

CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

MANAGEMENTUL ENERGETIC ÎN CONSUMUL HIBRID AL UNEI CLĂDIRI

Adrian BREZULIANU – SC GREENSOFT SRL, IAȘI, UNIV. „GH. ASACHI”, IAȘI

Cristian AGHION – SC GREENSOFT SRL, IAȘI, UNIV. „GH. ASACHI”, IAȘI

Marius HĂGAN - SC GREENSOFT SRL, IAȘI

Rezumat:

Locuințele sunt considerate a fi consumatori energetici prin faptul că necesitatea de a se crea un mediu de viață adecvat determină un consum energetic în vederea menținerii unor parametri optimi de trai: temperatură, intensitate luminoasă, umiditatea aerului etc. pe care îi numim generic parametri ambientali casnici. Se impune a se administra cu responsabilitate resursele energetice. Tehnologiile avansate permit realizarea unor sisteme automate de monitorizare și control ai parametrilor ambientali. Pe de altă parte locuințele pot să fie ele însele surse de energie prin captarea energiei luminoase (prin panouri fotovoltaice), a energiei vântului (prin minicentrale eoliene) sau a energiei termice (prin pompe de căldură).

Cuvinte cheie: Smart Metering, măsurare, monitorizare, management energetic, potențial energetic

Context

Contorizarea inteligentă în rețelele de joasă tensiune (JT) presupune înlocuirea contoarelor uzate moral, ce nu sunt dotate cu dispozitive de transmitere la distanță a datelor de consum, cu contoare inteligente electronice, ce sunt înzestrate prin proiectare cu asemenea dispozitive sau prin echiparea contoarelor ce se află în uz cu dispozitive externe de preluare și transmitere a datelor de consum. Prima metodă este costisitoare, cheltuielile presupunând achiziția unui contor nou și lucrări de înlocuire a contorului vechi. Transmiterea la distanță a datelor presupune implementarea a mai multor tehnici: transmiterea prin liniile de puetere de la contor spre un modul centralizator sau transmiterea pe cale radio de la contoarele individuale spre un centralizator.

Smart Metering

Noi propunem o metodă inovativă de preluare și transmitere la distanță a datelor de consum de la contoarele clasice ce sunt instalate în rețea. Această metodă este aplicabilă în special în zonele rezidențiale și rurale unde există un grad mare de dispersie a contoarelor iar distanța de la contoare la concentratoarele de date este mare. Avantajele constau în: costuri mici, timpuri scurți de implementare, distanță mare de transfer a datelor, comunicare bidirecțională. Costurile de implementare înglobează costurile de achiziție și costurile de instalare. Prețul unui dispozitiv reprezintă aproximativ jumătate din prețul unui contor inteligent ce se află pe piață. Montarea nu necesită debransarea contorului existent, făcându-se doar aplicarea printr-o tehnică “clip-on” peste un contor instalat în rețea, timpul de montare fiind de ordinul minutelor. Distanța de transfer a datelor este de până la 2 km ceea ce îl face util în monitorizarea consumurilor în rețelele de joasă

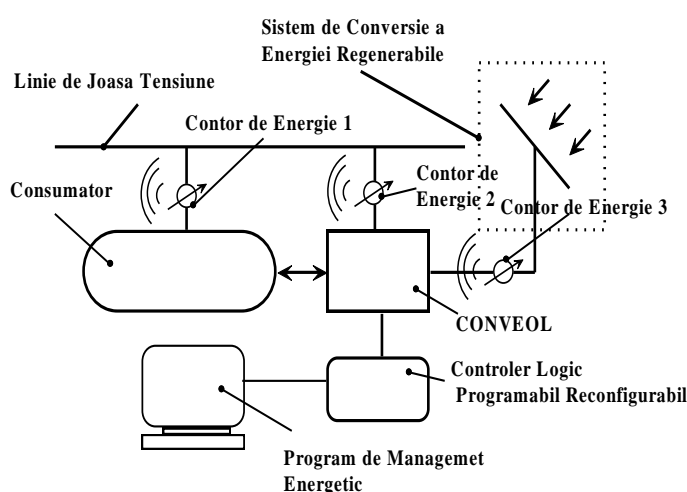
CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

tensiune din zonele rurale și rezidențiale. Alimentarea modului electronic se face de la o baterie, durata de viață a bateriei în regim de exploatare este de 10 ani. Comunicarea bidirecțională permite citirea de la distanță a datelor de consum prin interogare sau transmiterea de date și comenzi către contor, o posibilă comandă fiind cea de debransare/rebransare automată.

SMEC - Sistemul de Management al Energiilor unei Case

Sistemul de Management al Energiilor unei Case (SMEC, în engleză: Home Energy Management Systems – HEMS) presupune existența unei arhitecturi precum cea prezentată în figura 1.



SMEC este alcătuit dintr-un sistem de conversie a energiei regenerabile care are în structura sa a energiilor regenerabile mai multe surse de energii regenerabile (solare, eoliene, termale etc.) , parametrii energiei generată de acest sistem sunt convertiți la valorile rețelei de alimentare de joasă tensiune de către un bloc CONVEOL ce este controlat de către un controler logic programabil ce primește informații de la un progma de management energetic. Un consumator casnic poate să își asigure necesarul energetic de la rețeaua de alimentare sau din surse energetice proprii.

Fig. 1 – Arhitectura unui Sistemul de Management al Energiilor unei Case (SMEC)

În figura 2 este prezentat un sistem complet de conversie a energiei regenerabile (solară/eoliană) în energie electrică, ce permite la ieșirea acestuia conectarea consumatorilor de energie alternativă casnici sau industriali.

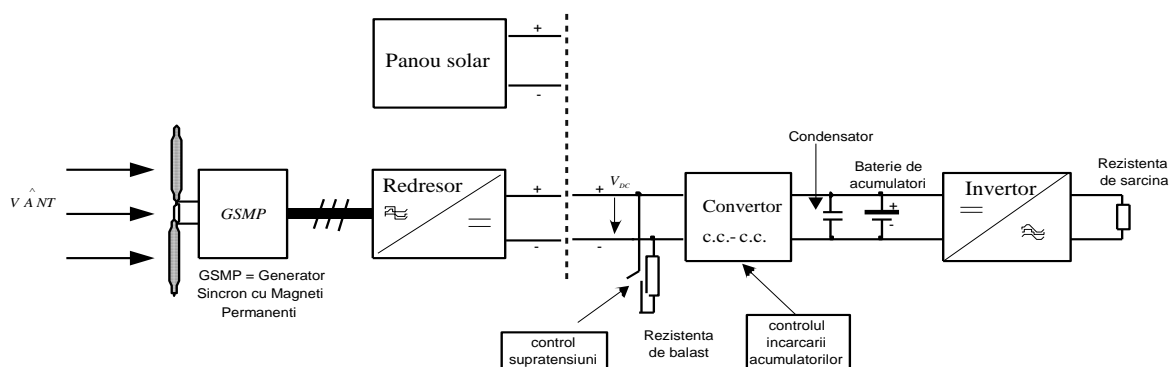


Fig. 2 – Sistem de conversie a energiei regenerabile format din Panou Solar/Turbină eoliană + Redresor, acumulatori, convertor c.c.-c.c., invertor c.c.-c.a. și sarcină de c.a.

CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

Turbina eoliană este formată din Generatorul Sincron cu Magneți Permanenți (GSMP) ce lucrează la viteză variabilă. Redresorul ajută la transformarea energie alternativă produsă de turbină, în energie electrică de curent continuu (c.a.-c.c.). Convertorul de curent continuu (c.c.-c.c.) poate primi energie fie de la panoul solar fie de la turbina eoliană. Invertorul are rolul de a transforma energia electrică continuă în energie electrică alternativă. În funcție de performanțele invertorului se mai pot conecta și filtre pentru a permite obținerea de tensiuni alternative cât mai apropiate de sinusoidă. Dacă acesta este echipat cu tiristoare, pe lângă filtrele mai sus menționate se mai utilizează și circuite de compensare a puterii reactive. Dacă invertorul este realizat din tranzistoare, utilizând o tehnică de comandă adecvată, se poate elimina nevoia compensării puterii reactive, iar filtrele vor fi de dimensiuni mici, proiectate pe frecvența de comutație a tranzistoarelor din invertor.

Blocul principal din schema de mai sus este convertorul c.c.-c.c. care este bazat pe o arhitectură de convertor boost, a cărui schemă este prezentată în figura 3.

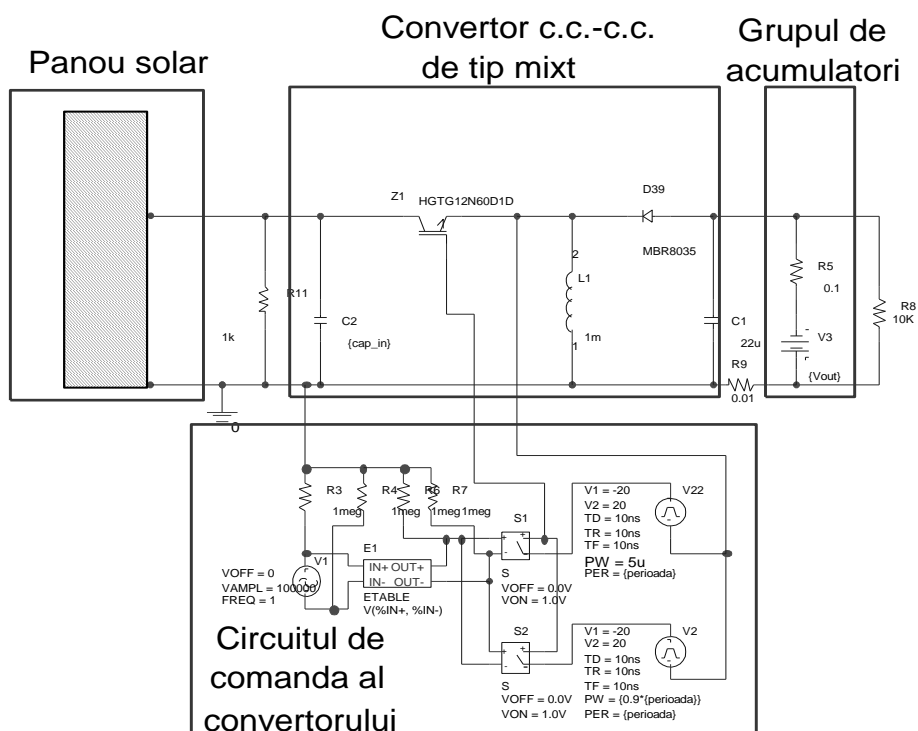


Fig. 3 – CONVEOL - arhitectură de convertor boost

În cele ce urmează se vor prezenta relațiile de calcul utilizate în proiectarea convertorului mixt de tipul c.c. - c.c. Proiectarea s-a pornit de la situația în care la intrarea convertorului se aplică o tensiune $V_1 = 100V$ și se dorește la ieșire o tensiune $V_2 = 200V$, frecvența de lucru = 28KHz, ripple de curent prin bobină = 20% (din curentul de ieșire maxim), curentul maxim de ieșire = 10A.

Considerând vadete de intrare cele de mai sus, se pot scrie următoarele:

$$V_1 dT = V_2 (1 - d)T, \quad \frac{V_2}{V_1} = \frac{d}{1 - d}, \quad 2 = \frac{d}{1 - d}, \quad d = 0.67 \quad (1)$$

CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

$$T = \frac{1}{\text{Frecvența}} = 35.71 \mu s$$

Frecvența = 28KHz , Perioada
atunci $t_{ON} = 23.8 \mu s$ și $t_{OFF} = 11.9 \mu s$ (2)

Când tranzistorul este blocat, tensiunea pe bobină $|e|$ este:

$$|e| = \frac{L * di}{dt} = 200.6 V \quad , \text{ unde } \quad L = e * \frac{\Delta t}{\Delta I} = 200.6 * \frac{t_{OFF}}{2} = 1.19 mH$$
 (3)

$$\left\{ \begin{array}{l} l_e = 128 mm \\ A_e = 7.9 cm^2 \\ A_{min} = 630 mm^2 \\ V_e = 1010000 mm^3 \\ A_l \approx 10000 nH \\ \mu_e = 1290 \end{array} \right.$$

Alegând miezul magnetic de tip: PM 74/59 cu următorii parametri

Se pot calcula:

- numărul de spire:

$$N_{min} = \frac{L * I_{Max} * 10^4}{B_{Max} * A_e} = \frac{1.19 * 10^{-3} * 10 * 10^4}{250 * 10^{-3} * 7.9} = 60.25$$
 spire (4)

- întrefierul circuitului magnetic ales:

$$l_g = \frac{\mu_e * \mu_r * N^2 * A_e * 10^{-1}}{L} = \frac{4 * \pi * 10^{-7} * 60.25^2 * 7.9 * 0.1}{1.19 * 10^{-3}} = 3.02 mm$$
 (5)

- curentul repetitiv maxim prin bobină, tranzistor și diodă este:

$$I_{LM} = I_{QRM} = I_{DRM} = I_L + \frac{\Delta i_L}{2} = \frac{dV_1}{(1-d)^2 R} + \frac{dV_1}{2Lf} \quad , \text{ unde } \quad R = \frac{V_2}{10 A} = 20 \Omega$$

$$I_{LM} = I_{QRM} = I_{DRM} = \frac{0.67 * 100}{(1-0.67)^2 * 20} + \frac{67}{2 * L * Freq.} = 30.76 + 1 = 31.76 A$$
 (6)

- valoarea medie a curentului prin tranzistor este:

$$I_{Qavr} = dI_L = \left(\frac{d}{1-d} \right)^2 \frac{V_1}{R} = \left(\frac{0.67}{0.33} \right)^2 * \frac{100}{20} = 4.122 * 5 = 20.61 A$$
 (7)

- valoarea medie a curentului prin bobină este:

$$I_{Davr} = (1-d)I_L = \frac{d}{1-d} * \frac{V_1}{R} = \frac{0.67}{0.33} * \frac{100}{20} = 10.15 A$$
 (8)

- tensiunea maxim repetitivă pentru tranzistor și diodă este:

$$V_{QRM} = V_{DRM} = V_2 + V_1 = V_1 + \frac{dV_1}{1-d} = \frac{V_1}{1-d} = \frac{100}{0.33} = 303 V$$
 (9)

CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

Modulul atașabil cu transmisie radio

Comunicarea cu un contor de energie electrică ce nu a fost echipat din fabrică cu un modul RF poate să fie realizată prin dotarea acestuia cu un modul atașabil așa cum este prezentat în figura 4.

Fig. 4 – Contor de energie electrică cu modul atașabil

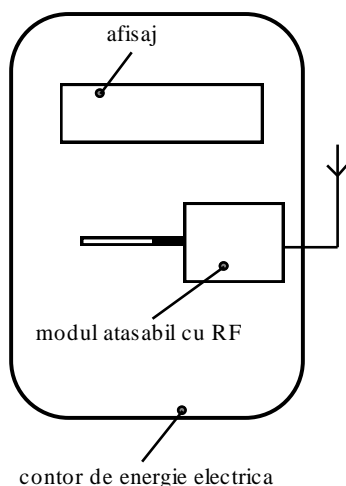
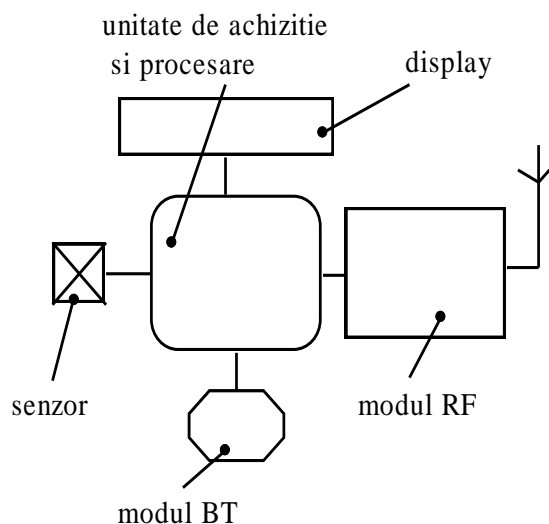


Fig. 5 – modul atașabil cu transceiver RF



Modulul atașabil este fixat de contor și preia informația de consum prin intermediul unui senzor optic (figura 5), semnalul generat de acest senzor este procesat de către o unitate de achiziție și procesare ce are la bază un microcontroler. Pe lângă funcțiile de contorizare și transmisii de date acest modul atașabil poate să aibă implementate și funcții mai complexe cum ar fi cele de tarifare diferențiată. Prin intermediul unui modul Bluetooth este posibilă implementarea unei interfețe cu o platformă mobilă ce aparține utilizatorului. Microcontrolerul ce aparține unității de achiziție și procesare mai are funcția de management al consumului energiei bateriei astfel încât durata de viață a acesteia, în condiții de exploatare, să fie de cel puțin 10 ani. Avantajul acestei metode (de conectare a unui modul atașabil la un contor existent) este legat în primul rând de costurile mai mici de implementare comparativ cu înlocuirea contorului și de timpii mai mici de implementare. Un alt avantaj este utilizarea comunicării bidirecționale, datele de consum sunt trimise de către contor prin interogare spre un dispozitiv de citire fix sau mobil. Menționăm faptul că acest protocol de comunicare este conceput de către noi și funcționează cu succes în monitorizarea consumurilor de apă potabilă la consumatorii casnici. În perspectiva aplicării unei politici de administrare în comun a consumurilor energetice ale unei locuințe (energie electrică, gaz, energie termică, apă) modulul atașabil cu modul RF ar putea fi utilizat în monitorizarea consumului pentru toate resursele consumate sau sunt produse de către o locuință realizându-se astfel un bilanț energetic destinat administrării cât mai eficiente a resurselor.

Distanțele de comunicare pentru modulul RF, în condițiile de economisire a consumului de baterie, ajung până la 2000 m, ceea ce recomandă utilizarea unui asemenea modul în implementarea tehnologiilor de telemetrie în zonele rurale și rezidențiale unde locuințele sunt răsfrate, fiind dificilă achiziția datelor într-un singur loc, de la distanțe scurte.

CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

Managementul consumului de energie electrică într-o zonă metropolitană

Pornind de la rezultatele pozitive obținute în ceea ce privește transefulul de date pe distanțe lungi utilizând echipamente „low power” și „low cost” propunem o rețea metropolitană de monitorizare a consumurilor de energie electrică, energie termică, gaz metan și apă a cărei arhitectură este prezentată în figura 6.

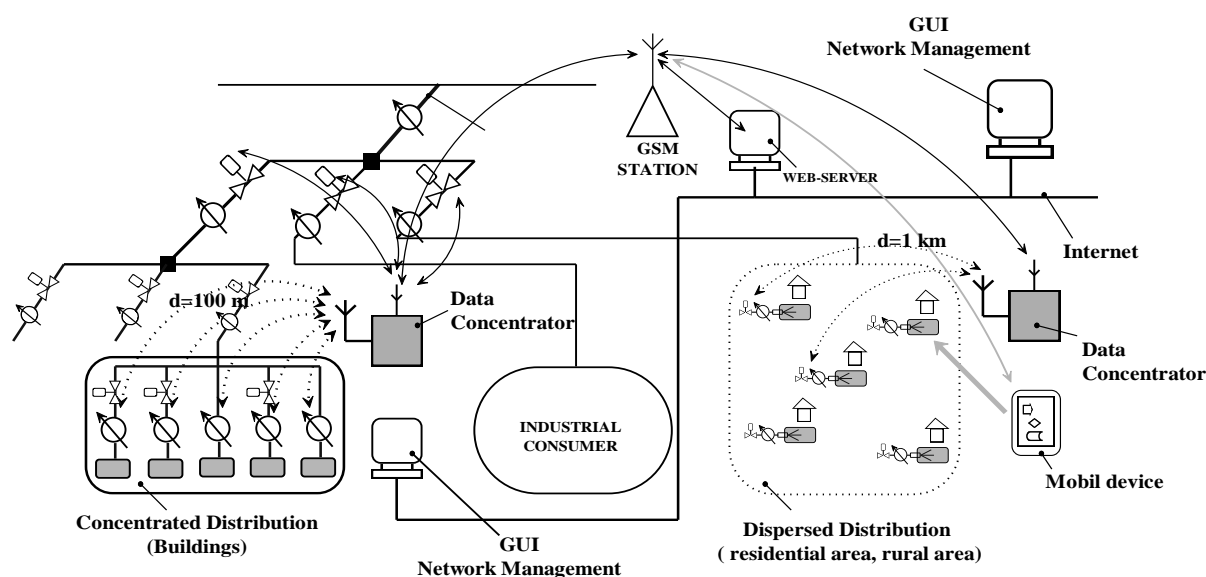


Fig. 6 – Rețea metropolitană de management a resurselor

Integrarea datelor de consum se face în mod centralizat pentru toți consumatorii (casnici, publici, industriali). Compania Greensoft a dezvoltat o platformă de management a consumurilor de energie electrică numită GREEN-MDM© (GREENSOFT METER DATA MANAGEMENT PLATFORM), specificațiile acestei platforme vor fi prezentate într- altă lucrare.

Concluzii

O locuință poate să fie privită atât ca și consumator de energie dar și ca producător. Prin înzestrarea acesteia cu echipamente de producere și managemet energetic se îmbunătățesc condițiile de viață ale utilizatorilor și scad costrurile de întreținere. În ceea ce privește metoda propusă de noi în aceasta lucrare (de utilizare hibrida a resurselor de la rețeaua de joasă tensiune și din surse locale regenerabile) rezultă următoarele avantaje: diminuarea costurilor de consum energetic; diminuarea efectului de seră prin scăderea emisiilor de carbon mai ales pet timp de vară. Modulele atașabile pe contoarele instalate în rețea prezintă următoarele avantaje: costuri de implementare mici; determină pierderile din rețelele de distribuție de joasă tensiune în timp real; determină regimurile de avarie în timp real; permit controlul furnizării de energie electrică de la distanță; permit implementarea regimului de taxare diferențiată. O bună parte din soluțiile tehnice prezentate în această lucrare au

CONTORIZARE INTELIGENTĂ-SMART METERING

11-12-13 noiembrie 2015, Hotel RAMADA, SIBIU, România

rezultat în urma implementării proiectului de cercetare **SisConGes - Dezvoltarea unui sistem reconfigurabil pentru controlul clădirilor inteligente și gestionarea utilizării energiilor provenite din surse regenerabile din cadrul programului „Creșterea competitivității Clusterului Regional Inovativ EURONEST IT&C Hub și stimularea interacțiunilor dintre membri pentru dezvoltarea de produse și servicii de înaltă tehnologie”, cod SMIS 49786, POSCCE 2007-2013, Axa 1, DMI 1.3, Operațiunea 1.3.3.**

Bibliografie

- [1] Ramler, J. R. and R. M. Donovan: Wind Turbines for Electric Utilities: Development Status and Economics, Report DOE/NASA/1028-79/23, NASA TM-79170, AIAA-79-0965, June 1979.
- [2] Nayeem Rahmat Ullah Torbjrn Thiringer, „Variable Speed Wind Turbines for Power System Stability Enhancement”, Energy Conversion, IEEE Transactions on on Energy Conversion, 2007, vol. 22, no. 1, pp: 52-60.
- [3] Saha A.K., Chowdhury S., Chowdhury S.P., Crossley, P.A., „Modeling and Performance Analysis of a Microturbine as a Distributed Energy Resource”, Energy Conversion, IEEE Transactions on, 2009, vol. 24, no. 2, pp: 529-538.
- [4] Kusiak, A. Zhe Song Haiyang Zheng, „Anticipatory Control of Wind Turbines With Data-Driven Predictive Models”, Energy Conversion, IEEE Transactions on on Energy Conversion, 2009, vol. 24, no. 3, pp: 766-774.
- [5] A.M. De Broe, S. Drouilhet, V. Gevorgian, „A peak power tracker for small wind turbines in battery charging applications”, Energy Conversion, IEEE Transactions on on Energy Conversion, 1999, vol. 14, no. 4, pp: 1630-1635.