

Universitatea Politehnică București

Facultatea de automatică și calculatoare



- Rezumatul Tezei de Doctorat -

Metode moderne pentru măsurarea prafului

Autor: Ing. Mokhloss I. Khadem

Profesor îndrumător: Prof. Dr. Valentin Sgârciu

CUPRINS

CUPRINS.....	2
1. Introducere	4
1.1 Descriere generală și sfera de aplicabilitate.....	4
1.2 Structura tezei.....	5
1.3 Motivația alegerii subiectului tezei.....	7
1.4 Obiective și contribuții.....	7
2. Stadiul actual în domeniului măsurării prafului.....	8
2.1 Principii în Măsurarea Prafului	8
2.2 Principiul gravimetric.....	9
2.3 Principiul triboelectric.....	9
2.3.1 Efectul triboelectric	9
2.3.2 Detectorii triboelectrici de monitorizare a prafului.....	10
2.4 Optical Measurement principle	11
2.5. Principiul piezoelectric	11
2.6 Concluzie.....	12
3. Senzori inteligenți și sisteme integrate.....	13
3.1 Introducere	13
3.2 Sisteme integrate.....	14
3.2.1 Structura și arhitectura unui senzor inteligent	14
3.3 Propunere de senzor inteligent pentru măsurarea prafului	16
4. Designul rețelei de senzori wireless.....	17
4.1 Introducere	17
4.2 Rețele wireless	18
4.3 Topologii WSN.....	19
4.4 Nivelul fizic.....	21
5. Protocoale de senzori wireless și platforme.....	21
5.1 Introducere	21
5.2 Protocolul IEEE802.11.....	21
5.3 Nivelele fizice ale IEEE 802.15.4	22
5.3.1. Nivelul fizic IEEE 802.15.4-2003.....	22
5.3.2 PHY protocol data unit (PPDU).....	22

5.3.3 Metode de modulație	22
5.3.4. Măsurători pentru layer-ul fizic.....	22
5.4 Protocolul ZigBee	23
6. Configurație experimentală și rezultate.....	23
6.1. Introducere	23
6.2 Experimente și dispozitive folosite	24
6.2.2 MDA300 Data Acquisition Board.....	25
6.2.3 Senzor praf Sharp GP2Y1010AU0F	26
6.2.4 Platforme utilizate în experimente.....	26
6.2.5 Sun SPOT	28
6.2.6 NI Wireless Sensor Network 4-Channel, 16-Bit Analog Input Node	28
6.3 Nod de măsurare Wireless pentru integrarea unui senzor de praf	28
6.4 Monitorizarea parametrilor de mediu in fabricarea de piese nanoelectronice.....	32
6.5 Rețele de senzori wireless pentru un sistem de detecție incendii forestiere.....	35
6.6 WSN pentru detectarea particulelor de praf din aer	36
6.7 Placa de achiziție MDA DCX3060CB.....	39
6.8 Design de proiect WSN pentru monitorizarea prafului, umidității și temperaturii într-o cameră închisă pentru calibrare.....	40
7. Concluzii, contribuții personale și noi direcții de dezvoltare	41

Capitolul 1

1. INTRODUCERE

1.1 DESCRIERE GENERALĂ ȘI SFERA DE APLICABILITATE

Măsurarea prafului are o importanță semnificativă deoarece acesta este prezent pretutindeni, pe suprafața Pământului, în sistemul nostru solar și în spațiu în general.

Pentru a controla și monitoriza emisia de particule într-un mediu închis trebuie mai întâi să reușim să măsurăm această emisie. În ultimii ani am asistat la o dezvoltare a tehnologiilor de măsurare a prafului. Ultima tehnologie implică folosirea senzorilor inteligenți pe baza unor tipare moderne, catalogate ca și sisteme pervazive, care îmbunătățesc interacțiunile om-computer, în funcție de aplicație.

Aplicațiile acestor sisteme includ aplicații pentru monitorizarea parametrilor de mediu și avertizarea de inundații, pentru urmărirea deplasărilor faunei sălbatice, aplicații pentru monitorizarea și controlarea temperaturii, umidității și intensității luminoase în interiorul clădirilor, aplicații pentru estimarea condițiilor de trafic utilizându-se GPS și accelerometre, aplicații în domeniul sănătății, în monitorizarea parametrilor fiziologici vitali și altele.

Aceste aplicații au următoarele caracteristici:

- Flexibilitate – este de așteptat ca acestea să fie flexibile la orice schimbare și necesitate a aplicației venită din exterior.
- Auto-configurare – utilizatorii acestor sisteme nu trebuie să aibă anumite deprinderi tehnice specifice.
- Capacitate de auto-reparare – o caracteristică imperativă care permite sistemului să se repare fără intervenție din exterior.

Interfața dintre sistemele pervazive și mediul fizic este realizată prin folosirea Rețelelor de Senzori Wireless (Wireless sensor networks - WSN).

O rețea de senzori wireless este alcătuită dintr-un număr mare de noduri senzoriale care sunt plasate pe o arie extinsă. Nodurile senzoriale sunt dispozitive de dimensiuni mici, cu capacitate de comunicare wireless funcționând pe baterii și astfel având resurse de procesare și energetice limitate, care colectează date precum sunete, temperatură, mișcare, le procesează și le transmit altor noduri.

Rețelele de senzori wireless sunt de obicei organizate, pentru o comunicare cât mai eficientă, în structuri de tip plasă sau ierarhice. În funcție de mediu există diferite tipuri de WSN: rețele de senzori wireless terestre, rețele de senzori wireless subterane, rețele de senzori wireless subacvatice, rețele de senzori wireless multimedia, rețele de senzori wireless mobile.

Informația circulă în interiorul rețelei parcurgând centre de colectare și ajungând eventual în final la unul sau mai multe puncte informaționale centrale ale rețelei – nodurile sink. Nodurile sink sunt noduri de conectare centrale care asigură accesul la norul rețelei WSN, colectând datele pentru analiză și furnizând o interfață pentru aplicațiile pervazive de a accesa resursele rețelei și un mediu interactiv de administrare a lor pentru utilizatorii săi.

Administratorul poate să chestioneze periodic părțile sistemului pentru a colecta informații și a analiza parametrii pentru a descoperi eventuale disfuncționalități. Designul unei astfel de rețele trebuie să fie scalabil, pentru a permite adăugarea în orice moment de noduri adiționale. Fiecare nod trebuie să funcționeze ca un dispozitiv Plug-and-Play, în scopul de a oferi un timp minim de nefuncționare pentru rețea. Cu ajutorul microprocesoarelor încorporate în fiecare nod este posibil ca fiecare senzor să încarce rezultatele măsurătorilor direct într-un server din cadrul rețelei.

1.2 STRUCTURA TEZEI

Capitolul 1 prezintă noțiuni introductive despre domeniul detectării prafului și cel al rețelelor de senzori inteligenți, continuându-se cu o descriere generală a tezei.

Capitolul 2 se axează pe descrierea nivelului de dezvoltare până în prezent a tehnologiilor în ceea ce privește tehnicile de măsurare a prafului și particulelor fine, detaliind toate tehnicile semnificative, folosind: principiul gravimetric, principiul triboelectric, principiul optic incluzând tehnica de difuzie a luminii și principiul piezoelectric. Fiecare dintre aceste principii de măsurare descrise este adecvat pentru o aplicație specifică, în funcție de intensitatea poluării cu praf, proporția existentă de vapori de apă și dimensiunea zonei în care se fac măsurătorile.

Pentru fiecare principiu de măsurare am studiat de asemenea și dispozitivele comerciale moderne existente și am prezentat numeroasele îmbunătățiri aduse de acestea principiilor standard de măsurare.

Capitolul 3 prezintă informații despre senzorii inteligenți și sistemele încorporate. Descriem noi modalități de a detecta, procesarea semnalului, comanda și acțiunea la scară microscopică. Cu ajutorul senzorilor orice proprietate a unei substanțe și energia pot fi transformate în curent sau tensiune. Senzorii digitali convertesc rezultatele de intrare într-un format care poate fi citit de calculator. Odată cu apariția de noi tehnologii microsystem peste tot în lume, factorii tehnologici și de cost au fost modificați în beneficiul senzorilor digitali și cvasi-digitali. Tehnologiile moderne permit rezolvarea de sarcini complicate, preocupate fiind de crearea de senzori diverși.

Capitolul 4 prezintă informații cu privire la proiectarea rețelelor de senzori wireless, explicând în detaliu apariția senzorilor wireless și actuatorilor de comunicații compacți și de putere mică (low-power). Am subliniat importanța tehnologiei WSN în sprijinirea miniaturizării în procesare și stocare, pentru a permite noi tipuri de sisteme integrate. Aceste sisteme sunt distribuite și utilizate în medii în care acestea nu pot fi proiectate într-o anumită structură de control și care adeseori se dovedesc a fi extrem de dinamice.

Capitolul 5 prezintă informații cu privire la diverse protocoale de diseminare a datelor care au fost proiectate pentru rețelele de senzori wireless. Descriem în detaliu protocolul IEEE 802.11, metode de modulare, stratul fizic al IEEE 802.15.4, protocolul Zigbee și dispozitive și stratul mediu de acces: protocolul de comunicare LEACH. În plus, continuăm cu detalierea protocoalelor industriale pentru WSN, precum Hart și încheiem cu descrierea platformelor WSN IRIS, Imote2, a dispozitivului Sun Spot (Sun Small Programmable Object Technology), și a nodului nodul National Instruments.

Capitolul 6 vine cu propunerea arhitecturii unui sistem de achiziții de date, împreună cu un sistem experimental de laborator, incluzând toate interfețele și aplicațiile software utilizate în această setare. Continuăm acest capitol cu rezultatele obținute și explicațiile detaliate care se impun,

menționând dispozitivele de calibrare folosite și condițiile de mediu date pentru a obține aceste rezultate. Accentul se pune pe definirea unui nod dintr-un sistem al rețelei wireless care acționează ca un element de bază pentru acest sistem, cu rolul de a obține parametri de mediu de la senzori, cum ar fi: umiditatea, temperatura și concentrația de praf. Nodul poate fi ușor utilizat pentru a măsura cantitatea de praf din orice mediu. Rezultatele sunt prezentate în diagrame bloc, curbe și tabele, care conțin, de asemenea, o comparație între rezultatele măsurate și rezultatele obținute cu dispozitive de control actuale. Scopul nostru este de a dovedi că configurările în laborator pot constitui o soluție viabilă și acceptabilă de a obține date precise de măsurare și monitorizare din mediul în care este un astfel de sistem este implementat. De asemenea, am demonstrat că acest sistem poate fi extins pentru măsurarea particulele fine din mediul înconjurător.

Capitolul 7 prezintă concluzia lucrării din punct de vedere al performanței și eficienței, pe baza rezultatelor de laborator. Am demonstrat prin comparație cu dispozitivele disponibile pe piață că sistemul propus de noi este viabil. De asemenea, am demonstrat că putem crea un nod wireless inteligent pentru a măsura particule fine, cum ar fi: praful, fumul sau aerosolii din aer. Scopul lucrării este de a dovedi că sistemul nostru este un candidat bun pentru a fi utilizat în sectorul energiei electrice din Irak pentru aplicațiile viitoare în detectarea și controlul prafului. Un document propunând un sistem similar a fost deja publicat în Jurnalul Universității din Babylon, Irak, iar sistemul de detectare a prafului care face obiectul prezentei lucrări a fost propus părților interesate de la Ministerul Energiei Electrice din Irak în speranța găsirii de finanțare implementarea unei aplicații comerciale a sistemului.

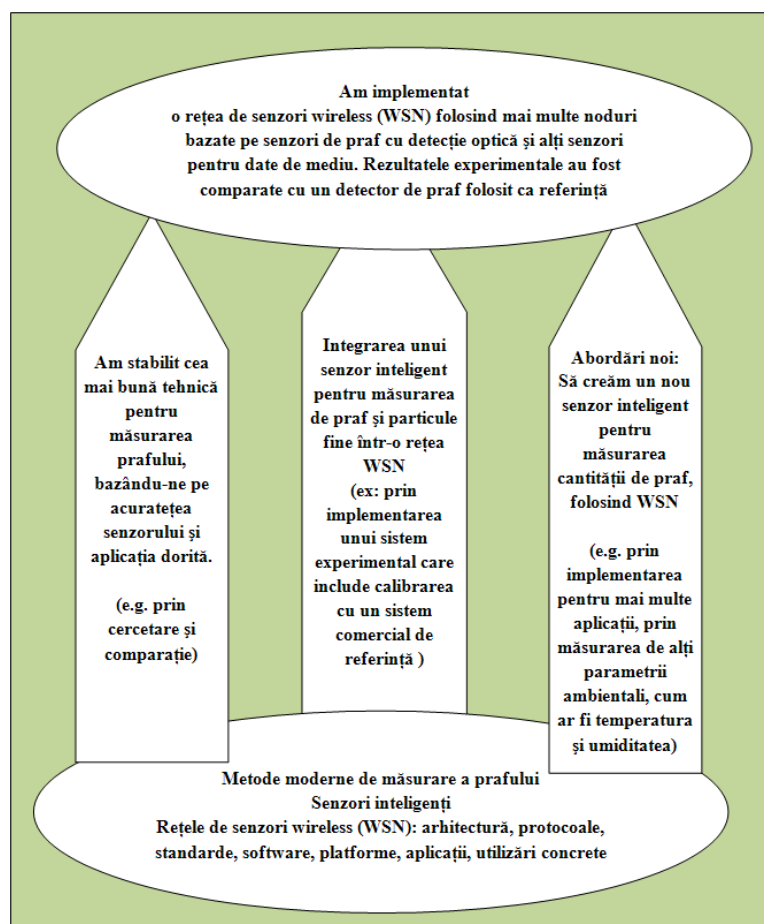


Figura 1 Structura tezei

1.3 MOTIVAȚIA ALEGERII SUBIECTULUI TEZEI

Măsurarea prafului are o importanță semnificativă și o multitudine de aplicații în viața modernă, în funcție de fiecare domeniu de aplicare. Praful are impact asupra mediului, controlului climatic, aviației și sănătății. Afectează multe sectoare ale activității umane și este larg răspândit în galaxie, având un efect major asupra climei planetei.

Multe procese industriale necesită încăperi curate, în care concentrația de praf trebuie ținută sub anumite valori-limită pentru a se asigura reușita proceselor de fabricație sau calitatea produselor finite rezultate. Aplicațiile care necesită măsurători precise ale cantității de praf utilizează în momentul actual sisteme complexe și costisitoare. În același timp, rețelele de senzori wireless (WSN) au evoluat ca un instrument care promite dispozitive convenționale spațiale de înaltă rezoluție.

În afară de senzorii obișnuiți, multe produse de WSN oferă modele în expansiune de achiziții de date care furnizează intrări digitale analogice sau generale care permit conectarea senzorilor externi. Comportamentul, depunerea și soarta oricărei particule după intrarea în sistemul respirator uman, precum și răspunsul pe care îl provoacă depind de natura și mărimea particulelor. Praful respirat corespunde fracției de aer care penetrează în regiunea de schimb gazos a plămânilor.

1.4 OBIECTIVE ȘI CONTRIBUȚII

Monitorizarea și măsurarea prafului are multe scopuri și se poate realiza în diferite moduri, în funcție de efectul și de proprietățile prafului. Aplicațiile sale pot fi văzute ades în domeniul sănătății, în sectorul industrial, în cel aviatic și altele.

Un sistem de monitorizare a prafului poate conduce la evitarea apariției disfuncționalităților dispozitivelor și la protejarea sănătății umane. Utilizând un sistem cu o mare acuratețe putem face previziuni exacte și ajustările necesare pentru sistemele de control pentru ventilație și filtrare pe baza măsurătorilor luate.

În funcție de mediul în care se măsoară cantitatea de praf prezentă, detectorii de praf se pot baza pe tehnici diferite de măsurare. De exemplu, când se măsoară concentrația de praf din aer, tehnologia se bazează pe principiul optic care utilizează proprietățile de difuzie laser. În cazul fluidelor, cea mai bună tehnică este cea bazată pe principiul triboelectric. Pentru măsurători de o mai mare acuratețe în orice mediu, sunt uzual întrebuințați detectorii de praf care folosesc tehnica laser, utilizând caracteristica de difuzie a luminii.

În același timp, rețelele de senzori wireless (WSN) sunt folosite ca un instrument pentru a obține măsurători cu o mai mare rezoluție spațială comparativ cu dispozitivele independente convenționale. Pe lângă senzorii obișnuiți, o mulțime de producători de WSN oferă module de dezvoltare utilizate în achiziția de date. Aceste module de achiziții de date furnizează intrări digitale analogice sau generale permițând conectarea la senzorii externi. Cea mai recentă tehnologie de detectare a prafului utilizează rețele de senzori inteligenți. Într-o astfel de rețea fiecare nod poate filtra informația nepertinentă nedorită și compensa erorile înainte de a trimite datele colectate la rețeaua de control. Unii senzori pot fi, de asemenea, configurați, prin utilizarea programării personalizate pentru a alerta atunci când anumite praguri sunt atinse.

În prezent există mai multe branduri internaționale care produc detectoare de praf, în funcție de necesitățile aplicației și ale procesului. Adesea, aceste detectoare sunt complexe și costisitoare;

având nevoie de condiții speciale de instalare și mentenanță, ele sunt, de asemenea, grele și nu pot fi utilizate pe o arie largă.

Obiectivul principal al acestei teze este de a crea un nod wireless senzorial inteligent pervaziv pentru a măsura concentrația de praf din orice sit industrial, prin combinarea tehnologiei inteligente de achiziție de date și a rețelelor de senzori wireless. Propunerea noastră este de a crea o rețea de detecție a prafului necostisitoare și care să necesite un minimum de mentenanță, în care fiecare nod combină senzori de praf optici interferometrici cu o platformă de senzori de rețea convențională prin intermediul unui modul de achiziție de date. Vom descrie în detaliu proiectarea sistemului, precum și prototipul obținute în laborator. Prin utilizarea unui software specializat am colectat rezultatele de la noduri și am creat o legătură wireless cu rețeaua disponibilă, prin auto-configurarea cu rețeaua.

Designul rețelei este scalabil și oferă posibilitatea de adăugare în orice moment de noduri adiționale. Fiecare nod funcționează ca un dispozitiv de tip Plug-and-Play, pentru a oferi posibilitatea de instalare rapidă și un timp minim de nefuncționare pentru rețea. Prin intermediul microcontrolerului încorporat în fiecare nod, fiecare senzor din cadrul rețelei poate încărca măsurători direct în server. În scopul menținerii unei compatibilități ridicate între rețeaua senzorială și cerințele asociate protocolului rețelei ar trebui utilizată familia de standarde IEEE 1451 pentru a furniza o interfață generică între senzor și rețeaua externă. De asemenea, am făcut ca placa de bază a microcontrolerului să fie redundantă, prin implementarea componentelor și modulelor TinyOS direct pe placa de procesare mote pentru a se ocupa de sarcinile de citire ale senzorului. Rolul său de intermediar în iterația curentă a sistemului poate fi îndepărtat și astfel să se permită nodului să funcționeze independent. În al doilea rând, ne-am propus să evaluăm o alternativă la senzorul Sharp, sub forma senzorului de particule Shinyei PPD4NS. Analiza literaturii de specialitate a relevat că în unele situații este mai potrivit, datorită sensibilității sale sporite.

În afară de prețul scăzut, nodul inteligent are multe avantaje: rulează pe baterii care pot funcționa perioade lungi de timp, este scalabil, permițând adăugarea de noduri pentru caracteristici suplimentare de analizat și astfel dând posibilitatea extinderii rețelei până la zeci sau chiar sute de noduri.

Rezultatele obținute au fost comparate cu cele ale unui detector de praf de mare precizie bazat pe tehnologia laser de cuantificare a particulelor de praf de dimensiuni cuprinse între 0,5 și 2,5 micrometri. Detectorul de praf de referință este folosit ca un dispozitiv etalon profesionist de monitorizare a calității aerului și a validat datele experimentale provenite de la sistemul nostru în medii cu concentrare scăzută sau ridicată de particule. Rezultatele pe care le-am obținut au fost încurajatoare și au arătat că abordarea noastră este viabilă pentru implementarea viitoare în afara mediului de laborator, într-o situație dată din lumea reală.

Capitolul 2

2. STADIUL ACTUAL ÎN DOMENIULUI MĂSURĂRII PRAFULUI

2.1 PRINCIPII ÎN MĂSURAREA PRAFULUI

Există mai multe principii de măsurare pentru praf și particulele fine; dintre acestea, cele mai utilizate în aplicațiile comerciale sunt: principiul gravimetric, principiul triboelectric, principiul optic și

principiul piezoelectric Fiecare dintre aceste principii este potrivit pentru o aplicație specifică, în funcție de intensitatea poluării cu praf, de proporția vaporilor de apă și de dimensiunile zonelor în care trebuie făcute măsurătorile.

2.2 PRINCIPIUL GRAVIMETRIC

Principiul gravimetric este utilizat pentru calculul masei solide dintr-o substanță. Acest termen se referă la masa uscată a particulelor în suspensie din aer, partea solidă a prafului care este colectat în filtre într-un volum specific. Folosind acest principiu părțile solide sunt colectate și cântărite cu o scală pentru a indica concentrația de praf din volumul dat.

Analiza pentru praf folosind această metodă se face de obicei prin aspirarea unei părți din aerul dintr-un volum, pentru a avea o probă reprezentativă din volumul total. Într-o zonă deschisă, poate fi folosit un filtru pentru a colecta praful pentru o anumită perioadă de timp și apoi acesta este cântărit. Când se folosește acest principiu pentru a măsura praful dintr-un lichid, vom avea nevoie să facem un precipitare în apă și să cântărim precipitatul rezultat. În general, colectarea de probe pentru măsurarea prafului se face cu ajutorul pompelor de prelevare de probe, la care calibrarea trebuie să se facă în mod constant.

2.3 PRINCIPIUL TRIBOELECTRIC

Principiul triboelectric se bazează pe energia produsă prin coliziunea particulelor de praf cu un electrod metalic și prin câmpul electric transmis prin particulele din apropiere. Intensitatea energiei este proporțională cu viteza de impact și depinde, de asemenea, de proprietățile fizice ale prafului.

2.3.1 EFECTUL TRIBOELECTRIC

Efectul triboelectric, cunoscut, de asemenea, și ca încărcătura triboelectrică, este un tip de electrificare prin contact în care anumite materiale devin încărcate electric după ce au venit în contact cu un material diferit și sunt mai apoi separate prin polarizare. În funcție de materiale, temperatură, aria și rugozitatea suprafețelor, polaritatea și puterea încărcărilor produse pot fi diferite.

Din cauza acestei dependențe, care este greu de stabilit, pot fi făcute doar generalizări. Chihlimbarul, de exemplu, poate dobândi o sarcină electrică prin contactul și de separarea (sau frecarea), cu un material cum ar fi lâna. Această proprietate a fost pentru prima oară menționată de către Thales din Milet, care a sugerat cuvântul "electricitate", de la cuvântul grecesc pentru chihlimbarul auriu, elektron. Alte exemple de materiale care pot dobândi o încărcătură electrică semnificativă la frecare includ sticla frecată cu mătase și cauciucul dur frecat cu blană.

Fiecare circuit electric este format din conductori și dielectrici. Dacă un circuit nu este ecranat, toate componentele sale prezintă o anumită capacitate de cuplare capacitivă cu obiectele din jur. În practică, capacitatea de cuplare poate fi foarte mică – de ordinul 1 pF sau mai puțin. Un electrod de preluare poate fi adăugat la intrarea în circuit pentru a crește cuplajul acestuia cu mediul, foarte mult asemănător cu cazul detectorilor capacitivi. Electrocul poate fi realizat în forma unei suprafețe conductoare care este bine izolată față de sol.

Când particulele transportate printr-o țeavă sau conductă se ciocnesc sau se apropie de o sondă intruzivă izolată electric și cu priză la pământ, între curentul de gaze și sondă va rezulta un transfer de sarcină. [5]

Factorii care afectează semnalele triboelectrice pot fi exprimați astfel:

$$I = KCV^2 \quad (2.1)$$

Unde:

I = semnalul triboelectric sau curentul

K = factorul de calibrare al fiecărui material

C = concentrația de masă a particulelor care se ciocnesc de sondă

V = viteza curentului de gaz

Fiecare material prezintă un factor K diferit. Semnalul, de asemenea, crește cu viteza printr-o relație de rădăcină pătrată, indiferent dacă se utilizează componente de curent continuu sau alternativ.

Materialul și viteza sunt de obicei constante, astfel încât semnalul urmează schimbările în concentrația de masă, cu excepția când se utilizează numai componenta AC.

Circuitele cuplate AC folosind numai componente AC sunt complet dependente pentru a funcționa de fluctuațiile de semnal din fluxul de praf. Dacă nu există fluctuații sau turbulențe, în cazul curgerii laminare, praful nu va fi detectat.

Dacă gradul de fluctuație variază în orice măsură, debitul de praf va fi detectat în cantități semnificativ mai mici sau mai mari decât cele prezente în realitate. Schimbările semnificative au o lungă perioadă de timp pentru a se stabili. Acestea pot fi interpretate ca modificări ale concentrației de particule, deoarece nu există nici o modalitate de a cunoaște diferența.

2.3.2 DETECTORII TRIBOELECTRICI DE MONITORIZARE A PRAFULUI

Detectorii triboelectrici de praf sunt în general folosiți în măsurarea poluării atmosferice, fiind foarte eficienți la măsurarea prafului din aer. Alte aplicații pentru monitorizarea particulelor materiale utilizând acest principiu includ: controlul defectării filtrelor, unde dispozitivele sunt folosite pentru a verifica defecțiunile filtrelor de praf, aplicațiile industriale și monitorizarea de mediu.

Instalarea unei sonde triboelectric este ușoară și este constituită dintr-un singur element. Sistemul triboelectric are nevoie de un dispozitiv anti-condens numai în prezența umidității cu posibilitate de condensare. Ea nu are nevoie de întreținere în procesele uscate.

Cea mai recentă tehnologie pentru detectoarele triboelectrice de praf combină operațiunile inovatoare pe bază de microprocesoare cu detectarea triboelectrică clasică. Asemenea detectoare nu sunt afectate de acumularea de praf de pe senzori

Dustalert 50 al firmei Apex Instruments [7] utilizează un nou principiu de măsurare numit TriboACE®, care are la bază principiul triboelectric. Când sonda de măsurare este instalată într-o conductă sau țeavă, particule din fluxul de aer interacționează cu ea și induc schimbări de încărcare în sondă. Distribuția fluxului de particule rezultă într-un răspuns a.c. care este măsurat exact pentru a crea un semnal direct proporțională cu concentrația de particule.

Aplicațiile tipice pentru detectoare triboelectrice includ: hrana animalelor și amestecul de cauciuc, fabricarea cimentului, procesarea chimică, industria metalelor neferoase, de turnare / sablare, galvanizare, industria metalelor neferoase, industria farmaceutică, piatra de drum, uscarea rocilor și prelucrarea lemnului și a tutunului.

2.4 OPTICAL MEASUREMENT PRINCIPLE

Istoric, cea mai timpurie formă de senzor pentru praf a fost simplul detector optic de fum, care măsoară efectiv opacitatea fasciculului. De atunci, au fost introduse mai multe forme sofisticate de monitorizare a opacității, împreună cu o varietate de senzori pentru difuzia luminoasă. Toate aceste instrumente, oricum, împărtășesc o serie de caracteristici comune:

1. Toți senzorii optici răspund la concentrația de masă a prafului din interiorul conductei.

Fasciculele de lumină sunt influențate de caracteristicile de difuzie ale unui număr mare de particule mici iar parametrul măsurat este o funcție de numărul de particule pe unitatea de volum de gaz, care, la rândul său, este proporțional cu concentrația masei.

2. Toți senzorii optici depind crucial de caracteristicile de difuzie ale particulelor din fluxul de gaz.

În speță, dimensiunea și materialul particulelor vor avea o influență majoră asupra modului în care lumina difuzează. Una dintre cele mai importante critici pentru monitoarele clasice de opacitate este aceea că rezultanta de calibrare pentru concentrația masei variază considerabil cu tipul particulelor.

Dispozitivele optice de backscatter și forward scatter (împrăștiere înainte și înapoi), introduse pentru a permite măsurarea nivelelor emisiilor cu densitate scăzută, au de suferit în mod special din cauza dimensiunii particulelor și variațiilor materialelor.[9]

Principiul de măsurare se bazează pe atenuarea intensității unui fascicul de lumină prin absorbție și dispersie la pătrunderea într-un nor cu particule solide. Raportul dintre intensitatea rezultată și cea inițială este definit ca transmisie [10]. Legea Lambert-Beer descrie relația dintre transmisie și concentrația de praf c , în conformitate cu următoarea ecuație:

$$I = I_0 \cdot e^{-\epsilon c l} \quad (2.2)$$

I_0 = intensitatea inițială

I = intensitatea rezultată a fasciculului de lumină

ϵ = coeficient de extincție (o constantă specifică tipului de praf și dispozitivului) l = distanța

c = concentrația de praf

Din cauza absorbției și difuziei luminii la particulele de praf, intensitatea fasciculului luminos este atenuată. Pentru sursa luminoasă este utilizată frecvent o diodă cu gaz luminiscentă de eficiență mare. O fotodiodă cu aceeași sensibilitate spectrală trebuie utilizată ca receptor. Frecvența de ceas trebuie să fie aleasă astfel încât să poată fi reproduse chiar și schimbările rapide și valorile-limită instantanee.

2.5. PRINCIPIUL PIEZOELECTRIC

Principiul de măsurare este complet diferit față de cel al difuziei luminii. Această măsurătoare calculează concentrația de praf din aer măsurând direct greutatea prafului din aer pe unitatea de volum. Ca și rezultat, atât stabilitatea, cât și precizia sunt mai mari.

Particulele de praf din aer sunt răspândite într-un diametru variind de la subparticule la zeci de microni. Instrumentul este calibrat prin utilizarea unui impactor și măsoară îndeosebi concentrația de particule de praf care afectează organismul uman, și anume, concentrația de praf de ordinul subparticulelor și până la cel al zecilor de micrometri. Particula sortată reținută nu are nimic de-a face cu diametrul particulei. Praful este colectat pe un element piezoelectric (cristal) prin metoda de colectare electrostatică. În funcție de masa prafului colectat, frecvența inerentă a elementului piezoelectric se va schimba corespunzător, proporțional cu masa de praf colectat.

Un detector de praf piezoelectric poate monitoriza praf și alte asemenea particule materiale dar poate fi, de asemenea, aplicat pentru a detecta și urmări substanțe biologice aeropurtate și microorganisme. Alte aplicații includ domeniul sănătății și siguranței sau al sistemelor de calitate a produselor, în care trebuie să se asigure protecția împotriva prafului. Acesta poate fi, de asemenea, utilizat în controlul proceselor închise și în cercetările științifice care necesită zone fără praf.

2.6 CONCLUZIE

Conform analizei noastre putem concluziona că cea mai bună cale de măsurare a prafului, pe baza acurateței, performanței și aplicabilității o constituie: principiul piezoelectric, principiul optic, principiul triboelectric și respectiv principiul gravimetric.

Am analizat aplicațiile industriale actuale pentru toate principiile de detectare a prafului și am scos la iveală caracteristicile comune și specifice care reies din acestea, cum ar fi:

- Au un grad ridicat de complexitate și, asigurând o performanță constantă, implică faptul că acestea trebuie să fie poziționate în punctele critice precise ale aplicației, unde măsurarea prafului este o necesitate strictă

- Indiferent de principiul de măsurare, folosirea detectoarelor de praf din comerț se dovedește a fi dificilă în cazul necesității reconfigurării rapide, care este specific schimbărilor climatice rapide cum ar fi vremea din ziua curentă

Am creat un tabel care compară indexul specific de performanță al unor asemenea detectori, după cum urmează:

Parametrul tehnic	Principiul gravimetric	Principiul triboelectric	Principiul optic	Principiul piezoelectric
Intervalul de măsurare	Conținutul de praf: 0.1 ...200 mg/m ³ 50 ...50 kg/m ³	0.1 mg/m ³ ... 1 kg/m ³	0 .. 0,1 la 0 .. 1,6 (mg/m ³)	0...10 mg/m ³ cu acuratețe pgram
Temperatura de proces	0 ... 400 °C	0 ... 250 °C	-20°C... +1000°C	-30°C...60°C Temperaturi mai mari cu sondă specială
Aplicație	- Calibrare - Instalații de filtrare - Portabil	- Precipitatoare electrostatice - Conducte de gaz - Filtre cu sac - Prelucrare chimică	- Incineratoare - Centrale electrice - Instalații cu convertizoare - Fabrici de ciment	- Explorare spațială - Igienă industrială - Sănătate și securitate la locul de muncă - Controlul calității produsului - Cercetare de laborator

Tabel 1 Comparație între detectorii de praf

Așa cum am prezentat în capitolul introductiv, aplicațiile cele mai utilizate în zilele noastre sunt sistemele de avertizare rapidă în cazul schimbării vremii pe o zonă mare. Aceste sisteme pot anunța din timp dacă vin furtuni de praf și emite o alarmă în cazul depășirilor pragurilor de poluare cu praf.

În concluzie, o soluție flexibilă pentru măsurarea prafului este prin utilizarea WSN cu senzori de precizie medie, care pot fi configurate pentru scopul de a monitoriza o zonă mare. Acești senzori vor permite o monitorizare eficientă și permit, de asemenea, crearea unui sistem de avertizare timpurie în cazul furtunilor de praf.

Capitolul 3

3. SENZORI INTELIGENȚI ȘI SISTEME INTEGRATE

3.1 INTRODUCERE

Senzorii inteligenți și Sistemele Micro-Electro-Mecanice (MEMS) au diferite aplicații în industrie, sistemele de control, explorarea spațială, biomedicină și în alte domenii. Progresele tehnologiei sistemelor integrate au adus noi provocări în proiectarea fizică a senzorilor integrați și a MEMS.[17]

Definiția unui senzor inteligent poate fi formulată astfel: “un cip fără componente externe ce include elemente sensibile de captare a semnalului și funcții de inteligență (autotestare, autoidentificare, autovalidare sau autoadaptare)” [19].

Toate tipurile de măsurători sunt convertite într-un număr limitat de parametri de ieșire.

În zilele noastre, cu ajutorul senzorilor, aproape orice proprietate a unei substanțe și energie poate fi transformată în curent sau tensiune. Toți acești senzori se bazează pe utilizarea unei modulații de amplitudine ale proceselor electromagnetice. Aceștia sunt așa-numiții senzori analogici. Senzori digitali au apărut odată cu creșterea necesității de intrare și introducere într-un calculator a rezultatelor măsurătorilor.

Mai întâi, sarcina de proiectare a senzorilor digitali a fost rezolvată prin transformarea unei mărimi analogice într-un cod digital printr-un convertor analog digital (ADC).

Crearea senzorilor quasi digitali, în particular a senzorilor de frecvență, era, de asemenea, o direcție promițătoare [21]. Senzorii digitali sunt senzori discreți din domeniul frecvență-timp, cu ieșiri de frecvență, perioadă, ciclu de funcționare, interval de timp, număr de impulsuri, schimbare de fază.

Cu apariția de micro sisteme pentru tehnologia de senzori și dezvoltarea impetuoasă de tehnologii micro sistem în întreaga lume, factorii tehnologici și de cost s-au modificat și ei înspre beneficiul senzorilor digitali și cvasi-digitali. Tehnologiile moderne permit rezolvarea de sarcini destul de complicate, preocupate de crearea de senzori diferiți. În trecut aplicațiile pe bază de senzori în companii au fost limitate, deoarece a existat un deficit în dezvoltarea de interfețe și modemi și o lipsă de promovare a beneficiilor comerciale și de piață pe care asemenea tehnologii de măsurare le

pot aduce. Situația de astăzi s-a schimbat dramatic și aplicarea senzorilor a crescut la o prezență la nivel mondial.

3.2 SISTEME INTEGRATE

Lumea actuală prezintă cerere de dispozitive și sisteme mai performante și cu un mai mare nivel de acuratețe și funcționalitate. Dezvoltarea industriei nanoelectronice, a științelor informatice, rețelele și traductoarele au crescut capacitățile electronicelor și senzorilor, ca dispozitive de măsurare a parametrilor de mediu și furnizare de informații pe baza acestora sau gestionare a structurilor de control, având înzestrarea inteligenței încorporate. Utilizând microcontrolere, este ușor pentru senzori să încarce datele măsurate direct într-un sistem din rețea. Aceste dispozitive integrate pentru senzori au deschis o nouă eră pentru instalarea și întreținerea sistemelor, cu performanță ridicată și flexibilitate.

Un "senzor inteligent" este un traductor sau un actuator care furnizează o măsurătoare prin transferul parametrului fizic (precum praful, pH-ul, curgerea, accelerația, temperatura, presiunea etc.) semnalului electric, pentru a fi sesizat și controlat.

"Senzorul inteligent" este îmbinarea unui traductor cu circuite integrate pentru a dezvolta aplicații într-un mediu de rețea. Aceste dispozitive integrate vor dezvolta traductoarele spre a fi un senzor inteligent, prin adăugarea unui microcontroler, memoriei și unei interfețe, în funcție de aplicație. Aceste sisteme integrate cresc capacitatea de monitorizare și control într-o rețea.

Senzorii inteligenți au un "tabel electronic al senzorului" (TEDS) încorporat pentru a face conversia măsurătorilor și a furniza date rețelei. Mai mult decât atât, modulul de senzor inteligent conține, de asemenea, interfața digitală pentru a oferi un canal de comunicare între rețeaua de control și senzorul inteligent.

3.2.1 STRUCTURA ȘI ARHITECTURA UNUI SENZOR INTELIGENT

Sistemele de achiziție de date și instrumentele informatice au funcția de prelucrarea și interpretare a informațiilor care provin din mediul înconjurător. Sistemele de achiziție de date și cele de control trebuie să introducă semnalele primite de la senzori într-un calculator. Sistemul de achiziții de date (DAQ – Data Acquisition) colectează, măsoară și adaptează semnalele electrice primite de la senzori și traductoare, făcându-le compatibile și introducându-le într-un calculator pentru a fi ulterior procesate.[17]

Primul bloc este un traductor (element sensibil), având funcția de a transfera parametrul fizic semnalului electric. Al doilea bloc face referire la condiționarea și procesarea semnalului pentru evitarea perturbațiilor și interferențelor.

Al treilea bloc se referă la achiziția de date analog-digitală care transferă sau adaptează semnalul pentru a fi compatibil cu sistemul.

Al patrulea bloc, interfața bus senzor, are rolul de a organiza senzorii, în cazul unei configurări multisenzor.

Microcontrolerul încorporat, ca și parte integrată, face diferența dintre senzorul inteligent și senzorul integrat obișnuit cu circuit de procesare integrat, prin aportul funcțiilor de inteligență (autotestare, autoidentificare, autovalidare sau autoadaptare). Datorită adaptabilității unui senzor

inteligent, procesul de măsurare poate fi optimizat pentru acuratețe și viteză maxime și consum de energie redus.

Structura de bază a unui nod senzorial, numit și *mote*, cuprinde următoarele elemente: microcontroler, dispozitiv de comunicare, senzori și sursă de putere (Figura 2).

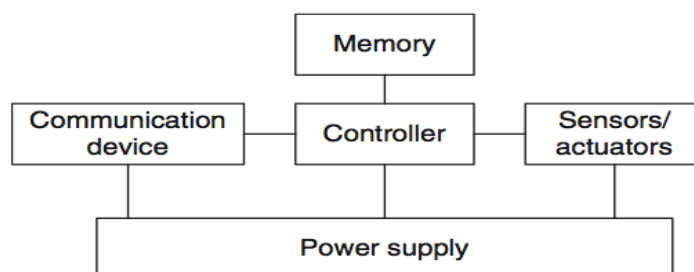


Figura 2 Structura unui nod senzorial [68]

- Controller: un controller pentru procesarea tuturor datelor relevante, capabil să execute cod arbitrar.
- Memorie: O anumită memorie pentru stocarea de programe și date intermediare. De obicei se folosesc tipuri diferite de memorie pentru programe și, respectiv, date.
- Senzori și actuatori: interfața efectivă cu mediul fizic real: dispozitive care pot observa și controla parametrii fizici ai mediului.
- Comunicație: Transformarea nodurilor într-o rețea necesită un dispozitiv pentru transmiterea și recepționarea informațiilor printr-un canal wireless.
- Sursă de energie: dat fiind faptul că, în general, nu este disponibilă nici o sursă fixă de energie, este nevoie de o anumită formă de baterii pentru alimentarea cu energie.

Există două componente majore ale unui senzor inteligent funcțional: TIM și NCAP.

1) Modulul de interfață traductor (Transducer Interface Module - TIM)

TIM este un modul care conține interfața, condiționarea semnalului, conversia analog digital și/sau digital-analog și, în multe cazuri, conține, de asemenea și traductorul. Un modul TIM poate varia în complexitate de la un singur senzor sau actuator la un modul care conține mulți traductori, incluzând atât senzori, cât și actuatori.

Un driver TIM implică 4 funcții importante:

- Driverul software de interfață: responsabil de transferul de date pe interfață
- Parser TEDS: recunoaște structuri 1451.2 TEDS și assemblează datele în pachete cu formatare specifică
- Motor corecție: algoritm care convertește datele raw citite de la TIM în unități specificate în TEDS pentru senzori
- Driverul Application Programming Interface (API) 1451.2: oferă Access la blocurile TEDS, măsurători citite de senzor, controlul actuatorului, triggere și cereri de întrerupere.

IEEE 1451 este standardul pentru senzorii inteligenți.

IEEE P1451 este standardul propus pentru interfațarea senzorilor și actuatorilor cu lumea digitală a microcontrolerelor, procesoarelor și rețelelor. Scopul acestui standard este de a reduce complicațiile cu care se confruntă designerii în stabilirea comunicațiilor digitale cu traductori și actuatori. IEEE P1451 definește arhitectura magistralei, protocoalele de adresare, cablarea, protocoalele, calibrare și corectarea erorilor, astfel creând un fundament pentru designul de module plug-and-play. Integratorii de sisteme, dezvoltatorii de instrumente, inginerii și utilizatorii finali pot ușor să-și conecteze senzorii și actuatorii conformi cu IEEE P1451 împreună cu modulele de măsurare și comunicare pentru a alcătui un sistem de măsurare care să permită traductorilor să interfațeze direct cu rețelele existente și sistemele de control.

Scopul principal al IEEE 1451 este de a permite accesul datelor traductorilor printr-un set comun de interfețe, când traductorii sunt conectați la sisteme sau rețele prin mijloace cu fir (wired) sau fără fir (wireless).

2) Network capable application processor - NCAP

NCAP este componenta hardware și software care asigură funcția de poartă de acces între TIM și utilizatorul rețelei sau procesorul-gazdă (canalul traductorului). Standardul IEEE 1451 definește interfața de comunicație dintre un NCAP sau procesorul-gazdă și unul sau mai multe TIM. IEEE 1451 recunoaște trei tipuri de traductoare: senzori, senzori de evenimente și actuatori.

Canalul unui traductor este considerat inteligent datorită a trei trăsături: este descris de un tabel electronic al senzorului (TEDS) citibil de către o mașină; controlul și informația asociate traductorului sunt digitale; declanșarea, statusul și controlul oferă suport canalului traductorului.

Un NCAP sau un procesor-gazdă controlează un TIM prin intermediul unei interfețe digitale dedicate. NCAP-ul face interfața între TIM și rețeaua digitală de nivel mai înalt. NCAP-ul poate oferi de asemenea și informații locale.

3.3 PROPUNERE DE SENZOR INTELIGENT PENTRU MĂSURAREA PRAFULUI

Ideea de senzor inteligent propus pentru măsurarea prafului are la bază furnizarea următoarelor proprietăți:

- Posibilitatea reprogramării dinamice (on-line) a NCAP prin intermediul rețelei;
- Posibilitatea dispozitivului de praf de a trimite datele obținute către rețea, prin intermediul interfețelor TIMO și NCAP, pe baza protocolului de comunicație IEEE 1451.x;
- Posibilitatea reconfigurării dinamice (on-line) și de schimbare a interfețelor folosite.

Figura 3 ilustrează sistemul propus pentru măsurarea prafului, prin utilizarea dispozitivelor de măsurare a prafului, bazate pe arhitecturile TIM și NCAP.

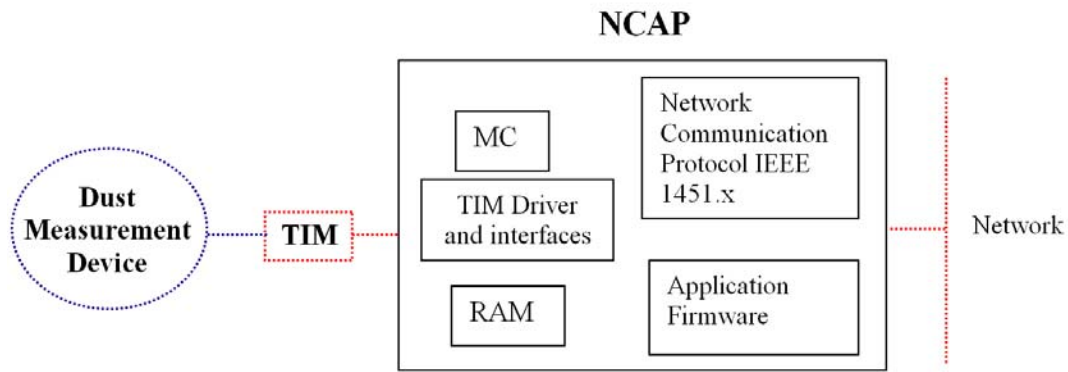


Figura 3 Sistemul propus de senzori inteligenți pentru măsurarea prafului

Componenta cea mai importantă a acestei diagrame este controlerul principal (Main Controller - MC). Este firesc să se utilizeze un controler cu un singur cip ca și MC. Datele obținute de la dispozitivul pentru praf sunt transferate către NCAP via TIM. Controlerul va procesa semnalul pentru a fi compatibil cu rețeaua.

Capitolul 4

4. DESIGNUL REȚELEI DE SENZORI WIRELESS

4.1 INTRODUCERE

Apariția senzorilor și actuatorilor de comunicație wireless compacti, cu necesar redus de energie care susțin procesul în curs al miniaturizării în operațiunile de procesare și stocare permite dezvoltarea unor tipuri de sisteme integrate cu totul noi. Aceste sisteme pot fi distribuite și dispuse în medii pentru care nu au fost destinate distribuite și utilizate în mediile în care acestea nu pot fi proiectate într-un traseu de control special și se pot dovedi a fi foarte dinamice. O serie de dispozitive pot comunica împreună pentru a atinge un nivel mai ridicat de comportament coordonat.

Nodurile de senzori wireless dispuse în diverse locuri pot furniza măsurători de lumină, temperatură și activitate / mișcare. Nodurile wireless atașate circuitelor sau dispozitivelor sesizează curentul sau controlează utilizarea dispozitivelor. Împreună, pot forma o rețea de rutare dinamică, multihop, conectând fiecare nod cu rețele mai puternice și cu surse de procesare.

Rețelele de senzori wireless sunt specifice fiecărei aplicații, și, prin urmare, ele trebuie să implice atât partea software, cât și pe cea hardware. Ele folosesc, de asemenea, protocoale care sunt asociate atât aplicației, cât și rețelei wireless.

Rețelele de senzori wireless sunt dispozitive pentru consum care vin în sprijinul aplicațiilor multimedia, de exemplu, asistență personală digitală, calculatoare legate în rețea, și dispozitive de comunicație mobile. Senzorii sunt alcătuiți din dispozitive mici, eficiente energetic, cu un codesign hardware / software și suport de rețea.

Plasarea unei astfel de rețele, cu capacitate de auto-configurare, de senzori adaptabili are numeroase beneficii. Pot fi utilizate pentru monitorizare la distanță în medii toxice sau ostile. Multe medii benigne necesită, de asemenea, amplasarea unui număr mare de senzori, precum, monitorizarea inteligentă a pacienților, depistarea și urmărirea obiectelor și la liniile automate de asamblare. Natură de largă răspândire a acestor rețele le conferă caractere de rezoluție sporită și toleranță mare la erori, comparativ cu cele ale unui singur nod senzorial.

Puterea de calcul de tip ubicuu se bazează, de asemenea, pe faptul că computerele viitoare vor fuziona cu mediul lor, până când acestea vor deveni complet invizibile pentru utilizator. Rețelele de microsenzori distribuite sunt o componentă importantă a computingului ubicuu iar dimensiunile mici pentru microsenzori constituie un obiectiv de proiectare provocator.

4.2 REȚELE WIRELESS

Accesibilitatea fizică este una dintre condițiile care trebuie îndeplinite pentru a permite comunicarea directă între două dispozitive, în orice rețea. Deoarece dispozitivele unei WSN utilizează semnalele de radiofrecvență (RF), transmisiile de date comportă mai multe provocări la nivelul fizic, reprezentate de mai multe fenomene, incluzând interferențe, multipath și atenuări. Prin urmare, soluțiile de transmitere de date trebuie să fie robuste la deficiențele radio. Cu toate acestea, deoarece dispozitivele unei WSN trebuie să fie proiectate pentru un consum redus de energie, soluțiile trebuie să fie, de asemenea, simple.

Prin punerea în rețea și implementarea unei serii de senzori, se obțin următoarele beneficii:

- **Suprafața acoperită:** O rețea distribuită încorporând proprietățile distribuite în rețea va permite rețelei de senzori să cuprindă o zonă geografică mai mare, fără impact negativ asupra costului global al rețelei.

- **Conectivitate:** rețelele de senzori multipli, fie cu fir sau wireless, pot fi conectate împreună la noduri sink. Gruparea de rețele permite fiecărei rețele în parte să se concentreze pe aii specifice și să împărtășească doar informațiile relevante cu alte rețele, sporind baza generală de cunoștințe, prin detectare distribuită și prelucrarea informațiilor.

- **Precizie:** utilizarea unui număr mai mare și a unei varietăți de noduri senzoriale oferă un potențial pentru o mai mare acuratețe a informațiilor colectate în comparație cu cea obținută de la un singur senzor. Capacitatea de a crește în mod eficient rezoluția de detectare poate crește într-un fel traficul în rețea, dar poate crește, de asemenea, fiabilitatea informațiilor pentru utilizatorul final.

- **Interacțiune umană mai redusă:** potențialul de auto-organizare și auto-întreținere al rețelelor, împreună cu topologia extrem de adaptabilă a rețelei reduce semnificativ nevoia intervenției umane, astfel încât erorile legate de operarea umană pot fi reduse.

- **Robustețe:** Designul robust al senzorului, integrat cu un nivel ridicat de toleranță la erori și fiabilitatea rețelei facilitează dezvoltarea rețelelor de senzori în medii periculoase și ostile, permițând accesul la informații indisponibile anterior de la o asemenea apropiere.

- **Programarea dinamică a senzorului:** reacția dinamică la modificările în condițiile rețelei și optimizarea performanței rețelei pot fi realizate prin programarea senzorului. Programarea senzorului se face prin activarea nodurile de senzori pentru a modifica cerințele de comunicare în funcție de condițiile din rețea și de evenimentele detectate.

Cu toate acestea, punerea în aplicare a tehnologiilor rețelelor de senzori se confruntă încă cu unele dificultăți. În cele mai multe cazuri, acestea sunt:

- Alternarea topologiei rețelei: Variațiile de topologii ale rețelei ca urmare a defecțiunilor nodurilor, introducerea de noduri suplimentare, variațiile în poziția senzorilor și modificările alocărilor grupurilor ca răspuns la cerințele rețelei presupun capacitatea de adaptare a structurilor și operațiilor de bază ale rețelei. Sunt necesare protocoale avansate de comunicare pentru a sprijini serviciile de nivel înalt și operativitatea în timp real, care să permită sistemului să se adapteze rapid la alternanțe extreme în condițiile de rețea.

- Optimizarea resurselor: Optimizarea în rețelele distribuite, prin determinarea exactă a densității cerute de noduri de senzori pentru a minimiza costurile, consumul de energie, precum și traficul în rețea, în timp ce se asigură fiabilitatea rețelei și rezoluția adecvată a senzorilor pentru acuratețea datelor ar trebui să fie atent calculate pentru a se ajunge la cel mai bun raport cost-eficiență.

- Fiabilitatea: Senzorii nu sunt întotdeauna de încredere, în special în medii dure și imprevizibile. Adresarea fiabilității sensorului poate reduce costurile și nivelul de redundanță necesar pentru ca o rețea să opereze cu aceeași fiabilitate.

- Congestionarea: fluxul de date colectate poate depăși capacitatea rețelei și, prin urmare, trebuie efectuată o evaluare a relevanței datelor, care garantează că numai informațiile relevante și adecvate sunt transmise.

- Securitatea: Având în vedere că rețeaua de senzori poate funcționa într-un mediu ostil, trebuie ca în procesul de proiectare să fie luate serios și primordial în considerare problemele legate de securitate.

Principalul protocol standard dezvoltat de IEEE pentru rețele de senzori wireless este IEEE 802.15.4, care specifică funcționalitatea nivelul fizic (PHY) și nivelul media Access control (MAC) ale unei interfețe radio de mică putere. IEEE 802.15.4 este de fapt o familie de standarde elaborate de către Grupul de Lucru 4 al IEEE 802.15. În zilele noastre, IEEE 802.15.4 a devenit interfața radio standard utilizată în WSN. [25]

Aplicațiile WSN variază foarte mult. Ele pot fi aplicate la o mulțime de medii, în special în cele în care sistemele convenționale de senzori cu fir sunt imposibil de aplicat sau nu sunt disponibile, cum ar fi pe terenuri neospitaliere, câmpuri de luptă, în spațiu sau în oceane adânci.

4.3 TOPOLOGII WSN

În figura 4 trei topologii de rețea sunt ilustrate: stea, arbore și mesh. În unele cazuri, combinații ale acestor topologii sunt suportate de asemenea de către soluții WSN.

În topologia stea, nodurile transmit datele direct unui punct central din rețea numit sink. Comunicația este de tip single hop, adică mesajul ce conține informația este transmis direct de la sursă la sink, fără puncte intermediare de rutare. Această oferă o rată de transfer bună, o latență scăzută dar limitează suprafața ce poate fi acoperită de rețea în raza unui singur nod.

Nodul central are legături de comunicare cu celelalte noduri. Nodul central joacă un rol important, pentru că acționează ca un controller ce programează transmisiile celorlalte noduri. Poate ruta date între noduri dacă este necesar și poate acționa ca un nod sink. Cum nodul central are mai

multe funcționalități față de alte noduri, nu este la fel de limitat ca celelalte (de ex: puterea procesare, memoria, alimentarea etc.)

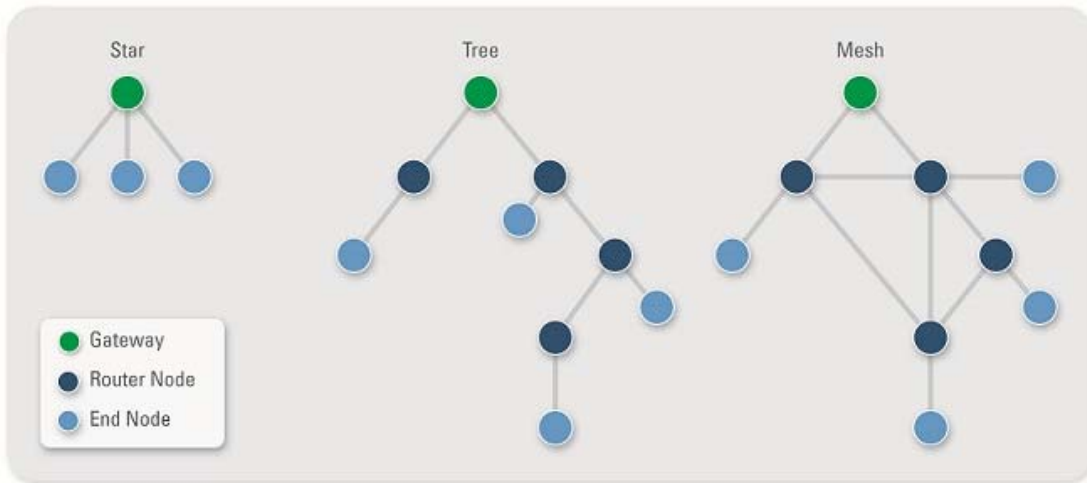


Figura 4 Topologii de rețele de senzori

Topologia stea este potrivită pentru rețele mici unde nodurile au legături de comunicare directe cu nodul central. Un dezavantaj al acestei topologii este lipsa de căi redundante. În alte cuvinte există o singură cale între două noduri din rețea. Din cauza dinamicității legăturilor wireless, când datele nu pot ajunge la destinație printr-o cale, comunicație nu poate beneficia de alte căi. Din această cauză configurația stea este folosită în scenarii specifice și rețele de proporții mici.

Topologia mesh reprezintă este cea mai utilizată topologie pe scară largă pentru rețele de senzori. Aici nodurile nu transmit numai propriile date, dar poate funcționa, de asemenea, ca routere și pachete vecine releu într-un mod mai multe hop spre sink. Aceasta oferă avantaje considerabile în fiabilitatea comunicației fără fir și zona de mare de acoperire a rețelei, deoarece nodurile acum nu trebuie să fie la distanță directă de comunicare radio cu sink. De asemenea, se oferă flexibilitatea de senzorul de designer de rețea, sub forma o serie de rute care pot fi urmate în scopul de a asigura livrarea de pachete în condiții proaste de rețea sau de evitare a obstacolelor. Un compromis există în ușoară creștere latență end-to-end din cauza pachete de prelucrare la nodurile intermediare. Aceasta topologie exploatează toate link-urile de comunicare care există într-o rețea.

Topologia mesh este potrivită pentru aplicații în care orice nod poate comunica cu orice alt nod. În contrast cu topologia stea și arbore, topologia plasă nu necesită prezența de noduri speciale.

Într-o topologie arbore, fiecare nod are o legătură de comunicații cu un nod părinte, care este hop-ul următor în calea spre un nod special numit rădăcină. Nodurile care au un anumit părinte sunt numiți copiii acestui părinte.

Topologie copac este adecvată pentru aplicații de colectare a datelor, prin care datele trebuie transmise la un nod sink. Rădăcină topologiei copac poate fi nodul sink. Comunicarea între oricare două noduri este, de asemenea, posibil într-o topologie arbore, dar fără mecanisme suplimentare poate fi sub nivelul optim. De exemplu, în figura 22, traseul urmat de datele transmise de la nodul dreapta albastru la nodul albastru stânga este mai lungă decât calea minimă posibilă, care ar fi disponibile în alte rețele

Topologia hibrid are o abordare mixtă. Clasifică noduri de senzori în dispozitive capabile și mai puțin capabile. Primul este organizat într-o rețea mesh, cu toate avantajele menționate în paragraful de mai sus în timp ce nodurile mai puțin capabile pot comunica numai cu nodurile mai capabile. Prin urmare, configurația finală poate avea o construcție simplă și un cost mai mic.

4.4 LAYER-UL FIZIC

Comunicare între două dispozitive wireless necesită ca puterea semnalului din antena receptorului să fie peste sensibilitatea receptorului. Totuși primirea unui semnal de înaltă frecvență este influențată de o multitudine de elemente și fenomene, inclusiv distanța dintre dispozitivele, mediului de propagare și surse externe de interferență.

Pierderea de traiectorie poate fi definită ca amortizarea suferită de un semnal transmis când acesta ajunge la partea de receptor, după ce trece printr-un anumit traseu.

Reflecția, difracția și împrăștierea sunt trei fenomene de bază, care afectează propagarea unui semnal wireless. De asemenea, banda de frecvență este un factor esențial care influențează performanța sistemului.

Gama de modulare și de transmisie este un concept de bază pentru comunicații fără fir între două dispozitive pentru a transmite un semnal care conține informații pe un alt semnal cu distanța maximă de la antena de emițător la antena de recepție.

Capitolul 5

5. PROTOCOALE DE SENZORI WIRELESS ȘI PLATFORME

5.1 INTRODUCERE

De obicei, multe arhitecturi de protocoale ale rețelei de calculatoare urmează abordarea stratificată, prin care un strat oferă pe deasupra o serie de servicii acestuia.

Utilizarea straturilor permite unui strat să funcționeze independent, în ciuda problemelor pe care le ridică alte straturi. Abordarea stratificată are overhead, care nu este semnificativ la dispozitive cu o mulțime de resurse, cum ar fi desktop-urile. Principalele soluții WSN curente urmează o abordare stratificată. Cu toate acestea, mecanismele de cross-layer, care utilizează informații de la diferite straturi pentru a funcționa s-au dovedit a fi benefice în multe sisteme wireless.

Comunicarea între dispozitive din WSN este activată prin următoarele tipuri de protocoale: protocoale fizice strat, protocoale medii control acces (MAC), protocoale de rutare, protocoale de transport, codificarea datelor și a protocoalelor de agregare.

5.2 PROTOCOLUL IEEE802.11

Standardul IEEE802.11 este cel mai popular standard de rețea wireless locală pentru uz personal. Acesta este conceput pentru a oferi conectivitate wireless pentru laptop și calculatoare desktop și are o lățime de bandă suficient de mare pentru majoritatea aplicațiilor WSN. Acesta funcționează în frecvență radio de 2,4 GHz (11b / g) banda ISM și 5GHz ESTE MBands (11a).

Prin recente evoluții ale standardului 802.11 s-au făcut următoarele îmbunătățiri la protocolul standard: Tarife / rază de date mai mari: 11n, furnizarea QoS: 11e / K, interoperabilitatea: 11h / j, rețele mesh: 11s, medii vehiculare: 11p

5.3 LAYER-ELE FIZICE ALE IEEE 802.15.4

5.3.1. LAYER-UL FIZIC IEEE 802.15.4-2003

Nivelul fizic (PHY) al IEEE 802.15.4-2003 este responsabil pentru o serie de sarcini, inclusiv transmisie de date și de recepție, precum și realizarea de măsurători care sunt necesare sau pot fi exploatate de serviciile stratului superior.

Originalul IEEE 802.15.4 versiune [57] specifică utilizarea de canale radio în trei benzi diferite: 1 canal în banda de 868 MHz (disponibil în Europa), 10 canale în banda de 915 MHz (disponibil în America) și 16 canale în banda de 2,4 GHz (disponibil la nivel mondial). Distanța dintre canalele consecutive este de 2 MHz în banda de 915 MHz și 5 MHz în banda de 2,4 GHz. A se reține că lățimea de bandă reală efectivă a semnalului poate fi mai mică decât distanța dintre canale.

5.3.2 PHY PROTOCOL DATA UNIT (PPDU)

Nivelul fizic (PHY) IEEE 802.15.4 al protocol data unit (PPDU) este unitatea de date care transporta unitatea de date stratul superior (de exemplu, MAC cadru), și sunt transmise și primite de către IEEE 802.15.4 PHY. PPDU este compus din trei componente: header de sincronizare (SHR), header PHY (PHR) și sarcina utilă PHY.

SHR este compus dintr-un sincronizator inițial de patru bytes, care permite receptorului să se sincronizeze cu mesajul primit și un delimitator one-byte start-of-frame care indică începutul pachetului de date.

PHR conține numărul de bytes în sarcina utilă PHY. Sarcina utilă PHY, de asemenea, numita PHY Data Service Unit (PSDU), conține cadrul stratului MAC. Dimensiunea cadrului stratului MAC nu poate fi mai mare de 127 bytes. În consecință, dimensiunea maximă al standardului IEEE 802.15.4-2003 PPDU este de 133 bytes. Dimensiunea SHR variază în versiunile ulterioare ale standardului.

5.3.3 METODE DE MODULAȚIE

Pentru a fi transmiși, biții raw sunt codificați diferențiat în scopul de a rezolva o problemă pe care o ridică modulația BPSK. În cazul în care canalul de comunicare introduce o defazare de 180° , receptorul detectează simbolurile primite ca fiind valide. Pentru a depăși această ambiguitate, codarea diferențială se utilizează astfel încât simbolurile transmise să corespundă diferențelor în bits de informație.

5.3.4. MĂSURĂTORI PENTRU LAYER-UL FIZIC

Stratul fizic (PHY) IEEE 802.15.4 este responsabil pentru mai multe măsurători care pot ajuta la o serie de sarcini de nivel superior. Unele dintre aceste măsurători sunt de detectare a Energiei (ED) și de Link Quality Indication (LQI).

ED este o măsurătoare efectuată de receptor, care poate fi utilizată de către serviciile din nivelele

superioare pentru a selecta canalul care urmează să fie utilizat (de exemplu, pentru evitarea utilizării unor canale ocupate). ED este codificată ca o valoare de 8-biti .

LQI reprezintă rezistența și / sau calitatea semnalului la recepția unei unități de date. Măsurarea poate fi implementată prin utilizarea receptorului ED, un (SNR) estimarea semnal-zgomot sau o combinație a celor două. LQI este, de asemenea, reprezentată ca o valoare de 8 biți. Acest parametru poate fi utilizat de către serviciile de stratul superior (de exemplu, ca o intrare de metrici de rutare, în scopul de a alege căile de cea mai bună calitate într-o rețea IEEE 802.15.4 multi-hop).

5.4 PROTOCOLUL ZIGBEE

ZigBee este conceput pentru a oferi conectivitate extrem de eficientă între dispozitivele de pachete mici. Ca urmare a operațiunilor sale simplificate, care sunt de una până la două ordine de magnitudine mai puțin complexe decât ale unui dispozitiv Bluetooth comparabil, prețurile pentru dispozitivele ZigBee este extrem de competitiv, cu noduri complete disponibile pentru o fracțiune din costul unui nod Bluetooth. ZigBee a fost dezvoltat pentru a satisface cererea tot mai mare pentru o rețea wireless funcțională între numeroase dispozitive low-power. În industrie, ZigBee este folosit pentru următoarea generație de fabricație automatizată, cu emițătoare mici în fiecare dispozitiv pe podea, pentru a permite comunicarea între dispozitive la un computer central.

Protocolul definește 2 straturi suplimentare pe lângă IEEE 802.15.4: sub nivelul rețelei (NWK) și sub nivelul aplicației suport (APS). NWK îndeplinește mai multe funcții, cum ar fi de rutare, descoperirea rutei, management de difuzare, transmiterea de date, de gestionare a rețelei pe lângă funcția de bază de transmitere și primire. Stratul APS funcționează ca o punte între stratul de rețea și celelalte componente ale stratului aplicare: se păstrează până în prezent tabelele obligatorii sub forma unei baze de date, care poate fi folosit pentru a găsi dispozitive corespunzătoare în funcție de serviciile care sunt necesare și cele pe care le oferă diferitele dispozitive. Asemenea unirii dintre cele două straturi specificate, el redirecționează de asemenea mesajele între straturile stack-ului de protocoale.

ZigBee folosește o configurare de baza topologica master-slave, potrivita pentru rețele statice stea folosite de multe dispozitive.

Capitolul 6

6. SETUP EXPERIMENTAL ȘI REZULTATE

6.1. INTRODUCERE

Am creat mai multe configurații experimentale de măsurare și monitorizare praf și particule fine (aerosoli), temperatura și umiditatea din laborator, prin utilizarea mai multor tipuri de echipamente, inclusiv traductoare, interfețe, interfețe de obținere a datelor, dispozitive wireless și echipamente de măsurare cu laser de referință, pe baza diverse aplicații software și sisteme de operare, cum ar fi TinyOS, MoteView, Squawk mașină virtuală de la Java. Ca hardware compatibil am folosit: SunSpot și IRIS motes. Ne-am concentrat pe monitorizarea pe termen lung pentru un senzor inteligent integrat de praf și a făcut o comparație cu detectorul de praf Dylos DC1100 utilizat ca referință și am obținut rezultate încurajatoare și un răspuns similar.

Umiditatea și temperatura au un efect asupra măsurării de praf și, de asemenea, există mai multe criterii care influențează măsurarea praf, cum ar fi: mișcarea, vântul, lumina și prezența umană. Am studiat majoritatea acestor criterii și am observat că există o relație directă între criteriile și măsurare prafului și a rezultatelor obținute de la senzori. Pe de altă parte, ne-am concentrat pentru a studia interacțiunea dintre senzorii inteligenți de praf într-un WSN, bazându-ne pe software și algoritmi de rutare.

Pentru a implementa un WSN cu mulți senzori (10 sau mai mulți) am propus o noua placa de achiziție de date (MDA DCX3060CB), compatibilă pentru a fi utilizată cu mai multe tipuri de traductoare (temperatură, umiditate, praf etc.), și cu acest WSN se pot afla mai multe concluzii cu privire la coexistența dintre noduri și efectul unor criterii pentru stratul fizic, stratul de acces mediu și nivelul de rutare.

Pentru lucrările viitoare, intenționăm să propunem un nod mobil într-o rețea WSN și efectul corespunzător al acestui nod în WSN.

6.2 EXPERIMENTE ȘI DISPOZITIVE FOLOSITE

În această secțiune, vom descrie toate dispozitivele pe care le-am folosit în experimentele noastre.

6.2.1 Dylos DC1100

Dylos DC1100 este un numărător de particule cu laser cu 2 intervale de dimensiuni – mici (bacterii, mușcăciuni, etc.) și mari (polen, etc.)

DC1100 conține tehnologie care permite monitorizarea calității aerului din interior cu afișaj LCD care arată un contor pentru particule mici și mari și un grafic dinamic ce se actualizează în timp real. [12]

În camera interioară aparatului, o singură sursă de particule a fost folosită, și compoziția chimică și fizică a acestor aerosoli a fost cunoscută. Doar două containere de dimensiunile (0.5 și 2.5 μm) sunt calibrate de producător. Pentru a stabili concentrația de masă, mărimea medie a fiecărei particule din fiecare container s-a considerat: (0.75, 1.4, 2.1 μm) pentru a calcula concentrația la o densitate de 1.0 g/cm^3 .



Figura 2 Monitor praf tip Dylos DC1100

Principiu

Pentru a converti concentrația numerică $n(d_p)$ în concentrație de masă $m(dp)$ în funcție de diametrul particulei, ecuația de mai jos este folosită:

$$m(d_p) = \pi \frac{d_p^3}{6} \rho_p n(d_p) \quad (6.1)$$

Unde:

ρ_p este densitatea particulei

d_p este diametrul mediu al particulei

6.2.2 MDA300 DATA ACQUISITION BOARD

MDA300 este o placa de achiziție de date extrem de versatilă, care include, un senzor de temperatură și umiditate pe placă. Cu interfața sa cu utilizatorul multi-funcțională, MDA300 oferă o soluție convenabilă și flexibilă pentru acele funcții de senzor de obicei găsite în domenii cum ar fi cel de monitorizare a mediului și a habitatelor, precum și multe alte aplicații de detecție personalizate.[23]

Ca parte a unei rețele mesh standard, MDA300 oferă acces facil la micro-terminale, de asemenea, face este soluție economică pentru o varietate de aplicații și o componentă cheie în următoarea generație de stații meteorologice wireless low-cost. Datele de logare și de afișare sunt oferite prin intermediul interfeței utilizator MoteView MEMSIC.

Software-ul MoteView MEMSIC este conceput pentru a fi principala interfață între un utilizator și o rețea de senzori wireless implementată. MoteView oferă o interfață intuitivă de administrare de baze de date, împreună cu vizualizarea datelor senzor și instrumente de analiză. Datele primite de la senzor pot fi scrise într-o bază de date care este stocată pe un PC, sau la o bază de date care rulează autonom pe un gateway.

Driverii pentru placa MDA300 sunt incluse în platforma MEMSIC MoteWorks. MoteWorks permite dezvoltarea de aplicații de senzori personalizate și este optimizat în mod special pentru rețele de mică putere, cu baterii. MoteWorks se bazează pe sistemul de operare open-source TinyOS și oferă capacități pentru aplicații în rețea de încredere, ad-hoc mesh, capacități de programare over-the-air, instrumente de dezvoltare cross-platformă, server middleware pentru integrarea în rețea enterprise și interfața cu utilizatorul client, pentru analiză și configurare.

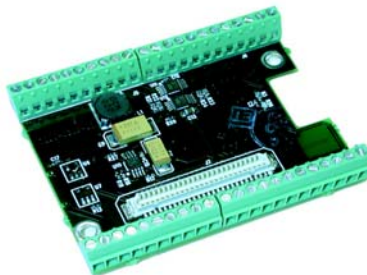


Figura 3 Placa MDA300 pentru achiziții date

6.2.3 SENZOR PRAF SHARP GP2Y1010AU0F

GP2Y1010AU0F este un senzor de praf prin sistemul de detecție optică. O diodă emițătoare infraroșu (IRED) și un fototranzistor sunt aranjate în diagonală în acest dispozitiv. Acesta detectează lumina reflectată de praf în aer. În special, este eficient să detecteze particule foarte fine ca fumul de țigară. În plus, poate distinge fumul de praf, prin forma impulsului la tensiunea de ieșire. [24]

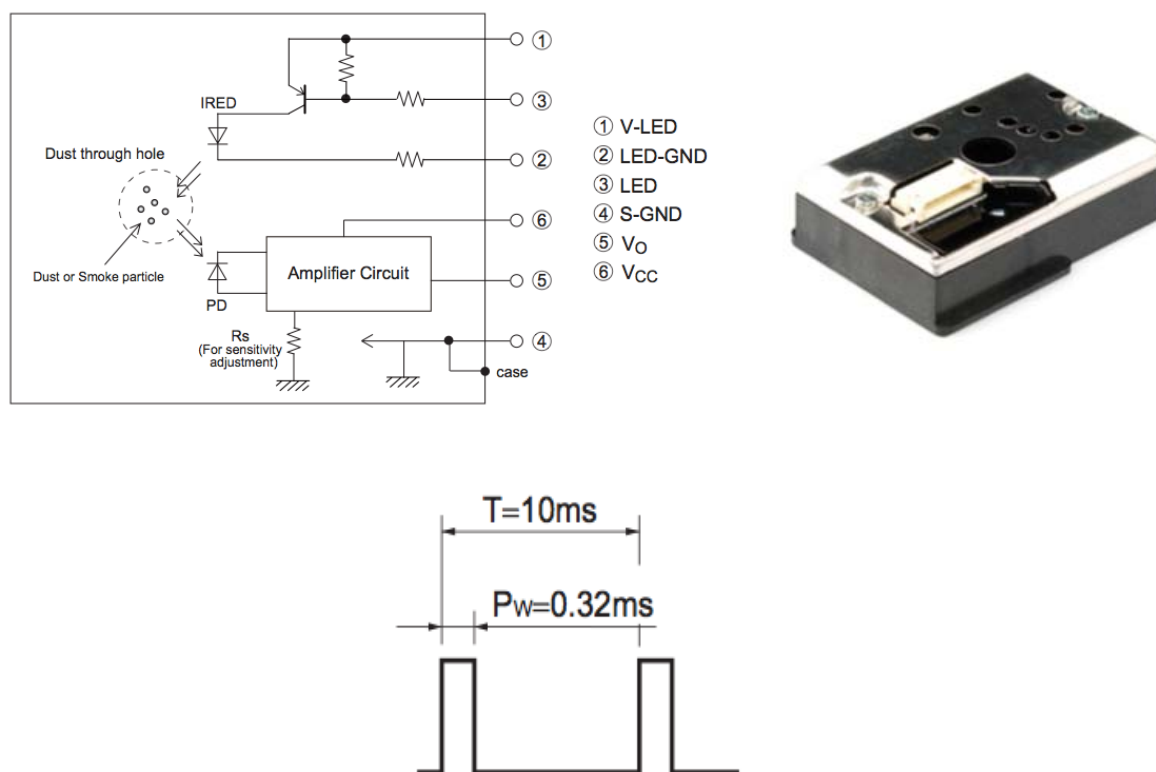


Figura 7 Senzor praf Sharp GP2Y1010AU0F

6.2.4 PLATFORME UTILIZATE ÎN EXPERIMENTE

Două platforme de cercetare WSN sunt descrise dintr-un punct de vedere care cuprinde ambele zone de capăt din scara capabilități de calcul. În zona de low-end, nodurile IRIS oferă capabilități de calcul de bază și o serie de posibilități de extindere adaptate pentru aplicații de mediu. În zona high-end, Imote2 este o platforma pentru aplicații complexe WSN care are un procesor de 400MHz și poate fi implementat în scenarii complexe.

6.2.4.1 PLATFORMA IRIS WSN

IRIS Mote este o platformă WSN dezvoltată de Crossbow Technology al cărui design are rădăcinile în Motes Berkely originale. Acesta are o structură modulară, cu procesare / placa de radio, panouri de senzori și module de putere. XM2110 (2400 MHz banda 2483,5 MHz) [64] utilizează Atmel RF230, IEEE 802.15.4 conforme, ZigBee gata frecvența de emisie-recepție radio integrat cu un Atmega1281 micro-controler. Aceste îmbunătățiri oferă până la de trei ori mai bună gamă de radio și de două ori memoria peste generația Motes MICA anterioară.

Una dintre cele mai populare plăci de expansiune cu senzori este MTS400 [33]. MTS400 oferă cinci senzori de mediu de bază, cu o opțiune suplimentară modul GPS (MTS420). Caracteristicile oferite pe aceste plăci permit implementare într-o mare varietate de aplicații, de la o stație wireless simplă pentru prognoza vremii la o rețea completă de noduri de monitorizare a mediului.

Senzorii plăcii MTS400 sunt:

- Sensirion SHT11 este un modul multi-senzor, single-chip pentru umiditate și temperatură compus dintr-un output digital calibrat. Un convertor analog-digital face conversia din umiditate și temperatura în unități digitale
- Intersema MS55ER este un dispozitiv SMD-hybrid ce include un senzor de presiune piezorezistiv și o interfață ADC. Oferă un word de 16-bit de date pentru măsurătorile de temperatură și presiune
- TLS2550 este un senzor digital cu două fire, și interfață serială SMBus. Este produs de TAOS, Inc. Și combină două fotodiode și un convertor analog-digital pe un singur circuit integrat CMOS pentru a oferi măsurători pentru lumină pe o rază dinamică de 12-bit.
- Accelerometru MEMS este o suprafață micro-machined cu 2 axe, 2 g.

6.2.4.2 PLATFORMA IMOTE2 WSN

Arhitectura Imote2 [65] pentru noduri senzor este o arhitectură multifuncțională, care constă dintr-un subsistem de gestionare a energiei, un subsistem procesor, un subsistem de detecție, un subsistem de comunicare, și un subsistem interfațare.

Subsistemul de prelucrare oferă un procesor principal (microprocesor) și un procesor de semnal digital (DSP). Procesorul principal are capacitatea de a funcționa la o tensiune joasă (0.85V) și în frecvență redusă (13 MHz), permițând astfel funcționarea cu un consum redus de energie. În mod similar, frecvența poate fi scalată la 104 MHz la cel mai mic nivel de tensiune și poate fi crescută până la 416 MHz cu Scalarea Tensiune Dinamică (DVS). Mai mult decât atât, ea are multe moduri de mică putere, inclusiv modurile sleep și deep sleep.

6.2.4.3 SISTEMUL DE OPERARE TINYOS

TinyOS este un sistem de operare open source, bazat pe BSD, pentru dispozitivele wireless de mică putere, cum ar fi cele utilizate în rețele de senzori, de calcul omniprezent, rețele personale, clădirile inteligente și contoarele inteligente. Obiectivele principale TinyOS sunt de a minimiza utilizarea resurselor și pentru a preveni bug-uri software. Resursele sunt considerate ciclurile procesorului, dimensiunea de cod care este stocat în ROM și de stat, care sunt stocate în memoria RAM. Aplicații și biblioteci sunt scrise folosind nesC un dialect al limbajului de programare C. Fișierele sunt prelucrate de către compilator nesC și cod C este generat și apoi fișier binar este construit de un compilator C specifice platformei.

Aplicațiile sunt construite din unități mici de cod, numite componentele care implementează funcții specifice. Componente trebuie să fie legate între ele prin intermediul unor fișiere dedicate pentru a obține funcționalitatea completă a programului. Sarcinile din TinyOS sunt non-preemptive și rulează în ordine FIFO cu codul linkat static.

6.2.5 SUN SPOT

Sun SPOT (Sun Small Programmable Object Technology) este un senzor open source (WSN) dezvoltat de Sun Microsystems. Este construit pe standardul IEEE 802.15.4. Spre deosebire de alte sisteme mote, Sun SPOT este construit pe mașina virtuală Java Virtual Squawk [36]

6.2.6 NI WIRELESS SENSOR NETWORK 4-CHANNEL, 16-BIT ANALOG INPUT NODE

NI WSN-3202 este un dispozitiv wireless de intrare, cu patru canale, low-power, care funcționează cu alte noduri NI WSN-32xx și gateway-uri pentru a forma o rețea de senzori wireless. Sistemul NI WSN constă din unul sau mai multe gateway-uri NI WSN, până la 36 de noduri NI WSN-32xx pe gateway-ul, și mai multe PC-uri sau controlere programabile (PAC), pentru a primi și analiza datele senzorilor distribuite. Când vă conectați WSN gateway-ul NI, aveți posibilitatea să utilizați un PC gazdă separată care rulează Windows, sau o PAC care rulează NI LabVIEW Real-Time, pentru a afișa rezultatele de măsurare, informații despre stare, și de a schimba NI WSN poarta de acces și NI WSN-3202 setările dispozitivului .

6.3 NOD DE MĂSURARE WIRELESS PENTRU INTEGRAREA UNUI SENZOR DE PRAF

Primul studiu de caz a fost de a crea un nod de măsurare wireless pentru integrare a senzorilor praf.

Particulele de diferite dimensiuni, în general, clasificate ca praf, sunt un factor important care afectează calitatea aerului în diverse scenarii în aer liber și în interior. Sisteme high-end sunt utilizate pentru aplicații în care cantitatea de praf ar trebui să fie ținute sub control strict.

În această secțiune am propus combinarea unui WSN și senzori inteligenți prin integrarea unui senzor de praf interferometru optic cu o platformă convențională de senzori în rețea printr-un modul de achiziție a datelor [38]. Sunt prezentate proiectarea sistemului și descrierea, precum și o evaluare experimentală într-un cadru de laborator. Rezultatele obținute sunt evaluate prin comparație cu un laser monitor calitate înaltă precizie aerului de 0,5 și 2,5 microni particule.

Rețele de dispozitive cu senzori wireless sunt utilizate pentru a monitoriza în mod colectiv și să difuzeze informații cu privire la o varietate de fenomene de interes [39]. Un dispozitiv de senzori wireless sau Mote este capabil de detectare, are o capacitate limitată de calcul, de prelucrare a semnalului și de stocare a datelor și de comunicații fără fir. Progresele în proiectarea de circuite integrate au condus la o reducere a dimensiunii, greutatea și costul de dispozitive cu senzori, cu o îmbunătățire în rezoluția acestora și exactitatea lor. În același timp, crearea de rețele fără fir moderne, de numărul mare de dispozitive cu senzori capabili wireless poate fi foarte folositoare pentru a atinge un obiectiv comun. La baza acestuia, un WSN are menirea de a permite măsurarea temporală și spațială mare a mediului înconjurător.

Implementarea acestui experiment a fost realizat prin arhitectura următorul sistem. Am propus un WSN format din noduri, date de relocare la sink. Un nod senzor wireless este format din trei părți: un bord Mote de achiziție de date, un senzor optic de praf și un bord de radio de prelucrare (figura 46).

IRIS XM2110 este placa principală de procesare radio, ce conține un ATmega 1281 8 bit MCU și un radio de transmisie-recepție IEEE 802.15.4 conform cu RF230 ce operează în banda de 2.4GHz pentru Industrie Știință și Scopuri Medicale (ISM).

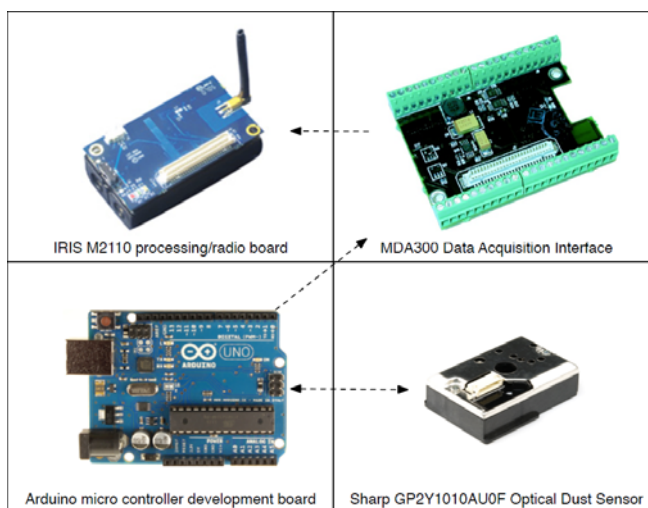


Figura 8 Configurația nodului

MDA300 [60] este o placă de achiziție date generică pe platforma IRIS. Acesta oferă canale analogice de intrare, intrare digital și canale de ieșire, relee și excitație senzor extern. Aceasta deschide o întreagă gamă de noi aplicații, cum ar fi procesul de control de la distanță.

Figura 9 ilustrează desfășurarea laborator experimental. Ca un sistem de referință, vom folosi DC1100 monitorizare a calității aerului Dylos care este un grad profesional contor de particule cu laser.

Oferă două canale, una pentru intervalul $0.5 \mu\text{m} - 2.5 \mu\text{m}$ cum ar fi bacterii și mușcăi și unul pentru particule mari, $2.5 \mu\text{m} - 10 \mu\text{m}$ cum ar fi polen și fum gros.

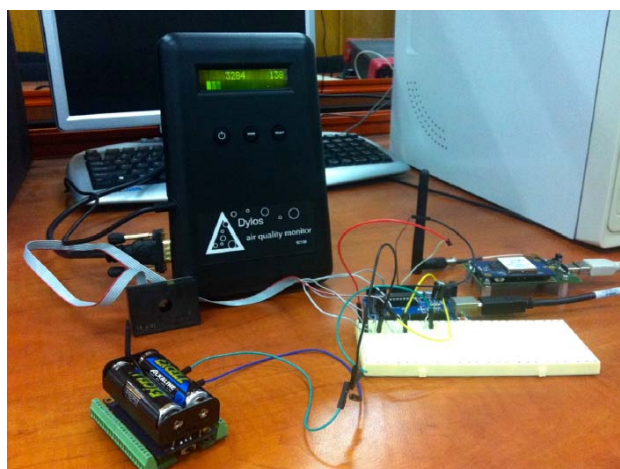


Figura 9 Implementarea în laborator a sistemului propus

În comparație, fișa tehnică a senzorului low-cost de praf, bazat pe principiul optic afirmă vag că se detectează particule de peste $1 \mu\text{m}$. Versiunea noastră include un conector RS-232 pentru a

comunica cu un software dedicat de logare pe PC-ul gazdă care înregistrează concentrația particulelor în fiecare minut pentru ambele canale. Dispozitivul este calibrat din fabrică și ne bazăm pe această calibrare pentru a efectua comparații la nodul nostru de măsurare. Unitatea de măsură implicită este un număr de mii de particule pe metru cub, care trebuie să fie convertite în miligrame pe metru cub. Pentru nodul wireless, aplicația folosită pentru monitorizare date este numit MoteView [83]. Datele de logare și de afișare sunt prezentate prin intermediul interfeței de utilizator MoteView. Software-ul este proiectat pentru a fi principala interfață între un utilizator și o rețea implementat de senzori wireless. Senzorul de date poate fi conectat la o bază de date care este stocată pe un PC gazdă, sau la o bază de date care rulează autonom. Un factor important de luat în considerare este faptul că valorile de tensiune sunt scalate pentru a se adapta la MDA300, gama de intrare de la 0 la 2V în comparație cu producția maximă saturată de senzorul de praf de 3,7.

Noi urmăm procedura de conversie [10]. Ipoteza ce o urmărim este:

- Particulele sunt sferice, cu o densitate de $1.65 \text{ E}12 \text{ } \mu\text{g}/\text{m}^3$;
- Raza particulelor mici este $.44 \text{ } \mu\text{m}$;
- Raza particulelor mari este $2.6 \text{ } \mu\text{m}$.

VALORILE DYLOS DC1100		
Canal	Mici	Largi
Media	666329	95512
Joase	68300	8000
Înalte	5157300	850900
Media mg/m^3	0.0139	0.4097
Minima mg/m^3	0.0014	0.0343
Maxima mg/m^3	0.107	3.64

Tabel 2 Valorile citite de Dylos DC1100

Formula pentru găsirea densității de masă din numărul de particule este:

$$c[\text{mg}/\text{m}^3] = \frac{n}{0.0283} \cdot \frac{4 \cdot \pi}{3} \cdot r^3 \cdot \rho \quad (7.1)$$

unde n este numărul de particule pe metru cub, r raza unei particule și p densitatea specifică a particulelor.

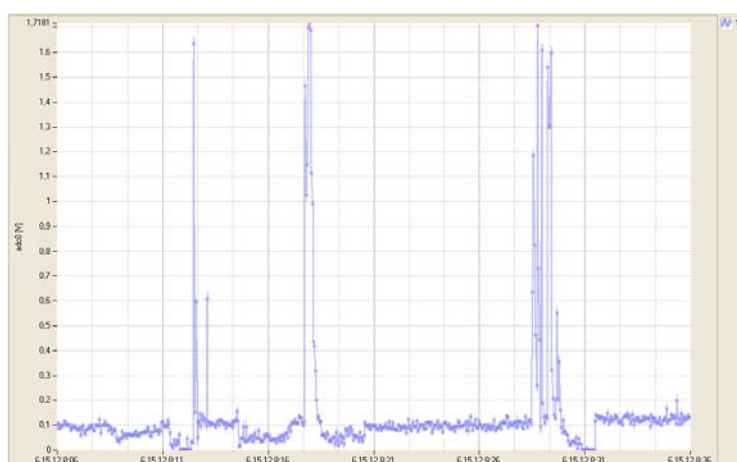
Prin urmare, tabelul de mai sus arată numărul de particule pe metru cub pentru canalele mic și mare de monitorizare a calității aerului în perioada experimentului. Valorile medii, joase și înalte pentru ambele canale sunt, de asemenea, convertite în mg/m^3 pentru a permite compararea cu maximele observate de senzorul de praf Sharp.

Principalul experiment pe care le-am efectuat a constat în monitorizarea continuă pe o durată de 30 minute cu rezultatele ilustrate în figura 48. În acest interval de timp am obținut 31 de probe de la echipamentul profesional și 632 de măsurători wireless de la nodul nostru, cu un interval de eșantionare de 3 secunde. Putem vedea că vârfurile sunt corect identificate de către nodul de măsurare care emite o valoare saturată de aproximativ 1.72V. Comparând aceasta cu caracteristica curbei de ieșire a senzorului în figura 49, am asimilat tensiunea de ieșire a sistemului nostru pentru o concentrație maximă de particule de $0,55 \text{ mg}/\text{m}^3$. Un fapt interesant este că, peste limita de saturație

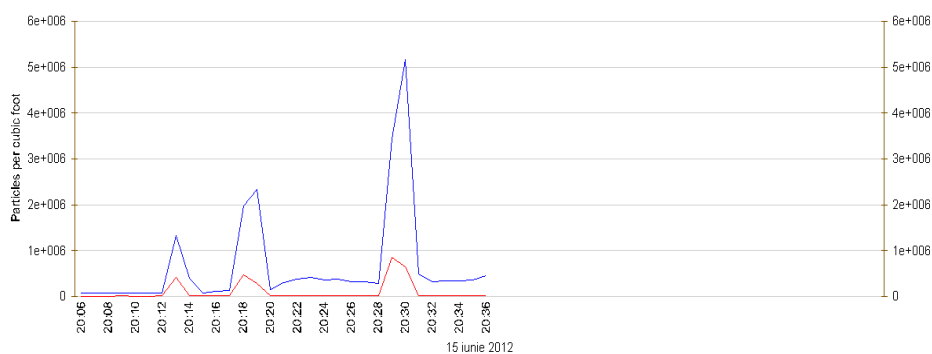
putem evalua încă concentrații mai mari de praf datorate lățimii prelungite a semnalului de ieșire de mare.

În practică, după primul eveniment de fum spike-ul din răspunsul senzorului pare oarecum izolat, iar pentru următoarele două experimente sunt mai multe similare citiri de mare valoare în intervalul de timp corespunzător.

Pentru a stabili o concentrație de referință de praf, alternăm perioade de echilibru cu evenimente generatoare de concentrație mare de particule sub formă de fum rezultate din arderea unei hârtii. Spike-urile din analiza datelor arată că răspunsul de ambele sisteme pentru astfel de evenimente este similar. Bază care este în creștere, certifică faptul că senzorul de praf pe care le folosim este sensibil la creșterea constantă a concentrației în suspensie rezultate din evenimente de ardere de hârtie. Tensiunea de referință a variat de la 0.05V la 0.15V în etapele ulterioare ale implementării.



(a)



(b)

Figura 10 Rezultatele de monitorizare de 30 Minute (a) Nod Wireless (b) Dylus DC1100

După această evaluare experimentală putem concluziona că testarea inițială a arătat rezultate promițătoare în ceea ce privește răspunsul și sensibilitatea senzorului de praf optic Sharp și, implicit, al nodului nostru de măsurare wireless.

În a doua configurați experimentală am conceput un sistem de monitorizare a prafului, prin proiectarea unei rețele distribuite de noduri, care constă din senzori inteligenți de detecție praf. Fiecare nod trebuie să funcționeze ca un dispozitiv Plug-and-Play, pentru a oferi timp minim de

întrerupere în rețea. Cu ajutorul microprocesoare încorporate în fiecare nod este posibil pentru ca fiecare senzor să trimită rezultatele măsurătorilor direct la un server în rețea.

Am obținut noi rezultate practice prin distribuind mai multe noduri, de la N_1 la N_n . Fiecare nod este un senzor inteligent de operare într-un mod Plug-and-Play și fiecare nod comunică la un server, printr-o rețea wireless prin utilizarea standardului IEEE 1,451.5-802.11.

Fiecare nod se conectează cu un senzor inteligent, și anume: un dispozitiv de detectare praf, modelul interfață traductor (TIM) și NCAP.

Fiecare nod a fost implementat cu ajutorul unui senzor de praf Sharp GP2Y1010AU0F, care se bazează pe principiul optic [65]. Senzorul a fost legat de un dispozitiv Sun SPOT (Sun Small Programmable Object Technology), care este un mote pentru rețele de senzori wireless open source (WSN) dezvoltat de Sun Microsystems. Dispozitivul este construit pe standardul IEEE 802.15.4 și pe Squawk Java Virtual Machine [64]. Acest lucru ne-a permis să folosim limbajul de programare Java pentru a controla achiziția datelor de la senzorul Sharp. Conexiunea de la SunSpot la server a fost făcută printr-o conexiune wireless standard.

Rezultatele experimentale au fost obținute prin utilizarea mai multor tipuri de praf: praf de nisip cu granulație mare, praf de ipsos și cenușă rezultată din fumat. Un alt detector de praf a fost folosit ca referință, bazat pe principiul gravimetric "D-RC80" – „Dispozitiv de prelevare automată pentru măsurători de praf gravimetrice”. Ieșirea senzorului este trimis prin SunSpot către server, unde am folosit programul LiveGraph pentru desenarea rezultatelor.

Am obținut următoarele rezultate, având ca referință sistemul gravimetric de detecție.

Tip de praf	Media rezultatelor cu configurația noastră	Media rezultatelor cu dispozitivul de măsurare gravimetric
Nisip	0.32 mg/m ³	0.36 mg/m ³
Ipsos	0.24 mg/m ³	0.4 mg/m ³
Fum țigară	0.123 mg/m ³	0.1 mg/m ³

Tabel 3 Comparatie rezultate cu detector gravimetric

Rezultatele experimentale prezentate în tabelul de mai sus au fost încurajatoare în ceea ce privește precizia măsurătorii optice, în comparație cu cele realizate cu un dispozitiv gravimetrică.

În conformitate cu acest experiment inițial am stabilit ca putem extinde și integra un nod senzor inteligent de praf într-o rețea de senzori inteligenți, în funcție de cerințele de aplicare și numărul de senzori necesari.

6.4 MONITORIZAREA PARAMETRILOR DE MEDIU IN FABRICAREA DE PIESE NANO ELECTRONICE

Al treilea studiu de caz a fost pentru monitorizarea parametrilor de mediu în fabricația de echipament nanoelectric.

În acest experiment am creat o rețea de senzori wireless de monitorizare și măsurare a parametrilor de mediu (particule de praf, umiditate și temperatură) care afectează procesul de

fabricație în industriile nanoelectronice. Pe baza sistemelor de achiziție de date, rețeaua obține date de la mai mulți senzori inteligenți (noduri) pentru a măsura și controla parametrii de mediu.

Am implementat un sistem prin folosirea a trei noduri, fiecare constând din circuite de prelucrare, un traductor și un dispozitiv wireless. Fiecare dintre aceste noduri comunică wireless cu un nod sink, așa cum se arată în figura 11.

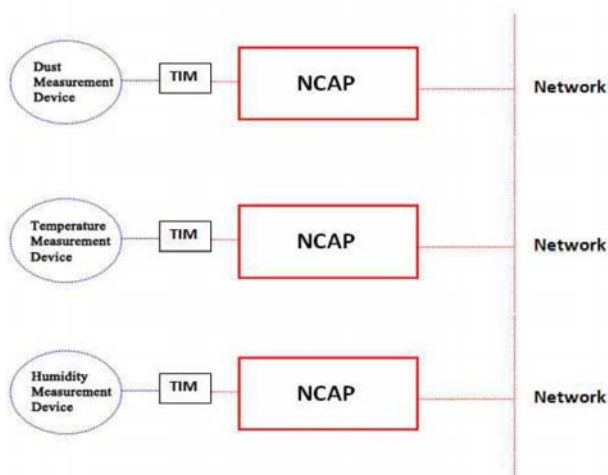


Figura 11 Senzori de praf, temperatură și umiditate

Am implementat [66] un sistem ce constă din 3 senzori: Senzorul de praf SharpGP2Y1010AU0F care este bazat pe principiul optic [77], senzorul LM35 pentru temperatură [78] și HIH 3605 pentru nivelul de umiditate [79] conectați cu sistemul de achiziție MDA 300 [76] de la Crossbow. Senzorii au comunicat prin transmisii wireless cu un (WSN) de la NI. Pentru a vizualiza rezultatele monitorizării și a crea grafice pe baza acestor rezultate, am folosit software-ul Mote-VIEW [80], care este proiectat pentru a fi o interfață ("nivel client") între un utilizator și o rețea implementată de senzori wireless.

Acești senzori radio comunică cu stația de bază wireless Memsic de Crossbow, care este programabil cu software MoteVIEW și poate comunica cu dispozitivele wireless de la NI.

Nodul de măsurare NI WSN-3202 este un dispozitiv fără fir, care oferă patru canale de intrare analogice de ± 10 V și patru canale digitale bidirecționale, care sunt configurate pe o bază canal de intrare, ieșire sinking sau sursă de ieșire.

Conectorul cu șurub-terminal cu 18 poziții oferă conectivitate directă la senzori și oferă o putere de 12 V, 20 mA la ieșire care este folosită pentru a alimenta senzorii care necesită alimentare externă.

Rețeaua de senzori wireless este formată dintr-o rețea de senzori wireless (WSN), bazată pe IEEE 802.15.4. Zigbee și obținerea datelor de la senzori în mod periodic cu o multiplexare selectabilă conform cu software NI de la Mote-VIEW. Performanța de măsurare a sistemului propus și a sistemului de monitorizare depinde în principal de senzori care sunt folosiți pentru a obține datele de mediu.

În MoteView, putem vedea o hartă a rețelei de motes, prin folosirea opțiunii Topology View din software. Această opțiune prezintă informații de plasare și părinți de toate motes din rețea, permițând

utilizatorului să definească și să vizualizeze o topologie implementată. Panoul frontal al aplicației utilizate pentru monitorizarea și măsurarea parametrilor de mediu este prezentată în figura de mai jos.

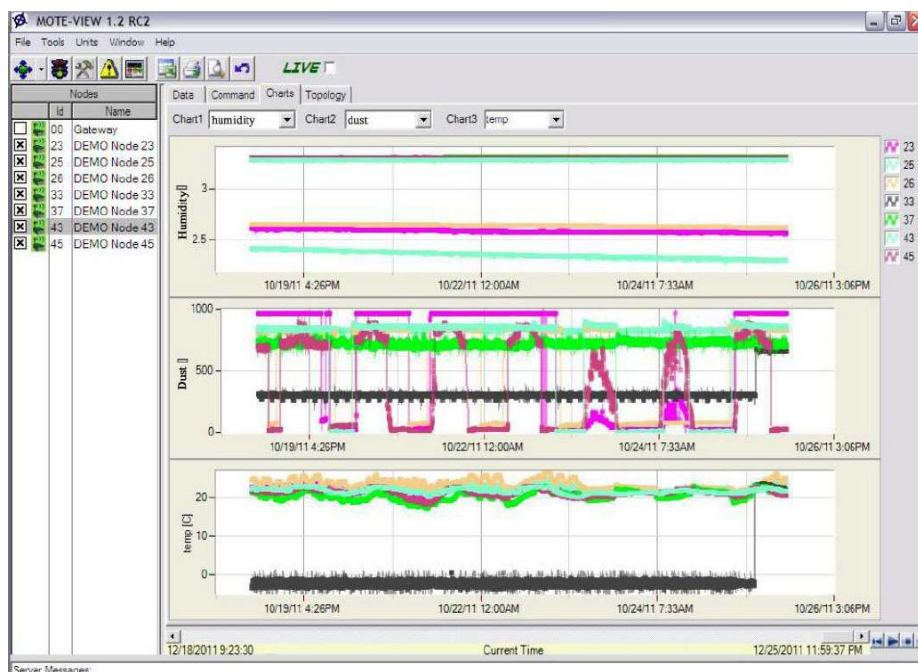


Figura 12 Panoul de vizualizare MoteView

După cum se poate observa, este afișat fiecare semnal de la senzor. Aplicația permite utilizatorului să stabilească limitele de variație pentru fiecare canal.

Rezultatele experimentale au fost obținute prin utilizarea mai multor tipuri de praf: praf de nisip cu granulație mare, praf de ipsos și fum de țigară. Un alt detector de praf a fost folosit ca referință, bazat pe principiul gravimetrică "D-RC80"[81], folosit ca sistem de măsurare de referință. Rezultatele obținute de senzor sunt trimise prin MDA300 către software-ul MoteView de pe server.

Rezultatele experimentale obținute prezentate în tabelul jos sunt încurajatoare din punct de vedere al preciziei de măsurare optice, în comparație cu cele realizate cu un dispozitiv gravimetric. Valorile medii au fost calculate pe baza 20 de măsurători.

După cum se poate observa, este afișată fiecare semnal de la senzor. Aplicația permite utilizatorului să stabilească limitele de variație pentru fiecare canal.

Rezultatele experimentale obținute prezentate în tabelul jos sunt încurajatoare din punct de vedere al preciziei de măsurare optice, în comparație cu cele realizate cu un dispozitiv gravimetric. Valorile medii au fost calculate pe baza 20 de măsurători.

Tip de praf	Media rezultatelor folosind configurația noastră	Media rezultatelor folosind dispozitivul de măsurare gravimetric
Nisip	0.3 mg/m ³	0.34 mg/m ³
Ipsos	0.29 mg/m ³	0.39 mg/m ³
Fum țigară	0.143 mg/m ³	0.1 mg/m ³

Tabel 4 Comparație rezultate sistem propriu vs dispozitiv gravimetric

Am realizat, de asemenea, teste cu alți doi senzori de umiditate și temperatură, care au trimis de date simultan la server și am obținut rezultate medii satisfăcătoare, având umiditate în jurul punctului 27%, iar temperatura de aproximativ 22 ° C.

Din experimentul de mai sus am reușit să propunem un nou sistem de măsură pentru monitorizarea și controlul parametrilor de mediu, mai util decât dispozitivele disponibile clasice, pentru că am folosit tehnici wireless, computer micro-embedded, interfețe A/D și acest lucru dă o mai mare flexibilitate. Folosind acest sistem la o scară mai largă putem obține măsurători mai precise, performanță și versatilitate.

6.5 REȚELE DE SENZORI WIRELESS PENTRU UN SISTEM DE DETECȚIE INCENDII FORESTIERE

În al patrulea sistemul experimental am propus o nouă aplicație pentru rețele de senzori wireless pentru un sistem de detectare a incendiilor forestiere.

Am folosit un sistem WSN format din noduri senzori, gateway-uri (routere), precum și un computer pentru monitorizare, bazat pe protocolul ZigBee și software-ul Moteview. Nodurile senzori au fost echipate cu microprocesoare cu capacitate de prelucrare mică. Ele au fost distribuite aleator în pădure și în zonele din apropiere pentru a colecta parametri de monitorizare a incendiilor, cum ar fi fumul, umiditatea relativă și temperatura atmosferică.

Datele colectate sunt transmise către cluster head de un nod obișnuit (figura 13). Un cluster-head se ocupă în principal de colectarea datelor și transmiterea de pachete de date. Prin intermediul acestuia, datele colectate de noduri obișnuite din cluster poate fi colectate și transmise la cel mai apropiat coordonator de rețea și pachete de date transmise de coordonatorul rețelei poate fi transmise prin broadcast către grupuri conexe [82].

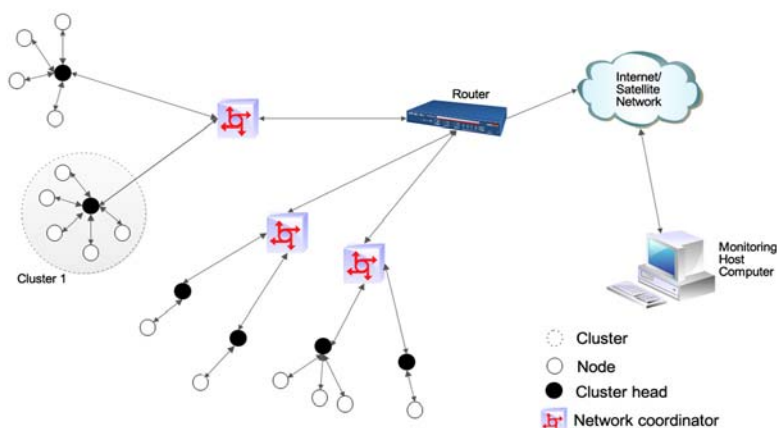


Figura 13 WSN pentru detecție incendiu

Coordonatorul rețelei se ocupă în principal cu funcțiile de bază de management de rețea, cum ar fi configurația de rețea, echipamente de înregistrare și de control al accesului. Datele pot fi transmise la routere wireless. La primirea de date, routere stabilesc o bază de date locală și apoi transmit datele la computerul de monitorizare prin internet, care oferă o bază de decizie pentru departamentele de prevenire a incendiilor forestiere [82].

Am sugerat folosirea unui traductor numit FIRERAY ® 5000, cu interfață și dispozitiv wireless ce va acționa ca un nod într-un sistem. Am sugerat, de asemenea, alte două noduri bazate pe traductoare LM35 de temperatură și CAS 3605 de umiditate. Interfața de achiziție de date a fost MDA 300 de la Crossbow și acești senzori comunica fără fir la rețele de senzori wireless NI de la dispozitivele de instrumente Crossbow (Nod și stația de bază), așa cum se arată în Figura 14. Se obține aceeași calitate și precizie ca sisteme de măsurători tradiționale cu fir, dar cu o flexibilitate sporită, costuri mai mici, precum și abilitatea de a crea sisteme WSN inteligente bazate pe software-ul MOTEVIEW [83].

Fiecare nod a fost implementat folosind un senzor de fum FIRERAY 5000, care se bazează pe principiul dispersiei optice și ca senzor pentru umiditate am folosit CAS 3605 și pentru temperatură LM35. Rețeaua este formată din 3 noduri pentru achiziție de date MDA300 cu NI WSN-3202 pentru praf, temperatură și umiditate.

Rezultatele simulării au fost încurajatoare și fezabile pentru utilizare într-un sistem de stingere a incendiilor într-o pădure sau altă aplicație similară. Acești senzori vor trimite o alarmă preventivă pentru autoritățile care sunt răspunzătoare să ia măsurile adecvate atunci când este detectat un incendiu.

Pentru această aplicație am folosit un WSN folosind software-ul: MoteView și protocolul Zigbee.



Figura 6 Stația de bază wireless

6.6 WSN PENTRU DETECTAREA PARTICULELOR DE PRAF DIN AER

În al cincilea experiment am monitorizat emisia de particule de praf pentru un termen lung, prin utilizarea Dylos DC1100 și am comparat rezultatele obținute cu un WSN proiectat de noi. Am creat și implementat un senzor inteligent de rețea pentru aplicații de monitorizare a prafului, temperaturii, umidității și presiunii atmosferice. Această rețea de senzori inteligenți poate fi setată în condiții de interior sau exterior. O arhitectură de sistem generic se propune, împreună cu o analiză a celor mai bune strategii potrivite de rutare în rețele de date, cum ar fi centrate WSN. Hardware-ul este prezentat sub forma unui plăci de extensie dedicată pentru MEMSIC IRIS și considerații specifice

privind integrarea pentru patru tipuri de traductoare cu noduri senzor. Rezultatele obținute sunt evaluate atât din punct de colectare a datelor cât și din perspectiva unui nivel de rețea în legătură cu un sistem de referință, în scopul de a evalua caracterul adecvat al sistemului propus.

Rezultatele obținute de Dylos DC1100 sunt următoarele:

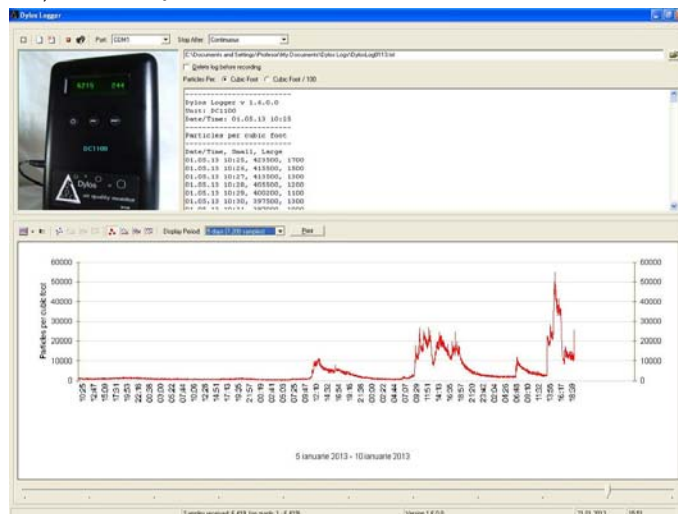


Figura 15 Graficul de monitorizare particule mari pentru 5 zile

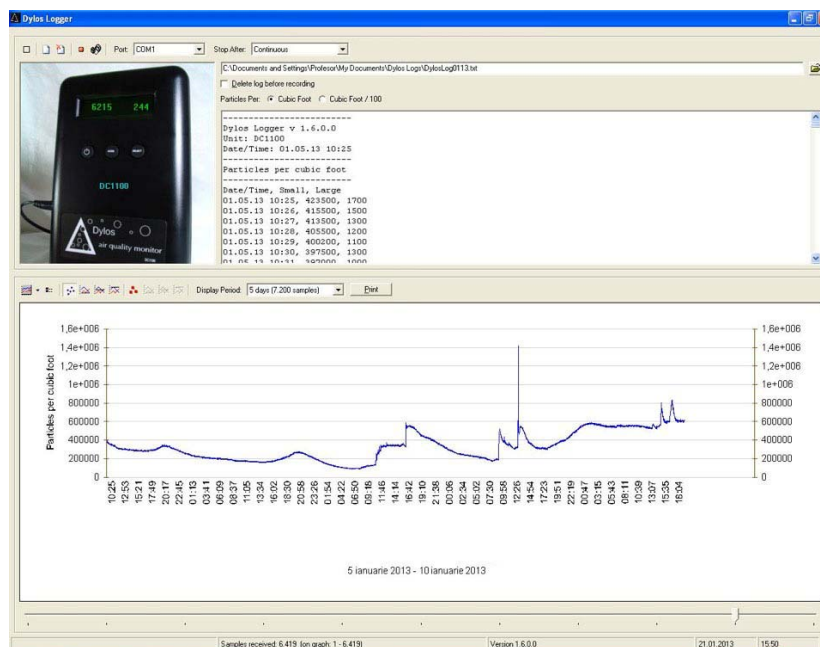


Figura 16 Graficul de monitorizare particule mici pe 5 zile

Monitorul de Dylos a fost de configurat să lucreze într-o încăpăre de laborator din cadrul UPB, în momente diferite: când elevii au participat la cursuri și, de asemenea în momentul în care laboratorul era gol. Rezultatele de mai sus obținute de Dylos arată că, atunci când laboratorul este gol nivelul de praf este scăzut și atunci când elevii intră în laborator există o creștere a concentrației de praf.

Pe de altă parte, rezultatele obținute prin senzorul de praf integrat arată o reacție similară. Observăm, de asemenea, o fluctuație în cazul în care elevii intră în camera de laborator. Putem

concluziona că senzorul de praf integrat are o precizie similară cu monitor Dylos și poate fi utilizat ca un dispozitiv de succes și robust pentru măsurarea prafului.

A monitorizat particulele mici și large cu Dylos DC1100 pentru o zi în laborator..

Am obținut următoarele rezultate:

Canal	Mici	Mari
Valoarea minimă (particule/ft³)	80400	200
Valoarea maximă (particule/ft³)	288300	6000
Valoarea medie (particule/ft³)	166116,9	1323,5
Valoarea minimă (mg/m³)	0,019525	0.0002148
Valoarea maximă (g/m³)	0,030964	0.000644
Valoarea medie (g/m³)	0,024442	0.0001421

Tabel 5 Rezultatele monitorizării Dylos DC1100

Prin monitorizarea cu configurația noastră WSN am obținut următoarele rezultate.

	Particule
Valoare minimă (mg/m³)	0,01882
Valoarea maximă (g/m³)	0,03118
Valoare medie	0,02444

Tabel 6 Rezultatele monitorizării prin WSN

Topologia rețelei de senzori wireless are 2 noduri și un gateway.

Rezultatul obținut pentru canalul mici particule de Dylos DC1100 este arătat în figura 17.

Graficul arată o scădere a concentrației de praf în timp. Considerăm că acest lucru se datorează faptului că nimeni nu a intrat în camera de laborator, de la începutul experimentului până la sfârșitul lui.

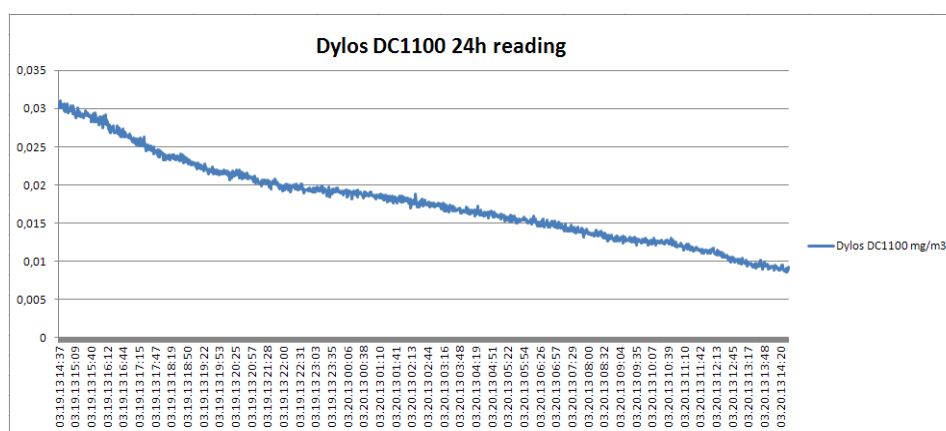


Figura 17 Graficul pentru monitorizarea concentrației de praf prin Dylos DC1100

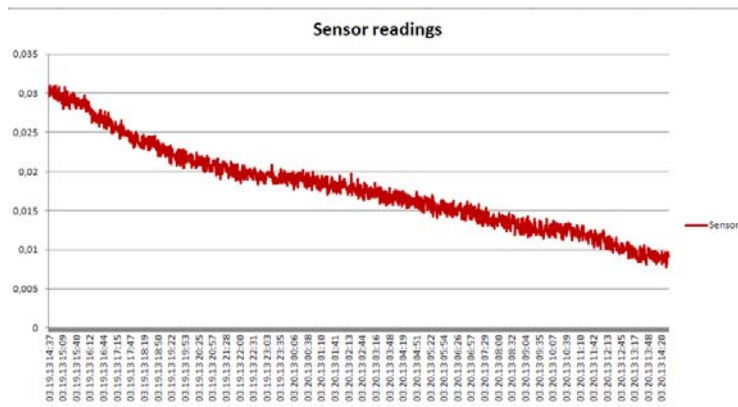


Figura 19 Graficul pentru monitorizarea concentrației de praf prin WSN

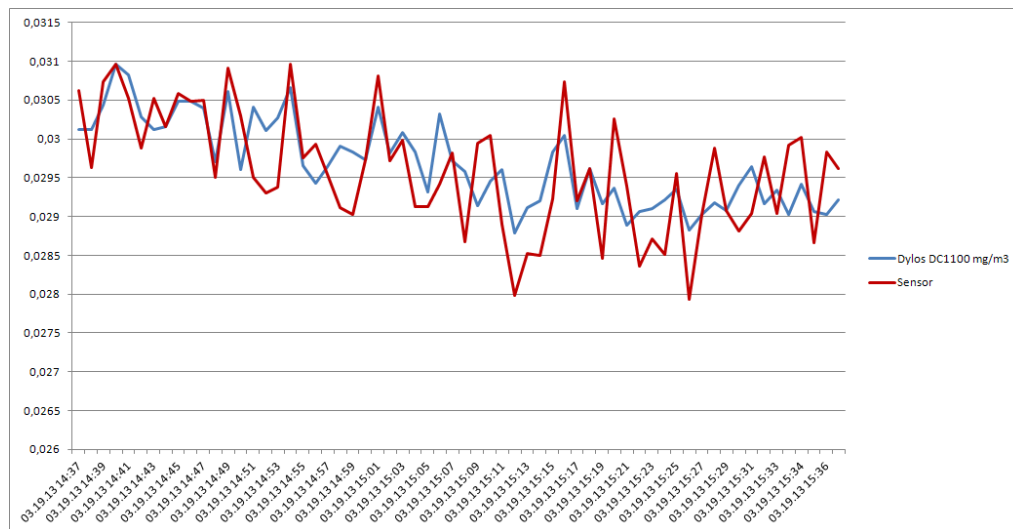


Figura 20 Rezultatele monitorizării Dylos DC1100 pentru particule mici vs rezultatele obținute de senzorul nostru integrat pentru măsurători de 2 ore

6.7 PLACA DE ACHIZIȚIE MDA DCX3060CB

Am creat o placă de achiziție pentru WSN, numită MDA DCX3060CB. Am folosit această placă pentru a integra un singur nod cu diferiți traductori pentru parametrii de mediu: temperatură, umiditate, concentrație praf etc. MDA DCX3060CB este ilustrat în figura 19 și a fost creat în laboratoarele UPB.



Figura 20 MDA DCX3060CB

Placa de achiziție MDA DCX3060CB este construită pe MDA 100 și are un termistor de precizie, un senzor de lumina / fotocelula, și domeniul general de prototipuri. Zona de prototipuri suporta conexiune la toate cele opt canale de analogice Mote la un convertor digital (ADC0-7), ambele porturi seriale USART și autobuzul comunicații digitale I2C. Zona prototipuri are, de asemenea, 45 de slot-uri neconectate, care pot fi utilizate pentru alte circuite.

6.8 DESIGN DE PROIECT WSN PENTRU MONITORIZAREA PRAFULUI, UMIDITĂȚII ȘI TEMPERATURII ÎNTR-O CAMERĂ ÎNCHISĂ PENTRU CALIBRARE

Am creat o placa de achiziție de date pentru o WSN, pe care am numit-o MDA DCX3060CB. Am folosit acest program pentru a integra un nod cu diferite traductoare pentru mai mulți parametri de mediu (temperatura, umiditate, concentrația de praf, concentrația de gaz etc). MDA DCX3060CB este ilustrat în figura 20 și figura 21 (cu IRIS M2110), și a fost conceput în laboratoarele UPB

Am creat un WSN ca în figura 22 pentru a monitoriza praful, umiditatea și temperatura folosind o cameră închisă dotată cu un ventilator (Testing Chamber Ventilator).

Am creat o sursă de praf, sursă de umiditate, sursă de temperatură conectată la camera închisă. Toate aceste surse sunt controlabile și pot fi obținute variațiuni conform necesităților ca în figura 21.

Am creat și trei noduri pentru măsurarea parametrilor de mediu. Fiecare nod constă dintr-un detector de praf optic tip Sharp GP2Y1010AU0F și Syinei PPD42NS, TIM conectate prin MDA DCX3060CB (dispozitiv achiziție date – PUB) și placă procesare/radio tip IRIS M2110 ca în figura 20. Nodul pentru detecție umiditate constă în senzorul de umiditate Sensirion SHT11, conectat prin MDA DCX3060CB (dispozitiv achiziție date – UPB) și placă procesare/radio tip IRIS M2110. Nodul pentru detecție temperatură constă dintr-un senzor de temperatură Sensirion SHT11, conectat prin MDA DCX3060CB și o placă procesare/radio tip IRIS M2110.

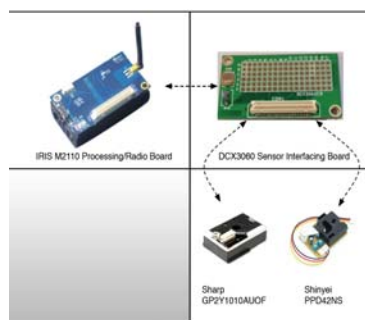


Figura 21 Design pentru nod detecție praf

Folosind design-ul din figura 21 putem controla praful, umiditatea, temperatura de la fiecare sursă și putem face experimente de monitorizare pe termen lung pentru a afla relația dintre acești parametri, putând face de asemenea o calibrare pentru fiecare senzor. Cu această rețea, putem integra mai multe tipuri de senzori pentru a face o comparație între rezultatele obținute de la aceștia, în special pentru praf, putem folosi un dispozitiv optic de praf, dispozitiv triboelectric sau dispozitiv

piezoelectric, pentru a studia timpul de răspuns, precizia și performanța, pentru a înțelege care este mai potrivit pentru o aplicație specifică.

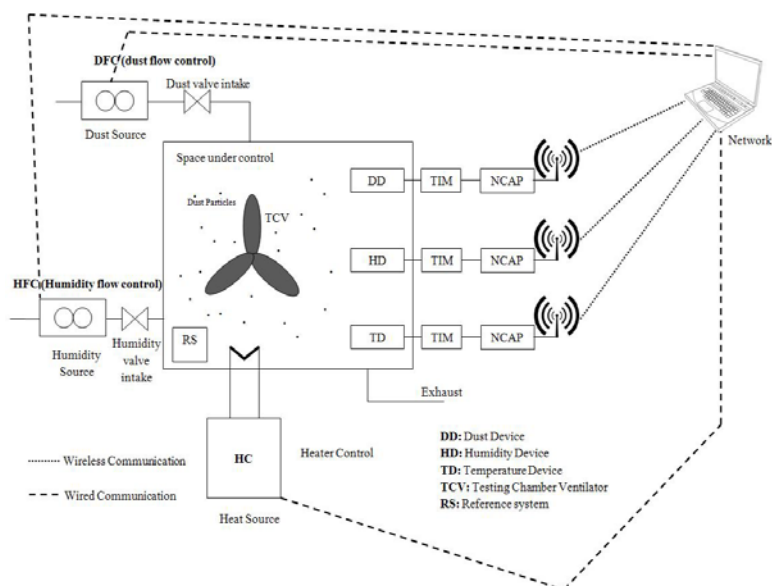


Figura 22 Design pentru cameră închisă pentru controlul parametrilor de mediu

Capitolul 7

7. CONCLUZII, CONTRIBUȚII PERSONALE ȘI NOI DIRECȚII DE DEZVOLTARE

Scopul acestei teze a fost de a studia tehnicile și aplicațiile de măsurare a prafului. Pentru acest studiu am trecut în revistă cele mai recente cercetări din domeniul măsurării prafului cu particule de diferite dimensiuni, aplicate în diferite domenii, de la cercetarea medicală până la explorarea spațiului.

Am proiectat și evaluat mai mulți senzori inteligenți pentru măsurarea prafului, luând în considerare domeniul de aplicare utilizatorului final, prin combinarea informaticii și a cercetării ingineriei electrice. Am dezvoltat o nouă aplicație de rețele cu senzori wireless care pot fi ușor puse în practică de către utilizatorii finali și care să le permită să aibă capacitatea de a colecta diverse date de la senzori pe teren.

Pentru a sprijini partea practică, am făcut mai întâi o cercetare teoretică solidă, în scopul de a alege soluțiile adecvate pentru obiectivele mele.

Am dezvoltat o nouă metodă de a integra senzori fără fir de praf în rețele de senzori wireless, folosind software-ul specializat și diferite protocoale wireless standard în industrie. Procesul și instrumentele de dezvoltare a fost prezentat și testat. Pentru a evalua rezultatele noastre, am folosit dispozitive de măsurare comerciale, ca o referință. Rezultatele obținute au arătat doar o mică diferență față de dispozitivele de referință. Acest lucru a dovedit că rețeaua noastră de senzori wireless poate fi implementată în situații reale, cu o performanță acceptabilă și rezultate precise.

Am observat că punctul slab în sistemele de monitorizare senzori este consumul de energie. În scopul de a realiza o rețea posibil senzori inteligenți, nodurile ar trebui să aibă un consum redus de energie și surse de energie regenerabile, precum energia solară sau eoliană poate îmbunătăți ciclul de viață al sistemului. Am observat, de asemenea, că putem îmbunătăți în continuare ciclul de viață al sistemului, prin utilizarea tehnicilor de software care permite sistemului să funcționeze în modul sleep și modul on-line, în funcție de instrucțiunile de activare primite de la senzori inteligenți.

Am obținut în sfârșit un sistem care are un low-cost și este mult mai răspândită și scalabilă decât aplicațiile comerciale pentru măsurarea de praf, care sunt complexe, greoi și costisitor.

Contribuțiile personale și originale ale acestei teze sunt descrise mai jos:

- O cercetare multidisciplinară prin integrarea informatică, inginerie electrică și telecomunicații pentru a crea un senzor inteligent wireless;
- Am implementat o rețea generalizată de senzori wireless pentru monitorizarea mediului ce poate fi utilizată în cererile de asistență medicală, aplicații industriale de monitorizare, control și întreținere a infrastructurii;
- Am realizat o imagine de ansamblu asupra sistemelor de vârf folosite în monitorizare cu senzori wireless, prin măsurarea diferitelor tipuri de praf, într-o anumită zonă;
- Am stabilit că detectoarele de praf piezoelectrice sunt cele mai exacte, în special pentru explorarea spațiului, detectoarele triboelectrice sunt foarte precise pentru aplicații specifice cum ar fi conductele. Detectoarele cu senzori optici de praf sunt cele mai potrivite aplicațiilor noastre fiind mai ușor de utilizat. Detectoarele gravimetrice sunt modelul clasic dar sunt foarte greoaie și le lipsește scalabilitatea.
- Am folosit funcții specifice ale sistemului de operare TinyOS și software special conceput, pentru a monitoriza nodurile rețelelor de senzori wireless pentru diferite aplicații, în scopul de a crea un sistem scalabil și am găsit o soluție software eficientă pentru a putea pune în aplicare un sistem de monitorizare a prafului în viața reală;
- Am folosit 802.15.4-2006 IEEE și protocoalele ZigBee pentru aplicații practice, și am constatat că ZigBee este potrivit pentru distanțe mai mici și zone aglomerate, în timp ce IEEE 802.15.4-2006 este potrivit pentru distanțe mai lungi;
- Am implementat o rețea de senzori wireless într-un mediu interior și am evaluat fiabilitatea de achiziție de date pentru o perioadă de termen mediu, prin utilizarea mai multor interfețe;
- Am proiectat un sistem specific de stingere a incendiilor și am dovedit caracterul adecvat al soluției alese;
- Am aplicat rezultate la scară largă pentru a realiza o rețea de senzori wireless omniprezentă;
- Am evaluat și integrat un set de senzori potriviți pentru aplicație, constând din: senzori de particule / praf, temperatură și umiditate;
- Am realizat o integrare a senzorilor pentru detectarea particulelor cu o rețea de senzori wireless, care a fost bazat pe platforma IRIS;
- Am demonstrat performanța de senzori inteligenți integrați prin compararea rezultatelor noastre cu rezultatele obținute de un contor de particule cu laser profesionist;
- Am proiectat și programat rutine software de specialitate, la cele trei niveluri ale sistemului: nivel de nod, nivel de poarta de acces și serverul de nivel;

- Am proiectat un sistem de calibrare într-o incintă ce poate fi utilizat pentru testarea diferitelor tipuri de senzori de praf și alți parametri de mediu, cum ar fi umiditatea și temperatura

O dezvoltare de perspectivă pentru un nod de măsurare de praf este de a utiliza un senzor de particule Shinyei PPD4NS. O revizuire de documentația tehnică a subliniat faptul că, în unele situații, este mult mai precis și mai potrivit pentru anumite aplicații din cauza sensibilității sporite. De asemenea, pulsul din acest senzor funcționează într-un mod mult mai fiabil decât tensiunea de ieșire analogică a versiunii Sharp.

O altă perspectivă de viitor este de a face placa de dezvoltare microcontroler redundantă de punerea în aplicare a componentelor și modulelor TinyOS direct de pe placa de procesare Mote să se ocupe de sarcini citirea senzorului. Rolul său unic ca un intermediar în iterația curentă a sistemului poate fi îndepărtat și, astfel, să permită nodul să funcționeze independent.

Bibliografie

- [5] Kay Ramsey. *The Emergence of Triboelectric Technology. Pollution Engineering*. Auburn Environmental, Inc., September, 1998
- [7] ****. *Apex Instruments Dustalert 50*. 2010
- [9] Stuart Truebody. *The principles of dust emission monitoring, Environmental Process Analytics*. Environmental Process Analytics, 2005
- [10] F. Hauert and A. Vogl. *Measurement of Dust Cloud Characteristics in Industrial Plants*. Technical Report PL910695, Research Center for Applied System Safety and Industrial Medicine, January 1995.
- [12] ****. *Dylos DC1100 manual*. 2011
- [17] Sergey Y. Yurish. *Smart sensors for electrical and non-electrical, physical and chemical variables: state-of-the-art*. National University Lviv Polytechnic, UA, 1988
- [19] Huijsing J.H. *Smart Sensor Systems: Why ? Where ? How ?*, in *Smart Sensor Systems*, ed. by Gerard C.M. Meijer, John Wiley and Sons, Chichester, UK, 2008.
- [21] Thomson M and Stone, D.C. *Surface-Launched Acoustic Wave Sensors, Chemical Sensing and Thin Film Characterization*. New York Wiley and Sons, 1997
- [23] ****. *MDA300 Data sheet*, 2011
- [24] Sharp Corp., *GP2Y1010AU0F Compact Optical Dust Sensor Datasheet*, E4-A01501EN, 2007.
- [25] Carles Gómez, Josep Paradells, José E. Caballero. *Sensor everywhere wireless technology and solutions*, 2010
- [33] Ning Wu, Chengyin Liu, Yukun Guo, and Jianhua Zhang. *On-Board Computing for Structural Health Monitoring with Smart Wireless Sensors by Modal Identification Using Hilbert-Huang Transform*, *Mathematical Problems in Engineering* Volume 2013, Article ID 509129, 2013
- [36] JAVA Corporation, *SunSPOT Theory Of Operation manual*, 2009
- [38] S.Y. Seidel, T.S. Rappaport, *914 MHz Path-Loss Prediction Models for Indoor Wireless Communications in Multifloored Buildings*, *IEEE Transactions on Antennas and Propagation*, pp. 207-217, February 1992.

- [39] J. Pottie, W. J. Kaiser, "Wireless Integrated Network Sensors", Communications ACM, Vol. 43, No 5, pp. 551-558, May 2000.
- [57] IEEE 802.15.4. *Wireless Medium Access Control (MAC) and Physical Layer (PHY) Specifications for Low-Rate Wireless Personal Area Networks (LR-WPANs)*, May 2003
- [60] Grigore Stamatescu, Valentin Sgârciu and Sabin Stamatescu. *Pc-based system for level transducer interfacing*. In Proceedings of the 2010 First International Conference on Sensor Device Technologies and Applications, SENSORDEVICES '10, pages 89-93, Washington, DC, USA, 2010. IEEE Computer Society.
- [64] W. Merrill. *Where is the return on investment in wireless sensor networks?* Wireless Communications, IEEE, 17(1):4 -6, february 2010.
- [65] Guang-Zhong Yang. *Body Sensor Networks*. Springer, December 2007.
- [66] Walteneus Dargie and Christian Poellabauer. *Fundamentals of Wireless Sensor Networks: Theory and Practice (Wireless Communications and Mobile Computing)*. Wiley, May 2010.
- [68] Holger Karl and Andreas Willig. *Protocols and Architectures for Wireless Sensor*
- [77] Crossbow Inc. MTS-MDA Sensor Board User's Manual, revision a edition, June 2007.
- [78] Crossbow Technology Inc., *Data Sheet of Memsic Starter Kit*, 2007
- [79] Honeywell Corporation, *Data Sheet of Humidity Sensor HIH 3605*, 2005
- [80] National Instruments, *NI WSN 3202, the Programmable Measurement Node*. 2007
- [81] Durag Corporation. *Data sheet D-RC80 Automatic sampling device for Gravimetric Dust measurements, 2009*
- [82] Junguo ZHANG, Wenbin LI, Ning HAN, Jiangming KAN. *Forest fire detection system based on a ZigBee wireless sensor network*. Frontiers of forestry for China 2008, 3(3): 369–374, DOI 10.1007/s11461-008-0054-3
- [83] M. Turon. *Mote-view: A sensor network monitoring and management tool*. In *Embedded Networked Sensors*. EmNetS-II. The Second IEEE Workshop on, pages 11-18, may 2005.