

Cooperare bilaterala romano-germana

Titlu proiect nr. 333/2009: Proiect pregatitor-sistem senzori miniaturizati inteligenti pentru tratarea apei Pre-SenSy-Wa

Pentru propunere proiect FP7 cu titlul: Sistem miniaturizat de senzori inteligenti pentru tratarea apei SensyWa

Partener roman: Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE-CA, Bucuresti, ROMANIA

Director General: Prof. Dr. Fiz. Wilhelm Kappel

Director proiect: Ing. Gabriela Telipan

- Partener strain: ARTEOS GMBH, Seligenstadt, GERMANIA

Manager General Ing. Fiz. Winfried Korb

Coordonator proiect: Ing. Fiz. Winfried Korb

1.1. Concept si obiective

Scopul proiectului in cooperare SenSyWa (sistem de senzori miniaturizati inteligenti pentru tratarea apei) este pregatirea propunerii de proiect pentru FP7 , call FP7-ICT-2009-5. Sarcinile acestui sistem multi senzori este de a masura apa curata in statii descentralizate de ape uzate. Ratiunea acestui viitor FP7 este de a utiliza pe piata statii descentralizate de purificare a apelor uzate pentru care sunt necesari senzori combinati ieftini pentru masurarea calitatii apelor curate. Stadiul actual prezinta ca sunt cativa senzori scumpi in comparatie cu cu costul sistemului descentralizat pentru statiile pentru ape curate. Ratiunea noastra pentru aceasta problema este deutilizarea de senzori ieftini miniaturizati inteligenti pentru tratarea apei. Acest sensor masoara date importante ca: turbiditatea, amoniu, fosfor cu un singur sistem Metoda noastra inovativa consta in dezvoltarea de materiale nanostructurate pentru diferitele celule de senzori si crearea unui nou sistem multi senzori cu o conceptie inovativa de integrare micro-nano.

1.2. Progrese privitor la conceptia actuala

Urbanizarea este un process care progresa cu o viteza accelerata in jurul lumii, poseda cateva noi probleme asupra populatiei urbane. Transportul inadecvat de apa si calitatea slaba a apei provoaca serioase griji contemporane pentru multe municipalitati, industrii, agricultura si mediu. Comunitatile sunt insetate pentru apa potabila ca si pentru procese unde este necesara apa. Nu este posibila existenta unei comunitati care traieste in suburbii fara 10 l apa per persoana per zi. Pe de o parte, este o escaladare cerinta pentru apa pentru consum casnic, agricultura si ca si pentru activitati industriale. Pe de alta parte, calitatea apei disponibile este deteriorata ca rezultat al deversarii apelor casnice si efluentilor industriali.

Eliminarea efluentilor partial tratati si de cele mai multe ori netratati in rauri si lacuri din ariile urbane si agricole sunt 2 ratiuni responsabile pentru deteriorarea resursei de apa potabila de baut. In plus, excesiva retragere a apelor pentru agricultura si utilitati municipale ca si utilizarea raurilor si lacurilor pentru practici religioase si sociale ca si neicetata limita de seceta a capacitatii raurilor pentru diluarea deseurilor.

Pentru purificarea apelor uzate sunt necesare statii de purificare apa. Conceptele anterioare au fost de a purifica toate apele uzate si statii centralizate de ape uzate. In ultimii ani devine mult mai mult de inteles faptul ca sistemul de tratare a apei centralizat este foarte scump. Noile tendinte sunt statiile descentralizate pentru tratarea apei. Sunt cateva zeci de mii de statii de tratarea apei

descentralizate in Germania. In alte tari europene este aceeași situatie. Aproximativ peste 90% din aceste stații de tratarea apei descentralizate nu au control al calitatii apei curate. Nimeni nu știe dacă apa este curată sau nu. Nimeni nu știe rata de poluare. In viitor guvernele trebuie să cunoască această rată de poluare. Toți proprietarii de stații descentralizate de tratare a apelor uzate au nevoie de un sistem de monitorizare. Baza acestui sistem de monitorizare este un sistem de senzor pentru măsurarea ratei apei curate.



Fig.1: Cative senzori de ape, lungime ~150 - 200 mm; Ø ~ 12 mm (sursa JUMO / Germany)

Sunt cative senzori ca baza a sistemului de monitorizare dar nu un sistem de senzori. Acum este necesar tipuri de senzori pentru fiecare masuratoare de turbiditate, amoniu, fosfor un senzor –Fig. 1 și mai mult de un traductor pentru un tip de semnal –Fig. 2. Acest sistem este scump in comparative cu costurile unei stații descentralizate pentru obtinerea de ape curate. De exemplu un senzor pentru măsurarea carbonului costa aproximativ 500 EURO, pe când costurile pentru stații descentralizate pentru ape uzate costa aproximativ 3500 EURO.

Ratiunea noastră pentru această problema este un sistem miniaturizat de senzori inteligenți ieftin. Acest sistem de senzori SenSyWa masoara toate datele importante (turbiditatea apei, amoniu, fosfor). Exemple de tipuri de senzori este un sistem multi senzor din Sensortechncs GmbH / Germany (Fig. 3). Acest exemplu de senzor combina numai 3 senzori și complexul este mult mai mare.



Fig. 2: Traductor electronic pentru N și evaluare semnal temperatura (sursa JUMO / Germany)

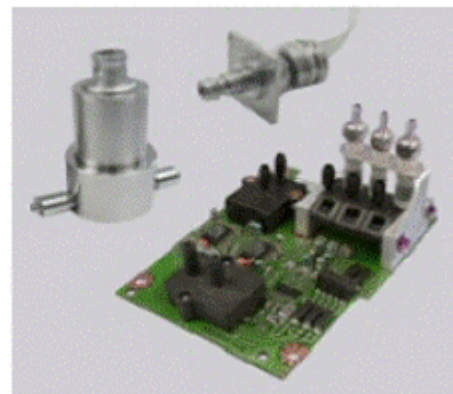


Fig. 3: Sistem multi senzor (sursa Sensortechncs GmbH / Germany)

Calea noastră inovativa este de dezvoltă un material nanostructurat și combinarea acestuia la o celulă de senzor cu concepția unei noi celule de senzor micro-nano-integrat. Un bun exemplu este un tip de senzor multi gaz din FZK Germania –Fig.4.

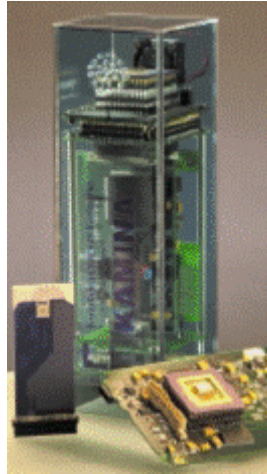


Fig. 4 Senzor multi gaz (nu pentru apa) (sursa FZK/Germania)

Cei 2 parteneri in acest proiect in colaborare “SenSyWa” Arteos si INCDIE ICPE-CA au know how pentru senzori, microelectronica, micro si nanotehnologii, packaging si micro-nano-integrare. Astfel, putem pune bazele construirii proiectului FP7 SensYWa. Fig. 5 si 6 prezinta senzori pentru CO₂ cu strat sensibil oxizi semiconductori CeO₂-Nb₂O₅ si senzor si aparat pentru detectia CO₂ cu strat polimeric organic –polimer organo siloxanic supramolecular- Fig. 6 INCDIE ICPE-CA. Fig. 7 si Fig. 8 prezinta senzori de gaz : fire Ø 1µm + 10 µm Fig. 7 si nano fire gaz senzor diametru fir =300nm-Fig.8.



Fig. 5: Senzor pentru detectia CO₂ cu strat sensibil oxizi semiconductori (sursa ICPE-CA)



Fig. 6. Senzor si aparat pentru detectia CO₂ cu strat sensibil polimeric (sursa ICPE-CA)

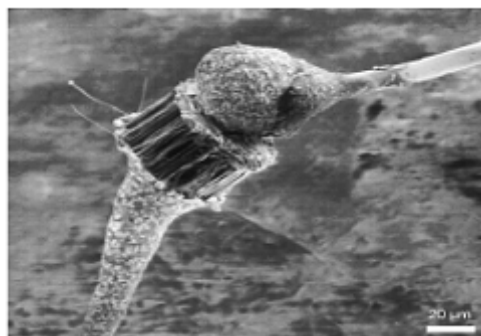


Fig. 7: Senzor gaz – debit curgere, fire Ø 1µm + 10 µm (sursa Arteos)

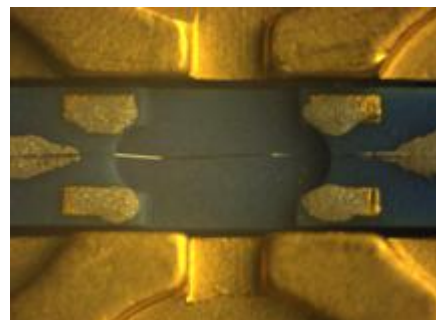


Fig. 8. Senzor gaz Nano fire, diametru fir = 300nm (sursa Arteos)

1.3. Metodologie si plan de lucru asociat

1.3.1. Senzor de turbiditate

Principiu de operare

Senzorul de turbiditate este realizat utilizând principiul optic. Un tranzistor optic și diode optice lucrează împreună și măsoară turbiditatea. 2 amplificatoare diferențiale AMP 03 [1] și o sursă de referință de precizie AD 580 este utilizată pentru a construi schema (conditionarea electronică a semnalului pentru senzor de turbiditate). AMP 03 este un amplificator diferențial de precizie și viteză mare. Incorporând o rețea de rezistoare în strat subțire, AMP 03 furnizează operații stabile pentru temperaturi înalte fără a utiliza componente externe. Tensiunea pozitivă de 2,5 V_{cc} este dată de un circuit specializat. [2]. Analog Device este aplicat la amplificatorul operațional integrat AMP 03 utilizat pe conexiune inversoare. Topologia amplificatorului diferențial a AMP 03 furnizează o extrem de înaltă rejecție a modului comun a tensiunii de intrare. [3]. Rejecția modului comun CMR este tipică de 100 dB și slew rate este aproximativ 9.5 V / μs tipic.

Bibliografie

1. Analog Devices, Precision, Unity – Gain Differential Amplifier, AMP03, 2003.
1. Analog Devices, High Precision, 2.5 V IC Reference, AD 580, 2004.
2. Charles Kitchin and Lew Counts, “A Designer’s Guide to Instrumentation Amplifiers, 3ND Edition, 2006 Analog Devices, Inc. Printed in U.S.A., pp 6-23, 24, 25.

1.3.2. Senzor de amoniu

Senzor impedanță-principiu de operare

Structura unui senzor SAW (senzor cu undă acustică de suprafață)

Un senzor impedanță pentru măsurarea amoniului în soluții apoase este realizat prin utilizarea unui cristal piezoelectric (SPC) un cristal de cuarț ST sau cristal de niobat de litiu. Care este construit prin conectare cristalului piezoelectric cu proba în serie. Proba este umplută cu o soluție de electrolit intern care este separată de proba printr-o membrană semipermeabilă. Un anumit senzor bazat pe dispozitiv SPC poate depăși influența vaporilor de apă în mod eficient și poate fi utilizat în măsurarea amoniului în apă. [1]. Un senzor SAW constă dintr-un dispozitiv acoperit cu un strat sensibil organic pentru amoniu ca l-glutamic hipoclorid [2] sau polianilina [3]. Senzorul propus produce un răspuns de frecvență favorabil la $5 \times 10^{-7} - 1 \times 10^{-3} \text{ mol l}^{-1} \text{ NH}_4^+$. Limita de detecție este $1 \times 10^{-7} \text{ mol l}^{-1}$.

Bibliografie

1. Yuanjin Xu, Changyin Lu, Yan Hu, Lihua Nie and Shouzhao Yao, “Impedance sensor for dissolved nitrogen oxide using a series piezoelectric crystal device”, *Analyst*, 1996, **121**, 883 – 886.
2. Chi-Yen Shen, Cheng Liang Hsu, Jiu-Shing Jeng, „ Shear horizontal surface acoustic wave resonators for ammonia detection”, *Proceedings of the 9th International Conference on circuits*, 2005, paper 25.
3. Yu-Tang Shen, Cheng-Liang Huang, Long Wu, „ Using Shear Horizontal Surface Acoustic Wave with Polyaniline Film as Ammonia Sensor”, *Jpn. J. Appl. Phys.* 44 (2005), pp. 1844-1846.

1.3.3. Senzor fosfor

Principiu de operare

Senzorul incorporeaza tehnologia microfluidica, detectia colorimetrica si comunicatie wireless intr-un dispozitiv compact si aspru. Metoda de detectie utilizata este metoda complexului colorat in galben al molibdenului, in care proba care contine fosfor este amestecata cu un reactiv care contine medavanadat de amoniu in mediu acid. Se genereaza astfel un compus colorat si absorbtia acestui compus se masoara utilizand o dioda emitatoare de lumina (LED) la 370 nm , o sursa de lumina si un detector fotodioda. Absorbtia este direct proportionala cu concentratia de fosfat in proba originala. Toate canalele sunt de 200 nm adancime si latime. Materialul este un chip PMMA polimetilmetacrilat. Cipul este acoperit cu un adeziv sensibil. Tuburile sunt inserate inaintea si in afara ferestrelor si sunt mentinute in locas utilizand adeziv rasina epoxidica.

Caracteristicile senzorului

Buna liniaritate in domeniul de masura: 0-50 ppm fosfat

Limita detectie: 3 ppm

Timp de raspuns: max. 2 minute

Bibliografie

[1]. John Cleary, Conor Slater, Dermot Diamond, “ Analysis of phosphate in waste water using an autonomous microfluidics based analyzer”, World Academy of Science, Engineering and Technology, 52, (2009), pp. 1996-1999.

[2]. Cristina McGraw, Shannon Stitzel, Dermot Diamond, “ Autonomous phosphate sensor for environmental monitoring”, Dublin University, 2005

1.4. Diseminare

Toti partenerii implicati in proiect participa la diseminarea rezultatelor prin:

- Participare la workshop-uri internationale, conferinte, simpozioane si congrese in domeniul proiectului cu publicare in Proceedings;
- Publicarea lucrarilor stiintifice in jurnale internationale cu indexare in baze de date ca: ISI, Thomson Scientific master Journal List, The British Library, EBSCO’s “Computers and Applied Sciences Complete”;
- Participare la expozitii internationale cu produse rezultate din cercetare in tema proiectului
- Elaborare in comun sau individual a minim 10 brevete internatioanale;
- Publicare in edituri internationale de carti cu tematica sisteme de microsenzori pentru tratarea apei;
- Elaborare CD-Rom cu cercetarile din proiect;
- Pagina web cu rezultatele proiectului SensYWa;
- Elaborare in cadrul universitatilor de cursuri, disertatii si teme doctorale;

1.5. Impact

Impactul asupra competitivitatii a participantilor in proiect

Consortiul proiectului SensYWa este alcatuit din 2 companii SME: ARTEOS GmbH Germania si Meltec Systementwicklung Germania, un institut national: Institutul National de Cercetare Dezvoltare pentru Inginerie Electrica ICPE-CA, Bucuresti Romania si 2 universitati: Universitatea Tehnica Viena Austria si Universitatea Tehnica creta-Grecia. Partenerii implicati in proiect au o mare experienta in domeniul tratarii apelor.

ARTEOS GmbH Germania-coordonator proiect

Justificare economica

Pentru purificarea apei este necesara utilizarea statiilor de tratare a apei. Conceptele trecute au constat in tratarea apei in statii centralizate de epurare. In ultimii ani expertii inteleg tot mai mult

ca statiile de epurare centralizate sunt foarte scumpe. Noile tendinte in domeniu le reprezinta statii de epurare a apelor uzate descentralizate. Pentru acest sistem exista senzori de monitorizare a apei dar nu un sistem de senzori. Actual este necesar pentru fiecare tip de masuratoare (N, P, nivel lichid, turbiditate) de un singur senzor si mai mult de un traductor pentru un tip de semnal. Acesta este foarte scump in comparatie cu costurile statiilor descentralizate de epurare a apelor uzate. De exemplu un senzor de masurare a carbonului costa aproximativ 500 EURO, iar o unitate de statie de epurare a apelor descentralizata costa aproximativ 3500 EURO.

Contributia la obiectivele sociale comune

Contributia la obiectivele sociale comune obtinute in urma rezultatelor cercetarii in proiectul Sensy-Wa:

- Buna calitate a apei;
- O buna sanatate a populatiei;
- O buna calitate a vietii;
- O buna calitate a mediului;
- Crearea de locuri de munca in domeniul calitatii si tratarii apelor

1.6. Consideratii asupra egalitatii de sanse dintre sexe

Actiunilor care vor fi intreprinse in cadrul proiectului privitor la egalitatea de sanse dintre sexe:

- Participare la conferinte, simpozioane si congrese pentru diseminarea rezultatelor proiectului SensyWa;
- Participarea la aspecte stiintifice si tehnice conform pachetului de lucru;
- Participare la evenimente organizate in scoli si universitati, cursuri, teme de doctorat, dizertatii;
- Participare la actiuni raportat la consortiu, imbunatatirea echilibrului intre sexe in cadrul consortiului proiectului, masuri de ajutor si reconciliere in cadrul desfasurarii activitatilor in cadrul proiectului si in viata privata.

1.7. Vizite de lucru efectuate pe parcursul proiectului bilateral

Vizita in Germania la compania ARTEOS GmbH Seligenstadt

1. Ing.. Gabriela Telipan
2. Dr. Ing. Lucian Pislaru-Danescu

In perioada : 19.10.2009-28.10.2009.

1.8. Posibilitate de valorificare economica a rezultatelor obtinute

- Transfer tehnologic imediat
- Proiect european FP7-ICT
- Fabricare senzori la pret scazut

Director proiect
Ing. Gabriela Telipan