

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2021 00279

(22) Data de depozit: 26/05/2021

(41) Data publicării cererii:
30/12/2022 BOPI nr. 12/2022

(71) Solicitant:
• AUTONOMOUS FLIGHT TECHNOLOGY
R&D S.R.L., STR.TRAIAN, NR.152,
SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• VLĂSCEANU NICOLAE EMILIAN,
SPLAIUL INDEPENDENȚEI, NR.332B, SC.3,
AP.248, SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• ANGHEL VICTORAȘ-FLORENTIN,
CALEA CĂLĂRAȘI, NR.249, BL.65, AP.36,
SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;

• BURCEA ALEXANDRU,
INTRAREA SOROCULUI, NR.5A,
SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO;
• DIMA MARIUS ADRIAN,
CALEA GIULEȘTI, NR.44, BL.7, AP.89,
SECTOR 6, BUCUREȘTI, B, RO;
• DUMITRU ADRIAN FLORIN,
ALEEA FUIORULUI, NR.6, BL.Y3A, SC.3,
AP.122, SECTOR 3, BUCUREȘTI, B, RO;
• ISTRATE IONUȚ ALIN, STR.DORNEASCA,
NR.7, BL.P75, AP.44, SECTOR 5,
BUCUREȘTI, B, RO;
• POPESCU DAN,
STR.ÎMPĂRATUL TRAIAN, NR.5, BL.B,
AP.9, SECTOR 4, BUCUREȘTI, B, RO

(54) SISTEM INTEGRAT DE MONITORIZARE INTELIGENTĂ,
UAV-WSN-IoT, PENTRU AGRICULTURA DE PRECIZIE
(MUWI)

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem integrat de monitorizare inteligentă a parametrilor atmosferici utilizând tehnologia vehiculelor aeriene fără pilot (UAV). Sistemul conform invenției este alcătuit dintr-o carcasă rigidizată ce conține un suport pentru conectori de interfațare cu platforma aeriană și un suport pentru echipamentul electronic ce va reuni senzori atmosferici, amplasați pe părți ale vehiculului aerian și componente de stocare și de comunicații, împreună cu un firmware dedicat. Din perspectiva software, a fost dezvoltată o arhitectură multi-tasking având un modul principal care controlează funcționalitatea celorlalte module, și anume: un modul de achiziție a datelor de la senzori, prin care sunt recepționate și prelucrate datele de la senzori, date ce sunt transmise ulterior către un modul de stocare și către un modul de comunicație, prin acesta din urmă fiind recepționate comenzi de la sol și fiind transmise date de telemetrie către sol, și un modul prin care se realizează testarea la sol a funcționalităților echipamentului.

Revendicări: 1
Figuri: 5

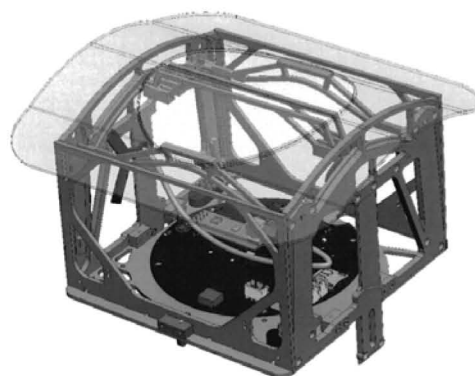
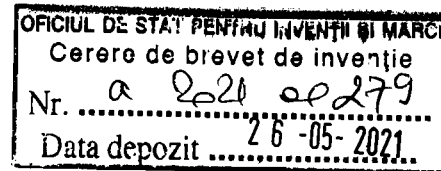


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).





Sistem integrat de monitorizare inteligentă, UAV-WSN-IoT, pentru agricultura de precizie (MUWI)

Descrierea invenției

Invenția denumită “*Sistem integrat de monitorizare inteligentă, UAV-WSN-IoT, pentru agricultura de precizie (MUWI)*” se referă la un subsistem ce echează un UAV (Unmanned Aerial Vehicle) cu scopul de a monitoriza parametrii atmosferici [1] la înalțimi cuprinse între proximitatea solului și înălțimea maximă de zbor a UAV cu posibilitatea de exploatare în timp real a datelor colectate [2].

Majoritatea tipurilor de senzori cu care sunt dotate UAV-urile civile sunt fie de tipul foto, fie video (în spectru vizibil sau IR) și sunt utilizate în activități de fotogrammetrie, search-and-rescue, monitorizare culturi agricole și infrastructură critică [2]. În cazul integrării unui nou tip de echipament în arhitectura unui UAV, trebuie ținut cont de mai multe constrângeri ce pot afecta implementarea. Aceste constrângeri sunt de natură mecanică (gravimetrică și volumetrică), întrucât echipamentul dezvoltat trebuie să nu depășească masa de 1 kg și cotele de gabarit de 125 x 115 x 85 mm (L x l x h) și de natură electronică. De asemenea, sistemul de conectare a sondei meteo trebuie să fie compatibil cu sistemul terestru de Comanda și Control - C2 al UAV, pe deoparte, dar și cu sistemele de navigație și comunicație ale UAV-ului.

Sistemul sonda meteo aeropurtată pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizând tehnologia UAV [3], revendicat în prezenta cerere de brevet, este un modul specializat care se montează / demontează la bordul UAV, are o masă de 0.95 kg și este prezentat în **Figura 1**.

Sistemul sonda meteo aeropurtată pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizând tehnologia UAV permite implementarea unui senzor [4] sau a unui pachet diversificat de senzori meteo [5], așa cum este prezentat în **Figura 2**.

Sistemul sonda meteo aeropurtată pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizând tehnologia UAV poate colecta datele și funcționa în regim autonom pe UAV cu stocarea datelor în modulul de stocare sau poate fi utilizat prin integrarea în cadrul unui UAS cu utilizarea legăturilor de date ale UAV cu transmiterea datelor colectate în timp real la sistemul de comandă și control al UAV de la sol simultan cu stocarea datelor pe sistemul de stocare propriu [6].

Sistemul sonda meteo aeropurtată pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizând tehnologia UAV are în componență mai multe elemente, astfel:

1. un cadru rigidizat, ca suport pentru componentele electronice prezentat în **Figura 3**;
2. un controler;

Autonomous Flight Technology R&D

3. un modul de conectori prin care se realizeaza legatura cu echipamentele UAV;
4. un modul de conectori pentru realizarea legaturii cu senzori meteo amplasati pe parti ale UAV;
5. un modul de stocare a datelor culese;
6. un modul de comunicatie WiFi;
7. un modul de comunicatie cu sistemul de data link al UAS (Unmanned Airvehicle System)
8. un modul de senzori meteo;
9. un modul de alimentare;
10. un modul de testare.

PCB-ul proiectat si realizat functional este prezentat in **Figura 4**.

Pentru a raspunde la cerintele impuse privind culegerea datelor din atmosfera si determinarea parametrilor de interes sistemul sonda meteo aeropurtata pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizand tehnologia UAV a fost pus in functiune si programat cu firmware-ul prezentat in **Figura 5**.

Sistemul sonda meteo aeropurtata pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizand tehnologia UAV a fost integrat in ansamblul UAS conform **Figura 6** (cred ca mai trebuie o schema bloc de integrare a in C2 a UAS).

Avantaje:

Fata de tehnologiile existente si utilizate pe plan mondial sistemul sonda meteo aeropurtata pentru monitorizarea parametrilor atmosferici utilizand tehnologia UAV prezinta mai multe avantaje, astfel:

- utilizeaza numai tehnologie digitala [7];
- costurile de fabricatie sunt de cca. 100 de ori mai mici comparativ cu sistemele de masurare actuale;
- costurile de utilizare sunt de cateva zeci de ori mai mici comparativ cu sistemele aeriene de masurare actuale;
- volumul si masa sistemului realizat este mic si poate fi miniaturizat;
- ofera mobilitate maxima;
- ofera posibilitatea de culegere a parametrilor atmosferici in orice zona de interes si la momentele dorite [8];
- ofera avantajul utilizarii nelimitata ca cicluri de lucru;
- posibilitatea de transmitere in timp real sau timp aproape real la beneficiar a datelor colectate.

Dezavantaje:

- utilizarea redusa a tehnologiei UAV la nivelul economiei nationale, UE si mondiale;
- necesitatea realizarii si implmentarii de sisteme digitale de comanda si control la nivelul beneficiarilor de date si structurilor abilitate de la nivelele national, regional sau mondial;
- necesitatea pregatirii si autorizarii personalului de operare a echipamentelor UAS.

Etapele implementarii:**1. Mecanica**

- Proiectarea 3D a structurii tinand cont de constrangerile prezentate anterior.
- Debitare piese sticlotextolit pe masina cu comanda numerica
- Debavurare piese
- Fabricare capac payload, din materiale compozite, in matrita, prin impregnarea mai multor straturi successive de fibra de sticla cu rasina
- Debavurare capac payload si ajustarea lui pentru a putea fi acomodat in locasul special din UAV
- Lipire pereti verticali payload cu ajutorul unui SDV de montare
- Aplicare de fibra de sticla intre peretii verticali si capac pentru rigidizare
- Efectuarea filetelor M3 in suportul de prindere dintre peretii verticali si piesa de fixare a cablajului din interiorul payload-ului
- Lipirea suportilor de prindere ale payload-ului in interiorul UAV-ului
- Fixare PCB pe piesa din sticlotextolit
- Montare conectori payload si realizare conexiune electrica

2. Electronica

- Proiectarea PCB-ului a fost realizata cu ajutorul programului Altium Designer. S-a tinut cont de dimensiunea maxima disponibila din incinta carcasei payload-ului.
- Pentru a obtine rezultate cat mai precise, am optat pentru senzorul BME680. Acesta este un senzor mixt, ce inglobeaza in aceeasi capsula senzori de temperatura, presiune, umiditate si calitatea aerului.
- TSR 1-2450 – sursa de alimentare PCB
- NCV 8161BSN330T1G – sursa alimentare micro-controller
- Suport SD Card
- Modul comunicatie CAN – LTC2875
- Micro-controller STM32F423RHT
- Conexiuni cu UAV-ul: alimentare 24V, comunicatie magistrala CAN

3. Software

- Utilizarea mediului de programare STM32CubeIDE in vederea configurarii si generarii proiectului pentru micro-controllerul si componentele electronice folosite.
- Firmware-ul este dezvoltat utilizand limbajul de programare C/C++.
- Utilizarea unui sistem de operare real-time (FreeRTOS) pentru a realiza o detasare clara a modulelor software (vizibil si in **Figura 5**). Fiecare modul software are un scop clar:
 - Modulul principal (Main Task), este modulul central al firmware-ului ce controleaza functionalitatea celorlalte module
 - Modulul de achizitie a datelor de la senzori, prin care sunt receptionate si prelucrate datele de la senzori ce sunt transmise ulterior catre modulul de stocare si catre cel de comunicatie.
 - Modulul de comunicatie prin care sunt receptionate comenzi de la sol, prin intermediul magistralei CAN a platformei aeriene, dar si prin care sunt transmise datele de telemetrie catre sol.
 - Modulul de inregistrare a datelor pe o unitate de stocare, la bordul UAV-ului
 - Modulul de debug prin care se realizeaza testarea la sol a functionalitatilor echipmentului.

Bibliografie

- [1] Villa, Tommaso & Gonzalez, Luis & Miljevic, Branka & Ristovski, Zoran & Morawska, Lidia. (2016). An Overview of Small Unmanned Aerial Vehicles for Air Quality Measurements: Present Applications and Future Prospectives. *Sensors*. 16. 1072. 10.3390/s16071072.
- [2] <https://bst.aero/atmospheric-monitoring/>
- [3] E. Vlasceanu, D. Popescu and L. Ichim, "Ground Control Station for an Unmanned Aerial Vehicle Integrated in IoT," 2018 10th International Conference on Electronics, Computers and Artificial Intelligence (ECAI), 2018, pp. 1-6, doi: 10.1109/ECAI.2018.8679050.
- [4] <https://www.unmannedsystemstechnology.com/2020/07/atmospheric-research-sensor-packages-for-uavs/>
- [5] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6540006/>
- [6] Guzman, Marcelo. (2020). Atmospheric Measurements with Unmanned Aerial Systems (UAS). *Atmosphere*. 11. 1208. 10.3390/atmos11111208.
- [7] E. Vlasceanu, D. Popescu and L. Ichim, "Aerial Robotic Team for Complex Monitoring in Precision Agriculture," 2019 15th International Conference on Distributed Computing in Sensor Systems (DCOSS), 2019, pp. 167-169, doi: 10.1109/DC
- [8] D. Popescu, E. Vlasceanu, M. Dima, F. Stoican and L. Ichim, "Hybrid Sensor Network for Monitoring Environmental Parameters," 2020 28th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED), 2020, pp. 933-938, doi: 10.1109/MED48518.2020.9183165.
- [9] E. Vlasceanu, M. Dima, D. Popescu and L. Ichim, "Sensor and Communication Considerations in UAV-WSN Based System for Precision Agriculture," 2019 IEEE International Conference on Cybernetics and Intelligent Systems (CIS) and IEEE Conference on Robotics, Automation and Mechatronics (RAM), 2019, pp. 281-286, doi: 10.1109/CIS-RAM47153.2019.9095823.



Revendicari**Sistem integrat de monitorizare inteligentă, UAV–WSN–IoT, pentru agricultura de precizie (MUWI)**

1. Sistemul integrat de monitorizare inteligenta a parametrilor atmosferici utilizand tehnologia UAV este compus dintr-o carcasa rigidizata ce contine suportul pentru conectorii de interfatare cu platforma aeriana si suportul pentru echipamentul electronic ce reuneste senzorii atmosferici si componentele de stocare si comunicatii, impreuna cu firmware-ul dedicat. Acest subsistem este conectat la UAV printr-o interfata mecanica si electronica standard ce va permite atat sigurantarea incarcaturii, cat si transmiterea datelor pe la interfata de comunicatii a platformei aeriene.



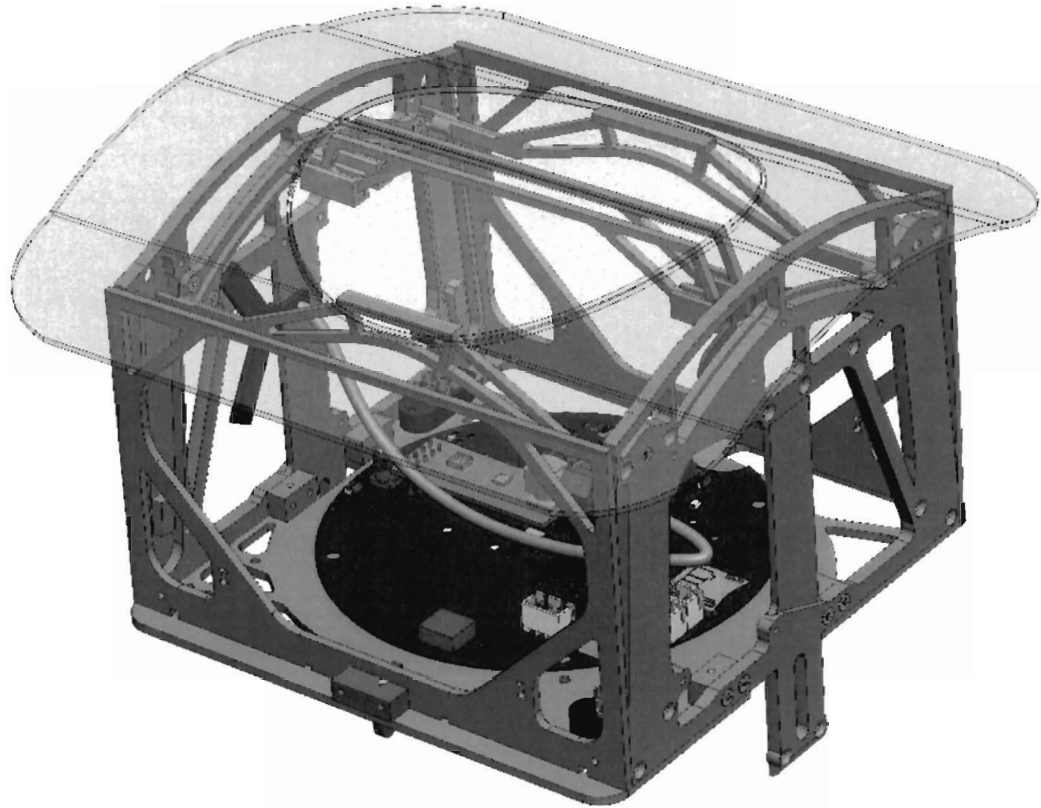
Anexa - Desene

Figura 1 - modelul 3D al sondei meteo aeropurtate

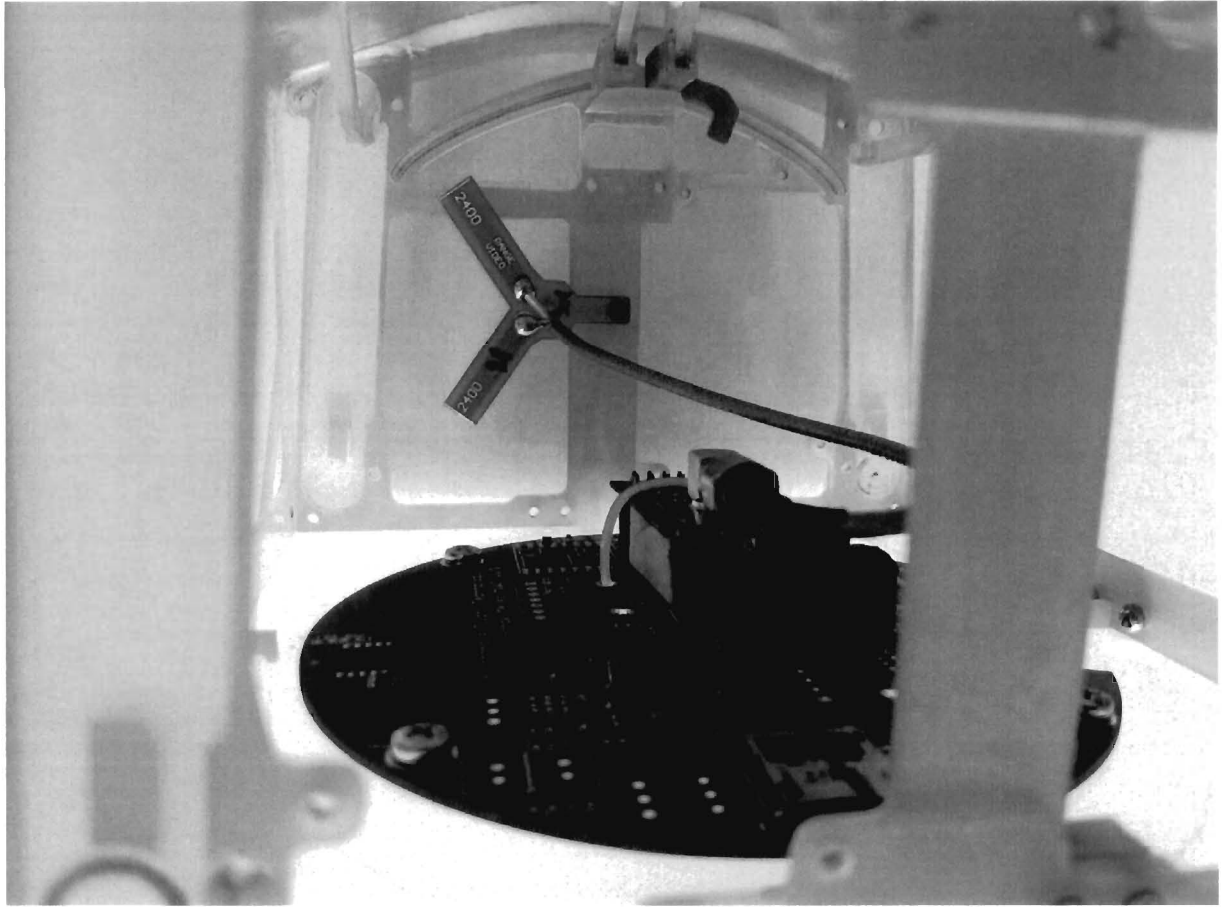


Figura 2 – Payload sonda meteo aeropurtata

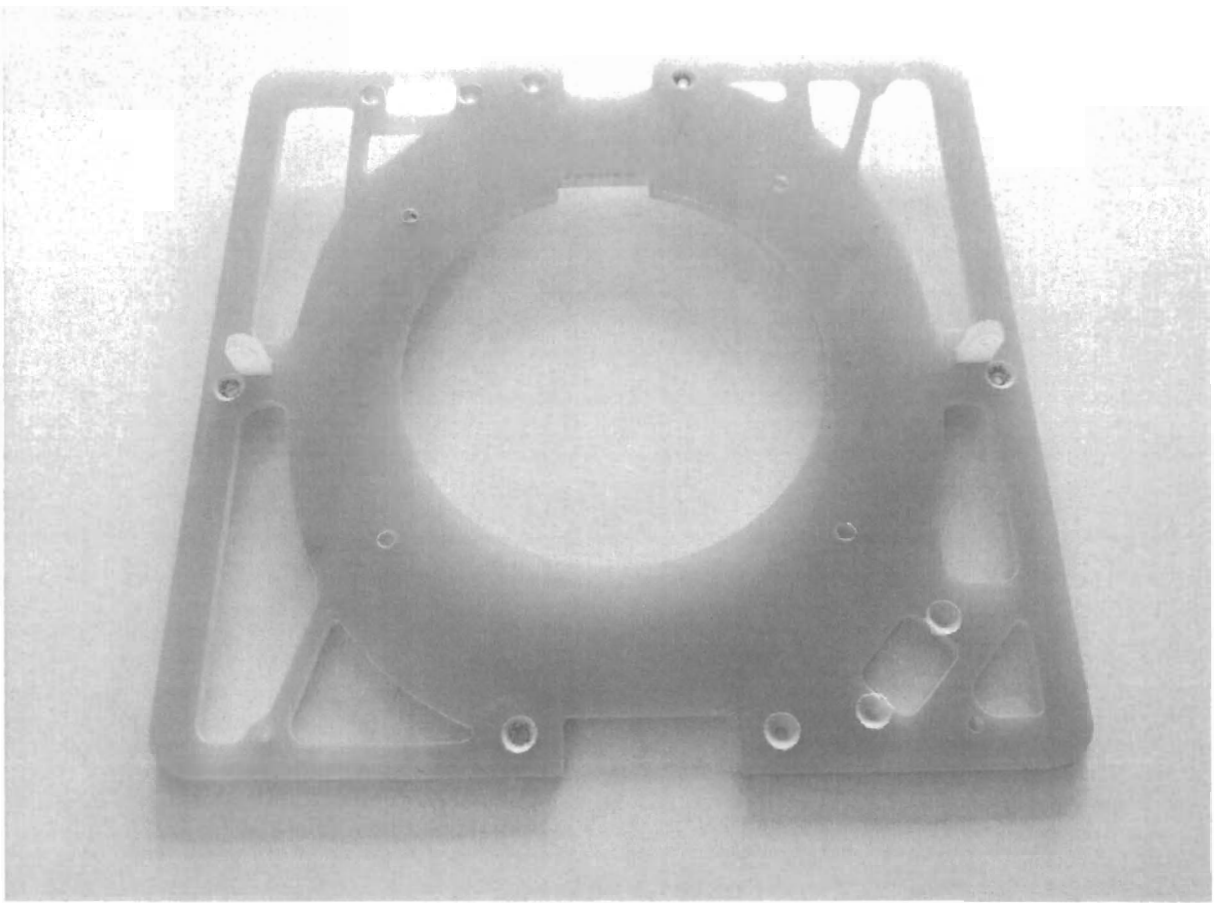


Figura 3 – Cadru rigidizat – zona de prindere a PCB-ului

15

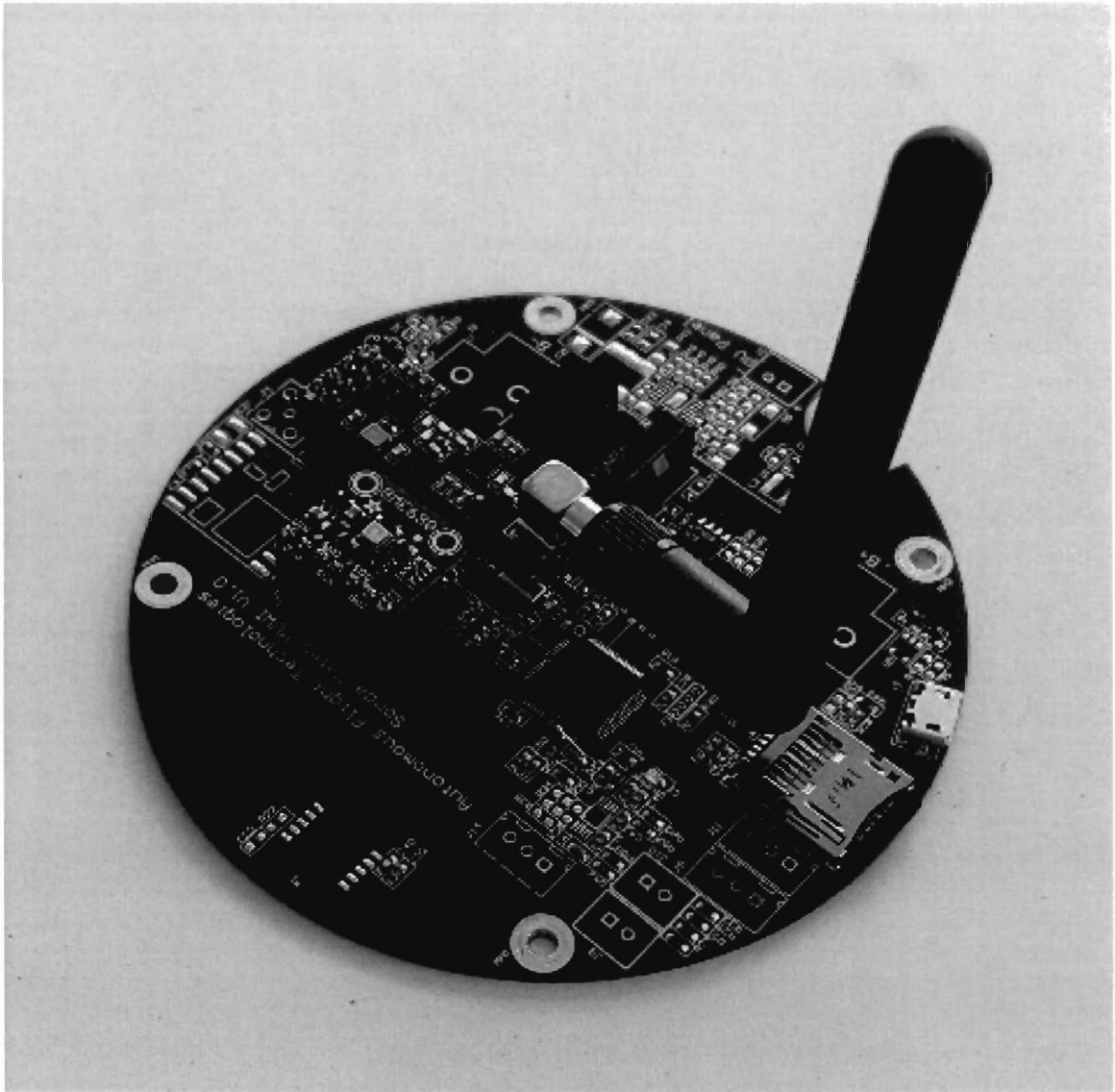


Figura 4 – PCB sonda meteo aeroportata

Page 8

14

Autonomous Flight Technology R&D

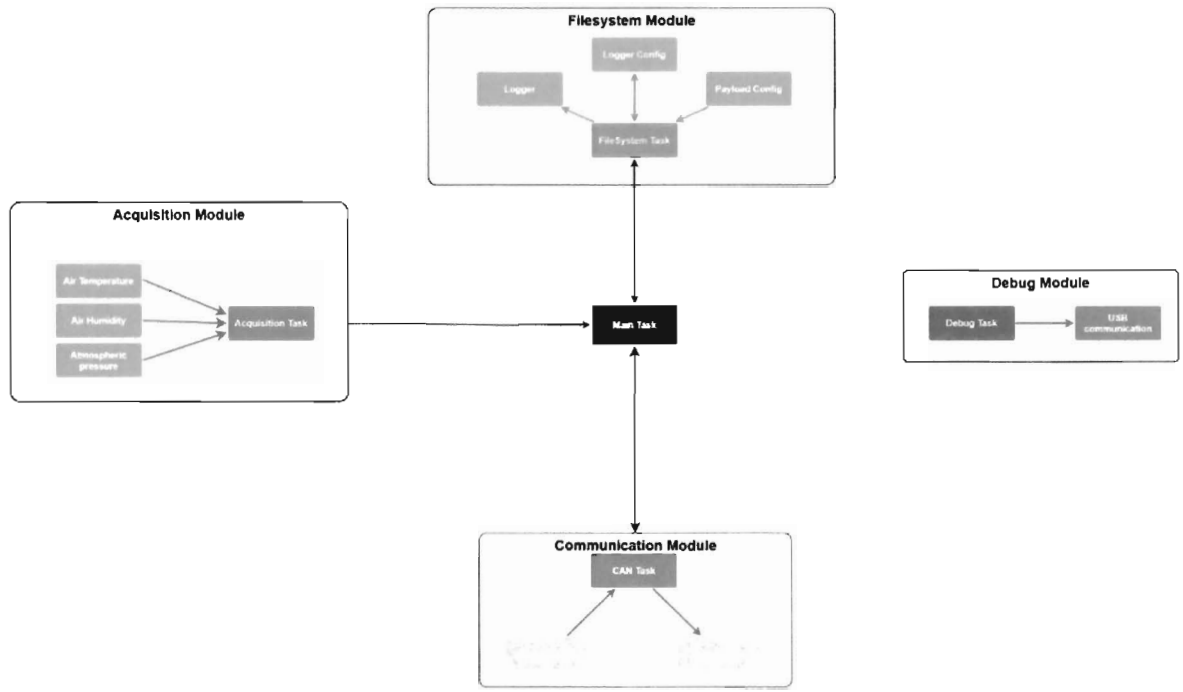


Figura 5 – Arhitectura firmware-ului sondei meteo