


**FACULTATEA DE AUTOMATICĂ ȘI CALCULATOARE**  
**DEPARTAMENTUL CALCULATOARE**

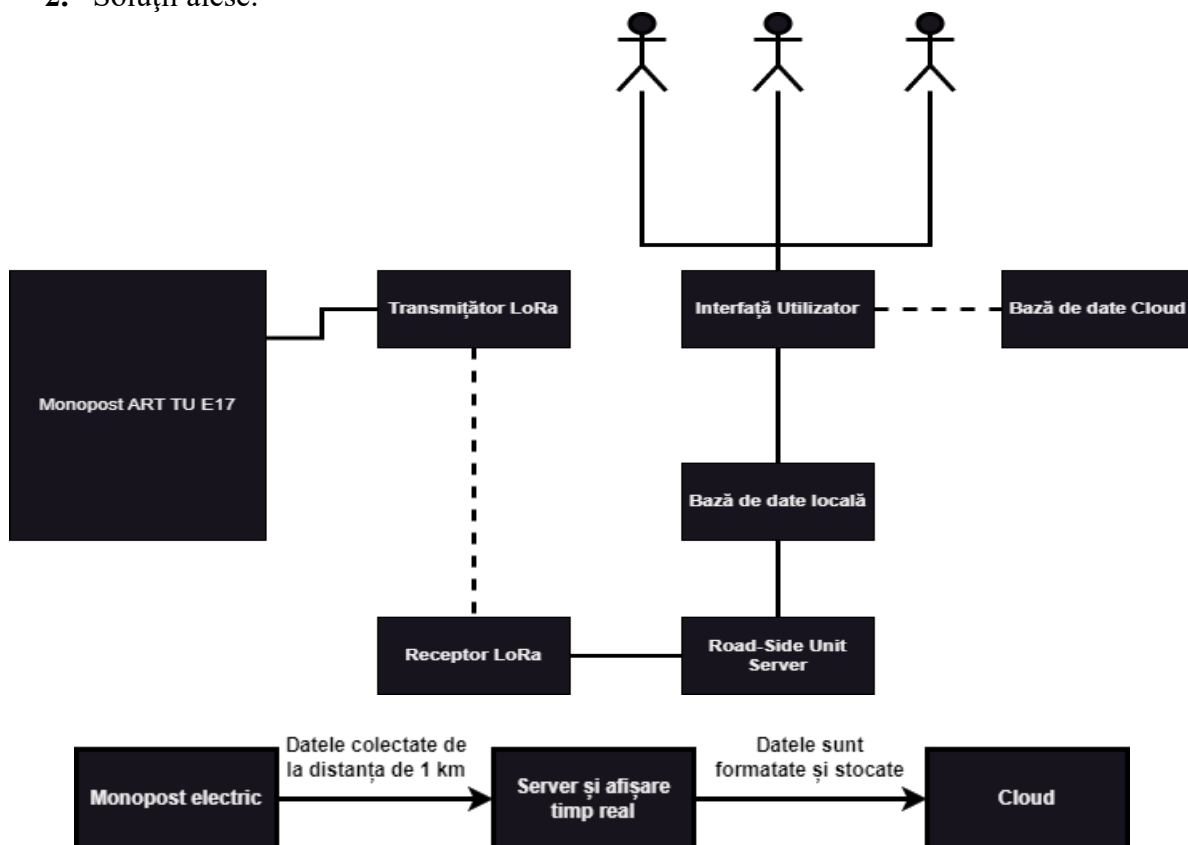
 SINTEZA  
 proiectului de diplomă cu titlul:

Monitorizarea de la distanță a datelor din monopostul ART TU E17 pentru depanare și optimizare, utilizând tehnologia LoRa

Autor: Radu-Gabriel TOMPEA  
 Coordonator: Conf. Dr. Ing. Bogdan IANCU

**1. Cerințele temei:**

Acest proiect propune realizarea a două scopuri principale. Primul scop este de a oferi utilizatorilor date în timp real provenind de la monopostul (mașina de curse) ART TU E17, construit de echipa de Formula Student ART TU a Universității Tehnice din Cluj-Napoca. Al doilea scop este de a proiecta, dezvolta și integra un sistem de telemetrie wireless, care transmite datele la o distanță posibilă de 1 kilometru și asigură persistența datelor folosind o bază de date în Cloud.

**2. Soluții alese:**


### 3. Rezultate obținute:

Soluția tehnică propusă este un sistem de telemetrie wireless care are ca mod de transmisie a datelor tehnologia LoRa, bazată pe radio, împreună cu tehnica de transmitere a datelor Frequency Hopping. Toate datele venite de la senzorii din jurul monopostului sunt centralizate în modulul Electronic Control Unit (ECU) iar acestea sunt trimise la transmițător prin protocolul de transport ISO-TP CAN Bus. Pe partea receptorului s-a implementat un Road Side Unit Server, care stochează datele local temporar folosind InfluxDB și le afișează utilizatorului folosind Grafana, implementând paradigme din Fog Computing și astfel atingând viteza de răspuns de o secundă. Pentru persistența datelor s-a implementat o bază de date în Cloud, folosind Firebase împreună cu un script pentru plottarea datelor. Securitatea acestui sistem este realizată prin criptarea datelor cu AES-128 CTR. Factorul principal care a motivat deciziile tehnice luate este costul, ținând să fie cât mai puțin dependent de servicii plătite, precum The Things Network. Sistemul are o mentenabilitate ridicată, datorită implementării paradigmei „plug-and-play”, și o flexibilitate ridicată, datorită folosirii Docker pentru tot ceea ce ține de software.

### 4. Testări și verificări:

Inițial, sistemul de telemetrie a fost testat folosind două laptop-uri, unul fiind transmițător, iar celălalt, receptor, pentru a configura mediul LoRa, astfel încât să atingă echilibrul dintre integritatea datelor și distanța la care acestea se trimit. Al doilea mod de testare al sistemului a fost integrarea unor funcții de test pe partea transmițătorului, pentru a valida viteza de actualizare a interfeței grafice. Sistemul a fost testat și pe monopost, iar acesta a îndeplinit fiecare cerință în ceea ce privește distanță, viteză de actualizare a interfeței și integritatea datelor, care au fost verificate cu datele stocate pe un card SD cât timp monopostul era în funcțiune. Pentru persistența datelor, acestea au fost uploadate în Firebase și plotate după ce sesiunea de test s-a terminat, validând funcționalitatea sistemului de telemetrie după ce monopostul nu mai este operațional.

### 5. Contribuții personale:

Sistemul de telemetrie al monopostului ART TU E17 a fost proiectat și dezvoltat în totalitate de mine. De asemenea, eu am stabilit cerințele și am realizat încadrarea sistemului în buget. Studiul pentru tehnologiile alese (LoRa, CAN Bus, InfluxDB, Grafana, Docker și Firebase), împreună cu tehnologiile care nu s-au potrivit cerințelor, stabilirea arhitecturii și modul în care sistemul este integrat în monopost, alegerea hardware-ului și implementarea stivei software au fost realizate de mine. Cu lucrarea propusă am fost prezent la conferința Computer Science Student Conference (CSSC).

### 6. Surse de documentare:

Principalele surse de documentare utilizare în proiectarea și dezvoltarea sistemului de telemetrie pentru monopostul ART TU E17 au fost articole științifice care se axează pe arhitectura Vehicle-To-Everything (V2X) cu autori precum S. Gyawali, M. Conti și M.A. Hossain precum și fișele tehnice ale tehnologiilor și componentelor hardware de la Texas Instruments, Influx Data, Google, Docker, Arduino, precum și alte echipe de Formula Student ca TUL Racing din Cehia și AMZ Motorsport din Elveția.

Data: 09.07.2025

Autor  
Coordonator

Radu-Gabriel TOMPEA  
Conf. Dr. Ing. Bogdan IANCU

