

(12) CERERE DE BREVET DE INVENȚIE

(21) Nr. cerere: a 2020 00817

(22) Data de depozit: 08/12/2020

(41) Data publicării cererii:
30/06/2022 BOPI nr. 6/2022

(71) Solicitant:
• ICPE BISTRIȚA S.A., STR. PARCULUI
NR.7, BISTRIȚA, BN, RO;
• INSTITUTUL NAȚIONAL DE
CERCETARE-DEZVOLTARE PENTRU
INGINERIE ELECTRICĂ ICPE-CA,
SPLAIUL UNIRII NR.313, SECTOR 3,
BUCUREȘTI, B, RO

(72) Inventatori:
• BARTHA CSABA, STR.SUB CETATE,
NR.1, BL.1, SC.A, ET.2, AP.11, BISTRIȚA,
BN, RO;
• TOKOS ATTILA, ALEEA INEU, NR.2,
SC.A, AP.10, BISTRIȚA, BN, RO;

• CARAMITU ALINA RUXANDRA,
ALEEA AVIATOR STĂLPEANU NR. 5, BL. 5,
SC. 4, ET. 4, AP. 40, SECTOR 1,
BUCUREȘTI, B, RO;
• VOINA ANDREEA,
STR.CETATEA DE BALTĂ, NR.139-143,
BL.6, SC.G, ET.3, AP.102, SECTOR 6,
BUCUREȘTI, B, RO;
• JIPA MONICA, STR.VIIOR, NR.11B,
BISTRIȚA, BN, RO;
• VLAD GRIGORE, STR.GHINZII NR.40 A,
BISTRIȚA, BN, RO;
• LINGVAY IOSIF, STR.PINTEA VITEAZU,
NR.34, SIGHETU MARMAȚIEI, MM, RO

(54) PROCEDU DE STIMULARE A NĂMOLULUI BIOLOGIC
ȘI BIOREACTOR PENTRU EPURAREA BIOLOGICĂ
A APELOR REZIDUALE

(57) Rezumat:

Invenția se referă la un procedeu de stimulare a nămolului biologic în câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență și la un bioreactor pentru epurarea biologică a apelor uzate reziduale, prin eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor aerobe și anaerobe. Procedeu conform invenției de stimulare și eficientizare a activității microbiologice a microorganismelor aerobe și anaerobe din nămolul activ, se realizează prin aplicarea peste suspensia de nămol biologic, aflată în suspensie în apa tratată, a unui câmp electromagnetic sinusoidal cuprins între 2...6 V/m, având frecvența optimizată în funcție de poluanții din apa reziduală tratată, respectiv: azot total, fosfor total și carbon total din poluanți organici peste 3 g/l sau pentru alți poluanți. Bioreactorul conform invenției este constituit dintr-o cuvă (1) realizată din material polimeric armat cu fibră de sticlă de formă paralelipipedică, deschisă în partea superioară, cu raportul înălțime H/lățime D/lungime L de 1/1...2/3...4, lângă pereții terminali, cu dimensiunile H x D, fiind fixate gravitațional, pe niște suporturi (3) din material electroizolant, barele (4) metalice de susținere cu lungimea 1,1 D, prin conductorii (6) de legătură, se conectează la barele (4), bornele generatorului (G_{AC}) de frecvență controlată în domeniul 49...160 Hz, cu ajutorul

unor elemente (5) metalice de legătură, de care se atârnă electrozii (2) plani de polarizare având dimensiunile cuprinse între 0,98...1,1 H x 0,95...0,97 D, electrozii (2) de polarizare putând fi realizați ori din tablă (7) din oțel austenitic inox 18/8 perforată, ori din fontă silicioasă cu 7...14% Si cu aspect de grilă (8).

Revendicări: 4
Figuri: 3

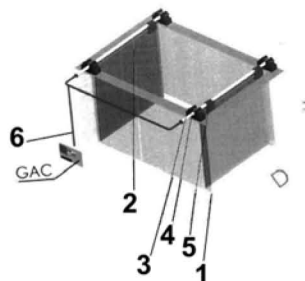


Fig. 1



Procedeu de stimulare a nămolului biologic și bioreactor pentru epurarea biologică a apelor reziduale

- descriere -

Invenția se referă la un procedeu de stimularea a nămolului biologic în câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență și la un bioreactor pentru epurarea biologică a apelor reziduale, prin eficientizarea proceselor biochimice ale microorganismelor aerobe și anaerobe.

Se cunoaște faptul că, consumul energetic aferent etapelor biologice de epurare a apelor reziduale, reprezintă peste 60% din consumul total al stațiilor de epurare [1]. De asemenea, se cunosc metodele de eficientizare energetică a etapelor biologice de epurare uzuale, prin inocul mixt de microalge cu bacterii [1], alge marine [2], utilizare de filtre biologice [3], utilizare de bioactivatori [4], etc. De asemenea, se cunoaște faptul că, unele extrase de plante stimulează metabolismul microorganismelor și accelerează biodegradarea unor poluanți xenobiotici regăsiți uzual în apele reziduale menajere [5].

Sunt cunoscute preocupările privind eficientizarea epurării compușilor cu fosfor [6], a amoniului din dejecțiile de animale [7].

Pe de altă parte, sunt cunoscute, atât variante diverse de instalații tehnologice pentru epurarea biologică a apelor reziduale [8], prevăzute în principiu cu bioreactoare de forme variate, pentru etapă anaerobă și cea aerobă, prin barbotare cu aer, cât și cele pentru producerea biogazului prin stimulare în câmp electric de extremă joasă frecvență [9].

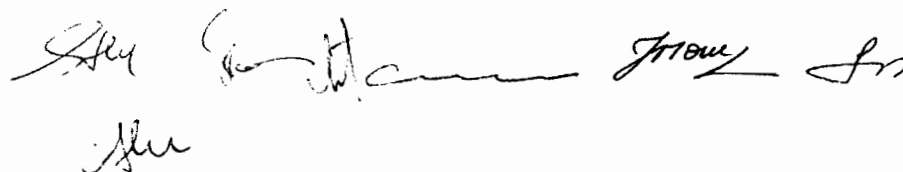
Principalele dezavantaje ale acestor procedee și bioreactoare, aplicate în epurarea apelor reziduale sunt:

- productivitate (volum apă epurată/volum instalație) redusă;
- timpi de procesare lungi;
- consum ridicat de energie pentru acționarea prelungită a pompelor de recirculare și a compresoarelor de aer pentru aerare;
- câmp electric ridicat (200...500 V/m), ce impune tensiuni de lucru ridicate (de ordinul miilor de volți), complicând realizarea generatorului și impune măsuri de electrosecuritate deosebite.

Problema tehnică pe care o rezolvă invenția, constă în accelerarea substanțială a proceselor de bioepurare, prin stimularea activității metabolice a microorganismelor din nămolul activ, al stațiilor de epurare.

Procedeu de stimulare a nămolului biologic de la epurarea apelor reziduale, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că, stimularea și eficientizarea activității microbiologice, a microorganismelor aerobe și anaerobe din nămolul activ, se realizează prin aplicarea unui câmp electromagnetic sinusoidal de 2...6 V/m, având frecvența optimizată în funcție de poluanții din apa reziduală tratată, respectiv:

- ape reziduale cu azot total sub 0,05 g/l, fosfor total sub 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici peste 3 g/l, se stimulează la $50 \pm 0,5$ Hz;
- ape reziduale cu azot total peste 0,05 g/l, fosfor sub 0,009g/l și carbon total din poluanți organici sub 3g/l se stimulează la $100 \pm 0,5$ Hz;
- ape reziduale cu azot total peste 0,05g/l, fosfor peste 0,009g/l și carbon total din poluanți organici sub 3g/l se stimulează la 131 ± 1 Hz;
- ape reziduale cu azot total peste 0,05g/l, fosfor peste 0,01 g/l și carbon total din poluanți organici peste 3g/l se stimulează la 151 ± 1 Hz;
- ape reziduale cu alți poluanți se stimulează la frecvențe optime determinate experimental în domeniul 49...160 Hz.



Bioreactorul pentru epurarea biologică a apelor reziduale, cu stimulare a activității microbiologice prin câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență, conform invenției, înlătură dezavantajele menționate prin aceea că, bioreactoarele, atât pentru tratare aerobă, cât și pentru tratare anaerobă, sunt cuve în formă paralelipipedică și se realizează din material polimeric armat cu fibră de sticlă, au raportul înălțime H / lățime D / lungime L de 1/1...2/3...4, iar lângă pereții terminali cu dimensiunile HxD, se fixează câte un electrod de polarizare plan, având dimensiunile 0,98...1,1 H x 0,95...0,97 D. Electrozii de polarizare pot fi realizați din tablă de oțel austenitic, inox 18/8 cu grosimea de 2...5 mm, prevăzut cu găuri cu diametru de 1...5 cm, sau din fontă silicioasă cu 7...14% siliciu, sub formă de grilă groasă de 1,5...2,5 cm, având ochiuri lungi de 10...50 cm, cu lățime mai mică de 5 cm. Fixarea electrozilor de polarizare se realizează gravitațional, prin elemente de legătură la o bară transversală de susținere, cu lungimea 1,1 D, așezat pe pereții laterali ai bioreactorului, prin niște suporturi realizate din material electroizolant. Câmpul electromagnetic de stimulare a nămolului biologic, este asigurat prin conectarea electrică a barelor transversale de susținere la bornele unui generator de frecvență controlată, în domeniul 49...160 Hz, capabil să debiteze tensiuni reglabile în domeniul $U [V_{rms}] = 2 \dots 6 \cdot L [m]$, la curenți de până la $I [A] = 0,6 \cdot H \cdot D [m]$.

Procedeul de stimulare a nămolului biologic și bioreactorul pentru epurarea biologică a apelor reziduale, conform invenției, prezintă următoarele avantaje:

- productivitate (volum apă epurată/volum instalație) ridicată;
- timpi de procesare scurți- de până la 1/3, față de cele cunoscute;
- consum redus de energie pentru acționarea pompelor de recirculare și a compresoarelor de aer pentru barbotare;
- câmp electric redus (2 6 V/m), ceea ce presupune tensiuni de lucru reduse (uzual sub 50 V), care simplifică realizarea generatorului și nu impune măsuri de electrosecuritate deosebite;
- se realizează simplu, fiind posibilă implementarea și pe instalațiile existente aflate în exploatare;
- îmbunătățirea calității mediului, prin creșterea gradului de epurare, respectiv, scăderea conținutului în poluanți a apelor deversate;
- consum auxiliar de energie redus (uzual sub 4 kWh/zi/bioreactor)

Se dă în continuare, un exemplu de realizare a invenției, în legătură cu Fig. 1...3, care reprezintă schițele de realizare ale bioreactorului pentru epurarea biologică a apelor reziduale, cu stimularea nămolului biologic activ în câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență, după cum urmează:

- Fig. 1, vedere de ansamblu 3D a bioreactorului, conform invenției;
- Fig. 2, schița electrodului de polarizare realizat din oțel austenitic 18/8;
- Fig. 3, schița electrodului de polarizare, realizat din fontă silicioasă cu 7...14% siliciu.

Bioreactorul pentru epurarea biologică a apelor reziduale cu stimulare a nămolului biologic activ în câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență, conform invenției, este alcătuit dintr-o cuvă de formă paralelipipedică 1, deschisă în partea superioară, realizat din material polimeric armat cu fibră de sticlă, cu raport înălțime H / lățime D / lungime L de 1/1... /3...4.

Pentru asigurarea polarizării în câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență a suspensiei de nămol biologic aflat în bioreactor, în proximitatea pereților terminali având cotele H x D, se fixează câte un electrod de polarizare plan 2, având dimensiunile 0,98...1,1 H x 0,95...0,97 D. Fixarea electrozilor de polarizare, se realizează gravitațional pe suporturile realizate din material electroizolant adecvat 3, montați pe peretele cuvei 1, peste care se așează bara metalică transversală de susținere 4, cu lungimea 1,1 D, care susține prin elementele de legătură metalice 5, electrodul de polarizare 2, realizat din tablă de oțel austenitic perforat 7, sau din fontă silicioasă 8. Bornele de ieșire ale generatorul G_{AC} de frecvență controlată în domeniul 49...160 Hz, capabil să debiteze tensiuni sinusoidale reglabile în domeniul $U [V_{rms}] = 2 \dots 6 \cdot L [m]$, la curenți de până la $I [A] =$

[Handwritten signatures]

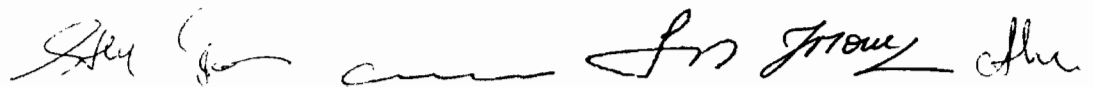
0,6·H·D [m]. sunt legați electric prin conductorii 6 la bara transversală 4.

Electrozii de polarizare din oțel austenic inox 18/8, sunt realizați din tablă cu grosimea g de 2...3 mm, perforată cu găuri cu diametru de Φ 1.....5 cm, distanța dintre marginile a două găuri vecine fiind Φ .

Electrozii de polarizare din fontă silicioasă cu 7...14% siliciu, sunt turnați sub formă de grilă cu grosimea g cuprinsă între 1,5.....2,5 cm. În scopul diminuării masei, electrozii de polarizare din fontă silicioasă sunt prevăzuți cu ochiuri lungi d de 10.....50 cm lățime e mai mică de d_0 5 cm, dimensiuni la care se asigură o distribuție omogenă a liniilor de câmp în tot volumul suspensiei de nămol biologic aflat în bioreactor.

Bioreactorul pentru epurarea biologică a apelor reziduale cu stimularea nămolului biologic activ în câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență, conform invenției, se inserează în fluxul tehnologic de epurare a apelor reziduale, care în mod obișnuit funcționează în flux continuu, fiind prevăzută uzual, o etapă anaerobă (nebarbotată cu aer), urmată în cascadă, de o etapă aerobă (barbotată cu aer)- apa tratată fiind recirculată până la încadrarea noxelor în limitele admise pentru apele deversate. La punere în funcțiune se reglează parametrii de lucru a generatorului G_{AC} - separat pentru bioreactorul anaerob și cel aerob- după cum urmează:

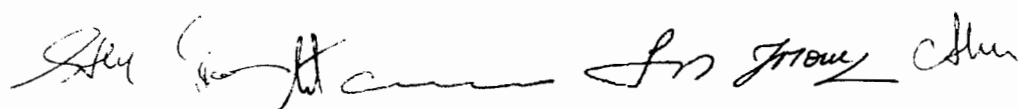
- tensiunea de ieșire în funcție de lungimea bioreactorului din etapa respectivă $U [V_{rms}] = 2.....6 \cdot L [m]$;
- frecvența tensiunii sinusoidale generate în domeniul 49....160 Hz, se optimizează în funcție de conținutul în noxe ale apelor reziduale tratate, respectiv:
 - ape reziduale cu azot total sub 0,05 g/l, fosfor total sub 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici peste 3 g/l se stimulează la $50 \pm 0,5$ Hz;
 - ape reziduale cu azot total peste 0.05 g/l, fosfor sub 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici sub 3 g/l se stimulează la $100 \pm 0,5$ Hz;
 - ape reziduale cu azot total peste 0.05 g/l, fosfor peste 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici sub 3 g/l se stimulează la 131 ± 1 Hz;
 - ape reziduale cu azot total peste 0.05 g/l, fosfor peste 0,01 g/l și carbon total din poluanți organici peste 3 g/l se stimulează la 151 ± 1 Hz;
 - ape reziduale cu alți poluanți, se stimulează la frecvențe optime determinate experimental în domeniul 49....160 Hz.



**Procedeu de stimulare a nămolului biologic și bioreactor pentru epurare
biologică a apelor reziduale**

- referințe bibliografice -

- [1] BUMBAC, C., MANEA, E., BANCIU, A., STOICA, C., IONESCU, I., BADESCU, V., NITA-LAZAR, M., *Identification of Physical, Morphological and Chemical Particularities of Mixed Microalgae- Bacteria Granules*, Revista de Chimie (Bucuresti), 2019. vol. 70 (1), pp. 275-277.
- [2] BIRIS-DORHOI, E.S., TOFANA, M., CHIS, S.M., LUPU, C.E., NEGREANU-PIRJOL, T., *Wastewater Treatment Using Marine Algae Biomass as Pollutants Removal*, Revista de Chimie (Bucuresti), 2018. vol. 69 (5), pp. 1089-1098
- [3] MINCU, M., MARCUS, M., MITIU, M.A., RAISCHI, N.S., *Increasing the Efficiency of Pollutants Removal from Municipal Wastewater Using Biological Filters*, Revista de Chimie (Bucuresti), 2018. vol. 69 (12), pp. 3553-3556.
- [4] PASCU, D.E., MODROGAN, C., MIRON, A.R., ALBU, P.C., CLEJ, D.D., PASCU (NEAGU), M., CAPRARESCU, S., *Use of Mathematical Modelling in Water and Wastewater Area*, Revista de Chimie (Bucuresti), 2015. vol. 66 (12), pp.1950-1955.
- [5] LINGVAY, I., VĂIREANU, D-I., ÖLLERER, K., LINGVAY, C., *The influence of synthetic and environmentally friendly scale and corrosion inhibitors on the biodegradation of pollutants*, Environmental Engineering and Management Journal, 2012. vol.11 (4), pp. 767-772.
- [6] MUNTENITA, C., DRAGOMIR - BALANICA, C.M., SIMIONESCU, A.G., STANCIU, S., POPA, C.L., *The Efficiency of Biological Total Phosphorus Removal Process*, Revista de Chimie (Bucharest), 2019. vol. 70 (6), pp. 1920-1923.
- [7] ANGELIDAKI, I., AHRING, B.K., *Thermophilic anaerobic digestion of livestock waste: the effect of ammonia*, Applied Microbiology and Biotechnology, 1993. vol. 38, pp. 560-564.
- [8] BERNARDEZ, L.A., ANDRADE LIMA, L.R.P., RAMOS, C.L.S., ALMEIDA, P.F., *A Kinetic Analysis of Microbial Sulfate Reduction in an Upflow Packed-Bed Anaerobic Bioreactor*, Mine Water and the Environment, 2012. vol. 31, pp. 62-68.
- [9] Brevet RO 132199 B1



Procedeu de stimulare a nămolului biologic și bioreactor pentru epurarea biologică a apelor reziduale

- revendicări -

1. Procedeu de stimulare a nămolului biologic din bioreactoarele stațiilor de epurare a apelor reziduale, **caracterizat prin aceea că**, stimularea și eficientizarea activității microbiologice, a microorganismelor aerobe și anaerobe din nămolul activ, se realizează prin aplicarea peste suspensia de nămol biologic, aflată în suspensie în apa tratată, a unui câmp electromagnetic sinusoidal de 2 6 V/m, având frecvența optimizată în funcție de poluanții din apa reziduală tratată, respectiv:

- ape reziduale cu azot total sub 0,05 g/l, fosfor total sub 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici peste 3 g/l se stimulează la $50 \pm 0,5$ Hz;
- ape reziduale cu azot total peste 0,05 g/l, fosfor sub 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici sub 3 g/l se stimulează la $100 \pm 0,5$ Hz;
- ape reziduale cu azot total peste 0,05 g/l, fosfor peste 0,009 g/l și carbon total din poluanți organici sub 3 g/l se stimulează la 131 ± 1 Hz;
- ape reziduale cu azot total peste 0,05 g/l, fosfor peste 0,01 g/l și carbon total din poluanți organici peste 3 g/l se stimulează la 151 ± 1 Hz;
- ape reziduale cu alți poluanți se stimulează la frecvențe optime determinate experimental în domeniul 49....160 Hz.

2. Bioreactor pentru epurare biologică a apelor reziduale cu stimulare a activității microbiologice prin câmp electromagnetic de extremă joasă frecvență, conform revendicării 1, **caracterizat prin aceea că**, atât pentru tratarea aerobă cât și pentru tratarea anaerobă, este format dintr-o cuvă de formă paralelipipedică (1), deschisă în partea superioară, realizat din material polimeric armat cu fibră de sticlă, cu raportul înălțime H / lățime D / lungime L de 1 / 1...2 / 3...4 iar lângă pereții terminali cu dimensiunile H x D, se fixează gravitațional pe suporturi din material electroizolant (3), peste care se așează barele metalice de susținere (4), cu lungimea 1,1 D, la care prin conductorii de legătură (6), se conectează bornele generatorului de frecvență controlată (G_{AC}) în domeniul 49....160 Hz, capabil să debiteze tensiuni reglabile în domeniul $U [V_{rms}] = 2 \dots 6 \cdot L [m]$ la curenți de până la $I [A] = 0,6 \cdot H \cdot D [m]$, bare metalice (4) de care prin elementele de legătură metalice (5), se atârână electrozii de polarizare plani (2), având dimensiunile $0,98 \dots 1,1 H \times 0,95 \dots 0,97 D$.

3. Electrode de polarizație (2) din bioreactorul definit în revendicarea 2, **caracterizat prin aceea că**, este realizat din tablă (7) din oțel austenitic inox 18/8, cu grosimea (g) de 1....5 mm (7), având dimensiunile $0,98 \dots 1,1 H \times 0,95 \dots 0,97 D$ și care este prevăzut cu găuri cu diametru (Φ) de 1....5 cm, distanța dintre marginile găurilor învecinate fiind egală cu diametrul găurilor, tabla (7) prin elementele de legătură metalice (5) este atârnată pe bara metalică de susținere (4) .

4. Electrode de polarizație (2) din bioreactorul definit în revendicarea 2, **caracterizat prin aceea că**, este realizată din fontă silicioasă cu 7....14% siliciu sub formă de grilă (8) groasă (g) de 1,5....2,5 cm, având ochiuri lungi (d) de 10.....50 cm cu lățime (e) mai mică de 5 cm, grila din fontă silicioasă (8), prin elementele de legătură metalice (5), este atârnată pe bara metalică de susținere (4) .

Steliana *Steliana* *Steliana* *Steliana*

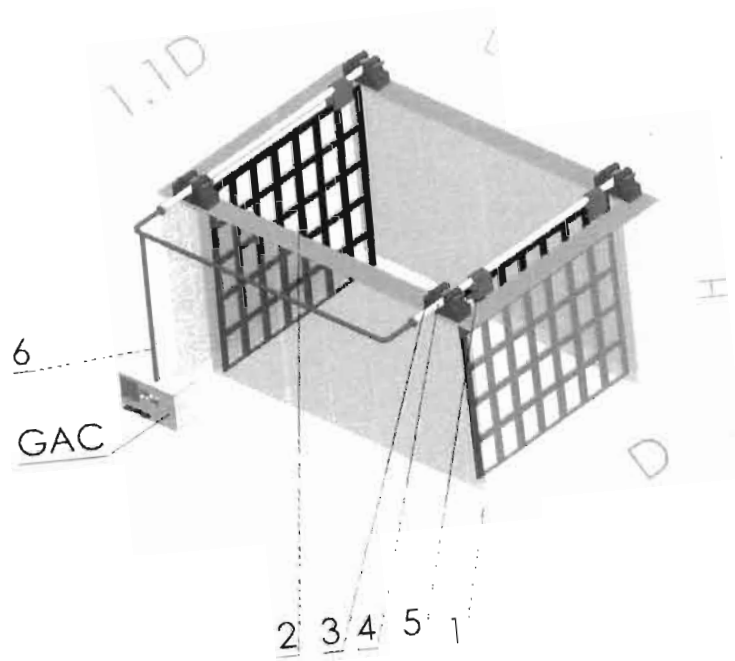
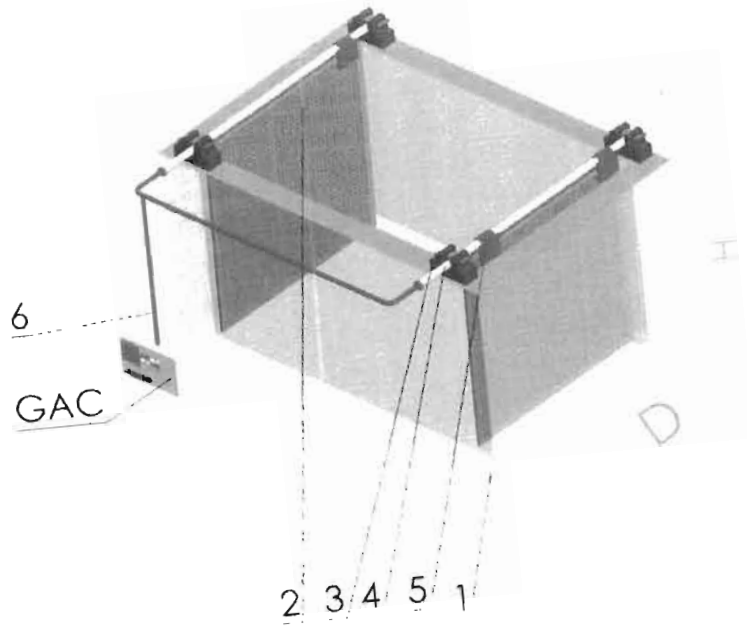


Fig. 1.

Handwritten signature and text: In front of the

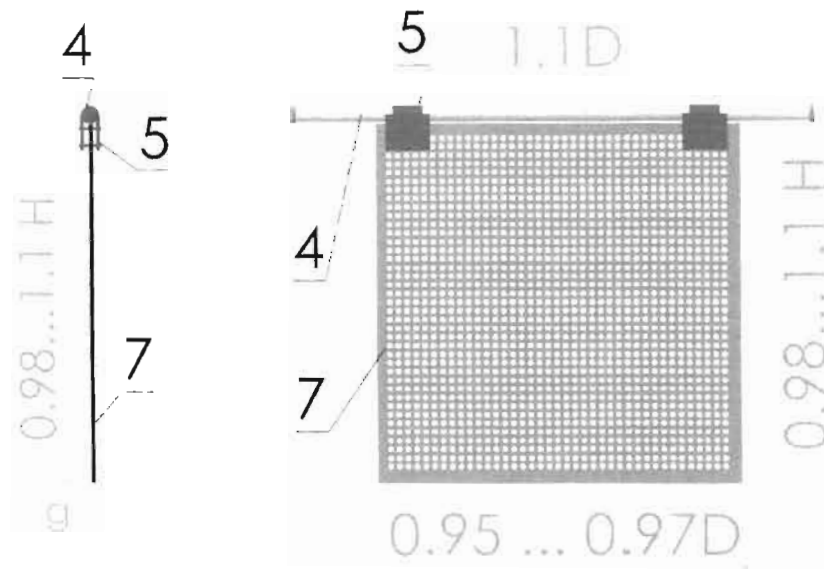


Fig. 2.

Step 1 *Step 2* *Step 3*

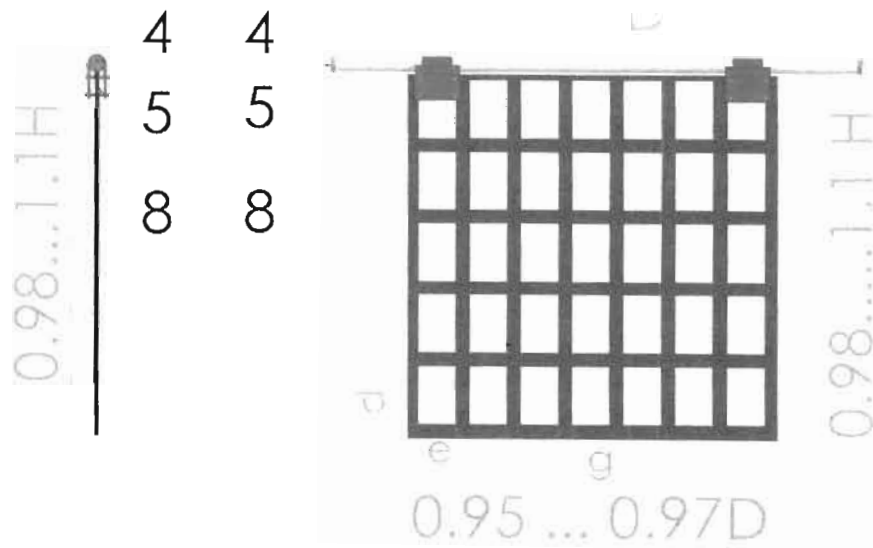


Fig. 3.

Handwritten signature: Alex ...