



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2015 00690

(22) Data de depozit: 25/09/2015

(41) Data publicării cererii:
30/03/2017 BOPI nr. 3/2017

(71) Solicitant:
• UNIVERSITATEA TEHNICĂ DIN
CLUJ-NAPOCA, STR. MEMORANDUMULUI
NR.28, CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(72) Inventatori:
• DANESCU RADU GABRIEL,
STR. DÂMBOVIȚEI NR. 45, AP. 56,
CLUJ-NAPOCA, CJ, RO

(74) Mandatar:
CABINET DE PROPRIETATE
INDUSTRIALĂ CIUPAN EMILIA,
STR. MESTECENILOR NR.6, BL.E9, SC.1,
AP.2, CLUJ NAPOCA, JUDEȚUL CLUJ

(54) DISPOZITIV ȘI METODĂ PENTRU SINCRONIZAREA
PRECISĂ LA DISTANȚĂ A SISTEMELOR PENTRU
OBSERVAȚII ASTRONOMICE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un sistem și o metodă de sincronizare la distanță mare a unor sisteme optice pentru observarea cerului, utilizate pentru detectarea obiectelor aflate pe orbite terestre joase, medii sau înalte. Sistemul, conform invenției, cuprinde un dispozitiv (1) de declanșare, care este alcătuit dintr-un receptor GPS (4) cu două canale, unul clasic pentru citirea timpului global și un semnal de sincronizare 1PPS (Pulse Per Second) cu o precizie foarte ridicată, o placă cu microcontroller (5), o tastatură (6) matricială la dispoziția utilizatorului și un ecran LCD (7) pentru afișaj, la acest dispozitiv (1) conectându-se un telescop (3) prevăzut cu o cameră foto (2), care vor fi declanșate de către dispozitivul (1) conform unui program de expuneri încărcat apriori. Metoda, conform invenției, constă în etapele de pregătire a două dispozitive (1) cu un program de expuneri, plasarea acestora la locurile unde se vor efectua observațiile, verificarea semnalului GPS și sincronizarea cu sateliții, trecerea dispozitivelor (1) în modul activ, conectarea camerelor foto (2) la dispozitive (1) și rularea programului de expuneri pentru captarea imaginilor de la telescoape (3).



Fig. 1

Revendicări: 7
Figuri: 4

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).



Dispozitiv și metodă pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice

Invenția se referă la un sistem și o metodă de sincronizare la distanță mare a unor sisteme optice pentru observarea cerului, în vederea detectării obiectelor aflate pe orbite terestre joase, medii sau înalte.

Pentru detectarea acestor obiecte și pentru măsurarea rapidă a distanțelor acestora față de sol, se poate folosi principiul stereoviziunii conform căruia o țintă observată din două sau mai multe puncte poate fi localizată precis în spațiul tridimensional folosind triangulația.

În geometrie, triangulația este metoda prin care se determină poziția unui punct în spațiu atunci când se cunosc unghiurile pe care le formează acesta cu capetele segmentului de dreaptă care unește două puncte de observare. Deoarece obiectele din spațiul extraterestru supuse observării sunt reprezentate adesea de sateliți aflați în mișcare în jurul Pământului, este esențial ca imaginile captate de sistemele optice să fie sincronizate precis. Măsurarea prin stereoviziune necesită plasarea celor două sisteme optice la o distanță, între ele, de ordinul zecilor de kilometri, condiție necesară pentru a obține efectul de parallaxă necesar în cazul acestui tip de măsurare. În această situație sincronizarea camerelor nu se poate face prin soluțiile clasice care se folosesc în sistemele stereo, precum folosirea unor plăci de captură multicanal, cu sincronizare hardware (exemplu: <http://www.silicon-software.info/en/products/itemlist/category/53-me5-cl.html>) sau folosirea unor semnale electrice comune.

Pentru sincronizarea la distanță a două sau mai multe sisteme de observație, fără un semnal electric comun, se pot folosi mai multe variante și anume: comunicarea prin unde electromagnetice (lumină sau unde radio) sau recepționarea simultană a unui semnal electromagnetic comun de mare precizie.

Ambele variante prezintă dezavantaje. Varianta comunicării prin lumină (laser) este limitată la existența unei linii de vizibilitate neîntreruptă între sistemele de observație, în timp ce varianta undelor radio necesită emițător de putere considerabilă, pentru a acoperi zeci de kilometri, fiind necesară, în plus, și o licență pentru emisie.

Recepționarea simultană a unui semnal GPS comun e cea mai bună soluție deoarece funcționează în orice condiții, este pasivă (nu emite nici un fel de undă electromagnetică) și nu este limitată de distanță. Recepționarea semnalului rețelei de sateliți GPS se face în aceleași condiții aproape în orice punct de pe Pământ, semnalul asigurând simultaneitatea, sincronizarea

25-09-2015

precisă a acestuia fiind un element esențial al principiului de funcționare a localizării globale.

Importanța, avantajele și ușurința de utilizare a sincronizării bazate pe GPS au fost recunoscute de către inventator și colaboratorii săi în lucrarea Radu Danescu, Florin Oniga, Vlad Turcu, Octavian Cristea, „Long Baseline Stereovision for Automatic Detection and Ranging of Moving Objects in the Night Sky”, Sensors, vol. 12, no. 10, pp. 12940-12963, 2012 care prezintă o primă variantă a unei soluții de sincronizare. Conform acesteia, un PC preia mesajele primite de la un receptor GPS, prin intermediul unei interfețe USB, le interpretează și le folosește pentru a declanșa o cameră foto. Datorită întârzierilor cauzate de interfața de comunicare, precum și de sistemul de operare al calculatorului, sincronizarea dintre sisteme a fost deficitară, existând decalări de până la 100 ms. Aceste decalări pot fi acceptabile pentru procesul de detecție, dar afectează în mod semnificativ precizia de măsurare.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția constă în sincronizarea la distanță a două sau mai multe sisteme de observație astronomice.

Dispozitivul pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice conform invenției este alcătuit dintr-un receptor GPS cu două canale, unul clasic pentru citirea timpului global și un semnal de sincronizare 1PPS (Pulse Per Second) cu o precizie foarte ridicată, o placă cu microcontroller, o tastatură matricială la dispoziția utilizatorului și un ecran LCD pentru afișaj, la acest dispozitiv conectându-se un telescop prevăzut cu o cameră foto care vor fi declanșate de către dispozitiv conform unui program încărcat apriori.

Metoda pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice conform invenției presupune pregătirea a două dispozitive de declanșare cu un program de expunere și plasarea lor la locurile unde se vor efectua observațiile, verificarea semnalului GPS și sincronizarea cu sateliții, trecerea dispozitivelor în starea activ, conectarea camerelor foto la dispozitive și rularea programului de expuneri.

Se dă în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figurile 1 - 4 care reprezintă:

- Figura 1 – sisteme de observare conectate la dispozitive de declanșare a achizițiilor de imagini;
- Figura 2 – schema unui dispozitiv de declanșare;
- Figura 3 – schema logică a funcționării dispozitivului de declanșare în modul activ;
- Figura 4 – imaginea exterioară a dispozitivului de declanșare a captării imaginilor.

Un dispozitiv de declanșare 1 este utilizat pentru o sincronizare precisă într-un sistem de observație astronomică a unor corpuri care gravitează în jurul Pământului, acesta din urmă fiind alcătuit dintr-o cameră foto 2 conectată la un telescop 3.

Arhitectura dispozitivului de declanșare 1 este prezentată în figura 2. Acesta este alcătuit dintr-un receptor GPS 4, un microcontroller Arduino Uno 5, o tastatură 6 și un ecran LCD 7.

Spre deosebire de soluțiile existente în stadiul actual al tehnicii, receptorul GPS 4 comunică cu microcontroller-ul 5 prin intermediul a două canale și anume: un canal de comunicare clasic și un semnal de sincronizare 1PPS. Pentru comunicarea clasică receptorul GPS 4 folosește o interfață de tip serial UART (Universal Asynchronous Receiver/Transmitter) și comunică, o dată pe secundă, informații despre timpul global, poziționare etc. utilizând semnalele digitale RX-recepție și TX-transmisie, bazându-se pe protocolul NMEA (National Marine Electronics Association). Timpul global comunicat de receptorul GPS 4 este necesar sincronizării programului de expuneri ale camerei foto 2 cu o oră globală absolută. Semnalul de sincronizare 1PPS care are o precizie foarte ridicată, de ordinul nanosecundelor, controlează declanșarea captării imaginilor prin tranziția din nivelul logic 0 în nivelul logic 1. Sursa de semnale primare pentru sincronizare este receptorul GPS 4, capabil de generarea unui semnal digital 1PPS, de lățime 100 ms, sincronizat cu timpul global folosit de tot sistemul de sateliți GPS.

Datele primite de la receptorul GPS 4 sunt preluate de o placă cu microcontroller 5, de tip Arduino Uno, care le va procesa în funcție de modul de lucru configurat de utilizator.

Utilizatorul va comanda sistemul folosind o tastatură matricială 6 de 4x4 caractere, conținând cifrele de la 0 la 9, literele A, B, C și D, precum și caracterele speciale '#' și '*'. Tastatura 6 este conectată la microcontroller-ul 5 prin 8 semnale digitale, patru pentru rânduri (R3...R0) și patru pentru coloane (C3...C0).

Un afișaj LCD 7 cu două linii și 16 caractere pe fiecare linie este folosit pentru afișarea informațiilor utile pentru monitorizarea operației sistemului și pentru asistarea utilizatorului în procesul de configurare. Afișajul LCD 7 se conectează la microcontrollerul 5 folosind semnalele digitale E – enable, RS – reset și DB7...DB4 - semnale de date.

Sistemul este alimentat la 9 V, folosind un bloc 8 de 6 acumulatori de tip R6, de 1.5 V. Regularizarea tensiunii este realizată de placa Arduino 5, care generează tensiune stabilizată de 5 V pentru alimentarea afișajului LCD 7 și tensiune stabilizată de 3.3 V pentru alimentarea

receptorului GPS 4.

În modul activ, microcontroller-ul 5 procesează semnalele primite de la receptorul GPS 4 și generează semnale de nivel TTL (Transistor-Transistor Logic), active pe zero, de durată prestabilită de utilizator, folosind conectorul J1 de tip RCA (female). Perioada de timp în care semnalul este zero controlează timpul de expunere al camerei foto 2 conectată la telescopul 3. În paralel cu conectorul J1 este conectat led-ul LED1, în serie cu rezistența R1 de 150 Ohm, pentru a permite utilizatorului să monitorizeze funcționarea corectă a sistemului.

Dispozitivul de declanșare 1 are trei moduri de funcționare – pasiv, activ și test - prezentate în continuare.

Modul pasiv

La pornirea dispozitivului, acesta va afișa pe ecranul LCD 7 timpul global, sub forma OO:MM:SS, în sistemul de timp UTC (Universal Time Coordinated - timp universal coordonat), primit de la receptorul GPS 4 prin interfața UART. Microcontroller-ul 5 va recepționa șirul de caractere NMEA și va identifica subșirul relevant, care indică timpul și va afișa ora (OO), minutul (MM) și secunda (SS) curente, în mod continuu, pe ecranul LCD 7.

În acest mod, sistemul primește comenzi de la utilizator prin intermediul tastaturii 6. Comenzile valide sunt:

Apăsarea tastei A: utilizatorul comandă sistemului să extragă din memoria internă non-volatilă EEPROM un program de generare de pulsuri de sincronizare prestocat. Dacă nu există un astfel de program stocat în EEPROM, apăsarea tastei A nu are nici un efect.

Apăsarea tastei B: utilizatorul comandă sistemului să stocheze în memoria internă non-volatilă EEPROM programul curent activ. Dacă nu există un astfel de program, apăsarea tastei B nu are nici un efect, memoria EEPROM păstrând programul deja stocat, dacă acesta există.

Apăsarea tastei C: comandă intrarea sistemului în modul pasiv pentru a putea fi configurat din nou. Apăsarea acestei taste oprește desfășurarea programului activ.

Apăsarea tastei D: introduce sistemul în modul test, afișând pe ecranul LCD 7 șirul de caractere „PPS test mode”.

Odată ce sistemul intră în modul pasiv (la apăsarea tastei C), utilizatorul poate introduce programul de lucru. Mai exact, acesta va introduce ora, minutul și secunda la care sistemul va începe declanșarea pulsurilor de sincronizare, timpul între pulsuri în secunde, lățimea pulsului în milisecunde și numărul de pulsuri care se vor executa. Forma comenzii este

25-09-2015

HH*MM*SS*T*E*N#

unde notațiile au următoarele semnificații:

HH – ora

MM – minutul

SS – secunda

T – timpul, în secunde, dintre începutul a două pulsuri

E – timpul de expunere (lățimea pulsului, în milisecunde)

N – numărul de pulsuri de executat

comanda de activare a programului.

De exemplu, dacă s-a introdus comanda

13*35*00*5*700*1000#

aceasta va activa dispozitivul 1 care, începând cu ora 13:35:00, va genera 1000 de pulsuri la intervale de 5 secunde, cu lățimea de 700 ms.

Dacă la apăsarea tastei # șirul de caractere introdus de utilizator nu respectă formatul de mai sus, atunci se va afișa un mesaj de eroare pe ecranul LCD 7. Dacă șirul este corect, atunci se afișează în continuarea acestuia șirul de caractere „AC” pe ecranul LCD 7, indicând că sistemul a devenit activ și se va semnaliza aceasta prin aprindea led-ului LED1 de pe panoul dispozitivului 1.

Modul activ

În acest mod, microcontroller-ul 5 va primi de la receptorul GPS 4, periodic, ora exactă UTC, o va afișa pe ecranul LCD 7 și o va compara cu ora specificată de șirul de caractere program, de forma HH*MM*SS*T*E*N#, pentru generarea pulsurilor (subșirul HH*MM*SS). Dacă ora curentă indicată de receptorul GPS 4 este la o secundă de declanșarea următorului puls (de exemplu, dacă pulsul trebuie declanșat la 20:15:49 și ora actuală este 20:15:48), sistemul va intra în modul blocant în care va monitoriza continuu semnalul 1PPS al receptorului GPS 4. În momentul în care acest semnal efectuează o tranziție din nivel logic 0 în nivel logic 1, microcontroller-ul 5 va stabili pe pinul digital 13 nivelul logic 0, declanșând camera foto 2. Folosind temporizatorul intern, microcontroller-ul 5 va menține semnalul de pe pinul 13 pe durata de timp E necesară expunerii, durată programată de utilizator și care se regăsește în programul HH*MM*SS*T*E*N. După epuizarea timpului E necesar expunerii, pinul 13 va primi din nou nivelul logic 1, iar programul își va continua execuția până la terminarea

numărului de pulsuri N programat de utilizator.

Folosind modul blocant pentru citirea semnalului 1PPS de la receptorul GPS 4 se asigură declanșarea camerelor foto 2 cu o precizie comparabilă cu cea a semnalului 1PPS însuși, semnal care are o precizie de ordinul nanosecundelor.

Funcționarea sistemului în modul activ se face după metoda descrisă prin schema logică din figura 3. Notățiile folosite în figură au următoarele semnificații:

ARMAT – variabilă de stare care indică faptul că dispozitivul 1 așteaptă semnalul de sincronizare 1PPS de la receptorul GPS 4 pentru a declanșa o expunere a camerei foto 2, prin *Semnal_Iesire* (pinul digital 13).

TGPS – timpul universal, primit de la receptorul GPS 4, convertit în secunde.

TSTART – timpul configurat pentru începerea programului de expuneri, convertit în secunde.

INT – intervalul de timp dintre expuneri, exprimat în secunde

AT – timpul de armare, exprimat în milisekunde, în sistemul de timp intern al microcontroller-ului 5. Este folosit doar pentru verificarea situației de pierdere a semnalului, pentru evitarea blocării sistemului.

TC – timpul curent, în milisekunde, în sistemul de timp intern al microcontroller-ului 5. Dacă diferența de timp dintre TC și AT este mai mare de o secundă, declanșarea armată nu se poate efectua, dispozitivul 1 revine la modul nearmat și se va încerca o expunere nouă peste un număr INT de secunde.

Metoda de funcționare în modul activ a dispozitivului 1 pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice se realizează prin parcurgerea următorilor pași:

a1) Se verifică dacă sistemul se află în modul blocant, adică așteaptă semnalul de sincronizare 1PPS de la receptorul GPS 4 pentru a declanșa o expunere a camerei foto 2 (condiția: ARMAT=1).

Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a6).

Dacă răspunsul este DA, atunci se continuă cu pasul a2).

a2) Se verifică dacă semnalul 1PPS al receptorului GPS 4 are nivelul logic 1 (condiția: 1PPS=1).

Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a4).

Dacă răspunsul este DA, atunci se continuă cu pasul a3).

- a3) Microcontroller-ul 5 setează *Semnal_Iesire* (pinul digital 13) la nivelul logic 0 ($\text{Semnal_Iesire} \leftarrow 0$) declanșând camera foto 2 și menține acest nivel pe durata timpului de expunere E.

La expirarea timpului de expunere microcontroller-ul 5 setează *Semnal_Iesire* la nivelul logic 1 ($\text{Semnal_Iesire} \leftarrow 1$), sistemul iese din starea de așteptare a semnalului de sincronizare 1PPS al receptorului GPS 4 ($\text{ARMAT} \leftarrow 0$) și apoi revenire la pasul a1).

- a4) Se citește timpul curent (TC) în milisekunde, în sistemul de timp intern al microcontroller-ului 5 și se verifică dacă diferența dintre timpul curent (TC) și timpul de armare (AT) este mai mare de 1 secundă.

Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a1).

Dacă răspunsul este DA, atunci continuă cu pasul a5).

- a5) Declanșarea armată nu se poate efectua, dispozitivul 1 revine la modul nearmat ($\text{ARMAT} \leftarrow 0$) și salt la pasul a1).

- a6) Microcontroller-ul 5 verifică dacă sunt disponibile date primite de la receptorul GPS 4 prin interfața de tip serial UART.

Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a1).

Dacă răspunsul este DA, atunci continuă cu pasul a7).

- a7) Se citește șirul de caractere primit de la receptorul GPS 4 prin interfața de tip serial UART și se extrage timpul GPS ($\text{TGPS} \leftarrow \text{timp GPS}$).

Se verifică dacă e momentul declanșării camerei foto 2 în vederea captării de imagini (condiția: $(\text{TGPS} - \text{TSTART} + 1) \bmod \text{INT} = 0$).

Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a1).

Dacă răspunsul este DA, atunci continuă cu pasul a8).

- a8) Dispozitivul 1 intră în starea de așteptare a semnalului de sincronizare 1PPS de la receptorul GPS 4, timpul de armare preia valoarea timpului intern al microcontroller-ului 5 și apoi revenire la pasul a1).

Modul PPS test

La apăsarea tastei D sistemul intră în modul test. Pe ecranul LCD 7 se va afișa mesajul „PPS Test mode”. Sistemul va afișa ora în mod continuu și va citi semnalul 1PPS de la receptorul GPS 4, valoarea acestui semnal fiind copiată direct în starea pinului 13, conectat la led-ul LED1. În acest mod utilizatorul va putea monitoriza semnalul 1PPS al receptorului GPS 4, pentru a putea ști dacă receptorul GPS 4 este sincronizat cu sistemul de poziționare globală deoarece semnalul 1PPS nu se generează decât dacă receptorul este complet sincronizat.

Se prezintă în continuare metoda de sincronizare la distanță a dispozitivelor.

Pașii pentru realizarea unei sesiuni de achiziție de imagini sincronizate sunt următorii:

- s1) Se programează dispozitivele de sincronizare 1 cu ora (OO), minutul (MM) și secunda (SS) de început a programului de expuneri, timpul E de expunere a camerelor foto 2, intervalul T dintre două expuneri și numărul total N de expuneri de efectuat. Se salvează în memoria EEPROM acest program, prin apăsarea tastei B. Acest pas se poate efectua în locația de observație sau într-o altă locație, urmând ca dispozitivele 1 programate să fie oprite prin acționarea întrerupătorului 9 și apoi transportate la locurile unde se vor efectua observațiile.
- s2) Dispozitivele 1, aflate la locurile de observație, deconectate de la camerele foto 2 pe care le vor sincroniza, se pun sub tensiune (folosind bateria internă 8 sau un alimentator extern). Utilizatorul se va asigura că semnalul GPS nu este obstrucționat și că poate fi recepționat de dispozitivele 1 (dispozitivele sunt într-o locație deschisă sau într-o cupolă astronomică din material nemetalic, care nu împiedică recepționarea undelor radio).
- s3) Se activează modul PPS test al celor două dispozitive 1, prin acționarea tastei D, pentru a se asigura că recepția GPS este bună. Led-urile LED1 aflate pe dispozitivele 1 vor pâlpâi o dată pe secundă din momentul în care receptorul GPS 4 a realizat sincronizarea cu sateliții.
- s4) După ce dispozitivele 1 au reușit sincronizarea cu semnalul GPS, se încarcă programul din memoria EEPROM, apăsând tasta A, urmată de apăsarea tastei # pentru a introduce dispozitivele 1 în modul activ.
- s5) Se conectează dispozitivele 1 la camerele foto 2, folosind conectorul J1 de tip RCA.
- s6) Dispozitivele 1 vor executa programul de expuneri până la epuizarea numărului de

expuneri programate. Nu este necesară intervenția operatorului uman în timpul funcționării.

s7) După terminarea programului, operatorul uman poate interveni pentru a reprograma dispozitivele 1 cu un alt program de expuneri.

Prin realizarea dispozitivului de sincronizare a observațiilor la distanță și prin dezvoltarea metodei de sincronizare utilizată de acesta, se obțin următoarele avantaje:

- Nu este nevoie de o reglare a timpului curent, timpul fiind citit prin receptorul GPS, el fiind același în orice punct al globului;
- La o întrerupere a funcționării datorită pierderii semnalului GPS sau prin intervenția utilizatorului cum ar fi, de exemplu, pentru remedierea unei defecțiuni, sistemul poate continua să lucreze imediat ce cauzele întreruperii au fost remediate.
- Utilizarea semnalului 1PPS pentru sincronizarea declanșării expunerii asigură o înaltă precizie de sincronizare.

REVENDICĂRI

1. Dispozitiv (1) pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice **caracterizat prin aceea că** este compus dintr-un receptor GPS (4), un microcontroller Arduino Uno (5), o tastatură matricială (6) ca dispozitiv de intrare la dispoziția utilizatorului, un afișaj LCD (7) folosit pentru afișarea informațiilor utile pentru monitorizarea operației sistemului și pentru asistarea utilizatorului în procesul de configurare, o sursă de curent (8), un led (LED1) care indică funcționarea dispozitivului și un conector (J1) de tipul RCA female pentru conectarea unui aparat foto (2) care captează imagini de la un telescop (3), unde receptorul GPS (4) comunică cu microcontroller-ul (5) printr-o interfață UART prin intermediul a două canale dintre care un canal clasic realizat prin semnalele RX-recepție și TX-transmisie și prin care receptorul GPS (4) transmite microcontroller-ului (5), o dată pe secundă, informații preluate de la sateliți privind timpul global și un canal de sincronizare realizat printr-un semnal 1PPS cu lățimea de 100 ms sincronizat cu timpul global folosit de sistemul de sateliți și care prin trecerea sa de la nivelul logic 0 la nivelul logic 1 controlează declanșarea captării imaginilor de la telescopul (3) cu ajutorul camerei foto (2) conectată la dispozitivul (1) prin intermediul conectorului (J1), dispozitivul fiind alimentat de o sursă de curent (8) cu tensiunea de 9V regularizată de către microcontroller-ul (5) care, la rândul lui, asigură o tensiune stabilizată de 5V pentru alimentarea ecranului LCD (7) și o tensiune de 3.3 V pentru receptorul GPS (4).
2. Dispozitiv (1) pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice conform revendicării 1 care, atunci când este pornit, se poate afla într-unul din modurile „pasiv”, „activ” sau „PPS test” **caracterizat prin aceea că** modul pasiv este modul în care dispozitivul intră în mod automat la pornire, în care pe ecranul LCD (7) este afișat timpul global în sistemul UTC, sub forma „OO:MM:SS”, primit de la receptorul GPS (4) prin intermediul microcontroller-ului (5) și în care sistemul primește comenzi de la utilizator prin intermediul tastaturii (6) astfel:
Tasta A: utilizatorul comandă sistemului să extragă din memoria internă non-volatilă EEPROM un program de generare de pulsuri de sincronizare prestocat, iar dacă nu există un astfel de program, atunci apăsarea tastei nu are nici un efect;

Tasta B: utilizatorul comandă sistemului să stocheze în memoria internă non-volatilă EEPROM programul curent activ, iar dacă nu există un astfel de program, apăsarea tastei B nu are nici un efect, memoria EEPROM păstrând programul deja stocat, dacă acesta există;

Tasta C: se comandă intrarea sistemului în modul pasiv pentru a putea fi configurat din nou, iar desfășurarea programului activ este oprită;

Tasta D: sistemul intră în modul test, afișând pe ecranul LCD (7) șirul de caractere „PPS test mode”;

Tasta #: activarea programului introdus de utilizator cu ajutorul tastaturii (6) sau încărcat din memoria EEPROM a microcontroller-ului (5), afișarea pe ecranul LCD (7) a șirului de caractere „AC” și aprindea led-ului (LED1) de pe panoul dispozitivului (1) indicând că sistemul a devenit activ, iar în situația în care programul nu este corect se va afișa pe ecranul LCD (7) un mesaj de eroare.

3. Dispozitiv (1) pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice conform revendicării 1 **caracterizat prin aceea că** un program de captare imagini are structura $HH*MM*SS*T*E*N$ unde HH, MM și SS reprezintă ora, minutul și respectiv, secunda la care sistemul va începe declanșarea pulsurilor de sincronizare, T - timpul în secunde între pulsuri, E - lățimea în milisecunde a pulsului și N - numărul de pulsuri care se vor executa.
4. Dispozitiv (1) pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice conform revendicării 1 care, atunci când este pornit, se poate afla într-unul din modurile „pasiv”, „activ” sau „PPS test” **caracterizat prin aceea că** în modul activ microcontroller-ul (5) preia în continuu timpul global de la receptorul GPS (4), îl afișează pe ecranul LCD (7) și, la momentele stabilite prin programul $HH*MM*SS*T*E*N$, declanșează captarea de imagini de la un telescop (3) cu ajutorul unui aparat foto (2).
5. Dispozitiv (1) pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice conform revendicării 1 care, atunci când este pornit, se poate afla într-unul din modurile „pasiv”, „activ” sau „PPS test” **caracterizat prin aceea că** în modul PPS test dispozitivul (1) va afișa ora în mod continuu pe ecranul LCD (7) și va citi semnalul 1PPS de la receptorul GPS (4), valoarea acestui semnal fiind copiată direct în starea

2 5 -09- 2015

pinului 13 conectat la led-ul (LED1) astfel încât utilizatorul va putea monitoriza semnalul 1PPS al receptorului GPS (4) pentru a ști dacă receptorul este sincronizat cu sistemul de poziționare globală, semnalul 1PPS generându-se numai dacă receptorul este complet sincronizat.

6. Metodă de sincronizare la distanță a dispozitivelor (1) **caracterizată prin aceea că se realizează prin parcurgerea pașilor s1) – s7)** de mai jos:

- s1) Se programează dispozitivele de sincronizare (1) cu ora (OO), minutul (MM) și secunda (SS) de început a programului de expuneri, timpul E de expunere a camerelor foto (2), intervalul T dintre două expuneri și numărul total N de expuneri de efectuat. Se salvează în memoria EEPROM acest program, prin apăsarea tastei B. Acest pas se poate efectua în locația de observație sau într-o altă locație, urmând ca dispozitivele (1) programate, să fie oprite prin acționarea întrerupătorului (9) și apoi transportate la locurile unde se vor efectua observațiile.
- s2) Dispozitivele (1), aflate la locurile de observație, deconectate de la camerele foto (2) pe care le vor sincroniza, se pun sub tensiune prin folosirea bateriei interne (8) sau a unui alimentator extern. Utilizatorul se va asigura că semnalul GPS nu este obstrucționat și că poate fi recepționat de dispozitivele (1), dispozitivele fiind într-o locație deschisă sau într-o cupolă astronomică din material nemetalic, care nu împiedică recepționarea undelor radio.
- s3) Se activează modul PPS test al celor două dispozitive (1), prin acționarea tastei D, iar pentru a se asigura că recepția GPS este bună se vor observa led-urile (LED1) aflate pe dispozitivele (1) care vor pâlpâi o dată pe secundă din momentul în care receptorul GPS (4) a realizat sincronizarea cu sateliții.
- s4) După ce dispozitivele (1) au reușit sincronizarea cu semnalul GPS, se încarcă programul de captare de imagini din memoria EEPROM, apăsând tasta A, urmată de apăsarea tastei # pentru a introduce dispozitivele (1) în modul activ.
- s5) Se conectează dispozitivele (1) la camerele foto (2), folosind conectorul (J1) de tip RCA.
- s6) Dispozitivele (1) vor executa programul de expuneri până la epuizarea numărului de expuneri programate, nefiind necesară intervenția operatorului uman în timpul funcționării.

25-09-2015

- s7) După terminarea programului de expuneri, operatorul uman poate interveni pentru a reprograma dispozitivele (1) cu un alt program de expuneri.
7. Metodă de funcționare în modul activ a unui dispozitiv (1) pentru sincronizarea precisă la distanță a sistemelor pentru observații astronomice **caracterizată prin aceea că se realizează prin parcurgerea pașilor a1) – a8) următori:**
- a1) Se verifică dacă sistemul se află în modul blocant, adică așteaptă semnalul de sincronizare 1PPS de la receptorul GPS (4) pentru a declanșa o expunere a camerei foto (2).
- Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a6).
- Dacă răspunsul este DA, atunci se continuă cu pasul a2).
- a2) Se verifică dacă semnalul 1PPS al receptorului GPS (4) are nivelul logic 1.
- Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a4).
- Dacă răspunsul este DA, atunci se continuă cu pasul a3).
- a3) Microcontroller-ul (5) setează *Semnal_Iesire* (pinul digital 13) la nivelul logic 0 declanșând camera foto (2) și menține acest nivel pe durata timpului de expunere E. La expirarea timpului de expunere microcontroller-ul (5) setează *Semnal_Iesire* la nivelul logic 1, sistemul iese din starea de așteptare a semnalului de sincronizare 1PPS al receptorului GPS (4) și apoi revenire la pasul a1).
- a4) Se citește timpul curent în milisecunde, în sistemul de timp intern al microcontroller-ului (5) și se verifică dacă diferența dintre timpul curent și timpul de armare este mai mare de 1 secundă.
- Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a1).
- Dacă răspunsul este DA, atunci continuă cu pasul a5).
- a5) Declanșarea armată nu se poate efectua, dispozitivul (1) revine la modul nearmat și salt la pasul a1).
- a6) Microcontroller-ul (5) verifică dacă sunt disponibile date primite de la receptorul GPS (4) prin interfața de tip serial UART.
- Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a1).
- Dacă răspunsul este DA, atunci continuă cu pasul a7).
- a7) Se citește șirul de caractere primit de la receptorul GPS (4) prin interfața de tip serial UART și se extrage timpul GPS.

Se verifică dacă e momentul declanșării camerei foto (2) în vederea captării de imagini.

Dacă răspunsul este NU, atunci salt la pasul a1).

Dacă răspunsul este DA, atunci continuă cu pasul a8).

- a8) Dispozitivul (1) intră în starea de așteptare a semnalului de sincronizare 1PPS de la receptorul GPS (4), timpul de armare preia valoarea timpului intern al microcontroller-ului (5) și apoi revenire la pasul a1).

25-09-2015



Figura 1

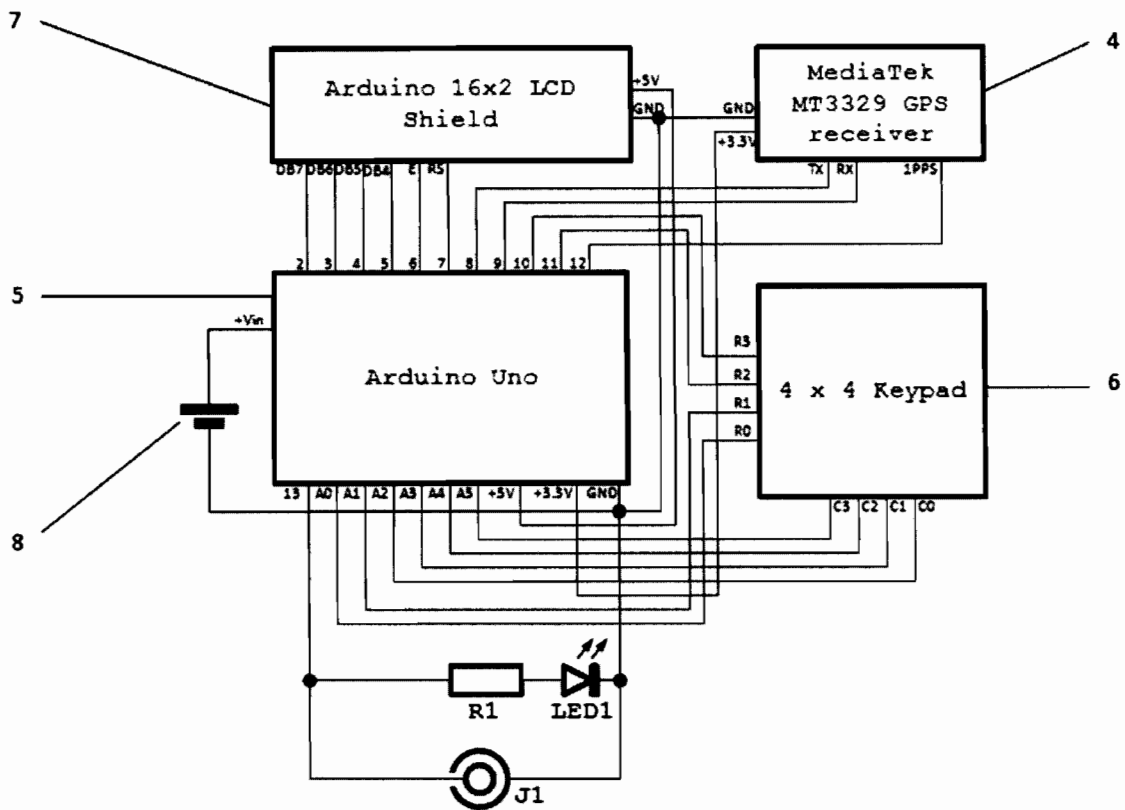


Figura 2

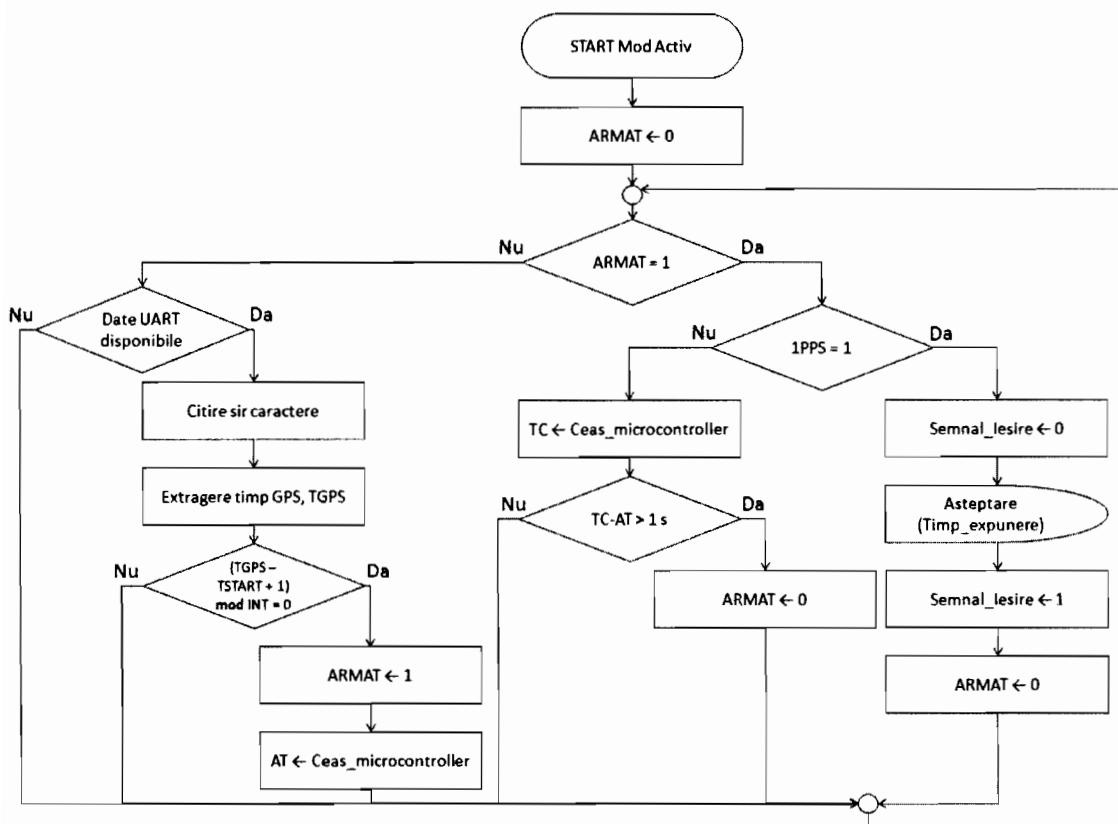


Figura 3

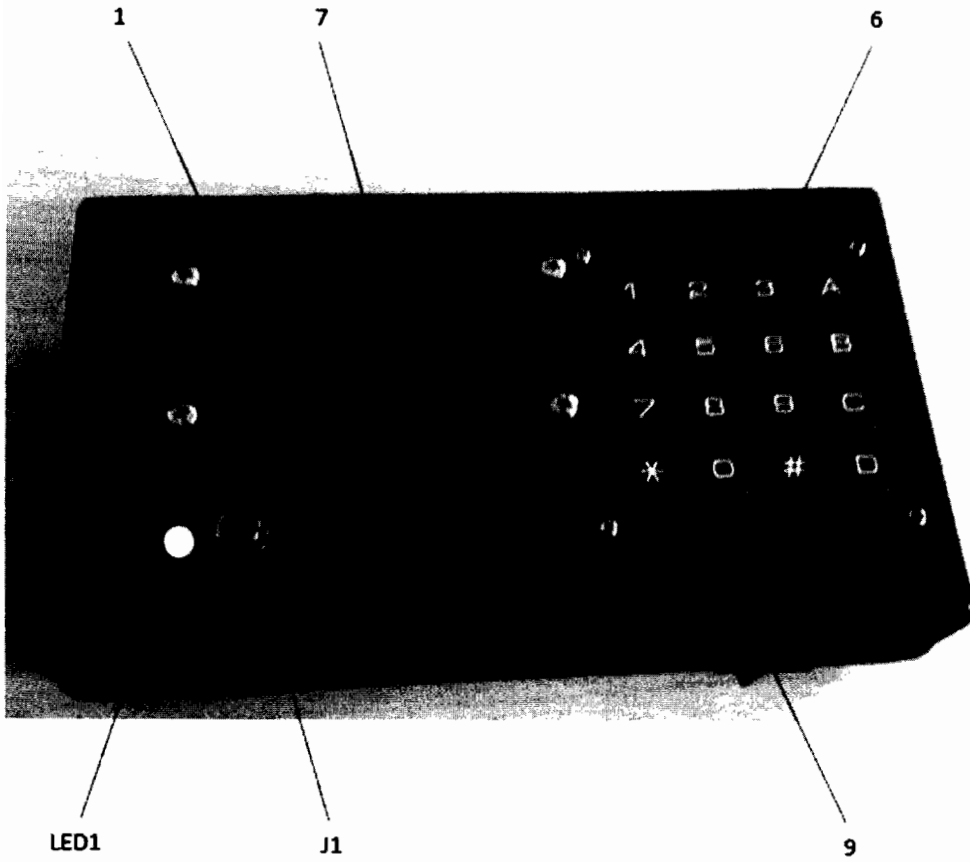


Figura 4