

Virginia Ivanov



Virginia Ivanov

# SENZORI ȘI TRADUCTOARE



**Editura UNIVERSITARIA**

**Craiova, 2018**

Referenți științifici:

Prof.dr.ing. Maria Brojboiu – Universitatea din Craiova

Prof.dr.ing. Dorin Lucache – Universitatea Tehnică "Gheorghe Asachi", Iași

Copyright © 2018 Editura Universitaria

Toate drepturile sunt rezervate Editurii Universitaria

---

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naționale a României**

**IVANOV, VIRGINIA**

**Senzori și traductoare** / Virginia Ivanov. - Craiova : Universitaria, 2018

Conține bibliografie

ISBN 978-606-14-1419-2

621

681.586

© 2018 by Editura Universitaria

Această carte este protejată prin copyright. Reproducerea integrală sau parțială, multiplicarea prin orice mijloace și sub orice formă, cum ar fi xeroxarea, scanarea, transpunerea în format electronic sau audio, punerea la dispoziția publică, inclusiv prin internet sau prin rețelele de calculatoare, stocarea permanentă sau temporară pe dispozitive sau sisteme cu posibilitatea recuperării informațiilor, cu scop comercial sau gratuit, precum și alte fapte similare săvârșite fără permisiunea scrisă a deținătorului copyrightului reprezintă o încălcare a legislației cu privire la protecția proprietății intelectuale și se pedepsesc penal și/sau civil în conformitate cu legile în vigoare.

# PREFAȚĂ

Răspândirea constantă a circuitelor electronice în toate aspectele vieții, dar în special în tehnologia de control, a crescut foarte mult importanța senzorilor care pot detecta variațiile diferitelor mărimi fizice. În plus, transformarea prin traductoare a mărimilor fizice în semnale electrice și invers a devenit o parte importantă a electronicii și deci, a tuturor domeniilor care o aplică.

Gama de senzori și traductoare existente în prezent este foarte amplă și în continuă dezvoltare. Din acest motiv, am considerat că, prezentarea senzorilor și traductoarelor în funcție de mărimile fizice pe care elementul sensibil le poate detecta este cuprinzătoare. În această carte veți descoperi, pe capitole, senzorii și traductoarele care poartă denumirea specifică domeniului de utilizare.

Astfel, după prezentarea unei scurte introduceri despre senzori, traductoare și actuatoare, lucrarea continuă cu prezentarea traductoarelor pentru măsurarea deplasării, temperaturii, forței, vitezei și accelerației, curentului și tensiunii și, nu în ultimul rând, cu ilustrarea senzorilor pentru detectarea mișcării și prezenței. Am presupus că principiile fizice ale fiecărui sensor sau traductor nu vor fi neapărat familiare cititorilor. Pentru a fi de folos, o carte de acest fel ar trebui să fie accesibilă pentru o gamă largă de cititori, și având în vedere că, utilizarea corectă a senzorilor și traductoarelor depinde adesea critic de o înțelegere a fenomenelor fizice aplicate, aceste principii au fost explicate mai detaliat.

Lucrarea se adresează studenților facultăților tehnice, specialiștilor, cercetătorilor, inginerilor, tuturor celor care doresc să se instruiască în cunoașterea și utilizarea senzorilor și traductoarelor.

Mulțumesc tuturor celor care m-au susținut în finalizarea acestei lucrări și nu în ultimul rând, dumneavoastră cititorilor care răsfoind-o veți contribui la perfectarea conținutului și a unei eventuale ediții viitoare (vivanov@elth.ucv.ro).

Virginia Ivanov



# 1. TRADUCTOARE, SENZORI, ACTUATOARE

## 1.1. Noțiuni generale

Conducerea unui proces presupune cunoașterea unor informații corecte și cât mai complete asupra parametrilor mărimilor fizice ce caracterizează acel proces. În cazul unui proces condus manual de un operator, mărimile fizice care nu sunt accesibile simțurilor umane sunt măsurate cu aparate de măsurat. Pe baza indicațiilor aparatelor, operatorul uman supraveghează procesul și ia decizii corespunzătoare.

În cazul unui proces automatizat, conducerea sistemului se face fără intervenția omului, pe baza informațiilor culese din proces cu ajutorul *traductoarelor*.

Un traductor este un dispozitiv care transformă o formă de energie în altă formă de energie. În continuare ne vom referi la traductoarele în care o formă de energie este electrică.

Un senzor este un dispozitiv care detectează sau măsoară o cantitate fizică. Dispozitivul opus senzorului este actuatorul (elementul de acționare) care convertește un semnal (de obicei electric) într-o acțiune, de obicei, mecanică. Actuatoarele și senzorii sunt, prin urmare, forme de traductoare, și din acest motiv se întâlnesc și sub numele de traductoare.

Diferențele dintre senzori și traductoare sunt adesea foarte mici. Un senzor efectuează o acțiune de transformare, iar un traductor trebuie neapărat să sesizeze o cantitate fizică. Diferența constă în eficiența conversiei de energie. Scopul unui senzor este de a detecta și măsura, iar dacă eficiența este de 5% sau 0,1% este aproape irelevant, cu condiția ca cifra să fie cunoscută.

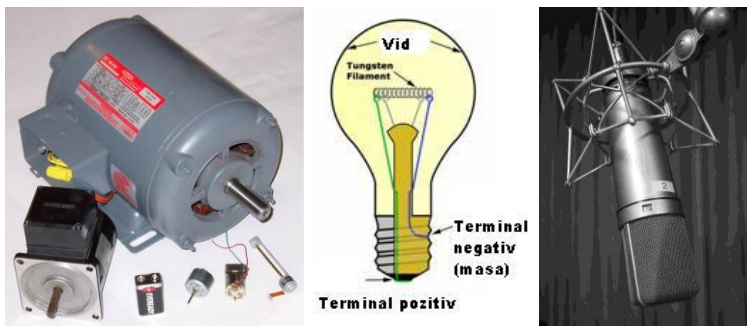
Prin contrast, un traductor este destinat conversiei energiei și eficiența este importantă, deși uneori este posibil să nu fie ridicată.

Liniaritatea răspunsului, definit prin dependența grafică a semnalului de ieșire în funcție de semnalul de intrare, este mai mult ca sigur, importantă pentru senzor, dar mult mai puțin importantă pentru un traductor. Prin contrast, eficiența conversiei este importantă pentru un traductor, dar nu și pentru un senzor.

Exemple de traductoare uzuale (Fig. 1.1) [40]:

- Motorul electric este un traductor pentru convertirea energiei electrice în energie mecanică sau de mișcare;

- Becul incandescent produce lumină prin trecerea unui curent printr-un filament. Astfel, un bec este un traductor care transformă energia electrică în energie optică;
- Microfonul transformă sunetul în impulsuri electrice iar un difuzor convertește impulsurile electrice în sunet (energia sunetului în energie electrică și invers);
- Celula solară transformă lumina în electricitate;
- Termocuplu convertește energia termică în energie electrică.



**Fig. 1.1** Trei tipuri de traductoare: motor electric, bec, microfon

Un actuator este un dispozitiv care utilizează energie pentru a produce mișcare. El acționează un alt element. Prin urmare, un actuator este un traductor special. Care dintre exemplele menționate anterior este un actuator?

Un senzor este un dispozitiv care primește și răspunde la un semnal care a produs o formă de energie (căldură, lumină, mișcare sau reacție chimică). Odată ce un senzor detectează unul sau mai multe astfel de semnale transformă semnalul de intrare într-o reprezentare analogică sau digitală.

Pe baza acestei explicații pentru un senzor se poate afirma că senzorii sunt utilizați în toate aspectele vieții pentru a detecta și/sau măsura mai multe condiții diferite. Care sunt acești senzori cu care sunteți familiarizați?

Ființele umane sunt echipate cu 5 tipuri diferite de senzori (Fig. 1.2).

Ochii detectează energia luminii, urechile detectează energia acustică, limba și nasul detectează anumite substanțe chimice, iar pielea detectează presiuni și temperaturi. Ochii, urechile, limba, nasul și pielea primesc aceste semnale apoi trimit mesaje la creier care generează un



răspuns. De exemplu, atunci când atingeți o placă fierbinte, creierul vă spune că este cald, nu pielea.



**Fig. 1.2** *Senzori pentru ființele umane*

Există multe variabile care afectează viața de zi cu zi: viteza mașinii, viteza vântului, temperatura dintr-o casă. În cele mai multe situații aceste variabile sunt monitorizate continuu.

Una dintre aceste variabile este folosită pentru a controla viteza unui automobil, funcționarea unui aparat de aer condiționat, nivelul de încălzire sau temperatura cuptorului. Elementele care sesizează aceste variabile și le convertesc ca ieșiri utilizabile sunt traductoarele. De exemplu, un traductor cunoscut este termocuplu care este capabil să detecteze schimbările de temperatură și să producă tensiuni de ieșire corespunzătoare cu aceste modificări.

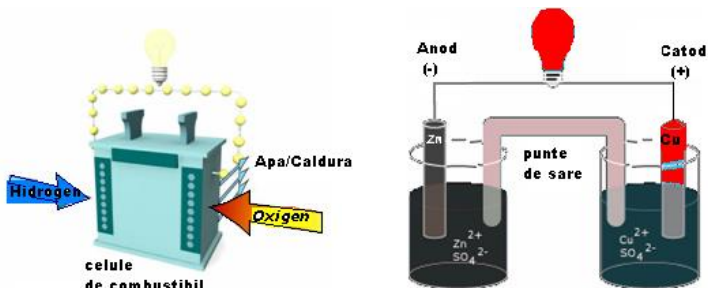
Un traductor este definit ca un dispozitiv sau o substanță care transformă o energie de intrare într-o energie de ieșire diferită. Conform acestei definiții largi, traductoarele convertesc diferite tipuri de energie. În funcție de forma energiei convertite există mai multe tipuri de traductoare.

## 1.2. Tipuri de traductoare

### 1.2.1. Traductoare electrochimice

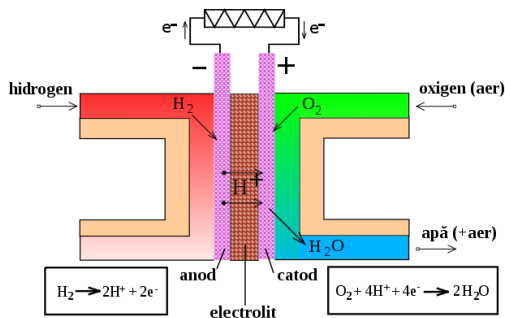
Exemple de traductoare electrochimice pot fi următoarele:

- Sondă pH - convertește energia chimică în energie electrică;
- Traductor electric molecular - convertește mișcarea dintr-o soluție electrolitică în energie electrică;
- Pilă de combustie - convertește energia dintr-o reacție chimică în energie electrică (Fig. 1.3a);
- Baterie - convertește energia chimică direct în energie electrică (Fig. 1.3b).



**Fig. 1.3** Conversia reacției chimice în energie electrică:  
a) pila de combustie, b) bateria

Pila de combustie este un sistem electrochimic care convertește energia chimică în energie electrică. Combustibilul (sursa de energie) este situat la anod, iar la catod se află oxidantul. Spre deosebire de baterie, care este un sistem închis, pila consumă combustibilul de la anod ( $H_2$ ) prin oxidare electrochimică generând curent electric continuu de joasă tensiune (Fig. 1.4).



**Fig. 1.4** Pila de combustie

La baterii producerea curentului electric se realizează prin acțiunea chimică a acizilor sau a sărurilor asupra metalelor.

Bateria electrochimică (Fig.1.3b) convertește energia chimică direct în energie electrică. Un catod și un anod (două metale diferite) sunt imersate (separat) în soluții de electrolit care conțin săruri ale metalelor respective. Un mediu, puntea de sare, separă cei doi electrozi, dar permite ionilor să se deplaseze între cele două soluții. Datorită fluxului de ioni între cele două

soluții apare o diferență de potențial. Dacă un material conductor este conectat între cele două metale se stabilește un curent electric pe acest conductor. Mărimea tensiunii dezvoltată între catod și anod depinde de metalele care alcătuiesc bateria.

Fabricarea bateriilor micro a fost o provocare, dar o provocare care trebuia îndeplinită. Micro senzorii necesită baterii de micro-dimensiuni cu scopul de a opera, în special atunci când sunt plasați în zone îndepărtate, cum ar fi, fundul oceanului sau încorporați sub suprafețe de poduri și drumuri.

### ***1.2.2. Traductoare electroacustice, electromagnetice și electrostatice***

Exemple de traductoare electroacustice:

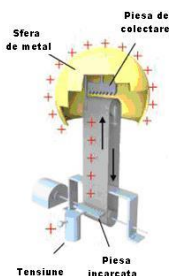
- Vorbitor (Porta voce) - Convertește un semnal electric în sunet;
- Microfon - Convertește undele de sunet din aer într-un semnal electric;
- Hidrofon - Convertește undele de sunet din apă într-un semnal electric.

Exemple de traductoare electromagnetice:

- Cap de înregistrare (scriere/citire) magnetic - Transformă mișcarea din câmp magnetic în energie electrică;
- Generator - Transformă mișcarea dintr-un câmp magnetic în energie electrică.

Exemple de traductoare electrostatice:

- Electrometru - este un instrument electrostatic care servește la măsurarea potențialelor și sarcinilor electrice pe cale electrostatică;
- Generator Van de Graaf – este un echipament care convertește o sarcină încărcată cu electricitate statică în tensiune înaltă (Fig. 1.5);



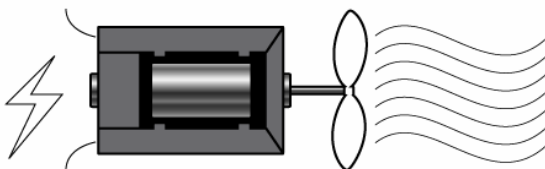
**Fig. 1.5** Generator Van de Graaf

- Hidrofon - un microfon care detectează undele sonore sub apă. Este folosit în prezent ancorat pe fundul apelor sau în spatele navelor pentru detectarea sunetelor generate de nave, submarine, valurile oceanului și animale marine. Cu ajutorul hidrofonului au fost identificate unde create de cutremure sau mișcări în crusta pământului.

### ***1.2.3. Traductoare electromecanice***

Câteva exemple sunt următoarele:

- Traductor pentru deformare mecanică (“Strain gauge”) care convertește deformarea mecanică a unui obiect în rezistență electrică;
- Galvanometru - Convertește curentul electric de la o bobină aflată în câmp magnetic în mișcare;
- Generator - convertește energia mecanică în energie electrică;
- Motor - transformă energia electrică în energie mecanică (Fig. 1.6)



***Fig. 1.6 Motor electric***

### ***1.2.4. Traductoare fotoelectrice***

Traductoarele fotoelectrice convertesc semnalele electrice în energie luminoasă, ca de exemplu:

- Becul - Convertește energie electrică în lumină vizibilă și căldură;
- Dioda Laser - transformă energia electrică în energie luminoasă;
- Fotodioda - transformă energia luminii în energie electrică.

### ***1.2.5. Traductoare termoelectrice***

Exemple de traductoare termoelectrice:

- Termocuplu - convertește energia termică în energie electrică;
- Termistorul - un rezistor variabil la schimbările de temperatură (convertește energie termică în energie electrică).