# **INTRODUCERE**

Proiectul meu de diploma are ca tema “Contribuții privind monitorizarea calității energiei electrice într-o rețea inteligentă” . Motivul alegerii acestei teme este reprezentat de numarul tot mai mare al defectarilor echipamentelor casnice cat si cele industriale suferite din cauza calitatii energiei. Exista numerosi factori care pot determina acest lucru insa cel mai intalnit factor este intreruperea de alimentare cu energie electrica dar si alti factori cum ar fi: Armonicile şi alte abateri de la frecvenţa de alimentare nominală, Flicker (pâlpâiri), ca un efect principal al fluctuaţiilor de tensiune , Golurile de tensiune, Variaţiile de tensiune, Supratensiuni tranzitorii, Supratensiune temporară, Interarmonice, Dezechilibru de tensiune.

Monitorizarea calitatii energiei electrice este vitala pentru buna functionare cat si integritatea echipamentelor si consumatorilor casnici din reteaua noastra. Din acest motiv am ales realizarea unei aplicatii de tip IoT si previzualizare Android cu o functionalitate rapida dar si usor de utilizat. Pentru realizarea aplicatiei am folosit o placa de dezvoltare Arduino Uno R3, o placa de dezvoltare cu functionalitati Wi-fi si Bluetooth ESP12/NodeMCU , si un senzor de curent ACS712 , am monitorizat puterea consumata folosind programul Arduino, iar apoi le-am virtualizat cu posibilitatea de vizualizare pe internet folosind protocolul MQTT broker impreuna cu platforma AdaFruit I/O. Ulterior dupa setarea si configurarea parametrilor , am setat de asemenea aplicatiile de alertare. Pentru evaluarea sistemului am conectat un consumator electric luminos pentru a putea aprecia functionalitatea sistemului.

Lucrarea este impartita in patru capitole de forma: notiuni teoretice, stadiul actual, materiale, metode si rezultate. In capitolul de notiuni teoretice am definit Monitorizarea calitatii energiei electrice precum si factorii care le cauzeaza. Produsele folosite cat si sistemele acestora deja existente pe piata au fost prezentate in capitolul numit stadiu actual. Echipamentele folosite (placa Arduino, placa ESP12 si senzorul de curent), algoritmul implementat cat si configuratia acestora le-am descris in cel de-al treilea capitol. In ultimul capitol am descris intreg procesul de dezvoltare, functionare al sistemului ales, acesta incluzand schemele de proiectare impreuna cu grafice si tabele cu masuratori.

# **Notiuni teoretice**

Electricitatea si “Internet of Things”:

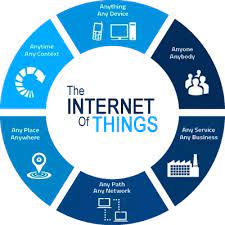


Fig 1 IoT Inspiration

În ultimii ani, prin creșterea IOT și a tehnologiei digitale, rețeaua inteligentă a devenit mai inteligentă decât a fost in vremurile trecute. IOT poate fi folosit pentru diverse aplicații, cum ar fi monitorizarea consumului centralei electrice, monitorizarea consumul de energie, contor inteligent și consumul de curent folosit pentru încărcarea unui vehicul electric. Electricitatea este o resursa foarte utila in viata omului in zilele noastre, deoarece energia poate fi folosita pentru iluminat, incalzire, deplasare dar si pentru alte utilizari . Oamenii au nevoie de energie electrica pentru nevoile lor zilnice, iar electricitatea este folosita in case, scoli, birouri, hale industriale dar si in alte cladiri, cu toate astea nevoia de electricitate creste anual. [1]

La inceput, principala functionalitate a Contorului (kWh meter) a fost de a calcula electricitatea consumata. In decursul evoluarii tehnologiei contorul s-a dezvoltat si el intr-un aparat automatizat de masura care transmite datele si rezultatele masurate catre compania de electricitate furnizoare. Dezvoltarea contoarelor este realizata deoarece domeniul IT a evoluat extrem de mult in ultimii ani, facand posibil transferul de date rapid si usor. Din pacate companiile de electricitate din Romania nu pot furniza contoare inteligente care sa desfasoare consumul.[2]

Prin urmare, suntem în măsură să gestionam consumul de energie electrică. Acest lucru poate fi realizat făcând oamenii să cunoască metoda tarifară care este prezentata de Tamil Nadu Electricity Board (TNEB). Acesta va ajuta la economisirea energiei electrice prin utilizarea eficientă a consumatorilor. Se desfășoară o mulțime de lucrări de cercetare în acest domeniu după cum urmează. Consumatorii își pot monitoriza puterea consumul (factura) oricând si de oriunde prin utilizarea unui telefon mobil si a unei aplicatii de tip contor inteligent de energie.[3]

Termenul Internet the Things (IoT) a apărut pentru prima dată la sfârșitul anilor 90,

cu ideea lui Ashton [4] de a permite computerelor să știe totul despre

lucruri, însă, pe baza datelor culese autonom. Ideea lui era să îmbunătățeasca computerele cu identificare prin radiofrecvență (RFID) și senzor tehnologic pentru a culege informații, de a observa și identifica un mediu fără a avea nevoie de asistență umană. În acest fel, este posibil să urmăriți și monitorizați lucrurile pentru a reduce costurile și, în plus, pentru a ști când lucrurile trebuiau reparate sau înlocuite. Vermesan şi colab. [5] definesc IoT ca o paradigmă în care o varietate de lucruri/obiecte este prezentă omniprezent într-un mediu.

In acest așa-numit mediu IoT, aceste lucruri sunt conectate fără fir sau prin cablu, identificabile în mod unic și capabile să coopereze între ele pentru a atinge obiective comune. Pentru a face posibilă această paradigmă, IoT beneficiază de mai multe tehnologii favorabile provenite din multe domenii de cercetare diferite, cum ar fi comunicarea de la mașină la mașină (M2M), RFID, senzor fără fir rețele (WSN), date semantice, cloud computing și orientate spre servicii arhitecturi (SOA) [6]. În prezent, multe aplicații pentru IoT au fost dezvoltate într-o varietate de domenii, cum ar fi asistența medicală [7], monitorizarea mediului sau fabrici inteligente [8]. În plus, există mai multe IoT comerciale soluții, parțial de la companii foarte apreciate disponibile pe piață , cum ar fi AllJoyn, Apple HomeKit , Google Cloud IoT , IoTivity, Samsung SmartThings și Thread , care sunt concepute în principal pentru domeniul casă inteligentă.

In figura 1.1 este prezentata o schema a unei aplicatii IoT. Totul porneste de la un IoT Gateway care transmite informatia prin internet cu ajutorul unui serviciu de aplicatie catre utilizator prin intermediul smartphone-ului.

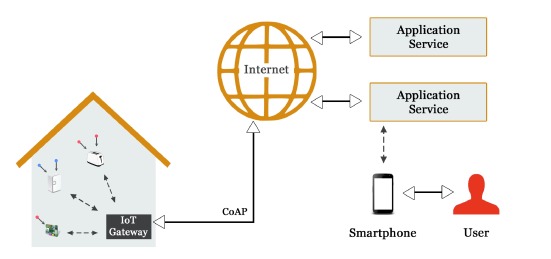


Fig **1.1**  - Schema unei aplicatii IoT

„Tehnologia de analiză și raportare de automonitorizare” numită pur și simplu „SMART” este o tehnologie integrată cu senzori diferiți și au capacitatea de a fi automatizate sau autogestionare. Tehnologiile inteligente au capacitatea de a fi accesat și controlat de la distanță. Tehnologiile inteligente au concepute, de asemenea, cu capacitatea de a fi conștienți de ele

mediul analizează schimbările și învață din schimbări care se întâmplă în jurul lor.

Tehnologiile inteligente sunt, de asemenea, dispozitive cu auto-vindecare atunci când acestea

au o defecțiune a sistemului, poate fie să se repare singur, fie să raporteze eșecul acesta este motivul pentru care se numește inteligent. În prezent, noi pot spune că IoT este aproape aplicabil în fiecare aspect al vieți umane. IoT ne face viața de zi cu zi ușoară și persoanele interconectate pot comunica și schimba date și informații cu persoane dispozitiv cu persoane și dispozitiv cu aparatul. IoT joacă o gamă largă în orașe inteligente, inteligent vânzare cu amănuntul, transport inteligent, sănătate inteligentă, rețea inteligentă, inteligentă transport și multe altele. Rețelele inteligente sunt o infrastructură cu gamă largă și avansată, constând în sisteme inteligente tehnologii cu comunicare și monitorizare avansate sisteme. Rețea inteligentă din industria energetică distribuţia producţiei şi consumul de energie au a schimbat sistemul tradițional de livrare electrică. [9]

Consumatori utilizeaza datele contorului inteligent pentru a notifica factura de consum și să analizeze modelul de consum al clienților lor și luați decizii inteligente cu privire la economisirea energiei electrice .cel mai IoT materiile inteligente bazate pe electricitate folosesc diferite tipuri de senzori pentru a înregistra consumul de energie în timp real și, de asemenea, utilizarea Tehnologia GSM / Wifi / Rado pentru notificarea consumatorilor tariful de energie electrică. Aceste Contoarele inteligente folosesc tehnologii wireless pentru a stoca datele înregistrate datele contorului pe serverele cloud. Pe lângă facturare, majoritatea folosesc asta datele contorului de consum de la serverele cloud sunt foarte utilizate pentru a detecta furtul electric, pentru a urmări utilizarea electrică neobișnuită și pentru detectarea întreruperilor de curent sau a întreruperilor de curent. [10]

Structura contoarelor inteligente:

În această eră a tehnologiilor inteligente, cercetătorii au încercat sa transforme sistemul tradițional de contorizare a energiei în sistem inteligent automat de contorizare pentru a realiza acest lucru o mulțime de cercetatori au făcut diferite studii și proiectate pentru a dezvolta contoare inteligente eficiente din punct de vedere energetic și cu costuri reduse [11] in obiectivul acestei publicații a fost de a proiecta IoT low cost contor de eficiență energetică bazat pe o aplicație Android pentru consumatori pentru a le monitoriza consumul de energie și să le cunoască facturile și pentru o buna gestionare sistemul are și o bază de date pentru furnizorii de energie pentru ca aceștia să poată monitoriza consumul de energie. Acest design de contor inteligent are o putere minimă consum cu 16% comparativ cu sistemele existente.[12] Prin intermediul IoT se poate accesa usor citirea contorului și costul printr-o pagină web iar utilizatorul poate seta valoarea pragului și poate, de asemenea,controlați contorul prin parametrii de pornire și oprire.

Contorul de energie monofazat proiectat în acest proiect constă în principal un senzor de curent, senzor de tensiune, microcontroler și modul Wifi / Bluetooth.

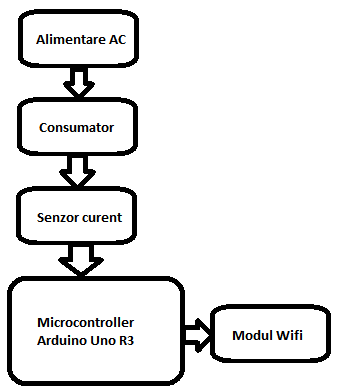


Fig **1.2** Designul contorului inteligent

Cu ajutorul acestor sisteme de contorizare inteligenta putem inregistra toate consumurile cladirii pentru o eficienta energetica cat mai mare. In functie de varfurile de consum si de tarifele utilitatilor se pot optimiza costurile. Prin intermediul functie de vizualizare putem face tot timpul estimarea costurilor utilitatilor eletrice chiar inainte ca furnizorul sa emita factura chiar comparand valorile oferite de catre furnizor si consumul efectiv.

# **STUDIUL ACTUAL**

Această lucrare tratează măsurarea puterii și energiei folosind un ecosistem format din Arduino modul wifi ESP8266 si un senzor de curent. Consumul de electricitate a crescut considerabil in ultimii ani, dar odata cu acesta si costul facturilor de electricitate s-a marit, aceste probleme pot fi rezolvate prin reducerea consumului de energie în gospodării. Aceasta a sporit accentul pe necesitatea unor metode precise și economice de putere măsurare. Scopul furnizării unor astfel de date este de a optimiza și reduce puterea consumatorilor si de a monitoriza parametrii importanti ai acestor consumatori.

Vasudev Tadavarthy [13] a propus o lucrare despre „Sistemul de monitorizare inteligentă a puterii”, deoarece traind într-o lume în care aproape totul funcționează cu electricitate. 67% din resursele folosite produc energie electrică sunt defapt surse de energie neregenerabile. Și totuși nu înțelegem seriozitatea de a ne conserva resursele la rata la care le folosim, se estimeaza ca toate sursele de energie neregenerabile ale Pământului se vor epuiza până în 2100. Scopul acestui lucru proiect este de a dezvolta un monitor de consum de energie intr-o retea. Folosește un Arduino, senzor de curent ACS712, ESP8266 și platformă cloud ca serviciu pentru stocarea și analiza datelor cat si o baza de date locala cu o tehnologie de tip SQL si PHP + HTML. Solutia are ca scop economisirea energiei prin notificarea constanta a energiei consumate de aparate și oferind informații mai bune utilizatorului și îl va ajuta pe acesta să reducă puterea consumata ne-eficient și de a economisi astfel o mulțime de resurse și bani.

Arati Kurde și colab.[14] au propus o lucrare numită „Contorizare inteligentă a puterii bazată pe IOT” În India, dispozitivele de încărcare cu priză din sectoarele de construcții consumă aproape 40% din total consumul de energie electrică. Deși ponderea sarcinii prizei în energia clădirii este în creștere, exista foarte puține studii privind utilizarea și consumul de energie la nivel de priză. Pentru a aborda utilizarea în creștere a energiei a sarcinilor diverse și electronice (de exemplu, încălzitor de apă), unele măsuri trebuie luate. Prin urmare, identificând nevoile, acest proiect se concentrează pe proiectarea dispozitivelor care

au capacitatea încorporată de a măsura și raporta consumul de energie sau de a primi intrări de control asupra reţelei. Acest studiu va ajuta la crearea dispozitivelor de conștientizare a energiei. Senzorul de curent masoara curentul care trece prin dispozitiv, apoi controlerul efectuează calculele necesare asupra datelor și pune acele date pe internet. Măsurând curentul și tensiunea, poate analiza energia consumata si cunoscand aceasta valoare putem calcula costul facturii , acest lucru poate face lumea mai inteligentă și sa ia decizii mai bune folosind IOT.

II.1. SISTEME CONTEXTUALE

Sistemele de aceasta natura utilizeaza multiplii senzori care transmit datele necesare din mediul inconjurator. Principalul avantaj este ca senzorul face masuratoarea in timp real iar odata cu implementarea algoritmului platformelor de dezvoltare tip Arduino putem converti acea masuratoare in tipul datelor pe care dorim sa il monitorizam / manipulam.

# **MATERIALE SI METODE**

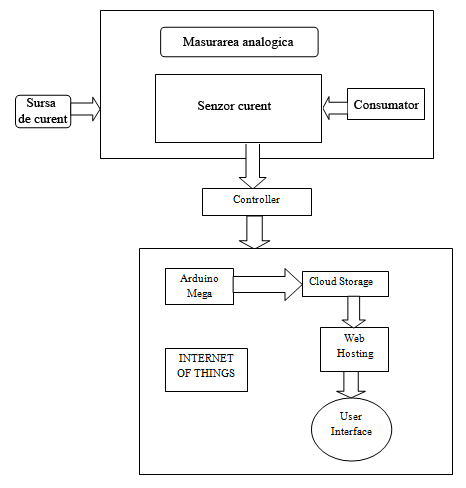


Figura 4.1 - Diagrama bloc a sistemului de masurare inteligent

IV.1 Puterea si masurarea puterii

Puterea este rata de consum a energiei. Watt-ul este unitatea pentru putere (joule pe secundă (J/s)). Diferența de potențiale dintre două puncte este egală cu energia pe unitatea de sarcină și unitatea de incarcare, aceast lucru este necesar pentru a muta sarcina electrică între cele doua puncte, după cum știm, curentul electric măsoară încărcare pe unitatea de timp (în coulombs/secundă). Puterea electrică p este dată de produsul lui curentul I și tensiunea V (în jouli/secundă = wați)

P=lucrul pe unitate de timp=

Unde: q este incarcarea electrica in coulombi, t este timpul masurat in secunde, I este curentul electric in amperi, V este potentialul electric masurat in volti.

**Energia:** Cantitatea de energie folosita (sau furnizata) depinde de puterea si de timpul in care a fost folosita. Energia este definita de cate savanti ca fiind abilitatea de a lucra. Aceasta energie este regasita in diferite forme cum ar fi: lumina, caldura, sunet si miscare. Exista multe forme de energie, dar mai pe scurt ele pot fi clasificate in doua mari categori: potential si kinetic.

E = P\*T

Bibliografie:

[1] - Win AdiyansyahIndra, Fatimah BtMorad, Norfadzlia Binti

Mohd Yusof, Siti Asma Che Aziz, “GSM – Based Smart

Energy Meter with Arduino Uno”, International Journal

[2] - Uzair Ahmed Rajput, Khalid Rafique, Abdul Sattar Sa and,

Mujtaba Shaikh, Muhammad Tarique, “Modeling of Arduino

– Based Prepaid Energy Meter using GSM Technology”,

International Journal of Advanced C

[3] - G. Vani, V. Usha Reddy, “Application of Smart Energy Meter

in Indian Energy Context”, IOSR Journal of Electrical and

Electronics Engineering, 10(3), 07 – 13, 2015.

[4] - K. Ashton et al. “That ‘internet of things’ thing.” In: RFID journal 22.7 SSF17

(2009), pp. 97–114 (cit. on p. 29).

[5] - O. Vermesan, P. Friess, P. Guillemin, H. Sundmaeker, M. Eisenhauer,

K. Moessner, F. Le Gall, P. Cousin. “Internet of Things Strategic

Research and Innovation Agenda.” In: Internet of Things: Converging

Technologies for Smart Environments and Integrated Ecosystems. River

Publishers, 2013, pp. 7–152 (cit. on pp. 29, 62).

[6] - L. Atzori, A. Iera, G. Morabito. “The internet of things: A survey.” In:

Computer networks 54.15 (2010), pp. 2787–2805 (cit. on p. 30).

[7] - C. Stach, F. Steimle, A. C. Franco da Silva. “TIROL: The Extensible

Interconnectivity Layer for mHealth Applications.” In: Information

and Software Technologies. Ed. by R. Damaševičius, V. Mikašyt˙e.

Springer International Publishing, 2017, pp. 190–202 (cit. on p. 30).

[8] - Asghari, Parvaneh, Rahmani, Amir Masoud, Javadi, Hamid Haj Seyyed.

“Internet of Things applications: A systematic review.” In: Computer

Networks 148 (2019), pp. 241–261 (cit. on pp. 18, 30).

[9] - “Smart Technology and Smart Devices in 2018 - Tech

Smart Globe.” [Online]. Available:

<http://www.techsmartglobe.com/smart-technologyin-2018/.>

[10] - C. Mhatre, “Iot Based Smart Energy Monitoring,” vol.

3, pp. 2522–2526, 2018.

[11] - M. Aboelmaged, Y. Abdelghani, and M. A. A. El Ghany,

“Wireless IoT based metering system for energy

efficient smart cites,” Proc. Int. Conf. Microelectron.

ICM, vol. 2017-Decem, no. Icm, pp. 1–4, 2018.

[12] - D. S. A. Joshi, S. Kolvekar, Y. R. Raj, and S. S. Singh,

“IoT Based Smart Energy Meter,” Bonfring Int. J. Res.

Commun. Eng., vol. 6, no. Special Issue, pp. 89–91,

2016.

- Sandesh J., Singh T.S. and Phulambrikar S.P., improve power factor and reduce the

harmonic distortion of the system, Research Journal of Engineering Sciences, **(5),** 31-36

**(2012)**

1. - Sandesh J., Singh T.S. and Phulambrikar S.P., improve power factor and reduce the

harmonic distortion of the system, Research Journal of Engineering Sciences, (5), 31-36

(2012)

[14] - D. Al. Katsaprakakis, D.G. Christakis, A. Zervos and S. Voutsinas, A Power Quality

Measure, IEEE Transactions on Power Delivery, 23(2), (2008)