

# CONTRIBUȚII ROMÂNEȘTI ÎN DOMENIUL SISTEMELOR ANTIGRINDINĂ ȘI DE UNIFORMIZARE A PRECIPITAȚIILOR

Prof. dr. ing. **Gheorghe MANOLEA**<sup>1</sup>, Șef lucr. dr. ing. **Laurențiu ALBOTEANU**<sup>1</sup>,  
Asist. dr. ing. **Constantin ȘULEA-IORGULESCU**<sup>1</sup>, Ing. **Sorin STEPAN**<sup>2</sup>,  
Prof. dr. ing. **Petru TODOS**<sup>3</sup>, Prof. dr. ing. **Ion SOBOR**<sup>3</sup>, Conf. dr. ing. **Ilie NUCĂ**<sup>3</sup>,  
Ing. **Mihail SIMA**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Universitatea din Craiova, România, <sup>2</sup> Conestoga College, Ontario, Canada,

<sup>3</sup> Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova,

<sup>4</sup> SC CIVITAS SRL, Craiova, România.

**REZUMAT.** Având în vedere că Simpozionul Științific al Inginerilor Români de Pretutindenii SINGRO 2018 se desfășoară sub deviza „Unire și Inovare”, lucrarea a fost propusă pentru a exemplifica modul în care se poate realiza „unirea” echipelor de cercetare și „inovarea” prin activitățile de cercetare desfășurate în comun. Se prezintă Brevetul de Invenție obținut de Ștefania Mărăcineanu în 1930, structura sistemului antiigrindină din România și Republica Moldova și echipamentele complementare sistemului antiigrindină realizate în cadrul cercetărilor efectuate de colectivul de autori.

**Cuvinte cheie:** sisteme antiigrindină, echipamente complementare, contribuții românești.

**ABSTRACT.** Având în vedere că Simpozionul Științific al Inginerilor Români de Pretutindenii SINGRO 2018 se desfășoară sub deviza „Unire și Inovare”, lucrarea a fost propusă pentru a exemplifica modul în care se poate realiza „unirea” echipelor de cercetare și „inovarea” prin activitățile de cercetare desfășurate în comun. Se prezintă Brevetul de Invenție obținut de Ștefania Mărăcineanu în 1930, structura sistemului antiigrindină din România și Republica Moldova și echipamentele complementare sistemului antiigrindină realizate în cadrul cercetărilor efectuate de colectivul de autori.

**Keywords:** sisteme antiigrindină, echipamente complementare, contribuții românești.

## 1. INTRODUCERE

Având în vedere că Simpozionul Științific al Inginerilor Români de Pretutindenii SINGRO 2018 se desfășoară sub deviza „Unire și Inovare”, lucrarea a fost propusă pentru a exemplifica modul în care se poate realiza „unirea” echipelor de cercetare și „inovarea” prin rezolvarea unor probleme cerute de practica industrială.

Colaborarea științifică dintre autorii lucrării a început după 1990 și s-a dezvoltat în perioada 1992-2002 în cadrul Programului „Moldova” [7], finanțat de Guvernul României, unul dintre proiecte având ca temă alimentarea cu energiei electrice a punctelor de lansare a rachetelor antiigrindină de la panouri fotovoltaice [8], o problemă importantă la vremea respectivă pentru Republica Moldova, iar apoi și în România, după înființarea Sistemului Național Antiigrindină. Subiectul a fost reluat într-o teză de doctorat [1], iar colaborarea s-a dezvoltat pentru rezolvarea altor probleme din domeniul sistemelor

antiigrindină atât în cadrul unor proiecte de cercetare cu finanțare europeană [9], cât și în cadrul unor cercetări doctorale [4], [5], [6].

În lucrare se amintește și propunerea Ștefaniei Mărăcineanu [10] pentru a marca istoria îndelungată a contribuțiilor românești în acest domeniu.

## 2. CERCETĂRI ROMÂNEȘTI ÎN DOMENIUL CREȘTERII ȘI UNIFORMIZĂRII PRECIPITAȚIILOR

### 2.1. Primele cercetări efectuate în România

Deși nu dispunem de documente oficiale care să certifice preocupări instituționale legate de cercetări în domeniul creșterii precipitațiilor, se poate menționa Descrierea Brevetului de Invenție nr.18547/10.06.1930 despusă de domnișoara Ștefania Mărăcineanu la Ministerul Industriei și Comerțului,

Direcțiunea Proprietății Industriale. *Descrierea Invenției nr. 18547/1930. Mijloc de a provoca ploaia.*

Descrierea, dactilografată, se găsește în Baza de date a OSIM București și are următorul conținut:

*În cursul cercetărilor mele asupra efectului solar în fenomenele de radioactivitate am putut constata că acest efect avea o repercusiune asupra precipitațiilor atmosferice.*

*Astfel mai întotdeauna după un timp relativ scurt ce varia de la câteva ore la o zi ploua după ce expuneam substanțe radioactive la soare. Ploaia poate fi câteodată locală ori ea poate cădea mai îndepărtat. E în general violentă și cu caracter de generalizare în toată țara. După astfel de expoziții vedeam anunțate în ziar ploi violente, inundații iar eu nu mai aveam soare.*

*Întrebuințând substanțe puternic radioactive efectul se produce mult mai ușor decât cu substanțe mai slabe.*

*Foarte adesea în timpul expunerii concentrez cu lupa razele solare.*

*Dat fiind marea energie electrică produsă în dezintegrarea radioactivă un asemenea efect nu trebuie să ne mire.*

### REVENDICĂRI

*Procedeu întrebuițat pentru provocarea ploii este expunerea unei substanțe radioactive la soare.*

*Pentru înlesnirea acestui fenomen e bine a-se concentra razele solare cu lupa iar expunerea să se facă spre seară ori de dimineață când aerul este mai puțin uscat.*

## 2.2. Ploile artificiale

În presa scrisă au circulat și următoarele informații [11].

*Prima ploaie artificială a fost provocată în București, în 1931. Din punct de vedere istoric, prima ploaie artificială a fost provocată în București în anul 1931 de către cercetătoarea Ștefania Mărăcineanu. Datorită rezultatelor obținute, Ștefania Mărăcineanu a primit sprijin din partea guvernului francez și a repetat cu succes aceste experimente în anul 1934, în Algeria. Cercetările următoare în acest domeniu au continuat abia după cel de-al Doilea Război Mondial, când, în anul 1946, inginerul american Vincent J. Shaefer a făcut o experiență pe muntele Washington, unde a provocat o aversă puternică.*

*Prima ploaie artificială în scopuri militare a fost provocată în anul 1963 de către armata americană în Vietnam, iar în anul 1966, tot americanii au provocat ploi torențiale cu urmări dezastruoase în provinciile din nordul Laosului. Marile puteri au*

*perfecționat uneltele de manipulare a naturii în scopuri militare, provocând nu numai ploi torențiale și furtuni violente, ci și cutremure artificiale.*



Fig. 1. Nori de ploaie artificială.

## 2.3. „Invenție” ne brevetată

În presa virtuală [12] au circulat următoarele informații.

*Un fost milițian din Videle a experimentat vreme de 15 ani un dispozitiv de alungat norii. Mihai Marian Dumitrescu a inventat aparatul anti-inundații și anti-secetă. Modulatorul care dirijează fronturile atmosferice are dimensiunile unei cutii de pantofi și e compus din 16 electromagneți. Se cuplează la orice sursă de energie electrică de 220 V și funcționează, grație transformatorului, cu o energie de 5 W. Mai conține 8 bobine de inducție, un comutator și câteva cadre metalice. „În roci se imprimă semnale ca pe o bandă magnetică. Acestea pot rezista și un an. Undele care pornesc din roci sunt direcționate către atmosferă”, explică inventatorul. Un astfel de aparat ar costa cel mult 5 milioane de lei. Are termen de garanție între 10 și 20 de ani. OSIM-ul n-a luat în seamă proiectul lui. El poate regla clima unui oraș ca Brașovul pentru un an.*

*Ion David din Galați propune o metodă prin care, pulverizând oxigen lichid din avion deasupra norilor să se declanșeze polaia. După calculele lui, un litru de oxigen lichid va produce 50 de metri cubi de vapor.*

*S.C. Electromecanica - Ploiești S.A a inventat un „Sistem de Stimulare a Precipitațiilor”. O tonă de apă obținută prin metoda ploieșteană este de 4-5 ori mai ieftină decât cea obținută prin irigare.*

## 2.4. Brevete și cercetări românești recente.

Baza de date a OSIM București conține puține brevete din acest domeniu. Dintre acestea se menționează Brevetul RO 123596 „Sistem integrat și metodă pentru reducerea căderilor de grindină”

depus de Electromecanica Ploiești în 20.10.2006 și Brevetul RO 122671 „Compoziție pirotehnică fumigenă” deposedat tot de Electromecanica Ploiești în 13.01.2004. Primul brevet descrie structura și funcționarea Sistemului național antigrindină din România înființat în 1999.

Se amintește și Cererea de Brevet de invenție A0057 din 28.07.2017 „Metodă de lansare a rachetelor antigrindină și platformă aeropurtată dirijată de lansare a rachetelor antigrindină”.

De la înființarea Sistemului antigrindină din România s-au făcut cercetări în domeniul echipamentelor antigrindină la Electromecanica Ploiești, furnizorul de echipamente, dar și în cadrul altor instituții. Având în vedere complexitatea problemelor dar și aspecte legislative, în septembrie 2015 s-a constituit Grupul de Interes Economic „Proiectant General al Sistemului Național Antigridină și de Creștere a Precipitațiilor” format din Electromecanica Ploiești, Administrația Națională de Meteorologie, Compania Națională „Romarm”, Universitatea din Craiova – Centrul de Inovare și Transfer Tehnologic CITT, Institutul Național de Cercetare Dezvoltare pentru Pedologie, Agrochimie și Protecția Mediului ICPA București, General Conf Grup București, BlueNote Communications, AFT Design București.

Așadar, începând cu 2016 Strategia elaborată de Autoritatea antigridină din România este concretizată în soluții elaborate de Proiectantul general.

### 3. SISTEMELE ANTIGRIDINĂ DIN ROMÂNIA ȘI REPUBLICA MOLDOVA

#### 3.1. Sistemul antigridină din Republica Moldova

Serviciul Antigridină al Republicii Moldova activează din anul 1967 iar în anul 1999 a asigurat protecția a cca. 2 milioane hectare de teren agricol, ceea ce constituie circa 60% din suprafața teritoriului [2]. Potențialul tehnic al Serviciului poate asigura protecția a 3 milioane hectare (fig.2). Experiența acumulată pe parcursul a peste 30 de ani a confirmat eficiența înaltă de combatere a grindinii. Astfel, datele statistice pentru ultimii 14 ani demonstrează o eficiență de 93%. În anul 1999 combaterea grindinii pe o suprafață de 120 mii hectare a permis protecția producției agricole cu o valoare de circa 120 milioane lei. Serviciul Antigridină al Republicii Moldova cuprinde 141 posturi de lansare a rachetelor antigridină și 12 stații - Centre de comandă, care au în componență și echipamente de reîncărcare a acumulatorilor (fig. 3). În prezent alimentarea cu energie electrică a consumatorilor posturilor antigridină se efectuează

de la acumulatori. Periodic, acestea se reîncarcă la Centrul de comandă, care deservește 12-14 posturi.

O primă încercare de elaborare a unui sistem autonom de alimentare cu energie electrică utilizând surse regenerabile a fost întreprinsă de Institutul Politehnic din Chișinău (actual Universitatea Tehnică a Moldovei) în anii 1980-1983 [13]. Sistemul realizat avea ca sursă de energie primară un agregat eolian cu diametrul elicei de 6m. Excitația generatorului electric de tip sincron era reglată astfel ca tensiunea la bornele acumulatorilor să se mențină practic constantă. O descriere mai detaliată a acestui sistem este prezentată în [13] și [2].



Fig. 2. Amplasamentele posturilor de lansare și centrelor de comandă din cadrul serviciului antigridină a Republicii Moldova.



Fig. 3. Imagini de la un PL din Republica Moldova.

#### 3.2. Sistemul antigridină din România.

În anul 1999 s-a înființat în România Sistemul național antigridină, gestionat de Autoritatea națională pentru combaterea căderilor de grindină și stimularea precipitațiilor, structură inclusă în Ministerul Agriculturii [3]. În țara noastră s-a oficializat metoda de însămânțare cu rachete, deși au existat cercetări

## CONTRIBUȚII ROMÂNEȘTI ÎN DOMENIUL SISTEMELOR ANTIGRINDINĂ

pentru utilizarea avioanelor. Sistemul (fig. 2) este format din mai multe Unități de Combateră a căderilor de grindină, cea din zona Ploiești-Buzău este funcțională, cea din zona Vrancea-Iași a fost pusă în funcțiune la sfârșitul anului 2011, iar din 2016 s-au făcut studii de fezabilitate pentru construirea unităților de lansare a rachetelor antigrindină în Oltenia (Drăgășani, Segarcea, Vânju Mare) și în Maramureș ( Satu Mare).

Pe plan național, în prezent, funcționează un sistem de combatere activă a căderilor de grindină,

conceput, realizat și exploatat de un consorțiu format din Administrația Sistemului Național Antigrindină și de Stimularea Precipitațiilor și Proiectantul General al Sistemului antigrindină. El are în componere mijloacele de luptă formate dintr-o rachetă sol-aer nedirijată calibru 82,5 mm și un lansator orientabil cu 12 șine de ghidare pentru modelul vechi și 8 șine de ghidare pentru modelul nou. Informațiile despre situația formării norilor și dimensiunile acestora sunt asigurate de stațiile metrologice din sistemul SIMIN.

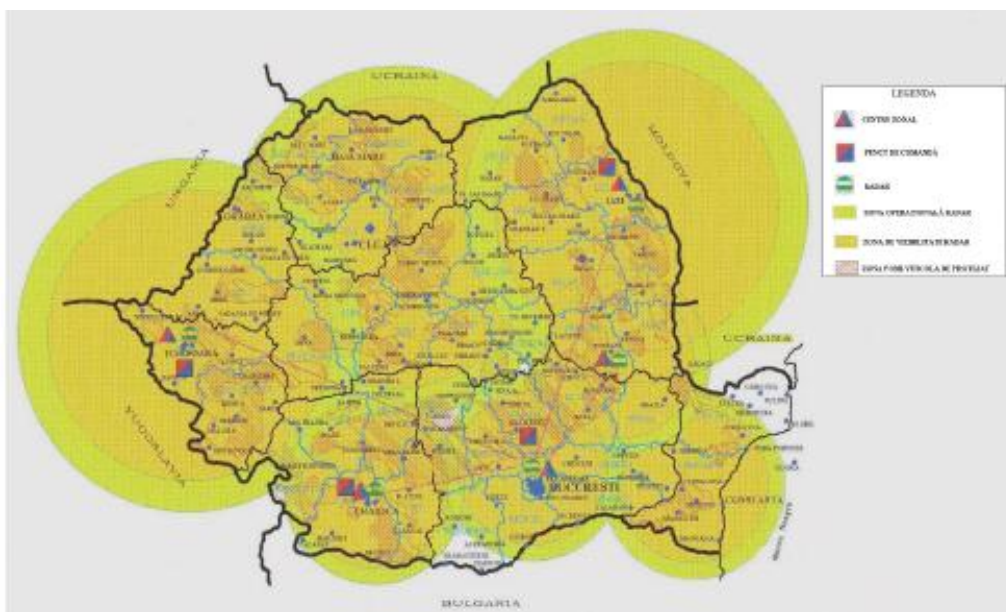


Fig. 4. Sistemul antigrindină din România.

### 4. CONTRIBUȚII PRIVIND REALIZAREA ECHIPAMENTELOR COMPLEMENTARE PENTRU SISTEMUL ANTIGRINDINĂ

#### 4.1. Sistem fotovoltaic pentru alimentarea cu energie electrică a unităților locale de lansare a rachetelor antigrindină

Sistemul fotovoltaic propus pentru această aplicație [1] poate alimenta cu energie electrică atât consumatori de curent continuu, cât și consumatori de curent alternativ în limita de putere a inverterului din componența acestui sistem. Structura sistemului fotovoltaic este prezentată în figura 5 sub formă de schemă bloc.

Plecând de la structura generală a sistemului de alimentare cu energie a stațiilor antigrindină (fig. 5), au fost identificate categoriile de consumatori, puterea și durata de funcționare și a fost calculat necesarul zilnic de energie.

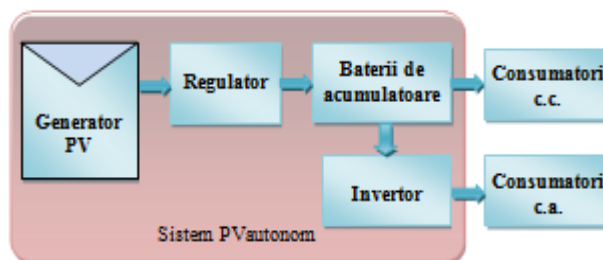


Fig. 5. Structura sistemului fotovoltaic pentru alimentarea unităților locale antigrindină

De asemenea, s-au făcut măsurători privind potențialul radiației solare în zona orașului Craiova și s-au ales module fotovoltaice din siliciu mono cristalin tip Trina Solar Module (TSM) având puterea maximă  $P_{max} = 195$  [Wp], curentul la puterea maximă  $I_{mp} = 5.31$  [A], tensiunea la puterea maximă  $U_{mp} = 36.7$  [V]. A fost alese doua baterii de tip Solar BSB 12/185 cu tensiunea de 12 [V] și capacitatea nominală de 185 [Ah] (fig. 6. a). Consumatorii de curent continuu sunt alimentați direct de la una din cele două baterii sau de la ambele baterii, iar consumatorii de curent alternativ de 220 [V], 50 [Hz] sunt alimentați prin intermediul

inverterului tip VFX3024E, având puterea de ieșire de 3 [kVA], iar tensiunea nominală de intrare de curent continuu de 24 [V], (fig. 6.a).

Panourile fotovoltaice (fig. 6. b) urmăresc mișcarea aparentă a soarelui astfel încât razele să fie perpendiculare pe suprafața panourilor pentru a maximiza energia solară captată și a obține o cantitate de energie electrică maximă. Sistemele de orientare pentru panourile fotovoltaice (fig. 6. b) utilizează mecanisme și actuatori controlați automat pentru a sincroniza mișcarea panourilor cu mișcarea aparentă a soarelui pe bolta cerească.



a)



b)

**Fig. 6.** Sistemul fotovoltaic pentru alimentarea unităților locale antigrindină:

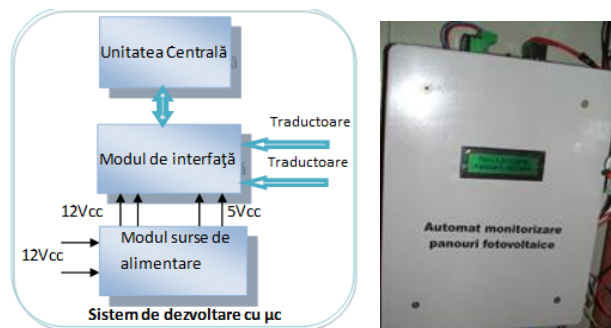
a) ansamblul baterii-invertor; b) panourile fotovoltaice prevăzute cu sisteme de orientare.

Sistemul fotovoltaic prezentat este realizat în construcție compactă și are integrate inverterul, regulatorul, sistemul de monitorizare și control, precum și elementele de protecție. La acest sistem se conectează direct rețeaua de panouri fotovoltaice, bateriile și consumatorii. De asemenea permite și funcționarea interactivă cu rețeaua electrică, dacă aceasta există.

Managementul fluxului de energie produse de panourile fotovoltaice, consumate de consumatori și rezerva stocată în baterii trebuie să asigure, în orice condiții, energia necesară lansării rachetelor anti-grindină. În acest scop a fost elaborat un algoritm de monitorizare și control care asigură controlul consumatorilor în funcție de priorități și de energia disponibilă în baterii. Algoritmul a fost implementat pe un sistem de dezvoltare cu microcontroler (fig. 7).

Sistemul de dezvoltare a fost structurat în trei module separate, pentru a asigura o flexibilitate ridicată și o ușoară depanare. Cele trei module au fost denumite astfel:

- modulul unității centrale;
- modulul de interfață cu procesul;
- modulul surselor de alimentare.



a)

b)

**Fig. 7.** Sistemul de dezvoltare pentru monitorizarea fluxului de energie:

a) schema bloc; b) prototipul realizat.

Pentru alimentarea sistemului de dezvoltare s-a utilizat o sursă c.c.- c.c. cu separare galvanică, alimentată de la baterii și are tensiunile nominale de ieșire de 5Vcc și 12Vcc.

Modulul de interfață asigură următoarele funcții:

- controlul conectării/deconectării consumatorilor în funcție de priorități;
- achiziția datelor de la senzori și traductoare.

Pentru o flexibilitate ridicată în realizarea testelor a fost aleasă soluția de stocare a datelor achiziționate în PC. De asemenea, comenzile sunt evidențiate tot la nivelul PC-ului.

Pentru soluția propusă a fost obținut brevetul de invenție 126005 B1/2012.

## 4.2. Sistem de poziționare automată a rampelor de lansare a rachetelor antigrindină [3]

### 4.2.1. Structura sistemului de poziționare

Schema bloc a sistemului de poziționare a rampei de lansare este cea din fig.8.

Blocul de prescriere a poziției este un touchscreen care permite introducerea manuală a poziției și transmite comanda către Driver-ul pentru poziționarea pe direcția azimut, respectiv Driver-ul pentru poziționarea pe înălțare. Fiecare Driver este alimentat cu tensiune monofazată 220 V, 50Hz și furnizează la ieșire o tensiune alternativă trifazată 3×220 V pentru alimentarea motorului sincron cu magneți permanenți pentru poziționare azimut,

## CONTRIBUȚII ROMÂNEȘTI ÎN DOMENIUL SISTEMELOR ANTIGRINDINĂ

respectiv pentru poziționare înălțare. Legătura între motor și structura pentru poziționarea pe direcția

azimut este realizată prin intermediul unui reductor melc-roată melcată cu raportul de transmisie  $i = 100$ .

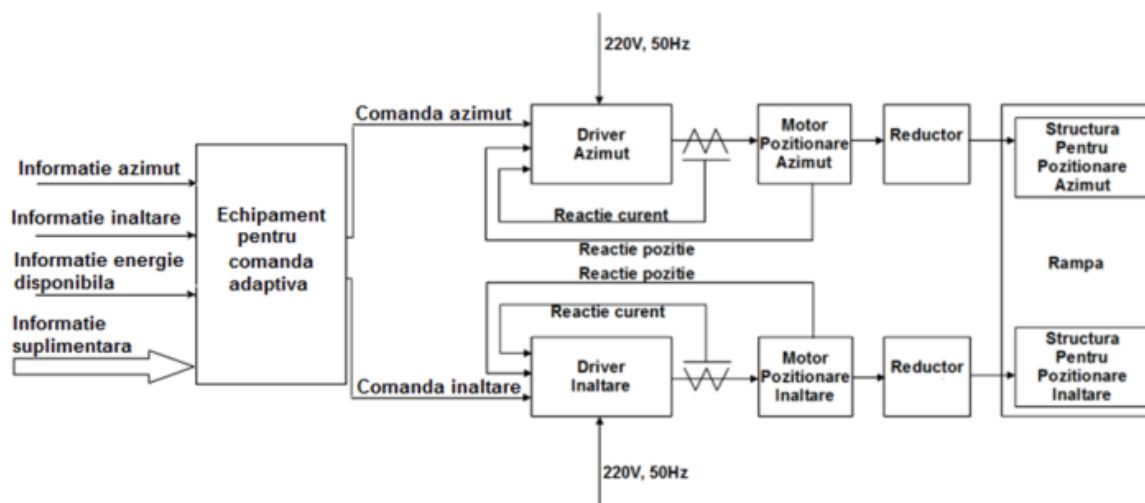


Fig. 8. Schema structurală bloc a sistemului de acționare pentru poziționarea rampei.

Legătura între motor și structura pentru poziționarea pe direcția înălțare este realizată prin intermediul unui reductor melc-roată melcată cu raportul de transmisie  $i = 500$ . Structura pentru poziționare pe direcția înălțare este solidară cu structura pentru poziționarea pe direcția azimut. Mișcările pot fi făcute succesiv sau simultan

Sistemul de acționare electrică pentru poziționarea rampei de lansare a rachetelor antigrindină după cele două grade de libertate (azimut și înălțare) este constituit din două motoare sincrone cu magneți permanenți (câte unul pentru fiecare axă) și câte un driver inteligent Control Techniques (fig.9). Antrenarea celor două axe ale rampei de lansare se face prin intermediul a două reductoare melcate.

Cele două motoare sunt trifazate, dar alimentarea driverelor se face de la rețeaua monofazată 220V, 50 Hz.

Considerând pierderile suplimentare de putere datorate reductorului de turație ce se va interpune între motor și ansamblul mecanic al grinzii de lansare, dar și datorită posibilei influențe a vântului asupra instalației de lansare, s-a ales un servomotor cu o putere superioară celei rezultate din calcule, respectiv motorul sincron cu magneți permanenți Control Techniques tip 055E2B300BACRA063110, cu următoarele caracteristici:

- putere nominală  $P_N = 330$  W;
- cuplu nominal  $M_N = 1,05$  Nm;
- turație nominală  $n_N = 3000$  rot/min.

Reductorul ales pentru acționarea axei înălțării este un reductor melcat cu raport de transmisie  $i_1 = 500$ , rezultat prin cascada a două reductoare ( $i_1 = 10$ ,  $i_2 = 50$ ), care va asigura și blocarea grinzii de lansare pe poziția de tragere.

Deoarece micromotoarele alese au o putere nominală mai mare decât cea cerută de sistemele de poziționare ale rampei de lansare, dar și un cuplu de pornire suficient de mare, nu mai sunt necesare calcule suplimentare pentru verificarea la eventuale suprasarcini (cupluri date de acțiunea vântului asupra rampei de lansare).

Pentru ambele motoare serviciul de funcționare este S2 (serviciu de scurtă durată).

Reductoarele melcate, împreună cu comanda în poziție a servomotoarelor (se dezvoltă cuplu antagonist pentru orice încercare de deviere de la poziția prescrisă) asigură în mod implicit și blocarea rampei pe poziția de tragere.

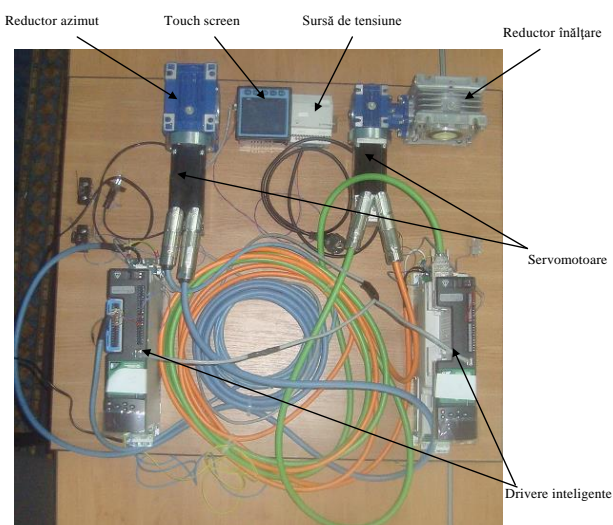


Fig. 9. Elementele componente ale sistemului de poziționare - Platforma experimentală.

#### 4.2.2. Telecomanda sistemului de poziționare [5]

La nivel de blocuri funcționale, componența echipamentului pentru transmiterea, recepționarea, afișarea și stocarea informațiilor transmise către și dintr-o unitate locală de combatere a căderilor de grindină este ilustrată în fig.10. Echipamentul din cadrul centrului de comandă se compune din:

- Consola pentru introducerea, afișarea și stocarea datelor referitoare la coordonatele de tragere, care constă într-un computer cu soft dedicat.

- Interfața dintre computer și transceiver, care are la bază un sistem cu microcontroler ce asigură comunicația dintre consolă și transceiver.

- Transceiver în gama frecvențelor foarte înalte (VHF) - de la 30 MHz la 300 MHz – sau din gama frecvențelor ultra înalte (UHF) - de la 300 MHz la 3 GHz, care poate acoperi distanța de 30-50 km dintre centrul de comandă și punctele locale de lansare a rachetelor antigrindină cu sau fără folosirea de repeatoare.

- Antena de emisie-recepție. Datorită faptului că antena din centrul de comandă trebuie să asigure legătura radio cu mai multe puncte de lansare a rachetelor antigrindină, aflate pe direcții diferite, caracteristica de radiație a acestei antene va trebui să fie largă, sau chiar circulară. Acest fapt are implicații în calculul puterii de emisie, câștigul antenei din centrul de comandă fiind mic.

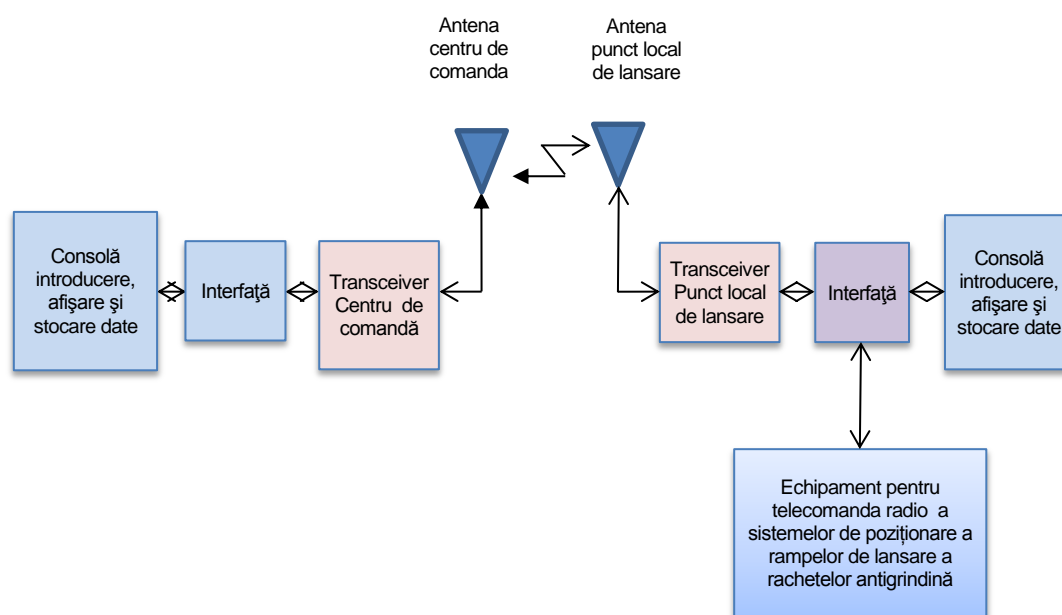


Fig. 10. Schema bloc a echipamentului de telecomandă.

În punctul local de lansare a rachetelor antigrindină, echipamentul pentru transmiterea, recepționarea, afișarea și stocarea informațiilor cu privire la coordonatele de tragere se compune din:

- Consola pentru introducerea, afișarea și stocarea datelor referitoare la coordonatele de tragere, care constă într-un computer cu soft dedicat.

- Interfața dintre computer și transceiver, care are la bază un sistem cu microcontroler ce asigură atât comunicația dintre consola operator și transceiver, cât și comunicația dintre consolă și echipamentul pentru telecomanda radio a sistemelor de poziționare a rampelor de lansare a rachetelor antigrindină.

Comunicația dintre centrul de comandă și punctele locale de lansare a rachetelor antigrindină presupune atât transmiterea coordonatelor de tragere de la centrul de comandă la punctele locale de lansare, cât și transmiterea în sens invers a aceluiași coordonate, în scopul eliminării posibilelor erori la

transmisie. Se vor transmite de asemenea în mod automat de la sistemele de poziționare a rampelor de lansare a rachetelor antigrindină la centrul de comandă datele referitoare la poziția rampelor de lansare, cu scop de monitorizare.

- Transceiver în gama frecvențelor foarte înalte (VHF) - de la 30 MHz la 300 MHz – sau din gama frecvențelor ultra înalte (UHF) - de la 300 MHz la 3 GHz, care poate acoperi distanța de 30-50 km dintre centrul de comandă și punctele locale de lansare a rachetelor antigrindină cu sau fără folosirea de repeatoare.

- Antena de emisie-recepție. Datorită faptului că fiecare antenă din punctele locale de lansare a rachetelor antigrindină trebuie să comunice doar cu o singură antenă, cea din centrul de comandă, se poate alege pentru punctul local de lansare a rachetelor antigrindină o antenă cu caracteristică de radiație îngustă și câștig mare.

**4.3. Sistem informatic specific unităților de lansare a rachetelor antigrindină [6]**

**4.3.1. Arhitectura generală a sistemului propus**

Componentele principale ale sistemului informatic integrat de monitorizare sunt reprezentate de două subsisteme (fig.11):

- subsistemul pentru luarea deciziei de lansare,
- subsistemul pentru asistarea deciziei de lansare.

**4.3.2. Arhitectura hardware a subsistemului pentru asistarea deciziei de lansare**

În figura 12 este prezentată arhitectura hardware a sistemului de monitorizare din unitatea locală de lansare. Cuprinde o unitate Master care poate coordona până la 4 module Slave. Cele 2 module

Slave sunt poziționate pe rampa de lansare și urmăresc informațiile legate de prezență rachetă și identificare rachetă prin cei 12 senzori dispuși pe grinzile de ghidare; informațiile legate de azimut și înălțător prin senzorul de azimut și senzorul pentru înălțător. Informațiile culese de modulul Slave sunt furnizate sistemului de poziționare automată și selectorului de rachete. Modulul Master este conectat la un modem GPRS, prin intermediul căruia sunt transmise către unitatea centrală de comandă toate informațiile obținute de acesta.

Principalele date de intrare pentru acest sistem de asistare a deciziei de lansare sunt reprezentate de:

- număr rampă lansare – pentru o identificare sigură de către operator;
- tensiune acumulatori – verificarea valorii energiei disponibile a sistemului de alimentare; datorită sistemului de prioritizare a consumatorilor se va asigura tot timpul energia necesară pentru poziționare rampă și dare foc.

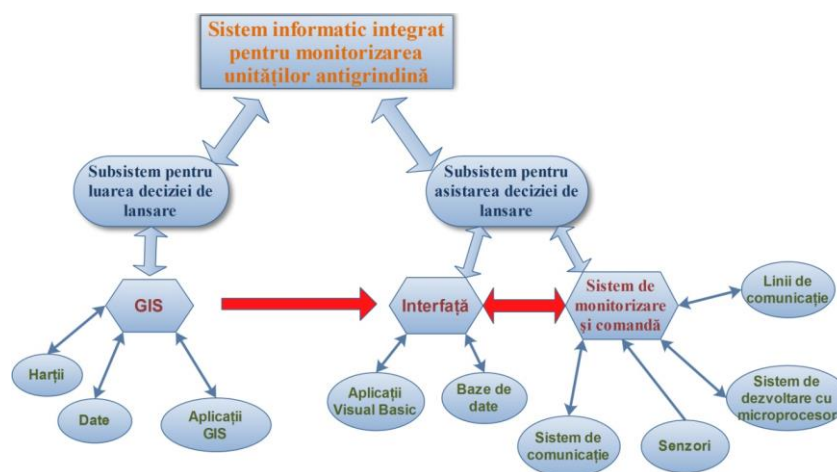


Fig. 11. Principalele componente ale sistemului informatic de monitorizare.

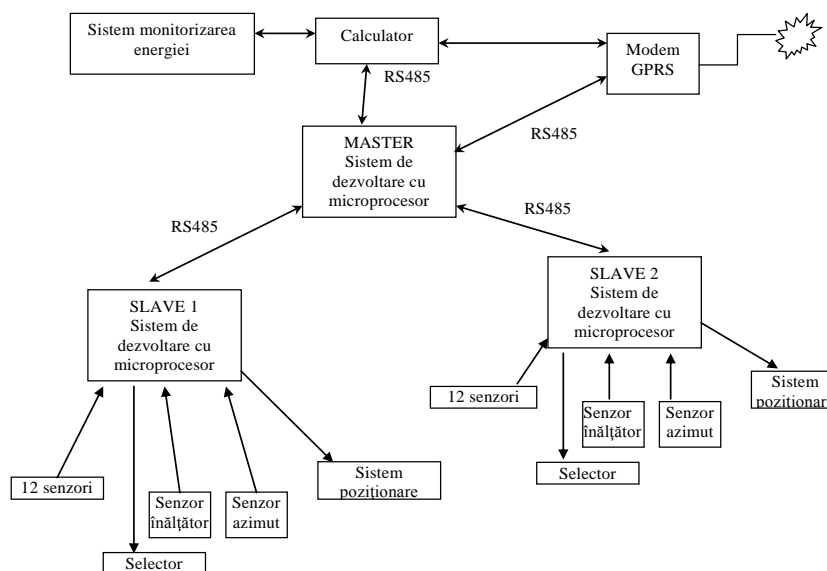


Fig. 12. Arhitectura hardware a sistemului de monitorizare unitate locală.



- confirmare prezență nori grindină – un element de siguranță înaintea lansării;
- confirmare spațiu aerian liber - un element de siguranță înaintea lansării;
- elementele de poziționare: azimut și înălțător;
- numărul și poziția de prezență a rachetelor pe rampă – astfel se asigură un control asupra activității de lansare și încărcare rampă;
- alegerea rachetei/rachetelor pentru lansare;
- elemente de identificare operator.

Principalele date de ieșire vor fi reprezentate de: poziționare rampă, comandă tragere și raportul de tragere zilnică-lunară.

La nivelul unității centrale se asigură:

- centralizarea datelor, stocarea lor în baze de date sau jurnale de valori;
- o interfață grafică prietenoasă ce permite vizualizarea rapidă a stării elementelor reprezentate prin simboluri standard sau sugestiv desenate astfel încât să poată fi ușor identificate de orice operator și colorate în funcție de stare (normală sau de alarmă);
- determinarea stărilor de alarmă și semnalarea locației lor (simboluri, culori, clipire), bula text asociată elementului, sunet și tabel de alarme, precum și afișarea de instrucțiuni pentru remedierea situației, dacă rezolvarea impune participarea operatorului sau a unei echipe de intervenție și nu poate fi rezolvată prin buclele de reglare;
- reconfigurarea de către operator sau administrator a parametrilor buclelor de reglare, a pragurilor de alarmă, etc.;
- administrarea sistemului de automatizare: activare/dezactivare de elemente senzor sau de execuție, arhivare jurnale și rapoarte, creare/ștergere conturi operatori, etc.

### 5. CONCLUZII

Preocupările cercetătorilor privind combaterea căderilor de grindină și stimularea precipitațiilor au o vechime de aproape 100 de ani, printre acestea numărându-se și cercetările româncei Ștefania Mărăcineanu.

Sistemul antigrindină din Republica Moldova funcționează de mai bine de 50 de ani, iar cel din România a fost inițiat de aproape 20 de ani.

Cercetările privind realizarea de echipamente complementare pentru Sistemul antigrindină din România au fost începute din anul 2000, în cadrul Programului MOLDOVA, finanțat de Guvernul României.

Din aceste cercetări au rezultat soluții tehnice, unele brevetate, modele experimentale, unele acceptate în fabricație de serie, dar și echipe de cercetare mixte, de la Universitatea din Craiova și de la Universitatea Tehnică a Moldovei.

Echipele de cercetare au derulat în comun proiecte de cercetare cu finanțare internă ( cercetări doctorale), finanțare națională sau finanțare europeană.

Deși au fost două încercări de a iniția un Proiect de cercetare România-Republica Moldova în domeniul Sistemului antigrindină, proiect prin care să se aplice în cele două țări soluțiile găsite de fiecare parte până în prezent, nu s-a reușit finanțarea acestuia.

### BIBLIOGRAFIE

- [1] Alboteanu, L. *Cercetări privind utilizarea energiei solare pentru alimentarea consumatorilor electrici din stațiile antigrindină izolate*, Teză de doctorat, Universitatea din Craiova, Craiova, 2005.
- [2] Ambros T., Arion V., Guțu A., Sobor I., Todos P., Ungureanu D., *Surse regenerabile de energie.* – Manual, Chișinău, Editura „Tehnica-Info”, 1999.-434 p. ISBN9975-910-79-3
- [3] Manolea, Gh, Alboteanu, L., Șulea C.,ș.a. Echipamente complementare pentru sistemul antigrindină din România, Editura SITECH, 2014, ISBN 978-606-11-4073-2
- [4] Sima, M. *Cercetări privind conceperea și realizarea unui sistem de lansare a rachetelor antigrindină folosind o platformă aeropurtată dirijată*, Proiect de cercetare doctorală, Universitatea din Craiova, 2017
- [5] Stepan, S. *Cercetări privind telecomanda radio a sistemelor de poziționare a rampelor de lansare a rachetelor antigrindină*, Proiect de cercetare doctorală, Universitatea din Craiova, 2015.
- [6] Șulea, C. *Cercetări privind realizarea unui sistem informatic integrat pentru monitorizarea unităților de lansare a rachetelor antigrindină* Teză de doctorat, Universitatea din Craiova, Craiova, 2012.
- [7] xxx Sistem electric computerizat pentru încălzire-uscare depozite de materii prime, produse finite alimentare, tutun. Contract 1958/98 CII- ANSTI, în colaborare cu Universitatea Tehnică a Moldovei. Responsabil Colectiv CIIAnul 1998,1999,2000,2001.
- [8] xxx Sisteme autonome automatizate-surse de alimentare cu energie electrică a consumatorilor serviciilor antigrindină, folosind energia solară și eoliană. Contract CIIT 575/2000 -ANSTI, în colaborare cu Universitatea Tehnică a Moldovei Colectiv CIIT. Anul 2000,2001,2002
- [9] xxx Proiect strategic transfrontalier MIS ETC Code 166 ” *Realizarea unui sistem integrat interdisciplinar pentru monitorizarea, controlul și prevenirea dezastrelor provocate de grindina în regiunea transfrontaliera Romania – Bulgaria*” care revine Universității din Craiova în cadrul proiectului ” Monitorizarea în comun a riscurilor pentru situații de urgență în zona transfrontalieră a Dunării ” derulat în cadrul Programului de cooperare transfrontaliera România-Bulgaria 2007-2013.
- [10] xxx *Inventatori români*, Editura OSIM, București, 1999.
- [11] xxx <https://www.bzi.ro/prima-ploaie-artificiala-provocata-la-bucuresti-120323>
- [12] xxx <http://desecretizari.blogspot.ro/2012/08/ploaie-la-ordin.html>
- [13] Proiect Director „*System for autonomous energy supply (of an anti-ingress protection point)*”, beneficiary - GOSHIDRO-METEO of the URSS. 1980-1982. (Создание системы автономного электроснабжения пунктов противорадовой защиты на базе ветроэлектрического агрегата АВЗУ-6.) Raport KPI Contract № ГР 01829033433, inv.. №02840018501, director pr. TODOS P., Kisinev, 1983 a. -76 p.

## Despre autori

Prof.dr.ing. **Gheorghe MANOLEA**

Universitatea din Craiova, Craiova, România

Absolvent al Universității din Petroșani (Institutul de mine din Petroșani) Facultatea de Electromecanică minieră, 1970. În perioada 1970-1977 a lucrat ca inginer la Centrul de Cercetări pentru Securitate Minieră (SCSM), iar din 1977 este cadru didactic la Universitatea din Craiova. Și-a susținut Teza de doctorat cu titlul ” *Contribuții privind protecția antiexplozivă-siguranță intrinsecă a elementelor de telemecanică și automatizări* ” în anul 1981. Conduce Teze de doctorat din 2004 în domeniul ”Inginerie electrică”. În 1991 a înființat , în cadrul Universității din Craiova, ”Centrul de Inovare și Transfer Tehnologic” CITT, fiind Directorul acestuia din 1991 și până în prezent. Pentru activitatea desfășurată în domeniul cercetării și promovării proprietății industriale a fost distins, în 2002, de către Președintele României, cu Ordinul Național ”Pentru Merit” în grad de ”Cavaler”.

Șef. lucr. dr. ing. **Laurențiu ALBOTEANU**

Universitatea din Craiova, Craiova, România

Absolvent al Universității din Craiova, Facultatea de Electromecanică, specializarea Electromecanică (2004); doctor inginer în domeniul ”Inginerie electrică”, din anul 2009, titlul Tezei de doctorat ” *Contribuții privind utilizarea energiei solare în stațiile antigrindină izolate* ”. Din 2004 până în prezent este cadru didactic la Universitatea din Craiova, Facultatea de Inginerie Electrică. Domenii de competență: sisteme fotovoltaice, hidraulică și climatizare, sisteme automate de acționare electromecanică. A publicat în calitate de autor principal sau coautor: 75 lucrări științifice, 4 cărți, 2 brevete de invenție. A participat în colective de cercetare la 25 de proiecte și granturi de cercetare naționale și internaționale, la 2 dintre proiectele naționale câștigate prin competiție fiind director.

Asist.dr.ing. **Constantin ȘULEA**

Universitatea din Craiova, Craiova, România.

Absolvent al Universității din Craiova Facultatea de Electromecanică, 2007. În perioada 2005-2013 a lucrat ca inginer, iar din 2013 este cadru didactic la Universitatea din Craiova – Facultatea de Automatică, Calculatoare și Electronică. În perioada 2009-2012 a beneficiat de o bursă doctorală și, sub conducerea prof.dr.ing. Gheorghe Manolea, a elaborat Teza de doctorat cu titlul ” *Cercetări privind realizarea unui sistem informatic integrat pentru monitorizarea punctelor de lansare a unităților de combatere a căderilor de grindină* ”, susținută public în anul 2012.

Prof. dr. ing. **Petru TODOS**

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova.

Absolvent al Institutului Politehnic din Chișinău (1964), specialitatea Mașini și aparate electrice; doctor inginer (doctoratul la Institutul de Energetică din Moscova, 1968-1972), cu teza Contribuții la studiul mașinilor electrice submersibile de curent continuu; profesor universitar (din 1993); prim-prorector al Universității Tehnice a Moldovei 1993-2016; membru în comisii de doctorat la Universitatea Politehnică din București, Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași, membru în diverse comisii ale Ministerului Educației pentru armonizarea învățământului superior la cerințele procesului Bologna, expert național în domeniul schimbării climei, Protocolului de la Kyoto. Membru de onoare al Academiei de Științe Tehnice din România. Secția: Electrotehnica.

Prof.dr.ing. **Ion SOBOR**

Universitatea Tehnică a Moldovei, Chișinău, Republica Moldova.

A absolvit Institutul Politehnic din Chișinău în anul 1970 și a obținut diploma de inginer în domeniul Mașini și Aparatelor Electrice. A fost repartizat ca asistent la Institutul Politehnic din Chișinău, catedra de Mașini și Aparatelor Electrice. În perioada 1973-1977 a continuat studiile la doctorat care s-au finalizat cu susținere tezei de doctor în tehnică la Institutul Politehnic din Harcov, Ucraina. A publicat 128 lucrări științifice, inclusiv 8 manuale și monografii. A obținut 17 brevete de invenție. A coordonat 4 teze de doctorat. A realizat studiul potențialului energetic eolian al Republicii Moldova, care s-a finalizat cu editarea unui Atlas în limba română și limba engleză