

TELEMONITORIZAREA SISTEMELOR DE PRODUCERE A ENERGIEI UTILIZÂND SURSE REGENERABILE

Alexandru Tudor-George

alexandru_tudor_imst@yahoo.com

Universitatea Politehnica București, Facultatea IMST

Rezumat: Lucrarea abordează problema sistemelor de telemonitorizare, atât din punctul de vedere al sistemelor de monitorizare a pacienților, cât și al sistemelor de monitorizare a funcționării sistemelor de producere a energiei utilizând surse regenerabile (centrale fotovoltaice și turbine/ferme eoliene). Sunt introduse și utilizate noi paradigme, cum ar fi Internetul Obiectelor, M2M și Cloud Computing. În finalul lucrării, sunt prezentate trei exemple de sisteme de telemonitorizare a sistemelor de producere a energiei utilizând surse regenerabile și anume sisteme de monitorizare a centralelor fotovoltaice, turbinelor eoliene, fermelor eoliene offshore și un exemplu de utilizare a tehnologiei Cloud Computing în managementul centralelor electrice bazate pe surse regenerabile de energie.

Cuvinte cheie: telemonitorizare, Internetul Obiectelor (IoT), M2M, Cloud Computing, surse regenerabile de energie.

Abstract: The paper presents the problem of telemonitoring systems, both for patients telemonitoring and for remote monitoring of renewable energy power stations (PV power stations and wind turbines/farms). New paradigms are used, such as Internet of Things, M2M and Cloud Computing. At the end of the paper, we present three examples of remote monitoring systems for renewable energy sources power plants: systems for monitoring PV power plants, wind turbines, offshore wind farms and an example of using Cloud Computing technology for the management of renewable energy-based power stations.

Key words: telemonitoring, Internet of Things (IoT), M2M, Cloud Computing, renewable energy sources.

1. Introducere

Telemonitorizarea funcționării sistemelor tehnice a evoluat în ultimii ani ca urmare a influenței exercitate de două categorii de factori. Prima categorie o constituie însăși evoluția obiectelor conduse caracterizată în principal prin:

a) apariția de noi tipuri de procese care necesită sisteme de telemonitorizare adecvate și

b) gradul sporit de complexitate a proceselor și cerințele în continuă creștere privind indicatorii de calitate urmăriți (în special eficiența proceselor, cerință vitală în condițiile accentuării competiției și, mai de curând, siguranța în funcționare pentru a nu afecta negativ calitatea mediului). A doua categorie de factori de influență o constituie dezvoltările metodologice și mai ales cele legate de avansul Tehnologiei Informației și Comunicațiilor. Rând pe rând, noi metodologii și tehnologii au fost considerate și înglobate în sisteme de conducere din ce în ce mai perfecționate și sofisticate. Efectul acțiunii simultane a celor două categorii de factori de influență menționați mai sus a permis crearea unor efecte sinergice atât pentru producătorii de tehnologii informatice, cât și pentru cei care se ocupă de exploatarea instalațiilor industriale.

În contextul schițat mai sus, lucrarea își propune o încercare de abordare modernă și holistică a problemei prezentării unor sisteme moderne de telemonitorizare. Într-adevăr, se abordează noi tipuri de instalații industriale (de producere a energiei fotovoltaice și eoliene) și se folosesc paradigme informatice moderne (Internetul Obiectelor, M2M și Cloud Computing).

2. Telemonitorizare

2.1 Telemonitorizarea sistemelor tehnice

În cadrul sistemelor tehnice de conducere automată, trebuie îndeplinite funcții de supraveghere care servesc pentru a indica anumite stări nedorite ale procesului și pentru a permite luarea unor măsuri corespunzătoare în scopul asigurării funcționării normale a procesului și evitării producerii unor pagube sau accidente. Aceste funcții realizează monitorizare, protecție automată și supervizare cu diagnoza incidentelor (avariilor) [1].

Monitorizarea procesului are ca scop preluarea în permanență a semnalelor provenite din

proces sau de la sistemul de comandă, recunoscând și indicând anomaliile în comportament. În această definiție, monitorizarea este limitată la funcțiile de achiziție a informațiilor, arhivare, etc. fără să acționeze nici asupra procesului, nici asupra sistemului de comandă. Monitorizarea are deci un rol pasiv vis-a-vis de sistemul de comandă și de procesul deservit.

Întreținerea echipamentului tehnic sau al instalațiilor monitorizate nu implică numai operațiunea propriu-zisă de întreținere, ci și pe cea de depanare, control, măsurare și evaluare a stării în care se află echipamentul/instalația, asigurând buna funcționare pe perioade extinse de timp. Scopul monitorizării funcționale este acela de a diagnostica starea de funcționare sau de avariere a echipamentelor. Diagnoza funcțională implică măsurarea parametrilor funcționali necesari funcționării corecte și eficiente.

Telemonitorizarea funcțională este un concept de diagnosticare apărut recent, bazat pe tehnologiile Web, conceput pentru a integra diagnosticarea sistemelor într-o infrastructură rețelizată (Intranet sau Internet). Această abordare impune sistemelor de achiziție a datelor să fie compatibile cu majoritatea senzorilor uzuali. La bază, tehnologia realizează o conexiune stabilă între un dispozitiv wireless (GPRS/CDMA) și protocolul de Internet TCI/IP, achiziția de date fiind făcută în timp real, datele achiziționate fiind stocate în baze de date, putând fi accesate, descărcate sau validate ulterior de utilizatori cu privilegii de acces, oriunde și oricând.

Datorită extinderii rapide a dimensiunilor, complexității și eterogenității rețelor de comunicații, acestora li se impune un management eficient (spre exemplu, folosirea optimă a lățimii de bandă și o exploatare completă a posibilităților, ținând cont de aplicația care este dezvoltată).

Dintr-o perspectivă de design, monitorizarea în timp real poate determina deficiențe, putând acționa în scopul eliminării efectelor negative produse de acestea [2], informațiile astfel preluate putând fi prelucrate de producătorii/furnizorii de echipamente pentru a îmbunătăți calitatea produselor și serviciilor.

Monitorizarea la distanță reduce timpul de răspuns pentru operații de întreținere, depanare sau optimizare, în special când echipamentul monitorizat se află instalat în zone izolate. În acest fel, costurile sunt reduse, iar durata de funcționare a echipamentului crește.

În Figura 1 este reprezentată schema bloc al procesului de achiziție Web a datelor.

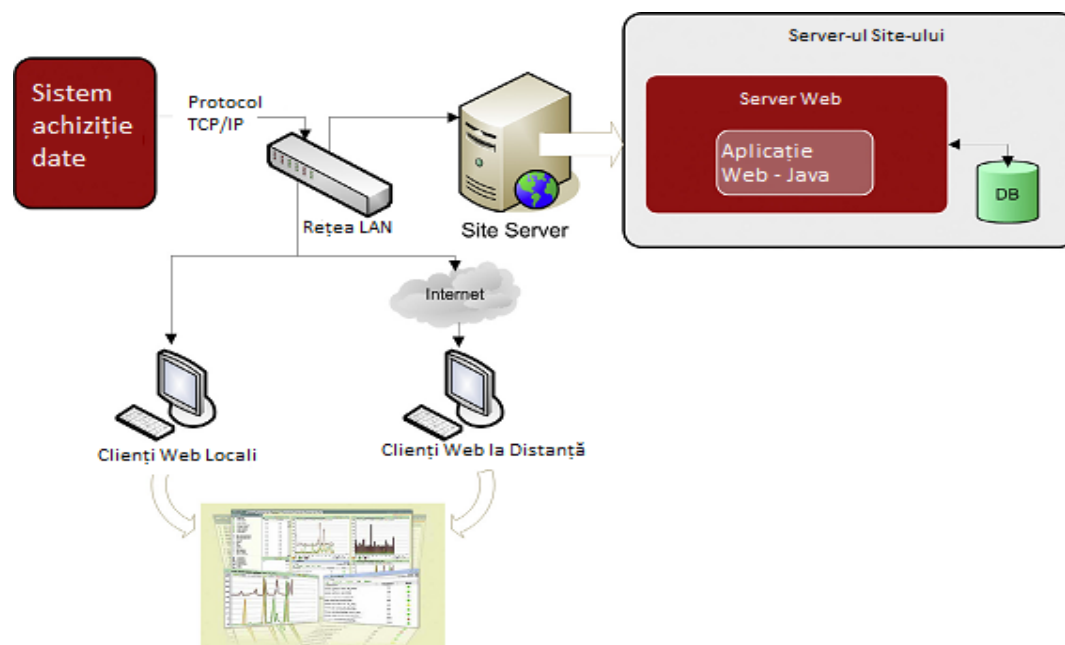


Figura 1. Diagramă bloc a procesului de achiziție de date [3]

De regulă, sistemul de achiziție a datelor comunică prin intermediul protocolului TCP/IP cu o rețea locală (LAN). Informațiile furnizate sunt preluate de un Server Web și stocate într-o bază de date. Pe Server se află o aplicație realizată în limbajul de programare Java sau în alt limbaj care

interpretează valorile din baza de date în forma cerută de utilizatori (numerică, tabelară, de diagramă etc.). Întreg sistemul face schimb de informații cu Internetul, permițând utilizatorilor conectați local (intranet) sau la distanță (Internet), să aibă acces la date prin intermediul aplicației Java și al unui navigator de Internet.

2.2 Telemonitorizarea pacienților

Telemonitorizarea poate fi definită generic ca o practică medicală care implică monitorizarea la distanță a pacienților care nu sunt în aceeași locație cu cea a furnizorului de servicii medicale. În general, un pacient poate dispune de o serie de dispozitive de monitorizare la domiciliu, rolul acestora fiind acela de a transmite furnizorului o serie de informații prin telefon, fiind un mod convenabil de a evita transportul, permițând pacienților să realizeze o serie de practici medicale elementare. În principal, telemonitorizarea pacienților se face pentru: presiunea arterială, pulsul, greutate, nivelurile hemoglobinei și glucozei din sânge, fiind capabilă să ofere informații despre semnele vitale.

În funcție de severitate, serviciul medical poate verifica statisticile zilnic sau săptămânal pentru a determina cursul tratamentului.

O provocare pentru telemedicină o reprezintă bolile cronice cum ar fi cele cardiovasculare, respiratorii sau de diabet, care continuă să impună provocări de lungă durată pentru aproape toate sistemele de îngrijire medicală, necesitând schimbări fundamentale în managementul și modul de distribuire a tratamentelor [4, 5].

Telemonitorizarea de acasă (Home Telemonitoring) reprezintă un progres pentru pacienții care suferă de boli cronice, aceștia putând fi monitorizați de acasă de medici în mod frecvent, pe perioade lungi de timp, fără necesitatea de spitalizare [6, 7]. Telemonitorizarea de acasă este o formă particulară a telesănătății (telehealth), care se bazează pe dispozitive și tehnici de comunicare la distanță (precum dispozitive de telemetrie, senzori inteligenți, tehnologie portabilă sau atașată pe corp) pentru transmiterea periodică a simptomelor, fiziologiei și informațiilor referitoare la boala cronică, de la domiciliul pacienților la centrul de suport decizional clinic [6,8].

Există o serie de avantaje atât pentru pacienți, cât și pentru centrele medicale.

Pentru centrele medicale, telemonitorizarea este un mod eficient de a obține informațiile necesare de la pacienți într-un timp scurt. Acest mod rapid de obținere a informațiilor este de asemenea relevant în cercetările medicale, deoarece o cantitate mare de informații poate fi obținută și înregistrată fără efort. Telemonitorizarea este utilă pacienților deoarece aceștia pot primi feedback de la furnizorul de servicii medicale pe baza statisticilor semnelor vitale, mai des decât în alte cazuri. În acest fel, pacienți devin mai implicați în propriul tratament, dezvoltând o conștientizare rațională asupra potențialilor factori care influențează pozitiv sau negativ statisticile referitoare la starea lor de sănătate.

Pentru administrarea într-un mod eficient al unui sistem de monitorizare conectat la o rețea din cadrul unei instituții medicale, un sistem de monitorizare în timp real pentru situațiile critice (CCU – Critical Care Units) poate funcționa în interiorul spitalului prin intermediul unei conexiuni locale (LAN), dispunând și de o conexiune între spitale, asigurată prin intermediul unei rețele de arie largă (WAN), P2P sau chiar prin Internet.

În Figura 2 este reprezentată schema generică a unui asemenea sistem. La nivelul de bază, instrumentele de monitorizare și stația PC dispusă la marginea patului de spital (Beside Bed Computer – BCC) comunică în principal printr-o magistrală de date medicale (Medical Information Bus - MIB) [9]. Acest standard pentru achiziții de date medicale dirijează modul de transmitere al datelor de la fiecare dispozitiv de monitorizare către controller-ul de comunicații poziționat la marginea patului (Bedside Bed Communication Controller). În cazul apariției unui defect, sistemul permite de asemenea legătura directă între BCC și dispozitivul de monitorizare printr-un sistem de

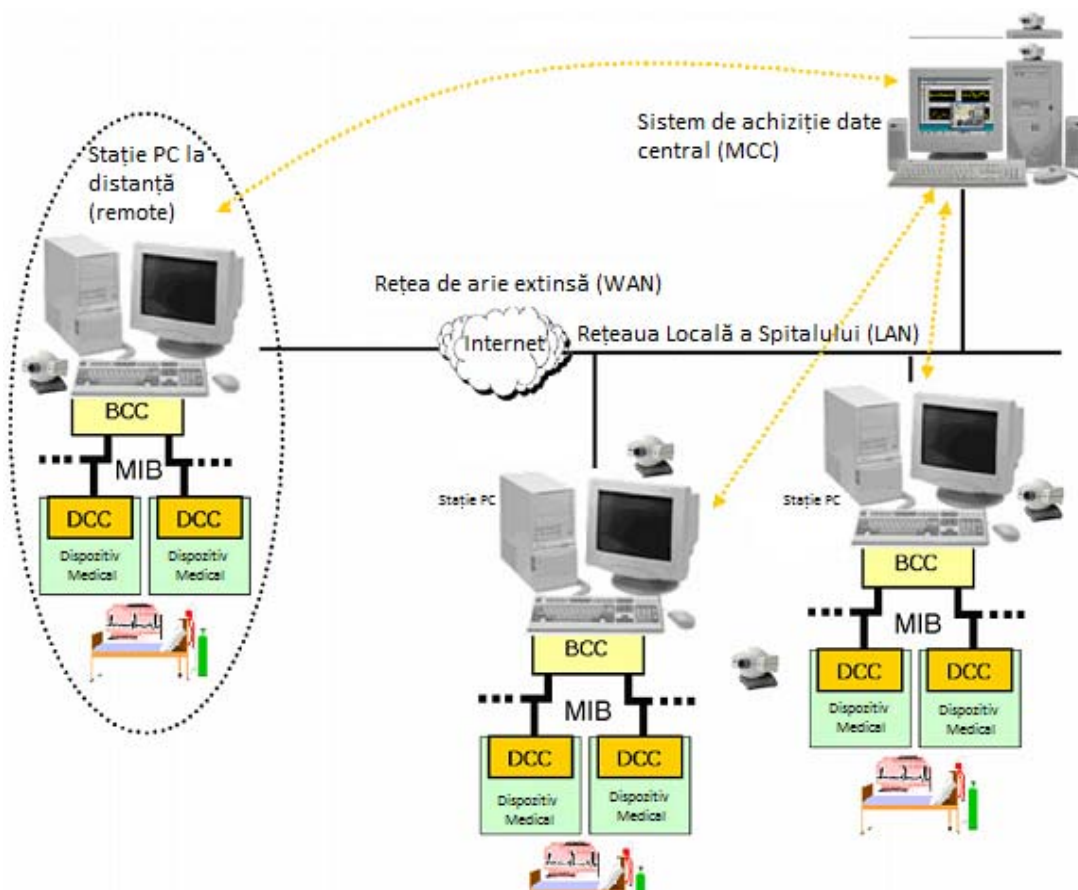


Figura 2. Schema generică a unui Sistem pentru Telemonitorizarea Pacienților [9]

achiziții de date (DAS - Data Acquisition System), care este folosit pentru a înlocui funcțiile magistralei de date MIB. Legăturile directe dintre MIB-BBC sau BBC-DCC (Device Communication Controller, interfața de ieșire a dispozitivelor de monitorizare) sunt guvernate de un protocol care utilizează MDDL (Medical Device Data Language) și porturi Infraroșu RS-232 drept conectori fizici. Într-un CCU, BBC ar reprezenta în mod esențial starea pacientului, având rolul de a transmite atenționări în cazuri de urgență. Partea superioară a Figurii 2 reprezintă sistemul central care va fi localizat într-o cameră de control din centrul de asistență a personalului medical, care analizează cazul pacientului. Comunicarea dintre sistemul central (BBC) și baza de date este stabilită prin mijloace rețeliste, care sunt valabile în spitale prin protocolul TCP/IP.3.

3. Noi paradigme utilizate în telemonitorizare

3.1 Internetul Obiectelor (Internet of Things - IoT)

Internetul Obiectelor este definit ca o infrastructură rețelistică globală, care face legătura între dispozitive fizice și virtuale prin exploatarea datelor și a capacităților de comunicare. Această infrastructură include tehnologii rețeliste și de Internet actuale și în curs de cercetare și dezvoltare, oferind posibilitatea de identificare a obiectelor și senzorilor, extinzând capacitățile de dezvoltare a serviciilor de cooperare și a aplicațiilor. Acestea vor fi caracterizate printr-un grad mare de autonomie în capturarea datelor, a transferului evenimentelor, conectivitate la rețea și interoperabilitate. Termenul de Internet al Obiectelor a fost introdus în 1999 de Kevin Ashton [10]. La începutul definirii acestui concept, dispozitivele de identificare prin frecvență radio RFID au fost considerate viitoarele dispozitive care vor folosi această tehnologie. Estimările statistice preconizează că 26 de miliarde de dispozitive vor folosi IoT până în anul 2020 [11].

Dintr-o formă conceptuală, IoT este construit pe 3 piloni, care fac referire la abilitatea obiectelor inteligente de a fi identificate (orice obiect se poate autoidentifica), de a comunica (orice

obiect comunică) și de a interacționa (orice obiect interacționează) - fie doar între obiecte discrete, fie între rețele de obiecte interconectate, fie cu utilizatori sau alte entități din rețea. Tehnologiile în curs de dezvoltare și soluțiile pentru deschiderea acestor noi orizonturi sunt un principal obiectiv pentru IoT [12].

Paradigma IoT [13] se bazează pe integrarea unui număr mare de dispozitive eterogene, care sunt conectate la Internet prin diferite protocoale. IoT permite, spre exemplu, comunicarea între diferiți senzori inteligenți conectați la Internet, care folosesc acest serviciu în cadrul unor aplicații relevante [14].

La baza IoT se află sistemele inteligente (Figura 3). Acestea pot fi compuse din unul sau mai multe dispozitive senzoriale sau de măsurare, care pot fi atașate unui obiect sau unui ansamblu de obiecte. În acest fel obiectului i se oferă o identitate unic identificabilă prin Internet. Dispozitivele fac schimb de date utilizând un Cloud, informațiile astfel furnizate putând fi stocate în baze de date și prelucrate ulterior sau în timp real de alte dispozitive, în scopul eficientizării și îmbunătățirii modului de a trăi al oamenilor.



Figura 3. Internetul Obiectelor – Dispozitive Inteligente [15]

Dispozitivele inteligente sunt conectate în permanență la Internet, modul de transfer al datelor este securizat, iar administrarea și controlul acestora se face de la distanță, fiind larg răspândite în telemedicină, industrie, transport și servicii.

Numărul dispozitivelor inteligente va fi în medie de 7 dispozitive pe cap de locuitor până în 2020, 23,6 milioane de autoturisme vor fi conectate la Internet până în 2016, iar creșterea anuală a acestor dispozitive în industrie va fi de 30%.

3.2 Conceptul de Cloud Computing

Următoarea definiție a Cloud Computingului a fost dată de Institutul Național pentru Standarde și Tehnologie (NIST): Cloud Computing este un model care permite acces rețelizat convențional sau la cerere la date și resurse partajate (spre exemplu: rețele server, servicii pentru stocarea datelor, aplicații), care pot fi rapid accesate și lansate cu un efort managerial minim și fără a interacționa cu furnizorul. Acest model de Cloud promovează valabilitatea și se compune din 5 caracteristici esențiale, 3 servicii de model și 4 modele de implementare [16].

Paradigma de Cloud Computing [17] este un termen intermediar pentru serviciile IT care sunt

accesibile prin Internet și dezvoltate pe un fond comun de resurse găzduite de la distanță.

Există diferite tipuri de servicii de Cloud Computing, ținând cont de tipul resurselor distribuite prin intermediul lor. Starea actuală a serviciilor de Cloud Computing poate fi definită ca aceea a unei Infrastructuri ca Serviciu (IaaS), Platformă ca Serviciu (PaaS), Software ca Serviciu (SaaS), Rețea ca Serviciu (NaaS), Stocare ca Serviciu (STaaS), Sensor ca Serviciu (SSaaS) și altele. Aceste servicii permit utilizatorilor să obțină fiabilitate și securitate crescută, uptime ridicat și distribuirea Calității Serviciilor (QoS) la un preț de cost scăzut [14].

Un exemplu de sistem de monitorizare de la distanță bazat pe tehnologia Cloud utilizat în agricultură este reprezentat în Figura 4. Sistemul se compune din senzori inteligenți, care monitorizează o serie de parametrii agricoli specifici (umiditate și temperatură), în zonele de interes.

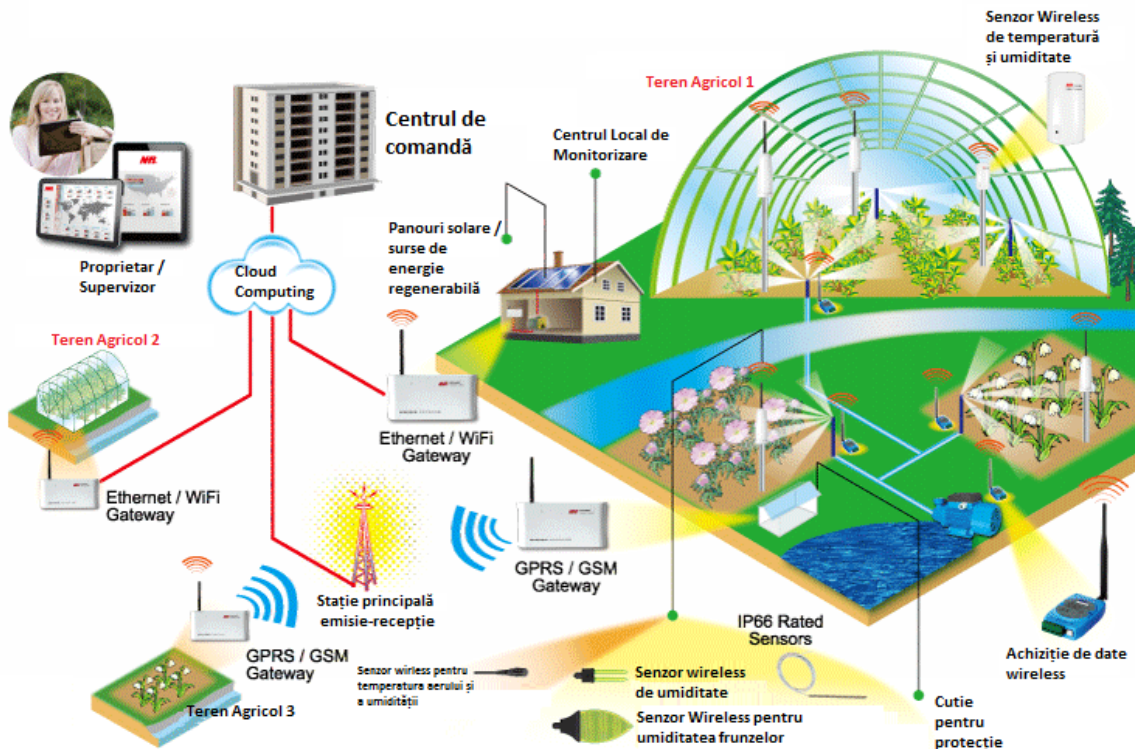


Figura 4. Sistem de Monitorizare la Distanță bazat pe tehnologia Cloud în Agricultură [18]

Structura senzorială este rețelizată wireless, achiziția de date de la senzori se face prin dispozitive interconectate, care comunică cu furnizorul de servicii Cloud prin intermediul unei rețele de arie extinsă (WAN) sau prin Internet.

În funcție de serviciile de Cloud prestate, Centrul de comandă sau beneficiarul, au acces la datele monitorizate sub diferite forme (interfață Web, interogare baze de date, generare rapoarte etc.).

Deasemenea, utilizatorii cu drept de acces se pot conecta la Cloud de la distanță prin intermediul Internetului.

3.3 Conceptul Machine to Machine (M2M)

Machine to Machine (M2M) reprezintă o gamă extinsă de tehnologii, care descriu orice tehnologie care permite dispozitivelor rețelizate să facă schimb de informații fără a mai fi nevoie de asistența unui operator uman. M2M se referă la tehnologiile care permit conectivitatea dintre sistemele cu fir sau fără fir și dispozitive de același tip.

Comunicația M2M este folosită pentru monitorizare la distanță, fiind un important aspect în

controlul de la distanță, robotică, control al traficului, servicii logistice, servicii de distribuție și telemedicină. M2M a pus bazele conceptului IoT descris în subcapitolul 3.1.

Componentele principale ale unui sistem M2M includ senzori, RFID, un dispozitiv de comunicare WiFi sau cellular care face legătura cu un program care ajută un dispozitiv rețelizat să interpreteze informații și să ia decizii. Orice produs cu capabilități M2M este etichetat utilizatorului ca și produs “smart”.

În momentul de față M2M nu dispune de o platformă standardizată de conectare și multe dispozitive sunt construite cu interfețe de comunicare specifice. Platformele M2M de ultimă generație nu dispun de posibilitatea de interoperabilitate cu obiecte smart. Platforma M2M comercială se bazează, în principal, pe soluționarea problemelor apărute în sectoare specifice în strânsă relație cu aplicațiile. Această abordare este preluată din fundamentele telemetriei și nu permite integrarea unei posibilități de interoperabilitate între senzori [14].

Pentru mulți ani dezvoltarea M2M a fost bazată pe aplicații comandate și infrastructuri rețelizate, care sunt tipic costisitoare pentru implementare, operare și întreținere.

Piața de senzori este un focar de idei, ca cel al încorporării inteligenței M2M sub forma de dispozitive mobile [19].

În Figura 5 este reprezentată o schemă a unui sistem M2M bazat pe Cloud, compus dintr-o serie de rețele locale (LAN) de agregatoare de date, care au rolul de a prelua și valida datele. Trecerea de la rețea LAN la Cloud se face prin intermediul unui gateway (cale de acces de la un tip de rețea la altul și de la o rețea la alta). Datele stocate în Cloud sunt preluate de un centru de date.

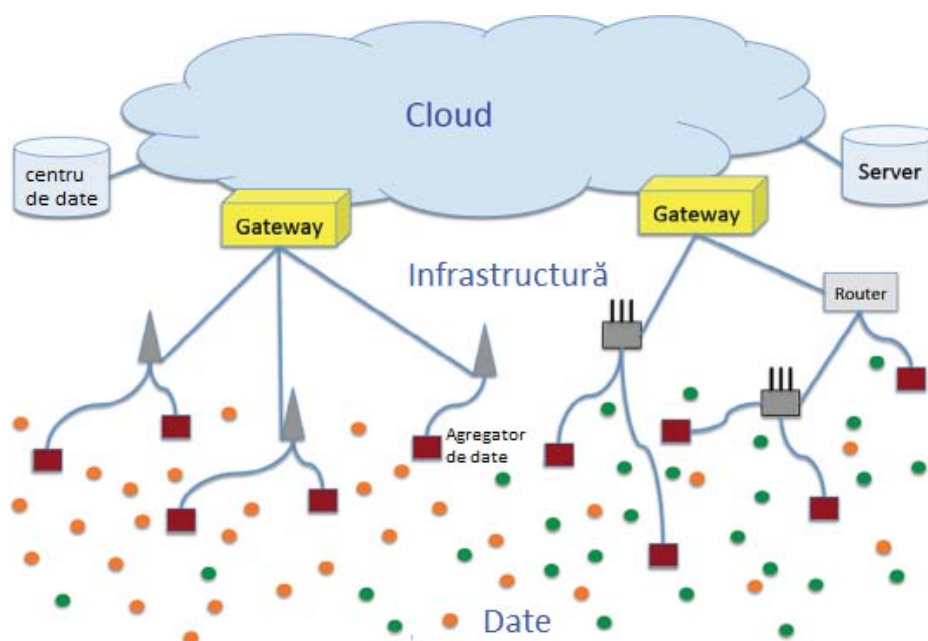


Figura 5. Sistem M2M bazat pe Cloud [20]

Prelucrarea datelor se face prin intermediul unui server care permite și accesul altor utilizatori printr-o interfață Web.

4. Monitorizarea de la distanță a sistemelor de energie regenerabilă

În ultimii ani energiile regenerabile au devenit o alternativă a combustibililor fosili. Gama largă de energii regenerabile precum cele solare sau eoliene, a permis dezvoltarea strategiilor internaționale de distribuție energetică caracterizate prin generarea de curent raportată la necesitățile de consum, punându-se accent pe consumatorii locali.

Orice centrală electrică poate funcționa fie conectată direct la rețeaua electrică națională, fie conectată doar pentru a asigura surplusul energetic sau conectată independent față de rețeaua națională pentru a satisface necesarul energetic al unor locații izolate.

4.1 Monitorizarea de la distanță a centralelor fotovoltaice

Dintre alternativele posibile, energia fotovoltaică are un potențial de dezvoltare crescut, în particular în cazul dispozitivelor independente care necesită energie electrică în afara rețelei naționale, cât și pentru țările în curs de dezvoltare care suferă de lipsa de acces la forme de a obține energia modern, mai ales electricitatea [21, 22].

Performanța sistemelor independente fotovoltaice (SAPV - Stand Alone Photovoltaic Systems) este îmbunătățită datorită creșterii fiabilității și eficienței modulelor fotovoltaice și a dispozitivelor de încărcare a acumulatorilor de stocare [23, 24].

Un sistem de monitorizare la distanță în timp real rețelizat, dezvoltat special pentru aplicații fotovoltaice independente, este prezentat mai jos.

Sistemul este capabil să monitorizeze principalii parametri electrici ai dispozitivului în condițiile de testare (DUT - device under test), stocați într-o bază de date împreună cu parametrii ambientali. Sistemul permite declanșarea automată a alarmelor atunci când au loc evenimente specifice, prevenind avarierea DUT, sistemul fiind bazat pe o aplicație Web. În acest fel, pot fi monitorizate simultan mai multe dispozitive aflate în locații diferite. Informațiile furnizate sunt disponibile utilizatorilor cu acces autorizat prin intermediul Internetului [24].

Diferite sisteme de achiziții de date au fost dezvoltate pentru folosirea în diferite aplicații, care includ măsurarea, achiziția și procesarea variabilelor de mediu [25], monitorizarea și evaluarea performanțelor sistemelor fotovoltaice [26], monitorizarea stării bateriilor pentru centralele fotovoltaice utilizate pentru pomparea apei [27], măsurarea parametrilor operaționali pentru generatori hibridi fotovoltaici-diesel [88].

4.2 Sisteme de telemonitorizare a turbinelor eoliene

Dezvoltarea și folosirea surselor de energie regenerabilă poate atenua preconizările referitoare la sursele de energie și la schimbările climatice. Viteza curenților de aer este recunoscută ca o nouă sursă de energie, care poate fi larg folosită și dezvoltată.

Întreținerea turbinelor eoliene nu implică numai întreținerea, ci include și reparația, verificarea, măsurarea și evaluarea condițiilor de funcționare curente. Sistemul de monitorizare funcțională este o componentă a pachetelor de întreținere pe termen lung furnizate de producătorii de turbine eoliene, mai ales pentru cele proiectate pentru funcționarea în condiții offshore. Mii de turbine sunt în prezent echipate cu astfel de sisteme, cunoscute ca CMS (Condition Monitoring System). Acestea înregistrează condițiile de funcționare și operare a turbinei și trimit valorile măsurate la un centru de monitorizare. Centrul monitorizează schimbările apărute în comportamentul funcțional al turbinei. (TeleMonitoring, Level 1), identifică cauzele schimbărilor (TeleDiagnosis, Level 2) și face previziuni asupra condițiilor (Level 3), căutând oportunități de optimizare [29].

CMS înregistrează vibrațiile de frecvență joasă, începând de la 0,1Hz și vibrațiile de mare frecvență, peste 45.000Hz. Rezultatele măsurărilor necesare sunt înregistrate în două faze de operare, fiind un proces declanșat în mod autonom de CMS. Rezultatele sunt apoi pregătite în avans, spectrele sunt memorate temporar și funcționarea este pre-diagnosticată parțial în CMS pentru emiterea de alarme (Figura 6).

Rezultatele sunt trimise prin Internet sau Intranet. Fluctuațiile solicitărilor dinamice introduc un dezavantaj pentru CMS deoarece provoacă un impact asupra amplitudinii spectrale pe perioade lungi de timp.

Telemonitorizarea care ia în considerare valorile vibrației totale, folosește valorile în concordanță cu standardul VDI 3834, bazat pe rezultatele analizei statice a vibrațiilor a peste 450

de turbine de vânt și definește un prag de valori în termeni de vibrații, viteză în mm/s, accelerație în m/s pentru trenul de rulare al generatorului (cutie de viteze, rulment principal și nacela turbinei).

Caracteristic valorilor vibrațiilor totale este faptul că nu depășesc un prag critic dacă variațiile amplitudinii spectrale nu generează vibrații distructive.

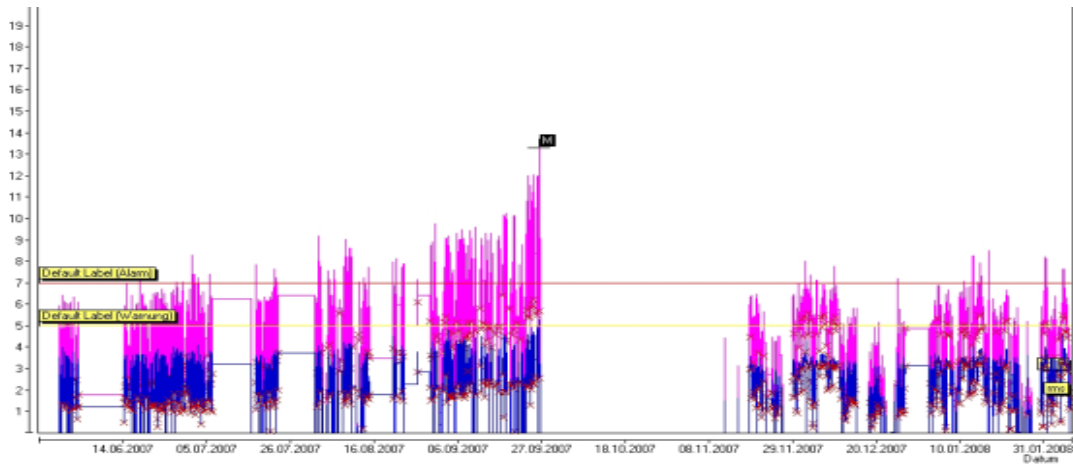


Figura 6. Telemonitorizarea spectrelor de vibrații [39].

4.3 Telemonitorizarea funcționării fermelor eoliene off-shore

Sarcina principală a sistemului de monitorizare a funcționării este monitorizarea continuă a turbinelor eoliene. În acest scop, sistemul măsoară permanent prin senzori vibrațiile aferente.

Prin proceduri de evaluare adecvate este posibilă evaluarea funcționării diverselor componente individuale cum ar fi cum ar fi turbina, transmisia, rulmenții generatorului, cutia de viteze, etc.

În Figura 7 este prezentat un sistem care constă dintr-un Web-server, care asigură comunicația între serverul de achiziții de date (DAS) și sistemul de telemonitorizare al procesărilor de date.

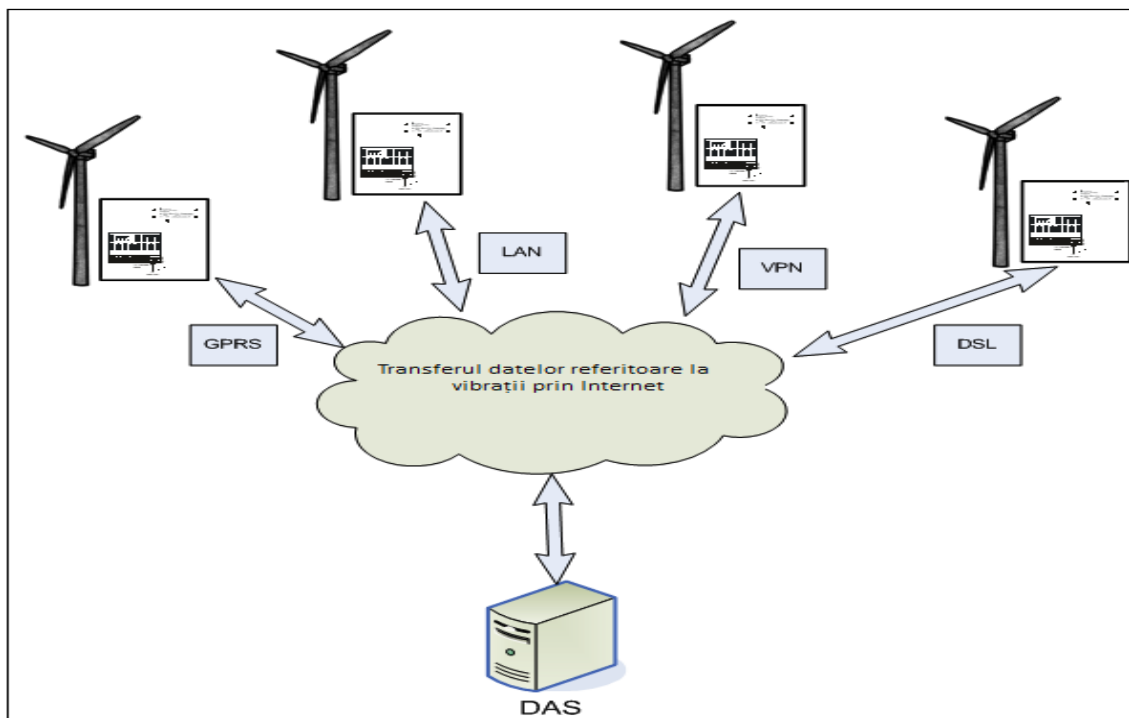


Figura 7. Structura Sistemului de Monitorizare [30]

4.4 Utilizarea tehnologiei Cloud Computing în managementul centralelor electrice bazate pe surse regenerabile de energie

În Figura 8 este reprezentat un nou concept de monitorizare a resurselor regenerabile, care integrează Cloud Computing pentru sisteme de monitorizare existente sau noi. Dispozitivele de măsurare a energiei și alți senzori specifici sunt conectați la un microcalculator programabil (spre exemplu Arduino).

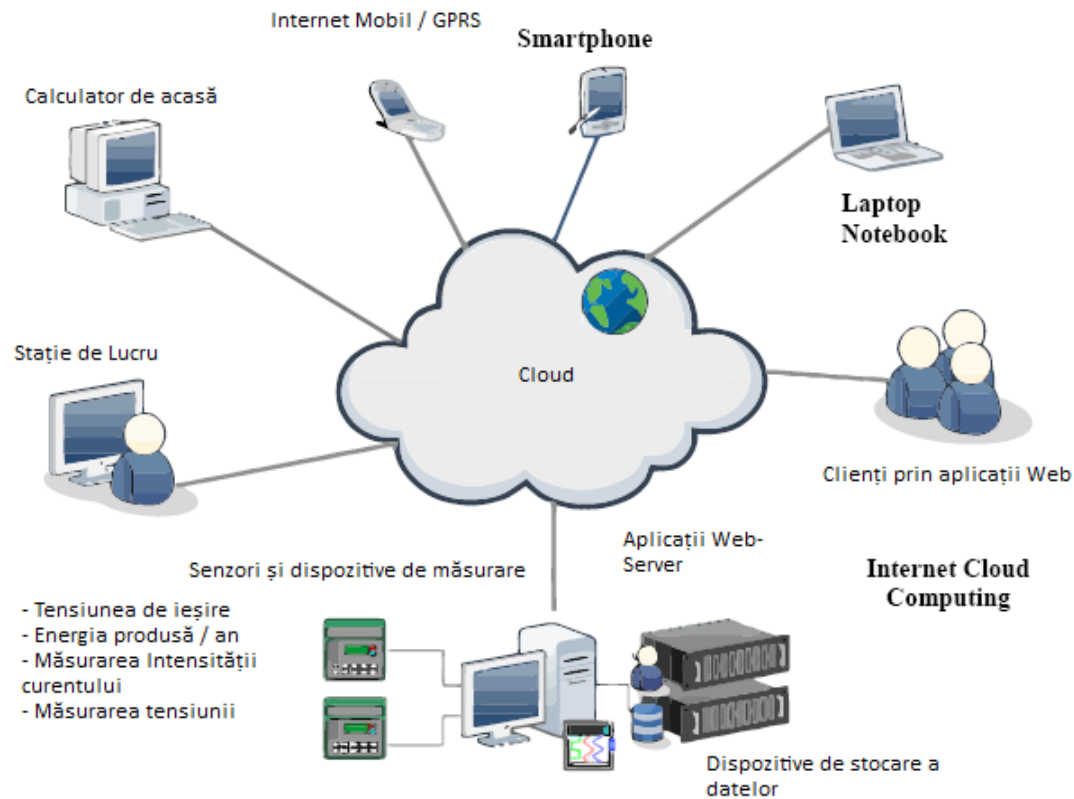


Figura 8. Monitorizarea de la distanță a centralelor electrice utilizând microcalculator și serviciu Cloud [31]

Acest nou concept permite folosirea microcalculatoarelor pentru citirea directă a valorilor de la instrumentele de măsurare sau pentru determinarea stadiului de funcționare al echipamentului electronic.

Totalitatea microcalculatoarelor comunică direct cu un calculator central, care are rolul de a prelua datele și de a le stoca pe un dispozitiv de stocare. Calculatorul central se află conectat în permanență la un serviciu Cloud cu care face schimb de date în timp real.

Serviciul Cloud îndeplinește 3 servicii:

- Software ca Serviciu (SaaS): sub forma unei aplicații Web, aflată pe calculatorul central care interpretează datele provenite de la microcalculator, aplicația fiind valabilă mai multor utilizatori prin intermediul serviciului Cloud;
- Rețea ca Serviciu (NaaS): sub forma unei structuri rețelizate: calculator central – Cloud, Cloud – utilizatori;
- Stocare ca Serviciu (STaaS): sub forma unei baze de date stocată pe suportul Cloud-ului, fiind și o soluție de backup.

Sistemul poate fi aplicat managementului centralelor electrice bazate pe surse regenerabile de energie.

5. Concluzii

Monitorizarea sistemelor de generare a energiei regenerabile este esențială pentru garantarea siguranței în funcționare. Identificarea timpurie a avariilor conduce la economii și îmbunătățește siguranța livrării de energie regenerabilă. În plus, datele măsurate pot fi utilizate pentru îmbunătățirea performanțelor sistemului.

Încă de la apariția tehnologiilor de Cloud și IoT a fost evidentă necesitatea convergenței lor. În plus, integrarea lor în eforturile de furnizare a energiei verzi este un subiect fierbinte al cercetării. Aplicațiile IoT utilizează o gamă largă de rețele heterogene distribuite de senzori. Ele folosesc un număr mare de date achiziționate de senzori și beneficiază de capacitatea flexibilă și distribuită de memorare a sistemelor de Cloud Computing. Aceste structuri Cloud pot stimula capacitățile de calcul ale aplicațiilor IoT, pentru a permite mai multor aplicații multi-senzor să efectueze prelucrări de date de mare complexitate, care sunt supuse la diferite constrângeri QoS.

Viziunea este de a propune un concept pentru integrarea în Cloud a abordărilor M2M existente, prin intermediul unei platforme deschise. De-a lungul ultimilor ani a apărut conceptul dezvoltării, managementului și monitorizării unei platforme deschise, rezolvând în principal probleme tot numai din punct de vedere tehnologic și doar în anumite sectoare.

Cadrul propune proiectarea și implementarea unei platforme open source interoperabile descentralizate de dezvoltare în Cloud a aplicațiilor IoT, cu obiectivul principal de a spori M2M existente și fundamentarea lor în IoT.

BIBLIOGRAFIE

1. **ALEXANDRU, A.:** *Diagnoza proceselor tehnologice*. Editura ICI, București, 1999, ISBN 973-98406-5-5.
2. **TORRES, M.; MUÑOZ, F. J.; MUÑOZ, J. V.; RUS, C.:** Online Monitoring System for Standalone Photovoltaic Applications-Analysis of System Performance from Monitored Data. *J Sol Energy Eng* 2012;134(3).
3. **TINA, G. M.; GRASSO, A. D.:** Remote Monitoring System For Stand-Alone Photovoltaic Power Plants: The Case Study of a PV-powered Outdoor Refrigerator, *Energy Conversion and Management* 78, 2014, pp. 862–871.
4. World Health Organization. *Global Status Report on Noncommunicable Diseases 2010: Description of the Global Burden of NCDs, Their Risk Factors and Determinants*. Geneva, Switzerland: World Health Organization; 2011, pp. 1-176.
5. **SHAW, J.E.; SICREE, R.A.; ZIMMET, P.Z.:** Global Estimates of the Prevalence of Diabetes for 2010 and 2030. *Diabetes Res Clin Pract* 2010 Jan;87(1), pp. 4-14.
6. **PARÉ, G.; POBA-NZAOU, P.; SICOTTE, C.:** Home Telemonitoring for Chronic Disease Management: an Economic Assessment. *Int. J. Technol. Assess Health Care* 2013 Apr;29(2), pp. 155-161.
7. **ANKER, S. D.; KOEHLER, F.; ABRAHAM, W. T.:** Telemedicine and Remote Management of Patients with Heart Failure. *Lancet* 2011 Aug 20;378(9792), pp. 731-739.
8. **ROINE, R.; OHINMAA, A.; HAILEY, D.:** Assessing Telemedicine: a Systematic Review of the Literature. *CMAJ* 2001 Sep 18;165(6), pp. 765-771.
9. **DAFONTE VÁZQUEZ, J. C.; MARTÍNEZ, A. C.; GÓMEZ, A.; VARELA, B. A.:** Intelligent Agents Technology Applied to Tasks Scheduling and Communications Management in a Critical Care, Telemonitoring System. *Computers in Biology and Medicine* 37, 2007, pp. 760 – 773.
10. **KEVIN, A.:** That 'Internet of Things' Thing, in the Real World Things Matter More than Ideas. *RFID Journal*, 22 June 2009.

11. Gartner Says the Internet of Things Installed Base Will Grow to 26 Billion Units By 2020. Gartner, 2013-12-12.
12. **MIORANDI, D.; SICARI, S.; DE PELLEGRINI, F.; CHLAMTAC, I.:** Internet of Things: Vision, Applications and Research Challenges. *Ad Hoc Networks* 10, 2012, pp. 1497–1516.
13. **VERMESAN, O.; FRIESS, P.:** Internet of Things-Global Technological and Societal Trends. Denmark: River Publishers, 2011.
14. **SUCIU, G.; VULPE, A.; TODORAN, G.; CROPOTOVA, J.; SUCIU, V.:** Cloud Computing and Internet of Things for Smart City Deployments, Challenges of the Knowledge Society. *IT in Social Sciences*, pp. 1409-1416.
15. **TEMPLE, K.:** Celebrating International Internet of Things Day. Available at: <http://scoop.intel.com/celebrating-international-internet-of-things-day/>
16. NIST cloud definition, version 15 <http://csrc.nist.gov/groups/SNS/cloudcomputing/>.
17. **MCFEDRIES, P.:** The Cloud is the Computer. *IEEE Spectrum Online*, August 2008. *Electronic Magazine*, available at <http://www.spectrum.ieee.org/aug08/6490>.
18. <http://domsternet.com/sensors-and-controls/agriculture/>
19. **FOX, G. C.; KAMBURUGAMUVE, S.; HARTMAN, R.:** Architecture and Measured Characteristics of a Cloud Based Internet of Things. API Workshop 13-IoT Internet of Things, Machine to Machine and Smart Services Applications (IoT 2012) at The 2012 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS 2012) May, 2012.
20. **CHEN, K-C.; LIEN, S-Y.:** Machine-to-machine communications: Technologies and challenges. *Ad Hoc Netw*, 2013, <http://dx.doi.org/10.1016/j.adhoc.2013.03.007>.
21. **KAUNDINY, D. P.; BALACHANDRA, P.; RAVINDRANATH, N. H.:** Grid-connected Versus Standalone Energy Systems for Decentralized Power - A review of literature. *Renew Sustain Energy Rev* 2009;13(8):2041–50.
22. **BREYER, C.; WERNER, C.; ROLLAND, S.; ADELMANN, P.:** Off-grid Photovoltaic Applications in Regions of Low Electrification: High Demand, Fast Financial Amortization and Large Potential. 26th European PV SE Conference; 2011.
23. **GRASSO, A. D.; SAPUPPO, C.; TINA, G. M.; GIUSTO, R.:** MPPT Charge Regulator for Photovoltaic Stand-Alone Dual Battery Systems. *Electr Eng Res Rep* 2009;2(1).
24. **BARCA, G.; MOSCHETTO, A.; SAPUPPO, C.; TINA, G.M.; GIUSTO, R.; GRASSO, A.D.:** Optimal Energy Management of a Photovoltaic Stand-Alone Dual Battery System. *IEEE MELECON'08*; 2008.
25. **MUKARO, R.; CARELSE, X. F.:** A microcontroller-based data acquisition system for solar radiation and environmental monitoring. *IEEE Trans Instr Meas* 1999; 48, pp. 1232–8.
26. **BENGHANEM, M.; MAAFI, A.:** Data Acquisition System for Photovoltaic Systems Performance Monitoring. *IEEE Trans Instr Meas* 1998;47:30–3.
27. **BENGHANEM, M.; ARAB, A. H.; MUKADAM, K.:** Data Acquisition System For Photovoltaic Water Pumps. *Renew Energy* 1999;17, pp. 385–96.
28. **WICHERT, B.; DYMOND, M.; LAWRENCE, W.; FRIESE, T.:** Development of a Test Facility for Photovoltaic-Diesel Hybrid Energy Systems. *Renew Energy* 2001; 22:311–9.
29. **BECKER, E.:** Telemonitoring of Wind Turbines. Experience with Condition-based Maintenance of Wind Turbines. PRÜFTECHNIK Condition Monitoring GmbH, pp.1-4.
30. Advanced Maintenance and Repair for Offshore wind Farms using Fault Prediction and Condition Monitoring Techniques (Offshore&R), Final report, NNEE5/2001/710, Dec. 2005.
31. **KAROLY, R.; DUMITRU, C. D.:** Management of a Power System Based on Renewable Energy, *Procedia Tehnology* 12 (2014), pp. 683-687.