

Noțiunile de traductor și senzor

Senzor și **traductor** – noțiuni pe larg folosite în cadrul sistemelor de măsurare.

Senzor - foarte popular în zona americană;

Traductor - frecvent folosită în zona europeană.

Senzor - derivat din cuvântul latin *sentire* care înseamnă “a percepe”; *traductor* din *transducere* care înseamnă “a traversa”.

Definiții de dicționar: *senzor* - dispozitiv care detectează o schimbare într-un stimul fizic și o transformă într-un semnal care poate fi măsurat sau înregistrat, *traductor* - dispozitiv care transferă putere de la un sistem la altul în aceeași formă sau în una diferită.

Încercări de a standardiza terminologia conform *Vocabulaire International de Metrologie (VIM -2012)*: *traductor* - dispozitiv, utilizat în măsurare, care furnizează o cantitate de ieșire având o relație specifică cu cantitatea de intrare, *senzor* - elementul unui sistem de măsurare, care este afectat în mod direct de un fenomen, organism sau o substanță care transportă o cantitate ce urmează a fi măsurată.

Noțiunile de traductor și senzor

Traductor cu o intrare ne-electrică - traductor de intrare (transformă o cantitate de bază ne-electrică într-un semnal electric, în scopul de a măsura cantitatea respectivă). *Traductor cu o ieșire ne-electrică - traductor de ieșire* (destinat să transforme un semnal electric într-o cantitate neelectrică pentru a controla această cantitate) a se vedea figura următoare



Delimitare sensibilă între cele două noțiuni: cuvântul “senzor” pentru elementul sensibil înșuși, cuvântul “traductor” pentru elementul sensibil și circuitele asociate;

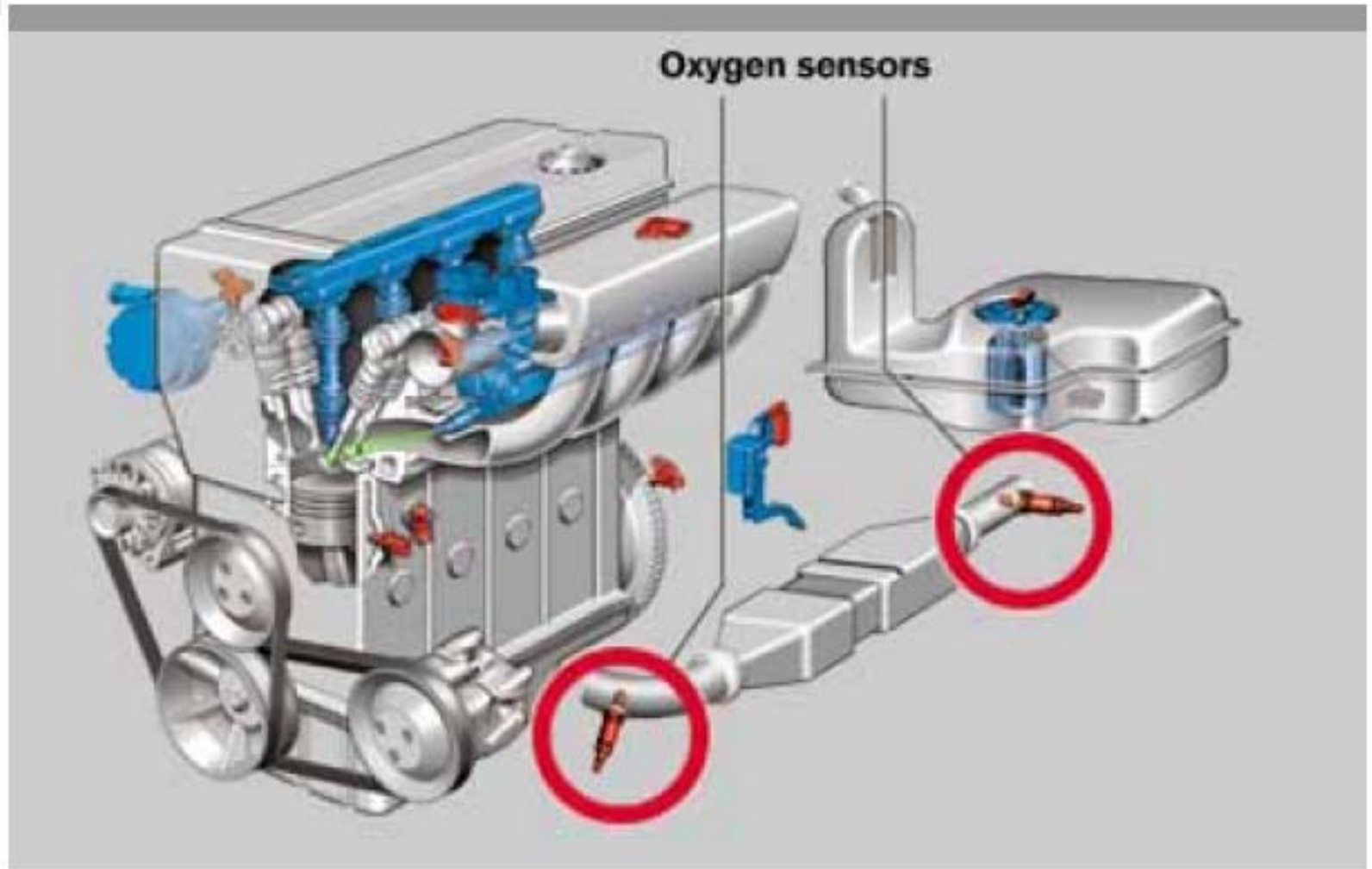
Exemplificare: un termistor este un “senzor”, în timp ce un termistor plus o punte de măsurare rezistivă (care transformă variațiile de rezistență electrică în variații de tensiune) este un “traductor”. În această accepțiune rezultă că toate traductoarele vor conține un senzor, iar majoritatea senzorilor (nu toate însă!) vor fi traductoare.

Senzori chimici (concentrație în gaze și lichide)

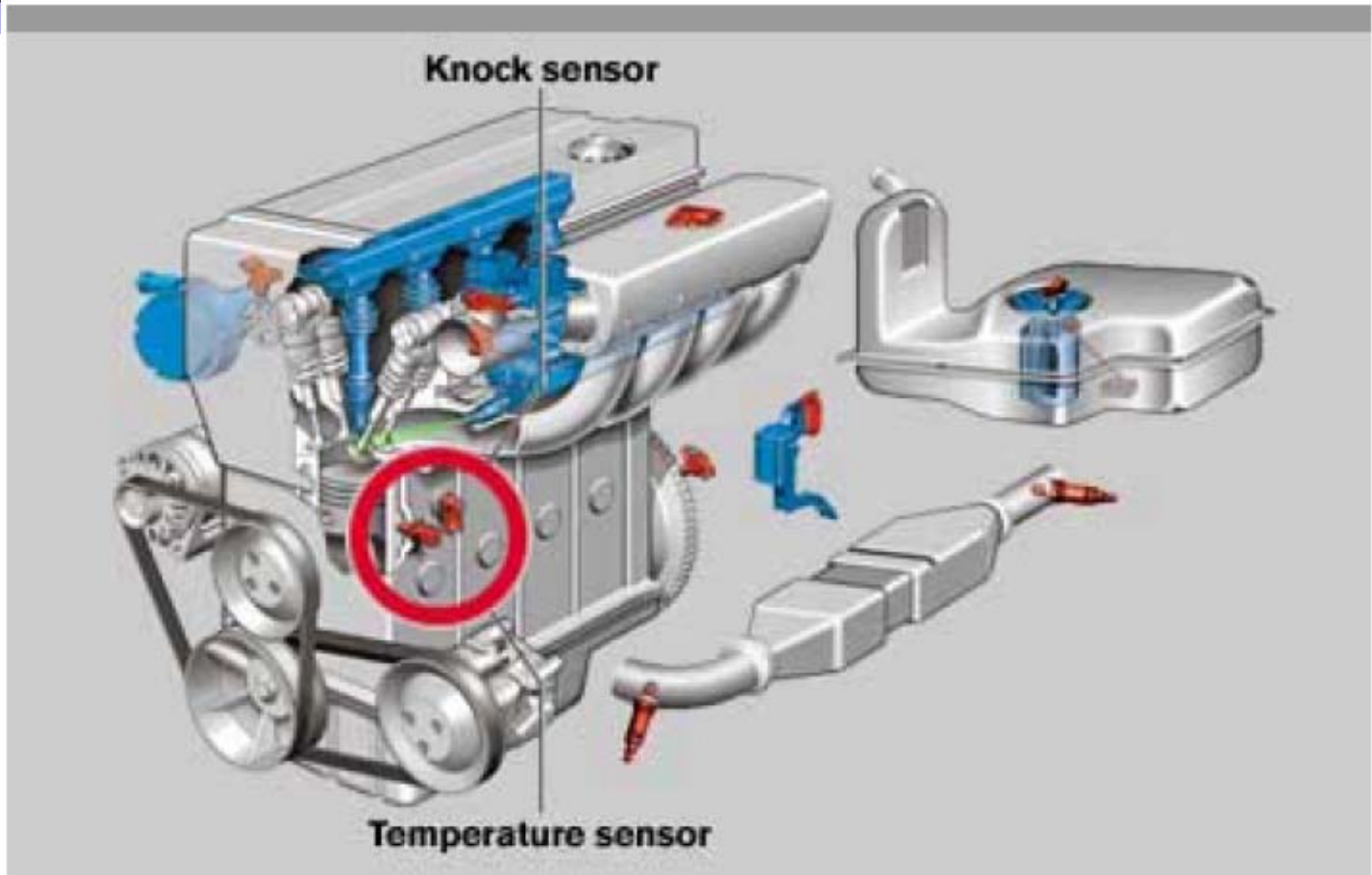


Figaro

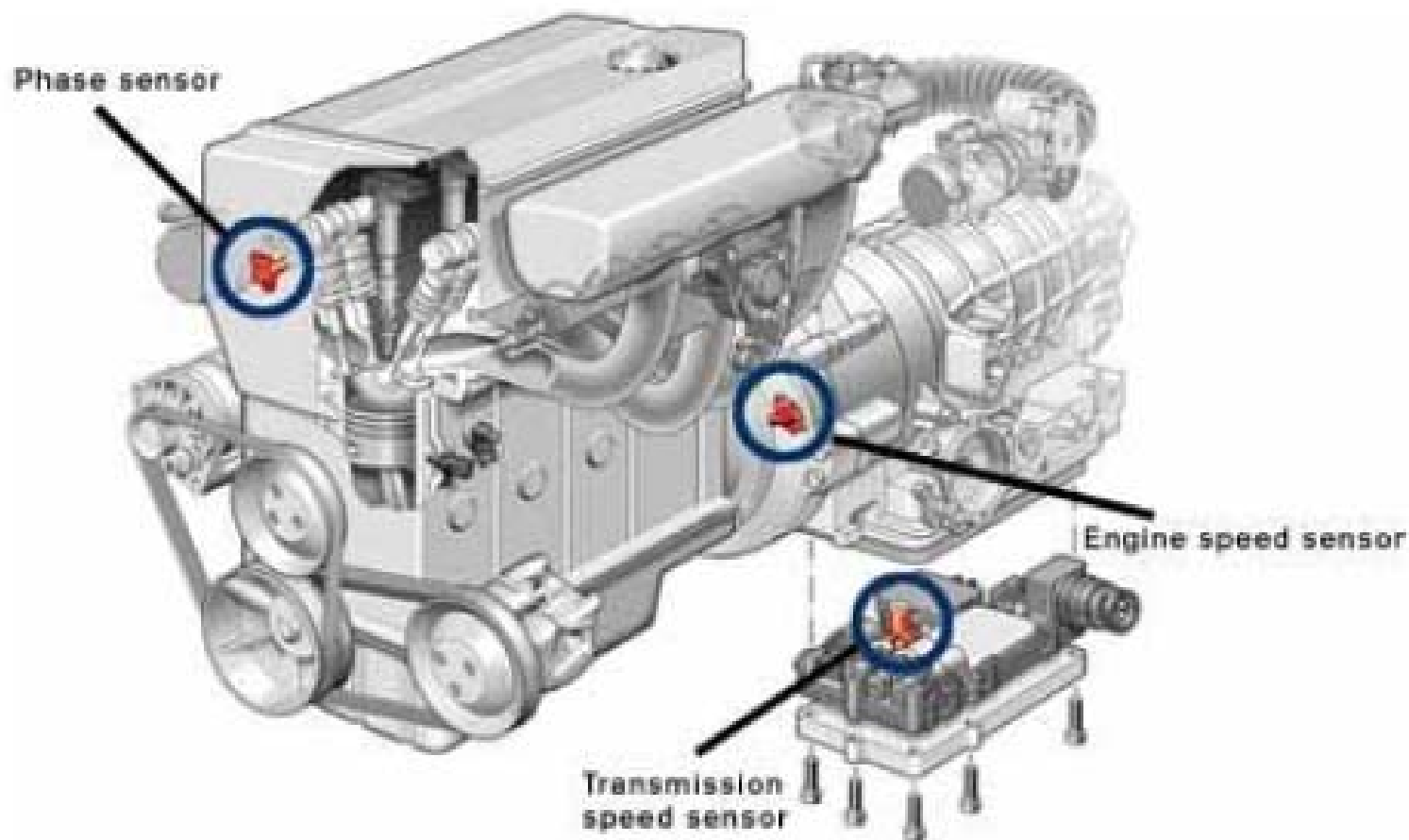
Exemple în industria auto (senzor de oxigen – sonda λ)



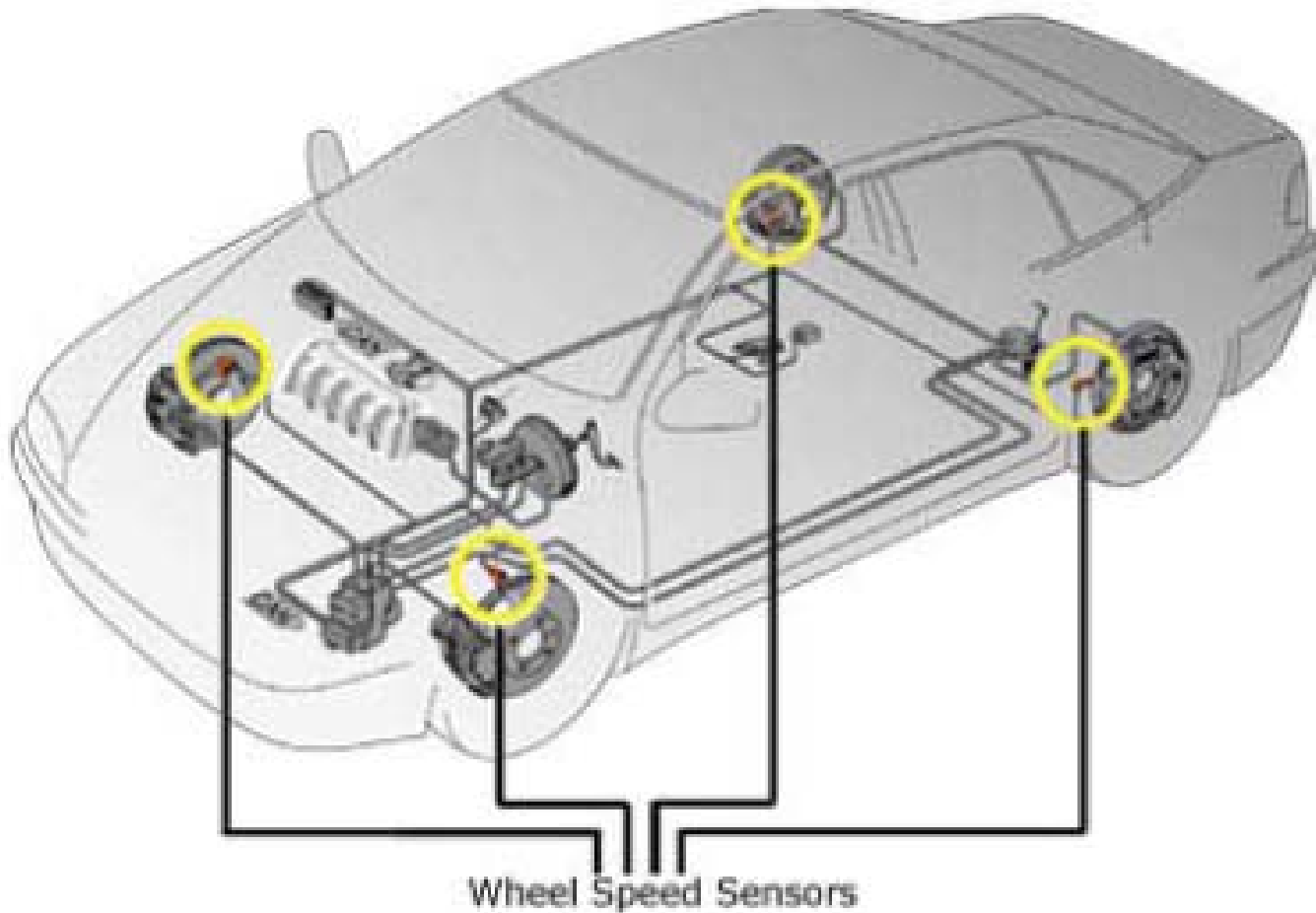
Senzori de temperatură și mișcare (tacheți)



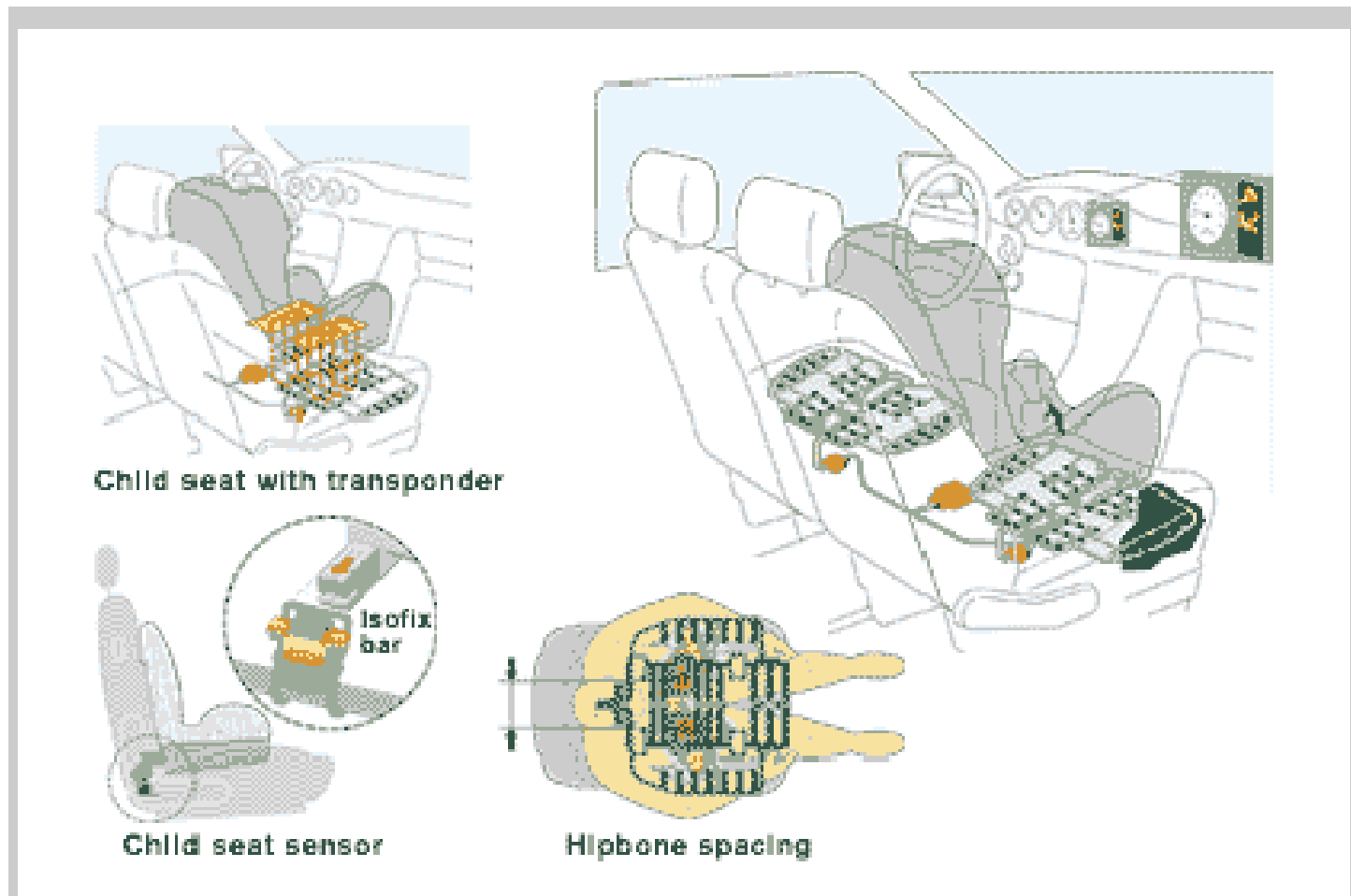
Senzori de viteză de translație și unghiulară



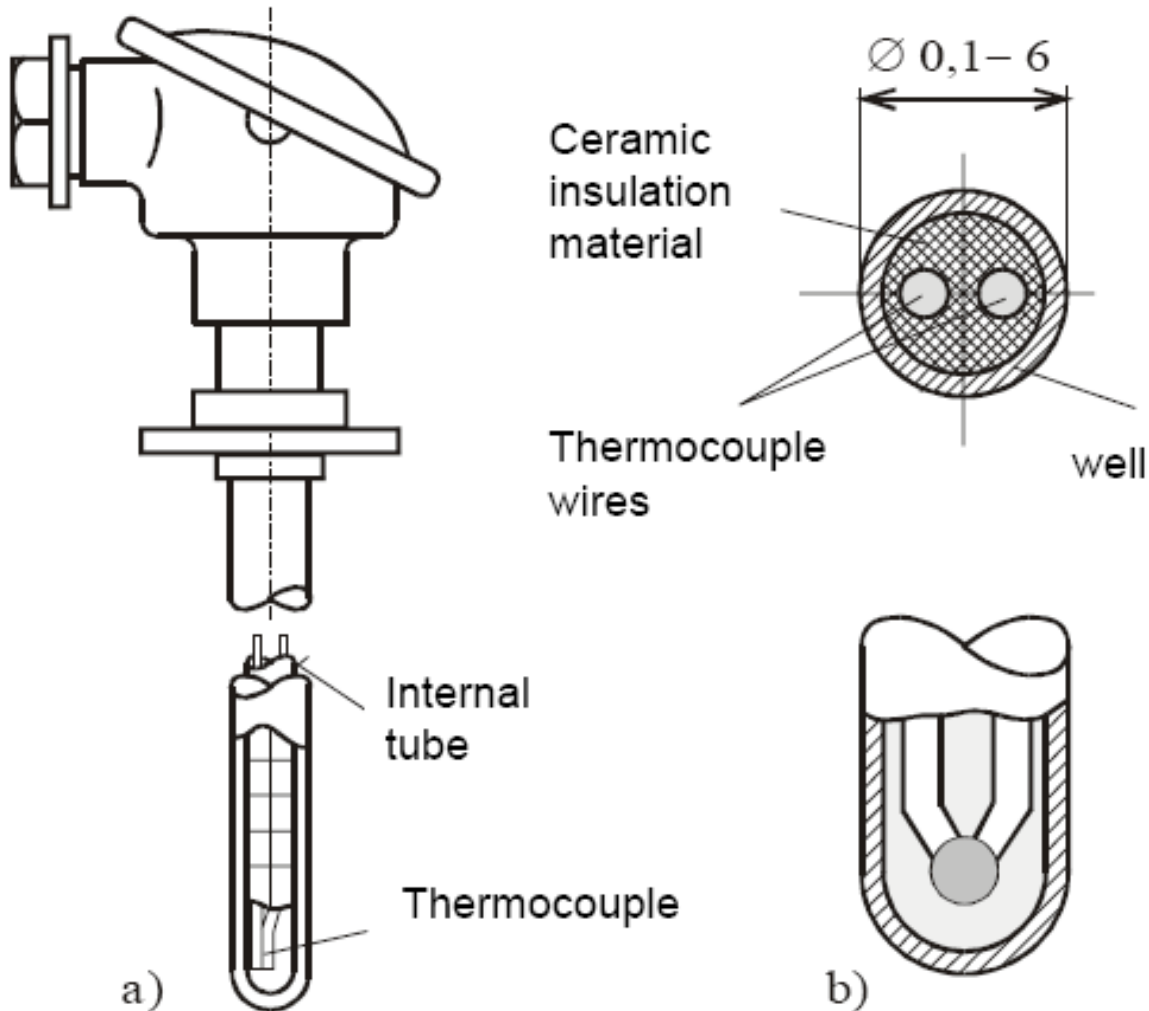
Senzori de viteză de rotație (pe fiecare roată)



Senzori interni pentru confort și siguranță



Un exemplu de termocuplu industrial (elemente constructive și prezentare asamblată)





Noțiunea de traductor

Traductor - într-un cadru general - dispozitiv care convertește un semnal de o anumită natură fizică într-un semnal corespunzător având o natură fizică diferită.

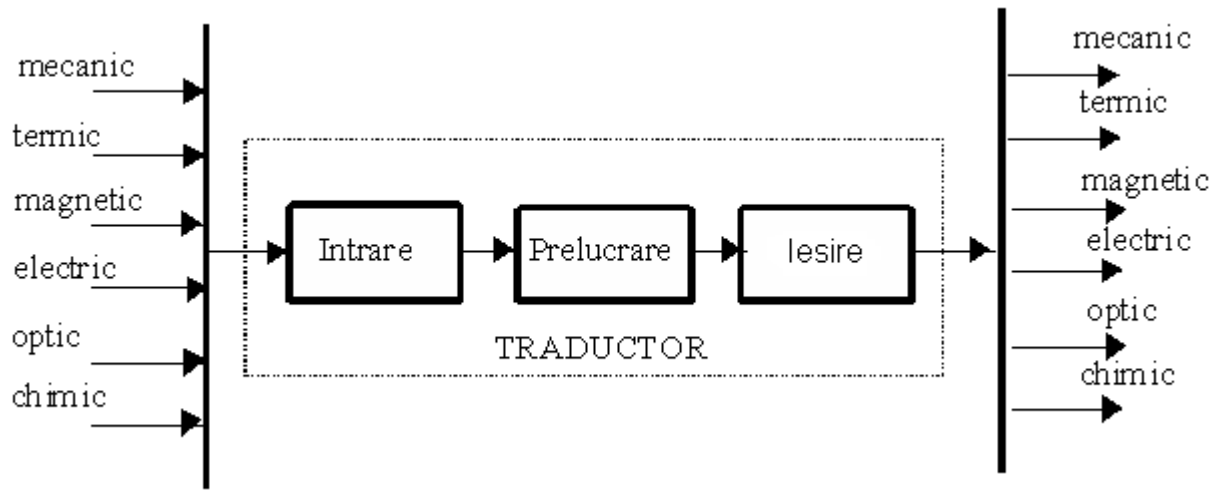
→ Un *traductor* - în esență – este un convertor de energie → semnalul de intrare are întotdeauna energie sau putere. Totuși puterea (care prin integrare dă energia) asociată semnalului de intrare trebuie să fie suficient de mare pentru a nu fi perturbată de către traductor mărimea de măsurat; traductorul trebuie să influențeze - prin circuitul său de intrare - neglijabil mărimea de măsurat (se spune că puterea preluată de la mărimea de măsurat trebuie să fie sub o anumită valoare denumită *putere disponibilă*).

Exemplificare: măsurarea unei forțe cu ajutorul unor mărci tensometrice.

Traductoarele pot fi: de intrare (convertesc mărimi fizice neelectrice în semnal electric = senzori) și de ieșire (convertesc semnalul electric într-unul neelectric = actuatore)

Deoarece există 6 clase diferite de semnale - mecanic, termic, magnetic, electric, optic/radiant și chimic - putem spune că orice *dispozitiv care convertește semnale dintr-o clasă în alta este considerat a fi un traductor* (figura).

Noțiunea de traductor (continuare)



Consecința: în această accepțiune, *semnalul de ieșire al traductorului* poate fi de orice natură fizică utilă (folositoare).

În practică: numai acele *dispozitive care oferă o ieșire electrică* sunt denumite *traductoare*.

Ultima afirmație → în concordanță cu realitatea fizică (semnalele electrice sunt folosite în majoritatea sistemelor de măsurare). **Argumente:**

Noțiunea de traductor

(continuare)

► ***Datorită structurii electronice a materiei*** → există cel puțin o modalitate de punere în evidență a unei mărimi neelectrice;

Concluzie: traductoarele electrice pot fi proiectate pentru orice mărime neelectrică prin alegerea unui material corespunzător pentru elementul sensibil.

► ***Datorită posibilităților electronice de amplificare*** ale semnalului electric de ieșire rezultă că energia acestuia nu este alterată în procesul de măsurare;

► ***În prezent sunt disponibile un mare număr de circuite de condiționare și prelucrare electronice***; mai mult, în unele structuri monolitice de traductoare electronice sunt incluse astfel de circuite;

► ***Există o mare gamă de opțiuni privind prelucrarea, afișarea, înregistrarea și transmiterea informației*** într-o manieră electronică;

De asemenea, astfel de opțiuni permit combinarea datelor numerice cu texte, respectiv prezentarea sub formă de grafice și diagrame;

Structurile electronice permit **prelucrarea de semnale foarte mici ca nivel și putere asociate.**

Noțiunea de traductor

(continuare)

Restricțiile (cerințele) care sunt *impuse semnalului de ieșire*:

- *proporționalitatea ieșirii cu mărimea de măsurat*, ceea ce înseamnă că la un traductor caracteristica statică este liniară;
- *normalizarea semnalului electric de ieșire*, prin impunerea unor limite inferioare și superioare de variație, indiferent de tipul și gama de variație a mărimilor de intrare.

Important: Cerințele anterior precizate pot fi mai relaxate atunci când traductoarele lucrează împreună cu sisteme de achiziție a datelor urmate de structuri numerice de prelucrare.

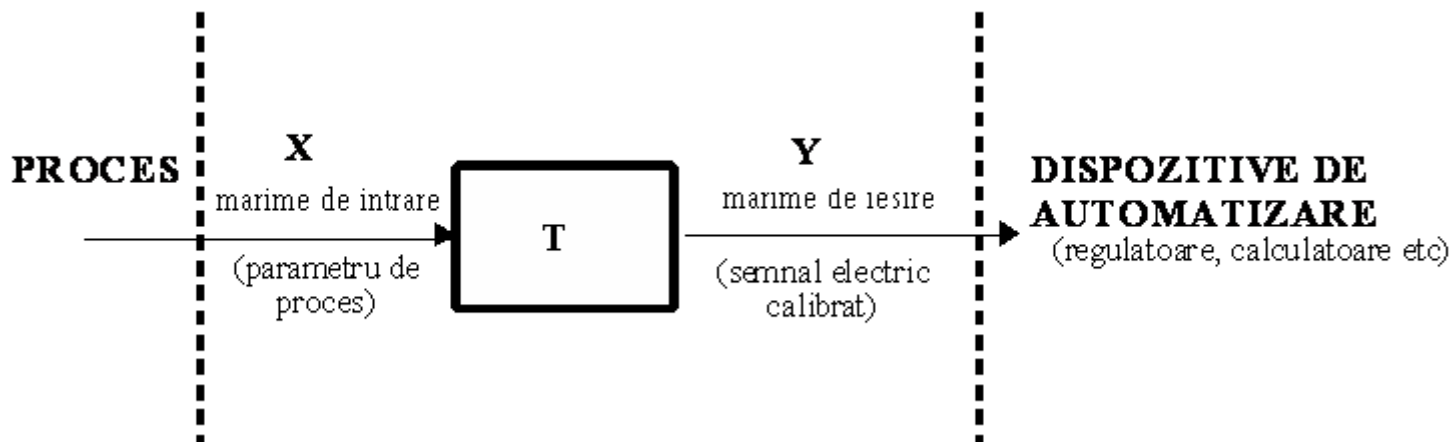
Concluzii:

- ◆ *traductorul* - în general - element al sistemelor automate care furnizează indicații cantitative sistemelor de control/comandă despre procesul automatizat;
- ◆ *traductorul* are un caracter dual:
 - de instrument de măsurat;
 - de element tipic funcțional al sistemului de automatizare;
- ◆ *traductorul* trebuie să furnizeze semnale care să poată fi interpretate, deci ieșirea lui este - de regulă - un semnal electric. Mai mult, ieșirea trebuie să fie proporțională cu intrarea.

Noțiunea de traductor (continuare)

Definiție: traductorul → acel dispozitiv care stabilește o corespondență între o mărime fizică (variabilă de proces) variind într-un anumit domeniu prestabilit și un semnal electric calibrat concordant unei stări/situații de măsurare.

Ținând seama de faptul că traductorul este o componentă a sistemului automat, îl vom reprezenta ca în figura, care corespunde definiției anterior enunțate:



Notă: Ținând seama de cadrul general al definiției introduse la începutul paragrafului, există autori și chiar firme care folosesc noțiunea de traductor pentru acele elemente care realizează conversia primară.



Noțiunea de senzor

În principiu există 3 categorii de senzori: fizici, chimici și biosenzori (senzori moleculari). *Senzorul fizic* este legat de modalitatea de percepție a mărimilor măsurate, sugerând o similitudine cu comportamentul uman în maniera de a obține informație despre cantitățile fizice.

Important: Un senzor nu imită modul de operare a simțurilor umane (lucru de altfel dificil, întrucât nu sunt cunoscute încă în profunzime mecanismele de funcționare ale organelor de simț), dar încearcă să redea cât mai bine comportamentul lor, iar prin miniaturizare să se apropie de dimensiunile acestora.

Senzorul presupune măsurarea unei mărimi într-o manieră similară modului de observație al omului. *Senzorii* sunt *dispozitive de mărimi reduse* (miniaturi), care *permit determinări “punctuale” ale măsurandului* → extensia definiției către “*arie*” / “*matrice*” de senzori.

Definiție: Prin *senzori* se înțeleg ansambluri de dispozitive sensibile, de (foarte) mici dimensiuni, care permit determinarea unui câmp de valori pentru o mărime fizică într-o manieră similară cu organele de simț umane.

Noțiunea de senzor

(continuare)

Concluzie: Senzorii permit obținerea de imagini sau hărți ale unei scene prin căi similare/analoge omului. Această afirmație trebuie înțeleasă în sensul definiției introduse, așadar câmpul de valori obținut cu ajutorul senzorilor trebuie prelucrat în vederea redării cât mai corecte a imaginii achiziționate, deci aceasta să aibă o reprezentare similară celei formate în modul de gândire umană.

Exemple: 1. Un prim exemplu este *camera de luat vederi* realizată *cu un senzor vizual liniar CCD* (Charge Coupled Device) care permite preluarea unei singure linii din scena investigată; dacă se asociază camerei un dispozitiv de deplasare relativă, cu viteză constantă, se poate obține o imagine bidimensională a scenei, care prelucrată corespunzător conduce la recunoașterea formelor pieselor din scenă.

2. Folosirea unor *senzori integrați de temperatură* dispuși matricial - care lucrează în infraroșu - cu ajutorul cărora se poate obține un câmp de valori termice pentru corpul investigat (metoda termografică folosită în medicină, dar și videoinspecția termică a cablajelor imprimare).

3. Alte exemple: senzori care “imită” simțurile umane, în diverse domenii întâlnindu-se *senzori tactili* (piele artificială), *acustici* și *vizuali* - cu preponderență în robotică - *senzori olfactivi* (nas artificial) și *gustativi* frecvent folosiți în industria alimentară etc.

Noțiunea de senzor

(continuare)

Prin prisma definiției, un senzor realizează aceeași funcție ca și un traductor, adică percepe starea unei mărimi fizice pe care o convertește în semnal electric; în consecință, structura funcțională a unui senzor respectă - în principiu – aceeași schemă ca a traductorului. Aceasta explică de ce cele două noțiuni sunt folosite frecvent în explicarea principiilor funcționale pentru diferite structuri constructive.

Totuși, senzorilor le sunt specifice cel puțin trei caracteristici:

- ▶ *miniaturizarea*, care permite realizarea de măsurări (determinări) “punctuale” ale mărimilor investigate;
- ▶ *multiplicarea funcțională*, adică existența în structura unui senzor a unui număr mare de dispozitive sensibile care îndeplinesc aceeași funcție, dispuse liniar sau matricial;
- ▶ *fusiunea senzorială*, care presupune reuniunea mai multor senzori într-o configurație unică, pentru a asigura o funcționalitate dorită.
- ▶ Aceste caracteristici, împreună cu proprietatea de “imitare” a simțurilor umane, fac ca senzorii să se diferențieze de traductoare. Exemplificare: fenomenul de piezoelectricitate folosit atât în construcția traductoarelor de forță cât și a senzorilor tactili.
- ▶ Multiplicarea funcțională specifică senzorilor face ca și *partea de prelucrare locală* să fie *diferită* - chiar principal - de cea a traductoarelor, aspect care conduce la o diferențiere suplimentară pentru cele două noțiuni.

Noțiunea de senzor

(continuare)

NOTĂ: Vom folosi diferențiat cele două noțiuni ținând seama de componența structurală ca și de sfera aplicațiilor.

Exemplificare: Pentru controlul brațului unui robot se folosesc traductoare de deplasare liniară (înainte / înapoi), de rotație (stânga / dreapta), de proximitate pentru sesizarea apropierii de un anumit reper, dar și o serie de senzori cum ar fi cei vizuali pentru recunoașterea obiectelor, de efort (tactili) pentru prinderea pieselor, auditivi pentru recunoașterea comenzilor vocale.

Senzorii chimici și biosenzorii sunt în general destinați detectării și măsurării substanțelor chimice specifice, care pot fi sau nu ele înșuși biologice. Ne vom referi, de obicei, la un astfel de material ca **substrat**, deși **analitul** este folosit uneori ca termen mai general.

Un **senzor chimic** este definit ca un dispozitiv care răspunde la un anumit analit într-un mod selectiv printr-o reacție chimică și poate fi utilizat pentru determinarea calitativă sau cantitativă a analitului.

Biosenzorii sunt un subset de senzori chimici, dar sunt adesea tratați ca un subiect de sine stătător. Un **biosenzor** poate fi definit ca un dispozitiv care încorporează un element sensibil biologic conectat la un traductor.

Senzorii moleculari sunt concepuți pentru a cuantifica cantitatea de molecule asociate cu un gaz, ioni, proteine, ADN și celule vii.

Termenii **senzorii chimici** și **biosenzorii** sunt uneori folosiți aproape alternativ; **senzorii moleculari** sunt considerați senzori chimici care sunt capabili de a detecta moleculele de interes, sau analiții, care sunt adesea prezenți în concentrații foarte mici.

Noțiunea de senzor

(continuare)

Precizări: 1. Unele firme, în special din zona americană, folosesc noțiunea de *transmitter* și nu de *transducer* (cuvântul transmitter este legat și de aspectul transmiterii la distanță a semnalului de ieșire). Definiția dată traductorului conține cerințele din ieșire prin introducerea precizării “semnal electric calibrat”, deci vom folosi noțiunea de traductor atât pentru transmitter cât și pentru transducer.

2. Atât în literatura de specialitate, cât și în produsele de firmă, se întâlnește noțiunea de ***traductor/senzor inteligent*** (smart sensor/transducer/transmitter), referințele tehnice făcându-se pentru cazul folosirii acestora prin intermediul unei magistrale de câmp. “Inteligența” unui astfel de dispozitiv trebuie înțeleasă prin organizarea traductorului în jurul unei unități procesoare (fie μP , fie μC), care, pe lângă ***asigurarea comunicației*** prin intermediul magistralei de câmp, permite efectuarea unor operații suplimentare ca:

- ***funcția de prelucrare*** (operații matematice de calcul, compararea cu limite de bună funcționare, liniarizarea caracteristicii statice a elementului sensibil);
- ***autoetalonarea***, prin folosirea unor circuite de compensare automată a influenței mediului, corecția erorilor de derivă a nulului, eliminarea erorilor sistematice, diminuarea erorilor aleatorii prin calculul unor valori medii;
- ***autotestarea***, la pornire și/sau periodică, cu afișarea componentei/blocului defect.

Clasificarea senzorilor/traductoarelor

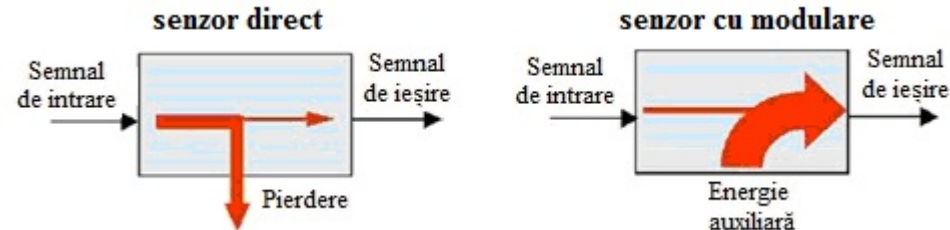
criterii:

a) După *necesitatea existenței unei surse auxiliare de activare* pentru obținerea semnalului de intrare se disting:

- *traductoare active* sau de tip generator (senzori direcți);
- *traductoare pasive* sau de tip parametric (senzori cu modulare). Figura

b) După *semnalul de ieșire* distingem:

- *traductoare analogice*;
- *traductoare numerice*.
- *traductoare cvasinumerice*.



c) După *principiul de funcționare* care stă la baza transferului de energie intrare-ieșire avem:

- *traductoare lucrând în regim dezechilibrat*;
- *traductoare cu echilibrare automată*.

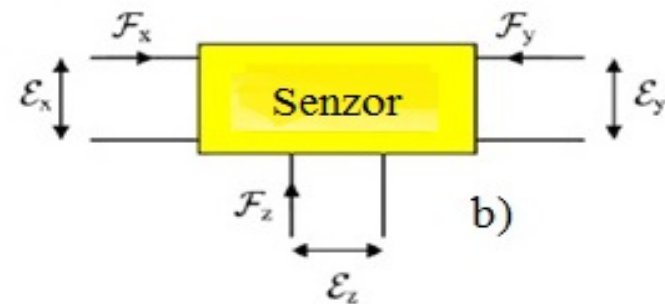
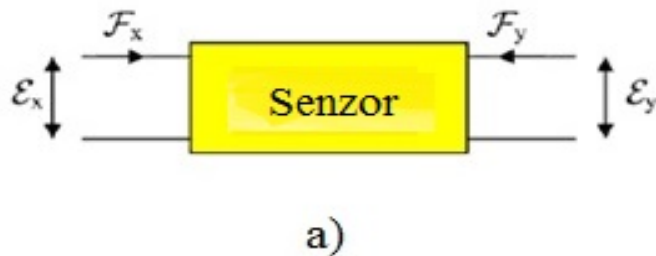
d) După *dinamica* exprimată prin relația *intrare-ieșire*, traductoarele se pot clasifica în *sisteme de ordinul 0* (sau de tip proporțional), *1* (element de întârziere de ordinul I), *2* (element de întârziere de ordinul II), sau *de ordin mai mare*.

Clasificarea senzorilor/traductoarelor

e) O clasificare foarte răspândită a traductoarelor este în funcție de *mărimea măsurată*.

În consecință, vorbim de traductoare de temperatură, presiune, debit, nivel, umiditate, poziție, viteză, accelerație, forță, cuplu etc.

f) După *numărul de porturi* distingem senzori cu 2 porturi și senzori cu 3 porturi (un port este o pereche de terminale prin care intră sau iese energia din sistem), figura



g) După *principiul funcțional care stă la baza realizării părții de intrare a traductorului*:

- rezistive, capacitive, inductive / magnetice, optice, acustice;
- cu acumulare de sarcină electrică/ piezoelectrice, cu generare de tensiune electrică / curent electric.

h) În conformitate cu *cantitatea de informație* pe care un senzor sau un sistem senzorial o oferă, se pot distinge trei grupuri de senzori: senzori binari, senzori analogici și senzori de imagine (optică, acustică, tactilă).