**Documentul de specificare a cerințelor**

**Software Requirements Specification**

**(SRS) Document**

**<Sistem wireless pentru monitorizarea parametrilor solului>**

**<7.03.2025><V 0.1>**

**<Pricop George-Daniel>**

|  |
| --- |
| **Istoricul versiunilor** |

| Versiune | Autor(i) principali | Descriere versiune | Dată |
| --- | --- | --- | --- |
| V 0.1 | Pricop George-Daniel | Prima versiune pentru sistemul de monitorizare a parametrilor solului folosind tehnologie wireless | 7.03.2025 |

|  |
| --- |
| **Revizuiri și aprobări** |

Istoric aprobări

| Aprobă | Versiune | Semnătură | Dată |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

Istoric revizuiri

| Revizor | Versiune | Semnătură | Dată |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |
|  |  |  |  |

|  |
| --- |
| **Cuprins** |

[1. Introducere 3](#_Toc197559776)

[1.1 Scopul 3](#_Toc197559777)

[1.2 Convenții ale documentului 3](#_Toc197559778)

[1.3 Audiență țintă 3](#_Toc197559779)

[1.4 Sfera de aplicare 3](#_Toc197559780)

[1.5 Referințe 3](#_Toc197559781)

[2 Descriere generală 4](#_Toc197559782)

[2.1 Perspectiva produsului 4](#_Toc197559783)

[2.2 Caracteristici ale produsului 4](#_Toc197559784)

[2.3 Clase și caracteristici ale utilizatorilor 4](#_Toc197559785)

[2.4 Mediul de operare 4](#_Toc197559786)

[2.5 Constrângeri de proiectare și de implementare 5](#_Toc197559787)

[2.6 Presupuneri și dependențe 5](#_Toc197559788)

[3 Cerințele sistemului 5](#_Toc197559789)

[3.1 Vizualizarea datelor in dashboard 5](#_Toc197559790)

[3.1.1 Descriere generală 5](#_Toc197559791)

[3.1.2 Flux de interacțiune (scenarii de utilizare) 6](#_Toc197559792)

[3.1.3 Condiții prealabile și constrângeri 6](#_Toc197559793)

[3.1.4 Detaliere cerință 6](#_Toc197559794)

[3.1.5 Scenarii de eroare și gestionarea excepțiilor 6](#_Toc197559795)

[3.1.6 Dependențe și interacțiuni cu alte funcționalități 6](#_Toc197559796)

[3.2 Vizualizarea datelor in InfluxDB si TheThingsNetwork 6](#_Toc197559797)

[3.2.1 Descriere generală 7](#_Toc197559798)

[3.2.2 Flux de interacțiune (scenarii de utilizare) 7](#_Toc197559799)

[3.2.3 Condiții prealabile și constrângeri 7](#_Toc197559800)

[3.2.4 Detaliere cerință 7](#_Toc197559801)

[3.2.5 Scenarii de eroare și gestionarea excepțiilor 7](#_Toc197559802)

[3.2.6 Dependențe și interacțiuni cu alte funcționalități 7](#_Toc197559803)

[4 Cerințe pentru interfețe 8](#_Toc197559804)

[4.1 Interfețe cu utilizatorul 8](#_Toc197559805)

[4.2 Interfețe hardware 8](#_Toc197559806)

[4.2.1 Configurații Minime Recomandate 8](#_Toc197559807)

[4.2.2 Dispozitive Externe Compatibile 8](#_Toc197559808)

[4.3 Interfețe de comunicare 8](#_Toc197559809)

[4.3.1 Protocoale și Standarde de Comunicare 8](#_Toc197559810)

[4.3.2 Cerințe de Securitate în Comunicare 8](#_Toc197559811)

[4.4 Interfețe software 9](#_Toc197559812)

[4.4.1 Tehnologii Utilizate 9](#_Toc197559813)

[4.4.2 Servicii Externe și API-uri 9](#_Toc197559814)

[5 Cerințe non-funcționale 9](#_Toc197559815)

[5.1 Cerințe de performanță 9](#_Toc197559816)

[5.2 Cerințe de siguranță 9](#_Toc197559817)

[5.3 Cerințe de securitate 10](#_Toc197559818)

[6 Anexe 10](#_Toc197559819)

[6.1 Anexa A: Glosar 10](#_Toc197559820)

[6.2 Anexa C: Listă de Probleme 10](#_Toc197559821)

# Introducere

## Scopul

Scopul acestui document este de a descrie caracteristicile produsului, clasele de utilizatori, mediul de operare si constrangerile. Se descrie modul prin care tehnologii precum LoRaWAN, TheThingsNetwork, Grafana, Node-Red, InfluxDB sunt implementate in sistemul de monitorizare wireless a solului. Documentul este destinat sa serveasca drept referinta pentru proiectare, implementare, testare si mententanta ulterioara a sistemului.

## Convenții ale documentului

Abrevierile sunt explicare in sectiunea Glosar la finalul documentului.

## Audiență țintă

Descrie care parte a documentului este destinată fiecărui cititor. Include o listă a tuturor părților interesate ale proiectului, dezvoltatorilor, managerilor de proiect și testerilor pentru o mai bună claritate.

Acest document este destinat administatorilor de sistem ce urmeaza sa efectuze mentenanta sistemului aplicat, dar si pentru dezvoltatori hardware si software ce doresc sa imbunatateasca si modifice sistemul.

## Sfera de aplicare

Specifică cum se aliniază obiectivele produsului cu obiectivele generale ale sistemului în care se integrează produsul și conturează beneficiile proiectului pentru afacere.

Sistemul se poate aplica in zonele administrate de catre firmele de agricultura ce doresc sa imbunatatesca eficienta utilizarii a resurselor, dar si pentru hobby. Proiectul nu include automatizare de control pentru irigare automata. Prin vizualizarea datelor se poate lua decizii in irigarea in agricultura

## Referințe

<https://www.thethingsnetwork.org/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/LoRa>

<https://nodered.org/>

<https://en.wikipedia.org/wiki/InfluxDB>

<https://grafana.com/>

<https://www.waveshare.com/wiki/Solar_Power_Manager_(D)>

<https://learn.adafruit.com/adafruit-feather-32u4-radio-with-lora-radio-module>

# Descriere generală

## Perspectiva produsului

Acest sistem de monitorizare wireless se foloseste in industria agriculturii, dar poate sa consiste si un obiect folosit de catre pasionatii de gradinarit sau aplicat in zone unde acuratetea parimetriilor solului este necesara.

Acesta este construit folosind piese de la firme precum AdaFruit, folosind software Arduino IDE si librarii compatibile. De asemenea, piesele sunt generice si cu cost redus, precum baterii 18650. Transmiterea datelor se face prin tehnologia LoRa, transmise la un gateway LoRa in arie sau unul personal.

## Caracteristici ale produsului

Pentru ca produsul sa functioneze, acesta este construit din mai multe piese cu functionalitati diferite. In final, prin combinarea acestor piese, produsul finit este compus din partea hardware si software.

Pe partea hardware avem un sistem compact si stabil, autonom care se foloseste de un panou solar pentru autonomie fara a fi necesar o sursa externa de energie. Punctul cheie al sistemului este LoRa care permite sa trmitem date de dimensiuni reduse la intervale de timp setate la orice gateway public LoRa in aria de acoperire.

Pe partea software avem un dashboard specific IoT unde putem afla ultima stare a sistemului, datele primite prin TheThingsNetwork si afisate prin grafice.

## Clase și caracteristici ale utilizatorilor

Principala grupa de utilizatori sunt firmele de agricultura de dimensiuni mici spre medii care doreste sa aiba control si sa cunoasca date tehnice despre zonele pe care le au in posesie.

Un factor general ce determina grupa de utilizatori este costul. Acesta este mic in comparatie cu alte optiuni de pe piata, in detrimentul anumitor functii, precum dimensiunea.

Este nevoie de o expertiza tehnica medie. Este esential sa se instaleze sistemul corespunzator la inceput, cu inspectii tehnice periodice sau la nevoie atunci cand nu primim date in dashboard.

Este nevoie ca ceilalti lucratori ai terenurilor sa fie constienti de prezenta sistemului astfel incat sa nu deplaseze sau sa nu deterorieze produsul.

La nivel software, dashboard-ul este conceput simplu si intuitiv astfel incat oricine sa poata folosii produsul.

## Mediul de operare

Locatia propriu-zisa a sistemului de monitorizare a solului wireless este pe teren de agricultura, intr-un loc singular sau multiplu. Folosind tehnologia LoRa acesta se poate dezvolta ca numar cu usurinta. Se poate dezolvta mai multe puncte din mai multe tereneuri intr-o raza de aproximativ de 10km in teren deschis.

Platformele hardware sunt: Adafruit, modul management baterii Waveshare, baterii 18650, senzori DHT, senzori DS18B20.

Platformele software sunt: TheThingsNetwork, Grafana, Arduino IDE, InfluxDB, Node-RED

## Constrângeri de proiectare și de implementare

Procurarea pieselor poate fi dificila, stocul local fiind limitat sau chiar zero.

Antrenarea personalului pe partea de dashboard si pe teren poate necesita mai mult timp.

Mentenanta si repararea sistemului se poate face cu expertiza unui personal califacat in domeniu si care cunoaste schema sistemului in detaliu. In cazul in care apare o defectiune, timpul de asteptare poate fi mare.

Utilizarea bateriilor presupune citiri de date la distante mari de timp. Datele trebuie sa fie concise, deoarece placa Adafruit Feather 32u4 RFM95 are o memorie RAM si flash redusa.

Transmiterea datelor prin LoRa constrange dimensiunea datelor transmise la o dimensiune redusa. Distanta de transmitere a datelor depinde de prezenta obstacolelor de la transmitator la receptor.

Tehnologiile Node-Red, InfluxDB si Grafana necesita servere, fie pe o masina locala sau prin servicii cloud platite.

Sistemul nu permite actualizari OTA, deci modificarile firmware-ului necesita acces fizic.

## Presupuneri și dependențe

Un impediment pentru functionarea sistemului este disponibiliatea energiei solare, deoarece folosim panouri solare si baterii, fara a fi conectat la o sursa de energie. In timpul iernii, functionalitatea sistemului este foarte limitata, deoarece energia captata prin panourile solare este limitata si imprevizibila.

In general, un panou solar functioneaza in parametrii optimi aproximativ 4 ore din zi vara, si mai putin de 1 ora iarna. Pe timp de iarna, se poate folosi sistemul la o frecventa mult mai rara, la limita disponibilitatii bateriilor. Poate devenii imprecis sau chiar sa nu functioneze, depinzand de conditiile meteo din acea perioada, dar totodata nevoia unui astfel de sistem pe timpul iernii nu este esentiala.

Disponibilitatea accesului la gateway LoRa, prin TheThingsNetwork, reprezinta un nod esential in lantul de functionalitate a sistemului.

# Cerințele sistemului

## Vizualizarea datelor in dashboard

### Descriere generală

* Sistemul trimite datele senzorilor in mod radio, wireless catre TheThingsNetwork care de asemenea trimite datele spre serverul local construit folosind Grafana si Node-Red. Aceste date de la senzori captate la interval de timp de 5, 10 sau 15 minute sunt folosite de catre administratia firmelor de agricultura pentru a se asigura ca solul este in parametrii optimi in raza instalarii sistemului.
* Aceste date se pot vizualiza sub froma de grafice, dar si sub forma de table pentru o investigare precise.

### Flux de interacțiune (scenarii de utilizare)

* In mod general, sistemul trimite automat date la interval de 15 minute la gateway local LoRa care este in aria de acoperire.
* Acest process de transmitere a datelor dureaza 5 secunde, timp in care sistemul foloseste cea mai multa energie.
* In dashboard apar datele noi, iar graficele se adapteaza noilor date introduse. Personalul firmelor de agricultura poata sa ia concluzii asupra eficientei irigarii solului in zona aplicarii sistemului.

### Condiții prealabile și constrângeri

* Este esential ca sistemul sa aiba baterie si un gateway LoRa sa fie in aria de acoperire a sistemului. In mediu urban, aria de acoperire este in general de 3 km, iar in camp deschis, mai mult de 10 km.

### Detaliere cerință

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Cerință** | **Descriere** | **Prioritate** | **Criterii de acceptanță** |
| **REQ-1** | Pentru functionare este nevoie de baterie si energie solara | Critic | Mod deep sleep la 1h in conditii critice |
| **REQ-2** | Pentru transmiterea datelor este nevoie de un gateway LoRa in arie si transmiterea in TheThingsNetwork | Critic | - |
| **REQ-3** | Stocarea datelor in InfluxDB si transmitere in Grafana prin Node-red | Mediu | Datele se pot vizualiza si in TheThingsNetwork, pe o perioada mica |
| **REQ-4** | Pentru afisarea datelor este nevoie de un dashboard, folosind Grafana | Mediu | Datele sunt stocate in InfluxDB |

### ****Scenarii de eroare și gestionarea excepțiilor****

* In cazul in care nu mai exista o conexiune LoRa, datele nu pot fi transmise.
* In cazul in care Grafana nu mai afiseaza date, datele sunt stocate in InfluxDB, ceea ce rezulta in a doua fuctionalitate a sistemului
* In cazul in care este innorat mai mult de 3 zile, sistemul ramane intra in deep sleep cu transmitere a datelor foarte rar. Inca depinde de celelalte solutii, singura diferenta fiind doar timpul la care sunt transmise datele.

### ****Dependențe și interacțiuni cu alte funcționalități****

* Aceasta functionalitate este produsul finit al sistemului. Aceasta se afla la finalul lantului de functionare, astfel incat aceasta depinde de toti pasii de dinaintea sa. Singura forma de backup sunt InfluxDB si TheThingsNetwork, loc unde sunt deja stocate date si intra in modul de functionare 2 atunci cand dashboard-ul nu functioneaza.

## Vizualizarea datelor in InfluxDB si TheThingsNetwork

### Descriere generală

* Sistemul trimite datele senzorilor in mod radio, wireless catre TheThingsNetwork. Prin Node-red se transmit date in InfluxDB. Aceasta functie, a doua in lantulul functiilor, este o functie de backup in cazul in care dashboard-ul nu functioneaza.

### Flux de interacțiune (scenarii de utilizare)

* In mod general, sistemul trimite automat date la interval de 15 minute la gateway local LoRa care este in aria de acoperire. Acest proces de transmitere a datelor dureaza 5 secunde, timp in care sistemul foloseste cea mai multa energie.
* In aceasta functie de backup, in loc sa vizualizam datele in dashboard, le vizualizam in InfluxDB, neprelucrate in mod brut. Aceasta functie este reduntanta sistemului de monitorizare a solului in mod wireless. Inca depinde de ceilalti factori precum bateria si energia solara. Astfel nu mai avem REQ-4, dar si informatiile sunt neprelucrate.

### Condiții prealabile și constrângeri

* Avem aceleasi conditii: este esential ca sistemul sa aiba baterie si un gateway LoRa sa fie in aria de acoperire a sistemului. In mediu urban, aria de acoperire este in general de 3 km, iar in camp deschis, mai mult de 10 km.

### Detaliere cerință

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Cerință** | **Descriere** | **Prioritate** | **Criterii de acceptanță** |
| **REQ-1** | Pentru functionare este nevoie de baterie si energie solara | Critic | Mod deep sleep la 1h in conditii critice |
| **REQ-2** | Pentru transmiterea datelor este nevoie de un gateway LoRa in arie si transmiterea in TheThingsNetwork | Critic | - |
| **REQ-3** | Stocarea datelor in InfluxDB si transmitere in Grafana prin Node-red | Mediu | Datele se pot vizualiza si in TheThingsNetwork, pe o perioada mica |

### ****Scenarii de eroare și gestionarea excepțiilor****

* In cazul in care nu mai exista o conexiune LoRa, datele nu pot fi transmise.
* In cazul in care este innorat mai mult de 3 zile, sistemul ramane intra in deep sleep cu transmitere a datelor foarte rar. Inca depinde de celelalte solutii, singura diferenta fiind doar timpul la care sunt transmise datele.
* In cazul in care TheThingsNetwork nu functioneaza, fie datorita factoriilor interni sau externi care nu depend de noi, datele nu sunt transmise si pot fi vizualizate.

### ****Dependențe și interacțiuni cu alte funcționalități****

Aceasta functionalitate se afla cu un pas in spatele functionalitatii principale si finale. Aceasta inca depinde de ceilailti pasi de dinainte, precum disponibilitatea de baterie si energie solara, dar si o conexiune stabile cu un gateway LoRa.

# Cerințe pentru interfețe

Această secțiune descrie modul în care sistemul interacționează cu utilizatorii, hardware-ul, alte sisteme software și rețele de comunicație.

## Interfețe cu utilizatorul

Interfata finala a utilizatorului il reprezinta dashboard-ul construit cu Grafana. In mod reduntant, se poate folosi vizualizarea datelor din InfluxDB unde se afla datele si masuratorile brute.

In Grafana, dupa inserarea datelor de logare, se poate vizualiza grafice si date pe parcursul mai multor zile la intervale diferite de ore. Grafice pentru temperatura ambianta, grafice pentru temperatura solului si grafice pentru umididatea solului pe diferite intervale de timp.

O imbunatatire ulterioara poate fi corelarea datelor din senzori cu date de la o statie meteo apropiata, astfel incat sa se poata faca precizeri in viitor prin suprapunerea graficelor.

## Interfețe hardware

Această secțiune descrie cerințele minime hardware pentru funcționarea sistemului și dispozitivele externe compatibile.

### ****Configurații Minime Recomandate****

Interfata Grafana se poate vizualiza pe dispositive cu un ecran, fie un Desktop/Laptop, fie solutii mobile precum un telefon.

InfluxDB, Grafana si Node-Red necesita servere locale sau prin web.

### ****Dispozitive Externe Compatibile****

Este nevoie de o conexiune la internet a dispozitivului pe care efectuam functia 1 si functia 2.

Este essential ca gateway-ul LoRa sa aiba o sursa de energie necesara functionarii, dar si o conexiune la internet.

## Interfețe de comunicare

### ****Protocoale și Standarde de Comunicare****

* **[Protocol 1]** – LoRa pentru comunicarea radio in TTN.
* **[Protocol 2]** – MQTT pentru transmitere date de la TTN.
* **[Protocol 2]** – HTTP/HTTPS pentru afisare web.

### ****Cerințe de Securitate în Comunicare****

* Toate datele transmise trebuie să fie **criptate**prin AES-128 pentru Securitate LoRaWAN.
* Pentru conexiune sigura se foloseste token API key TTN.
* Certificat TLS pentru HTTPS.
* Autentificare cu utilizator si parola pentru accesare InfluxDB si Grafana.

## Interfețe software

### Tehnologii Utilizate

* **Backend:** TheThingsNetwork, Node-Red
* **Frontend: Grafana**
* **Bază de date:** InfluxDB

### ****Servicii Externe și API-uri****

| **Serviciu/Interfață** | **Utilizare** |
| --- | --- |
| **TTN API** | Gestionare dispositive LoRaWAN |
| **Grafana** | Programare dashboard |
| **Node-Red MQTT** | Preluare date din TTN |
| **InfluxDB** | Pentru stocare date |

# Cerințe non-funcționale

## Cerințe de performanță

Dacă există cerințe de performanță pentru produs în diverse circumstanțe, specificați-le aici și explicați raționamentul lor, pentru a ajuta dezvoltatorii să înțeleagă intenția și să facă alegeri de proiectare potrivite. Specificați relațiile de timp pentru sistemele în timp real. Faceți aceste cerințe cât mai clare posibil. Este posibil să fie necesar să specificați cerințele de performanță pentru cerințele funcționale individuale sau caracteristici.

Timpul de raspuns pentru vizualizarea datelor in Grafana nu trebuie sa depaseasca cateva secunde de la momentul transmiterii comenzii.

Sistemul trebuie sa functioneze autonom pe baterii cel putin 5 zile fara a se reincarca solar. Sistemul trebuie sa comute pe transmiteri de date mai rar atunci cand nivelul bateriei este scazut.

Citirea senzorilor trebuie sa fie precise, cu o toleranta de 0.5 grade celsius pentru senzorii de temperatura si 5 procente pentru umiditatea solului.

## Cerințe de siguranță

Enumerați toate măsurile de precauție care trebuie incluse pentru a preveni orice posibile prejudicii pe care utilizarea aplicației software le-ar putea cauza.

Sistemul este alimentat de baterii Li-Ion 18650 ceea ce necesita conditii optime. Nivelul bateriei nu trebuie descarcat sub 2.7V si sa nu creasca de 4.2V. Bateriile trebuiesc ferite de expunerea directa a soarelui pe termen lung. Starea fizica a acumulatorilor trebuie sa fie intr-o stare cat mai buna. Strapungerea acumulatorilor poate expune sistemul la foc.

Modulul de management al bateriilor si energiei solare Waveshare faciliteaza siguranta bateriilor prin incarcarea optima.

Cutia de protectie IP54 asigura rezistenta la praf si apa.

## Cerințe de securitate

Se foloseste standardul LoRaWAN care utilizeaza algoritmul de criptare AES-128 pentru protejarea datelor. Grafana necesita autentificare pentru utilizatori. Se foloseste certificat TLS pentru HTTPS.

# Anexe

## Anexa A: Glosar

LoRa – LongRange ( Modulatie radio pentru disante lungi )

TTN – The Things Network ( Retea publica LoRaWAN )

API – Application Programming Interface ( Interfata software intre sisteme )

OTA – Over The Air ( actualizari fara utilizarea cablului )

## Anexa C: Listă de Probleme

Inaltimea stalpului unde este pozitionat panoul solar poate fi jos pe cutie, sau sus.

Daca este jos, trebuie considerat un perimetru de 1-2 metrii pentru ca plantele sa nu umbreasca panoul solar.

Daca este sus, se ia in considerare posibilitatea ca rafalele de vant puternice sa destabilizeze stalpul. Este un plus esential pentru raza de actiune a antenei.