



(12) **CERERE DE BREVET DE INVENȚIE**

(21) Nr. cerere: **a 2015 00423**

(22) Data de depozit: **19/06/2015**

(41) Data publicării cererii:
26/02/2016 BOPI nr. 2/2016

(71) Solicitant:
• **UAV ROBOTICS S.R.L.**,
CALEA BUCUREȘTI NR.33C,
SAT MANASIA, COMUNA MANASIA, IL, RO

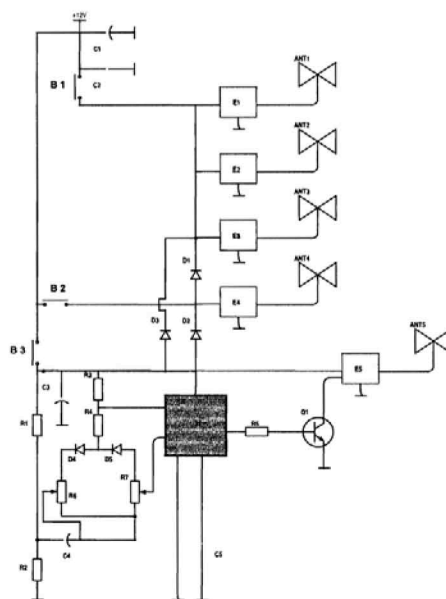
(72) Inventatori:
• **POMPIERU FLORIAN**,
STR. JIPA IONESCU NR. 20C, URZICENI,
IL, RO

(54) **DISPOZITIV DE SECURITATE ÎMPOTRIVA RPAS ȘI UAS**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un dispozitiv de securitate împotriva unei aeronave pilotate de la distanță, sau a unui sistem aerian fără pilot, ce are ca scop principal să determine pilotul automat al aeronavei să declanșeze procedura de întoarcere la bază, sau să restricționeze emiterea de informații către bază și să determine aterizarea forțată a aeronavei, în cazul în care scopul principal nu a fost atins. Dispozitivul de securitate, conform invenției, este alcătuit dintr-un cablaj cu circuite electronice, montat într-o cutie metalică și prevăzut cu cinci antene (ANT1, ..., ANT5) și trei butoane (B1, B2 și B3), astfel încât la apăsarea primului buton (B1) se activează un emițător (E1) care va transmite sensorului de altitudine al aparatului de zbor date eronate, care pot conduce la activarea alarmei de urgență de întoarcere acestuia; în același timp se activează și alte două emițătoare (E2 și E3) de bruijaj, pentru transmisiile video și, respectiv, transmisiile de date de telemetrie, la apăsarea celui de-al doilea buton (B2), un alt emițător (E4) declanșează un bruijaj pe frecvența de emisie a radiocomenzii aparatului de zbor, care, de asemenea, poate determina pilotul automat al acestuia să activeze procedurile de întoarcere la bază, iar la apăsarea celui de-al treilea buton (B3), un alt emițător (E5) activează un bruijaj pe frecvența sistemului GPS și, în consecință, aparatul de zbor, lipsit de datele necesare stabilizării și efectuării misiunii, revine la bază sau aterizează forțat.

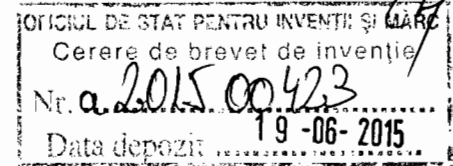
Revendicări: 1
Figuri: 1



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).



DESCRIEREA INVENȚIEI



Invenția se referă la un dispozitiv de securitate împotriva RPAS (Remotely Piloted Aircraft System – Sistem de Aeronavă/aeronave Pilotat de la Distanță) și UAS (Unmanned Aerial System – Sistem Aerian fără pilot).

Până în prezent, o persoană (grup de persoane) poate folosi un sistem aerian comandat de la distanță sau programat pentru a efectua o anumită misiune în scopul de a viola intimitatea personală, prin efectuarea de achiziții de date video (fotografii, film) fără acceptul celui vizat, sau chiar pentru a crea breșe în securitatea unor persoane fizice sau entități. Sunt notabile situațiile în care o dronă de tip copter a aterizat pe peluza Casei Albe (15 Mai 2015), declanșând alarma de securitate a reședinței președintelui american pentru mai mult de o oră, iar în Australia, 2014, un atlet a fost rănit de o dronă folosită de un jurnalist pentru filmări. În țara noastră, de asemenea, au avut loc evenimente neplăcute datorită folosirii dronelor pentru a viola intimitatea personală. Dezvoltarea intensă sistemelor aeriene accesibile ca preț în ultimii ani a dus la o escaladare a numărului lor la nivel mondial. Astfel, în 2014, potrivit MarketWatch (portal economic subsidiar Dow Jones), sectorul dronelor civile a ajuns la valoarea de 1.33 miliarde de dolari. La un preț mediu de 400 de dolari pe unitate, observăm că e vorba de peste 3 milioane de unități vândute doar în 2014. În același timp, FAA (Federal Administration Aviation - SUA) estimează că dronele civile or să atingă o cifră de afaceri de 90 de miliarde de dolari în zece ani – cca trei sute de milioane de aparate zburătoare civile, pe tot mapamondul. În acest context, îngrijorările privind utilizarea în mod corect și legal a acestor aparate de zbor sunt întemeiate.

Problema pe care o rezolvă invenția de față este, așadar, utilizarea dronelor (RPAS și UAS) în mod abuziv și ilegal, pentru a viola intimitatea sau/și a crea breșe de securitate.

Dispozitivul de securitate împotriva RPAS și UAS acționează la comanda operatorului pentru a dezactiva sau a devia traiectoria dronelor care au pătruns într-un anumit perimetru fără permisiune.

Prin aplicarea invenției este evitată situația în care sistemele RPAS și UAS pătrund aerian în perimetre interzise (proprietăți private, instituții, etc).

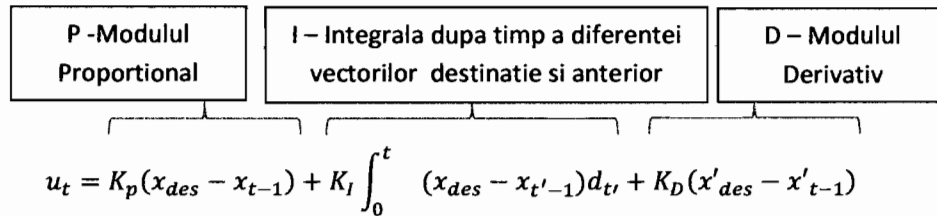
În cele ce urmează, se prezintă contextul tehnic al sistemelor de pilotaj RPAS și UAS, iar ulterior se prezintă un exemplu de realizare al invenției, pentru a satisface scopul sus-amintit.

Sistemele RPAS de tip multicopter (motoare și elici orizontale care crează portanță fără a utiliza o aripă fixă), cunoscute în limbaj popular ca “drone” sunt comandate de la sol de un sistem de radiocomandă proporțională cu mai multe canale de comandă. Unitatea centrală a RPAS-ului este conectată în permanență la semnalele radiocomenzii și le procesează pentru a răspunde în concordanță cu comenzile primite. Unitatea centrală este de tip MIMO (Multiple Input – Multiple Output), și funcționează la frecvențe de sample de cca. 1000 Hz. Senzorii necesari pentru stabilizarea sistemului aerian de la bord sunt cel puțin: a) Accelerometru pe 3 axe, b) Busolă, c) Giroscop. Marea majoritate a sistemelor de procesare și comandă de la bordul RPAS conțin suplimentar receptor GPS, senzor optic și/sau sonar. Ca și modele de sisteme de comandă, pe piața RPAS sunt foarte răspândite următoarele: 1. APM:Copter, 2. DJI Naza și 3. Zero UAV. Toate aceste sisteme folosesc aceiași algoritmi de calcul și același tip de senzori. Datorită razei mari de acțiune a sistemelor radio și a posibilității instalării de sisteme FPV (First Person View), pilotul poate fi staționat într-o zonă depărtată, chiar ascunsă. Acesta nu are nevoie să păstreze contactul vizual cu aparatul de zbor pentru a-l pilota, datele vizuale transmise cu FPV permițându-i acestuia pilotajul de la distanță ca și cum ar fi prezent la bordul multicopterului. Sistemul de radiocomandă se bazează pe tehnica de spectru împrăștiat, transmițând digital informațiile de comandă receptorului de la bordul RPAS-ului în gama de frecvențe libere de 2.4 GHz.

Sistemele RPAS de tip aripă fixă (care crează portanță prin deplasare cu ajutorul profilelor speciale ale aripilor) deși similare din punct de vedere al sistemului hardware de comandă (senzori, unitate centrală de procesare), diferă prin programul software implementat. Misiunea aparatului este comandată de la sol de operator cu ajutorul radiocomenzii într-un mod similar multicopterelor, intervenția pilotului automat fiind doar de stabilizare a aparatului de zbor filtrând comenzile primite de la sol și adaptându-le restricțiilor aerodinamice ale RPAS-ului conform informațiilor primite de la senzori.

Sistemele UAS (în varianta multicoptere sau aripă fixă) dispun de cel puțin aceleași modalități de autocontrol ca și RPAS, numai că, pilotul automat de la bordul lor asigură îndeplinirea misiunii preprogramate fără necesitatea intervenției umane. Robotizate complet, aceste sisteme, pot duce la îndeplinire misiuni complexe cu o rază de acțiune uzuală până la 50Km.

Algoritmii de calcul folosiți de pilotul automat pentru stabilizare și mișcare sunt de tip PID (Proportional / Integrative / Derivative).



Unde:

K_p = constanta de proporționalitate

K_D = constanta derivată

K_I = constanta de integrare

x_{des} = vector destinație

x_t = vector anterior

x'_{des} = prima derivată a vectorului destinație

x'_{t-1} = prima derivată a vectorului anterior

Reținem așadar că sistemele de autopilot ale RPAS/UAS sunt dependente în funcționare de informații coerente primite de la senzori din lumea exterioară.

În acest scop sistemele de autopilot folosesc aplicații matematice de algebră liniară și teoria probabilităților pentru a procesa aceste informații și a transmite comenzi în consecință în vederea realizării misiunii primite. Datorită faptului că informațiile de la senzori ajung la sistemul de comandă întârziat sau cu o frecvență mai redusă decât cea necesară modulelor de ieșire pentru a stabili aparatul de zbor, în sistemul de comandă este implementată o subrutină de “dead reckoning” care intuiește pe baze statistice starea de fapt a sistemului folosind ca punct de plecare doar comenzile anterioare, folosind teorema lui Bayes: $P(x|z)=P(z|x)P(x)/P(z)$, unde $P(z|x)$ este probabilitatea observației, $P(x)$ este starea de fapt anterioară, iar $P(z)$ este starea observată anterior de senzori. Această subrutină se adaptează la proxima intervenție a informațiilor exterioare (senzori GPS, busolă, etc), dar erorile de poziționare cresc odată cu întârzierea apariției acestor informații. Implicit sistemul central poate emite o avertizare fatală dacă informațiile de la senzori întârzie sau nu sunt coerente. În cele mai multe cazuri, avertizările fatale declanșează la bordul RPAS/UAS comanda de ReturnToLaunch (întoarcere la bază).

Marea majoritate a sistemelor de pilot automat de pe RPAS/UAS conțin așadar un declanșator de alarmă pentru întoarcerea la bază.

Scopul principal al dispozitivului inventat de noi este determinarea pilotului automat să declanșeze procedura de întoarcere la bază. Scopurile secundare sunt restricționarea emiterii oricărei informații către bază (inclusiv telemetrie audio/video) și aterizarea forțată a RPAS/UAS în cazul în care scopul principal nu a fost atins.

În vederea realizării acestor scopuri, vom profita de dependența sistemelor de autopilot de informații coerente și complete de la senzori.

Primul senzor vizat în acest scop este senzorul de altitudine cu ultrasunete numit "sonar". Acest dispozitiv măsoară distanța de la sol folosind un emițător de ultrasunete de 42 KHz, și un receptor în aceeași frecvență. Datorită efectului de reflectivitate a undelor sonore când ating solul, măsurând timpul de răspuns, unitatea centrală stabilește altitudinea relativă la teren a vehiculului. Așadar, activarea prin apăsarea butonului **B1** a unui emițător **E1** în aceeași gamă de frecvență, cu o amplitudine mărită, va transmite senzorului de altitudine date eronate, care poziționează sistemul aerian la o altitudine foarte mică. Ca urmare a acestei informații, unitatea centrală poate declanșa momentan comanda de ridicare, dar când datele primite de la GPS sau alți senzori infirmă nivelul altitudinii furnizate de sonar, atunci în mod ideal unitatea centrală va activa alarma de urgență de întoarcere la bază. În același timp, activarea butonului **B1** declanșează și bruiajul în frecvența de 5800 Mhz prin intermediul emițătorului **E2**, pentru transmisiile video de tip FPV, și în 433 Mhz pentru transmisiile de date tip telemetrie prin intermediul emițătorului **E3**. În cazul în care sonarul nu este prezent în configurație sau datele eronate furnizate de acesta nu determină apariția semnalului de întoarcere la bază, atunci vom trece la pasul doi.

Activarea butonului **B2** declanșează bruiajul pe frecvența de emisie a radiocomenzii, 2400 Mhz cu ajutorul emițătorului **E4**, suplimentar elementelor butonului **B1**, determinând autopilotul să seteze o alarmă de depășire a zonei de acoperire a radiocomenzii, automat activând (teoretic) procedurile de întoarcere la bază.

În ultimă instanță, dacă ambele tipuri de bruiaj sunt neglijate de sistemul de pilot automat, se activează prin butonul **B3** bruiajul alternativ pe frecvența de 1575.42 Mhz – frecvența sistemului GPS, folosind emițătorul **E5**. Acest tip de bruiaj funcționează alternativ pornit – 1 secundă și oprit – 3 secunde. Filtrele de tip Kalman / Bayes care funcționează ca algoritmi de deplasare tridimensională în software-ul pilotului automat vor declanșa eroare de semnal GPS la bordul aeronavei. Cele 3 secunde de semnal valid permit sistemului să-și primească poziția gps reală, pentru a putea să se retragă la bază.

În momentul în care și butonul **B3** este activat, sistemul de autopilot nu se mai poate baza pe nici o dată reală de la senzorul de altitudine, radiocomandă sau GPS. Ca și efect, aparatul de zbor se va întoarce la bază, folosind semnalul GPS care îl primește în cele 3 secunde în care nu este bruiat ca și semnal coerent. Există posibilitatea, deși improbabilă, ca acest semnal să nu fie suficient, iar aparatul de zbor să se prăbușească. În ambele situații scopul invenției a fost atins.

REVENDICARE

Dispozitiv de securitate împotriva RPAS și UAS, alcătuit dintr-un circuit electronic, caracterizat prin aceea că, în scopul eliminării RPAS și/sau UAS intruse în perimetru, emite semnale caracteristice pentru a opri transmisia video de tip FPV și pentru a induce în eroare pilotul automat în vederea activării procedurii de întoarcere la bază a RPAS sau UAS, sau a aterizării sale forțate.

18

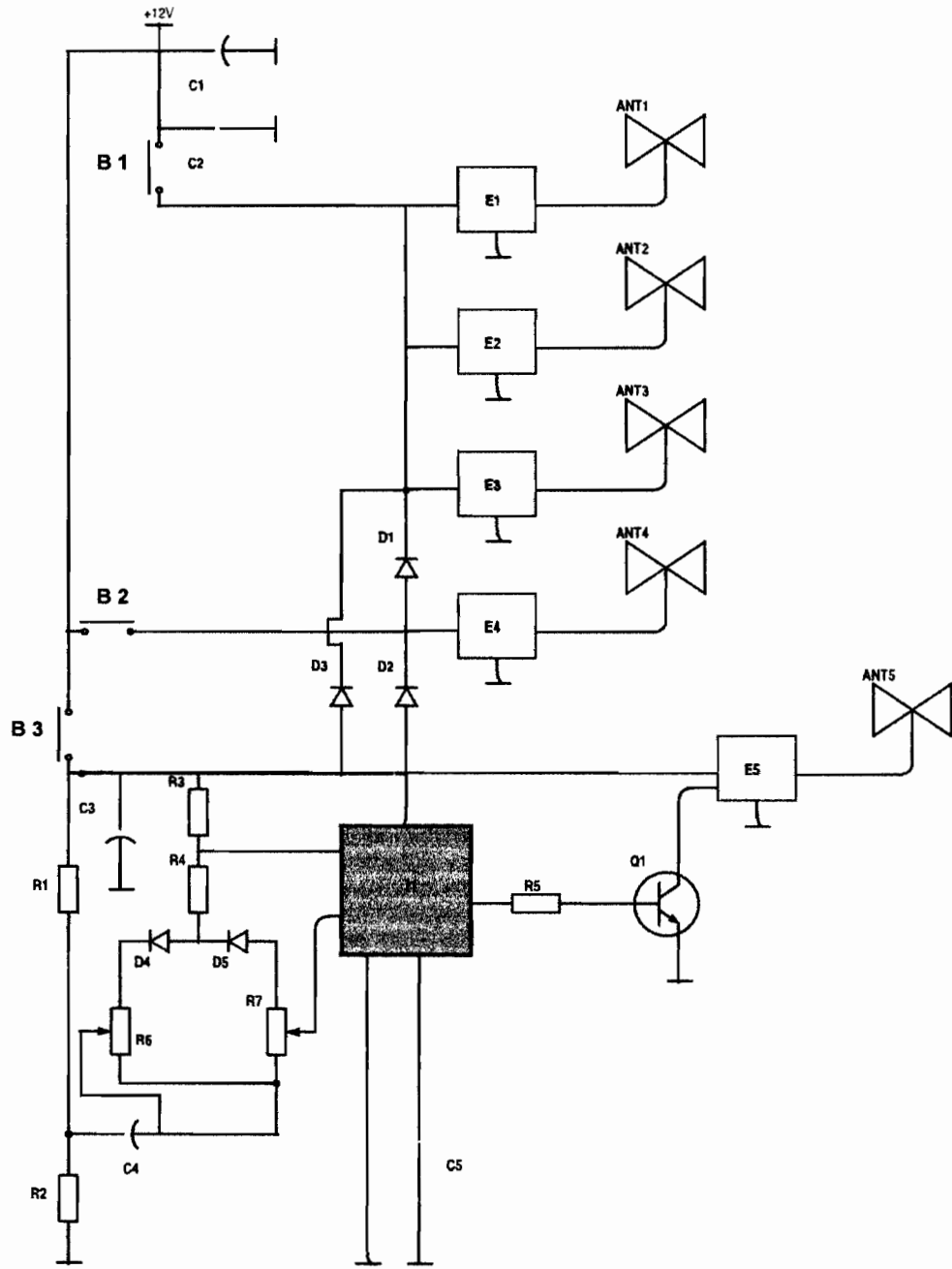


Figura 1