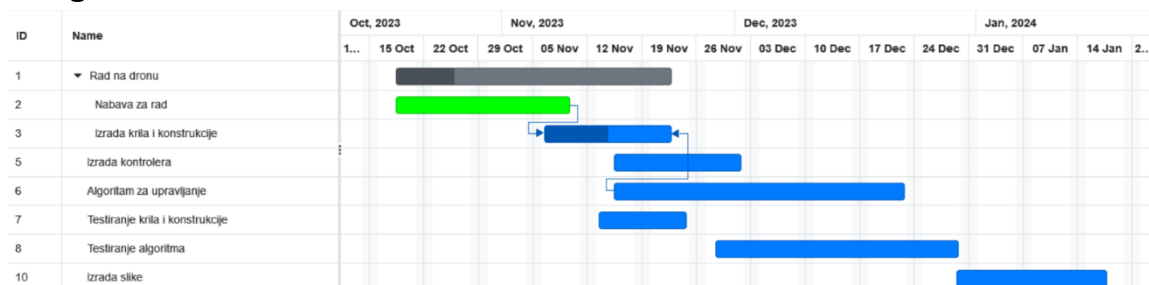
13. Kontrolne točke projekta (engl. *milestones*)

Tablica kontrolnih točki projekta

Kontrolne točke	Planirani datum	Realizirani datum	Status projekta
Dolazak dijelova i izrada konstrukcije drona	10.11.2023.	10.11.2023.	Planiranje
Konfiguriranje Raspberry Pi	4.12.2023	6.12.2023.	Razvoj
Sastavljanje prve verzije drona te testiranje dijelova	5.12.2023	5.12.2023.	Razvoj
Dovršavanje upravljača i algoritma za upravljanje	10.1.2024..	24.1.2024.	Razvoj
Prva fotografija	14.1.2024.	15.1.2024.	Razvoj
Test 1. konačne verzije	25.1.2024	25.1.2024	Pregled
Konačni test	30.1.2024	TBD	Gotov

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

14. Gantogram



15. Zapisnici sastanaka

18.10.2023. – 1. Sastanak

Međusobno upoznavanje suučesnika, rasprave o mogućoj temi projekta, željama i ishodima. Bilo je mnogo ideja, međutim na kraju nam se najviše dopao prijedlog profesora Orsaga. Naš tim će raditi na dizajnu i projektiranju bespilotne letjelice tj. drona. Na idućem sastanku daljnja rasprava o temi te organizacija plana rada.

25.10.2023. – 2. Sastanak

Tema sastanka je bila organizacija plana rada. Podijelili smo izradu drona na slijedeće stavke:

*1. Konstrukcija krilaca:

Modeliranje krilaca(dan primjerak igracke), kroz njih provlačimo 2 čvrste žice za stabilnost i napajanje DC motora. Dijelove tražimo preko: Amazona, eBaya.

*2. Konstrukcija tijela:

Oblik otvorenog cilindra radi manje mase. Još točno utvrditi promjer, visinu, otvorenost.

*3. Odabir i nabavka potrebne elektronike:

Čipovi: Arduino ili Raspberry. Upravljački dijelovi, motori, pojačala snage(choper, sklopke, h-most).

*4. Izrada kontrolera:

Manualni

Do idućeg sastanka treba napraviti gantogram te odlučiti tko će na kojem dijelu projekta raditi.

2.11.2023. – 3.sastanak

Raspravljali smo od kojih dobavljača nabaviti materijale. Za motore smo uglavnom birali između dc ili bldc motora, preporučeno poduzeće je Soldered. U Chipoteci tražimo lipo čelije(baterije). Raspberry naručujemo iz Chipoteke ili Soldereda. Preporuka za lipo baterije: otprilike dvije od 1200 mAh, super su za motore. Punimo ih pojedinačno. Napraviti nabavnu listu te poslati profesoru.

8.11.2023. – 4. sastanak

Tema sastanka je komentiranje nabavljenih materijala. Komentirali smo iduće korake u projektu. Nakon diskusije i savjetovanja s mentorom naručeno je Banana Pi M2 zero računalo zbog svoje kompaktnosti. Kupljeni su motori od 3-6 V tako da će max. opterećenje biti 5 V. Također, raspravljali smo o podnožju drona. Izgleda da ćemo napraviti takozvani zvrk, u podnožju će bit polukružna konstrukcija kako bi se mogao rotirati oko osi pri pokretanju. Bit će više verzija drona. Za sad se upoznajemo s problemima koji bi mogli nastati.

1.12.2023. – 5.sastanak

Podijelili smo se u dvije grupe; grupa koja radi na konstrukciji letjelice te grupa koja će omogućit komunikaciju između elektronike i njenu funkcionalnost.

7.12.2023. - 6.sastanak

Formatirali smo sd-karticu koju ćemo koristiti za naše računalo te lijepili krila letjelice pošto su isprintana u više dijelova.

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

8.12.2023. – 7.sastanak

Došli su naručeni dijelovi. Dok je jedna ekipa postavljala Ubuntu na Banana Pi, druga je montirala motore na letjelicu te postavljala konstrukciju za testiranje letjelice.

13.12.2023. – 8.sastanak

Testiranje letjelice, komentiranje rezultata. Namjestili memoriju na Banana Pi. Također, prokomentirali smo nabavljene dijelove. Vidjet ćemo hoćemo li naručivati nove.

20.12.2023. – 9.sastanak

Isprobavali smo manje motore, odlučili smo naručiti nove jer s ovima ne postizemo zadovoljavajuću brzinu vrtnje. Raspravljali smo o mogućim preinakama letjelice, naručili nove dijelove te prokomentirali plan za dalje.

10.1.2024. – 10.sastanak

Isprobavamo nove dijelove. Novi motori su mnogo jači te s njima postizemo željenu brzinu vrtnje. Također, ostatak novih dijelova su zadovoljavajući. Rješavamo funkcionalnost elektronike. Printat ćemo novu, manju verziju krila. Prebacili smo se s Banana Pi M2 Zero na Raspberry Pi 3b što je uvelike olakšalo samu interakciju s računalom.

17.1.2024. – 11.sastanak

Testiramo motore na novim, prepravljenim krilima. Uspjeli smo malo poletjeti, no zaključili smo da se vrti prebrzo što je problematično za okidanje fotografija. Odlučili smo krila učiniti većim te promijeniti oblik. Smišljamo konstrukciju tijela za letjelicu. Instalirali smo ROS na Raspberry Pi te isprobali node-ove. Printamo bazu za letjelicu kako bi se mogla vrtjeti pri pokretanju.

22.1.2024.- 12.sastanak

Približavamo se kraju s projektom. Završavamo pripreme prije glavnog testiranja 26.1.2024. Lijepimo konstrukciju, radimo na kontrolama itd...

--- Svi sastanci su se održavali u LARICS sjedištu i svi članovi tima su bili nazočni

Projekt T.AZ.	Verzija: 2.0
Projektna dokumentacija	Datum: 25.01.2024.

Suglasan s dokumentom (potpisuju članovi tima):

Marko Blažević Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Baraa Yassin Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Gabrijel Biočić Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Libor Zima Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Teo Putarek Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Toni Vuković Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Vedran Kumanović Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Marko Šimić Datum: 10.11.2023. Potpis: _____

Odobrio(potpisuje nastavnik):

Matko Orsag

Datum: 10.11.2023. Potpis: _____