

## Unități de măsură

- Mărimi fizice ↔ unități de măsură
- Sistem de unități de măsură
- Condiții:
  - General – aplicabil tuturor capitolelor fizicii
  - Coerent – unități legate între ele prin operații aritmetice simple, pe cât posibil fără factori numerici
  - Practic – unități comparabile cu valorile uzuale
- **Sistem Internațional – SI 1960:**
  - Reglementare completă:
    - Unități de măsură – fundamentale; derivate;
    - Reguli de utilizare – simboluri, prefixe etc.

## Unități fundamentale

Mărime fizică	Unitate	Simbol	An	Definiție
lungime	metru	m	1983	<b>1 m</b> este lungimea drumului parcurs de lumină în vid într-un interval de timp de $1/299\,792\,458$ dintr-o secundă.
masă	kilogram	kg	1889	<b>1 kg</b> este unitatea de masă egală cu masa prototipului internațional al kilogramului.
timp	secundă	s	1967	<b>1 s</b> este durata a $9\,192\,631\,770$ perioade ale radiației corespunzând tranziției între cele două nivele de energie hiperfine ale stării fundamentale a atomului de cesiu $^{133}\text{Cs}$ .
intensitate a curentului electric	amper	A	1948	<b>1 A</b> este intensitatea unui curent electric constant care, menținut în două conductoare paralele, rectilinii, cu lungimea infinită și secțiune circulară neglijabilă, așezate în vid la o distanță de 1 m unul față de altul, ar produce între aceste conductoare o forță de $2 \times 10^{-7}$ N pe fiecare metru de lungime.

## Unități fundamentale

Mărime fizică	Unitate	Simbol	An	Definiție
temperatură termodinamică	kelvin	K	1967	<b>1 K</b> , unitatea de temperatură termodinamică, este fracțiunea egală cu $1/273,16$ din temperatura termodinamică a punctului triplu al apei. S.I.: temperatura Celsius cu relația $t = T - T_0$ , în care $t$ este temperatura Celsius, $T$ – temperatura termodinamică, iar $T_0$ – este prin definiție 273,15 K.
cantitate de substanță	mol	mol	1971	<b>1 mol</b> este cantitatea de substanță a unui sistem care conține atâtea entități elementare câți atomi există în 0,012 kg de carbon $C_{12}$ . Entități: atomi, molecule, ioni, electroni, alte particule sau grupuri specificate de particule.
intensitate luminoasă	candelă	cd	1979	<b>1 cd</b> este intensitatea luminoasă, într-o direcție dată, a unei surse care emite o radiație monocromatică cu frecvența de $540 \times 10^{12}$ Hz și a cărei intensitate energetică în acea direcție este de $1/683$ W/sr.

## Unități derivate

Mărime fizică	Unitate de măsură	Simbol
frecvență	hertz	Hz
forță	newton	N
energie sau lucru mecanic	joule	J
putere	watt	W
diferență de potențial și tensiune electromotoare	volt	V
rezistență electrică	ohm	$\Omega$
cantitate de electricitate	coulomb	C
capacitate electrică	farad	F
inductivitate electrică	henry	H
flux magnetic	weber	Wb

## Prefixe SI

Denumire	Simbol	Valoare		Denumire	Simbol	Valoare
yotta	Y	$10^{24}$		deci	d	$10^{-1}$
zetta	Z	$10^{21}$		centi	c	$10^{-2}$
exa	E	$10^{18}$		mili	m	$10^{-3}$
peta	P	$10^{15}$		micro	$\mu$	$10^{-6}$
tera	T	$10^{12}$		nano	n	$10^{-9}$
giga	G	$10^9$		pico	p	$10^{-12}$
mega	M	$10^6$		femto	f	$10^{-15}$
kilo	k	$10^3$		atto	a	$10^{-18}$
hecto	h	$10^2$		zepto	z	$10^{-21}$
deca	da	$10^1$		yocto	y	$10^{-24}$

## Reguli de utilizare și scriere

- Reguli de utilizare – simboluri unități și prefixe:
  - litere drepte, mici
  - NU se admit prefixe juxtapuse ( $\mu\mu\text{F} \rightarrow \text{pF}$ )
  - Unități derivate: N·m sau N m; m/s,  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  sau  $\frac{\text{m}}{\text{s}}$
  
- Reguli de scriere - valori numerice
  - Rezultate numerice: 72 m; 12 bit
  - Șiruri de valori numerice: 2,71; 2,92; 3,08; 3,20
  - Intervale de valori numerice: 2,71 ... 3,20

## Etaloane ale mărimilor electrice

- Etaloane ↔ materializarea fizică a definițiilor unităților de măsură
- Sistem de unități de măsură ↔ sistem de etaloane ale mărimilor fizice
- Etaloane (tipuri ↔ funcții):
  - Definiție – generare unități de măsură, conform definițiilor
  - Conservare – menținere unități de măsură, constante in timp
  - Transfer – corelare unități de măsură
- Transmitere unități de măsură: definiții → instrumente
- Trasabilitate (SUA): instrumente → definiții

## Prototipul internațional al kilogramului

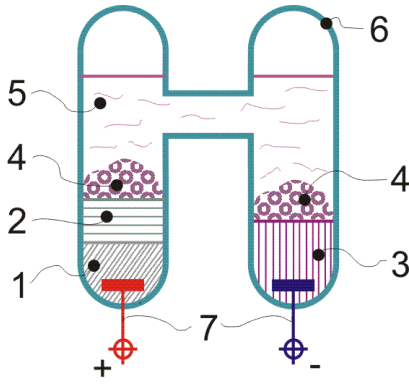


*Prototipul internațional al kilogramului*



*Prototipul internațional al kilogramului și cele 6 copii oficiale*

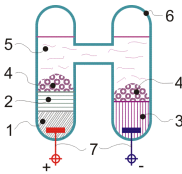
## Elemente normale (Weston)



Structura unui element normal

- 1 – electrod pozitiv - mercur  $Hg$ ;
- 2 – pastă de sulfat mercurios  $Hg_2SO_4$   
(depolarizant al electrodului pozitiv);
- 3 – electrod negativ - cadmiu  $Cd$ ;
- 4 – cristale de sulfat de cadmiu  $CdSO_4$   
(pentru elementele saturate);
- 5 – electrolit – soluție de sulfat de cadmiu  $CdSO_4$ ;
- 6 – vas de sticlă în formă de H;
- 7 - contacte electrice – platină  $Pt$ .

## Elemente normale (Weston)



### ■ Parametri tipici:

$$E = 1,0183 \dots 1,0194 \text{ V}$$

$$R_i = 500 \dots 1\,500 \, \Omega$$

$$I_{\max} < 1 \, \mu\text{A}$$

$$t_{\text{ref}} = 20 \, ^\circ\text{C} \quad (E_0 = 1,01865 \text{ V})$$

$$\Delta E/\Delta T = -5 \, \mu\text{V}/^\circ\text{C} \text{ – elemente nesaturate}$$

$$= -40 \, \mu\text{V}/^\circ\text{C} \text{ – elemente saturate}$$

### ■ Variația cu temperatura:

$$E_t = E_{20^\circ\text{C}} - \alpha(t - 20) - \beta(t - 20)^2 + \gamma(t - 20)^3$$

$$\alpha \sim 40,6 \times 10^{-6} \text{ V}/^\circ\text{C}$$

$$\beta \sim 0,95 \times 10^{-6} \text{ V}/^\circ\text{C}^2$$

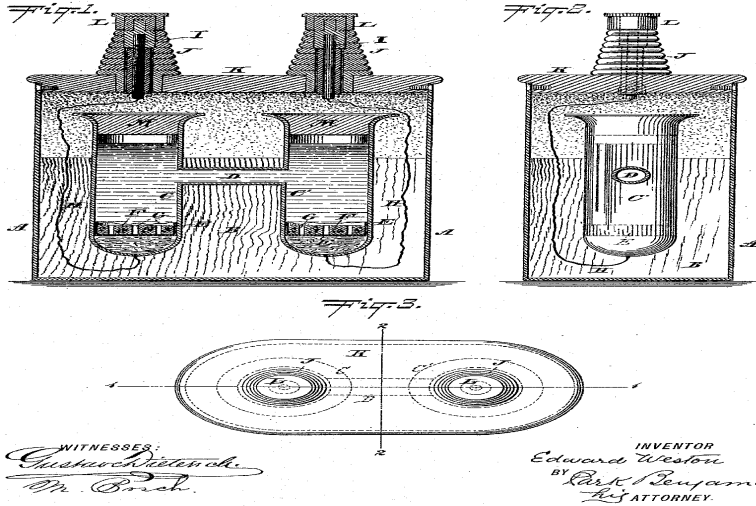
## Element normal (Weston)

(No Model.)

E. WESTON.  
VOLTAIC CELL.

No. 494,827.

Patented Apr. 4, 1893.

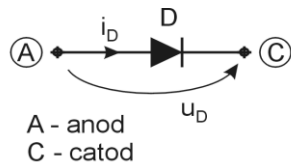


3 octombrie 2011

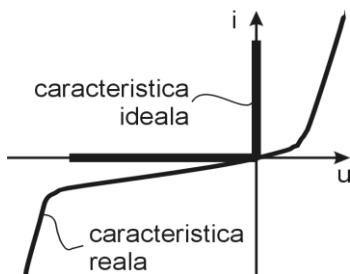
Masurari Electronice si Senzori - Prof. Ioan G. TARNOVAN

11

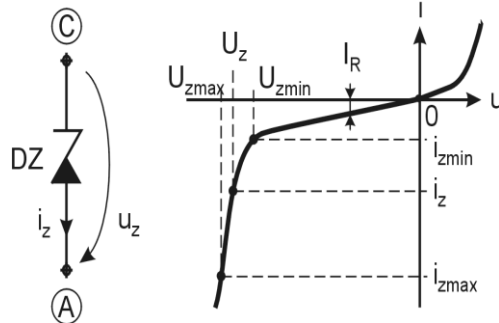
## Etaloane de tensiune cu diode Zener



A - anod  
C - catod



Dioda: simbol și caracteristica tensiune-curent



Dioda Zener: simbol și caracteristica tensiune-curent

3 octombrie 2011

Masurari Electronice si Senzori - Prof. Ioan G. TARNOVAN

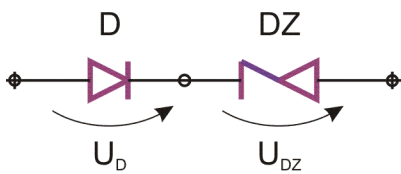
12

## Etaloane de tensiune cu diode Zener

- Variația tensiunii stabilizate cu temperatura:

$$U_z(t) = U_z(t_0)[1 + \alpha_z(t - t_0)] \quad \begin{array}{l} \alpha_z < 0, \quad U_z < 5 \text{ V} \\ \alpha_z > 0, \quad U_z > 5 \text{ V} \end{array}$$

- Compensarea termica:



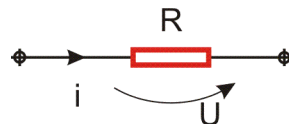
$$U_D + U_Z = U_{D0}[1 + \alpha_D(t - t_0)] + U_{Z0}[1 + \alpha_Z(t - t_0)]$$

$$\frac{U_{D0}}{U_{Z0}} = -\frac{\alpha_Z}{\alpha_D}$$

## Etaloane de rezistență electrică

- Materiale:
  - Manganină: 84% Cu + 12% Mn + 4% Ni
  - Aliaje: Cu-Al-Cr-Ni

- Rezistoare dipolare: 1 000 ... 100 000  $\Omega$

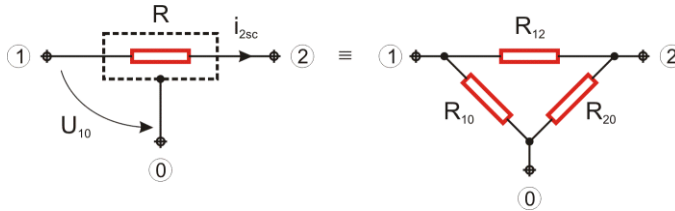


Rezistor dipolar

$$R = \frac{U}{I}$$

## Etaloane de rezistență electrică

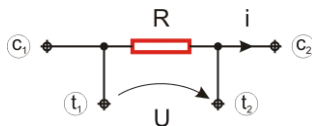
- Rezistoare tripolare:  $> 100\,000\ \Omega$



$$R_{12} = \frac{U_{10}}{i_{2sc}}$$

Rezistor tripolar

- Rezistoare cuadripolare:  $< 1\,000\ \Omega$

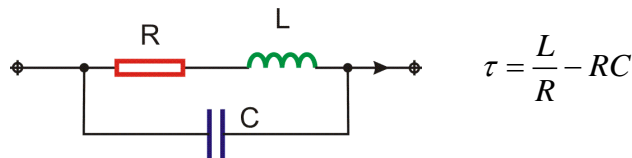


$$R = \frac{U_{t1-t2}}{i_{c2}}$$

Rezistor cuadripolar

## Etaloane de rezistență electrică

- Utilizare în curent alternativ:



$$\tau = \frac{L}{R} - RC$$

Schema echivalentă a rezistorului etalon în c.a.

- Variația cu temperatura:

$$R_t = R_{20^\circ\text{C}} \left[ 1 + \alpha(t - 20^\circ) + \beta(t - 20^\circ)^2 \right]$$

$$\alpha \sim \pm 10^{-5} \text{ } 1/^\circ\text{C}$$

$$\beta \sim -10^{-6} \text{ } 1/^\circ\text{C}^2$$



## Etaloane de capacitate

- Condensatoare etalon:
  - Capacitate stabilă în timp
  - Influență mică a factorilor de mediu
  - Pierderi mici
- Dielectric:
  - Gazos
  - Solid ( cuarț topit, mica)
- Conexiune:
  - Dipolară
  - Tripolară
- Valori uzuale:
  - Dielectric gazos: 10 pF; 100 pF; 1 000 pF
  - Dielectric solid: 1 nF ... 10 μF
- Utilizare: punți de curent alternativ

## Etaloane de inductivitate

- Bobine etalon:
  - Fără miez feromagnetic
  - Stabilitate în timp
  - Variație redusă cu temperatura
  - Independență față de valoarea curentului prin bobina
- Factor de calitate:
$$Q = \frac{\omega L}{R}$$
- Utilizare: punți de curent alternativ