

STUDIU DE FUNDAMENTARE A CONCEPTULUI "INTERNET OF THINGS"

STAN Elena - Liliana¹,

Conducător științific: Prof. dr. ing. Cristina PUPAZĂ, Prof. dr. ing. Adrian NICOLESCU

REZUMAT: Lucrarea realizată reprezintă un studiu de fundamentare a conceptului "Internet of Things" (IoT) făcând referire la istoricul și evoluția acestuia, principiile generale privind modul de aplicare în procesele și sistemele de fabricație, direcții de dezvoltare și Industria 4.0. Finalul acesteia este dedicat dezvoltării unei aplicații pe platforma ThingWorx.

CUVINTE CHEIE: Internet of Things, IoT, Industria 4.0, ThingWorx

1 INTRODUCERE

Internet of Things este un concept care definește o lume în care toate obiectele (dispozitive informatice identificabile în mod unic) vor fi conectate între ele cu ajutorul internetului, o lume care înglobează perfect lumea virtuală a informației și a tehnologiei.

Acest concept acoperă o varietate de protocoale, echipamente, standarde, domenii și aplicații. Având acces la informațiile amănunțite, managementul va putea să oscileze liber de la nivel micro la nivel macro și va putea măsura, înregistra și acționa corespunzător.

2 STADIUL ACTUAL

Internet of Things poate fi definită ca o infrastructură de rețele dinamice globale cu capabilități de autoconfigurare bazate pe standarde și protocoale de comunicații interoperabile, unde obiectele fizice și virtuale capătă identități, atribute fizice și virtuale, folosesc interfețe inteligente și sunt perfect integrate în rețeaua de informații.

De la aceste obiecte se cere să fie active în procesele din care pot comunica fie cu alte obiecte, fie cu mediul înconjurător, fie cu oamenii, în timp ce reacționează în mod automat la evenimentele din lumea reală și o influențează prin procese ce creează acțiuni și servicii cu sau fără intervenția participării umane.

Interfețele sunt cele ce fac posibile aceste interacțiuni ale obiectelor inteligente, prin intermediul internetului, interogând și schimbând starea și orice alte informații asociate acestora, luând în considerare problemele de securitate.

¹ Specializarea Robotică, Facultatea IMST;

E-mail: lili_ilil_19@yahoo.com;

3 INTERNET OF THINGS

3.1 Definirea funcționalității conceptului.

Schema logică pentru integrarea conceptului include:

- Obiecte (Vehicul, echipament industrial, bun personal, clădiri, etc.);
- Senzori (acustici, vibrații, turații, agenți chimici, magnetism, temperatură, etc.);
- Mod de conectare (2G/3G/4G/5G, ZigBee, Ethernet, Bluetooth, WiFi, etc.);
- Platformă (ThingWorx, IBM IoT, AWS IoT, Predix, Google Cloud Platform, etc.);
- Postprocesare (BigData, Analytics HUB, Predix Solver, Operational Intelligence, Anticipatory Analytics, Data Driven Decision Making, etc.);
- UX User Experience, UI User Interface (Visual Design, Application User Intergace Design).

Pentru ca un obiect să fie inteligent (conceptul IoT să fie integrat) presupune existența unor senzori care să colecteze informațiile de interes. Prin realizarea unei conexiuni, în funcție de mediul și tipul obiectului, la o platformă de tip "Cloud", informațiile colectate vor putea fi stocate, analizate și prelucrate. De la un obiect, proces sau mediu se pot colecta și stoca informații de ordinul GB sau TB, implicit cerându-se un spațiu mare de stocare. Pentru analiza și prelucrarea informațiilor aflate în stare brută, în etapa de postprocesare se impune folosirea unor algoritmi de analiză pentru identificarea și urmărirea unor tipare sau pentru luarea unor decizii.

Pentru accesarea informațiilor finale, se cere existența unei interfețe cu utilizatorul, intuitivă, simplă și ușor de folosit.

Din universul Internet of Things se pot distinge două ramuri:

- Consumer IoT;
- Industrial IoT.

3.2 Istoricul și evoluția conceptului.

Dezvoltarea treptată a internetului, a tehnicilor de calcul, a interfețelor tangibile pentru comunicare de la distanță, a produselor software și hardware, au dus la formarea expresiei IoT de către Kevin Ashton în anul 1999. Ideea a dus la dezvoltarea cipurilor de identificare prin frecvență radio și folosirea acestora în aplicații de identificare automată și urmărirea a fluxului logistic.

Formarea unor organizații, alianțe și parteneriate au avut rolul împărtășirii cunoștințelor și punerii bazelor conceptului de IoT.

Dintre aceste organizații se pot aminti astăzi:

- Smart Manufacturing Leadership Coalition (SUA);
- High Value Manufacturing Catapult (UK);
- Industrial Internet Consortium (Internațional);
- Industrie 4.0 (Germania);
- Industrie du Futur (Franța);
- Alliance for IoT Innovation (Europa);
- Confederation of Indian Industries Smart Manufacturing (India);
- Made in China 2025 (China).

În prezent pot fi regăsiți roboți folosiți în agricultură, roboți colaborativi, vehicule, dispozitive, clădiri și orașe inteligente.

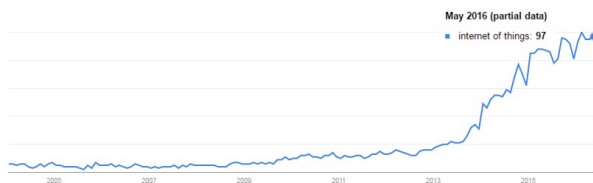


Fig. 1 Evoluția în timp a conceptului

În primii 10 ani, conceptul Internet of Things a avut o evoluție ușor constantă. În ultimii ani, dezvoltarea atât a sistemelor și echipamentelor tehnologice cât și a unor platforme inteligente deschise publicului care să permită conectivitatea simplă între sisteme, accesarea, stocarea, securitatea și prelucrarea datelor, a dus și la evoluția conceptului.

Dezvoltarea unei piețe de deschidere pentru produsele inteligente și creșterea competitivității au accelerat de asemenea dezvoltarea produselor și aplicațiilor în care este integrat conceptul IoT.



Fig. 2 Zonele de interes pentru dezvoltarea conceptului

Nevoia de dezvoltare mai rapidă a conceptului Internet of Things a dus la formarea unor alianțe și parteneriate între companii de top.

Din Fig. 2. se poate observa cum un nivel de interes maxim este acordat de Singapore, urmat de India și Coreea de Sud.

3.3 Industria 4.0 – implementarea conceptului IoT în industrie

Industria 4.0 este un termen ce face referire la evoluția industriei de fabricare și adaptarea acesteia la conceptul IoT, al Industriei Inteligente – Sisteme de producție cyber-fizice.

Dezvoltarea rapidă a domeniilor biotehnologice, roboticii, prototipare rapidă, nanotehnologice, neurotehnologice, inteligenței artificiale, rețelelor senzoriale și IT aduce noi tehnologii ce vor favoriza flexibilitatea, productivitatea și calitatea produselor.

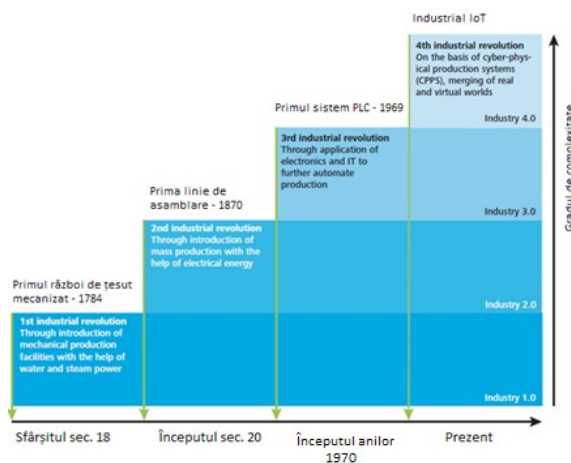


Fig. 3 Evoluția Industriei în timp

În prezent, industria de fabricație necesită soluții automatizate, flexibile și autonome, posibil a fi realizate prin interconectarea roboților industriali, a CNC-urilor la o rețea locală și cu ajutorul sistemelor senzoriale, prin colectarea și analiza informațiilor și datelor, urmând a lua deciziile corecte în privința arhitecturii sistemelor de producție.

Industria 4.0 este văzută ca fiind următoarea revoluție industrială, ce are la bază sisteme de producție cyber-fizice ce duc la convergența lumilor fizice și virtuale, precedată de era integrării

sistemelor electronice și automatizarea producției, era implementării producției în masă cu ajutorul energiei electrice și era introducerea producției mecanizate cu ajutorul forței apei și a aburului.

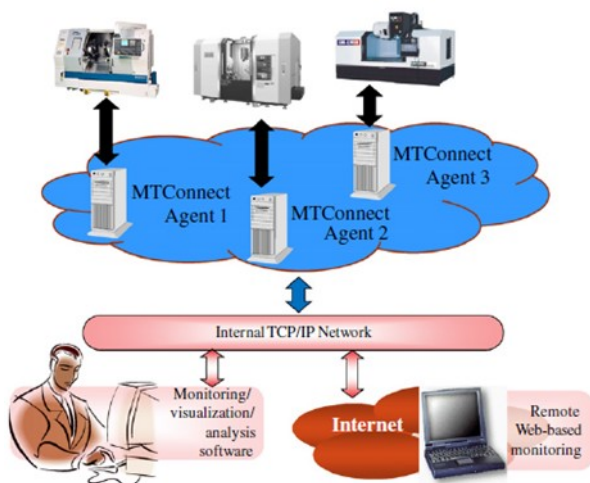


Fig. 4 Reprezentarea schematică a interconectării a 3 CNC-uri via unui sistem de standarde

Pentru ca această comunicare între sistemele compuse din roboți industriali și mașini cu comandă numerică, este necesar stabilirea și folosirea unor standarde. Standardele bine definite promovează interoperabilitatea necesară realizării comunicării între echipamentele din industria de fabricare.

Standarde precum OPC-UA (object linking and embedding for process control united architecture) asigură că sistemele diverse din procesul de automatizare sunt compatibile.

În acest tip de rețea de fabricație, lipsa centralizării operațiilor și a unui standard în transmiterea resurselor de la o mașină la alta duce la funcționarea defectuoasă a rețelei.

Un exemplu de astfel de resurse ce trebuie centralizate corespunzător sunt formatele fișierelor. Pentru ca fișierul unui program CAD să fie folosit de un program CAM, este necesar folosirea unui format standard, în acest caz .step; considerat resurse, aceste fișiere for fi localizate cu ajutorul STRL. În acest sistem, diferite componente ale rețelei CAD-CAM-CNC pot interschimba corect informații.

De la IoT în producție și logistică se cere produsul corect, în cantitatea corectă, la momentul și prețul corect. De aceea aplicațiile ce integrează conceptul lansat de IoT trebuie sa cuprindă:

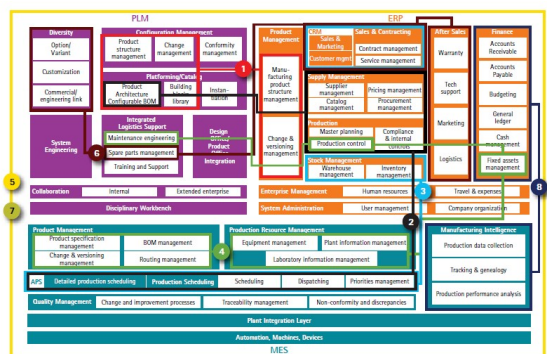
- Simplitate: accentuată de ușurința de implementare, întreținere, gestionare și utilizare;
- Convergență: prin acordarea suportului pentru funcții și protocoale standard ce

trebuie să permită integrarea funcțiilor, datelor și informațiilor;

- Flexibilitate, personalizare;
- Securitate.

Internet of Things însumează o varietate de domenii aflate în stadiu de cercetare și dezvoltare. Printre acestea pot fi enumerate:

- Elementele de calcul omniprezente pentru rețele de senzori (WSN), ubiquitous computing (MTUC)
- Protocoale ale internetului, unde dezvoltarea IPv6 va permite alocarea unei (din 2^{128}) adrese unice tuturor obiectelor, dispozitivelor și mecanismelor;
- Tehnologii de comunicare mai avansate;
- Dispozitive încorporate, precum etichete cu RFID sau rețele wireless de senzori (WSN);
- Aplicații și domenii de implementare.



Legend: Digital Processes relevant to this case are 1, 4 and 5

Fig. 5 Implementarea conceptului IoT în cadrul unei Organizații va afecta și conecta toate departamentele acesteia

În procesul de fabricație inteligent, Internet of Things va conduce la îmbunătățirea sau crearea de la zero a elementelor integrate :

- dezvoltarea tehnologiilor din producție, aplicațiilor de prototipare rapidă, asamblare, etc.;
- dezvoltarea nanostructurilor chimice, materialelor, algoritmilor de analizare, sistemelor microelectromecanice MEMS, modelare și simulare;
- automatizare modulară, susținere, autoconducere, optimizare și integrare în timp real.

3.4 Principiile generale privind modul de aplicare în procesele și sistemele de fabricație ale conceptului IoT

Scalabilitatea reprezintă proprietatea unui sistem, a unei rețele sau a unui proces ce arată

capacitatea acestuia de a suporta corect un volum mai mare de încărcare, sau de a permite mărirea sau extinderea sa. Despre un sistem de prelucrare a datelor se spune că este scalabil dacă el se comportă similar fără defecțiuni și atunci când volumul de date pe care le prelucrează devine mai mare.

Principiile generale ale conceptului Iot sunt:

- Principiul generic – un singur obiect trimite informații
- Principiul M2M – Machine to Machine - presupune comunicarea între mai multe componente fizice dintr-un sistem (comunicarea între roboții industriali dintr-o linie flexibilă de fabricație)
- Principiul B2C – Business to Customer – presupune comunicarea informațiilor unei activități către un utilizator (statusul unui proces de fabricație sau a unei linii flexibile de fabricație)
- Principiul B2B – Business tot Business – presupune comunicarea între activități (definirea unor evenimente ale unei activități ce vor putea declanșa acțiuni din partea altei activități)

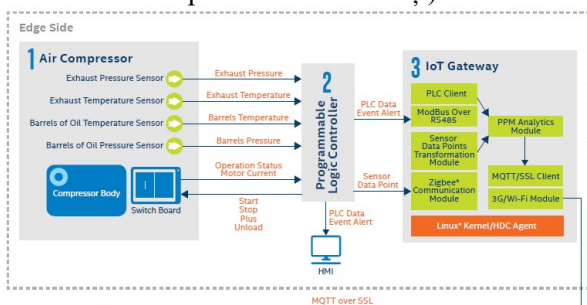


Fig. 6 Modul de comunicare și transmitere de informații de la un compresor

Privind ca exemplu pentru implementarea conceptului IoT unui echipament industrial este prezentat în Fig.6, respectiv Fig.7.

- 1) Compresor Fusheng. Acesta trimite date referitoare la presiunea și temperatura aerului expulzat, presiunea și temperatura interioară și starea operării către PLC.
- 2) Automat programabil (PLC). Acesta controlează compresorul și trimite datele colectate către modulul de conectare la platformă. Interfața HMI permite operatorului să monitorizeze funcționarea compresorului.
- 3) Modul de conectare ADLINK IoT. Acesta permite conectarea la PLC folosind protocolul ModBus și la Platforma folosind protocolul MQTT și modul de conectivitate 3G/WiFi/Ethernet. Securitatea datelor este asigurată de protocolul Secure Sockets Layer (SSL).

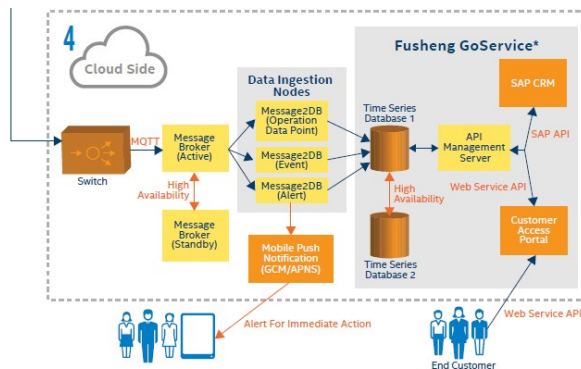


Fig. 7 Primirea, stocarea și postprocesarea datelor de la compresorul inteligent

4) Platforma Microsoft Azure. Datele primite sunt trimise mai departe către un server care pregătește datele pentru agenți care au rolul de analiza și trimite alerte prin Google Cloud Messaging către responsabili sau către Serviciul Fusheng GoService. Rolul acestui serviciu este de a stoca și a reporta în timp real starea compresorului. Interfața pentru programarea de aplicații permite trimiterea datelor către programul SAP pentru Customer Relationship Management

3.5 Direcții de dezvoltare.

Privind domeniile în care conceptul Internet of Things poate fi integrat, pot fi enumerate: domeniul produselor de consum, agriculturii, medicină, energie, mediul industrial, clădirilor și orașelor inteligente, realitate augmentată, mentenanță productivă, etc.

Un oraș inteligent reprezintă un ecosistem urban ce folosește tehnologia informației și a comunicației pentru a dezvolta o infrastructură și servicii publice ușor accesibile, interactive și eficiente.

Într-un oraș inteligent sistemele senzoriale fac posibilă monitorizarea și administrarea infrastructurilor, monitorizarea aerului, existența sistemelor inteligente pentru iluminat, trafic, rețelelor inteligente de transport, etc. Un astfel de oraș este Songdo din Korea de Sud, unde SparkLabs alături de Google, Cisco și alții continuă să dezvolte infrastructura tehnologică și să își implementeze noile aplicații.



Fig. 8 Bicicleta inteligentă și realitatea augmentată

O altă direcție de dezvoltare este cea aplicațiilor în care realitatea augmentată își găsește întrebuințare pentru dezvoltarea și conceperea unor noi produse pe baza vizualizării acestora din noi perspective interactive, pentru coordonare și ghidare în aplicații educative, pentru observarea unor fenomene fizice din alte perspective, precum observarea comportamentului și forțelor ce acționează asupra unei biciclete în timpul funcționării acesteia. (Fig.8.)

Mentenanța predictivă presupune folosirea datelor colectate de la senzori pentru analizare și monitorizare în timp real. Câteva exemple de mentenanță predictivă sunt următoarele:

- Thames Water pot anticipa cu ajutorul acestor date momentele în care echipamentele tehnologice folosite vor ceda și pot reacționa mai rapid în situații critice.
- Apache Corporation, cunoscut pe piața gazului și petrolului, folosește mentenanța predictivă pentru a preveni cedările pompelor și astfel să reducă pierderile.
- Taleris deține o companie inteligentă de avioane și astfel poate diagnostica și preveni nevoia de reparații a avioanelor.

Sunt folosiți senzori pentru a monitoriza anumite componente și sisteme, algoritmi de analiză pentru a identifica anomaliile și cauzele care au dus la existența acestora și algoritmi care determină dacă pentru componente va fi nevoie de înlocuire sau reparații. În același timp se pot programa momentele și/sau locațiile cele mai potrivite pentru mentenanță.

3.6 Avantaje și dezavantaje.

Despre IoT se poate spune că viitoarele tehnologii vor schimba logistica, producția, mediul înconjurător – Smart Environment, medicina – Health Monitoring, casele – Smart Homes, infrastructura orașelor – Smart Cities, comunicațiile, economia, etc.

Printre dezavantajele IoT trebuie menționate elementele de compatibilitate care pot fi rezolvate prin standardizarea limbajului de programare și a protocoalelor, complexitatea sistemelor predispuse la erori care pot fi evitate prin măsuri de siguranță, factori de securitate (totul fiind interconectat prin rețele se poate realiza accesul neautorizat la date și informații confidențiale), colectarea masivă de date care fără algoritmi de analiză va fi inutilă.

4 APLICAȚIE PENTRU MENTENANȚA PREDICTIVĂ CU AJUTORUL IOT

4.1 Utilizarea platformei ThingWorx.

IoT implică ca tehnologia informației și a comunicațiilor (ICT) să permită accesarea unor informații în timp real, indiferent de locație prin intermediul unor infrastructuri deschise, securizate și standardizate, fie pentru tehnici de calcul conduse de date (OSIsoft), algoritmi pentru analiză industrială (Predix), sau pentru sisteme de producție inteligente (ThingWorx).

ThingWorx pune la dispoziție o platformă accesibilă prin înregistrarea și crearea unui cont.

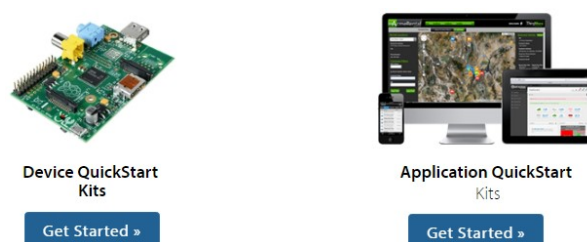


Fig. 9 Posibilitatea dezvoltării unei aplicații cu sau fără ajutorul unor echipamente tehnice

4.2 Realizarea aplicației.

Crearea aplicației trebuie să aibă la bază folosirea unui Thing Template (Fig. 10.). Acesta este definit de informații generale (nume, etichetă, șablon de bază, etc.), proprietăți dorite, servicii, evenimente și scripturi care pot fi declanșate de anumite evenimente.

Name	Roboti_Industriali
Description	Sablonul pune bazele pentru robotii de tip brat articulată pentru care se dorește monitorizarea.
Tags	Search ModelTags or + to crea
Base Thing Template	GenericThing
Implemented Shapes	Search ThingShapes or + to cre

Fig. 10 Definirea unui șablon - Thing Template

Things (Fig. 11.) reprezintă obiectele fizice și acestea trebuie să aibă la bază un Thing Template de la care va și moșteni proprietățile.

Name	ABB_IRB_4600_cod001
Description	Robotul ABB IRB 4600 lucrează într-o aplicație de debavurare repere din plastic.
Tags	
Thing Template	Roboti_Industriali
Implemented Shapes	

Fig. 11 Definirea unui obiect – Thing

4.3 Realizarea interfeței cu utilizatorul

Pentru crearea aplicației web se începe cu crearea șablonului. Pentru că se pot realiza aplicații total diferite, fără să aibă ceva comun, nu există șabloane predefinite. (Fig. 12.)

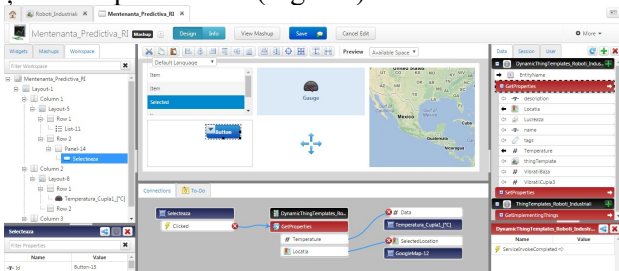


Fig. 12 Realizarea interfeței cu utilizatorul

Dezvoltarea tehnologiei aduce potențialul dezvoltării unei noi generații de roboți și sisteme automatizate, conduse de rețele wireless, baze de date, tehnici de calcul avansate, noi metode de programare a RI, toate acestea având ca efect îmbunătățirea performanței și creșterea flexibilității în producție.

5 CONCLUZII

Dezvoltarea tehnologiei și convergența către Industrial IoT aduce potențialul dezvoltării unei noi generații de roboți și sisteme automatizate, conduse de rețele wireless, baze de date, tehnici de calcul avansate, noi metode de programare a RI, toate acestea având ca efect îmbunătățirea performanței și creșterea flexibilității în producție. De aceea conceptul Internet of Things reprezintă un State of the Art al momentului.

Dezvoltarea unor platforme simple pentru interconectarea sistemelor de producție astfel încât colectarea, analizarea, stocarea și partajarea datelor să fie posibilă, dezvoltarea unor standarde în

limbajul de programare, dezvoltarea sistemelor senzoriale, de etichetare și a modului de colectare a informațiilor, dezvoltarea unor produse software și hardware va conduce și la dezvoltarea aplicațiilor robotizate din sistemele de producție.

Realizare unei aplicații utilizând platforma de la ThingWorx pentru mentenanță predictivă (Fig.13.) poate fi un exemplu pentru dezvoltarea și integrarea altor aplicații.

6 MULȚUMIRI

Mulțumesc dnei. Prof. dr. ing. Cristina Pupăză și dlui. Prof. dr. ing. Adrian Nicolescu pentru sprijinul și cunoștințele oferite în alegerea și dezvoltarea temei.

7 BIBLIOGRAFIE

- [1]. European Parliamentary Research Service, (Septembrie 2015). *Industry 4.0 - Digitalisation for productivity and growth;*
- [2]. INTEL (2015). *Optimizing Manufacturing with the Internet of Things*
- [3]. World Economic Forum, (Ianuarie 2015). *Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services*
- [4]. Harvard Business Report, (Noiembrie 2014). *Industrial Internet of Things: Unleashing the Potential of Connected Products and Services*
- [5]. Harvard Business Report, (Octombrie 2015). *How Smart, Connected Products Are Transforming Companies*
- [6]. IEEE Transactions On Automation Science And Engineering, Vol. 12, No. 2, (2015). *A Survey of Research on Cloud Robotics and Automation*
- [7]. IEEE Transactions On Industrial Informatics, Vol. 10, No. 2, (Mai 2014). *Internet of Things for Enterprise Systems*

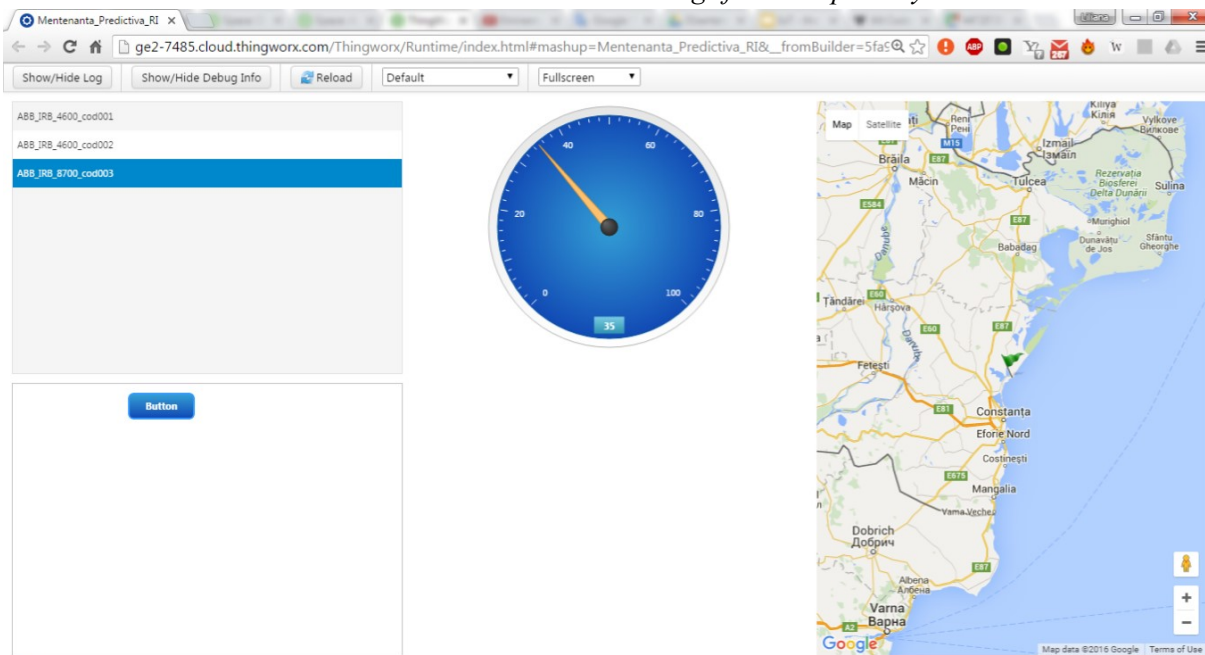


Fig. 13 Utilizarea platforme ThingWorx pentru realizarea unei aplicații de mentenanță predictivă