

Studiu privind analiza comparativa a traductoarelor cu consum redus de energie

S.S. Iliescu, I.Fagarasan, D. Hossu,
V. Calofir, N. Arghira, G. Stamatescu, I. Stamatescu

A. Traductoare/Senzori inteligenti

Traductoarele sunt dispozitive cu rol de conversie a unui semnal de o anumită natură fizică într-un semnal ce are o natură fizică diferită (în general, cu semnal de ieșire de natură electrică). Traductoarele presupun existența a două subsisteme de bază și anume elementul sensibil, care asigură cuplarea cu procesul, respectiv adaptorul, care preia semnalul de la elementul sensibil și îl convertește într-un semnal calibrat de ieșire y . În practica curentă industrială, se utilizează termenul de senzor echivalent cu traductor.

Noțiunea de “senzor inteligent” presupune faptul că se asigură comunicația prin intermediul unei magistrale de câmp ce permite concomitent cu prelucrarea semnalului convertit printr-un microsistem cu procesor efectuarea unor operații suplimentare precum:

- funcția de prelucrare (operații matematice de calcul, compararea cu limite de bună funcționare, liniarizarea caracteristicii statice a elementului sensibil)
- autoetalonarea (prin intermediul unor circuite de compensare și de eliminare a erorilor)
- autotestarea (cu afișarea, dacă este cazul, a blocului defect).

IEEE a introdus definiția pentru traductoare inteligente prin standardul IEEE 1451 care implică folosirea unei interfețe de comunicație, precum și a unui dispozitiv de memorie, [Liu 2016].

Deoarece, în majoritatea cazurilor, traductoarele presupun preluarea unei mărimi printr-o operație de măsurare, rezultă că are loc un consum energetic. Puterea, care prin integrare dă consumul energetic, este preluată total sau parțial de la mărimea de măsurat (total în cazul mărimilor active și parțial la cele pasive). Puterea preluată de la mărimea de măsurat nu poate depăși o anumită limită denumită putere disponibilă pentru a nu influența valoarea mărimii de măsurat.

Un senzor inteligent trebuie să facă mai mult decât să dea un răspuns corect sau să comunice într-un format digital. Acesta adaugă valoare datelor, în sensul că permite sau suportă procese distribuite și de decizii.

Avantajele utilizării traductoarelor inteligente sunt:

- autoidentificarea;
- autodiagnosticarea;
- înregistrarea timpului, în sensul marcării timpului corelat la canalul de pe care se colectează datele;
- înregistrarea locației, în sensul marcării poziției spațiale pentru fiecare canal;
- funcții de ordin superior ca: prelucrare de semnale, colectare și stocare de date, detectarea evenimentelor și raportarea lor, fuziunea datelor, adică a măsurărilor provenite de pe canale multiple;
- conformitatea cu standarde de comunicație a datelor și protocoale de control a corectitudinii acestora.

B. Traductoare de temperatură

Dintre traductoarele de temperatură, amintim termorezistențele, termistoarele și termocuplurile, acestea fiind cu senzori electrici.

Termorezistențele se bazează pe creșterea rezistivității odată cu variația temperaturii.

Termistoarele sunt rezistoare dependente de temperatură și pot fi realizate din materiale semiconductoare sau din oxizi metalici. Acestea pot avea atât un coeficient negativ, cât și unul pozitiv de variație a rezistenței cu temperatura. Principiul de funcționare al termistorului presupune modificarea rezistenței electrice a acestuia în funcție de temperatură.

Termocuplul este un traductor cu rol de conversie a energiei termice în energie electrică pe baza efectului Seebeck. Acest efect constă în apariția unei tensiuni electromotoare în momentul în care la capete se leagă două fire din metale diferite, unul dintre ele fiind încălzit. Tensiunea electromotoare generată depinde de natura metalelor și de diferența de temperatură dintre capete.

Din **Tabelul 1** se observă că, pentru alegerea unui traductor de temperatură, trebuie să se facă un compromis legat de performanțe intrucât niciunul dintre cele 3 tipuri de traductoare nu realizează un optim pe fiecare dintre caracteristicile/criteriile cerute.

Totuși, trebuie avut în vedere faptul că în domeniul irigațiilor, pentru măsurarea temperaturii mediului ambiant sau solului, variația parametrului este una restrânsă ($20^{\circ}\text{C} \div 50^{\circ}\text{C}$), deci oricare din cele 3 variante de traductoare îndeplinește acest criteriu.

Tabel 1. Comparație traductoare de temperatură după tipul constructiv

Tip de traductor	Termorezistența	Termistorul	Termocuplul
Caracteristici			
Precizie	Foarte bună	Bună (într-un interval limitat de temperaturi $- 90^{\circ}\text{C} \div 130^{\circ}\text{C}$)	scăzută
Liniaritate	Bună (raportată la relația rezistență-temperatură)	Scăzută (raportată la relația rezistență-temperatură)	Scăzută (raportată la relația tensiune-temperatură)
Domeniu de măsură	Destul de mare	Redus (în comparație cu termorezistențele)	mare (de la $<0^{\circ}\text{C}$ până la 1000°C)
Stabilitate	Destul de bună (pe termen lung)	Mai mică	mică
Sensibilitate	Destul de ridicată	Ridicată	Scăzută
Timp de răspuns	Mic	Mic	Cel mai mic
Dimensiuni	Destul de mici	Mici	Mici
Preț	Mare	Mic	Mic
Necesită sursă de alimentare	Da	Da	Nu

C. Traductoare de umiditate

Umiditatea reprezintă conținutul de apă dintr-un material solid, lichid sau gazos. Pentru materiale solide sau lichide, aceasta se numește umiditate relativă.

Traductoarele de umiditate pot sesiza prezența sau lipsa umidității, respectiv pot măsura cantitativ valoarea acesteia. Aceste traductoare au capacitatea de a semnaliza optic sau acustic depășirea unui prag, respectiv pot acționa asupra unor regulatoare care, în final, dau o comandă către anumite elemente de execuție (ventile, pompe etc.).

Umidimetrele electronice se pot diviza în:





- Umidimetre bazate pe măsurarea caracteristicilor electrice dependente de conținutul de apă pentru anumite corpuri: conductivitate electrică, permitivitate, absorbția energiei la frecvență ultraînaltă.
- Umidimetre în infraroșu, bazate pe absorbția relativă a energiei infraroșii de către corpurile solide.

D. Analiza comparativă a traductoarelor de temperatură și umiditate

D.1. Comparație între performanțele traductoarelor de temperatură pentru mediul ambiant

O analiză a mai multor traductoare de temperatură a aerului a fost realizată considerând următoarele criterii: domeniul de măsură, timpul de răspuns, consum energetic, domeniu de precizie maximă, **Tabel. 2.**

Tabel 2. Comparație traductoare de temperatură aer

Traductor temperatura aer				
	Adcon TR ₁ [Adcon TR ₁ , 2016]	Libelium BME ₂₈₀ [BME 280, 2015]	MTS 420/400 [Memsic 2016]	Sensirion SHT75 [Sensirion 2011]
Domeniu de măsurare	-40°C ÷ 80°C	-40°C ÷ 85°C	-10°C ÷ 60°C	-40°C ÷ 120°C
Timp de răspuns	<2 sec	1.65 sec	--	<30 sec
Consum energetic	< 22.5 mWh	<13 μWh (Activ) <1 μWh (sleep mode)	--	3 mWh
Domeniu de liniaritate pt precizie maximă	0 ÷ 65 °C	< ±0,1°C ÷ +20°C	± 0.5 °C ÷ 25 °C	0°C ÷ 40 °C

Această comparație arată că traductoarele sunt competitivi din punct de vedere al proprietăților. În **Fig. 1.** se prezintă și prețurile pentru cele 3 traductoare de temperatură.

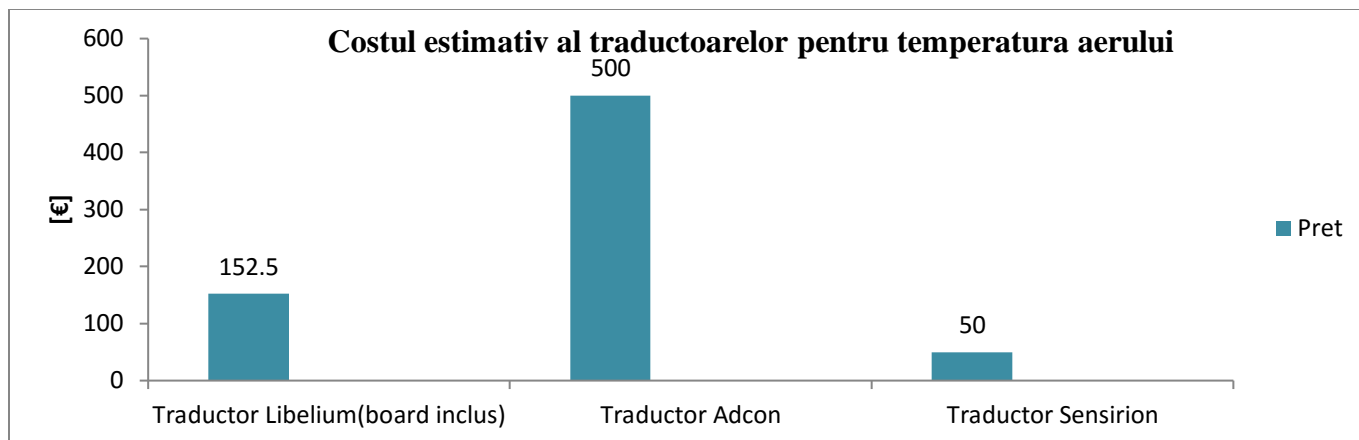






Fig. 1. Comparație prețuri traductoare temperatură aer

D.2. Comparație între performanțele traductoarelor de umiditate relativă

În cadrul sistemelor de irigații, măsurarea umidității relative a aerului constituie un aspect foarte important în evaluarea cantității de irigații necesare pentru o plantație. 4 traductoare sunt comparate în **Tabelul. 3**. Preturile pentru Adcon TR1 și Libelium BME 280 sunt prezentate în **Fig. 2**.

Tabel 3. Comparație traductoare de umiditate relativă aer

Traductoarelor de umiditate relativă	Adcon ST [Adcon TR1, 2016]	Libelium BME ₂₈₀ [BME 280, 2015]	MTS 420/400 [Memsic 2016]	Sensirion SHT75 [Sensirion 2011]
				
Domeniu de măsurare	0÷100 %	0÷100%	0÷90 %	0÷100%
Precizie	± 1% pentru 0÷90% ± 2% pentru 90 ÷ 100%	< ±3% (la 25 °C, interval 20 ÷ 80%)	± 3.5%	± 1.8%
Timp de răspuns	<2 sec	1 sec (în general)		5-30 sec
Liniaritate	< ± 1% ÷ +20°C			0°C ÷ 40°C
Consum energetic	< 22.5 mWh	<13 μWh (Activ) <1 μWh (sleep mode)	--	3 mWh (masura) 2 μWh (sleep mode)

Se constată că, în domeniul irigațiilor, același traductor poate îndeplini rol de măsură atât pentru temperatura aerului cât și pentru umiditatea acestuia. Prin compararea performanțelor acestor

traductoare de umiditate a aerului se observă că traductoarele de la Adcon și Libelium sunt comparabile. Un accent mare se pune pe consumul energetic, dar și pe timpul de răspuns având în vedere faptul că aceste traductoare se găsesc în câmp, iar monitorizarea se face la distanță și trebuie să aibă autonomie energetică.

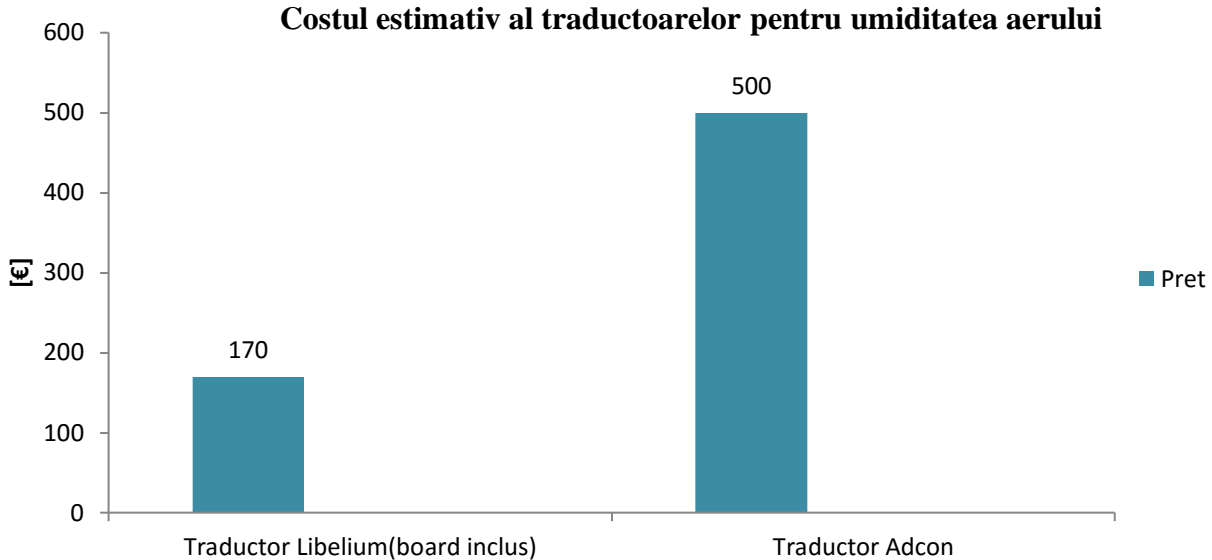


Fig. 2. Comparatie preturi traductoare umiditate relativă aer

D.3. Comparație între performanțele traductoarelor de temperatură a solului

Pentru temperatura solului, s-au studiat proprietățile pentru sonde de măsură a temperaturii solului de la 3 producători diferiți: Adcon ST, Libelium DS18B20, Davis 6470, **Tabel 4**. Criteriile evaluate sunt: domeniu de măsurare, semnal de ieșire(tensiune), lungime cablu, precizie, diametru, consum estimativ.

Tabel 4. Comparație traductoare de temperatură sol

Traductor de temperatură a solului	Adcon ST [Adcon ST 2016]	Libelium DS18B20 [Dalas DS18B20 2016]	Davis 6470 [Davis 2013]
			
Domeniu de măsurare	-20°C ÷ 40°C	-55 °C ÷ 125 °C	-40 °C ÷ 65 °C
Semnal de ieșire (tensiune)	0÷2.5 V	3.3÷5 V	
Lungimea cablului	0.5 m	1.8 m	4.6 m
Precizie	± 0,3 °C ÷ 0 °C	±0.5°C pentru intervalul -10°C ÷ 85 °C	±0.5°C
Diametru	6 mm	7 mm	8 mm
Consum energetic	< 22.5 mWh (activ)	9 mWh (Activ)	100 mWh (activ)

Se constată că traductorul Libelium DS18B20 are cel mai bun consum energetic pentru măsurarea temperaturii solului. **Fig. 3.** prezintă prețurile orientative pentru 2 traductoare de acest tip.

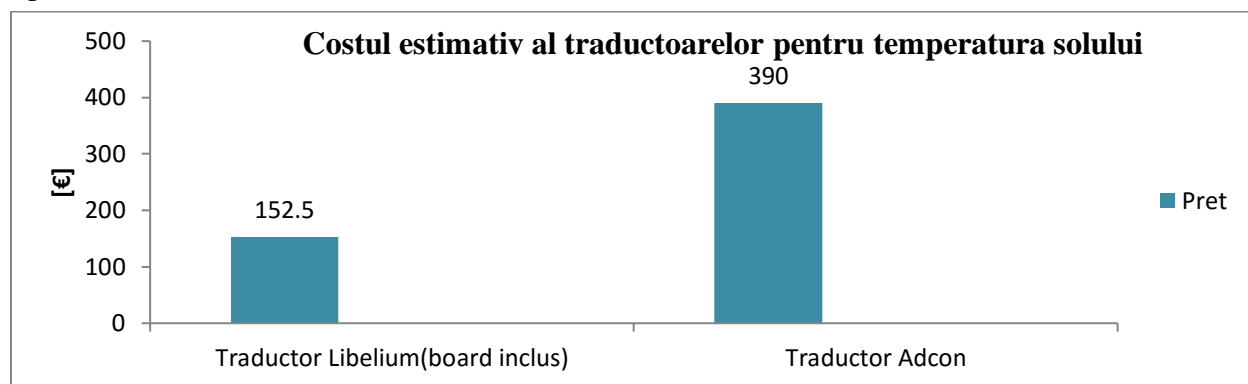




Fig. 3. Comparatie preturi traductoare temperatură sol

D.4. Comparație între performanțele traductoarelor de umiditate a solului

Pentru măsurarea umidității solului, se folosesc sonde de măsură, iar 2 dintre ele sunt prezentate comparativ în **tabelul 5.** Criteriile considerate sunt: domeniu de măsurare, domeniu de frecvență, precizie, sursa de tensiune, număr de senzori, consum estimativ.

Tabel 5. Comparație traductoare de umiditate sol

Traductor	Adcon SM [Adcon SM1, 2016]	Libelium Watermark [Irmak et al 2016]
Performanțe		
Domeniu de măsurare	0÷100 %	0 ~ 200 kPa
Precizie	± 2%	
Sursa de tensiune	5,6V .. 12VDC	3.3V si 5 V
Număr de senzori	1 senzor la fiecare 10 cm	1 senzor la fiecare 8 cm
Consum estimativ	<140 mWh (activ) <1mWh (in asteptare)	< 300mWh

În **Fig. 4.** sunt comparate și prețurile celor 2 traductoare.

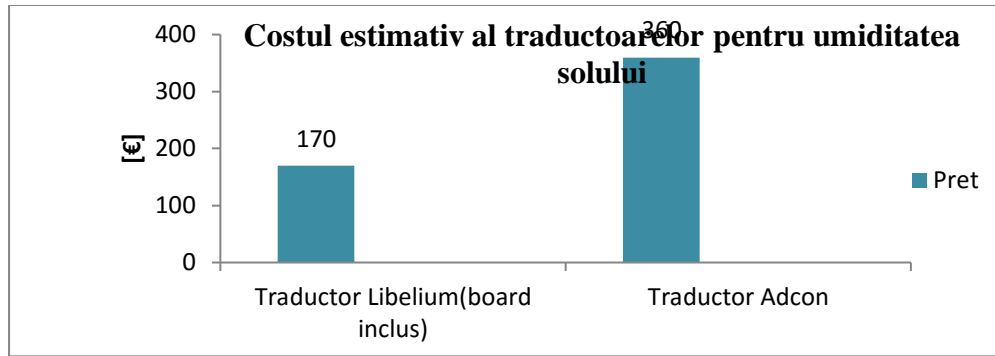


Fig. 4. Comparatie preturi traductoare umiditate sol

E. Concluzii

Au fost considerate 4 tipuri de traductoare de bază în evaluarea cantității necesare de irigații: pentru măsura temperaturii și umidității aerului și solului. Este de remarcat faptul că traductoarele au un consum semnificativ de energie pe perioada în care se transmit datele către un nod de comunicație, în restul timpului energia consumată poate fi neglijabilă.

Pentru comparare, un accent mare se pune pe consumul energetic, dar și pe timpul de răspuns având în vedere faptul că aceste traductoare se găsesc în câmp, iar monitorizarea se face la distanță și trebuie să aibă autonomie energetică. Din analiza realizată, se constată că traductoarele care au un principiu rezistiv de măsură au un consum energetic mai mare decât alte tipuri de senzori.

Pentru fiecare dintre aceste tipuri de traductoare, au fost alese soluțiile tehnice care satisfac performanțele impuse în cazul sistemelor de irigații cu comandă la distanță.

Bibliografie

- [1] Irmak, S., Payero, J., VanDeWalle, B. Et al, Principles and operational Characteristics of Watermark Granular Matrix Sensor to measure soil water status and its practical applications for irrigation management in various soil textures, 2016
- [2] ***, Sensirion SHT71, SHT75 Datasheet, 2011
- [3] ***, Temperature Probe DAVIS 6470 Datasheet, 2013
- [4] V. Sgarciu, G. Ionescu, M. St. Vlad – Traductoare și instrumentație virtuală; aplicații, Ed.Printech, 2007
- [5] Liu, X., Baiocchi, O., *Comparison of the Definitions for Smart Sensors, Smart Objects and Things in IoT*, Proceedings of IEEE IEMCON 2016, ISBN 978-1-5090-0996-1/16, Vancouver, Canada, 2016
- [6] ***, ADCON TR1 Air Temperature & Relative Humidity Sensor DataSheet, 2016
- [7] ***, ADCON SM1 Soil Moisture Sensor DataSheet, 2016
- [8] Bosch, BME280 Combined humidity and pressure sensor, 2015
- [9] Memsic, MTS420/400 Environmental Sensor Board, 2016
- [10] Sensirion, Humidity and Temperature Sensor IC SHT7x (SHT71, SHT75) Datasheet, 2011
- [11] Dalas Semiconductor, DS18B20 Digital Thermometer Datasheet, 2016