



„AOȘR-TEAMS-III” EDIȚIA 2024-2025



Contract nr. 334 din 26.02.2024

Monitorizarea și analiza unor mărimi electrice obținute cu un sistem mobil de achiziție a datelor, folosind tehnologii avansate de prelucrare cu transformate tip Wavelet

Director proiect - Ș.l.dr.ing. Marian - Ștefan NICOLAE
Cercetător Livia-Andreea DINA

Obiectivul 1

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor” (lunile 1-5)

“Studiu privind monitorizarea și analiza mărimilor electrice achiziționate de la un sistem mobil”

Rezultate: Raport de cercetare privind metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice, bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor



I. Descrierea și componentele sistemului de achiziție a datelor

- Sistemul de achiziție, stocare, transfer și analiză a datelor efectuează eșantionarea sincronă a opt intrări analogice (patru tensiuni și patru curenți) cu o rată de eșantionare ridicată.

- Sistemul are o aplicație software asociată compatibilă cu sistemul de operare Windows, care gestionează configurația echipamentului, transferul automat al datelor achiziționate și stocarea acestora într-o bază de date disponibilă pentru alte aplicații.

- Datele transferate sunt salvate într-un format proprietar care poate fi mai departe disponibil pentru analiză folosind programe soft specializate.

- Sistemul de achiziție a datelor MASP 8 are o aplicație software asociată compatibilă cu Windows care gestionează configurația echipamentului, transferul automat al datelor achiziționate și stocarea acestora într-o bază de date disponibilă pentru alte aplicații.

Sistemul de achiziții de date MAS P8 oferă:

- patru canale analogice tip tensiune: U_1, U_2, U_3, U_4 ;
- patru canale analogice tip curent: I_1, I_2, I_3, I_4 .

Cele patru canale care s-au utilizat pentru achiziția tensiunilor analogice permit două domenii de măsură:

- $500 V_{c.a.} \div + 500 V_{c.a.}$;
- $1500 V_{c.a.} \div + 1500 V_{c.a.}$.

Cele patru canale care s-au utilizat pentru achiziția curenților analogici permit două domenii de măsură:

- $10 A_{c.a.} \div + 10 A_{c.a.}$;
- $20 A_{c.a.} \div + 20 A_{c.a.}$.

Semnalele înregistrate cu sistemul de achiziții portabil vor fi prelucrate cu pachete software specializate, în vederea analizei din punct de vedere electromagnetic a indicilor de calitate a energiei electrice.

Semnalele transmise de la sistemul de achiziții de date MAS P8 prin intermediul fibrei optice Multi Mode ajung într-o primă etapă la adaptorul de comunicație pentru fibra optică Multi Mode RS232-MM.

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor”

Semnalele sunt convertite, urmând ca mai apoi să fie transmise către adaptorul de comunicație RS 232-USB.

Sistemele de achiziție a datelor au în componență mai multe echipamente care necesită o alimentare separată de la o sursă de alimentare distinctă.

În continuare se vor prezenta componentele utilizate la proiectarea și realizarea sistemului de achiziție a datelor care necesită sursă/e de alimentare separate (distincte).



Sistemul de achiziție a datelor este alcătuit din următoarele componente:

- Unitatea centrală de procesare;
- Unitatea de memorie EmbedDisk;
- Interfața de achiziție din Fig. 2, care asigură conversia analog-digitală a mărimilor electromagnetice monitorizate sau de înregistrat;
- Modulele de condiționare semnale (Fig. 3): Unul este utilizat pentru cele 4 canale de tensiuni iar celălalt este utilizat pentru cele 4 canale de curenți. Modulele au două funcționalități: cea de adaptare a semnalului analogic de la traductoare la placa de achiziție, respectiv cea de separare galvanică.



Fig. 4.2.
Interfața de achiziție



Fig. 3. Modul de
condiționare semnal

- Modulul pentru comunicație la distanță (Fig. 4.), care asigură controlul de la distanță al sistemului de achiziție.
- Blocul de semnalizare care asigură, prin intermediul LED-urilor, semnalizarea luminoasă asociată stării echipamentului de achiziție a datelor.



Fig. 4. Modul pentru comunicația la distanță

II. SURSE DE ALIMENTARE PENTRU SISTEMUL DE ACHIZIȚIE A DATELOR ȘI A UNOR COMPONENTE

II.1. Sursă de alimentare pentru alimentarea modului de achiziție, stocare și transfer al datelor

Sursa pentru alimentarea modului de achiziție, stocare și transfer al datelor trebuie să asigure la ieșire o tensiune continuă de 12 V. Această sursă este alimentată de la o tensiune alternativă sinusoidală cu o valoare a tensiunii alternative de aproximativ 230 Vc.a., sau de la o sursă de c.c., cu gama de variație între 120 Vc.c. și 370 Vc.c. În cazul în care sursa de alimentare este alternativă, frecvența tensiunii de intrare (alimentare) a sursei poate fi variabilă, de exemplu în gama [45...65] Hz. Randamentul sursei poate fi de aproximativ 80%.

Ca tensiune de ieșire continuă, aceasta va fi de c.c. cu valoare de 12 Vc.c. (cu o toleranță de +/- 1,5 Vc.c.), la un curent nominal de intrare care să nu depășească 2 A, la o putere nominală de aproximativ 200 W.

Un exemplu de astfel de sursă este în Fig. 5.



Fig. 5. Exemplificare pentru sursa de alimentare pentru alimentarea modulului de achiziție, stocare și transfer al datelor

II.2. Sursă de alimentare pentru alimentarea modulelor de condiționare semnale

Modulele pentru condiționarea semnalelor analogice de curent alternativ - CC-LEM prezentate în Fig. 6. sunt folosite pentru achiziționarea semnalelor de curent ce prezintă interes. Înfășurările primare ale traductorului sunt conectate la firul aferent fazei monitorizate. Secundarul transformatorului este conectat la intrarea echipamentului de achiziție.



Fig. 6. Modulele de condiționare semnale - CC-LEM

Alimentarea modulelor de condiționare semnale se face de la două surse de tensiune continuă de 12 V înseriate, astfel încât să se asigure o alimentare diferențială a acestora. *Fiecare dintre cele două surse de alimentare a modulelor de condiționare semnale are la intrare o tensiune alternativă de 230 V, iar tensiunea de ieșire a fiecărei surse trebuie să fie de 12 Vc.c., la un curent nominal de ieșire de aproximativ 0,85 A, cu o putere de ieșire de minim 8 W.*

II.3. Sursă de alimentare pentru adaptoarele de comunicație semnal

Adaptoarele de comunicație pentru fibră optică Multi-Mode prezentate în Fig. 7. sunt folosite pentru a realiza interfața hardware de la o linie serială RS 232 la fibra optică Multi-Mode. Prin intermediul lor semnalele de interes sunt convertite din semnale electrice în semnale optice.



Fig. 7. Adaptoarele de comunicație pentru fibră optică Multi Mode RS232

Aceste module sunt alimentate de la o sursă de tensiune continuă de 5 V. Ele asigură controlul de la distanță al sistemului de achiziție.

Modulele pentru comunicație la distanță FO-232 au un adaptor RS232 la FO Multi-Mode, conector ST, tip FO-232

Fig. 8. prezintă adaptorul de comunicație pentru realizarea interfeței hardware de la o linie serială RS232 la USB - RS232-USB.



Fig. 8

În Fig. 9 este prezentată fibra optică Multi-Mode care asigură transmisia informației de la locul în care are loc monitorizarea mărimilor până la unitatea de stocare și prelucrare a datelor.

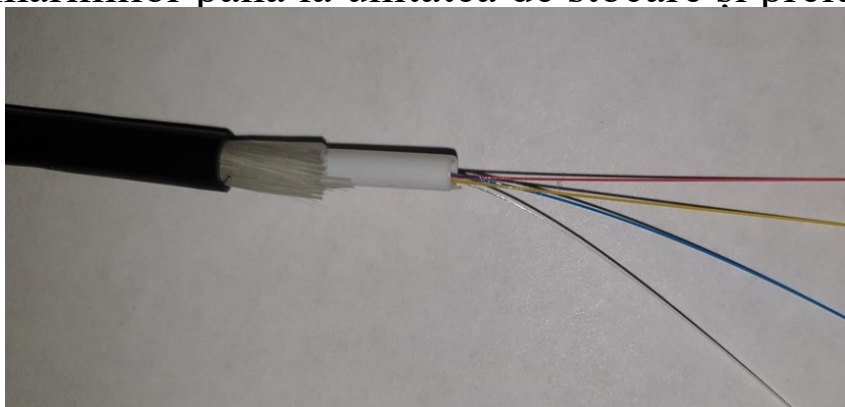


Fig. 9.



Fig. 10.

Alimentarea adaptoarelor de comunicație pentru fibră optică Multi Mode se va realiza printr-o sursă ce furnizează tensiunea de 5 V c.c. În Fig. 10. este o sursă pentru alimentarea adaptoarelor de comunicație pentru fibră optică Multi-

II. Formatul de reprezentare internă a datelor

Datele achiziționate sunt memorate în fișiere cu extensia REC8CHN și apoi sunt convertite în fișier cu caractere ASCII, cu extensia .DAT.

Fișier Editare Format Vizualizare Ajutor

```
0000000001,4294967295,840,392,301,1023,588,492,485,475,  
0000000002,4294967295,839,396,299,1023,586,494,484,474,  
0000000003,4294967295,839,400,297,1023,586,493,484,475,  
0000000004,4294967295,838,402,294,1023,585,493,484,476,  
0000000005,4294967295,838,405,291,1023,583,494,484,478,  
0000000006,4294967295,839,409,288,1023,584,496,483,480,  
0000000007,4294967295,837,412,286,1023,582,496,483,480,  
0000000008,4294967295,837,416,284,1023,581,497,482,480,
```

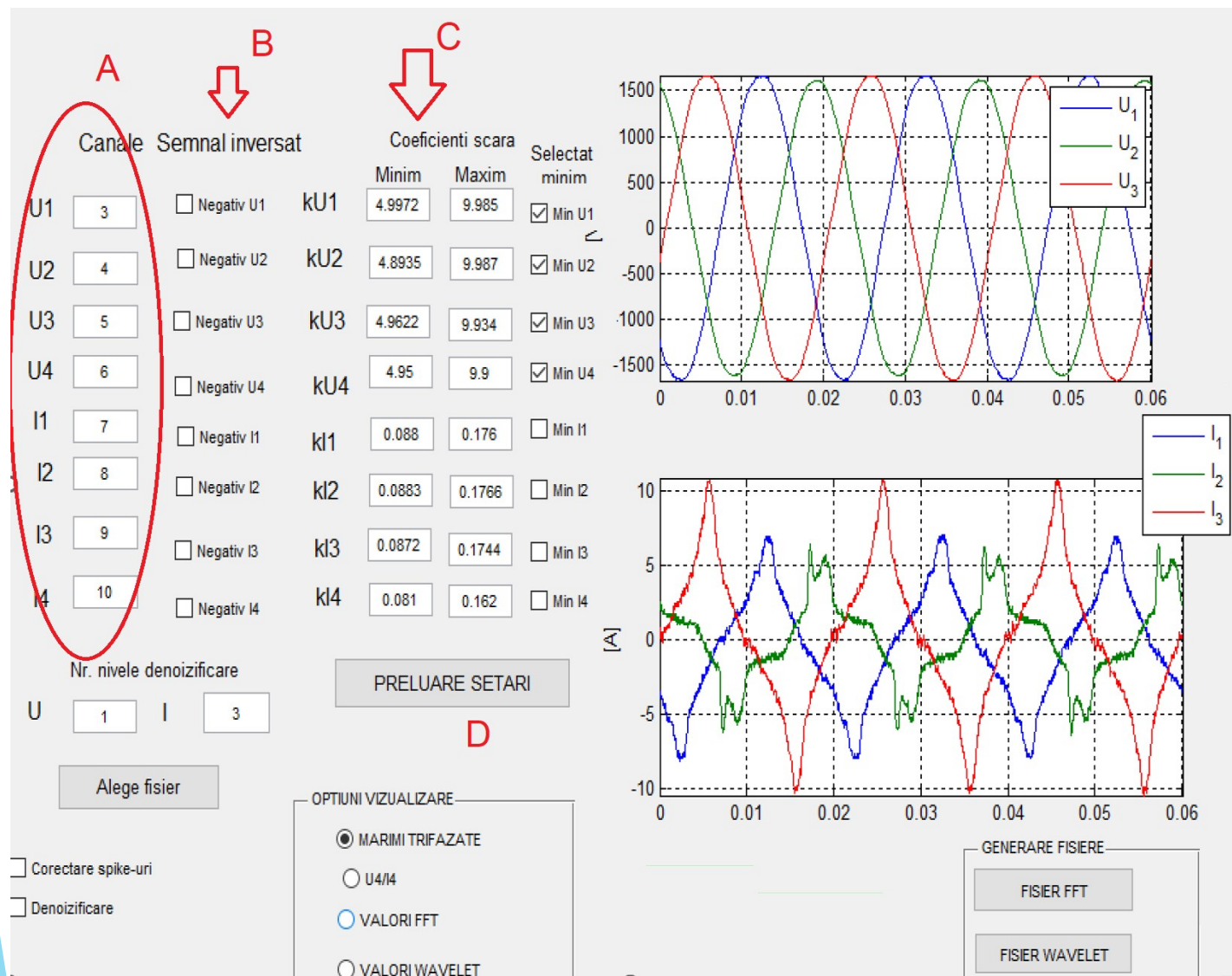
Semnificatia coloanelor: „id esantion”, „id sistem de achizitie”, „U1”, ... „U4”, „I1”, ... „I4”.

Valorile reale pentru un semnal achiziționat pe canalul i se calculează cu formula:

$$\text{Date_reale_canal_}i = k_i * (\text{date_achizitionate_canal_}i - \text{offset_canal_}i)$$

Valorile pentru offset-urile de canal rămân invariabile pentru orice set de date achiziționat, dar coeficienții de scară pot să difere. De aceea acestea trebuie specificate pentru fiecare set de date. Acest lucru se poate realiza prin citirea lor dintr-un fișier sau prin intermediul unei interfețe grafice.

III. Forma preliminară pentru interfața de ieșire



• Prin controalele editabile din secțiunea „A” se face asocierea dintre numărul canalului și mărimea achiziționată.

• Prin controalele de tip „da/nu” din secțiunea „B” se specifică dacă semnalul s-a achiziționat pe canalul respectiv cu semn schimbat.

• Controalele editabile din secțiunea „C” permit stabilirea a două valori pentru coeficienții de scară ai fiecărui canal, următoarea coloană („Selectat minim”) fiind dedicată selecției coeficientului de scară corect.

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor”

A Canale

Canale	Semnal inversat	Coefficienti scara	Selectat minim
U1	<input type="checkbox"/> Negativ U1	kU1	<input checked="" type="checkbox"/> Min U1
U2	<input type="checkbox"/> Negativ U2	kU2	<input checked="" type="checkbox"/> Min U2
U3	<input type="checkbox"/> Negativ U3	kU3	<input checked="" type="checkbox"/> Min U3
U4	<input type="checkbox"/> Negativ U4	kU4	<input checked="" type="checkbox"/> Min U4
I1	<input type="checkbox"/> Negativ I1	kI1	<input type="checkbox"/> Min I1
I2	<input type="checkbox"/> Negativ I2	kI2	<input type="checkbox"/> Min I2
I3	<input type="checkbox"/> Negativ I3	kI3	<input type="checkbox"/> Min I3
I4	<input type="checkbox"/> Negativ I4	kI4	<input type="checkbox"/> Min I4

B Coeficienti scara

Minim	Maxim
4.9972	9.985
4.8935	9.987
4.9622	9.934
4.95	9.9
0.088	0.176
0.0883	0.1766
0.0872	0.1744
0.081	0.162

C Selectat minim

D PRELUARE SETARI

E Nr. nivele denoizificare

F Denoizificare

G OPTIUNI VIZUALIZARE

- MARIMI TRIFAZATE
- U4/I4
- VALORI FFT
- VALORI WAVELET

H GENERARE FISIERE

- FISIER FFT
- FISIER WAVELET

Graph 1: Voltage (U) vs Time (s). Y-axis: -1500 to 1500. X-axis: 0 to 0.06. Legend: U₁ (blue), U₂ (green), U₃ (red).

Graph 2: Current (I) vs Time (s). Y-axis: -10 to 10. X-axis: 0 to 0.06. Legend: I₁ (blue), I₂ (green), I₃ (red).

Controalele editabile din secțiunea „E” permit setarea numărului de niveluri pentru arborele de eliminare a zgomotului electromagnetic, separat pentru tensiuni și cureni. Se elimină zgomotul dacă se bifează controlul din secțiunea F.

În secțiunea F mai este și un control care conduce la eliminarea valorilor izolate (erori de achiziție singulare), prin interpolare a vecinilor.

Setările făcute prin interfață se salvează prin controlul „Preluare setări”.

În secțiunea „G” se poate opta pentru vizualizare:

- semnale trifazate
- U4/I4
- Sumar indici calculați cu FFT (pe ecran)
- Sumar indici calculați cu wavelet (pe ecran).

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor”

A Canale

U1	3	<input type="checkbox"/> Negativ U1	KU1	Minim: 4.9972, Maxim: 9.985	<input checked="" type="checkbox"/> Min U1
U2	4	<input type="checkbox"/> Negativ U2	KU2	4.8935, 9.987	<input checked="" type="checkbox"/> Min U2
U3	5	<input type="checkbox"/> Negativ U3	KU3	4.9622, 9.934	<input checked="" type="checkbox"/> Min U3
U4	6	<input type="checkbox"/> Negativ U4	KU4	4.95, 9.9	<input checked="" type="checkbox"/> Min U4
I1	7	<input type="checkbox"/> Negativ I1	kI1	0.088, 0.176	<input type="checkbox"/> Min I1
I2	8	<input type="checkbox"/> Negativ I2	kI2	0.0883, 0.1766	<input type="checkbox"/> Min I2
I3	9	<input type="checkbox"/> Negativ I3	kI3	0.0872, 0.1744	<input type="checkbox"/> Min I3
I4	10	<input type="checkbox"/> Negativ I4	kI4	0.081, 0.162	<input type="checkbox"/> Min I4

B Semnal inversat

C Coeficienti scara

D PRELUARE SETARI

E Nr. nivele denoizificare

U: 1, I: 3

F Denoizificare

G OPTIUNI VIZUALIZARE

- MARIMI TRIFAZATE
- U4/I4
- VALORI FFT
- VALORI WAVELET

GENERARE FISIERE

- FISIER FFT
- FISIER WAVELET

Graph 1 (Voltage): Shows three-phase voltage waveforms U_1 (blue), U_2 (green), and U_3 (red) over time (0 to 0.06s). The y-axis ranges from -1500 to 1500.

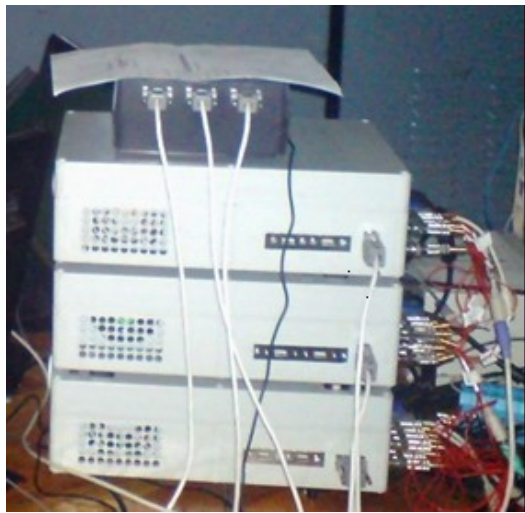
Graph 2 (Current): Shows three-phase current waveforms I_1 (blue), I_2 (green), and I_3 (red) over time (0 to 0.06s). The y-axis ranges from -10 to 10 [A].

Controalele tip „push” din secțiunea E se folosesc pentru a genera fișiere de valori :

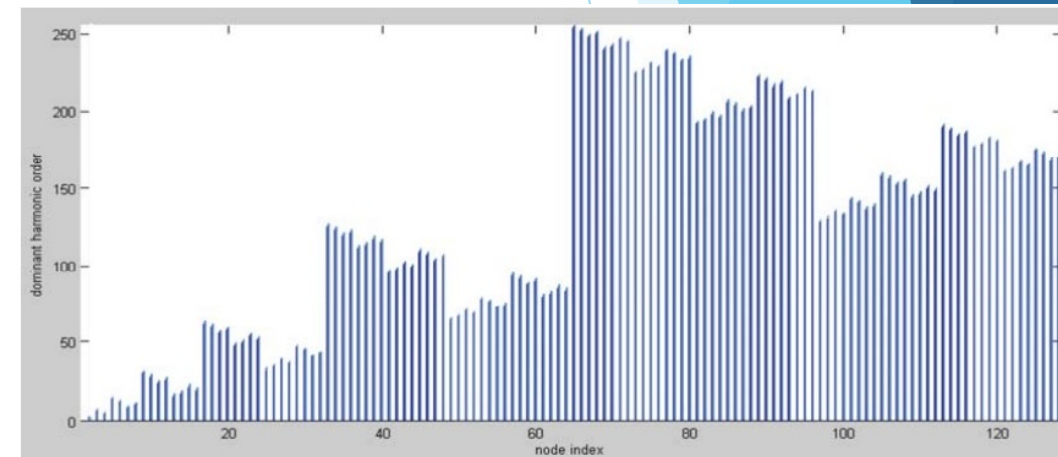
- calculate cu FFT
- calculate cu wavelet

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor”

Proiectarea și realizarea unui sistem complex de achiziție a datelor, care conține trei sisteme independente de înregistrare și procesare digitală la o rată de eșantionare de până la 19,6 kHz

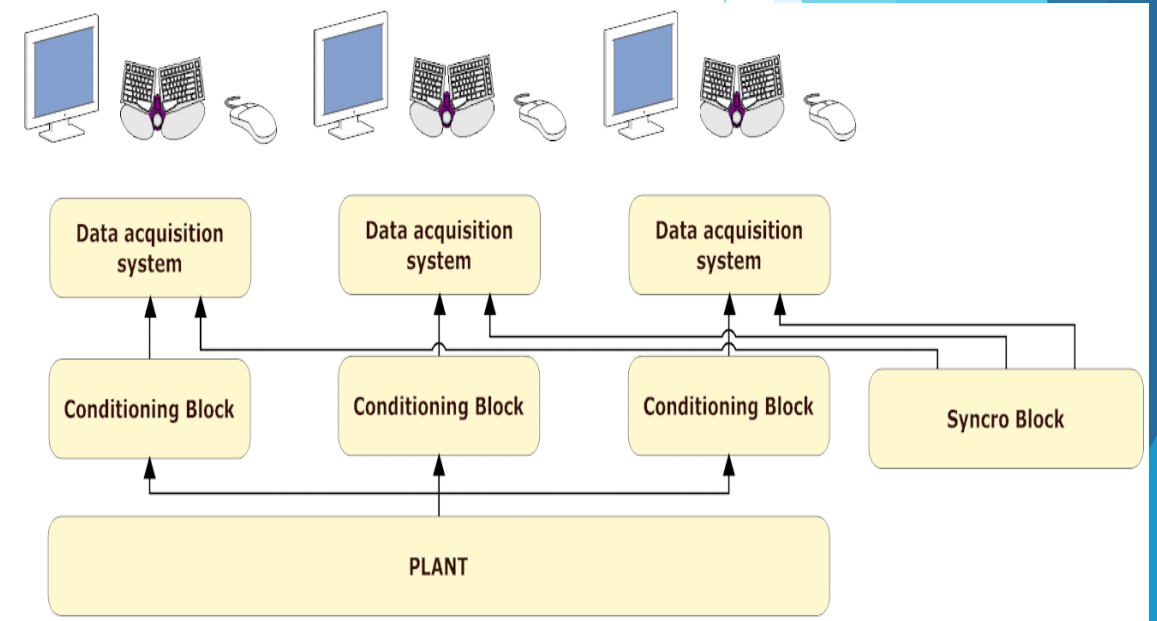


S. L. Cristian, M. Ș. Nicolae, P. M. Nicolae, I. D. Nicolae and D. M. Purcaru, "Computational Aspects Concerned with the Optimized Use of Wavelet Package Trees," 2019 International Conference on Electromechanical and Energy Systems (SIEMEN), 2019, pp. 1-6



Medalie de aur la Salonul invențiilor de la Geneva (13-17 aprilie 2016) pentru invenția - “Sistem și metodă de măsurare pentru determinarea simultană a mărimilor electrice din stații, substații și posturi de transformare” (Brevet nr. RO 127575 B1 / 30.12.2015; Titular brevet: Universitatea din Craiova)

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat pe un sistem mobil de achiziție a datelor”



Componente ale sistemului complex de achiziție a datelor

Conectarea fizică a celor trei sisteme sincronizate de achiziție a datelor

“Proiectarea unei metode de monitorizare și analiză ale mărimilor electrice bazat
pe un sistem mobil de achiziție a datelor”

Mulțumesc pentru
atenția acordată !