



# Folosirea digitalizării pentru creșterea eficienței folosirii utilajelor (Overall Equipment Effectiveness) in companiile de producție

Proiect de cercetare competitia 2023-2024

Domeniul științific: științe ingineresti

Coordonator: S.I.dr.ing.,ec. Claudiu Ioan ABRUDAN

contact: [claudiu.abrudan@mis.utcluj.ro](mailto:claudiu.abrudan@mis.utcluj.ro)

noiembrie 2023





## Folosirea digitalizării pentru creșterea eficienței folosirii utilajelor (Overall Equipment Effectiveness) in companiile de producție

Coordonator: S.I.dr.ing.,ec. Claudiu Ioan ABRUDAN

Membru echipa: s.l. dr.ing., Mihai CIUPAN

Membru echipa: drd. psih. Andreea Loredana BIRGOVAN

Membru echipa: drd. ec. Andra CHIOREAN

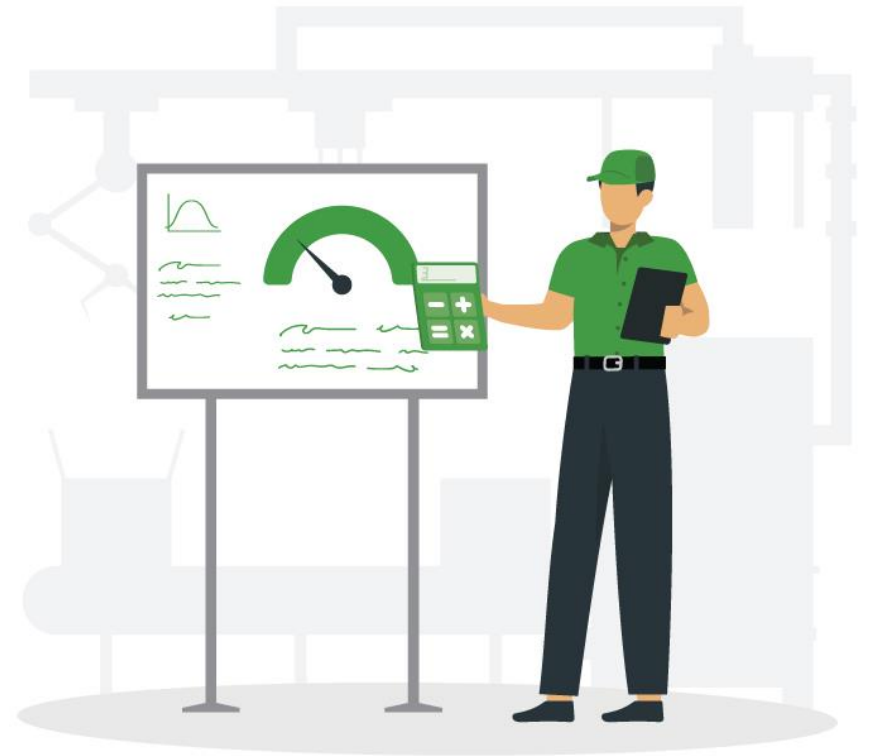
raportare noiembrie 2023

## Context general:

- Încetinirea indicelui de producție in Europa datorita dezechilibrelor macroeconomice.
- Supply chain dificil in context internațional
- Costuri ale energiei in creștere
- Inflație crescută – al 2-lea an consecutive
- Criza forței de munca
- Transformarea industriilor
- Permacrisa
- Eficienta echipamentelor si a unităților de producție este esențiala pentru a menține competitivitatea

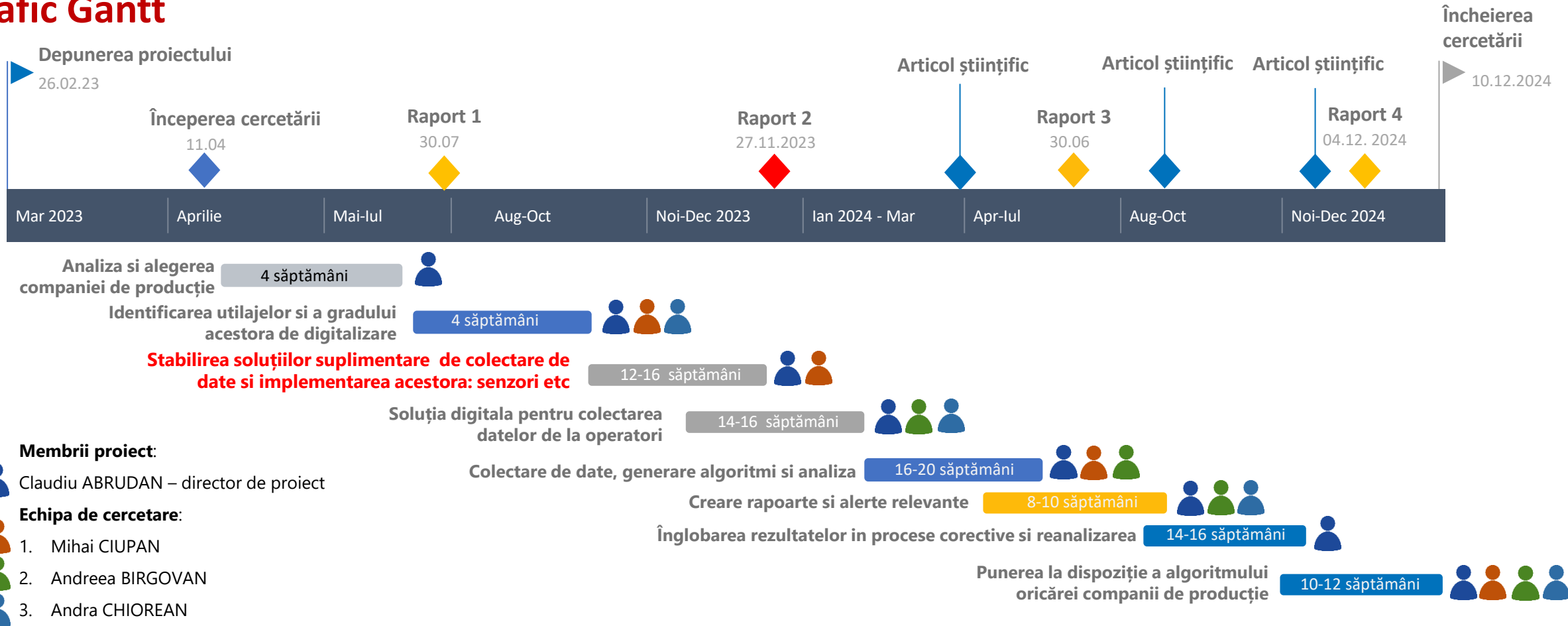
## Contextul cercetării:

Folosirea digitalizării pentru îmbunătățirea parametrului de eficiența a utilajelor si a producției aduce avantaje competitive.



# Folosirea digitalizării pentru creșterea eficienței folosirii utilajelor (Overall Equipment Effectiveness) in companiile de producție noiembrie 2023

## Grafic Gantt



## Etapele cercetării:

1. **Identificarea companie** de producție și a **tipului de produse** pe care le realizează
2. **Identificarea utilajelor** și gradul acestora de digitalizare
3. Stabilirea **datelor existente** și cele suplimentare necesare analizei.
4. Soluții de generarea datelor pe utilaje – **instalare de senzori și de conectori** la fluxurile de date existente
5. **Generarea datelor** necesare pentru operatori – tablete și **soluția digitală** aferentă
6. Crearea **algoritmilor de analiza**
7. **Corelarea datelor** și identificarea rapoartelor relevante
8. Afișarea rezultatelor și definirea **alertelor inteligente**: display în fabrică, alerte la personalul de conducere, alerte pe dispozitive mobile, notificări în ERP etc.



## Etapa 2: Digitalizarea utilajelor cu senzori si echipamente

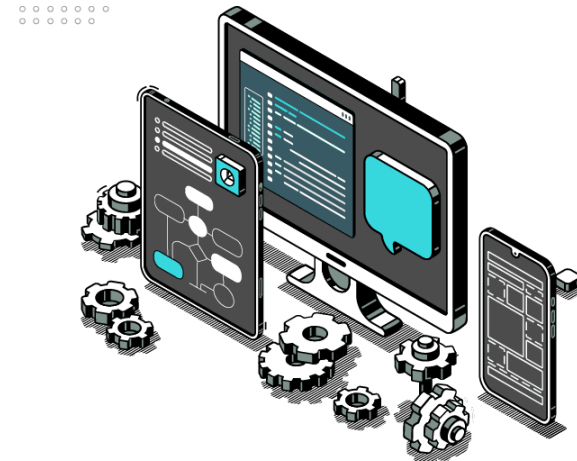
### Practic:

- Identificarea datelor ce trebuie stocate
- Montarea de senzori si echipamente suplimentare
- Pregătirea pachetelor de date pentru construcția soluției digitale (platformei)

### Hardware



### Software





## Masina 1 – Utilaj de debitat table laser

Verificarea OEE asupra utilajului de debitare laser: Masina Bystronic de 3.3 Kw, masa de debitare cu dimensiunea: 1500x3000 mm, regim de lucru 24 ore, 3 schimburi, nedigitalizat

**CADRAN**  
INDUSTRIES



## Utilaj 2 – Abkant indoit tabla

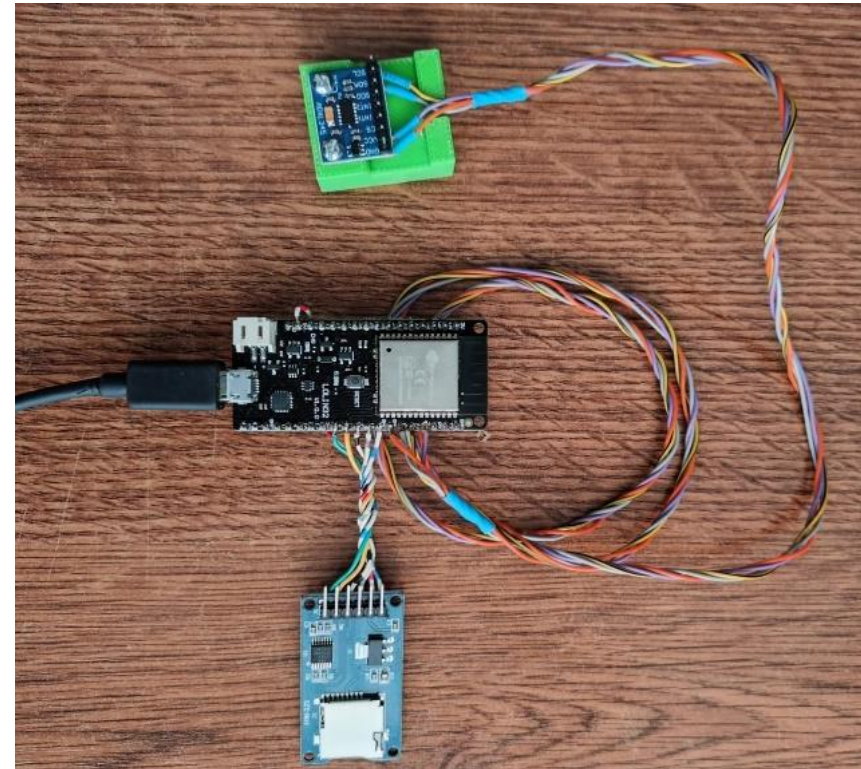
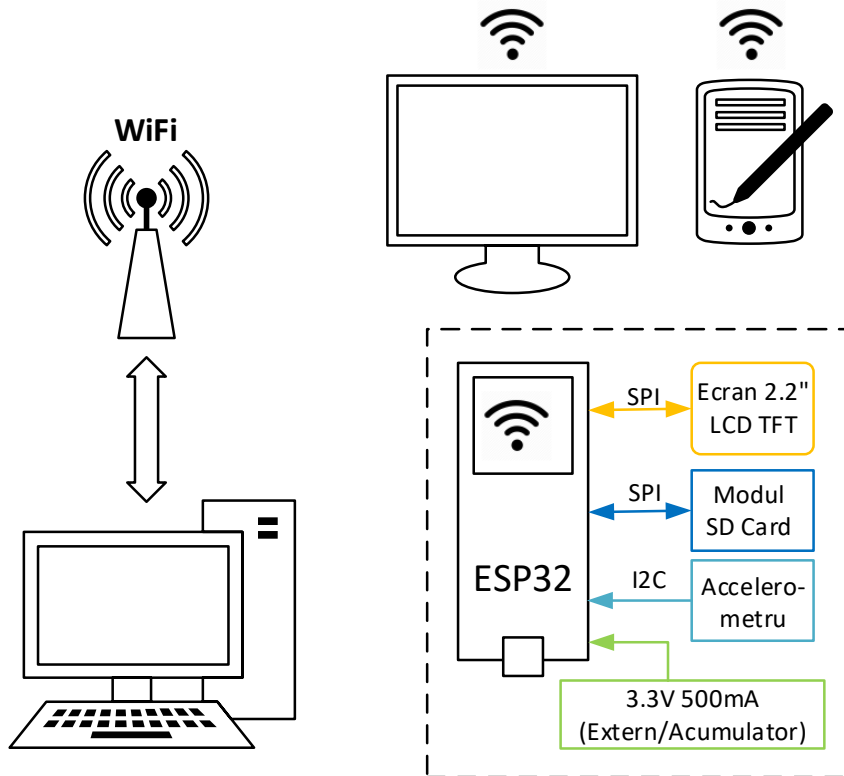
Verificarea OEE asupra utilajului de Abkant Bystronic de 100 tone forță, lungimea maxima este de: 3000 mm, 1 schimba de lucru, nedigitalizat

**CADRAN**  
INDUSTRIES





## Schema de functionare hardware



## Componentele sistemului

- Placă de dezvoltare ESP32 WROOM



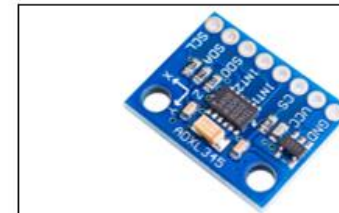
- Procesor 32 biț LX6 dual-core Xtensa® 240 MHz
- 512 KB SRAM, 384 KB ROM, 16 KB RTC SRAM
- Wi-Fi 2.4 GHz, +12 dBm (IEEE 802.11 b/g/n)
- Bluetooth 5 și Bluetooth LE
- CAN bus 2.0
- Interfețe SPI, I2C, UART
- 12-bit SAR ADC (18 canale)
- 8-bit DAC (2 canale)
- Alimentare 2.3V - 3.6V

- Modul SD Card



- Interfața de comunicație standard SPI
- MicroSD Card pana la 256GB
- Alimentare 3.3V sau 5V

- Accelerometru ADXL345 (AnalogDevices®)



- Interfața de comunicație SPI sau I2C
- 3-Axe (X, Y, Z)
- Domeniu de măsurare  $\pm 2\text{ g}/\pm 4\text{ g}/\pm 8\text{ g}/\pm 16\text{ g}$
- Rezoluție 10 bit
- Alimentare: 3V - 5V

### Algoritmul de detectie a miscarii (variatia acceleratiei)

Se măsoară variația accelerației pe direcțiile x și y care definesc planul orizontal. Măsurarea se face in intervalul  $\pm 2g$  cu o rezoluție de 10bit (1024 valori măsurate) și o rată de eșantionare de 100Hz. Cu ajutorul acestor valori se calculează mărimea vectorului de accelerație rezultat:

$$a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2}$$

Valoarea rezultată este apoi filtrată cu un filtru de netezire exponențial recursiv dat de relația:

$$a_n = a_n \cdot w - (1 - w)a_{n-1}$$

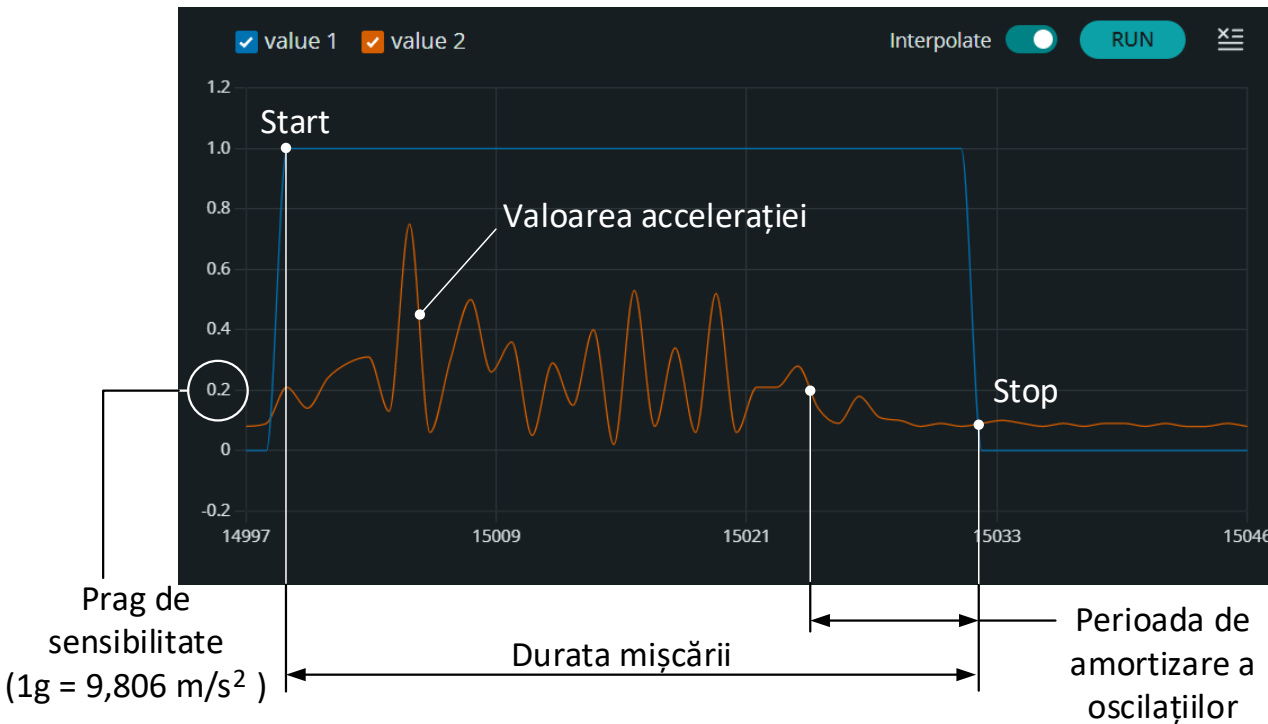
unde :  $a_n$  reprezintă valoarea curentă a accelerației

$a_{n-1}$  este valoarea anterioară a accelerației

$w = 0 \dots 1$  reprezintă factorul de filtrare ( $w = 0.8$ )

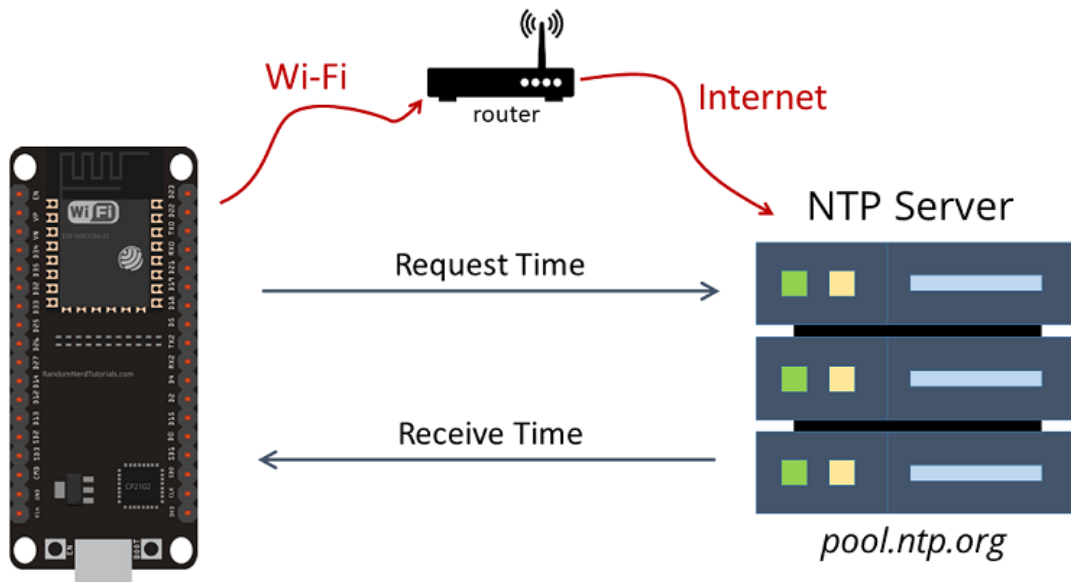
Valoarea aleasă,  $w = 0.8$  favorizează datele noi față de datele vechi. Ieșirea  $a_n$  răspunde rapid la modificările de intrare, dar nu este filtrată prea mult.

## Registrii înregistrați



În cod s-a implementat o variabilă de stare (0 sau 1) reprezentată cu linie albastră în figura de mai jos. Aceasta își schimbă valoarea de la 0 la 1, în momentul în care valoarea vectorului de accelerație depășește pentru prima dată un anumit prag, numit prag de sensibilitate, a cărui valoare este de  $0.2g$ . Acest moment definește începutul mișcării. Valoarea variabilei rămâne 1 atât timp cât valoarea medie a accelerației este mai mare decât pragul de sensibilitate. Dacă valoarea accelerației coboară sub pragul stabilit, se așteaptă până când eventualele oscilații se amortizează. Acest lucru se realizează prin măsurarea a 10 valori consecutive ale accelerației. Dacă toate sunt sub pragul de sensibilitate, variabila își schimbă valoarea din 1 în 0, ceea ce înseamnă încetarea mișcării.

## Transmisia datelor



Perioadele de activitate respectiv inactivitate sunt transmise prin WiFi către un calculator și salvate pe un SD Card în următorul format: **[index] [hh:mm:ss] – [Stare]**. Datele rămân salvate pe SD card într-un fișier .txt și pot fi accesate dacă este nevoie la finalul fiecărui schimb.

Exemplu:

02 November 2023 19:18

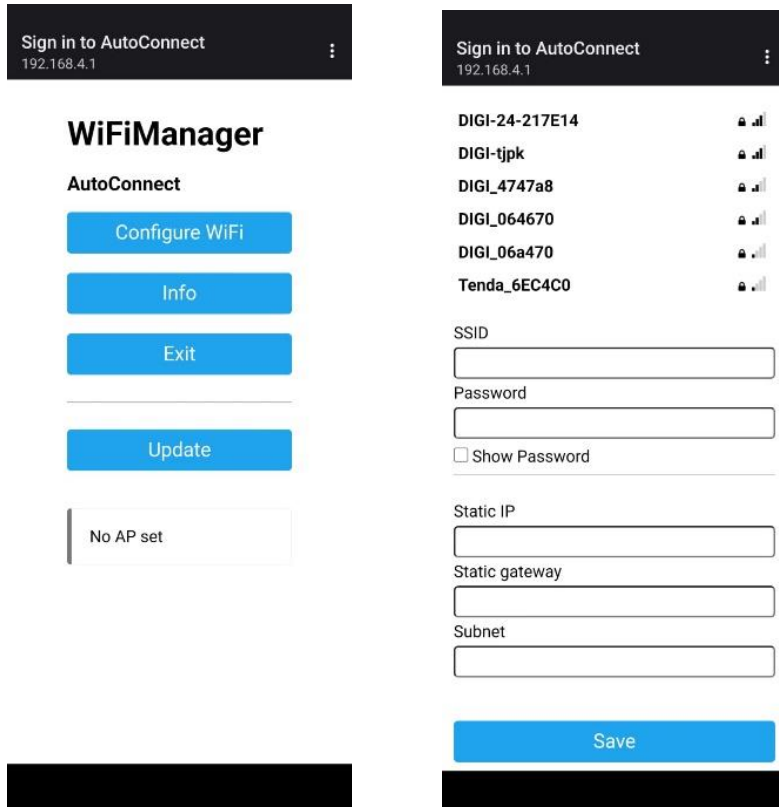
```
1 19:18:34-OFF
2 19:18:39-ON
3 19:18:58-OFF
4 19:19:28-ON
5 19:20:21-OFF
```

.....

Data și ora sunt obținute automat prin WiFi folosind protocolul NTP (Network Time Protocol). Acesta este un protocol de rețea pentru sincronizarea ceasului între sisteme computerizate și este independent de ora și data setate în sistemele care formează rețeaua locală.



### Conexiunea la aplicatie si periferice



Sign in to AutoConnect  
192.168.4.1

### WiFiManager

AutoConnect

Configure WiFi

Info

Exit

Update

No AP set

Sign in to AutoConnect  
192.168.4.1

DIGI-24-217E14

DIGI-tjpk

DIGI\_4747a8

DIGI\_064670

DIGI\_06a470

Tenda\_6EC4C0

SSID

Password

Show Password

Static IP

Static gateway

Subnet

Save

- Pentru comunicația între ESP32 și calculator este necesar ca ambele să facă parte din aceeași rețea WiFi 2.4GHz. Protocolul de comunicație utilizat este UDP (User Datagram Protocol). Pentru ca ESP32 să poată comunica în orice rețea fără să fie nevoie de reprogramarea lui cu datele de acces (SSID + parolă), s-a utilizat WiFi Manager care este o librărie software open-source.
- La prima pornire ESP32 se autoconfigurează ca AccesPoint și își va genera propria rețea Wifi numită AutoConnect. Aceasta poate fi accesată de pe orice dispozitiv (calculator, telefon, tableta).
- Prin accesarea butonului Configure WiFi, se afișează o listă cu rețelele WiFi la care ESP32 se poate conecta (2.4GHz). Pentru a putea fi detectat în rețea este nevoie ca ESP32 să aibă tot timpul un IP static (nu se modifică la fiecare logare în rețea).

## Etapele urmatoare



- Implementarea senzoricii pe utilaje, a dispozitivelor de vizualizare si testarea acestora
- Realizarea soluție software care sa interpreteze si valorifice datele



## Folosirea digitalizării pentru creșterea eficienței folosirii utilajelor (Overall Equipment Effectiveness) in companiile de producție

# Va mulțumesc pentru atenție!

Coordonator: S.I.dr.ing.,ec. Claudiu Ioan ABRUDAN

contact: [claudiu.abrudan@mis.utcluj.ro](mailto:claudiu.abrudan@mis.utcluj.ro)

noiembrie 2023

