

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2022 00282**

(22) Data de depozit: **24/05/2022**

(41) Data publicării cererii:
29/11/2022 BOPI nr. **11/2022**

(71) Solicitant:
• **INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
GEOLOGIE ȘI GEOECOLOGIE MARINĂ
GeoEcoMar, STR.DIMITRIE ONCIUL
NR.23-25, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO**

(72) Inventatori:
• **JURCA IOAN, ALEEA ISTRU NR. 2B,
BL. A14C, SC. 6, ET. 3, AP. 86, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO**

*Această publicație include și modificările descrierii,
revendicărilor și desenelor depuse conform art. 35 alin.
(20) din HG nr. 547/2008*

(54) APARAT PENTRU MĂSURAREA EMISIVITĂȚII

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un aparat pentru măsurarea emisivității care determină valoarea coeficientului de emisivitate a unor eșantioane de rocă. Aparatul conform invenției cuprinde un senzor (1) sensibil la radiația infra-roșie, alcătuit din două bolometre montate în punte, care asigură măsurarea coeficientului de emisivitate prin metoda comparației între radiația emisă de un corp (5) etalon și radiația emisă de un eșantion (6) de rocă, la două temperaturi diferite, o oglindă (2) parabolică ce concentrează pe suprafața senzorului (1), radiația infra-roșie emisă de corpurile încălzite, un bloc (B) cu circuite electronice pentru prelucrarea semnalelor electrice, un sistem (C) electronic pentru termostatarea unei incinte în care se află corpul (5) etalon și eșantionul (6) de rocă și un bloc (D) de alimentare cu energie electrică.

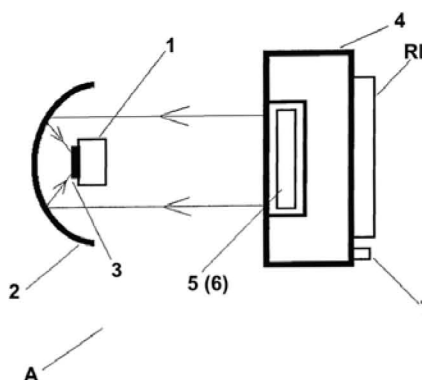


Fig. 1

Revendicări: 2
Figuri: 2

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).



OFICIUL DE STAT PENTRU INVENȚII ȘI MĂRCI	
Cerere de brevet de invenție	
Nr.	2022 00282
Data depozit	24-05-2022

RO 137121 A0

48

EMISIVIMETRU

Invenția se referă la un emisivimetru, care măsoară valoarea coeficientului de emisivitate a unor eșantioane de rocă, cu aplicație în activitatea de interpretare a imaginilor reprezentând suprafețe terestre.

Fotografiile suprafețelor terestre, executate în diferite benzi spectrale ale radiației electromagnetice, sunt realizate cu echipamente montate pe sateliți, aeronave sau drone.

Scopul acestor investigații este de a monitoriza starea culturilor agricole, a zonelor împădurite, al nivelului de poluare al lacurilor sau a cursurilor de apă, gradul de dezvoltare a unor specii de alge în zona costieră a Mării Negre, dinamica extinderii orașelor sau satelor, etc. În cercetările din domeniul geocologiei se utilizează fotografierea suprafețelor terestre cu echipamente speciale care lucrează în domeniul spectral denumit infraroșu termic.

Cercetările din domeniul petrologiei impun de asemenea și studierea unor zone stâncoase care cuprind roci de diferite tipuri (eruptive, metamorfice, sedimentare, etc.). În acest scop, sunt efectuate înregistrări cu aparatură aeropurtată, și sunt prezentate sub forma unor fotografii color. Cantitatea de energie emisă din domeniul spectral infraroșu IR, care definește în final amprenta termică de pe imaginile înregistrate, este determinată, în principal, de temperatura suprafețelor investigate.

Pe imaginile înregistrate, suprafețele cu temperaturi diferite sunt prezentate cu nuanțe de culoare (roșu, galben, verde, albastru). Această cantitate de energie radiată este captată de senzorii montați pe aparatura aeropurtată care realizează înregistrarea imaginilor. Mărimea fluxului de energie a radiației emisă de către corpuri mai depinde însă, pe lângă temperatura acestora, și de un coeficient (sau factor) de emisivitate (ϵ), care este determinat de natura materialului din care este constituit corpul respectiv, de starea suprafeței și de lungimea de undă a radiației.

Legea Stefan- Boltzmann arată că energia totală radiată de o unitate de suprafață a corpului negru, pe unitatea de timp, numită radiația corpului negru sau emitanța integrală I este dată de relația:

$$I = \sigma T^4 .$$

Unde: I este emitanța integrală și are dimensiunea unui flux energetic, se măsoară în W/m^2

$$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ J /s m}^2 \text{ T}^4 \text{ este constanta Stefan – Boltzmann}$$

T este temperatura absolută măsurată în grade K

Pentru corpurile fizice obișnuite, întâlnite în natură, numite și corpuri gri, relația între emitanța I și temperatura T este următoarea:

$$I = \varepsilon \sigma T^4$$

Unde ε este denumit coeficient de emisivitate, iar pentru corpurile din natură acesta are valori între 0 și 1. Coeficientul de emisivitate este legat de puterea de absorbție și emisie a radiației, de către un corp dat.

Deci, coeficientul de emisivitate ε caracterizează corpurile fizice din natură, care nu absorb și nu emit toată radiația, ci doar o parte din ea. Acest coeficient de emisivitate poate fi definit ca raportul între energia radiată de un corp oarecare și energia totală radiată de corpul negru. Corpul negru este un concept în fizică care presupune un corp ideal care absoarbe integral radiația, fără să reflecte sau transmite nimic din radiația incidentă. De asemenea, corpul negru poate emite radiație a cărei spectru depinde numai de temperatura sa absolută. Coeficientul de emisivitate ε pentru corpul negru are valoarea egală cu 1.

Necesitatea cunoașterii coeficientului de emisivitate ε rezultă și din următorul exemplu. Camerele de termoviziune care inspectează mai multe obiecte din materiale diferite și grupate în același loc, vor furniza informații eronate privitor la temperatura corpurilor respective. Corpurile care au un coeficient de emisivitate mai redus, vor fi

redate pe ecran, ca niște corpuri mai reci în raport cu celelate corpuri, deși toate corpurile au în realitate aceeași temperatură. Deci, sunt necesare niște corecții, în lipsa cărora vom avea o imagine eronată privind temperatura corpurilor investigate.

Se cunosc astfel de aparate care sunt folosite în măsurători privind emisivitatea. Un astfel de aparat este prezentat în brevetul de invenție US4117712A. Cu acest aparat sunt investigate diferite obiecte pentru a cunoaște coeficientul de emisivitate termică.

După cum rezultă din textul acestui brevet, senzorul de flux termic este de tipul piroelectric. Acest gen de senzor are un dezavantaj, și anume sensibilitatea redusă. Acest lucru conduce la o precizie redusă privind evaluarea coeficientului de emisivitate.

Alte aparate care măsoară energia radiată de către corpul studiat, folosesc senzori de alt tip, care necesită o instalație de răcire. Aceste echipamente pe lângă faptul că sunt dificil de utilizat, sunt concepute doar pentru aplicații privind piese metalice, din diferite domenii industriale (auto, aviație, etc). De asemenea, echipamentele existente sunt costisitoare și nepotrivite pentru studiul emisivității rocilor.

Problema care o rezolvă invenția revendicată, constă în realizarea unui emisivimetru care să măsoare cu precizie coeficientul de emisivitate asociat rocilor.

Emisivimetrul, conform invenției, înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că senzorul sensibil la radiația infraroșie alcătuit dintr-o pereche de bolometre montate în punte, asigură măsurarea coeficientului de emisivitate prin metoda comparației între radiația emisă de un corp etalon și radiația emisă de un eșantion de rocă, la două temperaturi diferite.

Emisivimetrul mai are în componență o oglindă de formă parabolică, care concentrează pe suprafața senzorului, radiația infraroșie emisă de corpurile încăzite, crescând în mod semnificativ sensibilitatea și acuratețea măsurătorilor.

Emisivimetrul mai este prevăzut cu circuite electronice și un element de încăzire pentru termostatarea incintei în care se află corpul etalon și eșantionul de rocă.

Emisivimetrul are și un termometru digital pentru monitorizarea temperaturii incintei termostatizate.

Avantajele emisivimetrului, conform invenției, sunt:

- asigură măsurarea cu precizie a coeficientului de emisivitate asociat rocilor;
- performanțe apreciabile la un preț de cost scăzut;
- eliminarea instalației de răcire;
- simplitate constructivă;

Se dă, în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura 1, unde este prezentată schița blocului funcțional **A** și figura 2, care prezintă blocul electronic de prelucrare a semnalelor electrice **B**, sistemul electronic de termostatizare **C** și blocul de alimentare **D**.

Emisivimetrul, conform invenției este alcătuit din:

1. Blocul funcțional **A** care cuprinde:

- senzorul **1** reprezentat de două bolometre montate în punte;
- o oglindă parabolică **2** pentru concentrarea fluxului energetic din spectrul IR;
- un dispozitiv electromagnetic (chopper) **3** care modulează fluxului energetic din spectrul IR;
- suportul **4** pe care sunt montate următoarele elemente: corpul etalon **5**, eșantionul de rocă **6**, senzorul **7** al termometrului și elementul de încălzire **RI**.

2. Blocul electronic **B** de prelucrare a semnalelor electrice care cuprinde:

- amplificatorul de semnal, care este reprezentat de tranzistorul **Tz1** și circuitele integrate **CI 1** și **CI 2**;
- demodulatorul sincron format de tranzistoarele **Tz2** și **Tz3** împreună cu circuitele integrate **CI 3** și **CI 4**;
- circuitele care generează semnalele de referință pentru detecția sincronă, realizate cu circuitele integrate **CI 8A** și **CI 8B**;

- generatorul semnalelor de comandă a dispozitivului de modulare a fascicolului de radiație IR, care cuprinde circuitele integrate **CI 6**, **CI 7**, tranzistorul **Tz5**, și electromagnetul **L1**;
 - un convertor analog-digital **CAD**;
 - un afișaj pentru valorile emitanței **AF** ;
 - un termometru digital **TD**;
3. Sistemul electronic **C** pentru termostatarea incintei în care se află corpul etalon și eșantionul de rocă, format din:
- o punte rezistivă **R25,R26,R27,R28** care include și termistorul **RT1**;
 - circuitul integrat **CI 5**;
 - tranzistorul de putere **Tz4**;
 - rezistorul de încălzire **RI**;
4. Blocul de alimentare **D**, care cuprinde:
- un transformator de rețea **TR1**;
 - o punte redresoare **D1,D2,D3,D4**;
 - circuitele integrate **CI 9,CI 10, CI 11**.

Emisivimetrul este un aparat utilizat pentru măsurarea coeficientului (sau factorului) de emisivitate ε ale diverselor tipuri de rocă. Principiul de funcționare presupune compararea emisivității asociate unui set de două corpuri, a unui corp etalon **5**, a cărui emisivitate se cunoaște, și un eșantion de rocă **6** oarecare, cu un coeficient de emisivitate ε necunoscut.

Emisivimetrul măsoară fluxul de energie total din spectrul infraroșu IR emis de eșantionul de rocă supus investigației.

În continuare este prezentată structura emisivimetrului.

În principiu, cele două corpuri, unul etalon **5** și celălalt dintr-o rocă oarecare **6**, de dimensiuni egale, sunt încălzite și se compară mărimea fluxului de energie din domeniul IR. Corpul etalon (standard) **5** este din ceramică are un coeficient de emisivitate cunoscut $\varepsilon=0,95$. Celălalt corp **6** este dintr-o rocă cunoscută, dar pentru care nu este cunoscut coeficientul de emisivitate. Ambele corpuri sunt de formă paralelipipedică și au

dimensiunile de 30mmx30mmx10mm. Acestea sunt plasate, pe rând, într-o incintă din suportul **4**, unde un circuit de termostatare realizează două regimuri termice succesive, primul având temperatura $T_1=45$ grade Celsius și al doilea cu temperatura $T_2=75$ grade Celsius. Aceste două temperaturi T_1 și T_2 , odată setate, sunt menținute constante de un sistem **C** de termostatare, cu o precizie de 0,1 grade Celsius. Aceste două regimuri termice se pot comuta cu ajutorul unui buton **BT**, care este în legătură cu sistemul de termostatare.

Fluxul de energie termică din spectrul IR, produs de cele două corpuri încălzite, este focalizat de către o oglindă parabolică **2**, pe senzorul **1** constituit dintr-o pereche de două bolometre montate în punte. Această oglindă parabolică **2**, este din sticlă, are un diametrul de 70 cm și o distanță focală de 85 cm. Pentru a obține o reflectanță bună, suprafața interioară a oglinzii este acoperită cu un strat subțire de aluminiu deșus într-o instalație de evaporare în vid.

Traductorul utilizat în construcția emisivimetrului, este unul sensibil la radiația infraroșie IR, denumit bolometru. Bolometrul este un termistor miniatural având dimensiunile de 0,01mmx0,5mmx0,5mm, realizat dintr-un amestec de compuși oxidici de mangan și cobalt, care este deșus pe o plăcuță de cuarț. Lărgimea de bandă $\Delta\lambda$, pentru care răspunsul este practic constant este între 0,72 – 25 micrometri. Coeficientul de variație a rezistenței electrice cu temperatura este de 5%/grad Celsius. Timpul de răspuns este de 1 ms.

Senzorul **1** este alcătuit dintr-o punte diferențială formată din două bolometre unul activ BA și unul pasiv BP, care sunt montate într-o capsula metalică cu un diametrul de 10mm și o înălțime de 6mm. Unul dintre bolometre, cel activ BA, este așezat în centrul capsulei, iar cel pasiv BP este așezat lateral. Pe capacul capsulei se află în centru, un orificiu de 1mm, care permite radiației IR să ajungă la bolometrul activ BA. Cel de al doilea bolometru nu este influențat de radiația IR, deoarece este plasat lateral și este obturat de peretele capsulei. Această structură în punte diferențială, cu două bolometre, are scopul de a anula influența temperaturii mediului ambiant asupra măsurărilor.

Capsula cu cele două bolometre este plasată în zona focarului unei oglinzii parabolice **2**. Suportul **4** este alcătuit dintr-o placă metalică, din duraluminiu, rectangulară cu dimensiunile 100mmx100mmx20mm, în care are practică o adâncitură cu dimensiunile 30mmx30mmx10mm. În această adâncitură se vor așeza și vor fi încălzite cele două corpuri: corpul etalon **5** și eșantionul de rocă **6**. Pe acest suport **4** va fi fixat și elementul de încălzire **RI**, precum și senzorul **7** al termometrului digital **TD**. Sursa de radiație IR o reprezintă aceste două corpuri **5** și **6** încălzite.

Modularea radiației IR, emisă continuu de către corpurile încălzite, se realizează cu un dispozitiv electromagnetic **3** numit chopper, care întrerupe în mod intermitent, expunerea la radiația IR a bolometrului activ **BA** aflat în capsula senzorului **1**. Acest modulator este construit dintr-un electromagnet, un magnet permanent, o lamelă metalică oscilantă din fier moale și un circuit de comandă. Frecvența de întrerupere a fascicolului de radiație este de 10 Hz. În acest mod semnalul electric de la ieșirea punții diferențiale, formată din cei doi bolometri este variabil, iar amplificarea este asigurată prin cuplaj capacitiv, de circuitele integrate **CI 1** și **CI 2**. Circuitul integrat **CI 1** este configurat ca un amplificator selectiv acordat pe frecvența de 10 Hz a semnalului. Tranzistorul cu efect de câmp **Tz1** de la intrarea amplificatorului, asigură o impedanță mare de intrare. Legătura cu puntea diferențială de bolometre se face prin cuplaj capacitiv cu condensatorul **C0**. Acest cuplajul capacitiv, elimină deriva termică a tensiunii de la ieșirea amplificatorului, care ar fi fost cauzată de variația temperaturii mediului ambiant. Puntea diferențială montată într-o capsulă metalică, cuprinde cele două bolometre legate în serie, alimentate cu tensiuni electrice de +15V și -15V. Această capsulă este montată în focarul unei oglinzi parabolice **2** care concentrează fascicolul de radiație IR modulată, pe suprafața bolometrului activ **BA**, producând o variație a rezistenței electrice a acestuia. În final, puntea fiind alimentată cu tensiuni electrice continue de +15V și -15V, prin expunerea cu intermitență la radiația infraroșie IR a bolometrului activ **BA**, se va produce o tensiune variabilă la ieșirea punții, cu o amplitudine proporțională cu mărimea fluxului de energie. Deoarece acest flux energetic IR este întrerupt de lamela oscilantă a chopperului cu o frecvență de 10Hz, se produce o modificare variabilă a rezistenței electrice a bolometrului activ **BA**, care în final conduce la apariția unei tensiuni variabile, cu aceeași frecvență, la ieșirea punții.

Amplificatorul selectiv acordat pe frecvența de 10Hz, realizat cu circuitul integrat **CI 1**, mărește amplitudinea semnalului cu un factor 1000. Circuitul integrat **CI 2** realizează o amplificare suplimentară a semnalului electric până la nivelul acceptat de demodulatorul sincron (sau sensibil la fază).

Semnalul electric după ce a fost amplificat, este preluat de un circuit numit demodulator sincron (sau sensibil la fază), care transformă tensiunea alternativă de la intrare într-una continuă, asigurând un raport semnal/zgomot foarte ridicat.

Acest demodulator sincron, este alcătuit din tranzistoarele cu efect de câmp **Tz2** și **Tz3**, împreună cu circuitul integrat **CI 3**.

Tranzistoarele cu efect de câmp **Tz2** și **Tz3** sunt comandate de niște tensiuni defazate cu π radiani, generate de către blocul de comandă realizat de circuitele integrate **CI 8A** și **CI 8B**. Circuitul integrat **CI 3** realizează și funcția de filtrare, datorită condensatorului de integrare **C9**. Semnalul de tensiune continuă este preluat de circuitul integrat **CI 4** montat ca repetor de tensiune cu amplificare unitară, dar care are o impedanță mică de ieșire. Operațiunea de reglare a nivelului de la ieșirea circuitului integrat **CI 4** este realizată de potențiometrul **P**. Semnalul este apoi trimis într-un convertor analogic – digital **CAD**, care este în legătură cu un afișaj **AF**.

În final, numărul de pe afișajul **AF** reprezintă o expresie a mărimii fluxului energetic IR emis de corpurile încălzite.

Generatorul semnalelor de comandă pentru modulatorul **3** al fascicolului de radiație IR, denumit și chopper, cuprinde: circuitele integrate **CI 6**, **CI 7**, tranzistorul **Tz5** și electromagnetul **L1**. Circuitul integrat **CI 6** este montat în configurație de oscilator, a cărui ieșire este sub forma de impulsuri cu frecvența de 10 Hz. Aceste impulsuri sunt preluate de circuitul integrat **CI 7** configurat ca monostabil, care prin reglarea lățimii impulsurilor generate asigură eficiența maximă a procesului de modulare cu frecvența de 10 Hz a fascicolului de radiație IR. Impulsurile de la ieșirea circuitului integrat **CI 7** comandă prin tranzistorul **Tz5** un electromagnet **L1**. Acest electromagnet asigură mișcarea oscilantă a lamelei din structura modulatorului **3**, care întrerupând fascicolul de radiație IR cu o frecvență de 10 Hz, ajunge să producă semnalul electric variabil de

la ieșirea punții diferențiale, prin modificarea cu intermitență a rezistenței bolometrului activ BA. Rezistența electrică a bolometrului pasiv BP rămâne constantă, acesta fiind obturat. Acest bolometru pasiv BA, asigură doar imunitatea punții în raport cu variația temperaturii mediului ambiant. Într-adevăr, o variația a temperaturii ambiante produce o modificare egală a rezistenței electrice a celor două bolometre, care fiind însă montate în punte diferențială, nu conduce la o variație a tensiunii de ieșire.

Semnalele de referință necesare procesului de demodulare sincronă, sunt realizate cu cicuitele integrate **CI 8A** și **CI 8B**. Sincronizarea dintre faza semnalului de măsurat furnizat de amplificatorul **CI 2** și faza semnalelor de referință, care comandă demodulatorul sincron, este asigurată de conexiunea care există între ieșirea pe pinul **3** a circuitului integrat **CI 6**, care generează semnalul de modulare, și intrarea pe pinul **4** a circuitului integrat **CI 8A**.

Emisivimetrul mai are și un termometru digital **TD** care monitorizează temperatura incintei care este în legătură cu corpurile încălzite. Precizia termometrului este de 0,1 grade Celsius. Senzorul **7** al termometrului este montat în suportul **4**, în care este practicat locașul unde se așează corpurile care urmează a fi încălzite.

Un alt bloc funcțional îl reprezintă sistemul electronic **C** pentru termostatarea suportului **4**. Acest bloc funcțional are în componență o punte rezistivă formată din rezistoarele **R25,R26,R27,R28**, termistorul **RT1**, circuitul integrat **CI 5**, tranzistorul de putere **Tz4** și rezistorul de încălzire **RI**. Acest sistem este proiectat astfel încât să asigure un set de două temperaturi $T1 = 45$ grade Celsius și $T2 = 75$ grade Celsius, care să fie menținute cu o precizie de 0,1 grade Celsius. Cele două temperaturi sunt setate prin acționarea butonului **BT**.

Blocul de alimentare **D** care furnizează energia electrică necesară funcționării tuturor circuitelor care compun emisivimetrul, este alcătuit dintr-un transformator de rețea **TR1**, o punte redresoare formată din 4 diode, **D1,D2,D3,D4**, condensatoarele de filtraj **C15,C16,C17,C18,C19**, și niște stabilizatoare de tensiune realizate cu circuitele integrate **CI 9,CI 10,CI 11**. Acest bloc funcțional furnizează tensiuni continue stabilizate de + 15v, - 15V și -5V.

În continuare este prezentată procedura de măsurare a coeficientului de emisivitate.

Pentru a efectua măsurarea coeficientului de emisivitate este necesar să pregătim eșantionul de rocă **6** prin debitarea unor porțiuni din roca prelevată de pe teren și obținerea unui corp de formă paralelipipedică cu dimensiunile 30mmx30mmx10mm. Corpul etalon **5** are aceleași dimensiuni și este din ceramică de un anumit tip care are coeficientul de emisivitate cunoscut $\epsilon=0,95$.

Pentru început se montează corpul etalon **5** în locașul prevăzut în suportul **4**. Apoi, emisivimetrul se pornește acționând asupra comutatorului PORNIT/OPRIT. Aparatul este setat prin proiectare, astfel încât în prima fază să realizeze încălzirea corpului etalon **5** la temperatura $T_1 = 45$ grade Celsius. Pentru obținerea unor măsurători corecte, aparatul trebuie lăsat o perioadă de timp de 30 minute, atât pentru stabilizarea circuitelor electronice, dar și pentru a obține echilibrul termodinamic al suportului **4** care conține corpul etalon **5**. După acest interval de timp se citește numărul afișat pe afișajul **AF**. Notăm această valoare cu I_{e1} . În continuare, se comută regimul de încălzire pe temperatura $T_2 = 75$ grade Celsius prin acționarea butonului **BT**. Se așteaptă din nou un interval din 30 de minute pentru atingerea echilibrului termodinamic. Apoi se citește valoarea afișată pe care o notăm cu I_{e2} . Apoi calculăm diferența dintre cele două valori afișate: $I_{e2} - I_{e1} = \Delta I_e$.

Temperatura este monitorizată pe afișajul termometrului digital **TD**. Senzorul **7** al termometrului este montat în suportul **4** unde sunt așezate pe rând corpul etalon **5** și eșantionul de rocă **6**.

Aceste două numere I_{e1} și I_{e2} sunt proporționale cu mărimea emitanței I pentru cele două temperaturi T_1 și T_2 , ale corpului etalon **5**, cu o semnificație în conformitate cu cea dată de legea Stefan- Boltzmann. Repetăm aceste operațiuni cu eșantionul de rocă **6** cu un coeficient de emisivitate necunoscut ϵ_x .

Se obțin pentru cele două regimuri termice asociate temperaturilor T_1 și T_2 , două valori pentru emitanță afișate I_{r1} și respectiv I_{r2} . În mod similar, ca mai sus, obținem diferența $I_{r2} - I_{r1} = \Delta I_r$.

Cu acest set de valori putem trece la calcularea coeficientului de emisivitate necunoscut ε_x .

Astfel, din legea Stefan- Boltzmann știm că relația care exprimă legătura dintre emitanța I și coeficientul de emisivitate ε este următoarea:

$$I = \varepsilon \sigma T^4 \text{ unde } T(\text{grade K}) = 273 + \text{temperatura în grade Celsius}$$

Pentru corpul etalon ($\varepsilon=0,95$), la cele două valori ale temperaturii avem:

$$I_{e1} = 0,95 \sigma T_1^4 \quad (1)$$

$$I_{e2} = 0,95 \sigma T_2^4 \quad (2)$$

În mod similar pentru eșantionul de rocă:

$$I_{r1} = \varepsilon_x \sigma T_1^4 \quad (3)$$

$$I_{r2} = \varepsilon_x \sigma T_2^4 \quad (4)$$

Facem diferența între relațiile (1) și (2)

$$I_{e2} - I_{e1} = 0,95 \sigma (T_2^4 - T_1^4) \quad (5)$$

Obținem în mod similar diferența dintre relațiile (3) și (4)

$$I_{r2} - I_{r1} = \varepsilon_x \sigma (T_2^4 - T_1^4) \quad (6)$$

Facem raportul între relațiile (5) și (6) și ținând seama de notațiile arătate mai sus avem:

$$\Delta I_r / \Delta I_e = \varepsilon_x / 0,95 \quad (7) \quad \text{sau în final:}$$

$$\varepsilon_x = 0,95 \times \Delta I_r / \Delta I_e \quad (8)$$

Întrucât cele două valori ΔI_r și ΔI_e sunt cunoscute, cu relația (8) se poate calcula coeficientul de emisivitate asociat eșantionului de rocă investigat. Putem măsura o serie întreagă de tipuri de roci și vom întocmi un tabel, astfel încât, în cadrul operațiunii de prelucrare a imaginilor de termoviziune vom putea seta valoarea coeficientului de emisivitate și în acest mod vom determina cu o acuratețe crescută, temperatura reală a elementelor din imagine.

Ca o primă aplicație a rezultatelor oferite de emisivimetrul prezentat este următoarea. La camerele de termoviziune care captează imagini în infraroșu, de obicei coeficientul de emisivitate este setat la valoarea 0,95 și o umiditate a aerului de 75%. Desigur că pe imaginile obținute corpurile care au o emisivitate mai scăzută vor apărea mai reci. În situația în care, se cunoaște tipul de rocă ce urmează a fi filmată, și setăm camera de termoviziune pe valoarea corectă a coeficientului de emisivitate, în imaginile înregistrate temperatura rocilor va fi redată cu acuratețe, conformă cu realitatea.

REVEDICĂRI

1. Emisivimetrul, care are în alcătuire un senzor (1) sensibil la radiația infraroșie, un modulator electromecanic (3), și un sistem termostatat (C) de încălzire a unor corpuri, realizând o măsurare a coeficientului de emisivitate ϵ , **caracterizat prin aceea că** senzorul (1) sensibil la radiația infraroșie alcătuit dintr-o pereche de bolometre montate în punte, asigură măsurarea coeficientului de emisivitate prin metoda comparației între radiația emisă de un corp etalon (5) și radiația emisă de un eșantion de rocă (6), la două temperaturi diferite.

2. Emisivimetru conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mai are în componență o oglindă (2) parabolică, care concentrează pe suprafața senzorului (1), radiația infraroșie emisă de corpurile încălzite (5) și (6), crescând în mod semnificativ sensibilitatea și acuratețea măsurărilor.

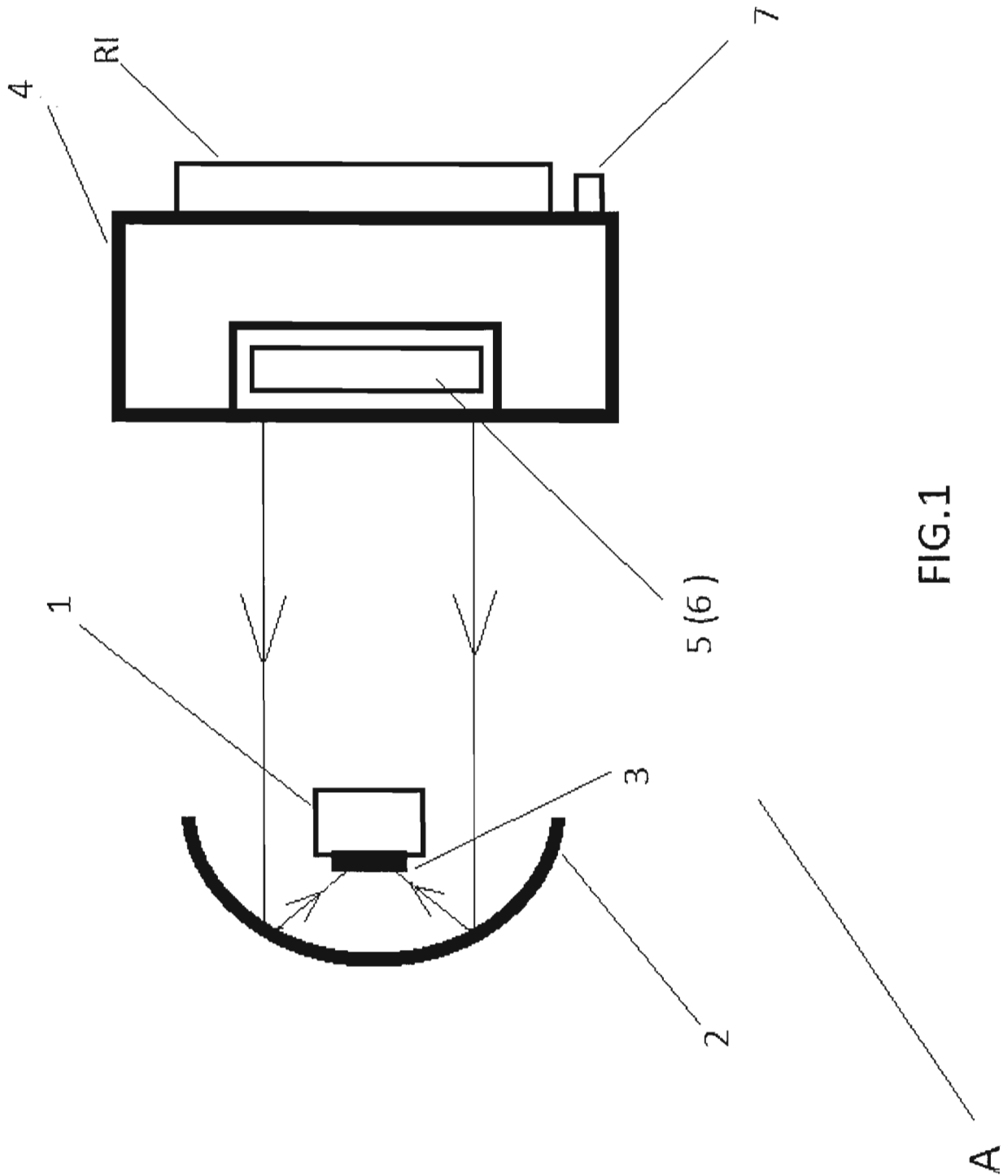


FIG.1

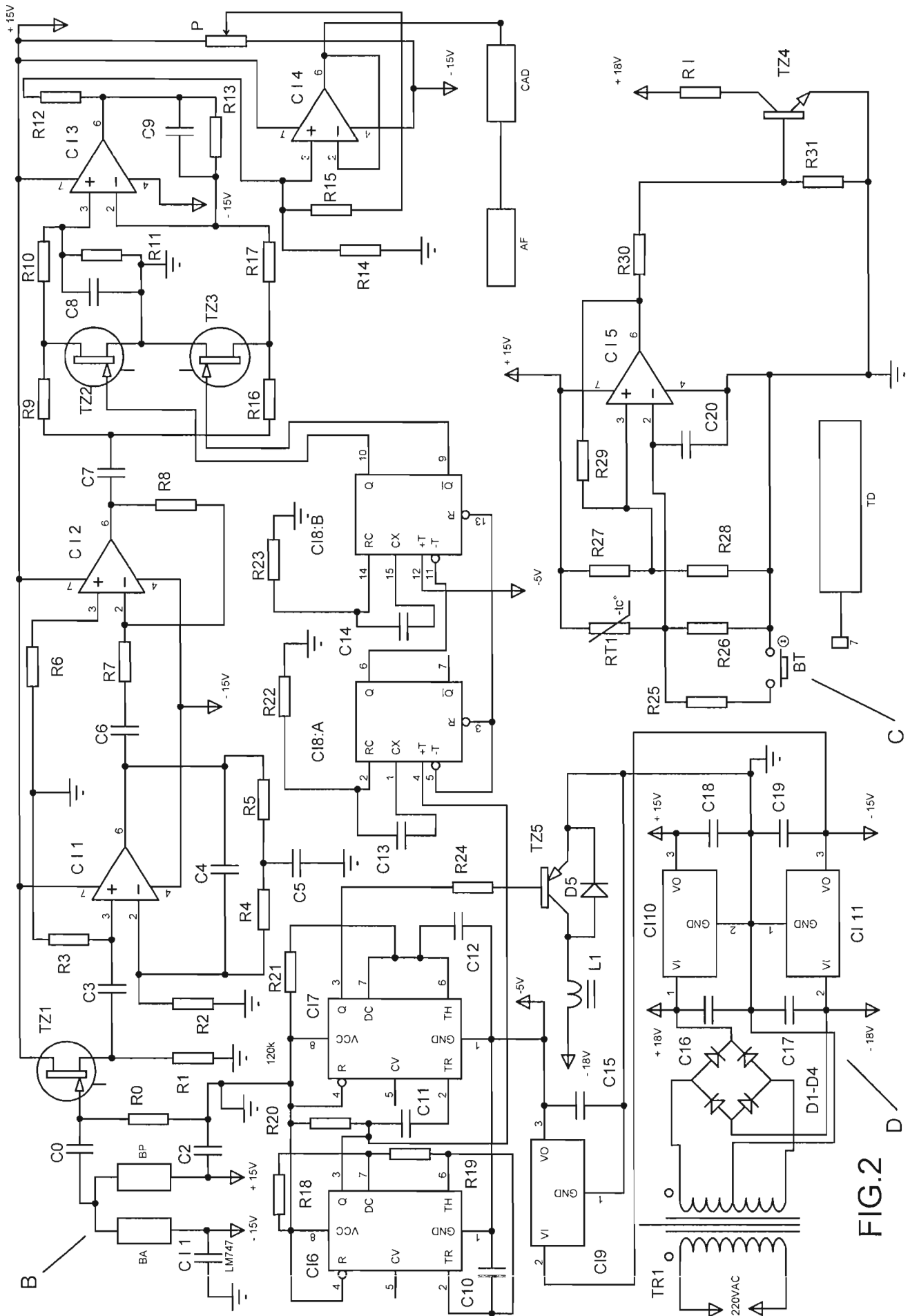


FIG. 2

B

C

D

APARAT PENTRU MĂSURAREA EMISIVITĂȚII

Invenția se referă la un aparat pentru măsurarea emisivității, care determină valoarea coeficientului de emisivitate a unor eșantioane de rocă, cu aplicație în activitatea de interpretare a imaginilor reprezentând suprafețe terestre.

Fotografiile suprafețelor terestre, executate în diferite benzi spectrale ale radiației electromagnetice, sunt realizate cu echipamente montate pe sateliți, aeronave sau drone.

Scopul acestor investigații este de a monitoriza starea culturilor agricole, a zonelor împădurite, al nivelului de poluare al lacurilor sau a cursurilor de apă, gradul de dezvoltare a unor specii de alge în zona costieră a Mării Negre, dinamica extinderii orașelor sau satelor, etc. În cercetările din domeniul geocologiei se utilizează fotografierea suprafețelor terestre cu echipamente speciale care lucrează în domeniul spectral denumit infraroșu termic.

Cercetările din domeniul petrologiei impun de asemenea și studierea unor zone stâncoase care cuprind roci de diferite tipuri (eruptive, metamorfice, sedimentare, etc.). În acest scop, sunt efectuate înregistrări cu aparatură aeropurtată, și sunt prezentate sub forma unor fotografii color. Cantitatea de energie emisă din domeniul spectral infraroșu IR, care definește în final amprenta termică de pe imaginile înregistrate, este determinată, în principal, de temperatura suprafețelor investigate.

Pe imaginile înregistrate, suprafețele cu temperaturi diferite sunt prezentate cu nuanțe de culoare (roșu, galben, verde, albastru). Această cantitate de energie radiată este captată de senzorii montați pe aparatura aeropurtată care realizează înregistrarea imaginilor. Mărimea fluxului de energie a radiației emisă de către corpuri mai depinde însă, pe lângă temperatura acestora, și de un coeficient (sau factor) de emisivitate (ϵ), care este determinat de natura materialului din care este constituit corpul respectiv, de starea suprafeței și de lungimea de undă a radiației.

Legea Stefan- Boltzmann arată că energia totală radiată de o unitate de suprafață a corpului negru, pe unitatea de timp, numită radiația corpului negru sau emitanța integrală I este dată de relația:

$$I = \sigma T^4.$$

Unde: I este emitanța integrală și are dimensiunea unui flux energetic, se măsoară în W/m^2

$\sigma = 5,67 \times 10^{-8} J / s m^2 T^4$ este constanta Stefan – Boltzmann

T este temperatura absolută măsurată în grade K

— Pentru corpurile fizice obișnuite, întâlnite în natură, numite și corpuri gri, relația între emitanța I și temperatura T este următoarea:

$$I = \varepsilon \sigma T^4$$

Unde ε este denumit coeficient de emisivitate, iar pentru corpurile din natură acesta are valori între 0 și 1. Coeficientul de emisivitate este legat de puterea de absorbție și emisie a radiației, de către un corp dat.

— Deci, coeficientul de emisivitate ε caracterizează corpurile fizice din natură, care nu absorb și nu emit toată radiația, ci doar o parte din ea. Acest coeficient de emisivitate poate fi definit ca raportul între energia radiată de un corp oarecare și energia totală radiată de corpul negru. Corpul negru este un concept în fizică care presupune un corp ideal care absoarbe integral radiația, fără să reflecte sau transmite nimic din radiația incidentă. De asemenea, corpul negru poate emite radiație a cărei spectru depinde numai de temperatura sa absolută. Coeficientul de emisivitate ε pentru corpul negru are valoarea egală cu 1.

Necesitatea cunoașterii coeficientului de emisivitate ε rezultă și din următorul exemplu. Camerele de termoviziune care inspectează mai multe obiecte din materiale diferite și grupate în același loc, vor furniza informații eronate privitor la temperatura corpurilor respective. Corpurile care au un coeficient de emisivitate mai redus, vor fi

redate pe ecran, ca niște corpuri mai reci în raport cu celelate corpuri, deși toate corpurile au în realitate aceeași temperatură. Deci, sunt necesare niște corecții, în lipsa cărora vom avea o imagine eronată privind temperatura corpurilor investigate.

Se cunosc astfel de aparate care sunt folosite în măsurători privind emisivitatea. Un astfel de aparat este prezentat în brevetul de invenție US4117712A. Cu acest aparat sunt investigate diferite obiecte pentru a cunoaște coeficientul de emisivitate termică.

După cum rezultă din textul acestui brevet, senzorul de flux termic este de tipul piroelectric. Acest gen de senzor are un dezavantaj, și anume sensibilitatea redusă. Acest lucru conduce la o precizie redusă privind evaluarea coeficientului de emisivitate.

Alte aparate care măsoară energia radiată de către corpul studiat, folosesc senzori de alt tip, care necesită o instalație de răcire. Aceste echipamente pe lângă faptul că sunt dificil de utilizat, sunt concepute doar pentru aplicații privind piese metalice, din diferite domenii industriale (auto, aviație, etc). De asemenea, echipamentele existente sunt costisitoare și nepotrivite pentru studiul emisivității rocilor.

Problema care o rezolvă invenția revendicată, constă în realizarea unui aparat pentru măsurarea emisivității care să măsoare cu precizie coeficientul de emisivitate asociat rocilor.

Aparatul pentru măsurarea emisivității, conform invenției, înlătură dezavantajele arătate mai înainte prin aceea că senzorul sensibil la radiația infraroșie alcătuit dintr-o pereche de bolometre montate în punte, asigură măsurarea coeficientului de emisivitate prin metoda comparației între radiația emisă de un corp etalon și radiația emisă de un eșantion de rocă, la două temperaturi diferite.

Aparatul pentru măsurarea emisivității mai are în componență o oglindă de formă parabolică, care concentrează pe suprafața senzorului, radiația infraroșie emisă de corpurile încăzite, crescând în mod semnificativ sensibilitatea și acuratețea măsurătorilor.

Aparatul pentru măsurarea emisivității mai este prevăzut cu circuite electronice și un element de încălzire pentru termostatarea incintei în care se află corpul etalon și eșantionul de rocă.

Aparatul pentru măsurarea emisivității are și un termometru digital pentru monitorizarea temperaturii incintei termostatare.

Avantajele aparatului pentru măsurarea emisivității, conform invenției, sunt:

- asigură măsurarea cu precizie a coeficientului de emisivitate asociat rocilor;
- performanțe apreciabile la un preț de cost scăzut;
- eliminarea instalației de răcire;
- simplitate constructivă;

Se dă, în continuare un exemplu de realizare a invenției în legătură cu figura 1, unde este prezentată schița blocului funcțional **A** și figura 2, care prezintă blocul electronic de prelucrare a semnalelor electrice **B**, sistemul electronic de termostatare **C** și blocul de alimentare **D**.

Aparatul pentru măsurarea emisivității, conform invenției este alcătuit din:

1. Blocul funcțional **A** care cuprinde:

- senzorul **1** reprezentat de două bolometre montate în punte;
- o oglindă parabolică **2** pentru concentrarea fluxului energetic din spectrul IR;
- un aparat electromagnetic (chopper) **3** care modulează fluxului energetic din spectrul IR;
- suportul **4** pe care sunt montate următoarele elemente: corpul etalon **5**, eșantionul de rocă **6**, senzorul **7** al termometrului și elementul de încălzire **RI**.

2. Blocul electronic **B** de prelucrare a semnalelor electrice care cuprinde:

- amplificatorul de semnal, care este reprezentat de tranzistorul **Tz1** și circuitele integrate **CI 1** și **CI 2**;
- demodulatorul sincron format de tranzistoarele **Tz2** și **Tz3** împreună cu circuitele integrate **CI 3** și **CI 4**;

- circuitele care generează semnalele de referință pentru detecția sincronă, realizate cu circuitele integrate **CI 8A** și **CI 8B**;
 - generatorul semnalelor de comandă a aparatului de modulare a fascicolului de radiație IR, care cuprinde circuitele integrate **CI 6**, **CI 7**, tranzistorul **Tz5**, și electromagnetul **L1**;
 - un convertor analog-digital **CAD**;
 - un afișaj pentru valorile emitanței **AF** ;
 - un termometru digital **TD**;
3. Sistemul electronic **C** pentru termostatarea incintei în care se află corpul etalon și eșantionul de rocă, format din:
- o punte rezistivă **R25,R26,R27,R28** care include și termistorul **RT1**;
 - circuitul integrat **CI 5**;
 - tranzistorul de putere **Tz4**;
 - rezistorul de încălzire **RI**;
4. Blocul de alimentare **D**, care cuprinde:
- un transformator de rețea **TR1**;
 - o punte redresoare **D1,D2,D3,D4**;
 - circuitele integrate **CI 9,CI 10, CI 11**.

Aparatul pentru măsurarea emisivității este un aparat utilizat pentru determinarea coeficientului (sau factorului) de emisivitate ϵ ale diverselor tipuri de rocă. Principiul de funcționare presupune compararea emisivității asociate unui set de două corpuri, a unui corp etalon **5**, a cărui emisivitate se cunoaște, și un eșantion de rocă **6** oarecare, cu un coeficient de emisivitate ϵ necunoscut.

Aparatul pentru măsurarea emisivității evaluează fluxul de energie total din spectrul infraroșu IR emis de eșantionul de rocă supus investigației.

În continuare este prezentată structura aparatului pentru măsurarea emisivității.

În principiu, cele două corpuri, unul etalon **5** și celălalt dintr-o rocă oarecare **6**, de dimensiuni egale, sunt încălzite și se compară mărimea fluxului de energie din domeniul

IR. Corpul etalon (standard) **5** este din ceramică are un coeficient de emisivitate cunoscut $\epsilon=0,95$. Celălalt corp **6** este dintr-o rocă cunoscută, dar pentru care nu este cunoscut coeficientul de emisivitate. Ambele corpuri sunt de formă paralelipipedică și au dimensiunile de 30mmx30mmx10mm. Acestea sunt plasate, pe rând, într-o incintă din suportul **4**, unde un circuit de termostatare realizează două regimuri termice succesive, primul având temperatura $T1=45$ grade Celsius și al doilea cu temperatura $T2=75$ grade Celsius. Aceste două temperaturi $T1$ și $T2$, odată setate, sunt menținute constante de un sistem **C** de termostatare, cu o precizie de 0,1 grade Celsius. Aceste două regimuri termice se pot comuta cu ajutorul unui buton **BT**, care este în legătură cu sistemul de termostatare.

Fluxul de energie termică din spectrul IR, produs de cele două corpuri încălzite, este focalizat de către o oglindă parabolică **2**, pe senzorul **1** constituit dintr-o pereche de două bolometre montate în punte. Această oglindă parabolică **2**, este din sticlă, are un diametrul de 70 cm și o distanță focală de 85 cm. Pentru a obține o reflectanță bună, suprafața interioară a oglinzii este acoperită cu un strat subțire de aluminiu deșus într-o instalație de evaporare în vid.

Traductorul utilizat în construcția aparatului pentru măsurarea emisivității, este unul sensibil la radiația infraroșie IR, denumit bolometru. Bolometrul este un termistor miniatural având dimensiunile de 0,01mmx0,5mmx0,5mm, realizat dintr-un amestec de compuși oxidici de mangan și cobalt, care este deșus pe o plăcuță de cuarț. Lărgimea de bandă $\Delta\lambda$, pentru care răspunsul este practic constant este între 0,72 – 25 micrometri. Coeficientul de variație a rezistenței electrice cu temperatura este de 5%/grad Celsius. Timpul de răspuns este de 1 ms.

Senzorul **1** este alcătuit dintr-o punte diferențială formată din două bolometre unul activ BA și unul pasiv BP, care sunt montate într-o capsula metalică cu un diametrul de 10mm și o înălțime de 6mm. Unul dintre bolometre, cel activ BA, este așezat în centrul capsulei, iar cel pasiv BP este așezat lateral. Pe capacul capsulei se află în centru, un orificiu de 1mm, care permite radiației IR să ajungă la bolometrul activ

BA. Cel de al doilea bolometru nu este influențat de radiația IR, deoarece este plasat lateral și este obturat de peretele capsulei. Această structură în punte diferențială, cu două bolometre, are scopul de a anula influența temperaturii mediului ambiant asupra măsurătorilor.

Capsula cu cele două bolometre este plasată în zona focarului unei oglinzii parabolice **2**. Suportul **4** este alcătuit dintr-o placă metalică, din duraluminiu, rectangulară cu dimensiunile 100mmx100mmx20mm, în care are practicată o adâncitură cu dimensiunile 30mmx30mmx10mm. În această adâncitură se vor așeza și vor fi încăzite cel două corpuri: corpul etalon **5** și eșantionul de rocă **6**. Pe acest suport **4** va fi fixat și elementul de încălzire **RI**, precum și senzorul **7** al termometrului digital **TD**. Sursa de radiație IR o reprezintă aceste două corpuri **5** și **6** încălzite.

Modularea radiației IR, emisă continuu de către corpurile încălzite, se realizează cu un aparat electromagnetic **3** numit chopper, care întrerupe în mod intermitent, expunerea la radiația IR a bolometrului activ BA aflat în capsula senzorului **1**. Acest modulator este construit dintr-un electromagnet, un magnet permanent, o lamelă metalică oscilantă din fier moale și un circuit de comandă. Frecvența de întrerupere a fascicolului de radiație este de 10 Hz. În acest mod semnalul electric de la ieșirea punții diferențiale, formată din cei doi bolometri este variabil, iar amplificarea este asigurată prin cuplaj capacitiv, de circuitele integrate **CI 1** și **CI 2**. Circuitul integrat **CI 1** este configurat ca un amplificator selectiv acordat pe frecvența de 10 Hz a semnalului. Tranzistorul cu efect de câmp **Tz1** de la intrarea amplificatorului, asigură o impedanță mare de intrare. Legătura cu puntea diferențială de bolometre se face prin cuplaj capacitiv cu condensatorul **C0**. Acest cuplajul capacitiv, elimină deriva termică a tensiunii de la ieșirea amplificatorului, care ar fi fost cauzată de variația temperaturii mediului ambiant. Puntea diferențială montată într-o capsulă metalică, cuprinde cele două bolometre legate în serie, alimentate cu tensiuni electrice de +15V și -15V. Această capsulă este montată în focarul unei oglinzi parabolice **2** care concentrează fascicolul de radiație IR modulată, pe suprafața bolometrului activ BA, producând o variație a rezistenței electrice a acestuia. În final, puntea fiind alimentată cu tensiuni

electrice continue de +15V și -15V, prin expunerea cu intermitență la radiația infraroșie IR a bolometrului activ BA, se va produce o tensiune variabilă la ieșirea punții, cu o amplitudine proporțională cu mărimea fluxului de energie. Deoarece acest flux energetic IR este întrerupt de lamela oscilantă a chopperului cu o frecvență de 10Hz, se produce o modificare variabilă a rezistenței electrice a bolometrului activ BA, care în final conduce la apariția unei tensiuni variabile, cu aceeași frecvență, la ieșirea punții. Amplificatorul selectiv acordat pe frecvența de 10Hz, realizat cu circuitul integrat **CI 1**, mărește amplitudinea semnalului cu un factor 1000. Circuitul integrat **CI 2** realizează o amplificare suplimentară a semnalului electric până la nivelul acceptat de demodulatorul sincron (sau sensibil la fază).

Semnalul electric după ce a fost amplificat, este preluat de un circuit numit demodulator sincron (sau sensibil la fază), care transformă tensiunea alternativă de la intrare într-una continuă, asigurând un raport semnal/zgomot foarte ridicat.

Acest demodulator sincron, este alcătuit din tranzistoarele cu efect de câmp **Tz2** și **Tz3**, împreună cu circuitul integrat **CI 3**.

Tranzistoarele cu efect de câmp **Tz2** și **Tz3** sunt comandate de niște tensiuni defazate cu π radiani, generate de către blocul de comandă realizat de circuitele integrate **CI 8A** și **CI 8B**. Circuitul integrat **CI 3** realizează și funcția de filtrare, datorită condensatorului de integrare **C9**. Semnalul de tensiune continuă este preluat de circuitul integrat **CI 4** montat ca repetor de tensiune cu amplificare unitară, dar care are o impedanță mică de ieșire. Operațiunea de reglare a nulului de la ieșirea circuitului integrat **CI 4** este realizată de potențiometrul **P**. Semnalul este apoi trimis într-un convertor analogic – digital **CAD**, care este în legătură cu un afișaj **AF**.

În final, numărul de pe afișajul **AF** reprezintă o expresie a mărimii fluxului energetic IR emis de corpurile încălzite.

Generatorul semnalelor de comandă pentru modulatorul 3 al fascicolului de radiație IR, denumit și chopper, cuprinde: circuitele integrate **CI 6**, **CI 7**, tranzistorul **Tz5** și electromagnetul **L1**. Circuitul integrat **CI 6** este montat în configurație de oscilator, a

căruia ieșire este sub forma de impulsuri cu frecvența de 10 Hz. Aceste impulsuri sunt preluate de circuitul integrat **CI 7** configurat ca monostabil, care prin reglarea lățimii impulsurilor generate asigură eficiența maximă a procesului de modulare cu frecvența de 10 Hz a fascicolului de radiație IR. Impulsurile de la ieșirea circuitului integrat **CI 7** comandă prin tranzistorul **Tz5** un electromagnet **L1**. Acest electromagnet asigură mișcarea oscilantă a lamelei din structura modulatorului **3**, care întrerupând fascicolul de radiație IR cu o frecvență de 10 Hz, ajunge să producă semnalul electric variabil de la ieșirea punții diferențiale, prin modificarea cu intermitență a rezistenței bolometrului activ **BA**. Rezistența electrică a bolometrului pasiv **BP** rămâne constantă, acesta fiind obturat. Acest bolometru pasiv **BA**, asigură doar imunitatea punții în raport cu variația temperaturii mediului ambiant. Într-adevăr, o variația a temperaturii ambiante produce o modificare egală a rezistenței electrice a celor două bolometre, care fiind însă montate în punte diferențială, nu conduce la o variație a tensiunii de ieșire.

Semnalele de referință necesare procesului de demodulare sincronă, sunt realizate cu circuitele integrate **CI 8A** și **CI 8B**. Sincronizarea dintre faza semnalului de măsurat furnizat de amplificatorul **CI 2** și faza semnalelor de referință, care comandă demodulatorul sincron, este asigurată de conexiunea care există între ieșirea pe pinul 3 a circuitului integrat **CI 6**, care generează semnalul de modulare, și intrarea pe pinul 4 a circuitului integrat **CI 8A**.

Aparatul pentru măsurarea erisivității mai are și un termometru digital **TD** care monitorizează temperatura incintei care este în legătură cu corpurile încălzite. Precizia termometrului este de 0,1 grade Celsius. Senzorul **7** al termometrului este montat în suportul **4**, în care este practicat locașul unde se așează corpurile care urmează a fi încălzite.

Un alt bloc funcțional îl reprezintă sistemul electronic **C** pentru termostatizarea suportului **4**. Acest bloc funcțional are în componență o punte rezistivă formată din rezistoarele **R25,R26,R27,R28**, termistorul **RT1**, circuitul integrat **CI 5**, tranzistorul de putere **Tz4** și rezistorul de încălzire **RI**. Acest sistem este proiectat astfel încât să

asigure un set de două temperaturi $T_1 = 45$ grade Celsius și $T_2 = 75$ grade Celsius, care să fie menținute cu o precizie de 0,1 grade Celsius. Cele două temperaturi sunt setate prin acționarea butonului **BT**.

Blocul de alimentare **D** care furnizează energia electrică necesară funcționării tuturor circuitelor care compun aparatul pentru măsurarea emisivității, este alcătuit dintr-un transformator de rețea **TR1**, o punte redresoare formată din 4 diode, **D1, D2, D3, D4**, condensatoarele de filtraj **C15, C16, C17, C18, C19**, și niște stabilizatoare de tensiune realizate cu circuitele integrate **CI 9, CI 10, CI 11**. Acest bloc funcțional furnizează tensiuni continue stabilizate de + 15v, - 15V și -5V.

În continuare este prezentată procedura de măsurare a coeficientului de emisivitate.

Pentru a efectua măsurarea coeficientului de emisivitate este necesar să pregătim eșantionul de rocă **6** prin debitarea unor porțiuni din roca prelevată de pe teren și obținerea unui corp de formă paralelipipedică cu dimensiunile 30mmx30mmx10mm. Corpul etalon **5** are aceleași dimensiuni și este din ceramică de un anumit tip care are coeficientul de emisivitate cunoscut $\epsilon = 0,95$.

Pentru început se montează corpul etalon **5** în locașul prevăzut în suportul **4**. Apoi, aparatul pentru măsurarea emisivității se pornește acționând asupra comutatorului **PORNIT/OPRIT**. Aparatul este setat prin proiectare, astfel încât în prima fază să realizeze încălzirea corpului etalon **5** la temperatura $T_1 = 45$ grade Celsius. Pentru obținerea unor măsurători corecte, aparatul trebuie lăsat o perioadă de timp de 30 minute, atât pentru stabilizarea circuitelor electronice, dar și pentru a obține echilibrul termodinamic al suportului **4** care conține corpul etalon **5**. După acest interval de timp se citește numărul afișat pe afișajul **AF**. Notăm această valoare cu I_{e1} . În continuare, se comută regimul de încălzire pe temperatura $T_2 = 75$ grade Celsius prin acționarea butonului **BT**. Se așteaptă din nou un interval din 30 de minute pentru atingerea echilibrului termodinamic. Apoi se citește valoarea afișată pe care o notăm cu I_{e2} . Apoi calculăm diferența dintre cele două valori afișate: $I_{e2} - I_{e1} = \Delta I_e$.

Temperatura este monitorizată pe afișajul termometrului digital TD. Senzorul 7 al termometrului este montat în suportul 4 unde sunt așezate pe rând corpul etalon 5 și eșantionul de rocă 6.

Aceste două numere I_{e1} și I_{e2} sunt proporționale cu mărimea emitanței I pentru cele două temperaturi $T1$ și $T2$, ale corpului etalon 5, cu o semnificație în conformitate cu cea dată de legea Stefan- Boltzmann. Repetăm aceste operațiuni cu eșantionul de rocă 6 cu un coeficient de emisivitate necunoscut ϵ_x .

Se obțin pentru cele două regimuri termice asociate temperaturilor $T1$ și $T2$, două valori pentru emitanță afișate I_{r1} și respectiv I_{r2} . În mod similar, ca mai sus, obținem diferența $I_{r2} - I_{r1} = \Delta I_r$.

Cu acest set de valori putem trece la calcularea coeficientului de emisivitate necunoscut ϵ_x .

Astfel, din legea Stefan- Boltzmann știm că relația care exprimă legătura dintre emitanța I și coeficientul de emisivitate ϵ este următoarea:

$$I = \epsilon \sigma T^4 \text{ unde } T(\text{grade K}) = 273 + \text{temperatura în grade Celsius}$$

Pentru corpul etalon ($\epsilon=0,95$), la cele două valori ale temperaturii avem:

$$I_{e1} = 0.95 \sigma T_1^4 \quad (1)$$

$$I_{e2} = 0.95 \sigma T_2^4 \quad (2)$$

În mod similar pentru eșantionul de rocă:

$$I_{r1} = \epsilon_x \sigma T_1^4 \quad (3)$$

$$I_{r2} = \epsilon_x \sigma T_2^4 \quad (4)$$

Facem diferența între relațiile (1) și (2)

$$I_{e2} - I_{e1} = 0,95 \sigma (T_2^4 - T_1^4) \quad (5)$$

Obținem în mod similar diferența dintre relațiile (3) și (4)

$$I_{r2} - I_{r1} = \varepsilon_x \sigma (T_2^4 - T_1^4) \quad (6)$$

Facem raportul între relațiile (5) și (6) și ținând seama de notațiile arătate mai sus avem:

$$\Delta I_r / \Delta I_e = \varepsilon_x / 0,95 \quad (7) \quad \text{sau în final:}$$

$$\varepsilon_x = 0,95 \times \Delta I_r / \Delta I_e \quad (8)$$

Întrucât cele două valori ΔI_r și ΔI_e sunt cunoscute, cu relația (8) se poate calcula coeficientul de emisivitate asociat eșantionului de rocă investigat. Putem măsura o serie întreagă de tipuri de roci și vom întocmi un tabel, astfel încât, în cadrul operațiunii de prelucrare a imaginilor de termoviziune vom putea seta valoarea coeficientului de emisivitate și în acest mod vom determina cu o acuratețe crescută, temperatura reală a elementelor din imagine.

Ca o primă aplicație a rezultatelor oferite de aparatul pentru măsurarea emisivității prezentat este următoarea. La camerele de termoviziune care captează imagini în infraroșu, de obicei coeficientul de emisivitate este setat la valoarea 0,95 și o umiditate a aerului de 75%. Desigur că pe imaginile obținute corpurile care au o emisivitate mai scăzută vor apărea mai reci. În situația în care, se cunoaște tipul de rocă ce urmează a fi filmată, și setăm camera de termoviziune pe valoarea corectă a coeficientului de emisivitate, în imaginile înregistrate temperatura rocilor va fi redată cu acuratețe, conformă cu realitatea.

REVEDICĂRI

1. Aparatul pentru măsurarea emisivității, care are în alcătuire un senzor (1) sensibil la radiația infraroșie, un modulator electromagnetic (3), și un sistem termostatat (C) de încălzire a unor corpuri, realizând o măsurare a coeficientului de emisivitate ε , **caracterizat prin aceea că** senzorul (1) sensibil la radiația infraroșie alcătuit dintr-o pereche de bolometre montate în punte, asigură măsurarea coeficientului de emisivitate prin metoda comparației între radiația emisă de un corp etalon (5) și radiația emisă de un eșantion de rocă (6), la două temperaturi diferite.

2. Aparat pentru măsurarea emisivității conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că** mai are în componență o oglindă (2) parabolică, care concentrează pe suprafața senzorului (1), radiația infraroșie emisă de corpurile încălzite (5) și (6), crescând în mod semnificativ sensibilitatea și acuratețea măsurărilor.

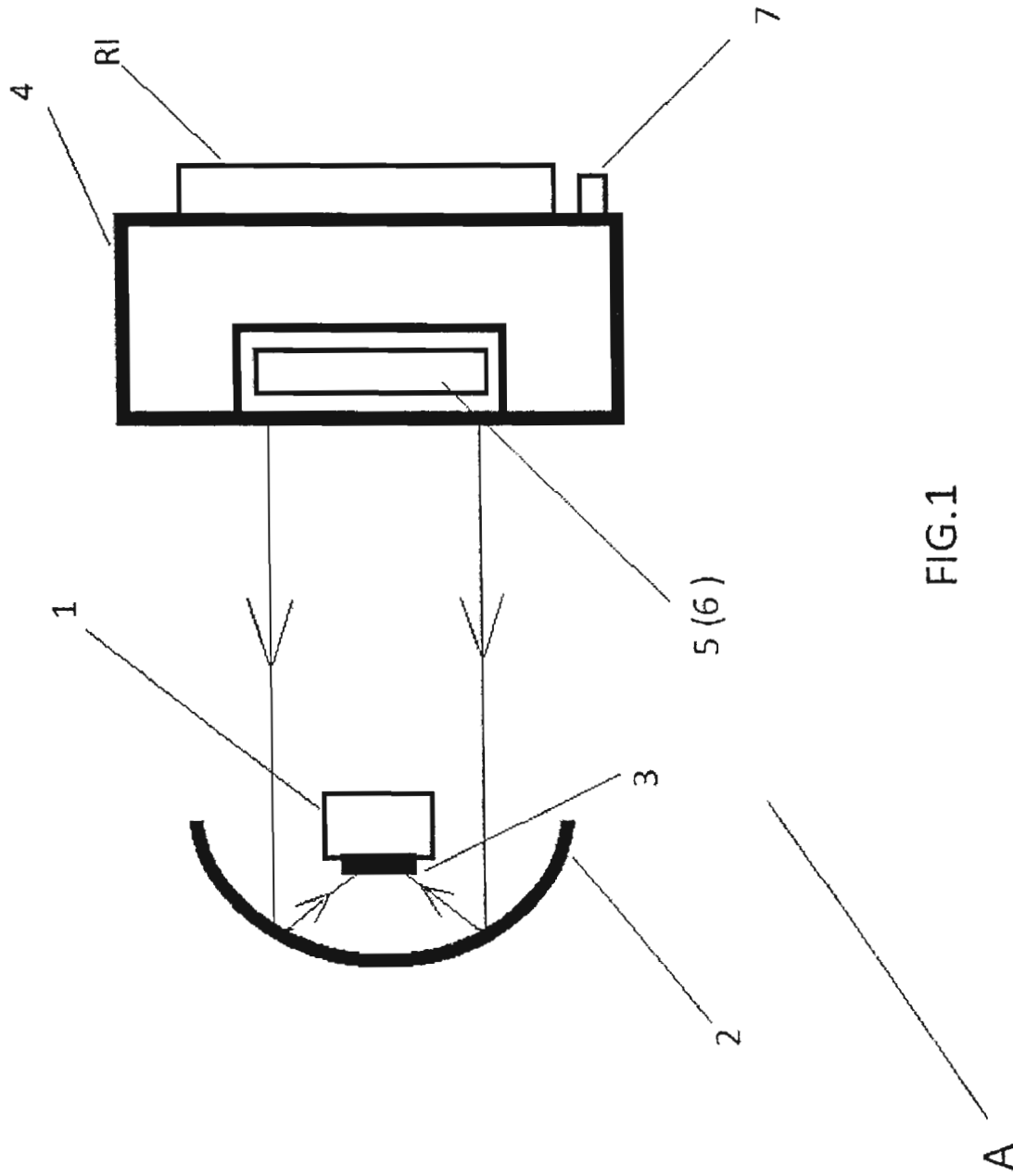


FIG.1

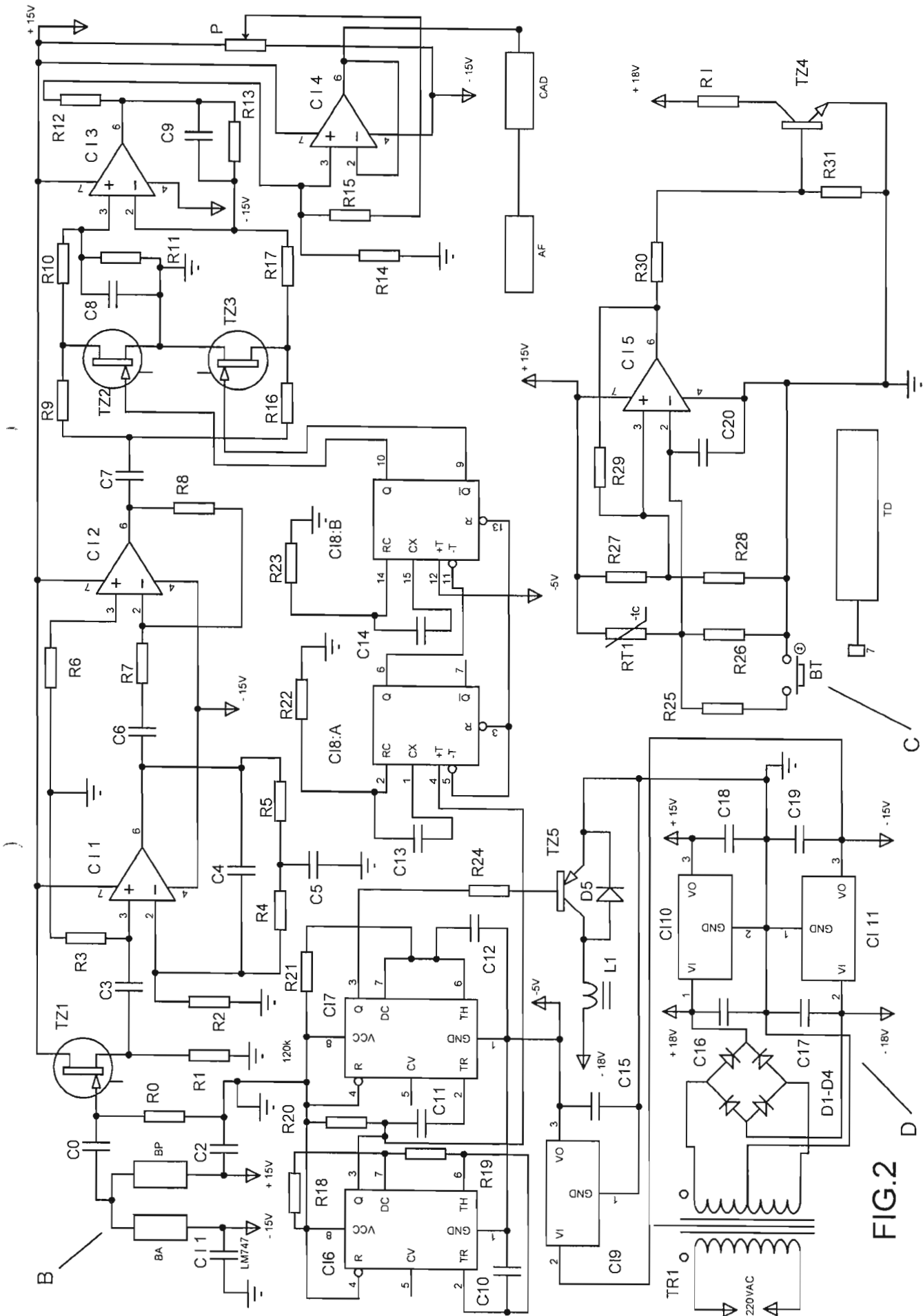


FIG.2