

(12)

CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: **a 2019 00754**

(22) Data de depozit: **15/11/2019**

(41) Data publicării cererii:
28/05/2021 BOPI nr. **5/2021**

(71) Solicitant:
• **UNIVERSITATEA "DUNĂREA DE JOS"**
DIN GALAȚI, STR.DOMNEASCĂ NR.47,
GALAȚI, GL, RO

(72) Inventatori:
• **ROȘU ADRIAN, STR. CĂLUGĂRENI,**
NR.11, BL.L1A, ET.4, AP.39, GALAȚI, GL,
RO;
• **ROȘU BOGDAN, STR.CĂLUGĂRENI,**
NR.11, BL.L1A, ET.4, AP.39, GALAȚI, GL,
RO;

• **CONSTANTIN DANIEL, STR.FRUNZEI,**
NR.110, BL.7B, PARTER, AP.2, GALAȚI,
GL, RO;
• **ARSENI MAXIM, STR. ALBATROSULUI,**
NR.2, BL.N1, ET.4, AP.20, GALAȚI, GL, RO;
• **VOICULESCU MIRELA, ALEEA ȘTIINȚEI,**
NR.6-2, GALAȚI, GL, RO;
• **GEORGESCU PIU LUCIAN,**
STR. MUZICII NR. 32, GALAȚI, GL, RO;
• **GURAU GHEORGHE,**
STR.ARMATA POPORULUI, NR.19, BL.LC6,
SC.2, AP.21, GALAȚI, GL, RO;
• **ITICESCU CĂTALINA,**
STR. SIDERURGIȘTILOR, NR.5, BL.PS1A,
TRONSON 2, AP.22, GALAȚI, GL, RO

(54) **PROCEDEU ȘI APARAT PENTRU DETERMINAREA
POLUANȚILOR DIN ATMOSFERĂ UTILIZÂND TEHNICA
DOAS MULTIUNGHI**

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o metodă și la un aparat pentru determinarea poluanților din atmosferă. Metoda conform invenției presupune extragerea informațiilor legate de cantitatea poluanților gazeși din atmosferă din spectrele solare înregistrate cu un dispozitiv de spectroscopie optică de absorbție diferențială multiunghi. Aparatul conform invenției cuprinde: un trepied (11) topografic care susține și calează la orizontală un corp (12) al instrumentului care adăpostește elementele electronice ale aparatului, un spectrofotometru (13) UV-Visibil care are un domeniu spectral cuprins între 290nm și 550nm și o rezoluție spectrală de 0.7 nm și care are rolul de a transforma fasciculele de lumină în spectre prin conversia, la nivelul unui detector CCD, a semnalului luminos în semnal electric, un telescop (14) care captează radiația luminoasă și definește câmpul vizual al instrumentului, fibră optică (15) care transmite semnalul luminos la spectrofotometru (13), un motor (16) pas cu pas care rotește la diferite unghiuri un braț (17) mobil care susține și rotește la rândul lui telescopul (14), o placă (18) de dezvoltare programabilă care înregistrează și utilizează un script folosit pentru rotirea motorului (16) și pentru conversia valorilor numerice ale unghiurilor într-un semnal electric ce este transmis către o placă (19) electronică tip driver care convertește semnalul electric în comenzi pentru rotirea motorului (16) în anumite poziții sau unghiuri, niște conectori (20, 21, 22, 23) electrice, un comutator (24) care oprește/pornește alimentarea cu curent electric a componentelor electronice, niște acumulatori (25) care alimentează cu

o tensiune de 5V plăcile (18, 19) electronice și motorul (16) și un cablu (26, 27) de comunicare serial prin USB care asigură comunicarea și transferul de date între spectrofotometru (13), placa (18) programabilă și o unitate (28) de calcul și stocare.

Revendicări: 4
Figuri: 3

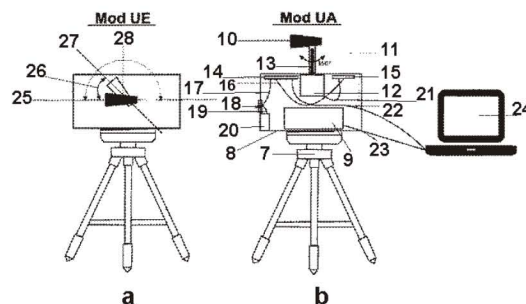


Fig. 3

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. <u>a 2019 00754</u>
Data depozit <u>15-11-2019</u>

DESCRIEREA INVENȚIEI

PROCEDEU ȘI APARAT PENTRU DETERMINAREA POLUANȚILOR DIN ATMOSFERĂ UTILIZÂND TEHNICA DOAS MULTIUNGHI

Invenția se referă la o metodă și un aparat de măsurare de la distanță prin scanare multiunghi a poluării aerului cu gaze poluante (NO_2 , SO_2 , O_3 , O_4 , CH_2O , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$, BrO etc.) în mediu deschis, la nivel urban cât și la nivel rural, bazate pe spectroscopia optică de absorbție diferențială multiunghi (MAX - DOAS). Rolul dispozitivului și al metodei este de a cuantifica și identifica spațial sursele majore de poluare la nivel local pe o rază de zeci de kilometri în funcție de vizibilitatea din atmosferă.

Este cunoscut un aparat și o metodă care utilizează spectroscopia optică de absorbție diferențială multiunghi (KR20130081842 (A)) folosit pentru detectarea încărcării atmosferei cu aerosoli pe baza observațiilor asupra O_4 cu dezavantajul că: această oferă informații legate doar de încărcarea atmosferei cu aerosoli pentru doar două domenii de lungimi de undă în UV (338 - 368 nm și 367 - 393 nm) lucru care limitează posibilitatea de a măsura alte gaze poluante; aparatul poate fi folosit doar în condiții de atmosferă încărcată cu aerosoli, aparatul utilizează o sursă de lumină UV artificială, aparatul nu prezintă în descriere posibilitatea de efectuare a unor măsurători la 360° ; aparatul nu este folosit în câmp deschis pentru măsurători în atmosfera liberă; aparatul este folosit doar pentru observații pe distanțe foarte scurte (de la lampă la telescopul instrumentului) sau măsurători in-situ.

În același scop este cunoscută și metoda de determinare (CN105067534 (A)) a transportului fluxului de emisii pentru gaze poluante obținută din observații MAX-DOAS, observații satelitare și din date meteo legate de direcția și viteza vântului cu dezavantajul că această metodă este laborioasă și necesită cunoștințe avansate de prelucrare a datelor satelitare (extragere, georeferențiere), cunoștințe avansate de utilizare a unui MTR (model de transfer radiativ). Un alt dezavantaj este că metoda poate fi aplicată doar în zone poluate intens (exemplu China), unde sunt detectate variații importante spațiale pe suprafețe întinse, de ordinul sutelor de kilometri. De asemenea, nu este precizat aparatul cu care sunt făcute observațiile MAX-DOAS și ce caracteristici prezintă acesta pentru determinările folosite în algoritmul de determinare a fluxului de emisii.

Se cunoaște de asemenea o metodă de inversiune a profilelor de aerosoli și gaze poluante obținute din observații MAX-DOAS (CN108918436 (A)) cu dezavantajul că: metoda folosită prezintă doar rezultate pentru zone extrem de poluate precum estul Chinei; metoda folosește o serie de modele de calcul și observații complementare complexe: modelul de transfer radiativ SCIANTRAN, determinări fotometrice (se extrag profile de aerosoli), date in-situ (stațiile de monitorizare a calității aerului) pentru inversiunea profilelor de O_4 (echivalentă cu profilul aerosolilor); în descrierea metodei nu sunt specificate caracteristicile măsurătorilor MAX-DOAS (cu ce aparat au fost făcute și caracteristicile acestuia) pentru ca acest algoritm să funcționeze;

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția este de a identifica și cuantifica spațial gazele poluante (NO_2 , SO_2 , O_3 , O_4 , CH_2O , $C_2H_2O_2$, BrO etc.) din atmosferă utilizând tehnica de determinare a spectroscopiei optice de absorbție diferențială multiunghi (MAX-DOAS), invenția cuprinde atât un aparat cât și o metodă de determinare de la distanță.

Metoda conform invenției se caracterizează prin aceea că poluanții gazoși din atmosferă proveniți de la diverse surse prezintă o amprentă spectrală de absorbție, aceasta este cumulată în spectrul radiației solare. Prin separarea amprentei spectrale cumulate ale gazului poluant de spectrul solar se detectează, cuantifică și cartează spațial penele de poluare utilizând tehnica DOAS multiunghi aplicată conform metodei și aparatului prezentat în cele ce urmează.

Tehnica DOAS are la bază o derivare empirică a legii Lambert - Beer, unde se ia în considerare faptul că intensitatea luminii la trecerea prin atmosferă scade datorită unor factori ce țin de interacțiunea radiației cu elementele din atmosferă. Principiul de bază al tehnicii DOAS stă la baza algoritmului folosit de programul software QDOAS, unde este aplicată fragmentarea spectrului de absorbție în benzi largi și înguste pentru a izola lungimile de undă înguste ale gazelor poluante (amprenta spectrală). În acest caz, spectrul lungimilor de undă măsurat în zone mai puțin poluate, zone montane, zone îndepărtate de aglomerările urbane, este utilizat ca spectru de referință $I_0(\lambda)$ și astfel legea Lambert - Beer prezintă o formă ce poate fi aplicată gazelor cu absorbție în banda de lungimi de undă mari. Acesta formă a legii Lambert - Beer este specifică determinărilor gazelor poluante cu o pondere foarte mică în compoziția atmosferei și este exprimată de următoarea relație matematică:



$$I(\lambda) = I_o(\lambda) \cdot \exp \left[-L \cdot \left(\sum (\sigma_j(\lambda) \cdot c_j) + \varepsilon_R(\lambda) + \varepsilon_M(\lambda) \right) \right] \cdot A(\lambda) \quad (2.4)$$

Unde: $I(\lambda)$ este intensitatea spectrului măsurat, $I_o(\lambda)$ este intensitatea spectrului de referință, c_j este concentrația speciei absorbante, $\sigma_j(\lambda)$ este secțiunea transversală de absorbție a speciei, $\varepsilon_{R(\lambda)}$ este coeficientul extincției Rayleigh, $\varepsilon_{M(\lambda)}$ este coeficientul extincției Mie, coeficientul $A(\lambda)$ cuantifică efectele instrumentale și turbulențele atmosferice.

Ideea inovatoare a aparatului permite înregistrarea unui spectru solar pentru o anumită poziție de pe bolta cerească, iar metoda permite extragerea și cuantificarea densității de molecule a gazului poluant (NO_2 , SO_2 , O_3 , O_4 , CH_2O , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$, BrO etc.) înregistrată pentru acea poziție.

Un exemplu de aplicare a metodei de determinare a poluării sub forma de densități de molecule obținută din măsurătorile aparatului este prezentată sub forma de schemă logică în Fig.1. Astfel, pentru cuantificarea poluanților din atmosferă sunt necesare spectre înregistrate cu dispozitivul inovativ de tip MAX – DOAS în unul din cele două moduri de scanare (detalii se găsesc mai jos în descrierea efectivă a aparatului). Spectrele înregistrate sunt ulterior analizate cu ajutorul programului software QDOAS, dezvoltat de Institutul Belgian pentru Aeronomie Spațială (Royal Belgian Institute for Space Aeronomy, BIRA-IASB) (Danckaert al., 2014). Rezultatele obținute în urma măsurătorilor și aplicării metodei de determinare sunt exprimate în densități ale gazelor cumulate pe coloane oblice de densitate diferențială (DSCD), măsurate în molecule/cm² și specifice fiecărui unghi aferent celor două moduri de scanare. Coloanele oblice de densitate diferențială reprezintă practic o diferență între un spectru măsurat și un spectru de referință înregistrat într-un mediu mai puțin poluat (de regulă spectre înregistrate în zone montane sau în zone îndepărtate, în care poluarea atmosferei este puțin probabilă față de cel pe care îl analizăm).

Cuantificarea poluanților gazoși din atmosferă conform metodei necesită o serie de spectre de absorbție de rezoluție mare ale gazelor, numite secțiuni transversale, care sunt folosite în analiza spectrală (Tabelul 1). Aceste spectre sunt obținute în laboratoare specializate la diferite temperaturi, fiind folosite în analiza pentru cuantificarea gazelor poluante dar și pentru înlăturarea anomaliilor și a interferențelor spectrale.



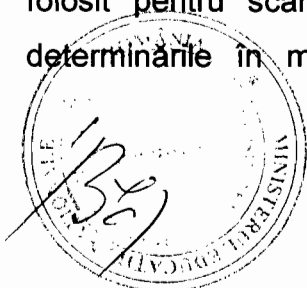
Tabelul 1 Secțiuni transversale pentru O₄, O₃, NO₂, SO₂, H₂O, efectul Ring utilizate ca parametri de proces în analiza spectrală utilizând programul software QDOAS.

Molecule	Temperatura determinări	Referințe
NO ₂	298 K	(Vandaele et. al, 1998)
O ₃	293K	(Bogumil et. al, 2000)
O ₄	293 K	(Thalman et. al, 2013)
Ring	N/A	(Chance et. al, 1997)
SO ₂	294 K	(Vandaele et. al, 1998)
H ₂ O	296K	(Rothman et. al, 2010)
Domeniul spectral NO ₂	425-495 nm	
Domeniul spectral SO ₂	305-325 nm	
Polinomială de ordin	5	

Ideea inovatoare a metodei de determinare este pusă în valoare prin aceea că prin analiza măsurătorilor efectuate cu aparatul dezvoltat sunt obținute profile verticale ale poluării (Δ DSCD gaz poluant pentru fiecare unghi de elevație) și sunt identificate zonele de poluare la orizontală (Δ DSCD gaz poluant la orizontală 360°) în funcție de punctele cardinale.

Un exemplu al principiului de măsurare al aparatului de tip MAX – DOAS este prezentat în Fig. 2, unde se poate observa cum sursa naturală de radiație luminoasă (soarele) (1) transmite fascicule de radiație (2), care traversează atmosfera și pana de poluare (3) emisă de sursele de poluare (4). La trecerea radiației prin pana de poluare sunt înglobate informații legate de compoziția chimică a atmosferei și a penei de poluare. Fasciculele ce traversează pana de poluare ajung în câmpul vizual (FOV - Field of View) (5) al aparatului (6) care înregistrează spectrele fiecărui fascicul provenit din direcția în care este îndreptat.

Un exemplu de realizare al aparatului de tip MAX – DOAS este prezentat în Fig. 3. În aceeași figura sunt prezentate cele două moduri de scanare în care poate fi utilizat aparatul: modul UE (Unghi de Elevație) – folosit în scanări verticale pentru realizarea de profile verticale ale poluării (Fig. 3. a.); modul UA (Unghi Azimutal) – folosit pentru scanări 360° la orizontală ale poluării (Fig.3. b.). Pentru toate determinările în modul UA este necesară poziționarea aparatului astfel încât



telescopul aparatului să fie îndreptat perfect pe direcția Nord, acest lucru este realizat prin utilizarea unei busole magnetice. Folosirea acestei metode asigură o bună interpretare a distribuției spațiale a poluării atmosferei în funcție de punctele cardinale. În Fig. 3. b. sunt prezentate caracteristici de realizare ale scanărilor în modul UA unde se observă ca telescopul (14) este poziționat paralel cu axa orizontală (7), prin rotire se va deplasa spre dreapta și se va opri în următoarea poziție descrisă de unghiul de scanare (8) (unghi folosit în ambele moduri de scanare) și de direcția de observare (9), același tip de mișcare va fi efectuat până telescopul va ajunge în poziția zenit (90° față de axa orizontală) (10) și își va continua mișcarea pas cu pas până va ajunge cu direcția de observare opusă poziției inițiale, din acest punct va reveni prin mișcare pas cu pas până în poziția inițială. Același principiu de mișcare este folosit și pentru modul de scanare UA, diferența este dată de o mișcare pas cu pas la 360° și folosirea punctelor cardinale ca repere în locul zenitului. Aceste mișcări, pas cu pas ale aparatului, se vor efectua până la oprirea acestuia. La fiecare pas aparatul efectuează o determinare, înregistrând un spectru pentru fiecare poziție.

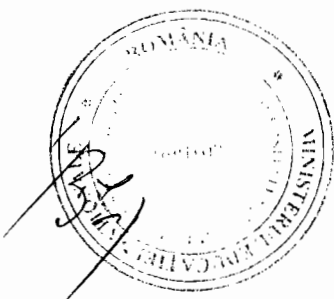
Componetele aparatului de tip MAX – DOAS și funcțiile acestuia în ansamblul aparatului sunt prezentate în Fig. 3. a. după cum urmează: Trepied topografic (11) – susține și permite calarea pe orizontală a instrumentului; Carcasă sau corp (12) – adăpostește elementele electronice ale aparatului; Spectrofotometru comercial compact UV-Vis(13) – componenta de bază a aparatului caracterizată de domeniul spectral cuprins între 290 – 550 nm și o rezoluție spectrală de 0.7 nm, fiind ideal pentru determinarea cu precizie a amprentelor spectrale ale poluanților atmosferici: NO_2 , SO_2 , O_3 , O_4 , CH_2O , BrO , OCl , rolul principal al spectrofotometrului fiind de a transforma fasciculele de lumină în spectre prin conversia la nivelul detectorului CCD (Charge-coupled device) a semnalului luminos în semnal electric; Telescop (14) – captează radiația luminoasă și definește câmpul vizual al instrumentului printr-un con de acceptare de 2.56° ; Fibră optică (15) – transmite semnalul luminos la spectrofotometru; Motor pas cu pas (16) – rotirea la diferite unghiuri a bratului mobil (unghiul minim per pas 2°); Braț mobil (17) – susține și rotește telescopul la unghiurile la care se rotește și motorul pas cu pas; Placă de dezvoltare, comercială, programabilă Arduino UNO (18) – înregistrează și utilizează script-ul, scris în limbajul de programare Arduino Software IDE folosit pentru rotirea motorului pas cu pas la unghiuri specifice, dar și pentru conversia valorilor numerice ale unghiurilor din script



în semnal electric care este transmis către plăcuța electronică tip driver; Placă electronică comercială tip driver (19) – convertește semnalul electric în comenzi pentru rotirea axului motorului pas cu pas în anumite poziții sau unghiuri; Conectori electrici (20, 21, 22, 23) – transmit curentul electric și semnalele către componentele electronice; Comutator alimentare (24) – oprește și pornește alimentarea cu curent electric a componentelor electronice; Acumulatori (25) – alimentează cu 5 V plăcuțele electronice și motorul pas cu pas; Cablu comunicare serial prin USB 2.0 (26, 27) – asigură comunicarea și transferul de date dintre PC, spectrofotometru și placa programabilă Arduino UNO; Unitate de calcul și stocare tip laptop (PC) (28) – asigură stocarea și analiza spectrelor, asigură realizarea și transferul scriptului și a altor comenzi către spectrofotometru și placa programabilă Arduino UNO.

Metoda conform invenției permite rezolvarea unei probleme de mediu privind detectarea, cuantificarea și localizarea de la distanță a poluării cu gaze poluante (NO_2 , SO_2 , O_3 , O_4 , CH_2O , $\text{C}_2\text{H}_2\text{O}_2$, BrO etc.) a atmosferei, atât pe verticală cât și pe orizontală, utilizând un singur aparat și o metodă simplă de cuantificare.

Metoda conform invenției conduce la economie de bani prin utilizarea unor componente comerciale ce presupun costuri reduse, dar care prin folosirea ca un ansamblu conduce la obținerea de rezultate de precizie asupra distribuției spațiale ale poluării atmosferice din zona în care este amplasat aparatul. Deasemenea, aparatul este caracterizat de următoarele avantaje: este un sistem automat ce nu necesită supraveghere; determinările folosesc radiația luminoasă provenită de la surse naturale precum soarele, ceea ce face ca măsurătorile să fie încadrate ca observații de la distanță; componentele nu necesită mentenanță pe termen scurt și mediu, aparatul poate fi folosit în aceeași configurație pentru detectarea și cuantificarea mai multor gaze în același timp; nu necesită calibrare pentru fiecare gaz poluant în parte; mobilitate datorită dimensiunilor mici (40x35x15 cm fără laptop și trepid) și al autonomiei energetice mai mare de 24 ore dată de cei 4 acumulatori de 2500 mAh (aparatul poate fi alimentat și de la bateria laptopului pentru observații pe o perioadă mai mare de timp); nu necesită consumabile sau alte componente pentru detectarea mai multor gaze;



A handwritten signature in black ink, consisting of several fluid, connected strokes.



2.17 FIȘA BIBLIOGRAFICĂ

1. Brevet KR20130081842 (A)
2. Brevet CN108918436 (A)
3. Brevet CN108918436 (A)
4. Danckaert, T., Fayt, C., van Roozendaal, M., de Smedt, I., Letocart, V., Merlaud, A., Pinardi, G., Qdoas Software User Manual, Version 2.108, 2014.
5. Vandaele, A. C., Hermans, C., Simon, P. C., Carleer, M., Colin, R., Fally, S., Coquart, B., Measurements of the NO₂ absorption cross-section from 42 000 cm⁻¹ to 10 000 cm⁻¹ (238–1000 nm) at 220 K and 294 K, J. Quant. Spectrosc. Ra., 59(3-5), 171-184, 1998.
6. Bogumil, K., Orphal, J., Burrows, J. P., Temperature dependent absorption cross sections of O₃, NO₂, and other atmospheric trace gases measured with the SCIAMACHY spectrometer. In Proceedings of the ERS-Envisat-Symposium, Goteborg, Sweden, 2000.
7. Thalman, R., Zarzana, K. J., Tolbert, M. A., Volkamer, R., Rayleigh scattering cross-section measurements of nitrogen, argon, oxygen and air, J. Quant. Spectrosc. Ra., 147, 171-177, 2013.
8. CHance, K. V., Spurr, R. J. D., Ring effect studies: Rayleigh scattering, including molecular parameters for rotational Raman scattering, and the Fraunhofer spectrum, Appl. Optics, 36, 5224– 5230, 1997.
9. Rothman, L. S., Gordon, I. E., Barber, R. J., Dothe, H., Gamache, R. R., Goldman, A., Tennyson, J., HITEMP, the high-temperature molecular spectroscopic database. J. Quant. Spectrosc. Ra., 111(15), 2139-2150, 2010.



REVENDICĂRI

PROCEDEU ȘI APARAT PENTRU DETERMINAREA POLUANȚILOR DIN ATMOSFERĂ UTILIZÂND TEHNICA DOAS MULTIUNGHI

1. Metoda pentru determinarea poluanților gazoși de la distanță din atmosferă utilizând observații DOAS multiunghi la orizontală și pe verticală, **caracterizată prin aceea că** poluanții atmosferici prezintă amprentă spectrală care se cumulează în spectrul solar determinat la o anumită poziție și moment de un aparat de tip MAX-DOAS prin scanări pe verticală sau la orizontală. Aceste spectre sunt analizate cu programul software QDOAS, iar rezultatele exprimate în densități de molecule pe coloană diferențială oblică (DSCD) sau molecule/cm² prezintă încărcarea atmosferei cu poluantul gazos, pentru poziția la care a fost făcută determinarea. Analiza spectrelor, urmărind ca repere spațiale punctele cardinale, din poziția în care este amplasat aparatul, oferă informații despre nivelul și distribuția spațială a poluării atmosferei cu gazul analizat.

2. Aparat de tip MAX – DOAS pentru determinarea de la distanță a poluanților gazoși din atmosferă **caracterizat prin aceea că**, este automat și funcțional pentru determinarea poluanților din atmosferă utilizând două moduri de scanare: UE – pe verticală și UA - la orizontală. Modurile de scanare permit identificarea, cuantificarea și cartarea zonelor poluate față de poziția de instalare a aparatului, prin înregistrarea și cuantificarea semnalelor gazelor poluante din spectrele radiației solare, capturate la diferite poziții la care este comandat să facă determinările.

3. Aparatul de tip MAX – DOAS este **caracterizat prin aceea că**, este autonom, performant și actual prin ansamblul de componente din care este alcătuit: Trepied topografic (11) – susține și calează la orizontală corpul instrumentului; Carcasă sau corp (12) – adăpostește elementele electronice ale aparatului; Spectrofotometru comercial compact UV-Vis(13) – componenta de bază a aparatului caracterizată de domeniul spectral cuprins între 290 – 550 nm și o rezoluție spectrală de 0.7 nm, fiind ideal pentru determinarea cu precizie a amprentelor spectrale ale poluanților atmosferici (NO₂, SO₂, O₃, O₄, CH₂O, BrO, OCl), rolul principal al spectrofotometrului este de a transforma fasciculele de lumină în spectre prin **conversia la nivelul** detectorului CCD (Charge-coupled device) a semnalului luminos



în semnal electric; Telescop (14) – captează radiația luminoasă și definește câmpul vizual al instrumentului printr-un con de acceptare de 2.56° ; Fibră optică (15) – transmite semnalul luminos la spectrofotometru; Motor pas cu pas (16) – rotirea la diferite unghiuri a brațului mobil (unghiul minim per pas 2°); Braț mobil (17) – susține și rotește telescopul la unghiurile la care se rotește și motorul pas cu pas; Placă comercială de dezvoltare programabilă Arduino UNO (18) – înregistrează și utilizează script-ul, scris în limbajul de programare Arduino Software IDE, pentru rotirea motorului pas cu pas la unghiuri specifice, dar și pentru conversia valorilor numerice ale unghiurilor din script în semnal electric, care este transmis către plăcuța electronică tip driver; Placă electronică comercială tip driver (19) – convertește semnalul electric în comenzi pentru rotirea axului motorului pas cu pas în anumite poziții sau unghiuri; Conectori electrici (20, 21, 22, 23) – transmit curentul electric și semnalele către componentele electronice; Comutator alimentare (24) – oprește și pornește alimentarea cu curent electric a componentelor electronice; Acumulatori (25) – Alimentează cu 5 V plăcuțele electronice și motorul pas cu pas; Cablu comunicare serial prin USB 2.0 (26, 27) – asigură comunicarea și transferul de date dintre PC, spectrofotometru și placa programabilă Arduino UNO; Unitate de calcul și stocare tip laptop (PC) (28) – asigură stocarea și analiza spectrelor, asigură realizarea și transferul scriptului și a altor comenzi către spectrofotometru și placa programabilă Arduino UNO, realizează determinări la orizontală și verticală.

4. Aparat de tip MAX – DOAS **caracterizat prin aceea că**, este efectuată cuplarea unui spectrofotometru folosit în determinări DOAS la un dispozitiv de mișcare rotațională realizat din piese și concepte de actualitate.



DESENE EXPLICATIVE

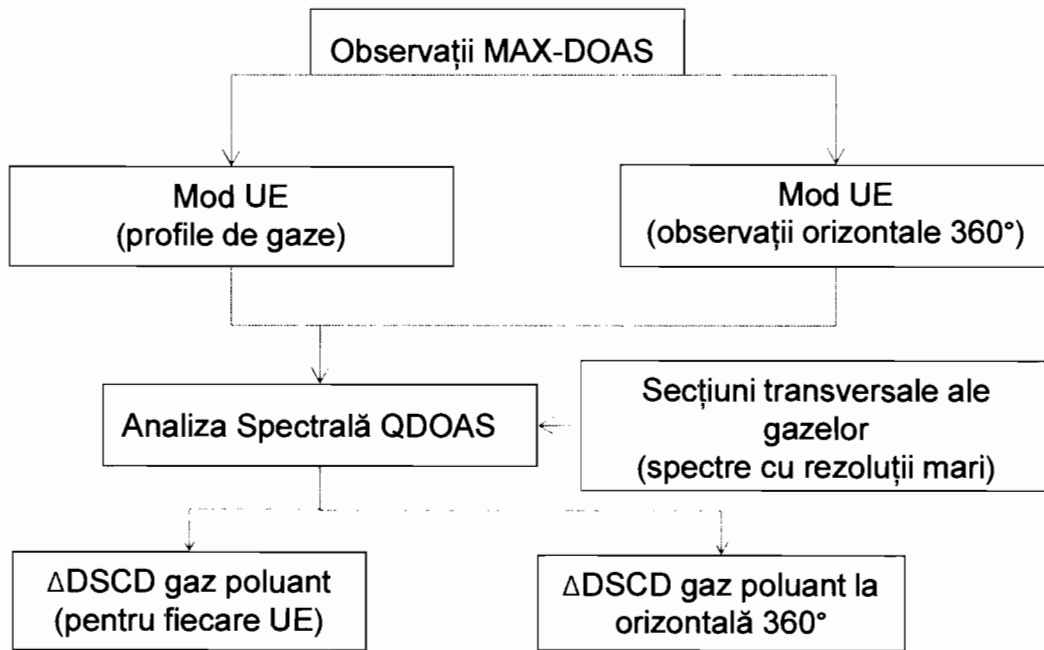


Fig. 1.

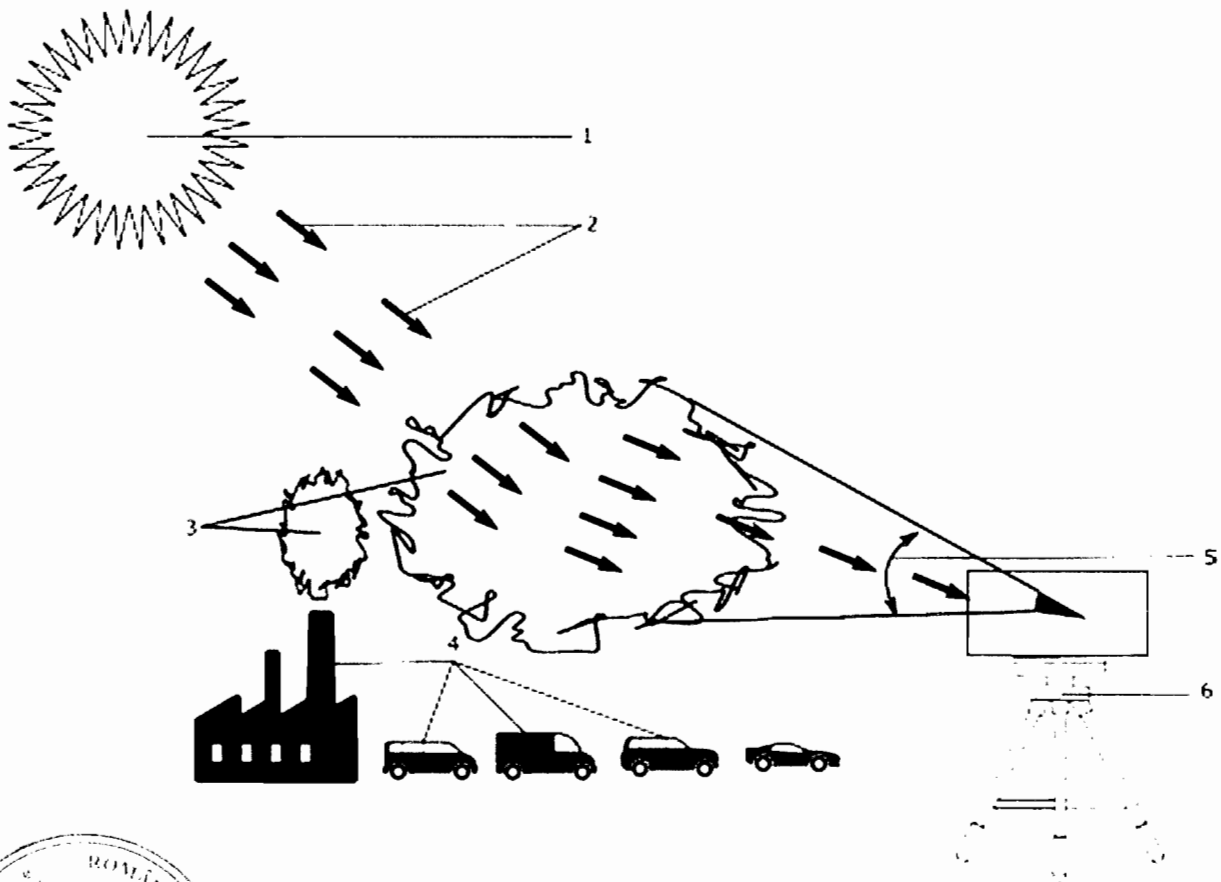
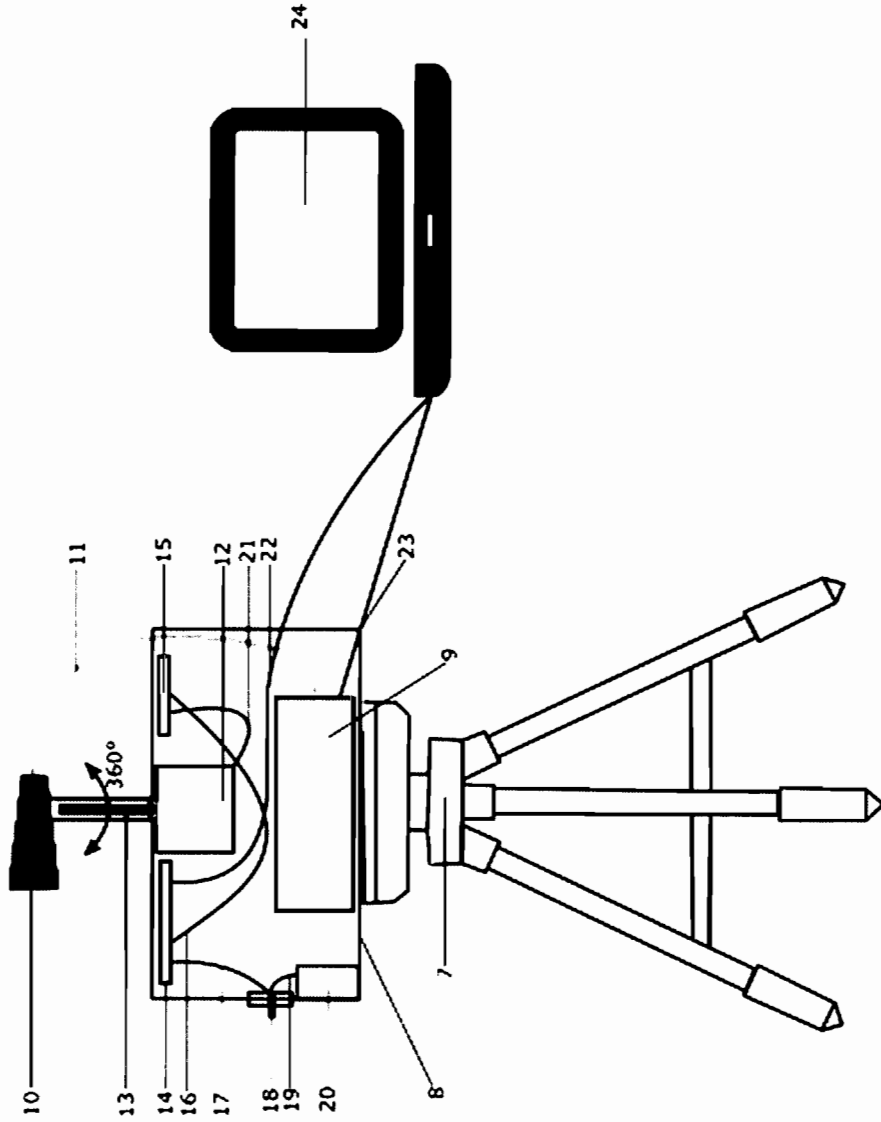


Fig. 2.

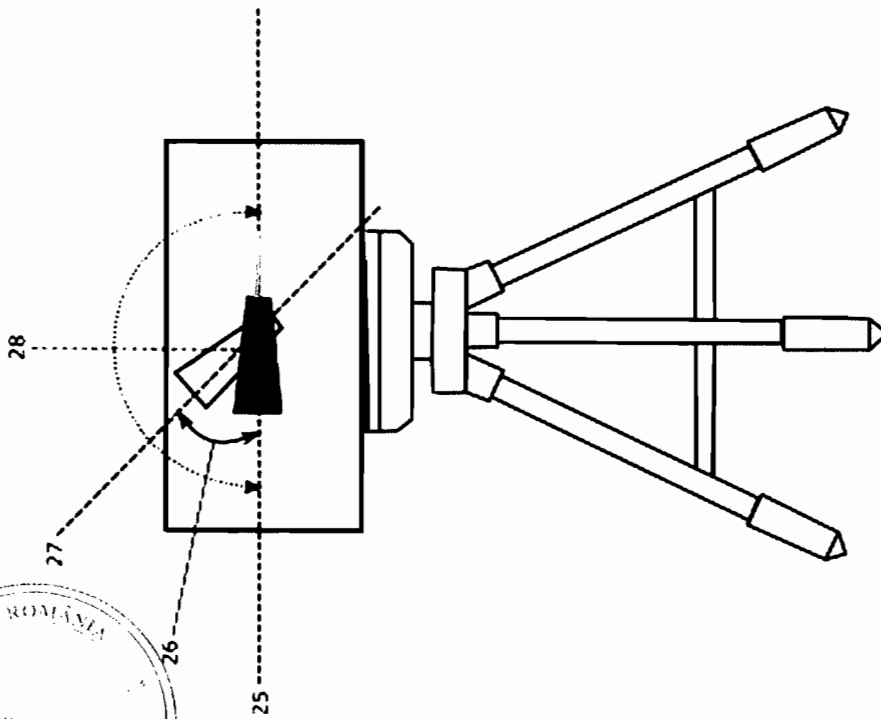


Mod UA



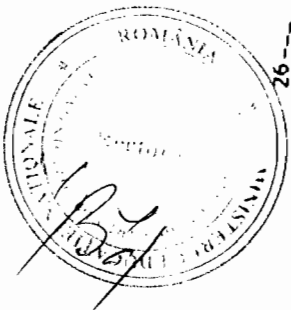
b.

Mod UE



a.

Fig. 3



[Handwritten signature]