

# Electronica Medicală

Culegerea semnalelor biomedicale

Iavorschi Anatolie



Tempus

BIOMEDICAL ENGINEERING EDUCATION TEMPUS  
INITIATIVE IN EASTERN NEIGHBOURING AREA

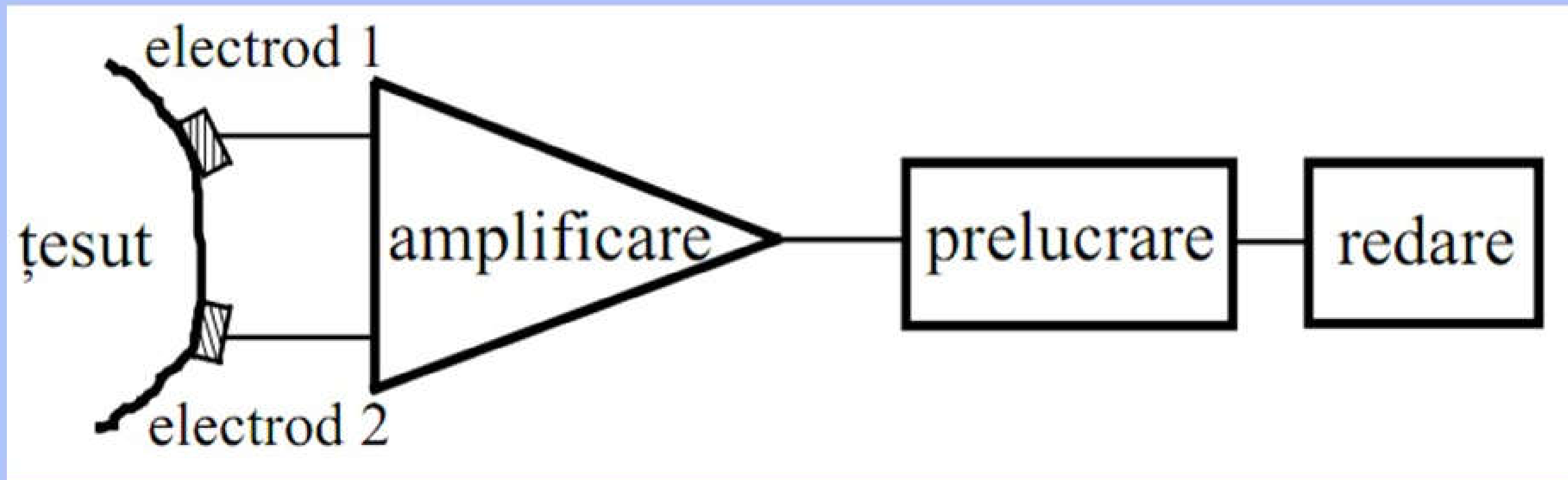


# Conținutul prezentării

- Culegerea semnalelor biomedicale electrice
- Culegerea semnalelor biomedicale neelectrice



- Se realizează cu ajutorul electrozilor



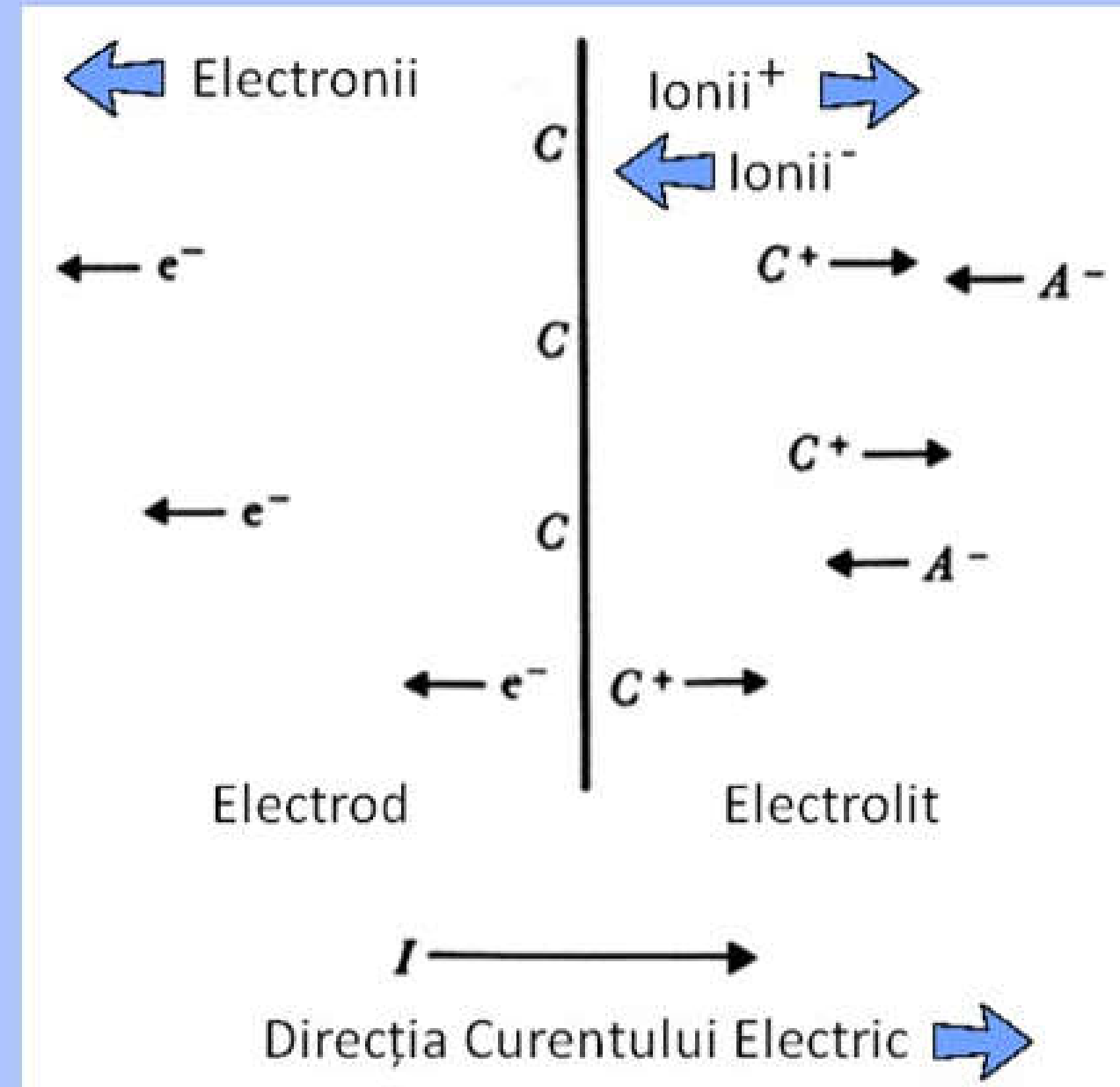
- Sursa de semnal bioelectric este cuplată direct la electrozii de culegere.

- Biopotențialul preluat de electrozi este apoi **amplificat** în condiții de adaptare optimă la caracteristicile sursei de semnal și ale electrozilor.
- După amplificare sau odată cu aceasta, are loc și **prelucrarea** semnalului cules de electrozi, pentru a obține informații maxime asupra sursei bioelectrice.
- Apoi urmează **redarea** biopotențialelor rezultate din prelucrare. În general se face prin evoluția în timp a fenomenelor electrofiziologice.

- Procesele care au loc în țesuturile vii sunt procese chimice la care participă un electrolit. Culegerea diferențelor de potențial generate de activitățile din celule și țesuturi se realizează cu electrozi.
- **Electrodul** reprezintă un conductor electric împreună cu electrolitul cu care este pus în contact.
- Doi electrozi de culegere a biopotențialelor sunt în contact electric prin electrolitul interpus între ei. Când cei doi electrozi sunt uniți în exteriorul electrolitului cu un conductor electric, prin acesta circulă un curent electric, adică circulă electroni de la electrodul negativ spre electrodul pozitiv.

- *Conducția electrică în electrolit (țesuturi) este realizată de ioni.*
- *Conducția electrică în electrozii metalici este efectuată de electroni.*
- La interfața electrod-electrolit au loc fenomene care transformă conducția ionică în conducție electronică și invers.
- La orice suprafață de contact electrod-electrolit există tendința de difuzie a electronilor din metal spre electrolit și de difuzie a ionilor din electrolit spre metal, în sensul stabilirii echilibrului chimic.

- Intzerfața Electrode – Țesut:
- Electrodele sunt confecționate din metalul C.
- Electroliții sunt o soluție lichidă ce conține Cationi (ioni pozitivi)  $C^+$  din metalul C și Anioni (ioni negativi)  $A^-$ .
- Electronii și Anionii se mișcă în direcția inversă a curentului.
- Cationii se mișcă în direcția curentului electric.



- La contactul între electrod și electrolit au loc reacții de oxidoreducere.
- *Reacția de oxidare* este definită ca o pierdere de electroni, iar *reacția de reducere*, ca un câștig de electroni.
- Electronii din metal → electrolit.
- Ionii din electrolit → metal.





- În urma reacțiilor de oxido-reducere concentrația Cationilor la suprafață începe să se schimbe.
- Sarcinile încep să se îngrămădească în anumite regiuni.
- Electrolitul din apropierea contactului cu electrodul metalic capătă un potențial diferit de restul electrolitului.
- Diferența aceasta de potențial se numește **Potențial de Electrode** (Eng. Half-Cell Potential).

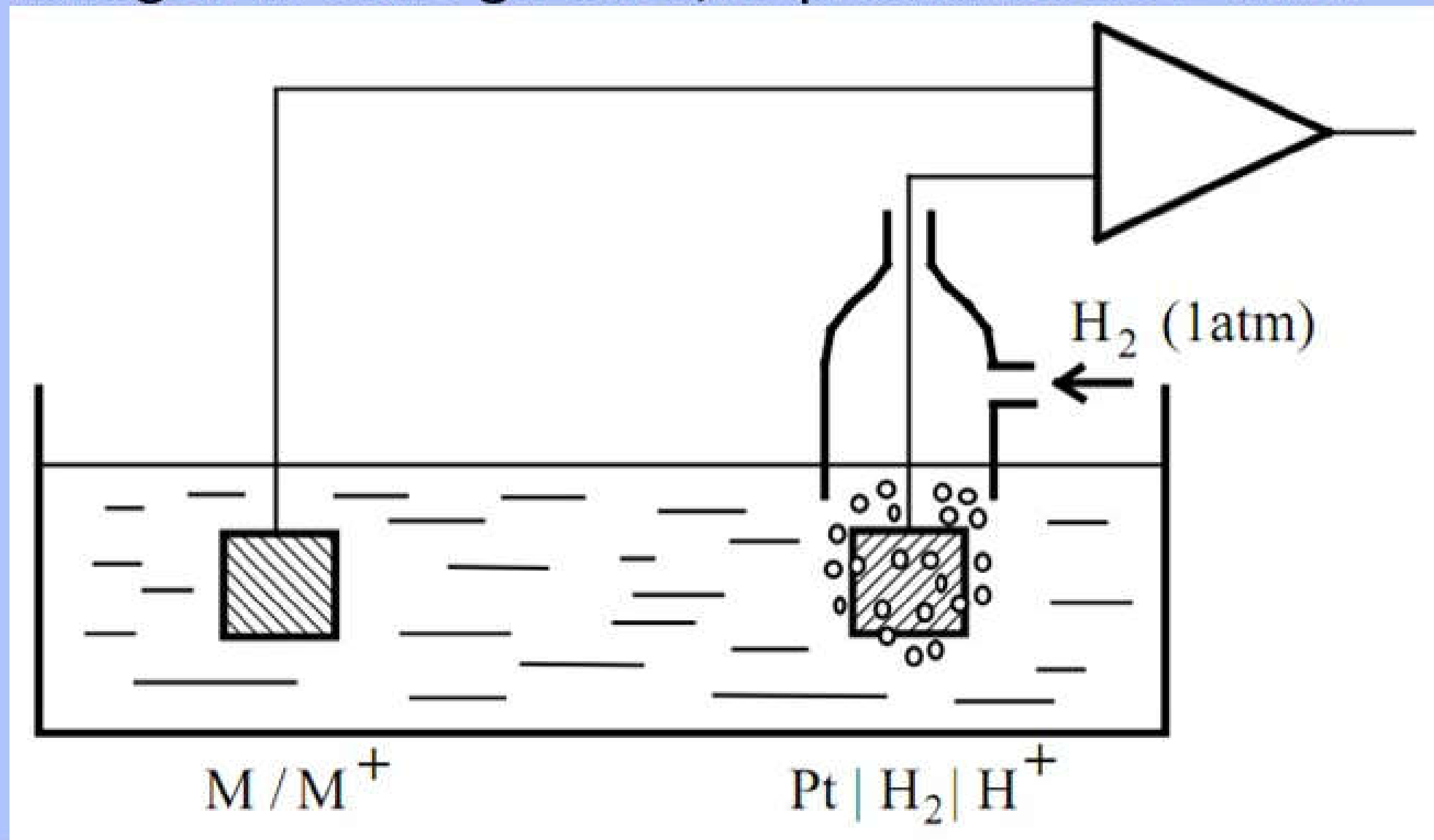
$$E = E_0 - \frac{K \cdot T}{n \cdot q} \cdot \ln \frac{[Red]}{[Ox]}$$

- Separarea sarcinilor electrice la contactul dintre electrod și electrolit cauzează apariția unui strat dublu electric (Eng.: bilayer).
- Măsurarea potențialului de electrod necesită implicarea a încă un electrod de referință.

- Drept electrod de referință a fost ales „electrodul de Hidrogen”, deoarece, spre deosebire de reacția de oxidoreducere care are loc la electrodul metalic, la electrodul de hidrogen în reacția de oxidoreducere Hidrogenul nu dă un metal solid în echilibru cu ionul său.
- Prin definiție, potențialul unui electrod de hidrogen se considera egal cu zero când activitatea ionilor de hidrogen din soluție este egală cu unitatea ( $a_{H^+} = 1$ ) și presiunea hidrogenului gazos,  $H_2$  este 1 atm.
- Electrolitul este soluția apoasă diluată a unui acid (de obicei  $H_2SO_4$ ), care conține ioni de Hidrogen.



- Măsurarea practică a potențialului de electrod  $E^0$  a unui metal  $M$  se realizează cu ajutorul unui electrod de referință din Platină, peste care se suflă Hidrogen în stare gazoasă, la presiunea de 1 atm.



# Potențialul de electrod

Metalul Potențialul  $E^0$  (Volți)

Al	- 1.706
Zn	- 0.763
Cr	- 0.744
Fe	- 0.409
Cd	- 0.401
Ni	- 0.230
Pb	- 0.126
H	0.000
AgCl	+ 0.223
Hg <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	+ 0.268
Cu	+ 0.522
Ag	+ 0.799
Au	+ 1.680



Potențialul electrodului de Hidrogen se socoate a fi egal cu 0.

# Potențialul de electrod

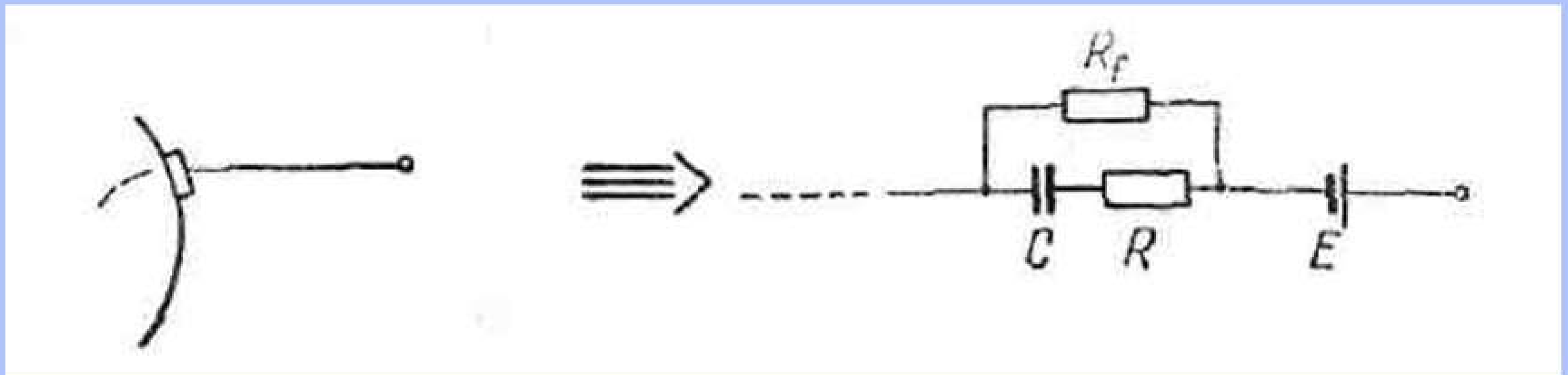
- S-au măsurat potențiale standard de oxidare pentru diferite metale, la 25 °C

Metal	Reacția	Potențial de electrod [V]
aluminiu	$\text{Al} \rightarrow \text{Al}^{3+} + 3\text{e}^-$	+ 2,350
zinc	$\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$	+ 0,761
fier	$\text{Fe} \rightarrow \text{Fe}^{2+} + 2\text{e}^-$	+ 0,440
cupru	$\text{Cu} \rightarrow \text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^-$	- 0,340
argint	$\text{Ag} \rightarrow \text{Ag}^+ + \text{e}^-$	- 0,799
argint clorurat	$\text{Ag} + \text{Cl}^- \rightarrow \text{AgCl} + \text{e}^-$	- 0,222
platină	$\text{Pt} \rightarrow \text{Pt}^{2+} + 2\text{e}^-$	- 0,850
aur	$\text{Au} \rightarrow \text{Au}^{3+} + 3\text{e}^-$	- 1,420

# Electrozii de culegere

- Electrocul de argint clorurat Ag – AgCl, obținut prin acoperire galvanică a argintului pur cu un strat de AgCl, are un potențial de electrod mic și oferă o interfață stabilă cu electrolitul din țesut.
- Electrocul din Ag – AgCl au obținut cea mai largă răspândire în preluarea semnalelor biomedicale.



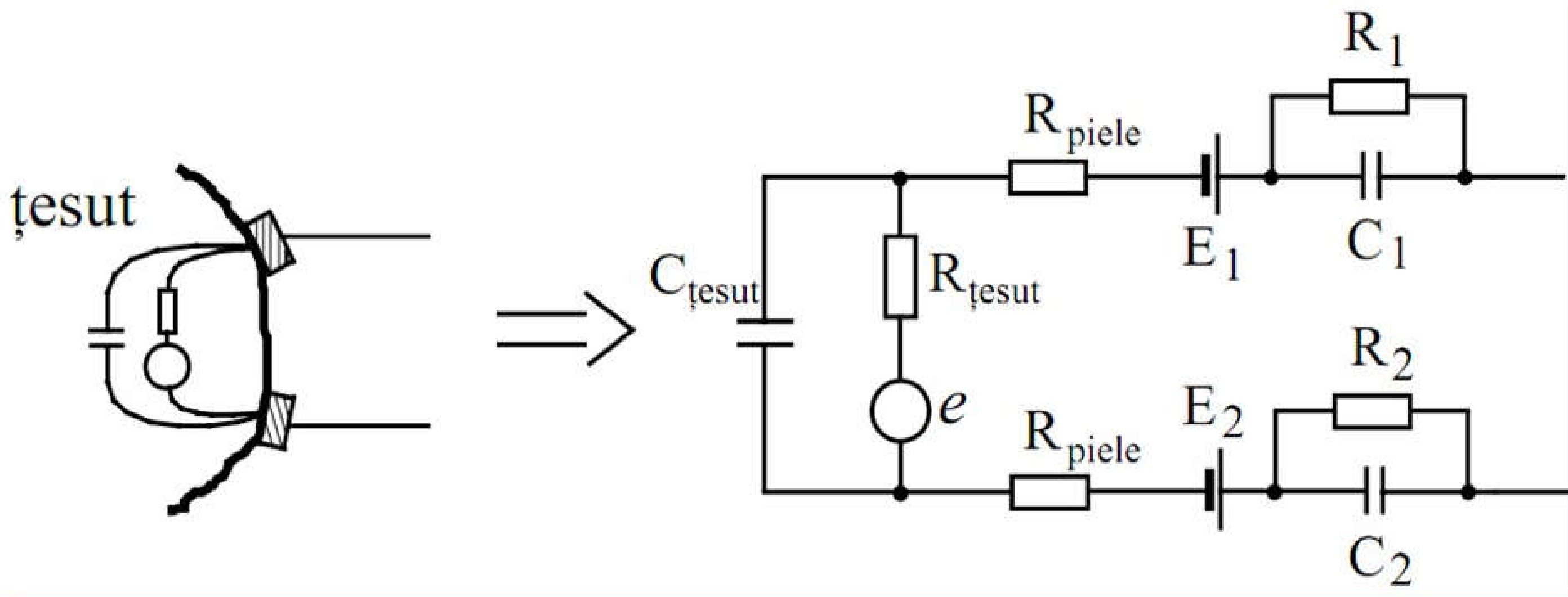


În măsurări electrofiziologice interfața electrod – țesut se echivalează cu o sursă de tensiune (potențialul de electrod) și un condensator, datorită stratului dublu electric de sarcini.



- Distanța dintre sarcinile electrice de semne opuse la această interfață este de dimensiuni moleculare, astfel încât capacitatea pe unitatea de suprafață a electrodului (capacitatea specifică) este destul de mare ( $\sim 10 \mu\text{F}/\text{cm}^2$ ).
- Cu toate acestea, este bine cunoscut că poate trece totuși un curent prin joncțiunea electrod-țesut, deci orice model electric pentru o astfel de interfață trebuie să includă și o rezistență  $R_f$ , în paralel cu condensatorul.

- Având componente capacitive, impedanța unei perechi de electrozi plasați pe suprafața unui țesut va fi dependentă de frecvența semnalului bioelectric și anume va scădea cu creșterea frecvenței.
- Potențialul de electrod va fi o sursă de semnale perturbatoare; chiar în cazul în care cei doi electrozi cu care se face măsurarea sunt din aceleași materiale și identici ca dimensiuni, în circuitul echivalent al unei perechi de electrozi va exista o tensiune continuă egală cu diferența potențialelor celor doi electrozi  $E_1-E_2$ .



- Culegerea semnalelor biomedicale de origine neelectrică se face cu ajutorul *traductorilor* și *senzorilor*.
- **Traductorul** este un dispozitiv care transformă o formă de energie a unui sistem într-o altă formă de energie; cu alte cuvinte traductorul transformă o variație a unei mărimi neelectrice într-o variație de semnal electric.
- **Senzorul** este un dispozitiv care răspunde unui stimul fizic sau chimic pe care îl convertește într-un semnal electric.

- La baza clasificării traductorilor stau trei criterii:

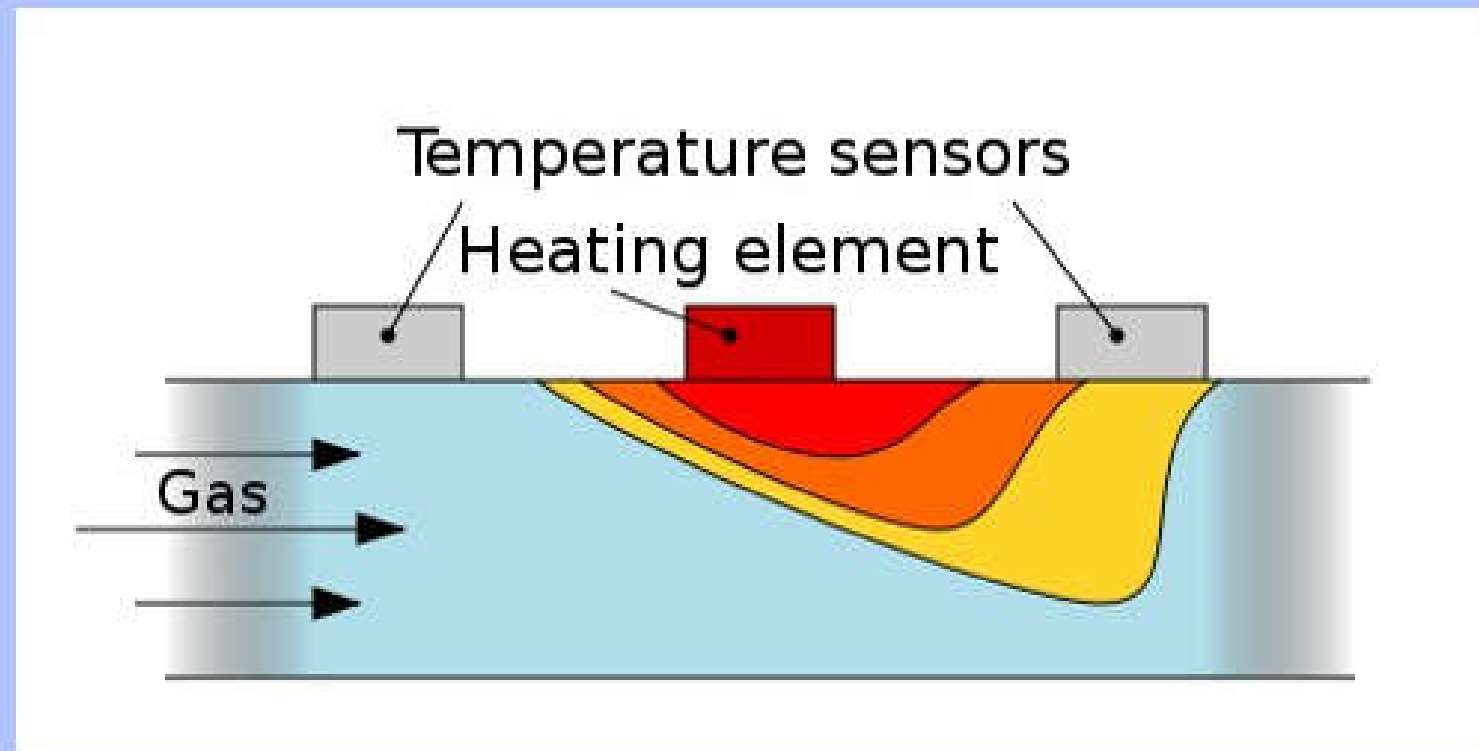
- 1. Domeniul de măsură** (acustic, chimic, electric, magnetic ș.a.).
- 2. Tipul conversiei realizate de traductor** (biologic, chimic, fizic, mecanic).
- 3. Parametrii tehnologici** (domeniul maxim al ieșirii, histereza, linearitatea, domeniul de măsură, offset-ul, repetabilitatea, rezoluția, selectivitatea, viteza de răspuns).

# Senzorul de Oxigen

- Senzorul galvanic pentru oxigen este constructiv alcătuit dintrun electrod anod din plumb, un electrod catod aurit, o rezistență electrică de sarcină, o soluție electrolitică de hidroxid de potasiu (KOH) (electrolit) și o membrană permeabilă pentru gaze.
- Atunci când oxigenul (gazul) vine în contact cu electrolitul senzorului, se produce o schimbare a potențialului electric dintre electrozi, respectiv a curentului prin rezistența de sarcină



# Senzorul de debit



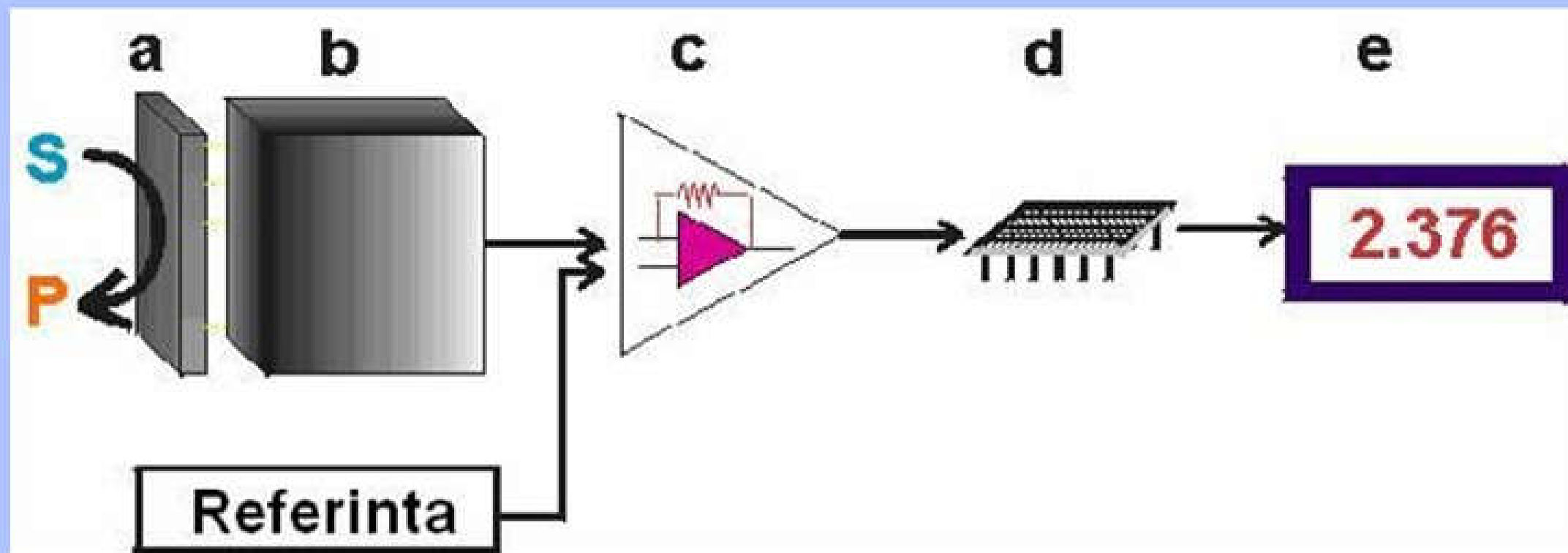
- Temperatura măsurată de către senzorii de temperature variază în dependență de fluxul de aer.
- Se calibrează la fluxul Zero.

- Un biosenzor este un instrument analitic care transformă un răspuns biologic într-un semnal electric.
- Termenul de „biosenzor“ este adesea utilizat pentru a îngloba dispozitivele utilizate în scopul determinării concentrațiilor unor substanțe sau a altor parametri de interes biologic, chiar dacă acestea nu utilizează un sistem biologic în mod direct.





- Diagrama schematică a principalelor componente ale unui biosensor



- Biocatalizatorul (a) convertește substratul în produs. Această reacție este detectată de traductor (b) care o transformă într-un semnal electric. Leșirea din traductor este amplificată (c), prelucrată (d) și prezentată într-o formă comodă pentru operator (e)

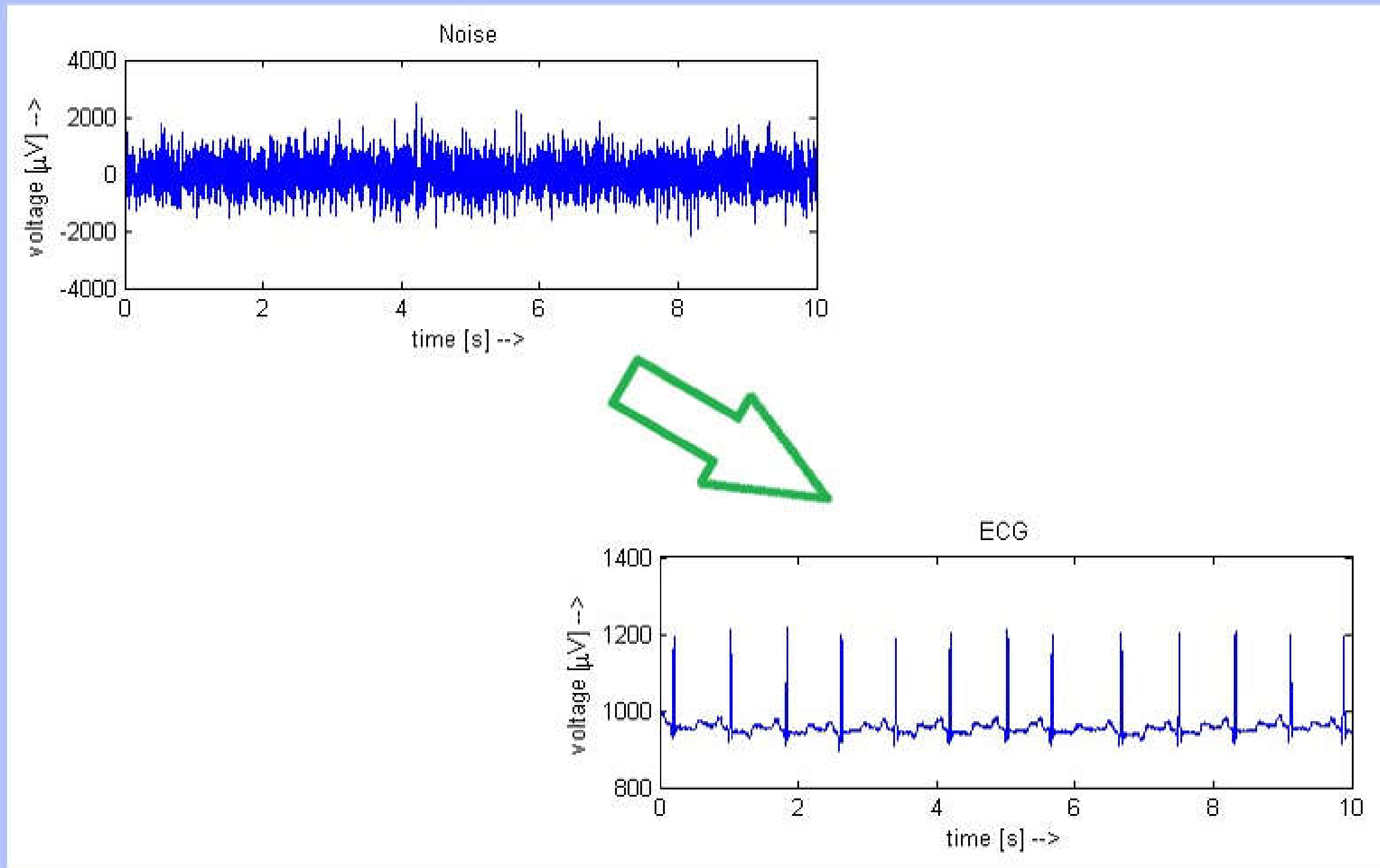
Un biosenzor adecvat trebuie sa posede cel putin urmatoarele caracteristici:

- Biocatalizatorul trebuie sa fie inalt specific pentru scopul analizei;
- Să fie stabil in conditii de depozitare normale si, cu exceptia benzilor enzimatiche de hartie si dipsticks (a se vedea mai tarziu), sa prezinte o buna stabilitate pentru un numar larg de determinari (de exemplu mai mult de 100);
- Reactia nu trebuie sa fie afectata de parametri fizici cum sunt agitarea pH sau temperatura. Aceasta ar permite analiza probelor cu un minim de pre-tratament.
  - Daca reactia implica cofactori sau coenzime, acestea ar trebui, in mod preferabil, sa fie co-immobilizati cu enzima;
- Raspunsul trebuie sa fie exact, precis, reproductibil si liniar pe domeniul analitic utilizat, fara dilutie sau concentrare.
- Trebuie de asemenea sa fie liber de zgomot electric;



- Daca biosenzorul trebuie sa fie utilizat pentru monitorizarea sistemelor invazive in situatii clinice, trebuie sa micut si biocompatibil, sa nu aibe efecte antigenice sau toxice. Daca se vor utiliza in bioreactoare trebuie sa fie sterilizabili. Sterilizarea se realizeaza preferabil prin autoclavare dar nici un biosenzor cu enzime nu poate rezista unui asemenea drastic tratament termic-umed. In ambele cazuri, biosenzorul nu trebuie sa fie predispus spre viciere sau proteoliza;
- Biosenzorul complet trebuie sa fie ieftin, mic, portabil si capabil de a fi utilizat chiar de operatori mai putin dotati;
- Trebuie sa existe o piata pentru biosensor. Este clar ca exista o mica sansa sa se dezvolte un biosenzor daca alti factori (de exemplu subventii guvernamentale, angajarea continua a unor analisti dotati, sau slaba perceptie a consumatorilor) incurajeaza utilizarea metodelor traditionale si descurajeaza descentralizarea laboratoarelor de testare

# Semnal înregistrat brut



Vă mulțumim pentru atenție!!!



Tempus

BIOMEDICAL ENGINEERING EDUCATION TEMPUS  
INITIATIVE IN EASTERN NEIGHBOURING AREA

