

# ZILELE EDUCAȚIEI MECATRONICE

Cluj-Napoca, 21-24 mai 2019

Universitatea Tehnică din Cluj-Napoca

## REGULAMENT

### Concurs național de Sisteme Mecatronice de Zbor fără Pilot - Secțiunea INDOOR

PROBA 1 - INDOOR – Menținerea Sistemului Mecatronic de Zbor fără Pilot (SMZP) într-un anumit spațiu			
Nr. crt.	Procedură zbor	Timp	Cerințe minime necesare pentru îndeplinirea obiectivului
1.	<b>Zbor în modul STABILIZAT</b>	2 min	<ul style="list-style-type: none"><li>- Construcția corectă a structurii multicopterului și reglarea corectă a elementelor constructive (aliniere motoare, echilibrare corectă elice, montare corectă a elementelor autopilotului);</li><li>- Implementarea corectă a soluțiilor de amortizare a vibrațiilor și fixare în siguranță a pieselor;</li><li>- Implementarea corectă a firmware-ului de zbor (calibrarea senzorilor);</li><li>- Reglarea corectă a PID-urilor;</li><li>- Conectarea corectă a transmisiei (Tx) radiocomenzii și comunicației (Rx, Tx) telemetriei;</li><li>- Înregistrarea în log-ul de zbor a parametrilor de vibrație IMU AccX, IMU AccY, IMU AccZ și a înălțimii de zbor Baro Alt</li></ul>
<p><b>Desfășurarea probei</b></p> <p>Sistemul Mecatronic de Zbor fără Pilot (SMZP) va zbura obligatoriu în mod STABILIZE. SMZP este prevăzut cu două pointere laser: unul direcționat vertical în jos, iar celălalt plasat în zona frontală a SMZP, direcționat în plan orizontal. SMZP se va poziționa în centrul unui cerc cu diametrul de 1000 mm (Fig.1) care va fi punctul de decolare. Cu ajutorul telecomenzii SMZP este ridicat la o înălțime de 2 m, având pointerul laser (vertical și orizontal) activate. Din momentul în care SMZP ajunge cu raza laser a pointerului orizontal în suprafața cercului cu diametrul de 1000 (Fig.1) al cărui centru se află la înălțimea de 2 m, iar raza laser a pointerului vertical se află în suprafața cercului, concurentul solicită pornirea cronometrului. SMZP trebuie menținut cu razele laser în cercuri pe o durată de maxim două minute.</p> <p><b>Numărul de manșe:</b> 3.</p> <p><b>Punctaj:</b> Punctajul maxim este de 100 puncte. Se va considera cel mai bun punctaj din cele trei manșe. Pentru zbor stabilizat punctajul se va calcula cu formula:</p> $P1 = PS + PV$ <p>unde</p> <p>PS = Punctajul pentru menținerea razelor laser în cele 2 cercuri;</p> $PS = 85 \text{ puncte} * T_{\text{echipă}}/120$ <p>unde <math>T_{\text{echipă}}</math> = timpul până la ieșirea unei raze laser din suprafața cercului</p> <p>PV = punctajul aferent nivelului de vibrații sesizate de autopilot.</p> $PV = PV_x + PV_y + PV_z$ <p>Pentru calculul lui PV, se extrag din log-ul de zbor și se reprezintă pe același grafic valorile următorilor parametri (Fig. 2): nivelul</p>			

de vibrație IMU AccX, IMU AccY, IMU AccZ și înălțimea de zbor Baro Alt. În zona corespunzătoare înălțimii de zbor (2m) se calculează automat pentru perioada de aproximativ 2 minute și sunt afișate valorile Max, Min și Media ale IMUAcc. Dacă ambele valori Max, Min afișate pentru IMUAccX sunt cuprinse în intervalul [-3, 3], IMUAccY în intervalul [-3, 3], IMUAccZ în intervalul [-5, -15] se primesc câte 5 puncte pentru fiecare parametru, reprezentând punctajele PVx, PVy, PVz.

**Observații:**

- Elementele importante pentru realizarea unui multicopter funcțional:
  - o Realizarea unui frame corect fără deformații cu motoare aliniate în același plan, utilizarea soluțiilor de blocare a șuruburilor, echilibrarea elicelor;
  - o Utilizarea sistemelor de amortizare pentru limitarea vibrațiilor ce se transmit spre autopilot în special spre accelerometre și giroscopae;
  - o Reglarea sistemului de PID-uri pe cele trei axe
- GPS-ul este dezactivat
- Toate elementele mecanice trebuie să fie asigurate împotriva desfacerii accidentale.

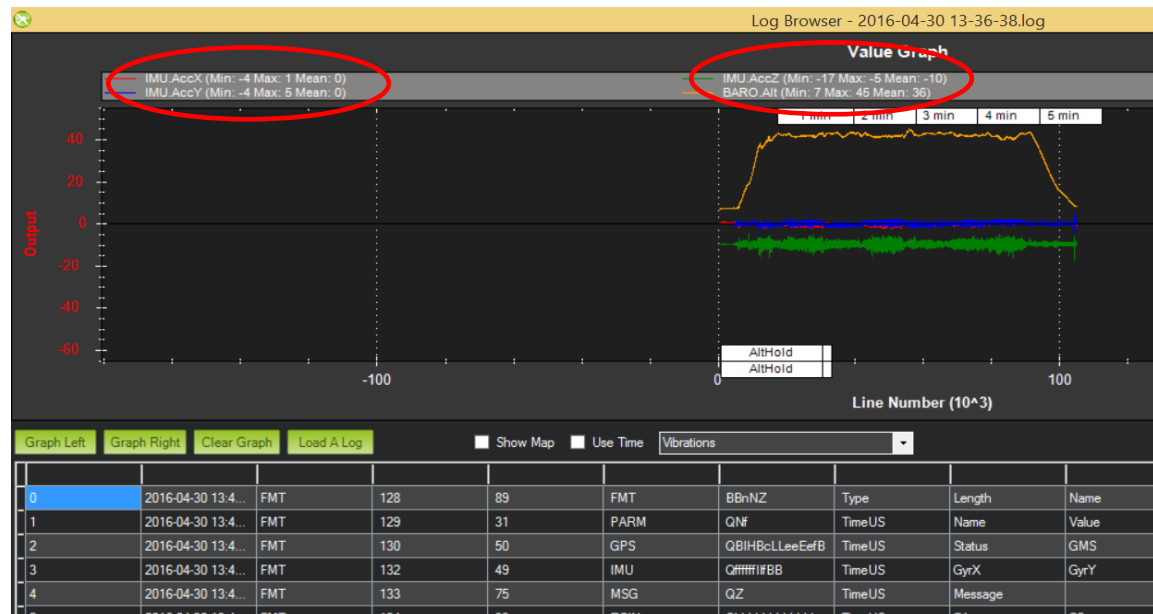


Fig. 2 Reprezentarea grafică a nivelului de vibrație IMU AccX, IMU AccY, IMU AccZ și înălțimii de zbor Baro Alt, cu afișarea valorilor Min, Max, Medie, în vederea calculului punctajelor P2x, P2y, P2z

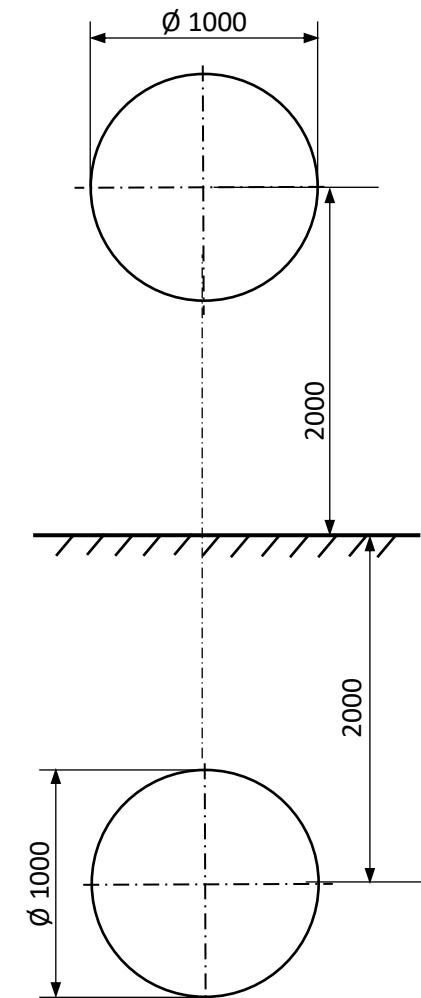


Fig. 1 Suprafețele în care trebuie menținute razele laser ale pointerelor în zborul stabilizat la înălțimea de 2 m (cercuri materializate pe sol și pe un perete)

--	--

<b>PROBA 2 - INDOOR – Parcurgerea unui traseu stabilit și îndeplinirea unor sarcini</b>			
Nr. crt.	Procedură zbor	Timp	Cerințe minime necesare pentru îndeplinirea obiectivului
	<b>Zbor în modul ALT HOLD sau STABILIZE</b>	max. 5 minute	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Construcția corectă a structurii multicopterului și reglarea corectă a elementelor constructive (alinieră motoare, echilibrare corectă elice, montare corectă a elementelor autopilotului);</li> <li>- Implementarea corectă a soluțiilor de amortizare a vibrațiilor și fixare în siguranță a pieselor;</li> <li>- Implementarea corectă a firmware-ului de zbor (calibrarea senzorilor);</li> <li>- Reglarea corectă a PID-urilor;</li> <li>- Conectarea corectă a transmisiei (Tx) radiocomenzii și comunicației (Rx, Tx) telemetriei</li> </ul>
<p><b>Desfășurarea probei</b> Sistemul Mecatronic de Zbor fără Pilot este dirijat de concurent cu ajutorul telecomenzii pentru urmărirea cu ajutorul pointerului laser vertical a unui traseu inscripționat pe suprafața orizontală de concurs, a cărui lățime este cuprinsă între 500 și 1000 mm. Pentru urmărirea și dirijarea SMZP, concurentul se poate deplasa în spațiul de concurs fără restricții. Pe traseul urmărit SMZP trebuie să depășească un obstacol format din 3 porți plasate la înălțimi cuprinse între 1m și 2 m, dispuse la o distanță minimă între ele de 3m. Sistemul Mecatronic de Zbor fără Pilot trebuie să preia din zbor un colet cu masa de 200g, poziționat la o înălțime H1, cu ajutorul unui cârlig dispus central montat rigid între brațele trenului de aterizare și să îl plaseze pe un alt suport la o înălțime H2, apoi să-și continue urmărirea traseului către poziția de aterizare. La transportul coletului nu se urmărește un traseu. Coletul are caracteristicile prezentate în Anexa 1. Suporturile pe care se așază coletul au suprafața de minim 500 x 500 mm. Traseul și modul de parcurgere a obstacolului se vor stabili cu o zi înaintea probei de concurs de către comisia de concurs.</p> <p><b>Numărul de manșe:</b> 2.</p> <p><b>Punctaj:</b> Punctajul maxim este de 100 puncte. Se va considera cel mai bun punctaj din cele două manșe. Orice depășire a limitelor traseului se penalizează cu 5 puncte, iar SMZP trebuie să reentre pe traseu înaintea punctului în care a ieșit. Orice depășire incorectă a unui obstacol se penalizează cu 10 puncte, iar SMZP trebuie să revină pe traseu înaintea obstacolului. Dacă SMZP nu reușește să preia, să transporte și să elibereze coletul în pozițiile indicate pe traseu, echipa este penalizată cu 40 puncte. Pentru parcurgerea traseului punctajul se va calcula cu formula:</p> <p style="text-align: center;"><b><math>P2 = 80 - NPT \times 5 - NPO \times 10 - NPC \times 40 + BT</math></b></p> <p>unde</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• NPT = numărul de penalizări pentru depășirea limitelor traseului</li> <li>• NPO = numărul de penalizări pentru depășirea incorectă a unui obstacol</li> <li>• NPC = 0 dacă SMZP preia, transportă și eliberează corect coletul, respectiv NPC = 1 dacă SMZP nu preia, transportă și eliberează corect coletul</li> <li>• BT = Bonusul de timp care se va calcula cu relația:</li> </ul>			

$$BT = \frac{T_{max} - T_{echipa}}{T_{max} - T_{min}} \cdot 20$$

unde

- $T_{max}$  = Durata maximă admisă a probei de concurs (5 min)
- $T_{min}$  = Cel mai bun timp obținut de o echipă care se încadrează la bonusul de timp, luând în considerare toți timpii din cele două manșe
- $T_{echipa}$  = Timpul obținut de echipă

Bonusul de timp se acordă numai dacă echipa termină traseul fără penalizări.

Punctajul final al acestei competiții se va calcula cu formula:  **$P = 0.3 \times P1 + 0.7 \times P2$**

Cerințe tehnice Sistem Mecatronic de Zbor fără Pilot (SMZP) – pentru competiție:

- Structura din duraluminiu din țeava pătrată de minim 10x10mm;
- Lungime brațe duraluminiu: max. 450 mm
- Configurație quadcopter sub formă de X;
- Elice – la alegerea concurenților;
- Elicele trebuie să aibă protecție;
- Regulate - aferente consumul calculat;
- Autopilot: ardupilot/ pixhawk, inclusiv clone;
- Telemetrie 433 MHz;
- Radiocomandă;
- Baterie Li-Po cu 3 sau 4 celule (3S, 4S);
- Tren de aterizare;
- Cârlig pentru prinderea, ridicarea și transportul unui colet cu greutatea de 200g;
- Pointere laser cu putere de maxim 150 mW montate conform indicațiilor, pentru vizualizarea poziționării și deplasării SMZP.

### **CONDIȚII OBLIGATORII PENTRU PARTICIPAREA LA COMPETIȚIE**

1. Fiecare concurent va fi instruit cu privire la normele de protecție a muncii referitoare la utilizarea vehiculelor aeriene fără pilot și va semna de luare la cunoștință;
2. Fiecare concurent trebuie să poarte echipament de protecție format din cască și ochelari pentru protecție;
3. Fiecare echipă trebuie să-si procure propriul echipament de protecție.

Anexa 1

