



(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2013 00414

(22) Data de depozit: 29.05.2013

(41) Data publicării cererii:
30.12.2014 BOPI nr. 12/2014

(71) Solicitant:
• CUPCEA NICOLAE, STR. ARIESUL MARE
NR.5 BL.112 AP.16 SECT.6, BUCUREȘTI, B,
RO;
• RĂUȚĂ CONSTANTIN, STR. TURBINEI
NR. 23, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• CUPCEA NICOLAE, STR. ARIESUL MARE
NR. 5 BL.112 SECT.6, BUCUREȘTI, B, RO;
• RĂUȚĂ CONSTANTIN, STR. TURBINEI
NR. 23, SECTOR 2, BUCUREȘTI, B, RO

(54) EXTRAGEREA HIDROGENULUI SULFURAT (H_2S) DIN
MAREA NEAGRĂ

(57) Rezumat:

Invenția se referă la o instalație și la un procedeu pentru extragerea hidrogenului sulfurat cantonat sub forma unui strat subacvatic aflat la adâncimi relativ mari, cum ar fi, de exemplu, în Marea Neagră. Instalația conform invenției este alcătuită dintr-un bloc (A) de captare a apei de la adâncime, un sistem (B) de pompare a apei cu H_2S din adâncime la suprafață, unde sunt amplasate un generator (C) de energie, cu amoniac, niște bazine (D) de separare a H_2S de apa mării, o instalație (E) de separare a sării din apa mării, niște bazine (F) de acumulare a apei desalinizate, o instalație (G) pentru extragerea H_2S din sărurile depuse în bazinele (D) de separare și, respectiv, o instalație (H) de captare a energiei solare și/sau eoliene. Procedeu conform invenției constă în pomparea apei de mare de la adâncime, utilizând presiunea atmosferică, și colectarea acesteia într-un rezervor plasat la 2 m sub nivelul mării, urmată de pomparea cu ajutorul unor pompe de vacuum a apei din acesta deasupra nivelului mării, la înălțime de maximum 5 m, după care are loc tratarea apei mării cu ajutorul sodei caustice, obținându-se apa și sulfura și

sulfatul de sodiu, care, în continuare, sunt tratate cu un acid tare, cum ar fi HCl, pentru obținerea H_2S în stare gazoasă, ce poate fi utilizat pentru încălzirea amoniacului în generatorul (C) cu amoniac.

Revendicări: 3
Figuri: 6

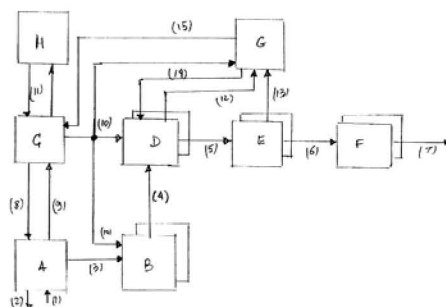


Fig. 1

Cu începere de la data publicării cererii de brevet, cererea asigură, în mod provizoriu, solicitantului, protecția conferită potrivit dispozițiilor art.32 din Legea nr.64/1991, cu excepția cazurilor în care cererea de brevet de invenție a fost respinsă, retrasă sau considerată ca fiind retrasă. Întinderea protecției conferite de cererea de brevet de invenție este determinată de revendicările conținute în cererea publicată în conformitate cu art.23 alin.(1) - (3).



Extragerea hidrogenului sulfurat (H₂S) din Marea Neagră

Descrierea patentului

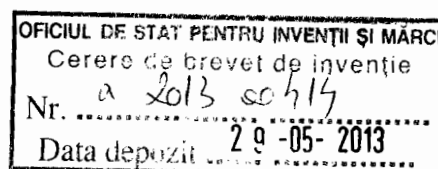
În Marea Neagră, numai în stratul dintre 1.000 m și 1.500 m adâncime există suficientă energie în hidrogenul sulfurat (H₂S) diluat în aproximativ 10mg/l, pentru alimentarea a peste 100 milioane locuințe pentru o perioadă de 25 de ani.

Extern de otrăvitor, viața în Marea Neagră sub 200m adâncime practic nu există din cauza H₂S, majoritatea populației de pește, în multe zone este diminuată și peste 3.000 de delfini mor anual în Marea Neagră. Peste 10.000 de tone de H₂S sunt generate în fiecare zi în Marea Neagră și dacă nu se întreprinde nici o acțiune de extragere a H₂S, se estimează că această substanță extrem de explozivă și otrăvitoare, va ajunge în 2036 la suprafață, iar Marea Neagră va deveni o mare moartă, cu implicații severe în mediul înconjurător.

Două mari obstacole au oprit întreprinzătorii de la extragerea H₂S din Marea Neagră: (a) diluarea extremă a H₂S în apa mării, numai la adâncimi peste 1.000 m concentrația ajunge în jur de 10mg/l, implicând pomparea unei cantități uriașe de apă de la mari adâncimi și (b) metoda clasică (Claus) cunoscută pentru separarea H₂S, cu coloană caldă și coloană rece care cere cantități de energie uriașe.

Procesul pentru care se solicită patentul, rezolvă ambele obstacole. Pomparea de la mari adâncimi se face utilizând presiunea atmosferică deasupra Mării Negre pentru a conduce apa cu concentrație ridicată de H₂S într-un bazin la malul mării dar sub nivelul mării și apoi, cu un sistem eficient de perechi de pompe cu vacuum, lucrând în contratimp, apa este adusă deasupra nivelului mării, unde, întâi H₂S este extras prin metode chimice, iar apoi apa mării este desalinizată pentru a putea fi utilizată la irigații sau în orice alt scop.

Energia necesară acționării pompelor cu vacuum în contratimp este obținută utilizând temperatura foarte scăzută a apei extrase din adâncul mării (sub 5°C) pentru răcirea amoniacului la un generator de energie cu amoniac (sistem cunoscut) iar H₂S extras din apa mării, plus energia solară, sunt folosite pentru încălzirea amoniacului generatorului de energie.



Se descrie soluția cerută pentru patentare utilizând desenele din Fig. 1-6.

În Fig. 1 – Schema bloc a procesului de extragere a H₂S, blocul A - este blocul de captare a apei de la peste 1.000 m adâncime, B - reprezintă sistemul de pompare din rezervorul de sub nivelul mării la instalațiile de procese chimice de deasupra nivelului mării, C - reprezintă generatorul de energie cu amoniac, D - bazinele (multiple) de separare prin metode chimice a H₂S din apa mării, E – instalațiile de separare a sării din apa mării (desalinizare), F- bazinele de acumulare a apei pentru irigații sau alte utilizări, G – instalațiile pentru procesele chimice necesare extragerii H₂S din sărurile depuse în bazinele D, iar H - este instalația de captare a energiei solare (sau/și eoliene).

Captarea apei, Fig. 2, se face prin instalarea unor filtre mecanice (1) cu granularitatea de cel puțin 1 mm, conectate la conducte de plastic, rezistente la acțiunea corozivă a apei de mare și la presiuni interioare negative de maximum 1 atm. Aceste conducte de adâncime (2) sunt conectate la conductele instalate pe platoul continental al mării și conectate în continuare la instalația protectoare de valuri și furtuni de la țărmul mării (4), înainte de a intra în bazinul de sub nivelul mării (6) prin valve care pot fi acționate manual pentru închidere în caz de necesitate. Instalația de pompare a apei (7) din bazinul de captare plasat subteran pe malul mării între 1 și 2 m adâncime, va fi descrisă în detaliu, separat. În același bazin de captare a apei de adâncime cu o temperatură de sub 5^o C, sunt plasate instalațiile de răcire a amoniacului folosit la generatorul de energie electrică (9). Încălzirea amoniacului necesar turbinelor generatorului (9) sa face utilizând atât H₂S (11) furnizat de instalația chimică (10), cât și energia solară și/sau eoliană, a punctului de extragere a H₂S din Marea Neagră.

Fig. 3 ilustrează sistemul perechilor de pompe cu vacuum pentru pomparea apei din adâncime, captată așa cum este descrisă în paragraful precedent. Din bazinul de sub nivelul mării (6), multiple perechi de pompe cu vacuum (7) au construite cavități care ajung la nivelul apei din bazinul de captare (6). Apa este pompată în multiple bazine (12) deasupra nivelului mării, cu nivelul apei de maximum 5 m, unde separarea H₂S se face prin metode chimice, iar apoi apa este condusă prin

curgere naturală la multiple instalații de desalinizare (13), după care, tot prin scurgere naturală, apa desalinizată este acumulată în multiple bazine (14) pentru a fi oferită pentru utilizare. Sărurile de sulfați rezultate din separarea chimică cu sodă caustică a H₂S în bazinele (12) precum și sarea rezultată din instalațiile de desalinizare (13), sunt furnizate instalației de procesare chimică (10), unde H₂S este din nou obținut în stare gazoasă și furnizat generatorului de energie electrică (9). Tot procesul este controlat de un sistem automat de control (11).

Fig. 4 ilustrează procesul unei singure pompe cu vacuum din perechea de pompe care lucrează în contratimp. Cavitățile C1 ajunge sub nivelul apei din bazinul sub nivelul mării (6), (unde apa din adâncime este condusă de presiunea atmosferică din adâncime). Dacă, prin pompare, nivelul H1 din bazinul (6) este puțin mai mic decât nivelul H0 al nivelului mării, apa din adânc va continua să se scurgă în bazinul de captare (6). Cu cât diferența dintre H0 și H1 este mai mare, cu atât debitul apei prin conductele (4) este mai mare. În momentul în care supapa V1 este deschisă iar supapa V2 este închisă, în cavitățile C2 –C4 se crează vacuum (vacuum în zona vacuumului industrial numai) care face ca apa din bazinul de captare (6) să se urce prin cavitățile C1 în cavitățile C2 a pompei până la un nivel prestabilit prin nivelul vacuumului, H_v. În acel moment, (dacă valva V1 nu este acționată hidraulic, într-o altă variantă de realizare, acționată sub control pe baza senzorilor de nivel de apă), valva V1 este închisă de instalația plutitoare (9) la momentul în care apa ajunge la nivelul H_v. În acel moment, sistemul automat deschide valva de echilibrare din conducta (12), prin care gazul din cavitățile C2-C4 a pompei paralele, alături la începutul ciclului de pompare, este admis în cavitățile C2-C4 a pompei descrise. În acel moment, presiunea din cavitățile C2-C4 sigilează valva V1 nepermițând transferul de apă sau de gaze între cavitățile C2 și cavitățile C1 și aceeași presiune, plus greutatea apei acumulate în cavitățile C3, deschid valva V2, iar apa este evacuată în bazinul de separare (19). În momentul în care senzorii de vacuum din ambele pompe, lucrând în paralel, indică un vacuum egal în cavitățile C2-C4 ale ambelor pompe, valva de egalizare continuă să rămână deschisă, creând un vacuum adițional în cavitățile C2-C4 ale pompei paralele, deoarece forța gravitațională a apei ce se evacuează din cavitățile C2 a

pompei descrise, ușor înclinată spre V2, crează un vacuum adițional pentru pompa paralelă. În acest mod, volumul adițional de apă este pompat în pompa paralelă, fără uz de energie adițională pentru procesul de pompare a apei din bazinul de captare. La un nivel de vacuum predeterminat, care depinde de cantitatea de apă evacuată și înclinația cavității C2, valva de egalizare din conducta (12) este închisă, iar valva care duce la rezervorul de gaz inert, prin conducta (11) este deschisă. În același timp, valva care duce la rezervorul de vacuum în pompa contratimp paralelă, este deschisă. În acest mod, procesul de pompare folosește nu numai destinderea naturală a gazului dintre cele două cavități, de a crea vacuumul inițial, fără consum adițional de energie, dar și energia gravitațională a apei evacuate, pentru a salva cât mai mult din energia necesară creării vacuumului în rezervorul de vacuum. Când procesul de evacuare a apei este completat, valva V2 se închide, fie cu presiunea arcului (10) dimensionat să suporte numai greutatea apei din cavitatea C3, sau prin acțiunea unui piston hidraulic, controlat de sistemul automat (dacă acea variantă este selectată pentru implementare). Apa din bazinul (19) trebuie să fie inițial la un nivel minim (pregătirea inițială a sistemului) încât să nu permită pătrunderea aerului în cavitatea C3 în timpul evacuării apei, când valva V2 este închisă. Dimensionarea arcului (10), se face ca să se asigure etanșeitarea valvei V2 în poziție închisă. Dacă este necesar, din timp în timp, garniturile valvelor V1 și V2 se pot curăța cu jeturi puternice de apă de la sursa de apă sub presiune (17), controlată de sistemul automat, prin linile de control (18).

Fig. 5 ilustrează funcționarea aceleiași perechi de pompe, din plan orizontal. Ps - este pompa din stânga perechii (pentru referință) iar Pd - este pompa din dreapta. C - este sistemul de control al pompelor paralele, acționând în contratimp, Va sunt multiple rezervoare de vacuum (redundante), Pv sunt pompele electrice de vacuum (în paralel și redundante), Gi sunt rezervoarele redundante de gaz inert iar F este instalația de filtrare a H₂S strecurat în cursul pompării în rezervorul de gaz inert, și când detectorul de H₂S indică o concentrație nedorită de H₂S în rezervorul de gaz inert. Sistemul automat de control, deschide valve de echilibrare a vacuumului dintre pompa Pd și pompa Ps, la momentul indicat în paragraful

precedent. Valvele Vs, Vd și valvele Gs și Gd se închid și se deschid alternativ, după echilibrarea vacuumului în cele două camere C2-C4 ale pompelor și după ce este creat vacuum suplimentar în camera unde apa este în ascensiune, prin forța inerției apei ce se evacuează în pompa paralelă, lucrând în contratimp. Atât rezervoarele de vacuum cât și cele de gaz inert, pot servi mai multe sisteme de pompe paralele lucrând în contratimp, iar activitatea pompelor poate fi coordonată prin interconectarea sistemelor de control, sub controlul unui sistem computerizat pentru funcționarea optimă a pompelor.

Fig. 6 indică starea unui sistem de pompe paralele, din momentul pornirii pompelor, la activarea ciclică a pompelor și până la momentul opririi sistemului de pompe în paralel și contratimp. În faza inițială, pompa din dreapta sistemului este întârziată o jumătate de ciclu, prin acționarea frânelor hidraulice la valvele V1 și V2 din sistemul opus. Notățiile din Fig. 6 sunt notațiile valvelor din Fig. 5. Ciclurile din zona (a) sunt în faza de pornire, ciclurile din zona (b) sunt din zona activă a perechii de pompare, iar timpii din zona (c) sunt din zona opririi pompelor.

Avantajele acestui nou sistem de pompare este energia mică cerută pentru relizarea vacuumului, după utilizarea valvei de echilibrare și a vacuumului creat de forța gravitațională acționând asupra masei de apă în procesul de evacuare din cavitatea C2, ușor înclinată. Dacă sunt limitări în înălțimea cavității din cauza necesității de a menține vacuumul în zona vacuumului industrial și limitări în lungimea cavității din cauza necesității menținerii unei anumite înclinări spre cavitatea de ieșire, nu există limitări pentru lățimea cavităților C2, deci volumul de apă pompat într-un ciclu poate fi foarte mare și limitat numai de mărimea cavității C2.

Separarea H₂S din apa mării în bazinele blocului D, (Fig. 1), se face prin tratarea apei din adâncul mării cu sodă caustică (NaOH), cu o cantitate molară corespunzătoare concentrării de H₂S din apa tratată. Rezultatul este producerea de apă (H₂O) și săruri de sulfați (NaOS și NaS₂) care se depun pe fundul bazinului în care se produce tratarea (se folosesc alternativ bazine multiple) și sărurile se pot colecta de pe fundul bazinelor (când nu sunt utilizate) sau de pe filtrele de

scurgere naturală la ieșirea din bazine. Tratarea acestor săruri cu acid puternic (de exemplu HCl) în instalația chimică, duce la obținerea de H₂S, în stare gazoasă. Hidrogenul sulfurat obținut în acest mod poate fi folosit pentru încălzirea amoniacului în generatorul cu amoniac, pe lângă energia solară și eoliană din instalațiile făcute pentru acest scop. Sarea de mare obținută din procesul de salinizare poate fi folosită în instalația chimică pentru generarea clorului necesar procesului. În instalația pilot preconizată, atât soda caustică cât și acidul clorhidric pot fi procurate comercial și nu produse în instalația chimică preconizată. Toate procesele chimice mai sus menționate sunt cunoscute, și nici o revendicare nu se pretinde pentru ele. Sunt menționate numai pentru a ilustra complet întregul proces de extragere a H₂S din Marea Neagră.

Instalație și procedeu pentru extragerea hidrogenului sulfurat din mediu marin

Extragerea hidrogenului sulfurat (H₂S) din Marea Neagră

Revendicări

1. Procedeu pentru extragerea hidrogenului sulfurat din mediu marin, Conceptul și procesul de extragere a hidrogenului sulfurat din Marea Neagră, așa cum a fost descris, **cu toate etapele și cu componentele bloc** ilustrate în diagrama bloc din Fig.1, **caracterizat prin utilizarea unei cantități minime de energie pentru pomparea unei mari cantități de apă, utilizarea metodelor chimice de separare a hidrogenului sulfurat și utilizând** combinând temperatura joasă a apei din adâncul mării pentru **răcirea generatoarelor de energie** energia obținută prin arderea H₂S din apa mării; împreună cu energia solară (eventual coliană) pentru generarea energiei electrice necesare funcționării instalației de extragere a hidrogenului sulfurat H₂S din Marea Neagră și pentru **generarea de apă pentru irigații** sau pentru alte utilizări în afara instalației de separare.
2. **Instalația** Sistemul de pompare a apei de mare de la peste 1.000 m adâncime în două etape, **prima** una utilizând presiunea atmosferică deasupra Mării Negre pentru colectarea apei din adâncul mării într-un rezervor subteran, la maximum 2 m sub nivelul mării și a doua etapă prin pomparea apei deasupra nivelului mării, la înălțimi de maximum 5 m, cu pompe cu vacuum lucrând în paralel și contratimp **caracterizate prin construcția și funcționalitatea descrise și așa cum sunt ilustrate în Fig 4, pompe caracterizate prin** utilizarea numai a părții aproximativ liniare și de mică energie din curba de energie cerută pentru crearea vacuumului **cu și** utilizarea unei valve de echilibrare a vacuumului între cele două camere C2 -C4 ale pompelor lucrând în contratimp pentru a reduce la minimum energia necesară pomparii apei deasupra nivelului mării și utilizarea forței gravitaționale acționând asupra apei în procesul de evacuare în cavitatea C2 puțin înclinată, pentru a crea vacuum în cavitatea C2 a pompei paralele, prin intermediul conductelor și a valvei de echilibrare, pentru a reduce și mai mult energia necesară pomparii apei deasupra nivelului mării.
3. Utilizarea proceselor chimice cunoscute **în ordinea descrisă** pentru separarea în bazinele de separare deasupra nivelului mării a **hidrogenului**

sulfurat H₂S din apa mării și utilizarea din nou a proceselor chimice cunoscute pentru producerea unei însemnate-cantități de apă desalinizată necesară pentru irigații sau alte utilizări în jurul bazinului Mării Negre.

[Signature]

Extragerea hidrogenului sulfurat (H₂S) din Marea Neagră

Lista Desene

Figura 1. - Schema Bloc pentru instalația de extragere a Hidrogenului Sulfurat (H₂S) din Marea Neagră

Figura 2 – Schița instalației de captare (secțiune)

Figura 3 – Schița instalației de captare a hidrogenului sulfurat din Marea Neagră (ilustrare orizontală)

Figura 4 – Schița instalației de pompare cu vacuum în contra-timp (secțiune)

Figura 5 – Sistemul de pompare cu două pompe cu vacuum în contra-timp

Figura 6 – Starea sistemului de pompare cu două pompe cu vacuum în contra-timp

Figura 6 – Starea sistemului de pompare cu două pompe cu vacuum în contra-timp

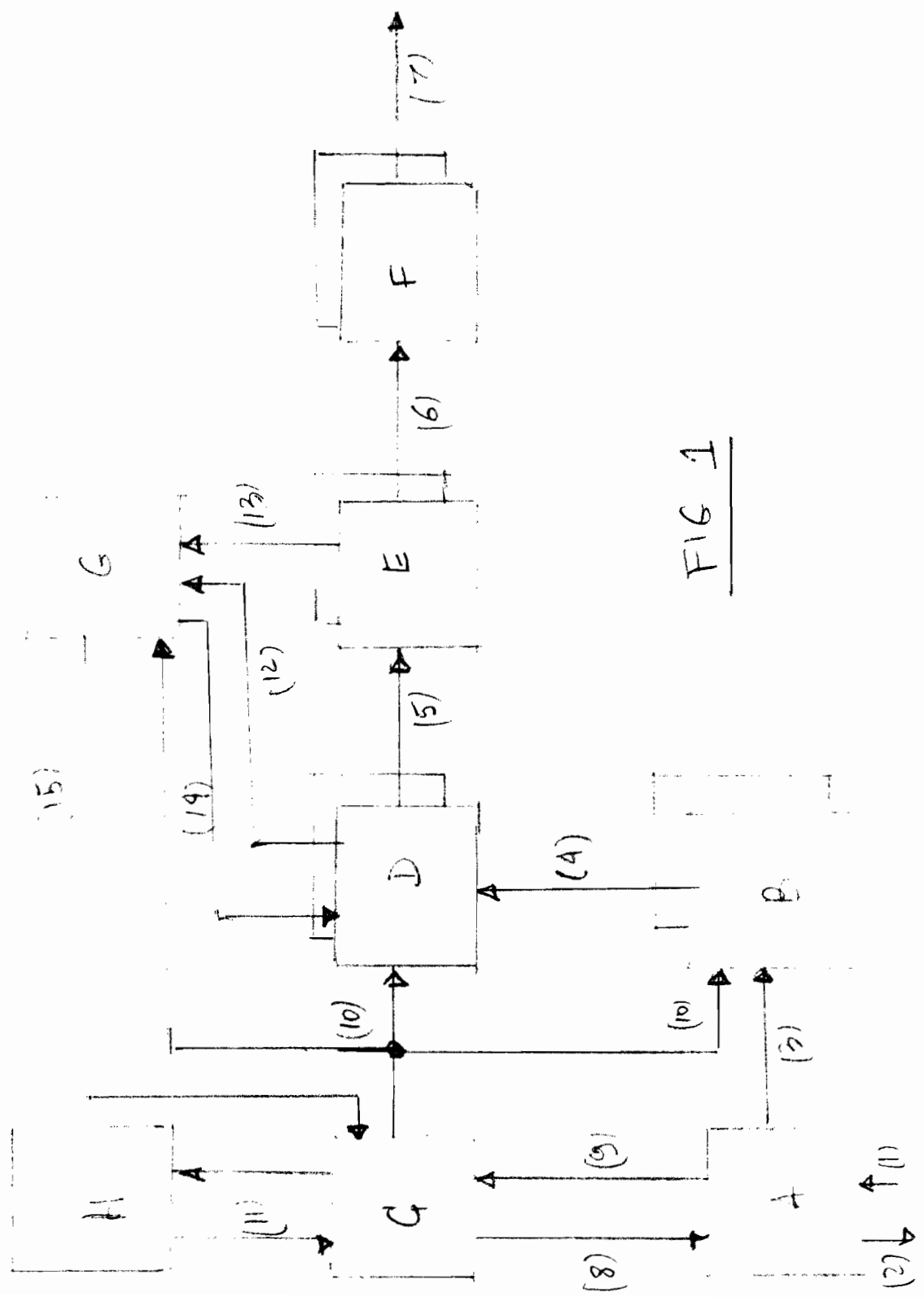


FIG 1

Figura 1. - Schema Bloc pentru instalația de extragere a Hidrogenului Sulfurat (H₂S) din Marea Neagră

- A - Sistemul de captare a apei de la o adâncime de peste 1000 m
- B - Sistemul de pompare a apei din bazinul de captare la rezervoarele de separare a hidrogenului sulfurat
- C - Generatorul de energie electrică cu amoniac
- D - Bazinele de separare a hidrogenului sulfurat din apă
- E - Instalații de separare a sării din apa Mării Negre (desalinizare)
- F - Bazine de acumulare a apei desalinizate
- G - Instalația de procesare chimică a sărurilor depuse în bazinele de separare
- H - Instalația de captare a energiei solare pentru încălzirea amoniacului la generatorul de energie electrică
- (1) - apa extrasă din adâncul Mării Negre
 - (2) - exces de apă returnată Mării Negre,
 - (3) - apa cu hidrogen sulfurat (H₂S) din bazinul de colectare de sub nivelul mării
 - (4) - apa cu H₂S pompată din bazinul de sub nivelul mării
 - (5) - apa fără H₂S transmisă prin scurgere naturală la instalațiile de desalinizare
 - (6) - apa desalinizată transmisă prin scurgere naturală rezervoarelor pentru apa de irigații sau alte utilizări.
 - (7) - apa pentru irigații sau alte utilizări industriale
 - (8) - amoniac pentru răcire în bazinul de captare de sub nivelul mării
 - (9) - amoniac răcit pentru generatorul de energie electrică
 - (10) - curent electric distribuit instalațiilor din sistem sau furnizat pentru utilizatori din afara sistemului
 - (11) - amoniac pentru încălzirea cu energie solară
 - (12) - sulfați proveniți din instalațiile de separare a H₂S
 - (13) - sare extrasă de instalațiile de desalinizare
 - (14) - sodă caustică pentru extragerea H₂S din apa mării
 - (15) - H₂S pentru încălzirea amoniacului din generatorul de energie electrică

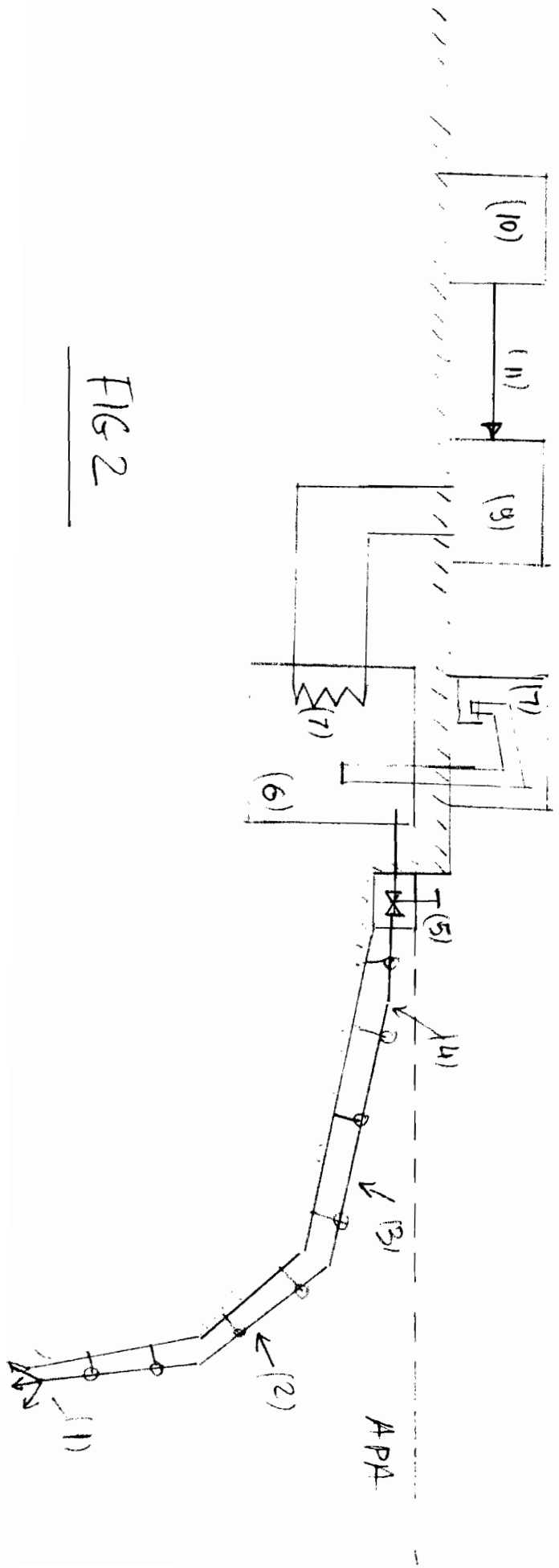


FIG 2

Figura 2 – Schița instalației de captare (secțiune)

- (1) - capetele de captare cu filtre mecanice la adâncime sub 1000 m
- (2) - secțiunea de conducte de la mare adâncime la platoul continental
- (3) - secțiunea de conducte de pe platoul continental
- (4) - secțiunea protejată de racordare la bazinul de sub nivelul Mării Negre
- (5) - valve activate manual pentru închiderea/deschiderea conductelor de captare a apei de la mare adâncime
- (6) - bazinul de sub nivelul mării pentru colectarea apei din adâncul mării
- (7) - instalația de pompare a apei din bazinul de colectare în bazinul de separare a hidrogenului sulfurat
- (8) - instalația de răcire a amoniacului pentru generatorul de energie electrică
- (9) - generatorul de energie electrică cu amoniac
- (10) - instalația de prelucrare chimică a sărurilor obținute la sistemele de separare a H₂S și desalinizare
- (11) - hidrogen sulfurat furnizat generatorului de energie electrică

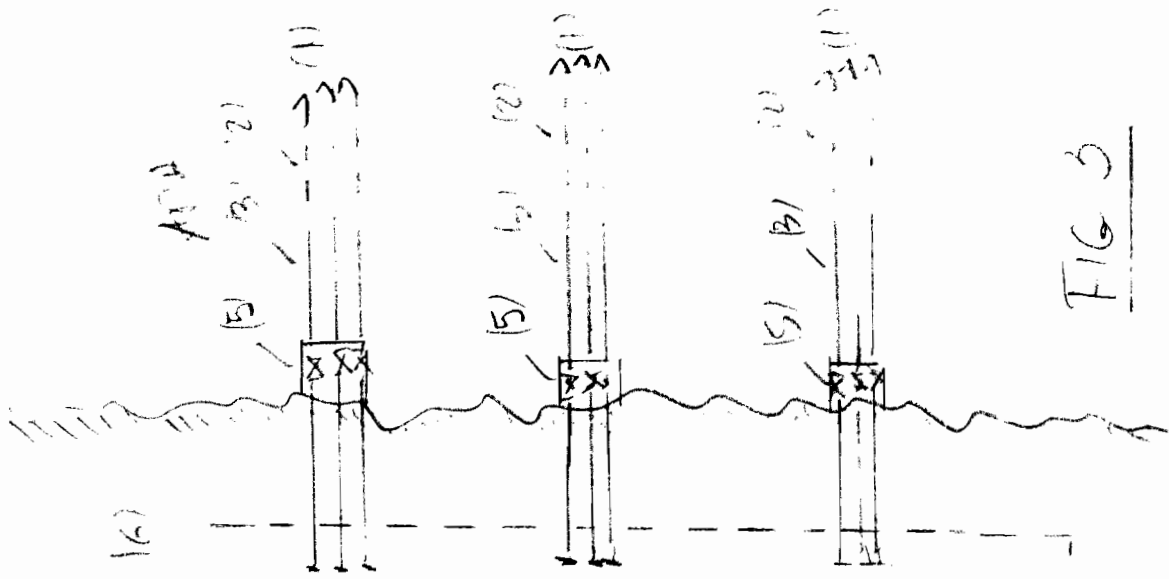
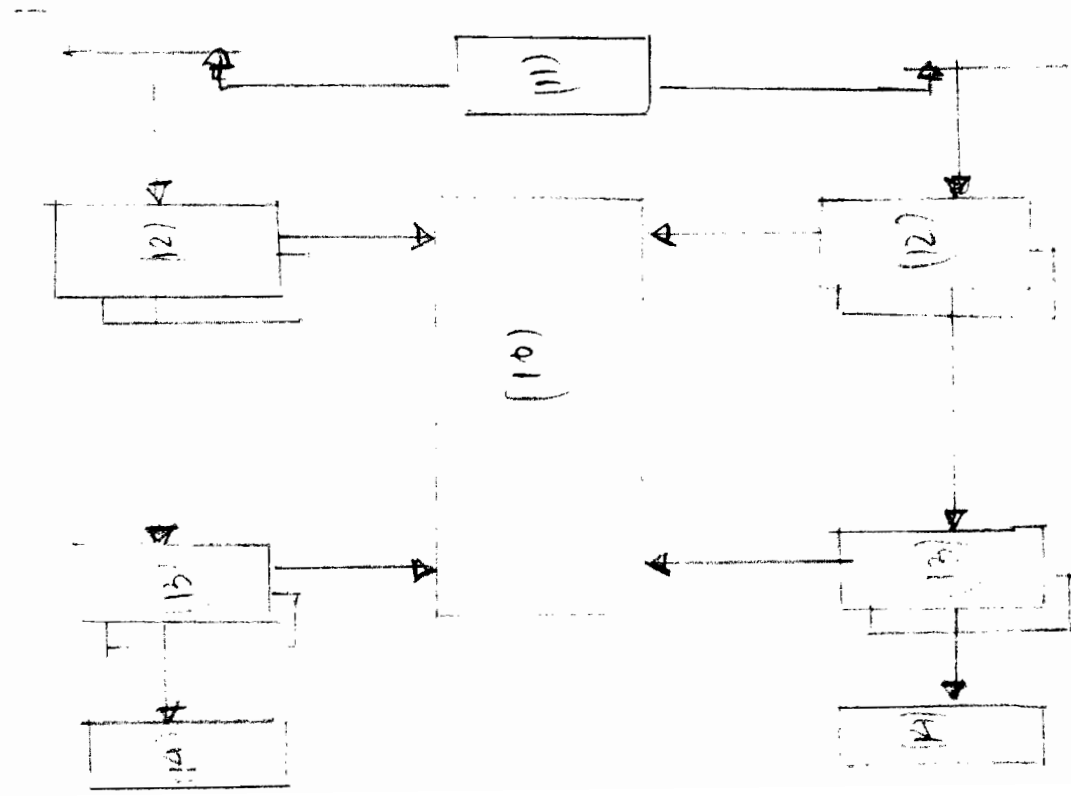
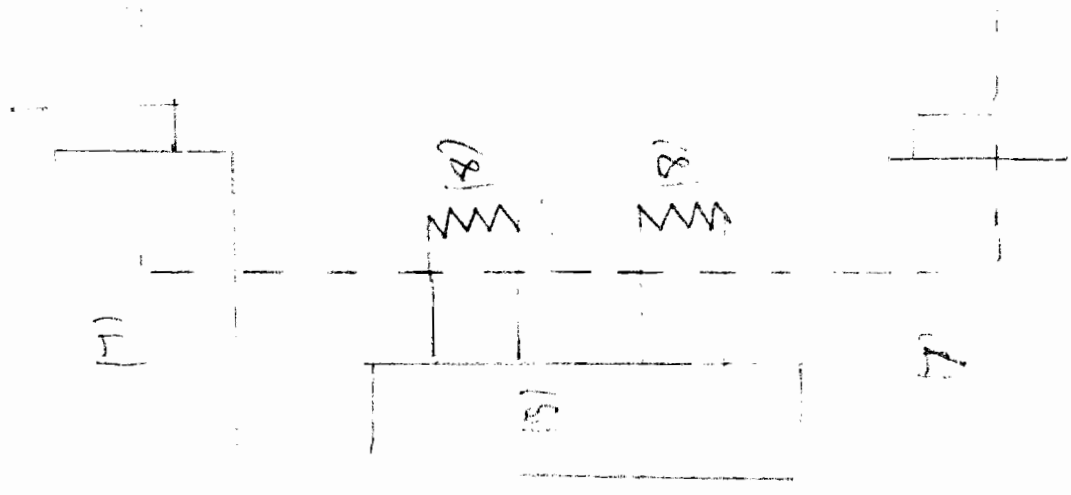


FIG 3



**Figura 3 – Schița instalației de captare a hidrogenului sulfurat din Marea Neagră
(ilustrare orizontală)**

- (1) - capetele de captare cu filtre mecanice la adâncime sub 1000 m
- (2) - secțiunea de conducte de la mare adâncime la platoul continental
- (3) - secțiunea de conducte de pe platoul continental
- (4) - secțiunea protejată de racordare la bazinul de sub nivelul Mării Negre
- (5) - valve activate manual pentru închiderea/deschiderea conductelor de captare a apei de la mare adâncime
- (6) - bazinul de sub nivelul mării pentru colectarea apei din adâncul mării
- (7) - instalația de pompare a apei din bazinul de colectare în bazinul de separare a hidrogenului sulfurat
- (8) - instalația de răcire a amoniacului pentru generatorul de energie electrică
- (9) - generatorul de energie electrică cu amoniac
- (10) - instalația de prelucrare chimică a sărurilor obținute la sistemele de separare a H₂S și desalinizare
- (11) - instalația de control automat al valvelor pompelor cu vacuum
- (12) - bazinele pentru separarea H₂S din apa mării
- (13) - instalațiile de desalinizare
- (14) - bazinele de colectare a apei de irigație sau alte utilizări

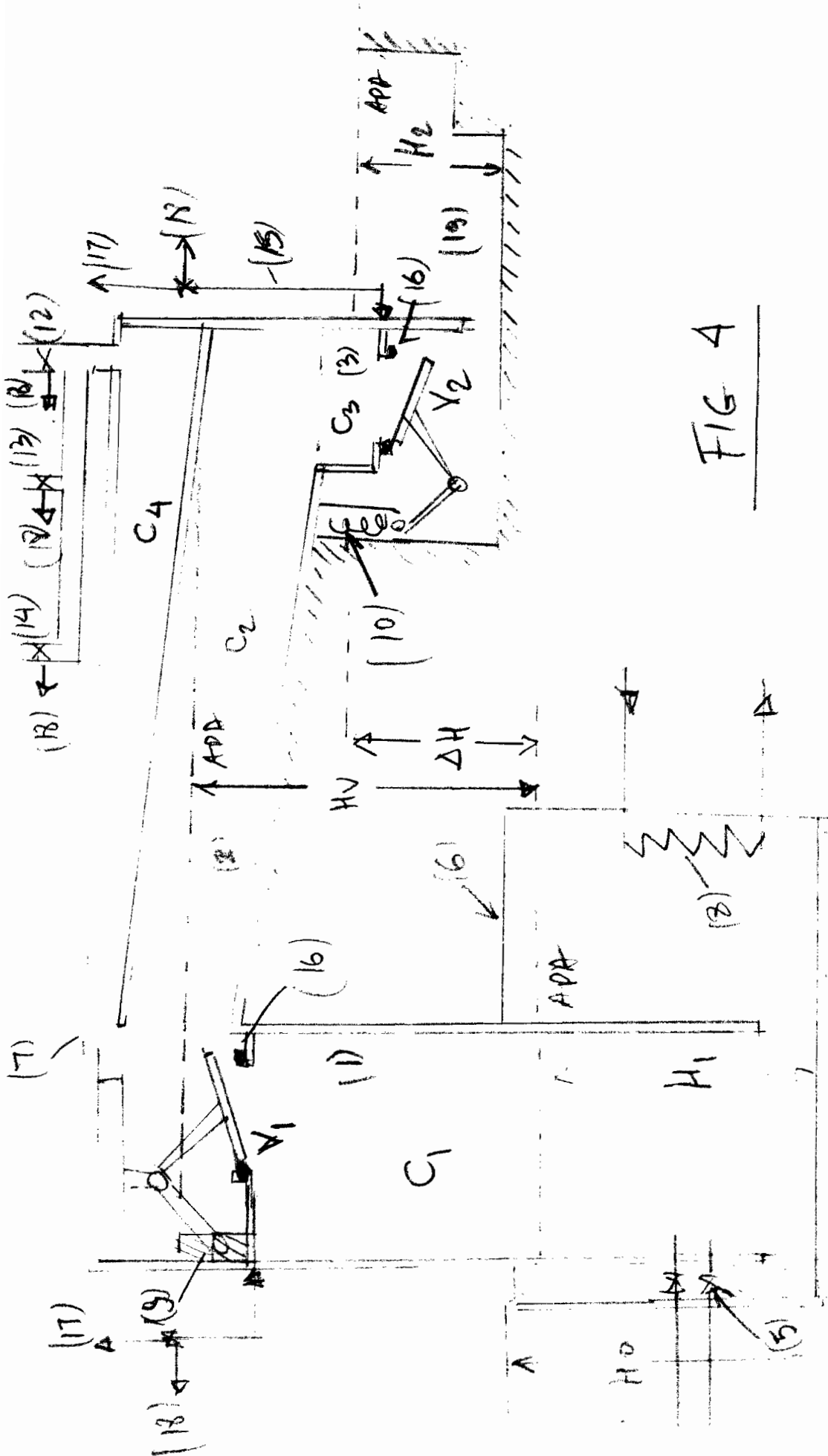


FIG 4

Figura 4 – Schița instalației de pompare cu vacuum în contra-timp (secțiune)

- (1) – cavitatea C1 coborând în rezervorul de captare de sub nivelul mării
 - (2) - cavitatea C2 de captare a apei după închiderea valvei V1
 - (3) - cavitatea C3 de evacuare a apei acumulate înaintea deschiderii valvei V2
 - (4) – secțiunea protejată de racordare la bazinul de sub nivelul Mării Negre
 - (5) - valve activate manual pentru închiderea/deschiderea conductelor de captare a apei de la mare adâncime
 - (6) - bazinul de sub nivelul mării pentru colectarea apei din adâncul mării
 - (7) - instalația de pompare a apei din bazinul de colectare în bazinul de separare a hidrogenului sulfurat
 - (8) - instalația de răcire a amoniacului pentru generatorul de energie electrică
 - (9) - dispozitiv plutitor pentru acționarea valvei V1
 - (10) - dispozitiv cu arc sau hidraulic pentru menținerea valvei V2 închisă până la un anumit volum de apă colectat în cavitatea C3
 - (11) - conducte de evacuare (sau alimentare) cu gaz inert a cavității C4
 - (12) - conducta de echilibrare a vacuumului la pompa paralelă și în contra-timp
 - (13) - conducta la rezervoarele de vacuum
 - (14) - conducta la rezervoarele cu gaz inert
 - (15) - conducta la rezervorul și apa sub presiune pentru spălarea prin jet de apă a marginilor flexibile ale valvelor V1 și V2 pentru asigurarea etanșeității la fiecare ciclu de pompare
 - (16) - garnituri flexibile pentru etanșarea valvelor V1 și V2 în poziția închisă
 - (17) - racord la presiune hidraulică pentru acționarea în poziție închisă (blocare) a valvelor V1 și V2 la pornirea sau oprirea pompelor în paralel și contra timp.
 - (18) – conectare la instalația automată de control al valvelor
- C4 – extensie a cavității C2 pentru protecția împotriva condensărilor și stropilor de apă

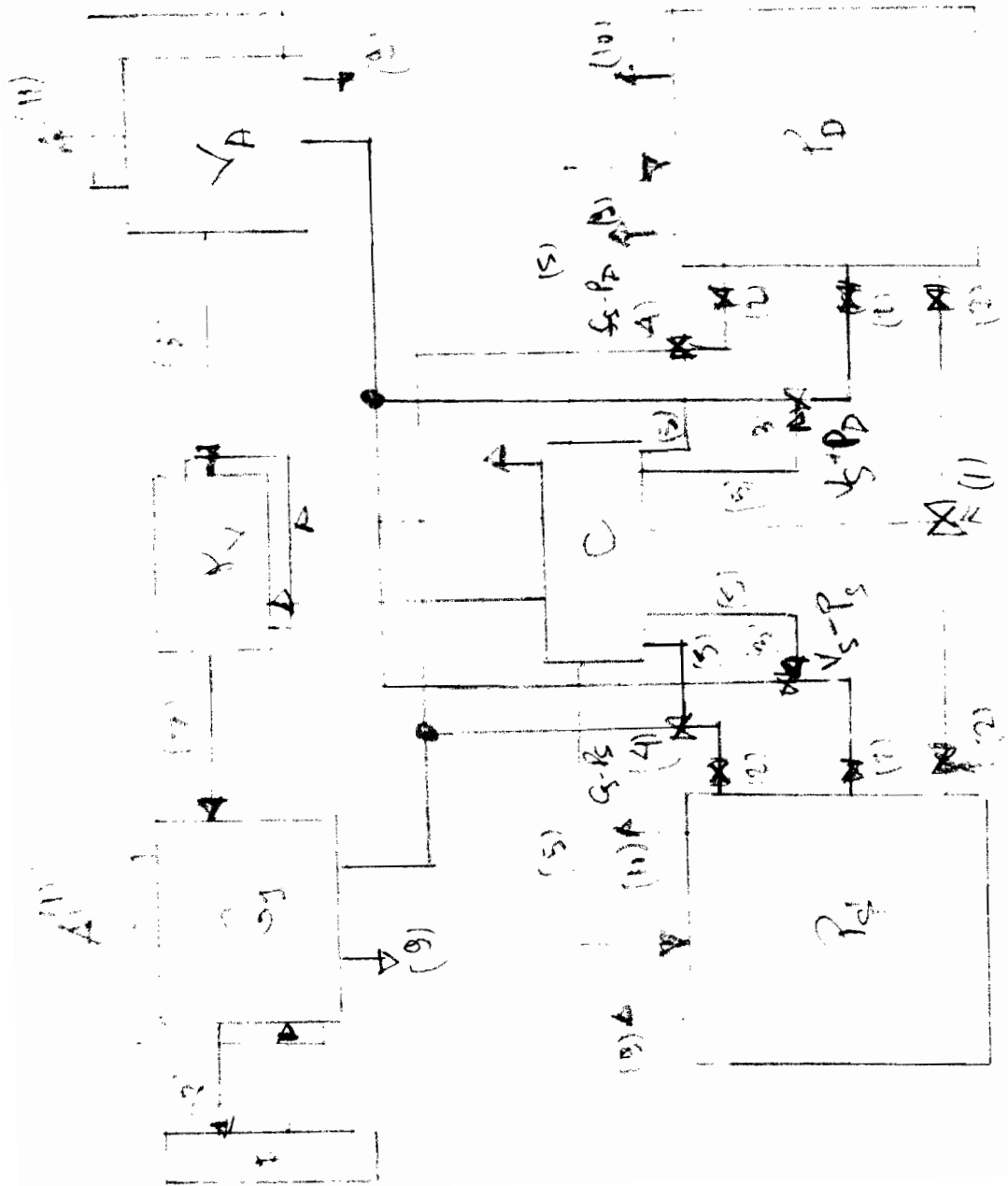


FIG. 2

Figura 5 – Sistemul de pompare cu două pompe cu vacuum în contra-timp

- Ps - pompa stânga a perechii de pompare
- Pd - pompa dreapta a perechii de pompare
- C - sistemul automat de control al pompelor
- Pv - pompe electrice de vacuum industrial
- Va - rezervoare de vacuum industrial
- Gi - rezervoare de gaz inert
- F - instalație de filtrare a hidrogenului sulfurat infiltrat în gazul inert
- (1) - supapa de echilibrare a vacuumului din cele două cavități C2 –C4 ale pompelor în contra timp
- (2) - supape pentru configurare manuală (în mod normal deschise)
- (3) - supape de control al vacuumului în cavitățile C2-C4
- (4) - supape de admisie a gazului inert în cavitățile C2-C4
- (5) - linii de control al supapelor V1 și V2
- (6) - conducte de extragere a gazului inert din rezervoarele de vacuum
- (7) - conducte de alimentare a rezervoarelor de gaz inert
- (8) - conducte de legătură pentru filtrarea gazului inert de H₂S
- (9) - senzori pentru măsurarea vacuumului
- (10) - senzori pentru măsurarea nivelului de apă
- (11) - conexiuni ale rezervoarelor de gaz și vacuum la alte sisteme de pompare în paralel
- (12) - conexiuni la alte sisteme de control automat al pompelor în paralel și contra timp

	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10	t11	t12	t13	t14
P3-V1	0	C	C	0	0	0	C	C	0	0	0	0	0	0
P3-V2	C	0	0	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0
P0-V1	C	0	0	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0
P0-V2	0	C	C	0	0	0	C	C	0	0	0	0	0	0
E3(1)	C	0	C	0	0	C	0	0	0	0	0	0	0	0
V1-P3	0	C	C	C	0	C	C	C	0	0	0	0	0	0
G2-P3	C	C	0	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0
V0-P0	0	C	0	C	C	C	0	0	0	0	0	0	0	0
G0-P0	C	C	C	C	0	C	C	C	0	0	0	0	0	0

FIG 6

Figura 6 – Starea sistemului de pompare cu două pompe cu vacuum în contra-timp

Ps - V1 - pompa stânga, supapa V1

Ps - V2 - pompa stânga, supapa V2

Pd - V1 - pompa dreapta, supapa V1

Pd - V2 - pompa dreapta, supapa V2

Es (1) - supapa de echilibrare a vacuumului din cavitățile C2-C4

Vs- Ps - supapa de vacuum la pompa stânga

Gs - Ps - supapa de gaz la pompa stânga

Vs- Pd - supapa de vacuum la pompa dreapta

Gs - Pd - supapa de gaz la pompa dreapta

O - stare deschis

C - stare închis

t - timpul

(a) - inițierea pompării

(b) - pompare în cicluri

(c) - sistarea pompării

c1 - ciclul 1

c2 - ciclul 2 (etc.)

t1 - timpul 1

t2 - timpul 2 (etc.)